

STUDII DE DRENAJ EFICIENTE TEHNICO-ECONOMIC PENTRU TERENURILE CU EXCES DE UMIDITATE

Teză destinată obținerii
titlului științific de doctor inginer
la
Universitatea "Politehnica" din Timișoara
în domeniul INGINERIE CIVILA
de către

Halbac-Cotoara-Zamfir Rares

Conducător științific: prof.univ.dr.ing. Man Teodor Eugen
Referenți științifici: prof.univ.dr.ing. Maracineanu Florin
prof.univ.dr.ing. Dumitru Mihail
prof.univ.dr.ing. David Ioan

Ziua susținerii tezei: 9.07.2010

Seriile Teze de doctorat ale UPT sunt:

- | | |
|------------------------|---|
| 1. Automatică | 7. Inginerie Electronică și Telecomunicații |
| 2. Chimie | 8. Inginerie Industrială |
| 3. Energetică | 9. Inginerie Mecanică |
| 4. Ingineria Chimică | 10. Știința Calculatoarelor |
| 5. Inginerie Civilă | 11. Știința și Ingineria Materialelor |
| 6. Inginerie Electrică | |

Universitatea „Politehnica” din Timișoara a inițiat seriile de mai sus în scopul diseminării expertizei, cunoștințelor și rezultatelor cercetărilor întreprinse în cadrul școlii doctorale a universității. Seriile conțin, potrivit H.B.Ex.S Nr. 14 / 14.07.2006, tezele de doctorat susținute în universitate începând cu 1 octombrie 2006.

Copyright © Editura Politehnica – Timișoara, 2010

Această publicație este supusă prevederilor legii dreptului de autor. Multiplicarea acestei publicații, în mod integral sau în parte, traducerea, tipărirea, reutilizarea ilustrațiilor, expunerea, radiodifuzarea, reproducerea pe microfilme sau în orice altă formă este permisă numai cu respectarea prevederilor Legii române a dreptului de autor în vigoare și permisiunea pentru utilizare obținută în scris din partea Universității „Politehnica” din Timișoara. Toate încălcările acestor drepturi vor fi penalizate potrivit Legii române a drepturilor de autor.

România, 300159 Timișoara, Bd. Republicii 9,
tel. 0256 403823, fax. 0256 403221
e-mail: editura@edipol.upt.ro

Cuvânt înainte

Drenajul agricol ca și practica de îmbunătățire a umidității solului prin susținerea drenajului natural are o vechime de aproximativ 200 ani. Chiar dacă unele popoare din antichitate și ulterior erau conștiente de beneficiile îmbunătățirii drenajului și exista date privind aplicarea unor asemenea măsuri, acestea au fost reduse ca și număr și de multe ori cu motivație mai mult strategică decât agricolă. Utilizarea tehnicilor de drenaj a rămas astfel foarte limitată până în a doua jumătate a secolului XVIII când, ca parte a nașterii unei agriculturi moderne, prin îmbunătățirea acestor tehnici s-a demarat atragerea de investiții pentru punerea lor în aplicare la scară largă.

Drenajul a devenit în timp un instrument foarte diversificat. Dacă până în urmă cu câteva decade acesta se concentra aproape exclusiv pe îndepărtarea excesului de apă, drenajul modern a devenit parte a managementului integrat al apei, îndepărtând sau conservând volumele de apă necesare și fiind de asemenea preocupat de calitatea apei și valorile mediului.

Drenajul este astfel o parte vitală a managementului integrat al resurselor de apă. Managementul integrat al resurselor de apă reprezintă un proces care promovează coordonarea dezvoltării și managementului apei, solului și resurselor care relatează cu acestea pentru a maximiza sectoarele social și economic într-o manieră echitabilă și fără a compromite sustenabilitatea ecosistemelor vitale. În acest sens, este necesar ca și drenajul să realizeze un echilibru între controlul saturației cu apă și conservarea umidității solului.

Drenajul modern servește astăzi nu numai sectorului agricol ci unui spectru mai larg de obiective și activități economice, unele din ele fiind deja prezentate. Obiectivele și rezultatele aplicării sistemelor de drenaj trebuie însă cuantificate atât din punct de vedere calitativ cât și cantitativ. Sistemele de apreciere a performanței unui sistem de desecare-drenaj cunosc încă doar o fază incipientă, o etapă care presupune continuarea cercetărilor din acest domeniu. Experiența globală cu aprecierea performanței sistemelor de desecare-drenaj este relativ săracă și ceea ce există la ora actuală se bazează pe cercetări locale, orientate. Chiar și indicatorii utilizați sunt comuni atât pentru cercetare cât și pentru aprecierea performanței.

Această teză de doctorat a încercat astfel, abordând într-un mod cât mai clar posibil aspectele enumerate mai sus, să-și aducă contribuția la eficientizarea din punct de vedere tehnico-economic a studiilor de drenaj pentru terenurile cu exces de umiditate.

Timișoara, iulie 2010

Halbac-Cotoara-Zamfir Rares

Dedic aceasta teza familiei mele, sotiei **Cristina** si nu in ultimul rand parintilor **Rodica si Teodor**, multumindu-le pe aceasta cale pentru tot sprijinul, atat moral cat si material, pe care mi l-au oferit in cei 6 ani de doctorat si nu numai.

Halbac-Cotoara-Zamfir, Rares

Studii de drenaj eficiente tehnico-economic pentru terenurile cu exces de umiditate

Teze de doctorat ale UPT, Seria 5, Nr. 56, Editura Politehnica, 2010, 564 pagini, 259 figuri, 228 tabele.

ISSN:1842-581X

ISBN: 978-606-554-120-7

Cuvinte cheie: desecare-drenaj, studii de drenaj, programe de modelare, indicatori de eficientizare

Rezumat:

Teza de doctorat prezintă a angajat o temă de cercetare de mare importanță și actualitate pentru domeniul Îmbunătățirilor Funciare și al Protecției Mediului, concentrându-se pe studiile de desecare-drenaj necesare în perspectiva implementării unei agriculturi sustenabile. Datorită faptului că drenajul este o parte vitală a managementului integrat al resurselor de apă, proces care promovează coordonarea dezvoltării și managementului apei, solului și resurselor și care relatează cu acestea pentru a maximiza sectoarele social și economic într-o manieră echitabilă fără a compromite sustenabilitatea ecosistemelor vitale, această lucrare a presupus o cercetare interdisciplinară. Pentru realizarea unor studii de drenaj eficiente tehnico-economic, componenta informatică a devenit în ultimii ani deosebit de importantă, programele de modelare specializate fiind acelea care pot oferi cele mai bune informații referitoare la evoluția în timp a componentelor mediului ca urmare a aplicării unui sistem de desecare-drenaj. Aplicații precum EnDrain, DrainSpace abordează numai calcule relativ simple din cadrul proiectelor de desecare-drenaj în timp ce alte programe mai evaluate precum SaltMod, SahysMod sau Drainmod pot oferi prognoze ale evoluției nivelului freatic, a debitului drenat dar ating și probleme de mediu precum prognoza salinității solului sau a eficienței irigațiilor.

CUPRINS

1. Introducere si probleme generale	7
1.1 Notiuni generale.....	7
1.2 Cadrul natural si sursele excesului de umiditate din tara noastra.....	9
1.3 Caracteristicile solurilor cu exces de umiditate din punct de vedere hidroameliorativ.....	51
1.4 Importanta lucrarilor de desecare-drenaj.....	62
1.5 Clasificarea lucrarilor de desecare-drenaj.....	65
1.6 Legislatia din tara noastra in vigoare din domeniul lucrarilor de imbunatatiri funciare.....	68
1.7 Zonele umede.....	70
1.8 Obiectivele tezei de doctorat.....	82
1.9 Bibliografie utilizata si conexa.....	83
2. Istoricul si evolutia studiilor si al lucrarilor de desecare-drenaj pe plan mondial si in Romania.....	87
2.1 Istoricul lucrarilor de desecare-drenaj pe plan mondial.....	87
2.2 Evolutia si dinamica lucrarilor de desecare-drenaj in Romania.....	99
2.3 Bibliografie utilizata si conexa.....	130
3. Stadiul actual de cercetare-realizare a studiilor de drenaj pentru proiectarea eficienta tehnico-economic a amenajarilor de desecare-drenaj din Romania.....	133
3.1 Metode de desecare.....	133
3.2 Metode de drenaj.....	136
3.3 Studii si cercetari realizate in Romania referitoare la materialele filtrante pentru drenajul orizontal	183
3.4 Bibliografie utilizata si conexa.....	205
4. Studii si solutii de drenaj eficiente tehnico-economic realizate pentru suprafetele cu exces de umiditate din vestul Romaniei. Hartile excesului de umiditate.....	214
4.1 Studii si solutii eficiente tehnico-economic pentru zonele afectate de exces de umiditate in vestul Romaniei.....	214
4.2 Tabel centralizator cu rezultatele studiilor de drenaj efectuate pentru vestul Romaniei.....	254
4.3 Bibliografie utilizata si conexa.....	263
5. Indicatori de exprimare a eficientei unei amenajari de desecare-drenaj.....	269
5.1 Introducere.....	269
5.2 Definitii.....	270
5.3 Particularitatile A.P. a drenajului.....	270
5.4 Sisteme de management a nivelului freatic.....	273
5.5 Indicatori de apreciere a performantei sistemelor de desecare-drenaj.....	275
5.6 Proprietatile indicatorilor de performanta.....	280
5.7 Sisteme de referinta pentru aprecierea unui sistem de desecare-drenaj.....	284
5.8 Comentarii, concluzii, recomandari.....	289
5.9 Bibliografie utilizata si conexa.....	290
6. Programe de proiectare specializate pentru retele de desecare-drenaj. Aplicatii si studiu de caz.....	295
6.1 Generalitati.....	295
6.2 Metode de calcul a distantei intre drenuri utilizand nomogramele intocmite pe baza ecuatiei elipsei modificate si metodologia folosind standardul american ASAE EP 479.....	298
6.3 Programe utilizate in calculul si proiectarea retelelor de desecare-drenaj din Romania.....	314

6.4 Proiectarea asistata de calculator a sistemelor de desecare-drenaj pe plan mondial.....	322
6.5 Aplicarea catorva programe de calcul specializate romanesti si straine pentru calculul distantei intre drenuri in regim nepermanent pentru solutiile de drenaj rezultate in urma studiilor de drenaj efectuate de Universitatea "Politehnica" din Timisoara, Facultatea de Hidrotehnica, Catedra de Imbunatatiri Funciare si Dezvoltare Rurala pentru judetele Caras-Severin, Timis, Arad, Bihor, Satu Mare si Maramures.....	337
6.6 Evaluarea debitului drenat functie de distanta dintre drenuri si determinarea diametrilor optimi ai tuburilor de dren functie de debitul drenat.....	377
6.7 Analiza variatiei nivelului freatic si a gradului de salinizare in cadrul drenajelor zonelor irigate folosind programe complexe de simulare (programul SALTMOD)..	392
6.8 Analiza variatiei nivelului freatic folosind aplicatia GDZ RoDrain.....	414
6.9 Calculul distantei intre drenuri folosind ecuatia balantei energiei si determinarea pantei liniei piezometrice aferente nivelului freatic.....	432
6.10 Concluzii si propuneri.....	478
6.11 Bibliografie utilizata si conexa.....	479
7. Perspectiva amenajarilor de desecare-drenaj in Romania si pe plan mondial....	491
7.1 Strategia Romaniei in dezvoltarea, reabilitarea si modernizarea amenajarilor de desecare-drenaj.....	491
7.2 Automatizarea retelelor de desecare-drenaj.....	496
7.3 Impactul amenajarilor de desecare-drenaj asupra mediului si perspectivele dezvoltarii din acest punct de vedere.....	496
7.4 Concluzii.....	510
7.5 Bibliografie utilizata si conexa.....	510
8. Contributii personale.....	515
9. Concluzii si propuneri.....	518
Bibliografie generala	526

1. INTRODUCERE ȘI PROBLEME GENERALE

1.1 Notiuni generale

Literar, cuvântul „drenaj” înseamnă îndepărtarea unui lichid. Referindu-ne la hidrologia profilului de sol, cuvântul drenaj este folosit deseori pentru a indica scurgerea prin drenuri îngropate sau liber prin acvifere (prelingere).

Limitându-ne ca și definiție doar la drenajul terenului, termenul poate avea mai multe sensuri. Un lucru cert este acela că acest concept, de drenaj al terenului, exclude drenajul urban, al căilor de transport sau al aeroporturilor prin sisteme/rețele de scurgere.

După Found și colab. (1976), în Canada, noțiunea de „drenajul terenului” este asociată cu hidroameliorarea terenurilor mlăștinoase pentru darea lor agriculturii sau dezvoltării urbane. Percepția asupra a ceea ce înseamnă drenajul terenului este asociată îndeaproape cu noțiunea de „impoldering”. Acest termen include și protecția împotriva inundațiilor dar și îndepărtarea excesului de apă din precipitații printr-un sistem de canale și echipamente de pompare într-un „polder”. În fapt, drenarea terenului nu e în primul rând îndepărtarea apei ci mai degrabă obținerea de teren uscat. [20]

La ora actuală noțiunea de drenaj implică mult mai multe procese decât simplul sens literar.

Conform Oosterbaan (1991), un exemplu de definiție ambiguă a drenajului terenului este: „îndepărtarea excesului de apă din teren cât de rapid posibil”. Acest tip de drenaj este destinat să facă terenul potrivit pentru un scop specific. Îndepărtarea rapidă a apei este însă văzută de hidrolog și de cei însărcinați cu protecția mediului ca o amenințare mai mare decât inundațiile. Acest proces de îndepărtare rapidă a apei poate fi o sursă de risc la fenomenul de secetă, deoarece previne stocarea apei în sol, stocare cu efecte care pot fi benefice în perioadele secetoase. De asemenea, apa este purtătoare de poluanți cu rezultate din cele mai negative. [37, 38, 39]

În lucrarea „Drainage and sustainability” realizată sub egida IPTRID (Programul Internațional pentru Tehnologie și Cercetări în Irigații și Drenaje), noțiunea de drenaj este definită ca fiind un termen care se aplică sistemelor ce se ocupă de excesul de apă. Termenele de drenaj al terenului respectiv drenaj agricol se referă la îndepărtarea artificială a excesului de apă de pe terenurile agricole. [23]

Termenul „exces de apă”, din punct de vedere hidrologic, are un sens mult mai dăunător și presupune valori foarte mari ale debitului apei, comparativ cu punctul de vedere al agriculturii sau al folosinței terenului, ceea ce duce la sisteme de drenaj excesiv de scumpe și probleme de mediu. Se impune deci ca drenajul terenului agricol să fie astfel conceput încât într-un timp relativ scurt, debitul scurs să nu aibă valori mari. Scurgerea trebuie să fie „precaută”, ușoară și să se întindă pe un timp mai îndelungat.

Definierea drenajului fluctuează între mai multe concepte precum „scurgerea (naturală) apei de pe terenuri”, „îndepărtarea (chiar îndepărtarea rapidă) excesului de apă (și chiar de săruri) de pe terenuri”, „controlul inundației și a protecției contra inundațiilor”, „impoldering”, către cele de „instalare a unui sistem de drenaj” și mai

departe către „nivel freatic sau controlul nivelului freatic”, cu o extensie posibilă către „controlul salinității, acidității sau alcalinității”. O definiție generală a drenajului este dificil de formulat.

Oosterbaan dă o posibilă definiție a sistemului de drenaj și care poate fi folosită pentru drenajul terenurilor agricole: „Sisteme de drenaj a terenurilor agricole sunt sisteme prin care scurgerea apei de pe teren este realizată mai ușor astfel că agricultura poate beneficia de pe urma efectelor reducerii continue a gradului de saturare cu apă și/sau reducerea continuă a prezenței substanțelor toxice solubile”. Definiția este suficient de amplă pentru a permite distingerea mai multor tipuri de sisteme de drenaj și a câtorva efecte dorite. [37, 38, 39]

O altă definiție, din punct de vedere agricol vorbind, poate fi: „drenajul agricol reprezintă un ansamblu de lucrări și măsuri de îmbunătățiri funciare având ca obiectiv eliminarea excesului de apă de la suprafață și din profilul solului, în scopul creării condițiilor normale de aeraj și umiditate pentru culturile agricole.”

La proiectarea sistemelor de drenaj sau evaluarea performanțelor acestora, sunt necesare cu siguranță criteriile de drenaj care servesc la obținerea sistemelor optime de drenaj respectiv pentru a avea un sistem de referință în aprecierea funcționării acestor sisteme. Un sistem optim de drenaj este un sistem care materializează beneficiile maxim posibile la costuri minim posibile și cu impact minim asupra mediului. Beneficiile maxim posibile vor fi analizate pe baza criteriilor de drenaj agricol, în timp ce costurile minim posibile vor fi analizate pe baza criteriilor tehnice de drenaj. Similar, criteriile de drenaj referitoare la mediu vor fi în concordanță cu impactul negativ minim asupra mediului. [37, 39]

Criteriile de drenaj agricol indică nivelul maxim acceptat al apei în profilul de sol sau la suprafața terenului astfel încât recoltele să nu sufere reduceri cantitative și calitative. Dacă nivelul apei este mai ridicat decât cel maxim acceptat, se impune instalarea unui sistem de drenaj sau, după caz, îmbunătățirea celui existent, astfel încât excesul de umiditate să fie îndepărtat. Este posibil să apară și cazul în care sistemul de drenaj este supradimensionat cu consecințe, uneori din cele mai grave, asupra producțiilor agricole. [39, 41]

În afară de abordarea criteriilor de drenaj din punct de vedere agricol, sunt cercetate și criteriile tehnice ale drenajului (în scopul minimizării costurilor instalării și funcționării sistemelor de drenaj cu respectarea criteriilor agricole), criteriile referitoare la impactul drenajelor asupra mediului (impactul trebuie să fie minim) respectiv criteriile economice (beneficiile ca urmare a aplicării drenajelor trebuie să fie maxime).

Criteriile de drenaj agricol pot fi deasemenea numite criterii de eficacitate, criteriile tehnice de drenaj pot fi numite criterii de eficiență iar câteodată se referă la criterii „cost-eficacitate”. Toate cele trei tipuri de criterii trebuie conectate cu sustenabilitatea sistemului.

Limitându-ne doar la criteriile de drenaj agricol, le putem defini astfel: „Criteriile de drenaj agricol sunt criterii care definesc temeinic nivelurile permise ale apei în sau pe soluri, la acestea trebuind aduse nivelurile inițiale astfel încât beneficiile agricole maxim posibile, dar sustenabile, pot fi obținute. [41]

Criteriile de drenaj diferă funcție de regiune, cultură, tipul de folosință al terenului, perioadă.

Sistemele de drenaj agricol sunt sisteme care fac mai ușoară scurgerea apei de pe terenuri, astfel ca recoltele agricole să poată beneficia de pe urma reducerii ulterioare a nivelului apei. Sistemul poate fi conceput să ușureze scurgerea apei de la suprafața solului sau din subteran ceea ce conduce la o distincție între sisteme de

drenaj de suprafață (sisteme de desecare în terminologia românească de specialitate) și sisteme de drenaj de subsuprafață. [41]

Amândouă tipurile necesită un sistem de drenaj în câmp sau intern, care coboară nivelul apei în câmp, și un sistem de drenaj extern sau principal care transportă apa către gurile de vărsare.

Drenajul de suprafață se aplică unde saturarea cu apă apare la suprafața solului, iar sistemul de subsuprafață se aplică unde saturarea se găsește în profilul de sol. Cu toate că drenajul de subsuprafață este câteodată instalat pentru a reduce saturarea cu apă de suprafață și invers, practica nu este recomandată. [41]

În condiții atent studiate și verificate, sistemele combinate suprafață/subsuprafață sunt realizabile și posibil de implementat.

Sistemele de drenaj agricol nu duc în mod implicit la o creștere de vârf a debitelor descărcate. Pot apare, în special cu drenajul de suprafață, situații în care cu reducerea saturării se produce o creștere a capacității de înmagazinare temporară a apei în sol sau pe sol în timpul perioadei de vârf a ploilor. Un inginer din domeniul drenajelor trebuie să prevadă scurgerea treptată a apei și nu în mod brusc.

1.2 Cadrul natural și sursele excesului de umiditate din România [2]

1.2.1 Factorii și condițiile naturale cauzatoare a excesului de umiditate pe terenurile agricole din România

1.2.1.1 Ciclul hidrologic al drenajului

Ciclul hidrologic al drenajului este prezentat schematic în figurile 1.1.a și 1.2.b.

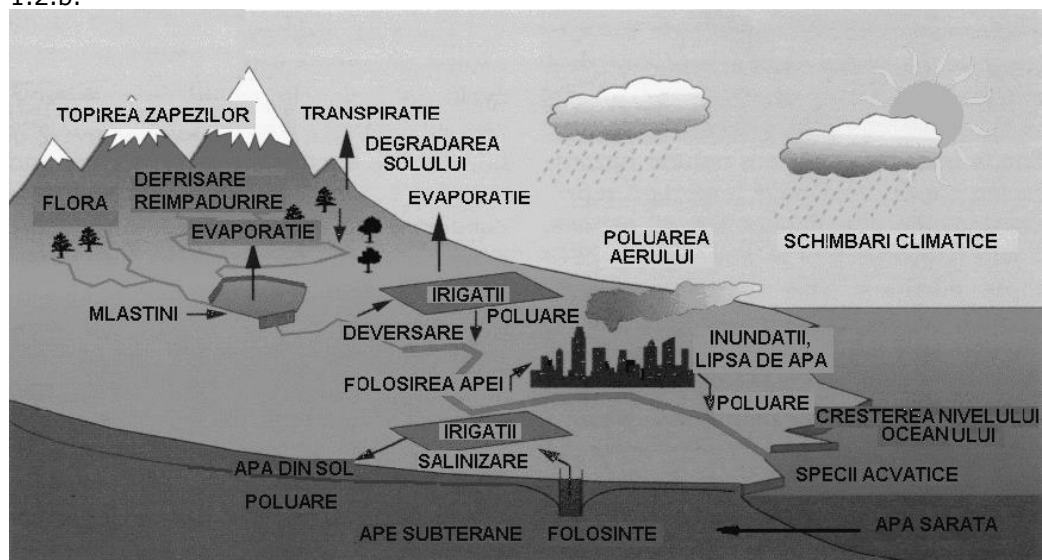


Fig. 1.1.a Ciclul hidrologic cu unele aspecte induse de stresul uman [www.icpa.ro]

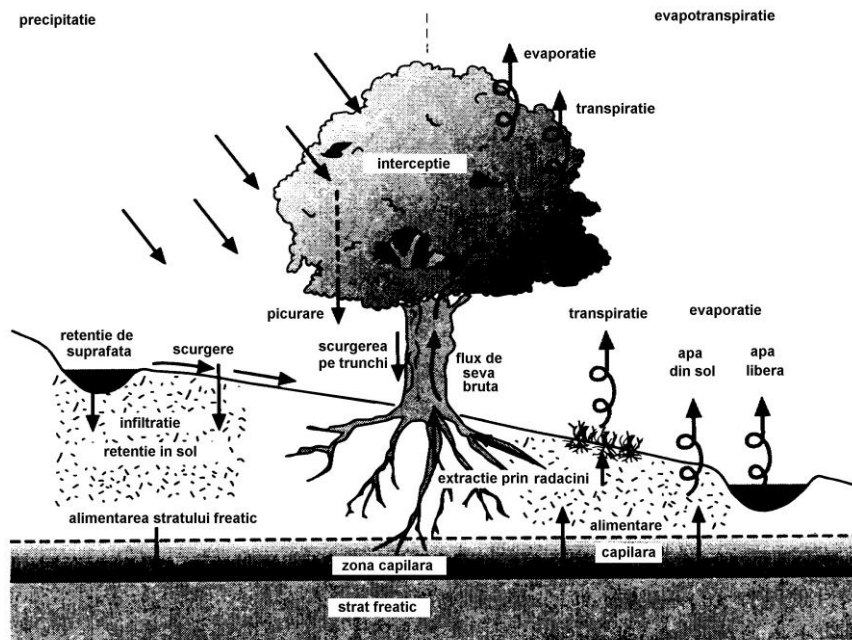


Fig. 1.1.b Apa în sistemul sol-planta-atmosfera

1.2.1.2 Factorii generatori ai excesului de umiditate [2]

Factorii naturali cei mai importanți sunt regimul climatic, relieful, precum și regimul hidrologic al teritoriului. Aceștia li se asociază condițiile geologice-litologice, cele pedologice și hidrogeologice, care împreună determină apariția fenomenelor de inundație și de stagnare a apei în exces pe terenurile din câmpii și de pe podișurile plane.

a) Regimul climatic al teritoriului studiat se caracterizează printr-o mare complexitate și diversitate a fenomenelor atmosferice, care dau naștere deseori la perioade cu precipitații mari și de lungă durată. Rolul precipitațiilor este unul predominant în formarea și menținerea excesului de umiditate.

Precipitațiile atmosferice cuprind totalitatea produselor de condensare și cristalizare a vaporilor de apă din atmosferă, denumite și hidrometeori, care cad de obicei din nori și ajung la suprafața pământului sub formă lichidă (ploaie și aversă de ploaie, burniță etc.), solidă (ninsoare și aversă de zăpadă, grindină, măzăriche etc.), sau sub ambele forme în același timp (lapoviță și aversă de lapoviță). Particularitățile și repartiția precipitațiilor, ca și a altor elemente meteorologice, depind direct de caracterul mișcărilor aerului, respectiv de gradul de dezvoltare al convecției termice, dinamice sau orografice, precum și de deplasările advecive. Analizând cantitățile de precipitații medii lunare se evidențiază o variație a acestora de la o lună la alta, de la un anotimp la altul și de la un semestru la celălalt, impusă de circulația generală a atmosferei și de intensitatea convecției termice. Variația cantităților de precipitații în cursul anului prezintă pe teritoriul țării diferențieri semnificative de la o regiune la alta, impuse de condițiile fizico-geografice și de ceilalți factori modificatori (figura 1.2). În majoritatea cazurilor variația anuală se caracterizează printr-un maxim în iunie respectiv un minim în februarie. Pentru o zonă mai restrânsă din sudul Banatului, Oltenia și litoralul Mării Negre, influența climatului mediteranean este subliniată de apariția unui maxim pluviometric

secundar în noiembrie-decembrie și al unui minim secundar la sfârșitul verii și începutul toamnei.

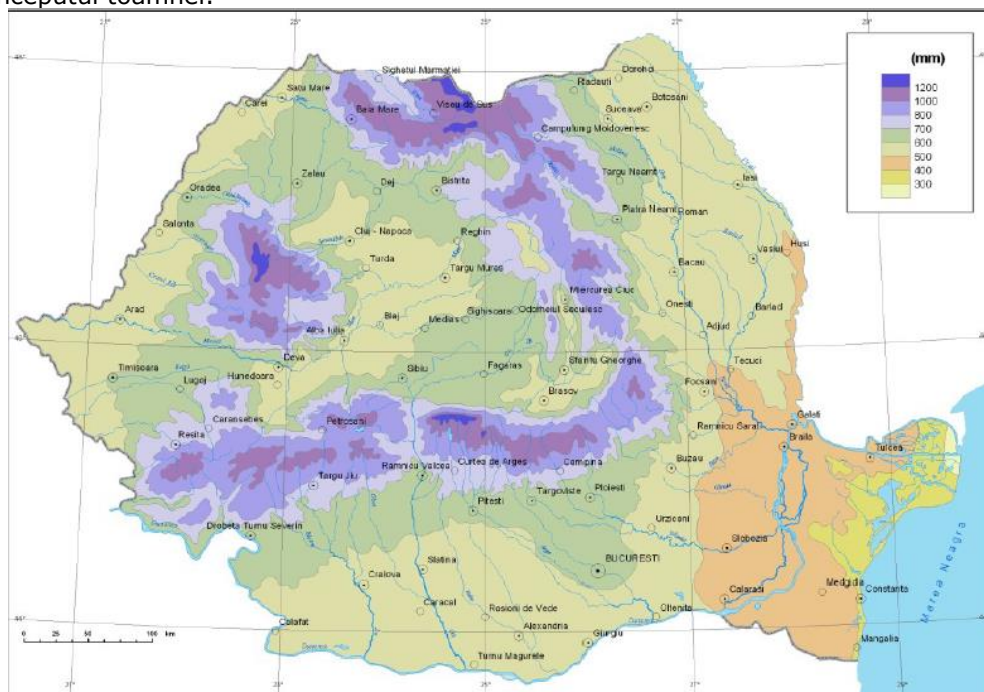


Fig. 1.2 Repartiția teritorială a cantităților anuale de precipitații 1961-2007 (Sursă: I.N.M.H.) [49, 58]

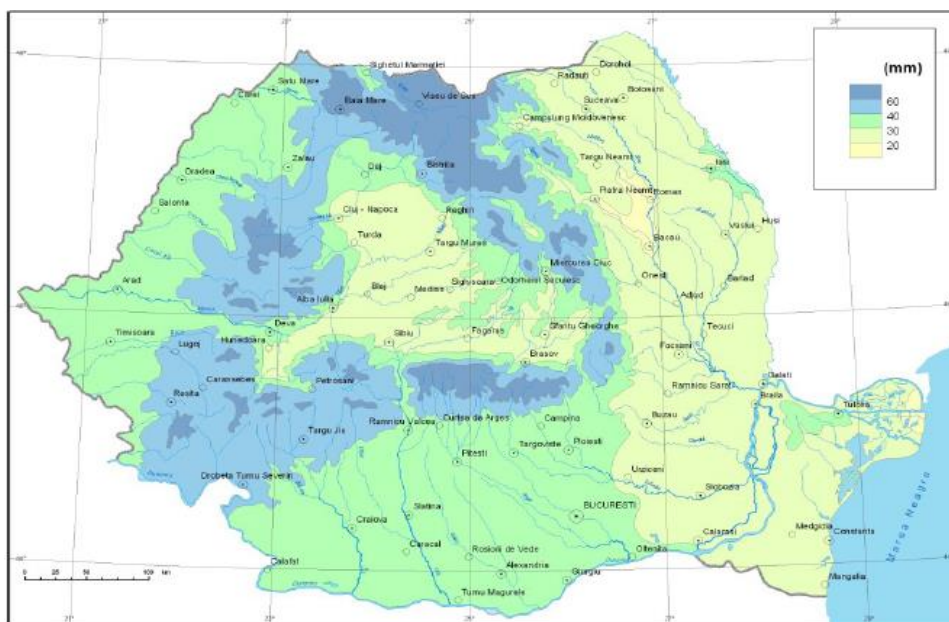


Fig. 1.3 Repartiția teritorială a cantităților medii de precipitații din luna ianuarie (1961-2007) (Sursă I.N.M.H.) [49, 58]

12 Introducere si probleme generale - 1

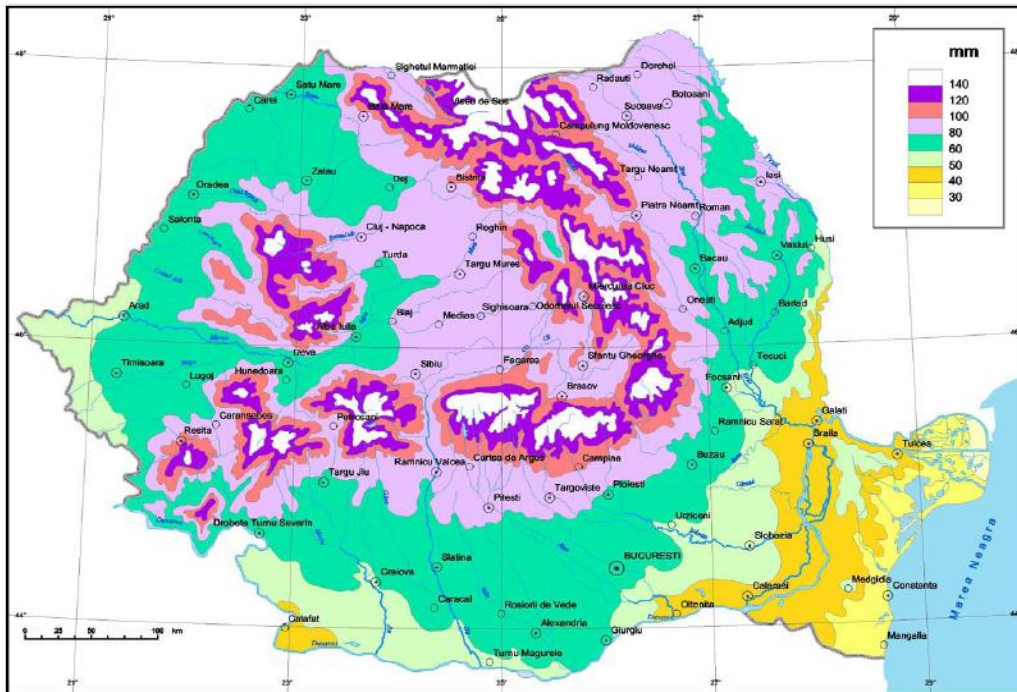


Fig. 1.4 Cantitatea medie de precipitații, din luna iulie (1961-2007) (Sursă I.N.M.H.) [49, 58]

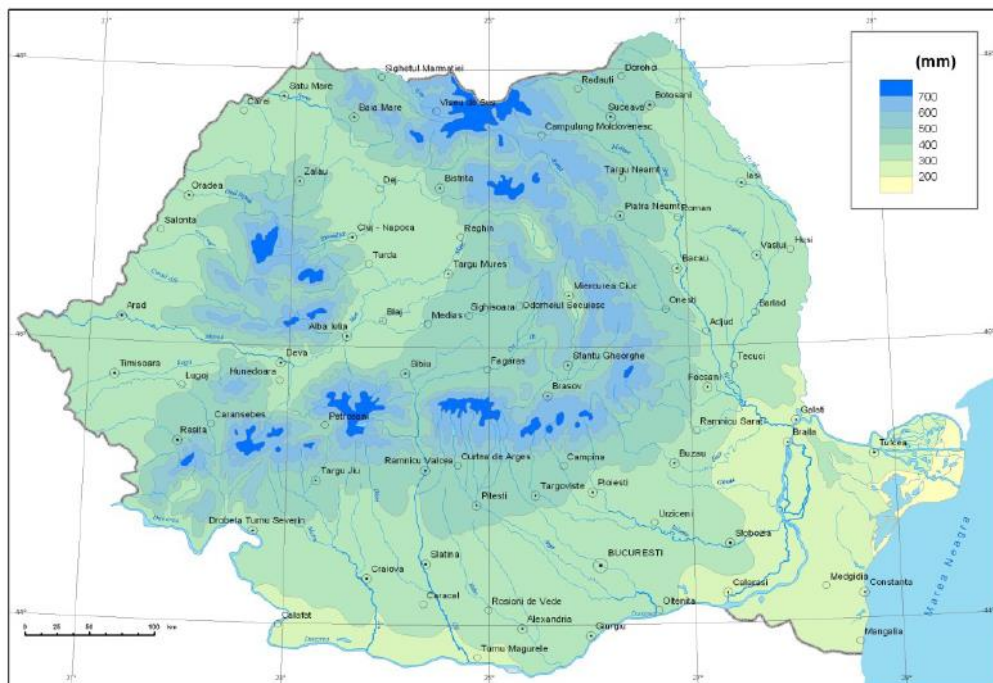


Fig. 1.5 Repartiția teritorială a cantităților medii de precipitații căzute în semestrul cald al anului (1961-2007) (Sursă I.N.M.H.) [49, 58]

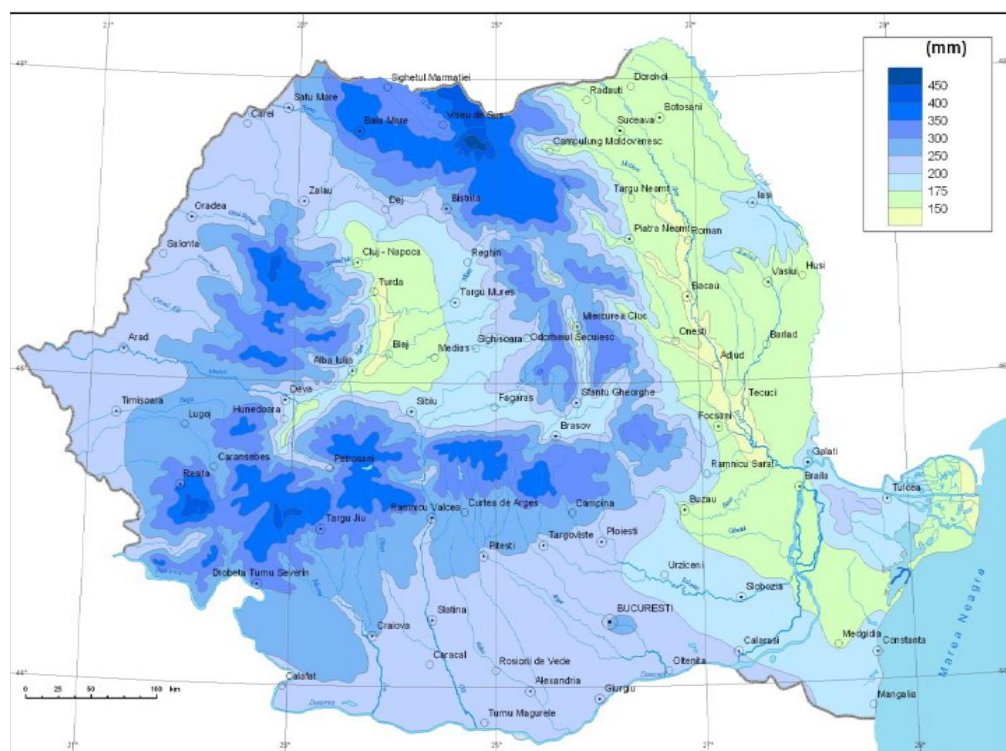


Fig. 1.6 Repartiția teritorială a cantităților medii de precipitații căzute în semestrul rece al anului (1961-2007) (Sursă I.N.M.H.) [49, 58]

Pe parcursul celor 40 de ani de referință cantitățile de precipitații, atât lunare cât și anuale, au prezentat variații importante în toate zonele țării. În perioada 1961-2000, cea mai mare cantitate anuală de precipitații s-a înregistrat la Stâna de Vale, 2370mm, în anul 1980, iar cea mai mică, 137.6mm, la Sulina în anul 2000. Pe zone mari fizico-geografice, cantitățile maxime anuale de precipitații au ajuns la 950-1100 mm în Câmpia Română. Cantitățile anuale extreme de precipitații din Dobrogea nu au depășit 700 mm, mai ridicate în Moldova (850-1000 mm), și mai mari în Transilvania (1000-1300 mm) și în Câmpia de Vest (1000-1200 mm). În cele muntoase acestea au depășit 2000 mm. Cele mai mici cantități anuale, au coborât la 200-500 mm în regiunile de câmpie, 600-700 mm în cele deluroase și 700-800 mm în cele de munte. **Variația seculară a cantităților anuale** de precipitații (1901-2000) este foarte diversificată așa cum rezultă din analiza sirurilor de date de la șase stații meteorologice reprezentative pentru întreg teritoriul țării (figurile 1.7, 1.8, 1.9, 1.10, 1.11). Ecuațiile dreptelor pun în evidență nu numai coeficienți de regresie diferiți ca mărime, dar și ca semn. Astfel dacă la patru stații, coeficienții de regresie au fost negativi (Timișoara-0.198, Predeal-0.320, Sibiu-0.550 și Sulina-1.516) corespunzând unei scăderi a cantităților de precipitații, iar la celelalte două stații, coeficienții pozitivi (0.407 la București Filaret și 0.700 la Iași) evidențiază o creștere a precipitațiilor pe parcursul secolului. **Variabilitatea mare a cantităților anuale** s-a concretizat în numeroși ani în care s-a manifestat atât fenomenul de **secetă** cât și de exces pluviometric. [49, 58]

Această situație impune acordarea unei atenții sporite managementului apei din sistemele agricole pentru evitarea situațiilor de stres hidric. Astfel, în special

pentru zona de vest, se va urmări aplicarea de măsuri care să favorizeze gestiunea eficientă a resurselor de apă disponibile, măsuri concretizate prin aplicarea unor sisteme de drenaj controlat. Avantajele aplicării acestor tipuri de drenaje vor fi dezbătute într-un capitol ulterior al prezentei teze.

a) Bucuresti Filaret
(1865-2000)

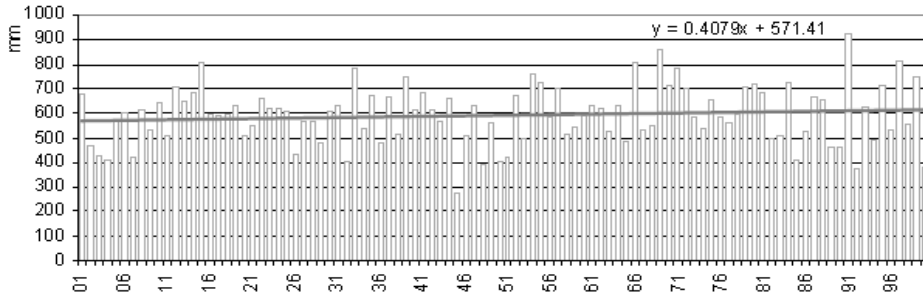


Fig. 1.7 Variația seculară a cantităților anuale de precipitații pentru Bucuresti-Filaret [49, 58]

b) Iasi
(1894-2000)

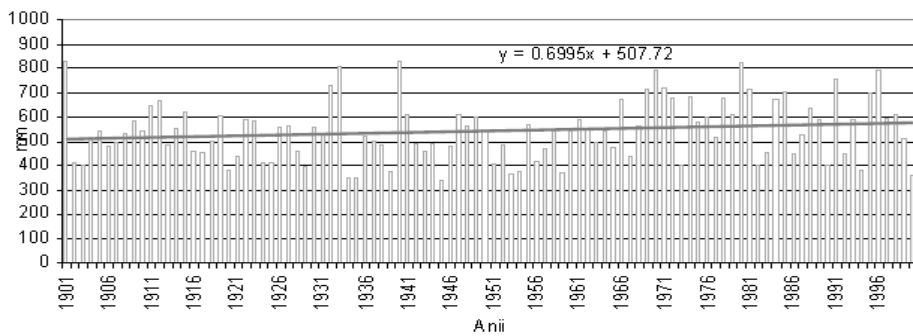


Fig. 1.8 Variația seculară a cantităților anuale de precipitații pentru Iasi [49, 58]

e) Sulina
(1876-2000)

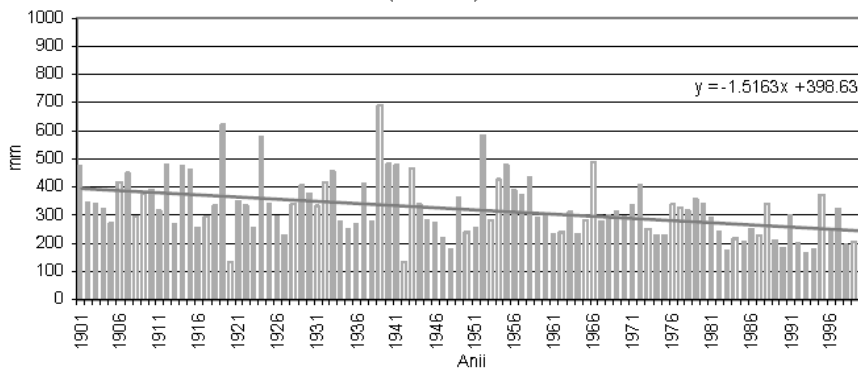


Fig. 1.9 Variația seculară a cantităților anuale de precipitații pentru Sulina [49, 58]

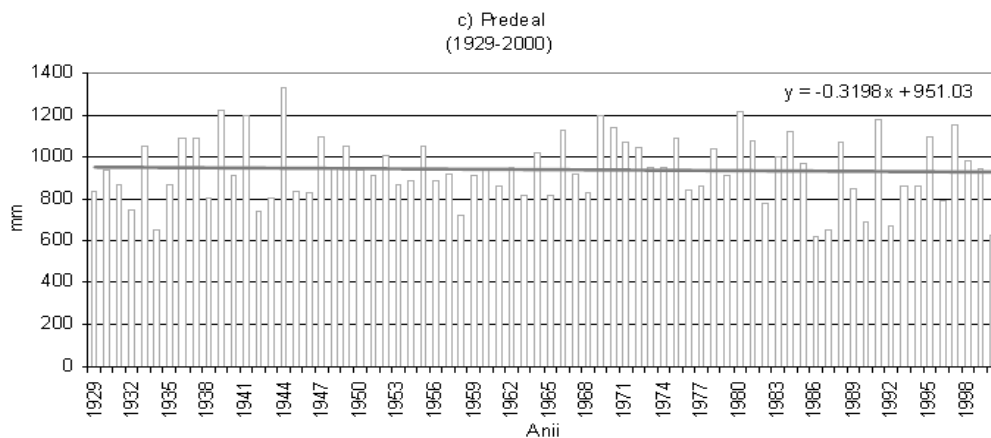


Fig. 1.10 Variația seculară a cantităților anuale de precipitații pentru Predeal [49, 58]

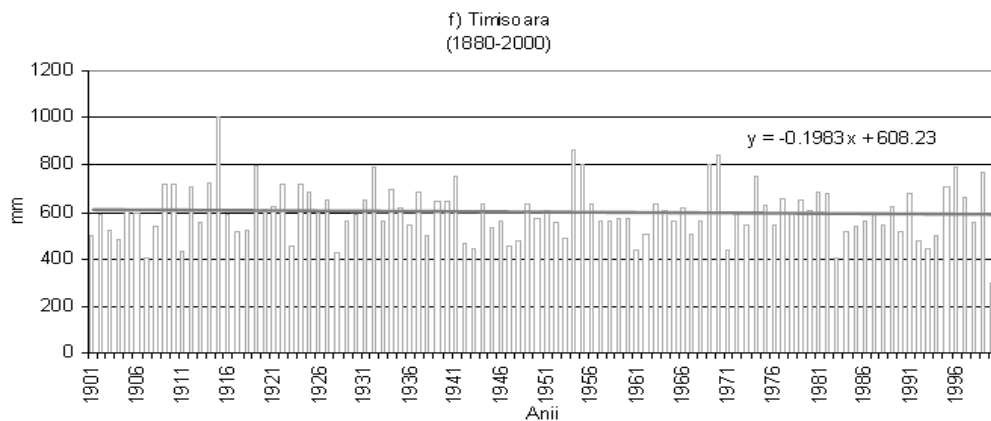


Fig. 1.11 Variația seculară a cantităților anuale de precipitații pentru Timisoara [49, 58]

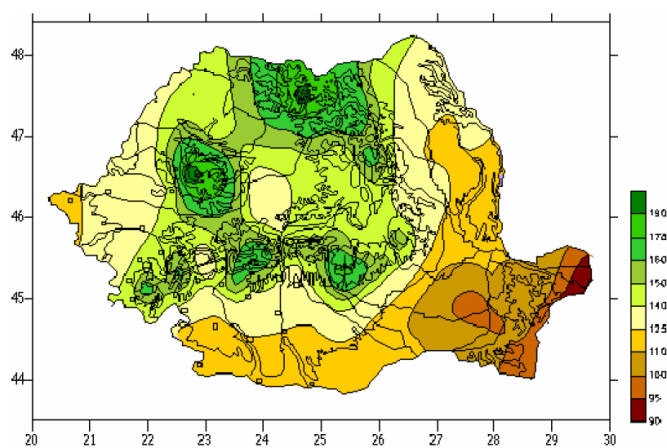


Fig. 1.12 Numărul mediu anual de zile cu precipitații (1961-2007) (Sursă I.N.M.H.) [49, 58]

Din distribuția teritorială numărului mediu anual de zile cu precipitații se poate observa o concordanță destul de mare cu distribuția cantităților corespunzătoare de precipitații. Astfel cele mai puține astfel de zile (<100) se remarcă în estul Dobrogei și centrul Bărăganului, regiuni cunoscute drept cele mai aride de pe teritoriul țării. În regiunile de câmpie din sud, Podișul Bârladului și extremitatea vestică a Câmpiei Aradului, anual se însumează în medie până la 125 zile cu precipitații, iar în Câmpia și Dealurile Vestice, Podișul Transilvaniei, în Subcarpații și Piemontul Getic, în Subcarpații Moldovei, și restul Podișului Moldovei, până la 150 zile cu precipitații. Cele mai multe zile cu precipitații, peste 190, se remarcă tot în zona montană și cu deosebire în grupa nordică a Carpaților Orientali, pe culmile masivelor Bihor-Vlădeasa și în Carpații Meridionali. Influența masivelor montane asupra regimului pluviometric din depresiunile intramontane și din sud-vestul Podișului Transilvaniei, prin numărul mediu al zilelor cu precipitații mai mic decât în zonele învecinate, însumându-se în jur de 100-120.

În tot timpul anului, dar mai ales în semestrul cald, la altitudini mici și mijlocii, precipitațiile sunt sub formă lichidă, frecvența acestora fiind mai mare în regiunile deluroase și de podiș și mai mică în cele de câmpie și muntoase. În regiunile de câmpie numărul mediu anual al zilelor cu precipitații lichide este mai mare în vestul și centrul țării (unde ajung la 115-120) și mai mic în estul (90-105) și sudul (95-100) țării. În regiunile deluroase și de podiș, anual, numărul mediu al zilelor cu precipitații lichide crește la 120-130 în vestul și centrul țării, 105-120 în est și 105-115 în sudul țării. În zona de munte precipitațiile lichide ating în medie, anual 70-120 zile. În cursul anului, pe aproape întreg teritoriul țării, cele mai multe zile cu precipitații lichide, în medie, se însumează în lunile mai și iunie (numai în Delta Dunării în decembrie) iar cele mai puține în ianuarie-februarie (pe alocuri în august). Numărul mediu lunar de zile cu ploaie oscilează pe teritoriul țării între 17.0-19.0 în regiunile înalte, 13.0-16.0 în cele mijlocii și 10.0-14.0 în cele joase, și 0.1-0.2 iarna la munte și 11.0-12.0 pe litoral. Sunt cunoscuți ca ani cu **exces pluviometric**: 1870-1872, 1884, 1887, 1897, 1912, 1915, 1919, 1941, 1944, 1969, 1970, 1975, 1991-1992, 1997, iar ca decenii ploioase : 1876 -1885, 1910-1919, 1932-1941 și 1966-1975. [49, 58]

Principalii factori care influențează temperatura aerului sunt: - așezarea geografică (latitudinea); - repartitia suprafețelor acvatice și uscate; - distanța față de suprafețe acvatice semnificative; - altitudinea.

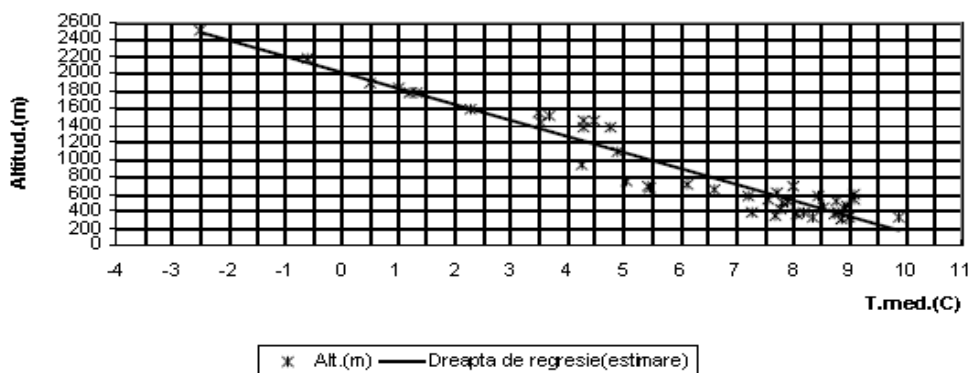


Fig. 1.13 Distribuția în raport cu altitudinea a temperaturii medii anuale a aerului [49, 58]

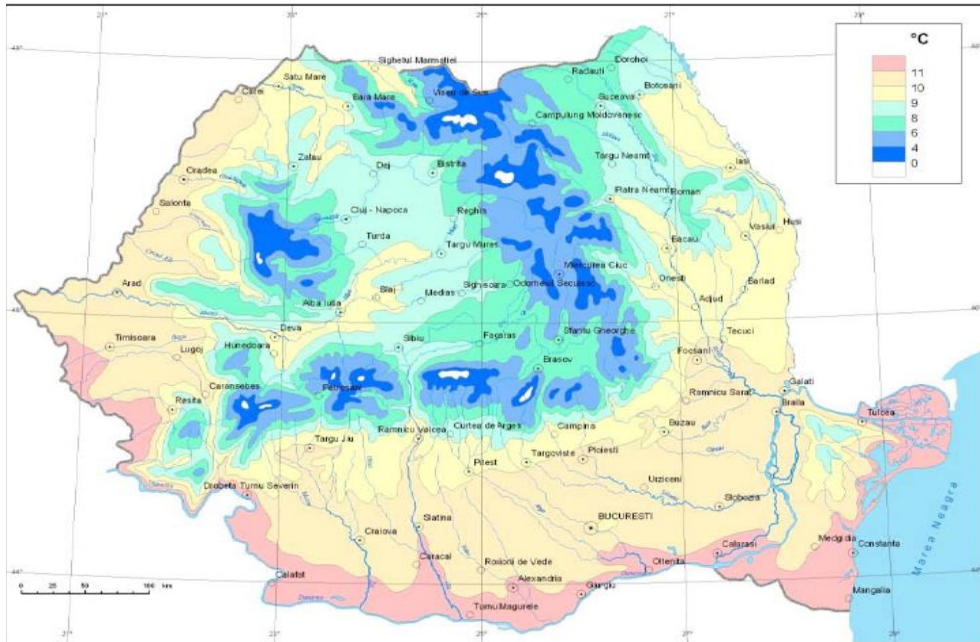


Fig. 1.14 Repartiția teritorială a valorilor temperaturii medii anuale a aerului (1961-2007) (Sursă I.N.M.H.) [49, 58]

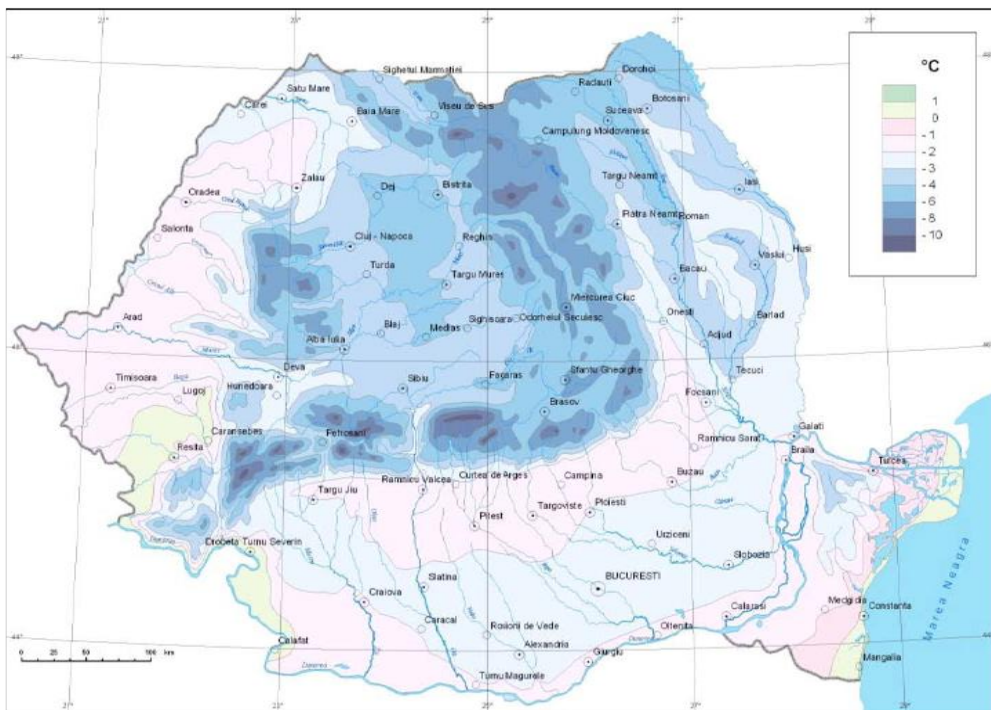


Fig. 1.15 Repartiția teritorială a valorilor temp. medii a aerului în luna ianuarie (1961-2007) (Sursă I.N.M.H.) [49, 58]

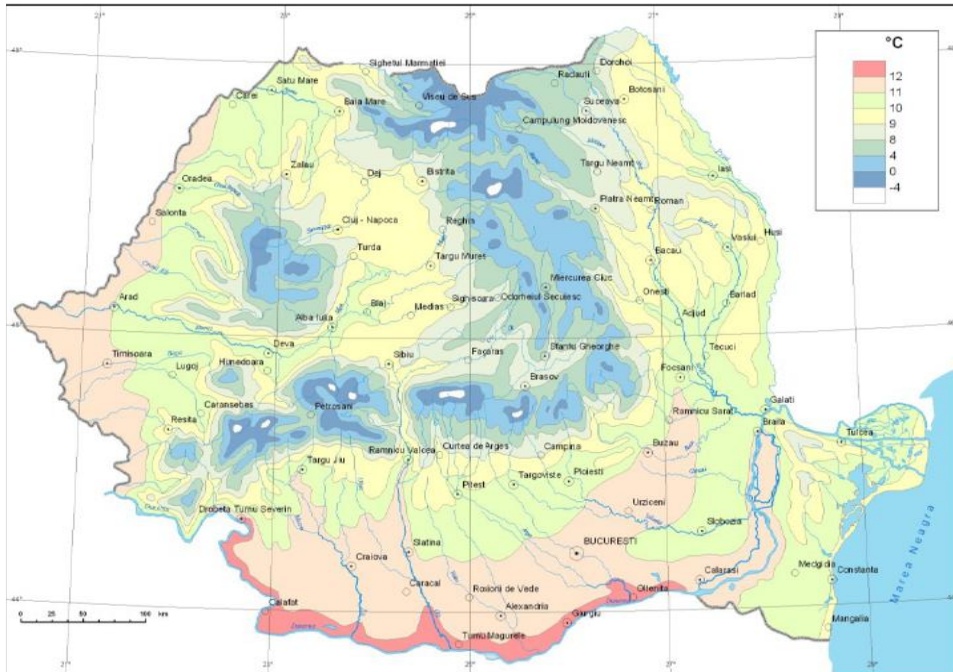


Fig. 1.16 Repartiția teritorială a valorilor temperaturii medii a aerului în luna aprilie (1961-2007) (Sursă I.N.M.H.) [49, 58]

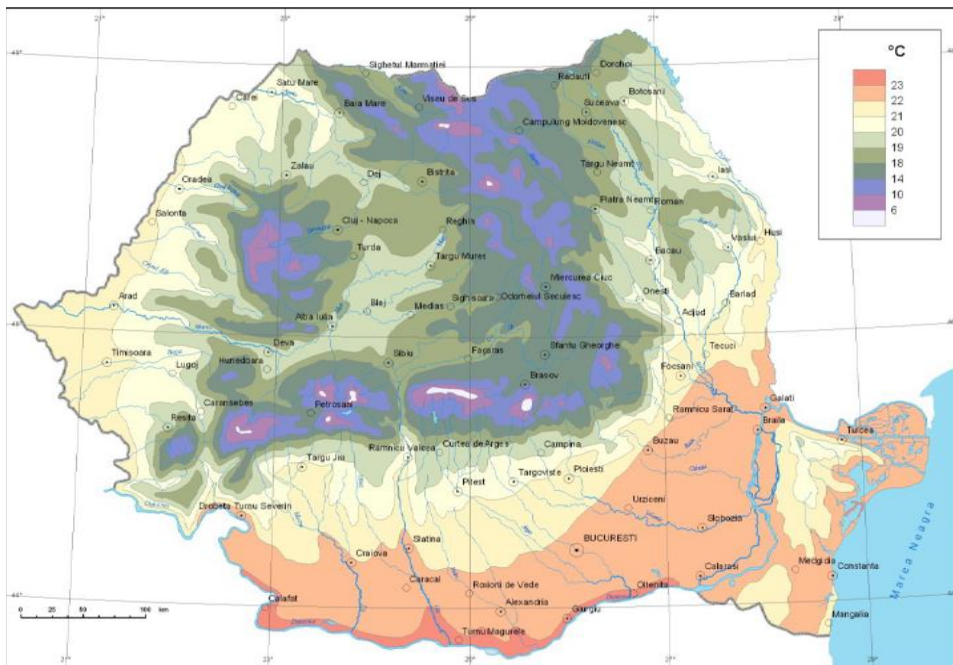


Fig. 1.17 Repartiția teritorială a valorilor temperaturii medii a aerului în luna iulie (1961-2007) (Sursă I.N.M.H.) [49, 58]

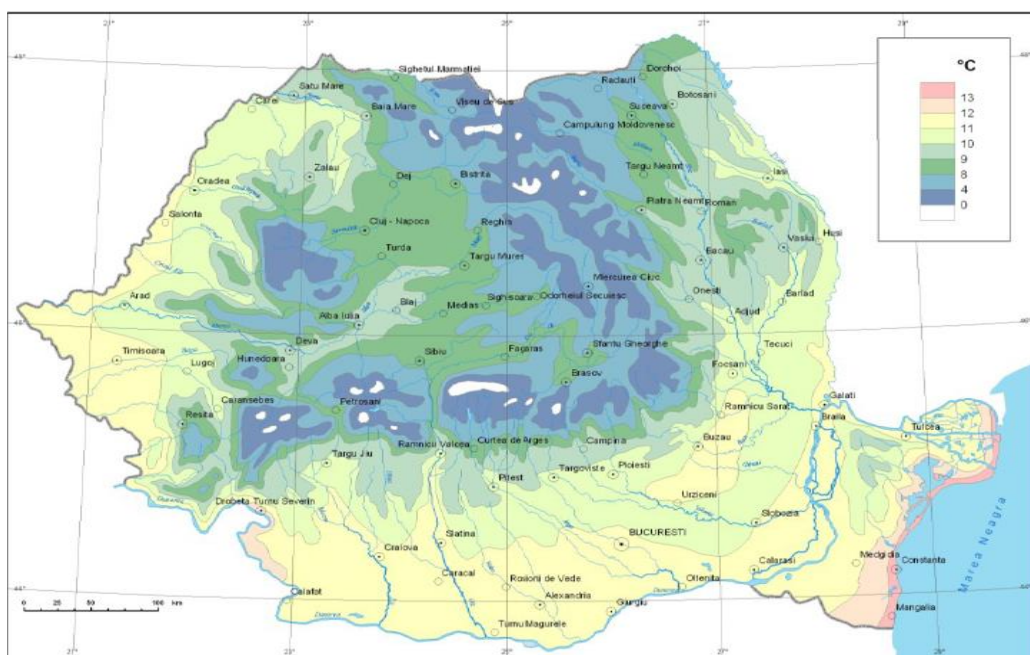


Fig. 1.18 Repartiția teritorială a valorilor temperaturii medii a aerului în octombrie (1961-2007) (Sursă I.N.M.H.) [49, 58]

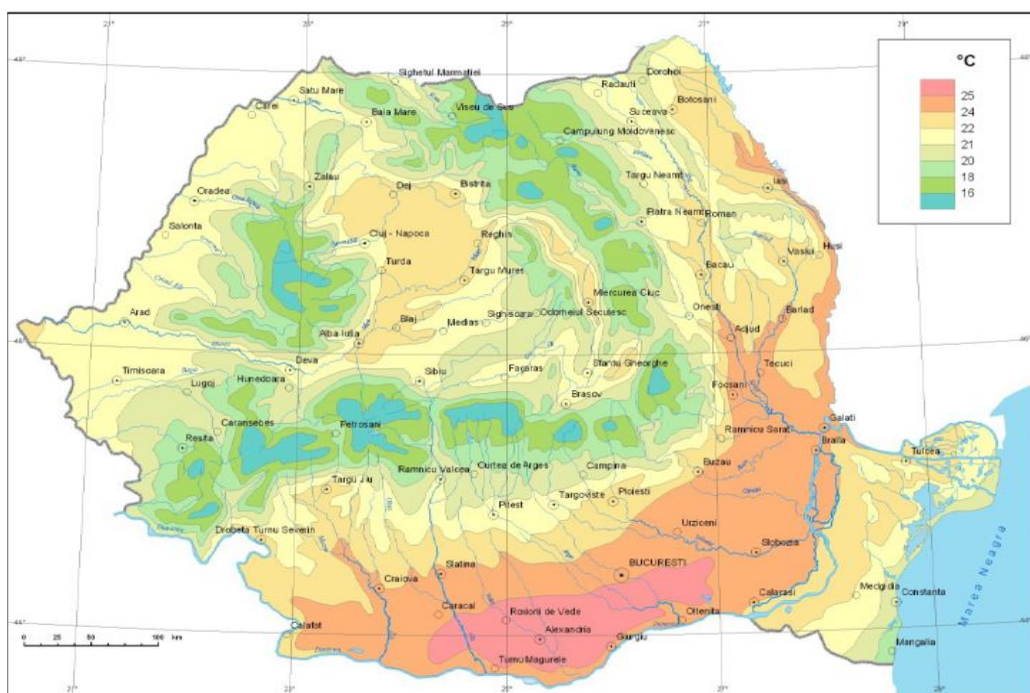


Fig. 1.19 Repartiția valorilor amplitudinii temperaturii medii a aerului (1961-2007) (Sursă I.N.M.H.) [49, 58]

20 Introducere si probleme generale - 1

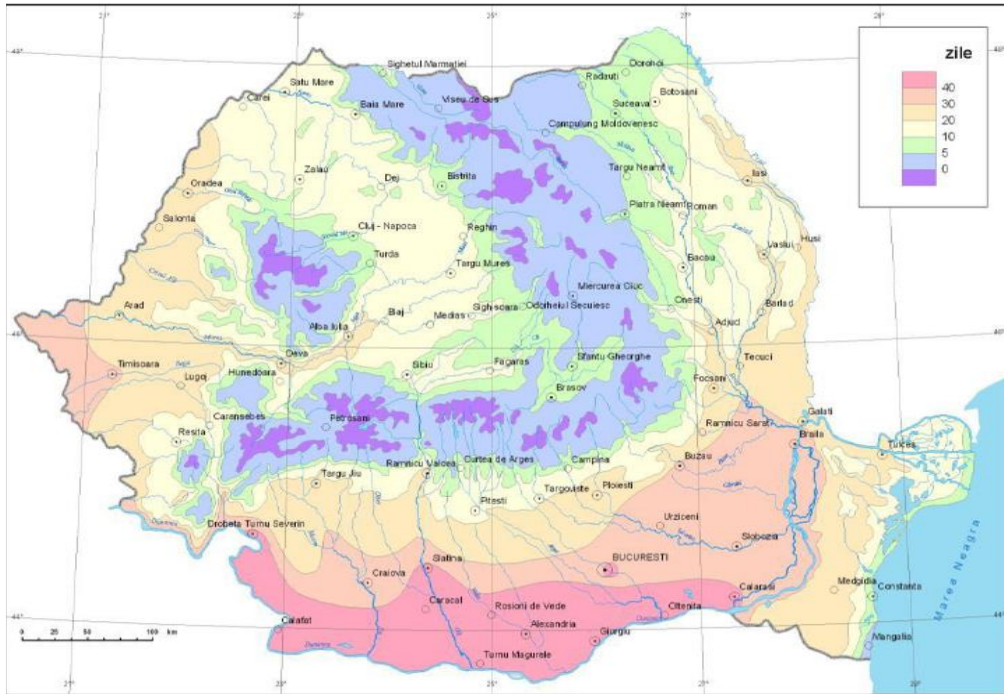


Fig. 1.20 Numărul mediu anual de zile tropicale (Sursă I.N.M.H.) [49, 58]

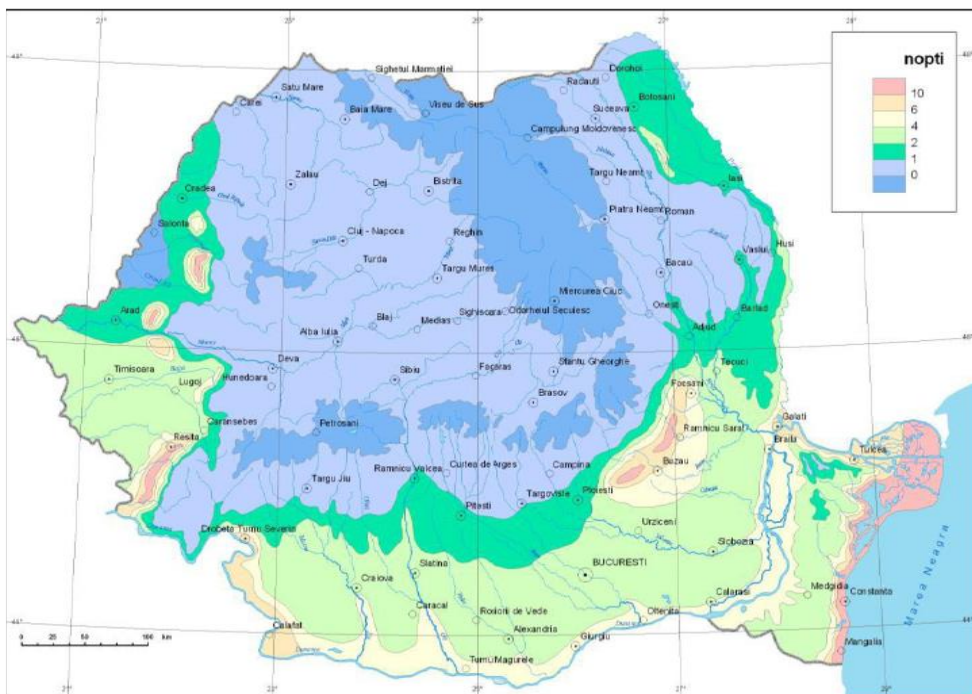


Fig. 1.21 Numărul mediu anual de nopți tropicale ($t_{\min} \geq 20^{\circ}\text{C}$) (Sursă I.N.M.H.) [49, 58]

b) Relieful este un factor ce determină, împreună cu precipitațiile, producerea inundațiilor și a excesului de apă, prin diversitatea lui și prin distribuția unităților naturale după altitudinea lor medie.

Fenomenele de inundații și a celor de exces de apă se petrec mai ales în câmpiile joase și în lunci, unde, datorită reliefului plan și a scăderii puternice a vitezei de scurgere a apelor, acestea se acumulează în cantități mari, se revarsă și băltesc la suprafața solului. Totodată, în cadrul câmpiilor, apele stagnează în depresiunile largi și în microdepresiuni (crovuri), formând bălți temporare care - datorită lipsei de scurgere - dispar numai prin evaporație. Unele porțiuni plane din câmpiile înalte și chiar de pe podișuri, favorizează de asemenea stagnarea apei, cu atât mai mult cu cât aceste terenuri netede sunt ocupate de soluri foarte greu permeabile. La aceste condiții de relief se asociază și cele determinate de către litologia și solurile teritoriului. Litologia câmpiilor studiate favorizează apariția și mai ales persistența fenomenelor de exces de apă, datorită caracterului argilos al materialelor de suprafață, care sunt greu permeabile.

Solurile formate pe asemenea materiale favorizează de asemenea excesul de apă de suprafață, în zonele cu precipitații mai abundente, datorită orizontului impermeabil situat la diferite adâncimi. În câmpiile joase, cu nivele ridicate ale apelor freactice și cu soluri argiloase, fenomenele de exces de apă sunt agravate din cauza permeabilității reduse.

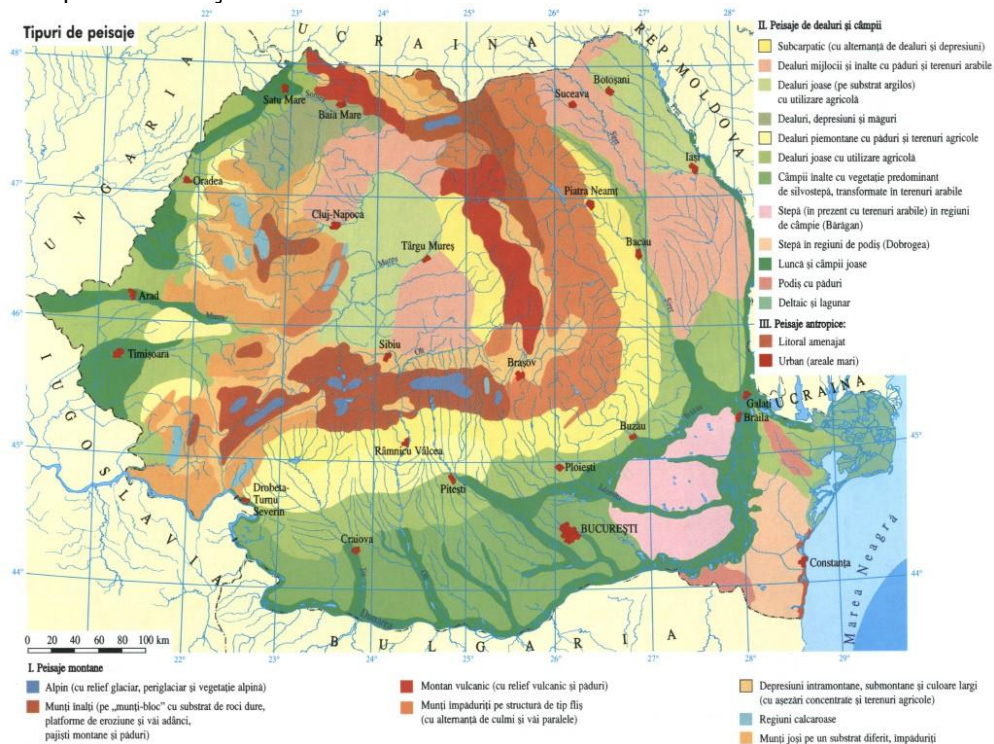


Fig. 1.22 Tipurile de peisaje ale României (sursa I.S.P.A.)

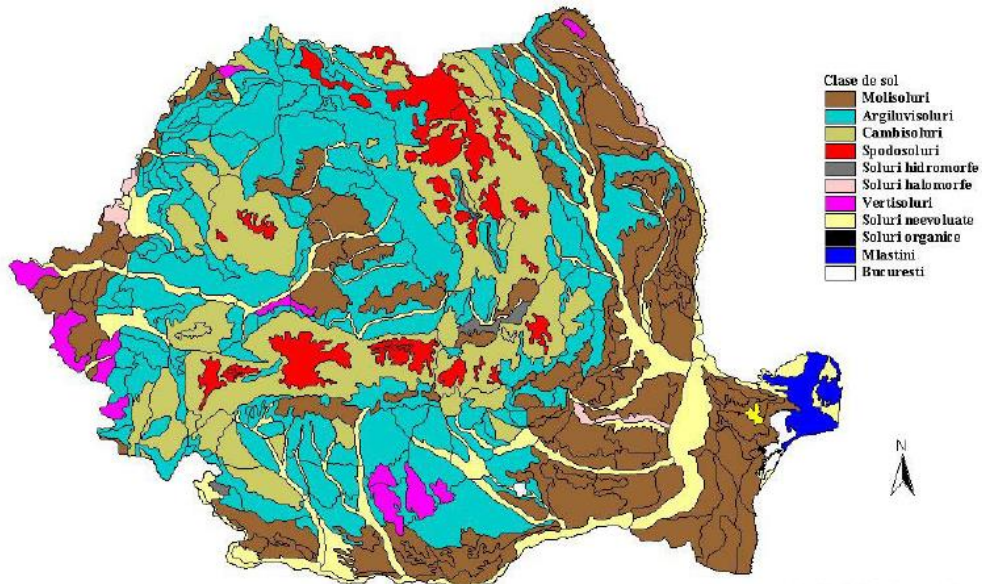


Fig. 1.23 Clasele de sol ale Romaniei (sursa I.S.P.A)

Suprafața terestră devine principalul generator de energie termică al troposferei.

Activitatea solară are un caracter ciclic, diurn și sezonier, tinzând să impună un comportament similar și temperaturii solului. Temperatura solului reacționează la schimbările energetice care se desfășoară în sol, efectele propagându-se în profilul de sol în funcție de caracteristicile fizice ale acestuia.

Proprietățile termice ale solului sunt: - Regimul termic al solului depinde de proprietățile calorice ale părților lui componente și de culoarea sa; - Căldura specifică volumetrică/ raportată la masă; - Conductibilitatea termică a solului; - Culoarea solului.

Fiind un mediu solid, solul are un potențial de încălzire mai mare decât al atmosferei întrucât transmisia căldurii spre interior se face, în cea mai mare măsură prin conductibilitate termică, cu valori destul de scăzute, mai ales în cazul solului uscat. De aceea, la suprafața solului temperatura atinge sub acțiunea radiației solare din timpul verii valori foarte ridicate ($\geq 60^{\circ}\text{C}$), transmisia ei spre stratul de aer realizându-se preponderent prin radiație și convecție. Pe de altă parte, în timpul nopții, în absența radiației solare, pierderea de căldură se face rapid, ceea ce determină variații diurne foarte însemnate ale temperaturii solului. [49, 58]

Parametrii temperaturii solului urmăresc îndeaproape, dar cu o anumită inerție, ciclul anual al radiației solare astfel că pe parcursul anului se înregistrează un maxim, în general în iulie și un minim, preponderent în ianuarie.

Față de temperatura medie anuală a aerului, cea a solului este superioară cu cca. $2-3^{\circ}\text{C}$. Cele mai mari valori medii anuale ale temperaturii solului ($\geq 13^{\circ}\text{C}$) sunt înregistrate în estul și sudul Dobrogei, în sudul Bărăganului, în centrul și vestul Câmpiei Române. [49, 58]

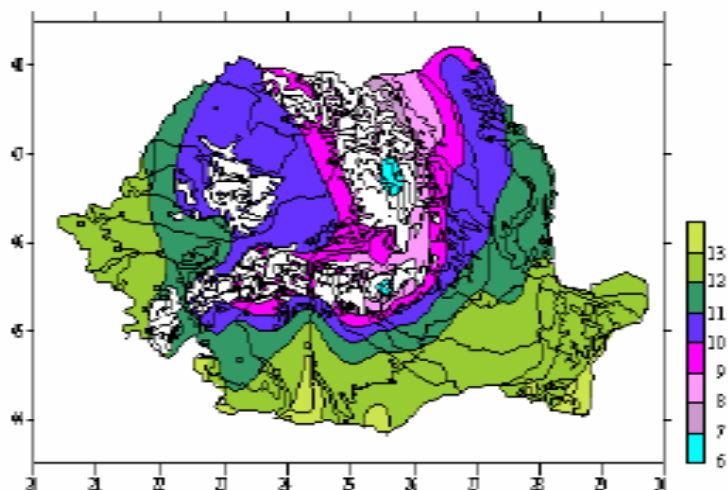


Fig. 1.24 Temperatura medie anuală a suprafeței solului (Sursă I.N.M.H.) [49, 58]

Temperaturile medii lunare ale suprafeței solului prezintă amplitudini anuale mai mari decât cele ale aerului. Cele mai mari valori se realizează în lunile iunie – august, cu maximumul în iulie, iar cele mai mici valori apar în lunile de iarnă, cu valoarea minimă în ianuarie. Mersul anual al temperaturii lunare a temperaturii solului este relativ simetric în jurul valorilor maxime și minime. Nu se disting diferențieri regionale în evoluția temperaturii medii lunare a solului de la o lună la alta.

Cele mai mici valori ale temperaturii medii lunare a suprafeței solului sunt înregistrate în *ianuarie* (figura 1.25), atunci când radiația solară are valori reduse, iar câmpul baric favorizează advecția maselor reci de aer. Prezența stratului de zăpadă, care preia rolul de suprafață activă, contribuie la apariția inversiunilor termice astfel încât diferența dintre temperatura solului și cea a aerului este atenuată. [49, 58]

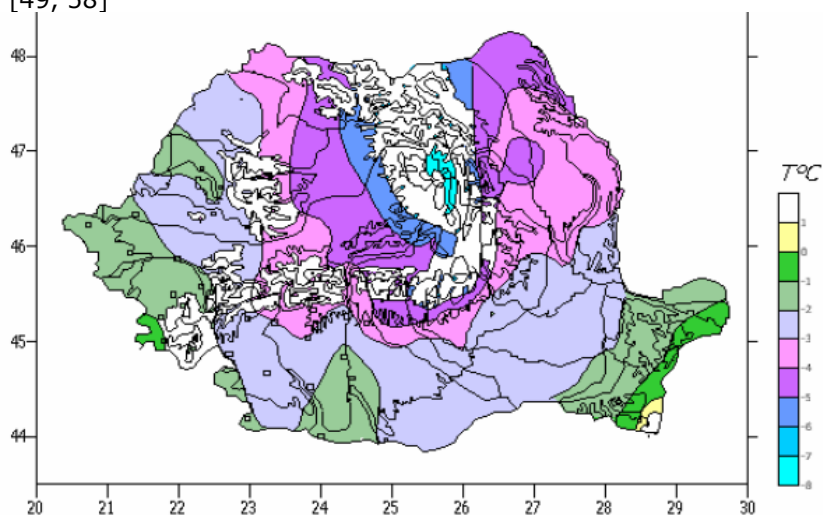


Fig. 1.25 Temperatura suprafeței solului in luna ianuarie (Sursă I.N.M.H.) [49, 58]

În **ie**, sub acțiunea radiației solare, temperatura medie a suprafeței solului atinge valorile cele mai ridicate din cursul anului (figura 1.26). La diferențierile care apar pe teritoriu contribuie din plin tipul de sol, gradul de acoperire cu vegetație și tipul acesteia, alături de altitudine și latitudine. În aceste condiții, valorile cele mai ridicate ($\geq 28^{\circ}\text{C}$) sunt înregistrate pe suprafețe apreciabile în sudul Olteniei, unde durata mare de strălucirea Soarelui și a întinderilor de nisip constituie factori favorizanți.

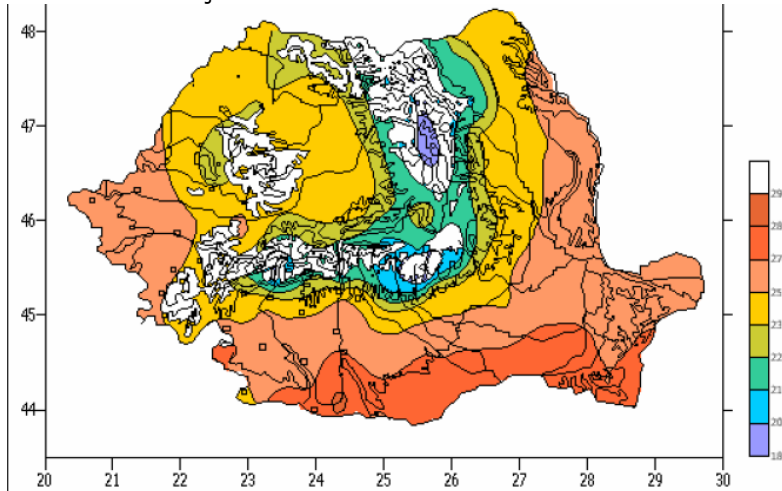


Fig. 1.26 Temperatura suprafeței solului în luna iulie (Sursă I.N.M.H.) [49, 58]

c) regimul hidrologic al teritoriului determină la rândul său apariția fenomenelor de inundații, a excesului de apă în toate câmpiile din țara noastră, dar mai ales în zona studiată.

Densitatea rețelei hidrografice (figura 1.27) și mai ales capacitatea acesteia de transport în câmpiile studiate, pot fi insuficiente pentru evacuarea naturală a apelor provenite din precipitații sau topirea zăpezilor, cât și a celor care vin din zona de deal și munte și traversează câmpiile spre colectori principali.

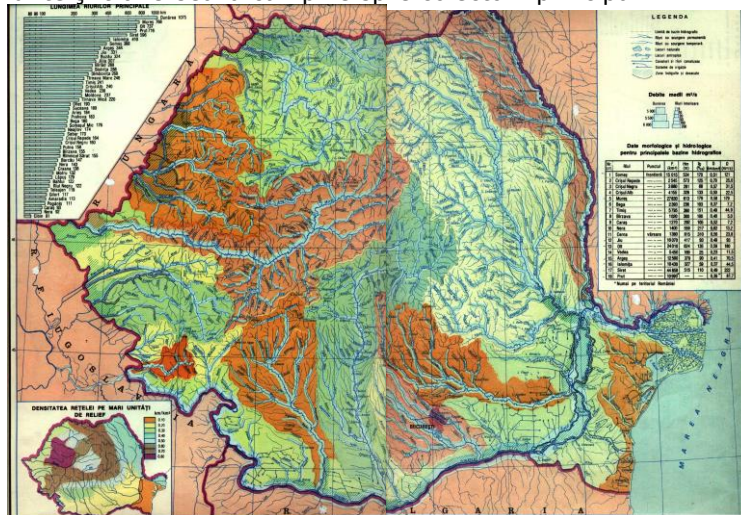


Fig. 1.27 Rețeaua hidrografică a României [1]

Datorită regimului pluviometric torențial, debitele cursurilor de apă pot manifesta un regim inconstant, ajungând ca în perioadele ploioase să crească vertiginos și să depășească cu mult capacitatea de scurgere a rețelei hidrografice naturale.

Hidrogeologia teritoriului câmpiilor favorizează la rândul său apariția fenomenelor de exces de apă în sol și chiar formarea de băltiri temporare la suprafața acestuia, acolo unde nivelul apelor freatice este ridicat, iar scurgerea subterană este lentă. Regimul apelor freatice ridicat este strâns legat de regimul pluviometric, dar și de permeabilitatea substratului litologic, care favorizează reținerea apelor în partea superioară a solului.

Dacă stratul freatic are în componență pietrișuri care au grosime mare și sunt bine drenate natural, atunci acesta contribuie direct la evitarea excesului de umiditate de lungă durată, în special dacă și solul are o permeabilitate ușoară sau medie. Un strat freatic subțire, format din nisipuri fine, are o capacitate mică de înmagazinare a apelor din precipitații și este mult mai sensibil, manifestând variații mari de niveluri ale apei, în funcție de regimul precipitațiilor.

Asocierea pe unul și același teritoriu a mai multor acțiuni simultane a factorilor enumerați mai înainte agravează fenomenele produse mai ales dacă intervențiile antropice, pentru eliminarea excesului de apă și combaterea inundațiilor – nu sunt suficiente sau dacă ele favorizează la rândul lor efectele negative produse de cauzele naturale.

1.2.1.3 Implicațiile generate de caracteristicile nivelului freatic asupra drenajului [19, 26]

Nivelul freatic al apei reprezintă unul din cei mai importanți catalizatori ai excesului de umiditate. Fiecare din factorii care-l caracterizează presupune anumite caracteristici ale sistemului de desecare-drenaj ales.

- Nivelul freatic fluctuează cu ciclul irigațiilor. Se impune adoptarea unui management mai bun al apei înainte de instalarea sistemului de drenaj respectiv instalarea unui sistem de drenaj bazat pe o rețea de tuburi de drenaj va rezolva problema excesului din irigații.
- Nivelul freatic fluctuează cu precipitațiile. În acest caz este necesar un sistem de desecare îmbunătățit cu luarea în considerare a aplicării sistemului de drenaj tubular.
- Presiune arteziană din acviferele adânci. Sunt necesare fântâni de drenaj în relief sau fântâni adânci.
- Pierderi prin infiltrație din canale sau rezervoare. Se impune căptușirea canalelor și a rezervoarelor astfel existând posibilitatea de a preveni problema drenajului.
- Pierderi prin infiltrație din aflorimente sau de-alungul bazei digului. Drenaj interceptor sau canale de desecare.
- Pierderi prin infiltrație din scurgerile fântânilor arteziene. Închiderea fântânii pentru prevenirea scurgerilor necontrolate.
- Băltirea apei la capetele joase ale câmpului. Nivelarea corespunzătoare poate elimina zonele cu băltire. Se poate adopta un sistem de drenaj cu repompare respectiv sisteme de control a apei scurse în aval cu ajutorul bief-urilor.
- Băltirea apei pe câmp. Nivelare corespunzătoare pentru o distribuție uniformă a apei. Instalarea unui sistem de desecare.

- Calitatea apei drenate este foarte slabă. Sistemul de drenaj trebuie astfel conceput încât apa contaminată să fie deversată în aval de captările pentru sistemele de irigații.
- Apa drenată este de calitate bună. Această apă poate fi reutilizată direct sau prin amestecare cu apă proaspătă în zonele cu folosințe din aval.

1.2.1.4 Condițiile naturale din Câmpia de Vest a României – cauză și efect în apariția și menținerea excesului de umiditate pe terenurile agricole [1, 2, 3]

CAUZELE NATURALE

Condiții climaterice

Caracteristica principală a climei din Zona de Vest o constituie predominarea în tot cursul anului a advecției maselor de aer umed dinspre sud-vest și nord-vest și activitatea frontală mai intensă, fapt ce determină creșterea nebulozității și a cantităților de precipitații și scăderea temperaturii de la vest spre est în fața edificului carpatic.

Datorită reliefului său plat, Câmpia de Vest se caracterizează printr-o repartiție teritorială relativ uniformă a valorilor diferitelor elemente climatice. Cu toate acestea, dată fiind întinderea sa apreciabilă de la nord la sud, asupra repartiției tuturor caracteristicilor climei se manifestă și trăsăturile zonalității latitudinale.

Această zonalitate se reflectă în mod diferit și opus în cadrul elementelor ce determină condițiile termoecectice și al factorilor ce determină umiditatea climatică. Astfel, radiația globală, temperatura aerului (mediile anuale și cele din perioadele rece și caldă), suma temperaturilor pozitive, potențialul evaporației, durata strălucirii soarelui, numărul zilelor cu cer senin, scad treptat spre nord. În același timp, umiditatea aerului, nebulozitatea, numărul zilelor cu cer acoperit, cu zăpadă, cresc în sensul amintit. [49, 58]

În anotimpul rece, Câmpia de Vest este ferită de invaziile maselor de aer rece continental dinspre est și nord-est; viscolul este un fenomen care apare foarte rar.

În timpul iernii au loc frecvente pătrunderi de aer cald dinspre sud-vest, mai ales în sectorul bănățean al Câmpiei de Vest, care determină încălziri accentuate însoțite de dezgheț, cer acoperit și precipitații sub formă lichidă. Din această cauză, fenomenele de iarnă au o durată și frecvență reduse, stratul de zăpadă fiind în general instabil în timp și discontinuu în spațiu, cu acumulări mai evidente în microdepresiuni. Caracterul mai cald al anotimpului de iarnă și mai răcoros al celui de vară în Câmpia de Vest este evidențiat și de numărul mediu anual al zilelor de iarnă și al zilelor de vară.

Potențialul termic al Câmpiei de Vest este evidențiat și de suma temperaturilor medii zilnice mai mari de 0°C.

Precipitațiile atmosferice se caracterizează printr-o mare neuniformitate în distribuția lor în timp și spațiu. Diferența între precipitațiile din sezonul cald și cel rece este relativ mică, în sezonul cald (aprilie – septembrie) căzând 55% din precipitațiile anuale.

Din analiza multianuală (1871 – 1972) a precipitațiilor rezultă că sumele lor anuale variază cu abateri de $\pm 10\%$ în jurul mediei multianuale. De la începutul secolului nostru se observă o tendință de scădere atât a sumelor de precipitații anuale cât și a sumelor din timpul primăverii, ceea ce explică procesele cu tendință de stepizare, de continentalizare a climei, cu toate consecințele fizico-geografice. Media anuală a precipitațiilor este cuprinsă între 700 -750 mm în nord și în partea

estică a câmpiei, la contactul cu zona piemontană și aproximativ 550 mm în jumătatea vestică a Câmpiei Crișurilor, Câmpiei Aradului și Câmpiei Banatului. [Topor, 1962]

Tabelul următor (tabelul 1.1) prezintă caracteristicile pluviometrice pentru Banat-Oltenia în perioada 1858 - 1961 (dupa Topor, 1962)

Tabel 1.1 Caracteristicile pluviometrice ale regiunii Banat-Oltenia în perioada 1858-1961

Anul	Luna								Anul	Luna								
	M	A	M	I	I	A	S	O		M	A	M	I	I	A	S	O	
1858	S	P	P	P	P	P		S	1910	S				P		P	S	
1859	S	S	P		S	S	P	P	1911	S				S	S	S		
1860	P		P	P	P	P	P	P	1912								P	
1861	P		S	S		S	S	S	1913	S				P			S	
1862			P	P	P		S	P	1914	P	S			P		S	P	P
1863	P	P	P	P		P		P	1915	P				P	P		P	
1864	P	P	P	P	P	P	S	P	1916				P	S	S	S		
1865	S	S	P	P	S		S	P	1917	P				S	S	S		
1866									1918	S	S	S					S	P
1867									1919	P	P	P			P		S	
1868									1920	P			P	P				
1869									1921	S	S							S
1870									1922	S	P	S				S	P	P
1871									1923			S	S	S		S	S	
1872									1924		P							
1873	S		P	S	S	S	S	S	1925	S				P	S			S
1874		S	P		S		S	S	1926	S				P		S	S	S
1875	S				S	S	S		1927		S			P	S			
1876		S	P	P		S		S	1928	S					S			
1877	S	P	P	S	P	S	P		1929	S					S	P	S	
1878	S		S	P					1930	S			P			P	S	
1879	S					S			1931							S	P	
1880	S	S		P		P			1932	P							S	P
1881			P		S	S			1933							S	S	
1882		S	P					S	1934	S	S	S	P					S
1883		P	P	P	P	S	P	P	1935	S			P	S		S	S	
1884		P	S	P			S	P	1936				P	S				
1885		S		P	P	P	P	P	1937				P		S	P		
1886				P	S		S	S	1938	S			P	S		P	S	
1887	S	S	P						1939		S		P				S	P
1888			S		S				1940					P				
1889		P		P			P		1941				P	P			P	P
1890				P		S			1942							S	S	S
1891		P	S			S	S		1943	S	S					S	S	
1892	P		S	P			S	S	1944	P		S			P	S	P	
1893	S	S		P				S	1945	S	S				S			
1894	S	S	P		S	S			1946	S						S	S	
1895							S	P	1947		S			P		S	S	S
1896						P		S	1948	S		S						S
1897		P	P	P	P	S			1949		S				P			S
1898			P		P	S		S	1950	S						S		
1899					P			S	1951					P			S	S
1900						P	S		1952		S			S	S	S		
1901				P	S				1953	S	S						S	S

1902			P	P			S		1954			P	P		P	S	
1903	S	P		P		S	S		1955					P			
1904	S	S	S		S	S			1956			P	P	S		S	
1905	S				S			P	1957	S		P		P	P		
1906				P			S		1958		P	S			S	S	
1907	S					S	S	S	1959		S				S	S	S
1908				S			S	S	1960						S		
1909	S	S		P			P	S	1961	S		P		S	S	S	

Ca ani ploioși pot fi menționați 1871, 1879, 1881, 1884, 1897, 1912, 1917, 1919, 1920, 1940, 1941, 1970. Din cele 12 luni ale anului 1970, 10 luni au fost excendentare, cantitățile de apă măsurate depășind de 1,5 - 2,7 ori cantitățile medii lunare, ceea ce a favorizat în mare măsură apariția excesului de umiditate. [49, 58]

Viteza medie anuală a vântului depășește 3 m/s, iar viteza maximă a atins 23 - 27 m/s. Numărul anual de zile în care viteza vântului a fost mai mare de 16 m/s este cuprins între 3 - 10.

În Câmpia de Vest se conturează bine limita zonei secetoase pe baza hărții indicelui de umiditate al lui Seliaminov și al hărții diferenței existente între evapotranspirația potențială anuală și suma precipitațiilor (figura 1.28). În colțul dintre granița de vest a țării și linia Chișineu Criș - Arad - Răuți seceta climatică este cea mai accentuată, iar spre est, Dealurile Vestice delimitează trecerea spre zona umedă (indicele 1, sau diferența de 100 mm dintre evapotranspirație și precipitațiile anuale). Această constatare este valabilă numai pentru elementele climatice, deoarece umiditatea reală a solului în multe regiuni este mai ridicată față de ceea ce ar fi de așteptat pe baza factorului climatic.

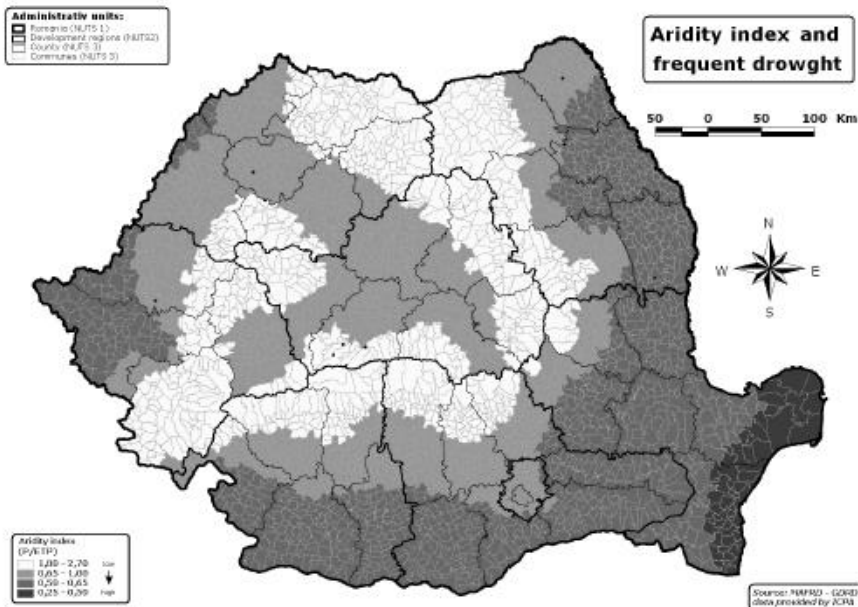


Fig. 1.28 Indicele de ariditate și frecvența a secetei (sursa I.S.P.A.)

În cea mai mare parte a Câmpiei de Vest, precipitațiile atmosferice sunt mai reduse cu cca 100 - 250 mm decât evapotranspirația potențială, cuprinsă între 750 mm în partea nordică și 850 mm în partea sud-vestică a regiunii.

Condițiile geomorfologice

În zona de vest a României se disting următoarele unități de relief: câmpiile de divagare, câmpiile pe zone de mlaștină desecată, câmpiile tabulare, câmpiile de glacisuri, câmpiile cu dune de nisip, piemonturi, munți. Ele sunt dispuse, în funcție de altitudine, în mai multe trepte: câmpia joasă (<100 m), câmpia intermediară (100 – 130 m), câmpia înaltă (140 – 200 m), piemonturile (200 – 600 m) și zona montană (600 – 1800 m).

Câmpiile de divagare reprezintă terenuri ușor înclinate, cu albiile râurilor puțin adâncite și cu cursul lor migratoriu. Pe suprafața lor apar câmpuri depresionare cu microdepresiuni în albiile părăsite, care au un potențial ridicat de exces de umiditate, datorită fragmentării și energiei reduse a reliefului. În aceste câmpii apar numeroase porțiuni de teritoriu înconjurat de grinduri care împiedică drenajul extern și în care se crează temporar lacuri izolate, în perioadele de exces de umiditate (exemple Cociohat – Valcani, Banloc – Livezile etc.)

Formele pozitive de microrelief în cadrul acestor câmpii sunt constituite din grinduri ale cursurilor active sau părăsite ori din martori de eroziune (popine), parțiali înecați de aluviunile recente.

La acest tip de câmpii sunt cuprinse în cadru Câmpiei interemediare: Câmpia Aradului și Câmpia Matca, iar în aceea a Câmpiei joase : Câmpia Someșană, Câmpia Crișurilor, Câmpia Mureșului, Câmpia Bega – Timiș – Bârzava.

Câmpiile pe zone de mlaștină desecată prezintă un relief plan, în care singurele denivelări sunt date de unele cursuri părăsite, precum și de prezența unor grinduri. Microdepresiunile care apar prezintă exces de umiditate condiționat de revărsări, de aport de ape din pânza freatică situată aproape de suprafața terenurilor și de concentrarea apelor de suprafață provenite din precipitații, care se scurg greu datorită pantei reduse a suprafeței terenului. Astfel de cazuri semnalăm în Câmpia Ecedea și Câmpia Nirului, ambele din cadrul Câmpiei joase.

Câmpiile tabulare sunt plane, fiind formate pe depozite de loess sau depozite loessoide. În urma proceselor de tasare, pe aceste câmpii sau format crovuri, care, uneori, favorizează producerea excesului de umiditate prin concentrarea în cadrul lor a unor ape superficiale provenite din ploi de durată.

Se semnalează următoarele câmpii tabulare: Câmpia Careiului (în cadrul Câmpiei înalte), Câmpia Diosigului, Câmpia Mailatului, Câmpia Pusta Radnei (în cadrul Câmpiei intermediare) și Câmpia Jimboliei (în cadrul Câmpiei joase).

Câmpiile de glacisuri sunt constituite din acumulări aluvio – proluviale, modelate într-o succesiune de trepte de glacisuri, ușor înclinate către vest. Pe suprafața podurilor de glacis apar, în toate cazurile, microdepresiuni care au rezultat în urma unor procese de tasare sau în cazul unor albiile părăsite. Acestea au un potențial ridicat pentru excesul de umiditate, datorită drenajului slab determinat de pantele reduse ale terenului.

Văile au povârnișurile afectate de procese de eroziune în suprafață și adâncime, au albiile majore largi, cu numeroase microdepresiuni, care prezintă exces de umiditate, fie în urma revărsărilor, fie prin aport din pânza freatică situată aproape de suprafață.

Se semnalează următoarele câmpii de glacisuri: Câmpia Aradului, Câmpia Miersigului, Câmpia Craivei, Câmpia Drauțului, Câmpia Vingăi, Câmpia Gătaiei (în cadrul Câmpiei înalte), Câmpia Ciugului, Câmpia Bihariei, Câmpia Gopiului, Câmpia Cermeiului, Câmpia Hodoni, Câmpia Birdei, Câmpia Butinului și Câmpia Jamu Mare (în cadrul Câmpiei intermediare)

Câmpii cu dune de nisip. În această categorie se înscrie Câmpia Nirului. Ea prezintă un relief de dune cu o topografie confuză, fragmentat de văi largi, în luncile

căroră apar microdepresiuni de tasare cu exces de umiditate. Excesul se datorește drenajului freatic deficitar și stagnării unor ape provenite din precipitațiile de durată acumulate între dune.

Piemonturile se intercalează între Câmpia Vestică și Zona montană. Prezintă un relief deluros cu energie de 40 – 80 m, care, pe alocuri, pătrunde în spațiul montan formând depresiuni-golf. Suprafața piemonturilor are în ansamblul ei pante înclinate spre vest și spre axele depresiunilor-golf. Pe porțiunile înclinate, care au un substrat litologic în general slab permeabil, se produc scurgeri superficiale accelerate, care provoacă eroziunea solului. Porțiunile de teritoriu slab înclinate sau cele din vatra depresiunilor suferă de exces de umiditate din cauza drenajului extern și intern slab, ca de exemplu: Depresiunea Oașului, Depresiunea Vadului, Depresiunea Crișului Negru, Depresiunea Zarandului, culoarele Timiș și Bega, Depresiunea Bocșa-Berzovia, Depresiunea Carașului.

Zona montană este constituită din Munții Oașului și din partea vestică a Carpaților Occidentali. Prezintă un grad mare de fragmentare (0,6 – 1 km/km²) și o energie de relief (80 – 400m). În acest spațiu, scurgerea superficială este accentuată, în condițiile de despădurire, ceea ce favorizează formarea de viituri.

Condițiile geologice și litologice

Câmpia de Vest corespunde marginii orientale a Depresiunii Panonice, unitatea tectonică formată în neozoic prin scufundarea unei întinse suprafețe din regiunea carpatică și care se prelungeste, îngustându-se, spre nord, fiind limitată de masive metamorfice prin linii de fractură, care o delimitează și care uneori o întretaie (grabenul din Valea Ierului). Confirmarea acestor prabușiri o fac apele termale (vaduose) care se ridică pe falii la suprafață, cât și ivirile de lave neovolcanice (bazaltul de la Lucareț) sau apele minerale de la Buziaș, Lipova, Victoria-1 Mai etc., ultimele foraje lămurind destul de complet tectonica și stratigrafia zonei.

Constituția geologică este simplă, căci peste fundamentul cristalino-mezozoic se așterne tortonianul, căruia îi succed formațiunile care ies la zi: sarmațianul și panonianul spre est, apoi cuaternarul, care acoperă tot restul câmpiei. Cuaternarul este reprezentat prin pleistocen, format din depozite lacustre și holocen, format din terasele inferioare, din aluviuni și soluri. Depozitele lacustre sunt alcătuite din argile, argile nisipoase și nisipuri fine, care spre est trec la nisipuri mai grosiere și chiar la pietrișuri la contactul cu zona montană. Toate depozitele prezintă o stratificație încrucișată. Loessul eolian format în ultimele glaciațiuni (Würm), se află deșus pe sectoarele mai ridicate, împreună cu depozite argiloase, descrise ca „argilă roșcată cu bohnerz”.

Caracterul geologic-litologic al formațiunilor cuaternare dezvoltate în Câmpia de Vest influențează puternic regimul apelor freactice și de suprafață din regiune.

Particularitatea geologică esențială este generată de caracterul de subsidență al Câmpiei de Vest, caracter manifestat în tot decursul Cuaternarului. Măsurători geodezice indică de asemenea mișcări negative recente, de ordinul a 1 – 2 mm/an pentru o mare parte a teritoriului. În aceste condiții, depozitele cu granulometrie fină determină o permeabilitate redusă și favorizează acumularea apelor la suprafața terenului, care din cauza fenomenelor de subsidență sunt lipsite de un drenaj natural (exemplu: sudul Banatului, Depresiunea Ecedea etc.)

Se constată treceri laterale neregulate de la faciesuri argiloase la depozite fin nisipoase, care de asemenea influențează circulația apelor freactice. Ținând seama că alimentarea apelor freactice se face aproape exclusiv pe seama precipitațiilor atmosferice, se poate aprecia că infiltrațiile se fac lent, iar apele subterane circulă în condițiile unei dinamici reduse.

Regional, situația prezentată se poate constata pe Valea Ierului, unde caracterul fin al depozitelor cuaternare influențează mult infiltrațiile în adâncime. Pe mari suprafețe din Câmpia Crișurilor, situația geologică este similară.

În bazinul Mureșului, în cadrul sistemului de desecare Turnu, influența factorilor litologiei este mai puțin importantă. Tot în bazinul Mureșului, în Câmpia Semlac-Nădlac, actualul sistem de irigații trebuie să prevadă urmările eventualelor fenomene de ridicare ale nivelului hidrostatic în zonele depresionare formate în condițiile fenomenului de tasare din câmpiile de loess.

În zonele teraselor Timișului din aval de Lugoj și pe terasele Bistrei, drenajul insuficient al apelor freatice și de suprafață (care provoacă exces de umiditate) este favorizat de existența unor depozite argiloase pe suprafața orizontului de aluviuni. În acest caz, trebuie avut în vedere și patul impermeabil al stratelor de sub aluviuni, constituite din marne și argile panoniene, care împiedică infiltrațiile în adâncime, precum și de puternicul drenaj efectuat asupra apelor freatice acumulate în terasele superioare.

În zona Câmpiei joase de divagare a Timișului și a Begăi, sistemele actuale de desecări sunt influențate de caracterul pelitic al depozitelor din alcătuirea geologică a regiunii.

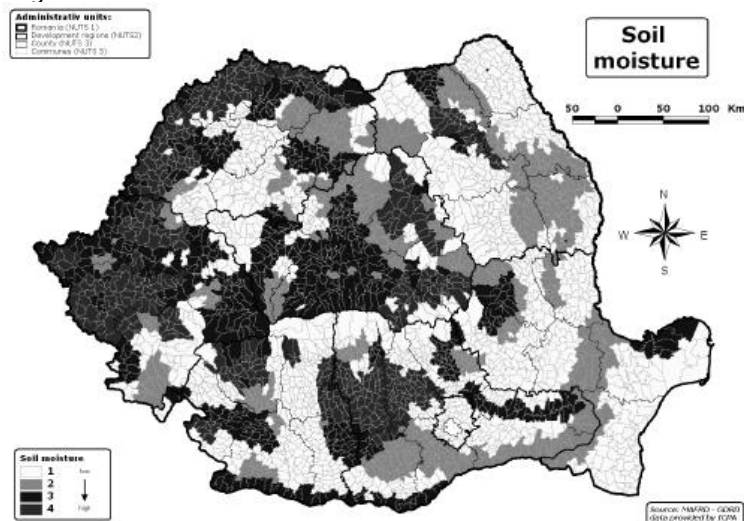


Fig. 1.29 Umiditatea solului (sursa I.S.P.A.)

Drenajul insuficient constatat uneori în canale se explică prin transmisivitatea foarte redusă a argilelor și argilelor nisipoase din structura câmpiei de divagare, ca și prin condițiile morfologice speciale ale acestei regiuni (sistemul Uivar). În Câmpia Carașului din sectorul Greoni – Mercina – Vrani, se constată un exces de umiditate evident în perioadele cu precipitații și formarea unor ape stagnante persistente la suprafața solului. Infiltrațiile reduse în profunzime se datorează unor pături de argile a cărei grosime variază între 10 m (Greoni) și 5 m (Vrani). În eventualitatea unor lucrări care să permită evacuarea apelor în adâncime, trebuie avut în vedere prezența orizontului destul de subțire (1,5 – 2 m grosime) de pietrișuri și nisipuri, constatat în foraje sub stratul de argile menționat. În zona Nicolinți – Răcăjdia – vest Oravița, acumularea apelor de precipitații la suprafața terenului este favorizată de fundamentul marno-argilos panonian al

regiunii. Grosimea foarte mare a stratelor de argile și marne (peste 100 m) îndreptățește să se opineze pentru un drenaj de suprafață.

Condițiile hidrologice

Câmpia de Vest este străbătută de râurile grupelor fluviatile vestice și sud-vestice. Râurile autohtone din câmpia propriu-zisă sunt sărace în scurgere. Din totalul debitului mediu de 445 mc/s transportat de râurile acestor grupe peste granițele țării, în câmpie se reproduce abia 6,8% (30mc/s), iar restul aparține râurilor *alohitone* (Tur, Someș, crasna, Crișuri, Mureș, Bega, Timiș, Bârzava, Nera). Densitatea rețelei de râuri (0 - 0,4 km/km²) și panta lor longitudinală (0,02 - 0,3‰) redusă, oglindesc un drenaj nefavorabil. Relieful câmpiei, cu pante mici (0,0 - 20‰) favorizează stagnarea locală a apelor și dominarea proceselor hidrologice pe verticală peste 60% din suprafața ei. Lacurile instalate în formele de relief erozional-acumulative, de tasare sau în balastiere, sau în excavațiile rezultate în urma extragerii altor materiale de construcții, eleșteele, sunt numeroase, dar de dimensiuni mici.

Marea majoritate a viiturilor pe râurile autohtone se formează primăvara (43 - 46%) și iarna (37 - 40%), iar ponderea scurgerii medii din timpul verii și toamnei este redusă. Astfel, excesul de umiditate rezultat din concentrarea scurgerii de suprafață spre microdepresiuni este cel mai intens în lunile de iarnă - primăvară. Din analizele efectuate în bazinul Aranca în perioada 1950 - 1970, rezultă că, în condițiile zonei UD excesul apare anual pe solurile slab permeabile și numai în proporție de 71% pe solurile automorfe cernoziomice.

Suma lunară a evaporației potențiale până în luna iulie ajunge de obicei la 400 - 450 mm, ceea ce explică în parte, dispariția apelor stagnante pe marea majoritate a câmpiei.

O trăsătură esențială a teritoriilor cu exces de umiditate din Câmpia de Vest, constă în faptul că cca 64% din total se află în cuprinsul zonei potențial inundabile (Someș, Crasna, Crișuri, Mureș, Timiș etc.), protejate prin îndiguri, iar restul se formează pe interfluvii cu sedimente slab permeabile, cu capacitate redusă de câmp. Primăvara, excesul apare deja la precipitații de 5 - 15 mm/24 h, uneori în mod repetat, iar scurgerea naturală spre râuri este oprită de diguri sau de lipsa pantei hidraulice necesare.

Acumularea apei în incintele îndiguite este favorizată și de afluxul de ape din regiunile periferice, deluroase (Câmpia Someșană, Câmpia Crișurilor, Câmpia Mureșului, Câmpia Banatului).

Scurgerea minimă în Câmpia de Vest se produce vara și toamna, când marea majoritate a cursurilor locale seacă, având caracter intermitent, sau semipermanent.

Condițiile hidrogeologice

Modul de manifestare în timp a apelor freactice din Câmpia de Vest este o rezultată a condițiilor climatice, morfologice, hidrologice și în special a condițiilor litologice.

Zonalitatea granulometrică a formațiunilor detritice (nisipuri, pietrișuri, prafuri, argile), care alcătuiesc orizontul acvifer freatic se caracterizează prin existența complexelor cu materiale mai grosiere (nisipuri și pietrișuri) în partea de est a Câmpiei Banatului și a Câmpiei Crișurilor, care trec în partea mediană și vestică a acestor două unități într-o litologie mai fină (nisipuri fine, prafuri, argile), ceea ce explică dinamica apelor freactice și valorile principalilor parametri hidrogeologici, mai mari în partea de est și mai mici în partea de vest a zonei. Aceași zonalitate se constată și în Câmpia Someșului, cu singura deosebire că aceasta se manifestă de la nord la sud (de la râul Tur la râul Crasna).

Direcția principală de curgere a apelor freactice este orientată est-vest, cu gradienti mici, care nu depășesc decât rareori 0,7‰ în câmpia joasă sau 1,2 ‰ în câmpia piemontană.

Nivelele hidrostatice medii se situează la adâncimi cuprinse între 0 – 2 m și 2 – 5 m, în care majoritatea a zonei cu excepția Câmpiei înalte, în care nivelele hidrostatice depășesc frecvent adâncimea de 5 m. Amplitudinea de variație anuală a nivelului hidrostatic atinge uneori valori mari (3 – 4 m), dar în general are valori cuprinse între 1 m și 3 m. Ținând seama de adâncimile reduse la care se găsesc situate nivelele hidrostatice și de existența unor amplitudini anuale de 1 – 3 m, rezultă că pe suprafețe apreciabile se pot produce nivele considerate critice pe o perioadă de timp care începe, în general, în luna ianuarie și se menține până în luna iunie – iulie. Durata de menținere a pozițiilor ridicate ale nivelelor hidrostatice, față de nivelele medii anuale, este de cca 6 – 7 luni în Câmpia Banatului și de 5 – 6 luni în Câmpia Crișurilor și Câmpia Someșului. În perioadele de alimentare a orizontului acvifer freatic (cu predilecție primăvara), în zonele mai înalte ale Câmpiei de Vest, se acumulează un volum mare de apă în subteran, care se drenează repede spre zonele mai joase ale câmpiei și spre principalele râuri. Spre aval, viteza de scurgere a râurilor și a apelor subterane se micșorează mult datorită pantei mici a reliefului și datorită permeabilității reduse a straturilor acvifere. Drenajul în aceste subzone se face greu, iar, în anumite condiții, apele subterane se ridică și băltesc la suprafața terenului (Valcani, Bobda, Cruceni, Cefa, Salonta, Giumeghiu, Adea și Chișineu Criș).

Totuși se impune a fi menționat la acest capitol faptul că datorită practicării unui drenaj intensiv în zona de vest a județului Timiș, nivelele hidrostatice au coborât alarmant de mult astfel că în zone în care perioadele secetoase constituiau un element favorabil dezvoltării propice a plantelor, în zilele noastre se impune un adaos din irigații pentru a putea fi acoperit deficitul de apă.

Din punct de vedere calitativ, se constată că mineralizația totală a apelor freactice crește în general de la est la vest și de la râuri spre interfluvii și în mod special, acolo unde straturile acvifere au o granulometrie foarte fină și o amplitudine mare de variație a nivelelor (Valcani, Zerind, Chișineu Criș etc.).

În ceea ce privește legătura dintre apele freactice și cele superficiale, Câmpia de Vest se caracterizează prin existența unui regim mixt (alimentare – drenare). Subzonele cele mai defavorabile, sub aspectul excesului de umiditate sunt cele în care râurile alimentează permanent sau temporar stratul freatic (subzonele Cenad, Valcani, Sînnicolaul Mare, Bobda, Zerind, Ineu etc.).

Vegetația

Vegetația găsește, în general, condiții bune de dezvoltare în terenurile fără exces de umiditate, cu sol neerodat din câmpiile înalte și din regiunea de coline, deal și munte. Condițiile grele de vegetație se găsesc pe suprafețele cu exces de umiditate, pe nisipurile sărace și mobile (Câmpia Nirului), pe solurile sărăturate, pe cele cu eroziune avansată de suprafață și adâncime, precum și pe suprafețele cu soluri fertile de tip cernoziomic sau turbos, expuse deflației (Ecedea) sau deficitului de umiditate (Pusta Semlac, Pusta Radnei). Pădurile din Câmpia joasă a Someșului, Crișului Alb și Banatului, pe o suprafață de aproximativ 23500 ha suferă în creștere și productivitate din cauza excesului de umiditate, iar cca 6000 ha sunt inundabile. Această vegetație, dar mai cu seamă pădurile, culturile forestiere de producție și de protecție, livezile și viile nu contribuie decât în cazuri rare și în mod cu totul excepțional la apariția excesului de umiditate și a inundațiilor ce apar în regiunea de câmpie. Ea contribuie însă simțitor la evitarea excesului și deficitului de umiditate și a inundațiilor prin retenția a 8 – 30 (50) % din precipitații în

coronamentele arborilor și retenția în litieră a unei cantități din apa ajunsă la sol, egală cu de patru ori greutatea litierei. De asemenea, influențează prin reducerea până la anularea scurgerilor la suprafață și infiltrarea apei în sol și prin reducerea efectelor negative ale vântului asupra evapotranspirației, cu cca 30% în regiunile cu deficit de umiditate. Aceste efecte se manifestă și asupra deflației nisipurilor și solurilor turboase și asupra culcării și răvășirii culturilor agricole.

Vegetația lemnoasă mai poate contribui în acest teritoriu la apariția și intensificarea inundațiilor în cazul unor ploii de primăvară, calde, abundente și de lungă durată, căzute pe un sol saturat de apă și pe un strat de zăpadă reținut la adăpostul pădurii sau când arborii doborâți de vânt sau din alte cauze nu sunt extrași la timp și închid albiile, împiedicând scurgerile pe cursurile de apă neregularizate.

În Câmpia de Vest, vegetația lemnoasă, arbustivă și cea ierbacee, contribuie, în multe cazuri, la apărarea malurilor și a taluzelor digurilor și barajelor de pământ contra eroziunii și distrugerilor provocate de valuri și de scurgere (Teuz, Crișul Negru, lacul Călinești ș.a.).

Condițiile pedologice

În Câmpia de Vest, în Piemonturile și Carpații Vestici au fost identificate 44 unități distincte de soluri.

De la părțile cele mai joase ale teritoriului către formele din ce în ce mai înalte, se realizează, în toată partea vestică, o secvență caracteristică de soluri. Totodată, de la sud la nord și de la vest la est, se constată o trecere de la cernoziomuri la solurile potzolocie în raport cu altitudinea și latitudinea teritoriului.

Răspândirea în spațiu a solurilor este strâns legată de condițiile de relief, litologice, hidrologice și hidrogeologice, ca și de condițiile de climă, având o dispunere zonală, altitudinală în cazul solurilor automorfe și depinzând strâns de condițiile enumerate mai sus, în cazul solurilor hidromorfe, halomorfe și litomorfe.

În ceea ce privește caracterizarea de ansamblu a solurilor, se constată următoarele: predomină solurile cu textură fină, conductivitatea hidraulică a solurilor, în cea mai mare parte este scăzută; au o capacitate scăzută pentru apa utilă; au un grad înaintat de hidromorfie – gleizare sau pseudogleizare în proporție de peste 60% din teritoriul considerat în ansamblu, sau peste 85% pentru partea de câmpie și piemonturi.

Din studierea unor soluri îngropate sau a unor evoluții poligenetice ale solurilor, observate în profilele mai adânci, în toată Câmpia joasă, - respectiv la cote de sub 100 m în partea de sud și la cote de cca 110 – 120 m în partea de nord (Diniaș, Socodor, Căuaș, Berveni) – se constată o trecere în timp a solurilor de la soluri automorfe (cernozomuri) la soluri halomorfe (solonețuri) sau hidrohalomorfe. Acest aspect pune probleme deosebite pentru elaborarea concepției de principiu privind lucrările de eliminare a excesului de umiditate și conservare a fertilității solurilor.

Analizând solurile sub aspect tehnologic legat de lucrările hidroameliorative, se constată că peste 60% din ele au o permeabilitate redusă, având $K \text{ cm/s} \times 10^{-6}$ sub 100.

Trebuie menționat că solurile cu permeabilitate redusă se află în câmpiile joase, iar cele cu permeabilitate bună se află mai ales în zona de munte și în câmpiile drenate cu loess și nisipuri.

Sub aspectul capacității pentru apă utilă, se constată, de asemenea, că partea cea mai însemnată din soluri au capacități mici și deci pot pune la dispoziția plantelor cantități neînsemnate de apă, din care cauză acestea suferă de lipsă de

apă în epocile secetoase pe lăcoviști, smolnițe, soluri nisipoase (Cociohat – Valcani, Oravița – Răcăjdia, Valea lui Mihai).

Suprafețe însemnate de terenuri din Câmpia de Vest sunt acoperite de soluri alcaline și saline sau cu un anumit grad de salinizare. Aproape în toate cazurile, lăcoviștile și solurile cernoziomice de fâneață sunt asociate cu solonețuri sau sunt ele însele salinizate. În aceeași situație sunt solurile aluviale din Câmpia joasă.

În cele trei mari compartimente geomorfologice de munte, piemonturi și câmpii, procesul de infiltrare și eliminare a apei din sol este diferit.

În zona de munte, cu soluri în general ușor permeabile și acoperite cu păduri, apa se infiltrează în proporție destul de mare și este apoi cedată treptat spre rețeaua hidrografică.

În zona piemonturilor și a câmpiilor piemontane unde se crează un adevărat „bandaj” de argile ce se interpune între zona de munte și câmpie, solurile fiind foarte puțin permeabile nu acumulează decât cantități neînsemnate de apă în partea superioară, restul se scurge cu o viteză mare la suprafață, formând viituri chiar la pante relativ mici. Tot excedentul de apă căzut în această parte a zonei și care nu se acumulează (apreciat la cca 30 – 50 % din totalul precipitațiilor mai însemnate) este dirijat spre câmpia joasă. În unele cazuri, în câmpiile piemontane ale Oraviței și Gătaiei, apare vara un deficit puternic de apă, din cauză că aceasta se scurge la suprafață și nu se acumulează în sol.

Din cauza permeabilității reduse a orizonturilor B ale solurilor pseudogleizate sau pseudogleice, se realizează exces temporar de apă în partea superioară a profilului de sol. Aceste soluri sunt uneori afectate de lipsa de apă în perioadele secetoase. În câmpia tabulară drenată, acoperită de cernoziomuri și soluri cernoziomice pe loess sau materiale loessoiede, nu se realizează exces de umiditate.

Câmpia joasă este acoperită cu soluri predominant cu textură fină, cu o slabă permeabilitate, care favorizează stagnarea apei mai ales la suprafață. În aceste condiții, la care se adaugă în unele cazuri o anumită mineralizare a apei și alcalizare a solurilor, apele acumulate în câmpie se scurg greu, se evaporă în cea mai mare parte pe loc, realizându-se o concentrare a lor în săruri.

Procesele de eroziune au o extindere însemnată în această parte a țării, cu toate că în comparație cu alte zone este mai redusă. Porțiunile cele mai intens erodate sunt cele de la contactul piemonturilor cu muntele. Însemnate suprafețe de pășuni sunt brăzdate de numeroase ogașe din cauza scurgerii accelerate a apelor din precipitații.

1.2.1.5 Utilizarea climogramelor în agrometeorologie [43]

În cercetările agrometeorologice, studiul particularităților climatice, dintr-un punct oarecare, trebuie făcut pe baza complexului de factori meteorologici care să evidențieze climatul tip pentru diversele sectoare de activitate din agricultură.

Cercetarea cât mai sintetică a complexului de factori meteorologici, a diverselor aspecte ale climatului, sub forma graficelor sau formulelor, precum și aplicarea acestora în probleme de agricultură sau alte domenii ale economiei constituie o veche preocupare a specialiștilor din diferitele ramuri ale meteorologiei.

O primă încercare în acest sens a fost făcută de G. Hellmann în 1924 care a propus folosirea, sub forma seriilor succesive, a fiecărui element climatic, utilizându-se, după caz, media sau totalul anual, media sau totalul lunar, valorile extreme absolute etc. Această formă de reprezentare nu a fost însă adoptată, din cauza formei groaie de întocmire, propunându-se simplificarea ei prin utilizarea a doi factori de bază sau a diversilor indici climatici.

Pornind de la această primă încercare, au fost concepute o serie de tipuri de climograme pentru construirea cărora au fost luați numai doi factori considerați primordiali, aceștia putând fi sau elemente simple (temperaturi medii, cantități de precipitații etc.), sau indici climatici rezultați din combinațiile acestor parametri. O astfel de diagramă se întocmește punând, de exemplu, pe abscisă valorile medii lunare ale temperaturii și pe ordonată cantitățile de precipitații lunare, fiecărui luni corespunzându-i un punct pe grafic. Unirea punctelor astfel obținute se face în ordinea succesivă a lunilor. Dintre factorii utilizați în întocmirea climogramelor se pot cita printre altele următoarele combinații:

- cantitatea de precipitații și temperatură;
- umiditatea și temperatura;
- evaporația și temperatura.

Aplicațiile practice ale climogramelor sunt foarte variate. Se va insista numai asupra acelor folosite în scopuri agrometeorologice. Astfel, studiul grafic în cursul unui număr de ani al curbelor de creștere a plantelor în funcție de principalele elemente climatice (temperatură și precipitații) permite pentru o plantă dată să se determine condițiile optime de creștere. Acest tip de grafic prezintă climatul tip al culturii studiate și a primit denumirea de phytoclimogramă sau ecogramă. Ecograma astfel întocmită pentru o specie sau varietate oarecare poate fi suprapusă unei climograme pluviometrice caracteristică condițiilor climatice ale diverselor regiuni naturale, stabilindu-se în acest fel dacă respectiva cultură găsește în zona studiată condiții optime de creștere. Se poate analiza, de asemenea, în cursul anului comportarea culturii și chiar se poate prevedea randamentul și valoarea industrială a recoltei.

Alte tipuri de climograme (termodiagrame, climograme circulare, climodiagrame, caiodiagrame, etc.) ajută la stabilirea de analogii sau diferențe între două climate, se poate compara media vremii unei luni dintr-o localitate oarecare cu media altei luni din aceeași localitate sau alta.

Intervalul activ din agricultură, în care majoritatea culturilor își desfășoară întreg ciclul de vegetație, poate fi analizat din punct de vedere climatic pe baza climogramelor la întocmirea cărora sunt incluse principalele elemente meteorologice. Din cercetarea acestor climograme rezultă potențialul termic și hidric mediu de care dispune fiecare punct în parte într-o anumită lună din an, sau pe întreg anul, iar din analiza comparativă a climogramelor se desprind asemănările și diferențierile climatice pentru fiecare punct în parte și mai ales pentru unitățile naturale luate în studiu.

Astfel, cu cât cantitățile de precipitații lunare din a doua jumătate a verii și începutul toamnei sunt mai mici în comparație cu cantitățile lunare în perioada ploioasă (mai – iunie), cu atât partea hașurată și respectiv perioada activă se mărește.

Studiul multianual al curbelor de creștere în funcție de principalii factori meteorologici permite stabilirea condițiilor optime medii pentru creșterea și dezvoltarea culturilor agricole. Aceste condiții sunt redată în general de temperaturile medii și cantitatea de precipitații favorabile fiecărei luni, din cursul perioadei de vegetație sau al fiecărei faze din ciclul vegetal.

1.2.1.6. Studiu de caz: Evoluția precipitațiilor și a temperaturilor în județul Timiș și câteva localități din vestul României. Analiza pluviometrică a regiunii Banat. Harta aridității pentru județul Timiș. Climogramele Gausson-Walter.

În alegerea corectă a metodei de desecare-drenaj, un rol important îl joacă analiza pluviometrică a teritoriului analizat precum și analiza termică.

Sfârșitul mileniului II a fost marcat de problema din ce în ce mai actuală a schimbării climatice datorită în principal emisiilor de gaze în atmosferă. Efectul de seră se face simțit tot mai mult, fenomenele climaterice fiind surprinzătoare și din păcate, în majoritatea cazurilor, dăunătoare omenirii.

Secetele au apărut cu o frecvență regulată în ultimii 30 ani în Europa și nu numai. Fiecare eveniment de acest gen a afectat o anumită arie cu populația specifică. În ultimii 17 ani la nivel european au existat mai multe perioade secetoase (1989, 1990, 1991, 2000 – cu un impact negativ deosebit mai ales asupra României, 2003) și care au afectat 800.000 kmp cu 100 milioane locuitori ceea ce reprezintă 37% din suprafața Europei respectiv 20% din populație (figurile 1.30 și 1.31). Comparativ cu perioada 1976 – 1990, între 1991 – 2006 suprafața europeană medie afectată de secetă a crescut de la 6 la 13% iar numărul locuitorilor afectați de aceste fenomene a cunoscut o creștere medie de 7%.

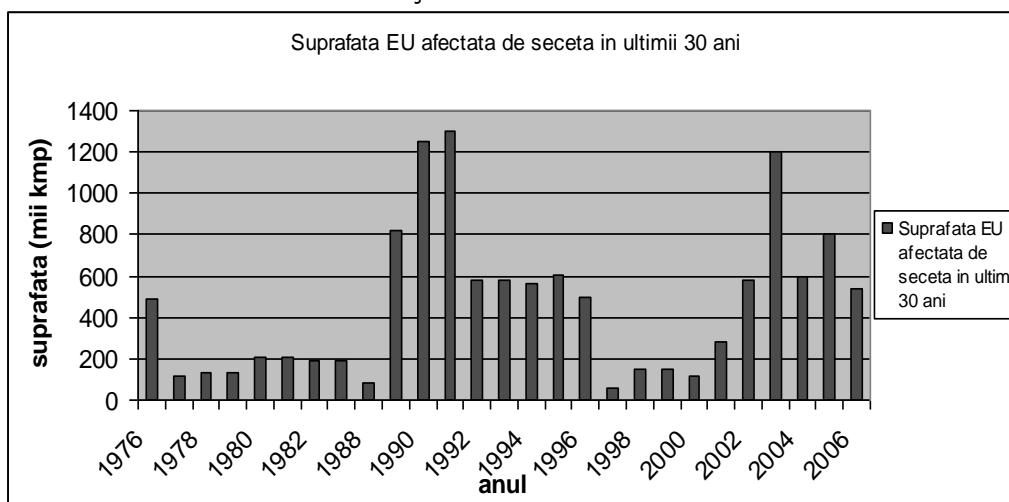


Fig. 1.30 Suprafața EU afectată de secetă în ultimii 30 ani [12]

La nivelul României, zonele cele mai expuse fenomenului de secetă (cu cele două fenomene asociate: ariditate și deșertificare) sunt Dobrogea, Bărăganul, Oltenia, sudul Podișului Moldovei, Câmpia de Vest (vestul extrem al județului Timiș). Intervale de secetă prelungită au fost 1894-1907, 1945-1951, 1983-1994, 2000 – 2003 și, din ultimele prognoze, anul 2007 care va fi mult mai secetos decât anul 2000. Seceta din anul 2000, prin durata, intensitatea și efectele sale, poate fi considerată una dintre cele mai puternice care s-au manifestat pe teritoriul țării noastre în ultimul secol. La nivelul întregii țări, regimul pluviometric a prezentat un deficit de 33,4% din cantitatea normală. [49, 58]

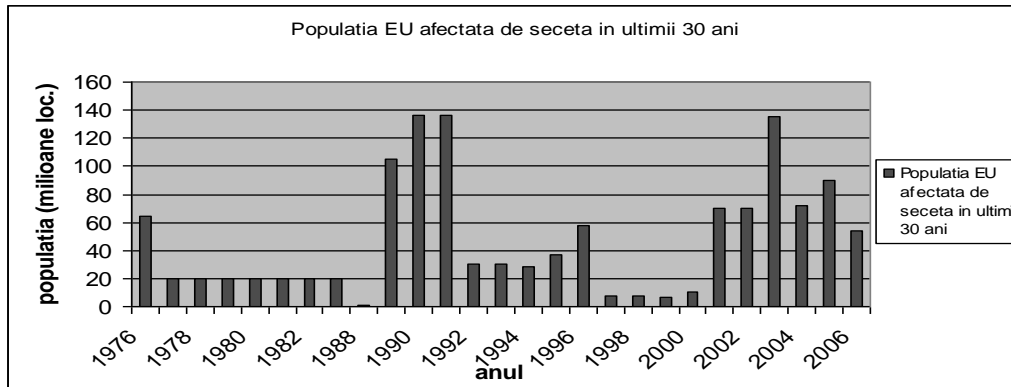


Fig. 1.31 Populația EU afectată de secetă în ultimii 30 ani [12]

Dar ce sunt secetele? Aceste fenomene pot fi considerate ca fiind scăderi temporare ale cantităților disponibile medii a apei. Secetele pot apărea oriunde ținând cont de definiția de mai sus.

O altă definiție, oferită de Biroul Meteorologic al Guvernului Australiei, spune că seceta este o perioadă extinsă în care cantitatea de apă disponibilă scade sub necesarul statistic pentru o regiune. Seceta nu este un fenomen pur fizic ci este o influență reciprocă între resursele naturale disponibile de apă și necesarul societății pentru alimentarea cu apă.

Penuria, lipsa de apă, în contextul abordării acestei probleme prin prisma Directivei Cadru a Apei, este un fenomen normal, recurent al climei, cu toate că, în numeroase cazuri, se vorbește de secetă ca fiind un eveniment neașteptat, extraordinar. Seceta se manifestă în toate zonele climatice având însă caracteristici diferite de la o zonă la alta. Dacă seceta este poate fi considerată ca o deviere de scurtă durată de la valorile normale (o aberație), ariditatea este un fenomen pe termen lung, putând fi considerată ca o caracteristică a climatului. Seceta rezultă în general dintr-o combinație de factori naturali care pot fi accentuați de cauze antropice. Cauza primară a apariției secetelor este reprezentată de deficitul precipitațiilor, în particular fiind influențată de distribuția și intensitatea spațială și temporală a acestui deficit în raport cu rezervele de apă existentă, de cerințe și folosințe.

Este important așadar să facem diferență între ariditate, care se referă la regiuni cu precipitații scăzute și este o caracteristică pe termen lung a climatului, și o situație de secetă care indică o deviere de la situația normală medie, dar care totuși se integrează în variabilitatea naturală a ecosistemelor. De asemenea este necesar să se diferențieze perioadele tranzitorii cu deficiențe în resursele de apă, cauzele secetelor excepționale, și dezechilibrări pe termen lung între resursele de apă disponibile și cerințe.

Pentru clasificarea secetei se folosesc 4 definiții de tip operațional și care abordează acest fenomen din următoarele puncte de vedere: meteorologic, hidrologic, agricol și socio-economic (figura 1.32). Primele 3 abordări consideră seceta ca fiind un fenomen natural și fizic în timp ce abordarea a patra privește acest fenomen în relație cu factorul antropic urmărind deficitul de apă în sectorul social-economic. Definițiile operaționale pot fi utilizate pentru a analiza frecvența secetei, severitatea și durata. Totuși sunt necesare date meteorologice și de impact cât mai detaliate, funcție de natura definiției folosite. Mai pot fi folosite în definirea

secetei și enunțuri de tip conceptual și care ajută la înțelegerea efectelor și a importanței secetei. Dezvoltarea unei climatologii a secetei pentru o regiune oferă o mai mare capacitate de înțelegere a caracteristicilor sale precum și probabilitatea de recurență la diferite grade de severitate. Informațiile de acest tip sunt deosebit de necesare pentru crearea unei strategii de reducere a efectelor secetei cu pregătirea unor planuri de management în caz de calamități.

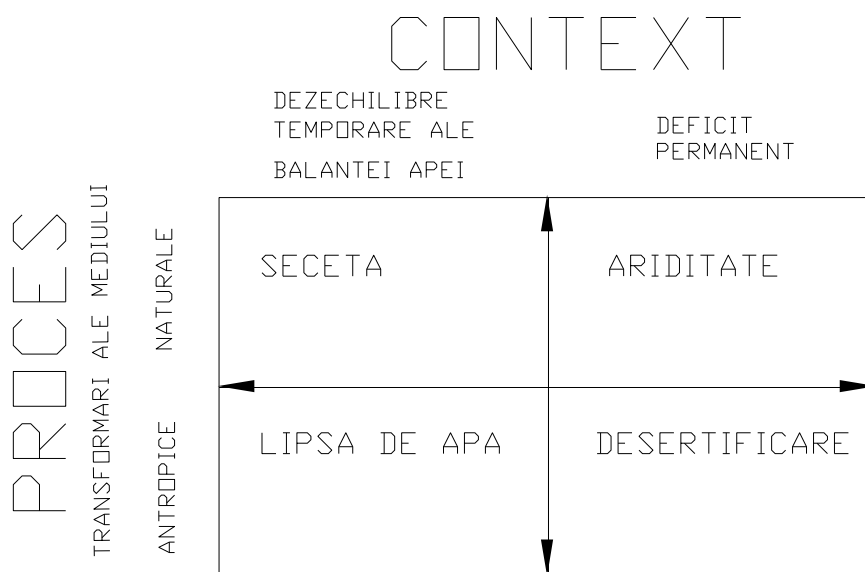


Fig. 1.32 Tipologia deficitului de apă (Vlachos, 1982)

Județul Timiș se află sub dominația unui climat temperat de tip continental moderat și care este caracteristic părții de sud-est a Depresiunii Panonice cu influențe mediteraneene și oceanice. Temperaturile medii anuale variază funcție de relief, crescând de la 4° - 7° în zona montană la 10° - 11°. Pe timpul primăverii și verii, masele de aer dominante sunt de tip temperat de proveniență oceanică și care aduc aportul cel mai important de precipitații la nivel anual. [1]

Influența ciclonilor și a maselor de aer cald dinspre Marea Adriatică și Marea Mediterană se fac simțite mai ales iarna, semnalându-se lipsa înghețului și a precipitațiilor solide, în timp ce, pe timp verii, se remarcă perioade cu căldură înăbușitoare, uneori caniculară.

Regimul precipitațiilor are însă un caracter neregulat, cu ani mult mai umezi decât media și ani cu precipitații foarte puține. Cele mai frecvente sunt vânturile de nord-vest (13%) și cele de vest (9,8%), reflex al activității anticiclonului Azorelor, cu extensiune maximă în lunile de vară. În aprilie-mai, o frecvență mare o au și vânturile de sud (8,4% din total). Celelalte direcții înregistrează frecvențe reduse. Ca intensitate, vânturile ating uneori gradul 10 (scara Beaufort), furtunile cu caracter ciclonal venind totdeauna dinspre vest, sud-vest (1929, 1942, 1960, 1969, 1994). [1]

Ultimii ani în județul Timiș (2000 - 2006) s-au remarcat prin perioade de secetă care au alternat cu cele ploioase sau excesiv de ploioase. Astfel, pentru zona Timișoara, analiza climatologică a anilor menționați a identificat 4 ani secetoși (în

diferite grade) și 3 ani normali sau mai ploioși. Cu toate acestea, clima tinde către aridizare urmată ulterior de instalarea secetei.

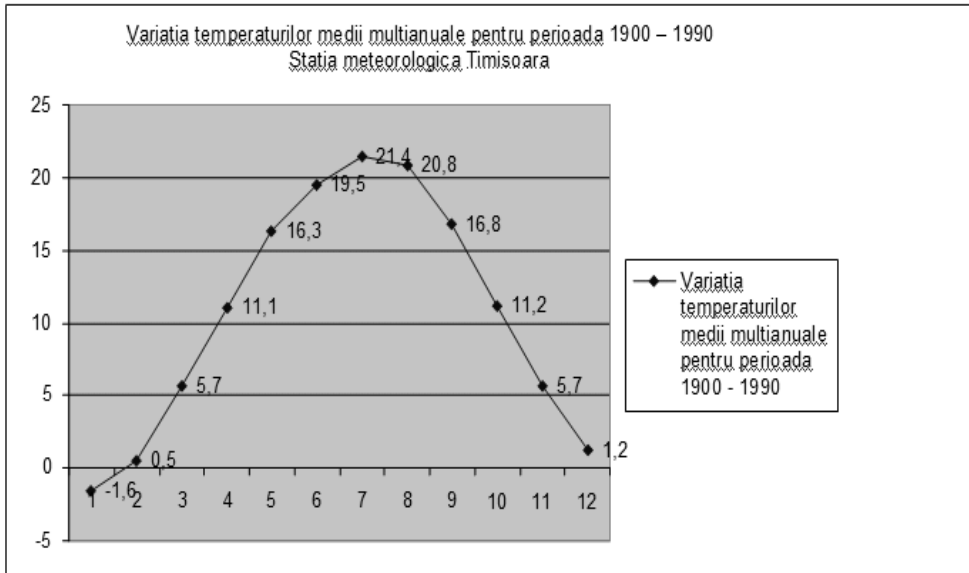


Fig. 1.33 Variatia temperaturilor medii multianuale pentru perioada 1900 – 1990, Statia Meteorologica Timisoara

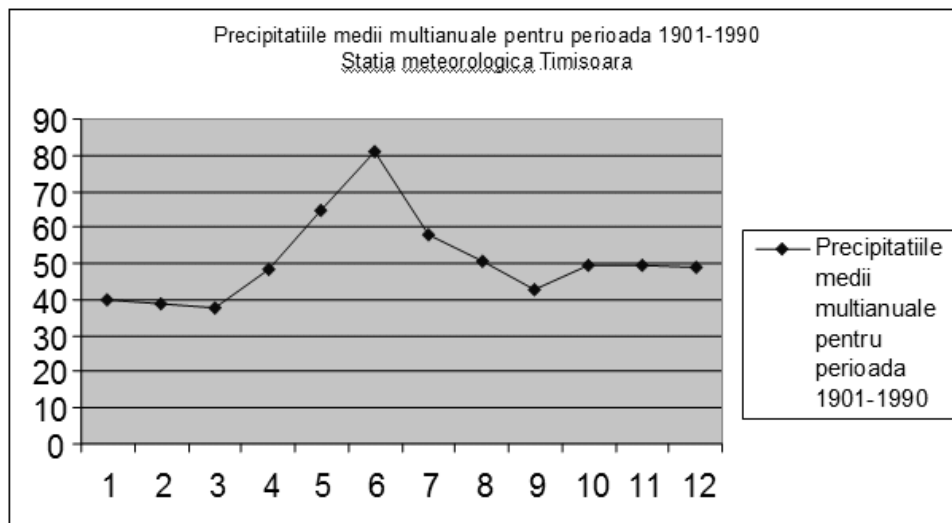


Fig. 1.34 Variatia precipitatiilor medii multianuale pentru perioada 1901 – 1990, Statia Meteorologica Timisoara

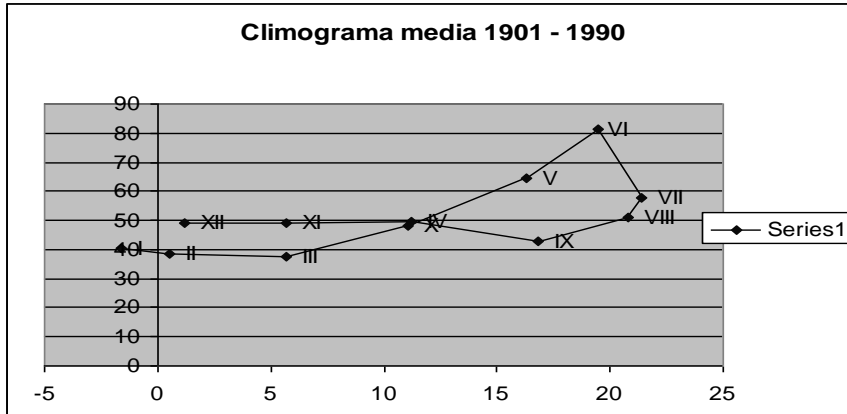


Fig. 1.35 Climograma aferenta anilor 1901 - 1990 pentru zona Timisoara

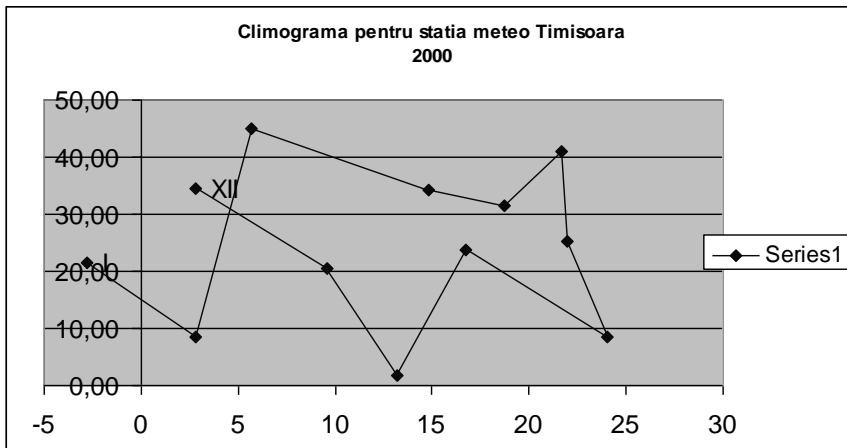


Fig. 1.36 Climograma anului 2000 pentru zona Timisoara

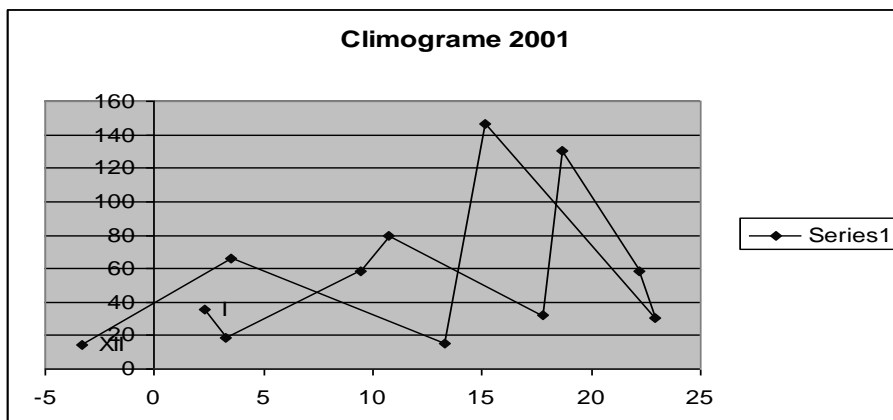


Fig. 1.37 Climograma anului 2001 pentru zona Timisoara

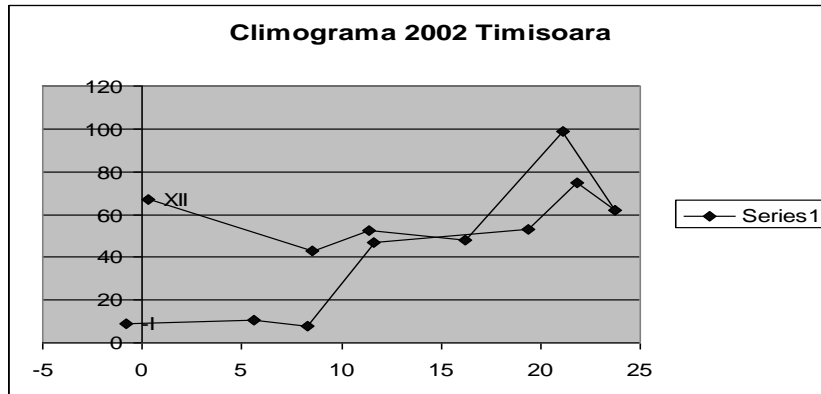


Fig. 1.38 Climograma anului 2002 pentru zona Timisoara

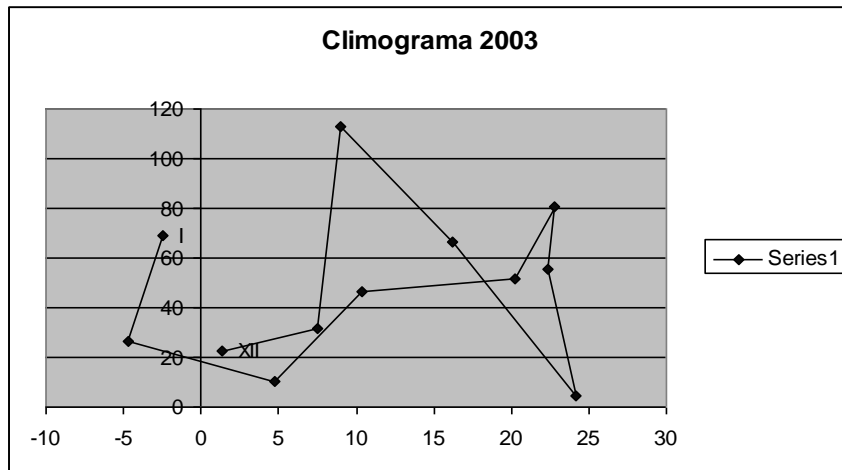


Fig. 1.39 Climograma anului 2003 pentru zona Timisoara

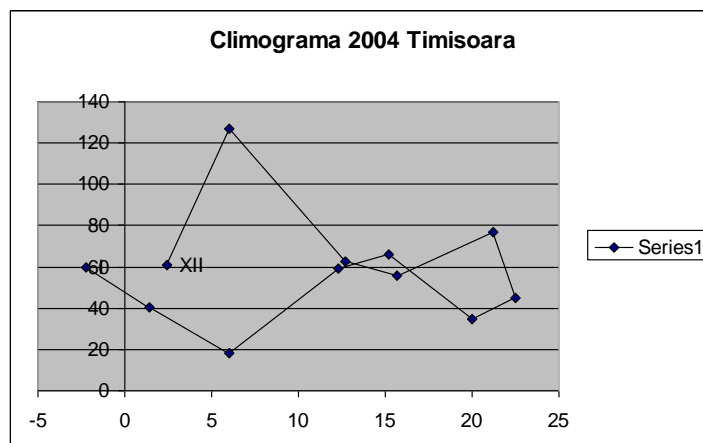


Fig. 1.40 Climograma anului 2004 pentru zona Timisoara

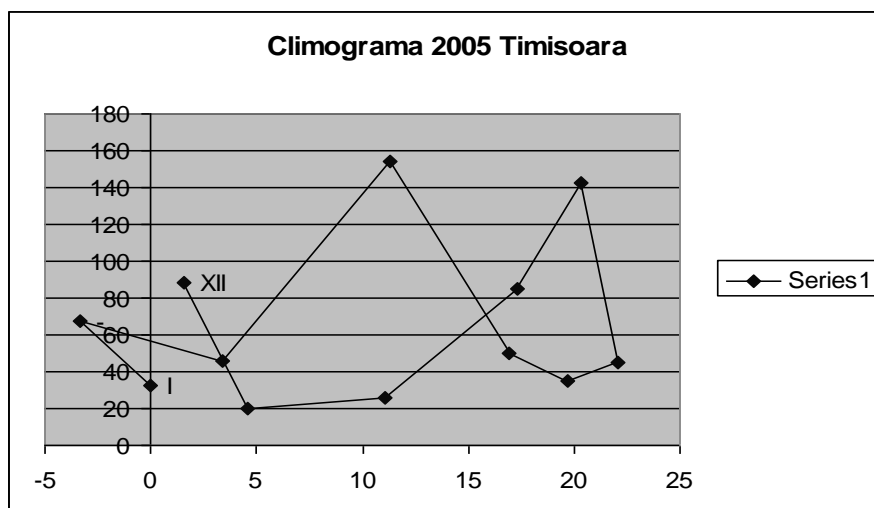


Fig. 1.41 Climograma anului 2005 pentru zona Timisoara

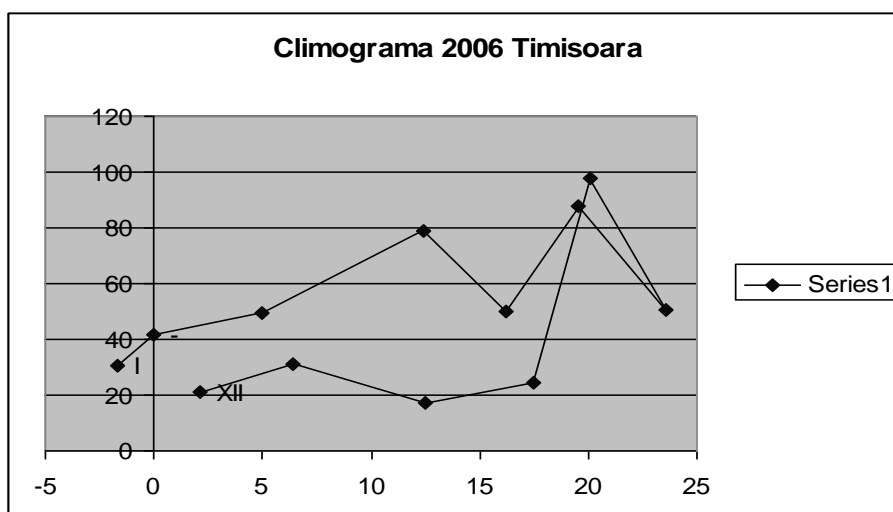


Fig. 1.42 Climograma anului 2006 pentru zona Timisoara

Analiza pluviometrică a anilor 2001 – 2006 pentru stația meteorologică Timișoara s-a făcut cu ajutorul criteriului Hellman și al indicelui lui N. Topor. Conform criteriului Hellman, caracterizarea pluviometrică a unei luni se face comparând cantitățile de precipitații căzute în luna respectivă cu media multianuală, situațiile care pot rezulta fiind grupate în 9 categorii:

- luni excesiv de ploioase, în care cantitatea de precipitații depășește cu peste 50% media multianuală (LEP);
- luni foarte ploioase, în care cantitatea de precipitații depășește cu 30 – 50% media multianuală (LFP);
- luni ploioase, în care cantitatea de precipitații depășește cu 20 – 30% media multianuală (LP);

44 Introducere si probleme generale - 1

- luni puțin ploioase, în care cantitatea de precipitații depășește cu 10 – 20% media multianuală (LPP);
- luni normale, în care cantitatea de precipitații variază cu +/- 10% media multianuală (LN);
- luni puțin secetoase, în care cantitatea de precipitații este mai redusă cu 10 – 20% față de media multianuală (LPS);
- luni secetoase, în care cantitatea de precipitații este mai redusă cu 20 – 30% față de media multianuală (LS);
- luni foarte secetoase, în care cantitatea de precipitații este mai redusă cu 30 – 50% față de media multianuală (LFS);
- luni excesiv de secetoase, în care cantitatea de precipitații este cu peste 50% mai redusă față de media multianuală (LES).

Pentru zona Timișoara, lunile anilor 2001 – 2006, comparativ cu perioada 1901 – 1990, prezintă următoarea situație (tabelul 1.2):

Tabel 1.2 Analiza pluviometrica a anilor 2000 – 2006 conform indicelui Topor

2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006	
I	LFS	I	LPS	I	LES	I	LEP	I	LFP	I	LPS	I	LS
II	LES	II	LES	II	LES	II	LFS	II	LN	II	LEP	II	LPP
III	LPP	III	LEP	III	LES	III	LES	III	LES	III	LP	III	LFP
IV	LS	IV	LEP	IV	LN	IV	LN	IV	LP	IV	LEP	IV	LEP
V	LES	V	LES	V	LPS	V	LS	V	LN	V	LS	V	LS
VI	LFS	VI	LEP	VI	LN	VI	LN	VI	LES	VI	LES	VI	LN
VII	LES	VII	LN	VII	LN	VII	LN	VII	LS	VII	LS	VII	LPS
VIII	LES	VIII	LFS	VIII	LEP	VIII	LES	VIII	LEP	VIII	LEP	VIII	LEP
IX	LFS	IX	LEP	IX	LPP	IX	LFP	IX	LP	IX	LEP	IX	LS
X	LES	X	LES	X	LN	X	LFP	X	LP	X	LFS	X	LES
XI	LES	XI	LFP	XI	LPS	XI	LFS	XI	LEP	XI	LES	XI	LFS
XII	LS	XII	LES	XII	LFP	XII	LES	XII	LP	XII	LEP	XII	LES

Utilizând indicele propus de N. Topor (1964), caracterizarea pluviometrică pe durata unui an dintr-un interval considerat se poate face cu indicele pluviometric (I_a) care are expresia:

$$I_a = (N+2P) / (N+2S)$$

Unde:

N – numărul lunilor normale (LN+LPP+LPS);

P – numărul lunilor ploioase (LP+LFP+LEP);

S – numărul lunilor secetoase (LES+LFS+LS).

Calificativul pluviometric al anului se acordă astfel:

- pentru $I_a < 0,33$ an excepțional de secetos;
- pentru $0,33 < I_a < 0,41$ an excesiv de secetos;
- pentru $0,41 < I_a < 0,70$ an foarte secetos;
- pentru $0,71 < I_a < 0,84$ an secetos;
- pentru $0,85 < I_a < 1,0$ an puțin mai secetos;
- pentru $1,01 < I_a < 1,17$ an normal ;
- pentru $I_a > 1,18$ an puțin mai ploios.

Astfel, pentru perioada menționată, 2000 – 2006, a rezultat situația următoare:

Tabel 1.3 Caracterizarea pluviometrică a perioadei 2000 – 2006 conform criteriului Hellman și indicelui Topor

2000	N=1	P=0	S=11	Ia=0,043	an exceptional de secetos
2001	N=2	P=5	S=5	Ia=1	an puțin mai secetos
2002	N=7	P=2	S=3	Ia=0,79	an secetos
2003	N=3	P=3	S=6	Ia=0,6	an foarte secetos
2004	N=2	P=7	S=3	Ia=2	an puțin mai ploios
2005	N=1	P=6	S=5	Ia=1,182	an puțin mai ploios
2006	N=3	P=3	S=6	Ia=0,6	an foarte secetos

Se poate observa din climogramele prezentate mai sus (figurile 1.36 – 1.42) că perioada de vegetație caracteristică zonei Timișoara era cuprinsă în intervalul aprilie – octombrie. Valorile din perioada 2001 – 2004 prezintă însă variații mari de temperatură și precipitații de la o lună la alta, cu impact negativ asupra recoltelor. De asemenea poate fi remarcată și evoluția precipitațiilor în ultimii ani care prezintă un trend descendent astfel că 5 ani din 7 luați în studiu, pentru zona Timișoara, pot fi caracterizați ca și ani secetoși în diferite grade. Chiar și cei doi ani cu precipitații mai bogate pot fi clasificați doar ca fiind puțin mai ploioși. Calculele realizate pentru analiza aridizării în județul Timiș indică pentru ultimii ani o tendință de accentuare a acestui fenomen mai ales în nord-vestul județului, areal în care se semnalase un exces de umiditate. Totuși, pericolul reapariției excesului de umiditate persistă în special în perioadele cu precipitații bogate și deci măsurile de hidroameliorații nu trebuie abandonate. Astfel, perioade cu un volum bogat de precipitații pot fi urmate de secete sau perioade aride (respectiv cu tendințe de aridizare) ceea ce impune adoptarea unor sisteme hidromeliorative adaptate la situația climatică existentă, sisteme ce pot fi de tipul amenajărilor de drenaj controlat, respectiv sisteme de drenaj – subirigație. Acestea prezintă numeroase avantaje, în primul rând prin faptul că se pot utiliza în ambele situații de climat extrem – inundații – secetă. Drenajul controlat a cunoscut o dezvoltare deosebită în ultimii ani, cu precădere pe plan internațional și datorită resurselor din ce în ce mai limitate de apă dulce. Acest tip de drenaj a fost utilizat de multe ori în combinații cu structuri de reutilizare a apei drenate, în special în Statele Unite.

Județul Caraș-Severin, spre deosebire de județul Timiș, este format într-o proporție mult mai mare din zone de relief înalte acestea influențând în mod corespunzător factorii climatici. Poziționarea geografică a județului determină decisiv, instalarea unui regim climatic particular a întregii zone apusene a teritoriului țării, supus predominant influenței circulației atmosferice de vest și sud-vest. Circulația vestică, cu o frecvență de 45% (în medie 165 zile pe an) aduce mase de aer polar pe perioada rece, sau, mai rar, vine cu mase de aer maritime favorabile instalării iernilor blânde, cu precipitații abundente în majoritate sub formă de ploaie la altitudini joase. În timpul verilor această circulație determină un grad mare de instabilitate termică, evidențiat de frecvența averselor însoțite de descărcări electrice. Activitatea ciclonilor mediteraneeni din sud-vest prezintă importanță în schimbările de vreme în special în sezonul rece, când transportă mase mari de aer umed care la intersecția cu zonele înalte determină precipitațiile abundente. Din luna octombrie și până în luna februarie, activitatea ciclonilor de SV determină producerea ninsorilor abundente și a viscozelor de durată redusă. Se observă deci că

poziționarea geografică a județului, conjugată cu varietatea formelor de relief, operează ca factor compensator față de asperitățile climatice de natură est-europeană, determinând instalarea unui climat tipic, cu o etajare concentrică a izotermelor care se pliază pe formele de relief și, pe cale de consecință, a tuturor parametrilor climatici care sunt derivați din această particularitate. Temperaturile diurne, lunare, sezoniere și anuale prezintă valori care urmăresc fidel dispunerea pe altitudine a punctelor de observație, izotermele închizându-se în cercuri concentrice corespunzătoare cu formele de relief.

Precipitațiile se supun aceluiași reguli ale repartiției în funcție de altitudinea formelor de relief, dar se prezintă ca un element climatic mult mai stabil decât temperatura. Variația în timp și spațiu (dependentă de circulația atmosferică și de formațiile barice dominante) este cu atât mai mare cu cât condițiile locale sunt mai variate. Repartiția anuală a precipitațiilor care înregistrează, statistic vorbind, două maxime și două minime anuale, reprezintă un fenomen caracteristic pentru partea de sud-vest a țării, putând fi interpretat ca o dovadă a manifestării unei influențe oceanice (anticicloul azoric) și mai ales mediteraneene.

Pentru analiza fenomenelor de ariditate și secetă din cele două județe, Timiș și Caraș-Severin, am folosit date ale Centrului Meteorologic Banat-Crișana, ale Institutului de Cercetări Pedologice și Agrochimice precum și din Anuarele Statistice ale României edițiile 2000 - 2005. În studiul aridității, am aplicat formulele Lang și De Martonne pentru calculul indicilor de ariditate cu aceleași nume. Calculele s-au efectuat la nivel de comună (NUTS V), pentru zonele în care nu au existat date utilizând interpolări sau ținând seama de formele de relief. Formulele pentru cei doi indici de ariditate sunt prezentate în continuare astfel: (1) pentru indicele De Martonne respectiv (2) pentru indicele Lang.

$$A = \frac{P}{T + 10} \quad (1)$$

$$L = \frac{P}{T} \quad (2)$$

unde P – precipitațiile anuale, T – temperatura medie anuală.

Indicele De Martonne prezintă ca și avantaje delimitarea climatelor semiumedede și aride respectiv prin calculul indicelui lunar se pot diferenția bine zonele afectate de secetă. Indicele Lang permite delimitarea climatelor în zonele plane (agricole). Ambii indici presupun existența unor valori măsurate în stații meteo bine echipate.

Tabel 1.4 Valorile indicilor De Martonne si Lang pentru localitati din judetele Timis si Caras-Severin

Nr. crt	Stația meteo/ Județ	Indicele De Martonne	Indicele Lang
1	Beba Veche/ Timiș	24.92	47.79
2	Teremia Mare/ Timiș	26.55	51.13
3	Sânnicolau Mare/ Timiș	26.02	50.12
4	Jimbolia/ Timiș	27.05	52.34
5	Periam/ Timiș	25.61	49.56
6	Cărpiniș/ Timiș	29.47	57.02
7	Cenei/ Timiș	26.11	50.51
8	Grăniceri/ Timiș	29.93	57.91
9	Timișoara/ Timiș	29.17	56.69
10	Banloc/ Timiș	29.01	56.13

11	Liebling/ Timiș	28.47	55.33
12	Recaș/ Timiș	29.87	58.05
13	Orțișoara/ Timiș	26.53	51.8
14	Giarmata/ Timiș	28.4	54.7
15	Mașloc/ Timiș	29.82	57.69
16	Buziaș/ Timiș	30.91	59.8
17	Lugoj/ Timiș	33.52	65.16
18	Cliciova/ Timiș	32.58	66.17
19	Bunea Mare/ Timiș	32.12	65.58
20	Coșteiu de Sus/ Timiș	41.94	82.1
21	Hăuzești/ Timiș	45.28	95.04
22	Vișag/ Timiș	31.73	62.25
23	Tirol/ Caraș-Severin	36.91	79.84
24	Forotic/ Caraș-Severin	35.66	70.98
25	Oravița/ Caraș-Severin	41.07	83.36
26	Naidăș/ Caraș-Severin	33.59	66.53
27	Sasca Montană/ Caraș-Severin	44.55	98.22
28	Recaș/ Caraș-Severin	37.4	89.43
29	Caransebeș/ Caraș-Severin	35.63	73.67
30	Bucova/ Caraș-Severin	52.61	125.68
31	Borlova/ Caraș-Severin	52.08	118.02
32	Pârvova/ Caraș-Severin	45.06	72.79
33	Bozovici/ Caraș-Severin	32.91	68.68
34	Băile Herculane/ Caraș-Severin	35.38	77.98
35	Topleț/ Caraș-Severin	36.04	70.2
36	Moldova Veche/ Caraș-Severin	30.79	59.3
37	Berzasca/ Caraș-Severin	30.53	58.81
38	Dognecea/ Caraș-Severin	42	91.41
39	Anina/ Caraș-Severin	44.92	94.83
40	Văliug/ Caraș-Severin	69.68	203.69
41	Semenic/ Caraș-Severin	86.64	334.2
42	Brebu Nou/ Caraș-Severin	52.66	120.17
43	Rusca Montană/ Caraș-Severin	60.12	127.67
44	Poiana Mărului/ Caraș-Severin	58.5	145.83
45	Cuntu/ Caraș-Severin	74.71	256.95
46	Vf. Țarcu/ Caraș-Severin	90.68	2357.75
47	Gârnic/ Caraș-Severin	44.1	94.21
48	Bigăr/ Caraș-Severin	33.43	64.98
49	Eibenthal/ Caraș-Severin	33.24	64.01

Interpretarea internațională a valorilor este următoarea:

Pentru indicele De Martonne:

0 < A < 5 climat arid

5 < A < 20 climat semiarid

20 < A < 30 climat semi-umed

A > 30 climat umed

Pentru indicele Lang:

0 < L < 20 climat arid

20 < L < 40 climat mediteraneean

40 < L < 70 climat semi-arid

L > 70 climat umed

Pentru județul Timiș, ținând cont de clima în continuă schimbare, de frecvența alternanțelor ani ploioși – ani secetoși precum și de influența antropică asupra mediului marcată mai ales printr-o „poluare” meteorologică, propun la indicele De Martonne ca perioada semi-aridă să se extindă până la valori de 28 – 30 iar climatul semi-umed până la valoarea 35 și chiar 40. Hărțile de secetă pentru cele două județe au fost realizate prin inserarea mai multor indicatori calculați sau preluați din surse anterior menționate. Astfel, s-au utilizat indicatorii de ariditate Lang și De Martonne dar și umiditatea relativă (P/ETP – acest indice delimitează climatele pe baza valorilor medii multianuale) și respectiv indicele Palfay. Se poate observa că cel puțin la nivelul județului Timiș, aria afectată de ariditate și cu prezența fenomenului de secetă acoperă 55 de comune ceea ce reprezintă mai bine de 70% din suprafața județului. Situația județului Caraș-Severin este una mai bună, numărul comunelor care prezintă aceste fenomene și tendințe climatice fiind mai redus, în mare parte și datorită formelor de relief mai înalte și cu o dispunere mai mare comparativ cu cea a județului vecin. În continuare se vor prezenta 3 hărți care cuprind cele 2 județe analizate (figurile 1.43, 1.44, 1.45). Primele hărți pentru fiecare județ abordează problema aridității în timp ce harta a doua suprapune peste harta aridității elemente ce țin de analiza secetei precum indicii umidității relative (P/ETP) și/ sau Palfay (P.A.I.). Pentru unele comune apar două semne convenționale datorită dispunerii formelor de relief și totodată datorită suprafeței mari a acestor structuri administrative.

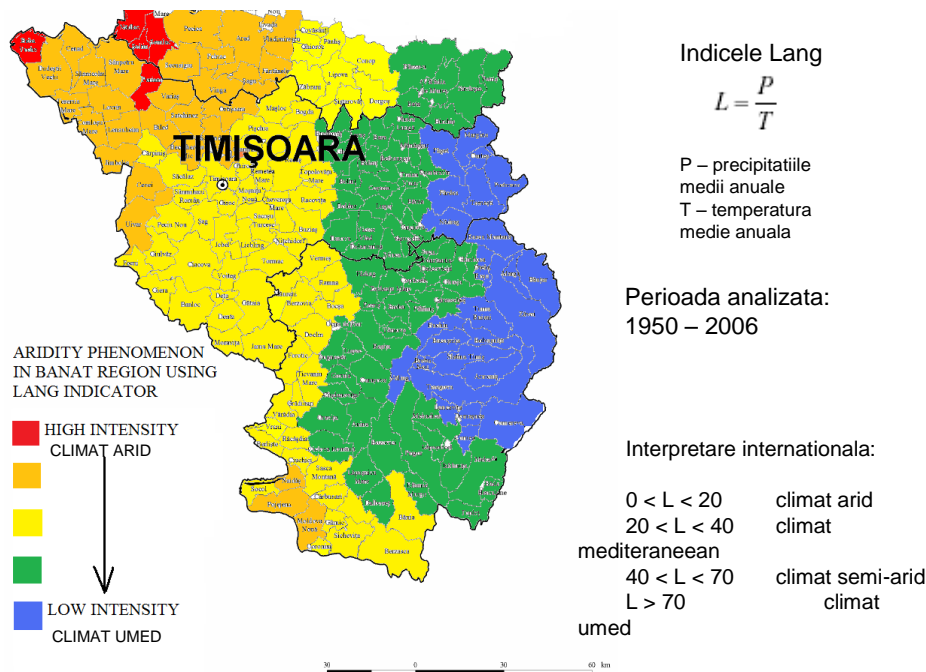


Fig. 1.43 Analiza fenomenului de ariditate din Banat utilizând indicatorul Lang

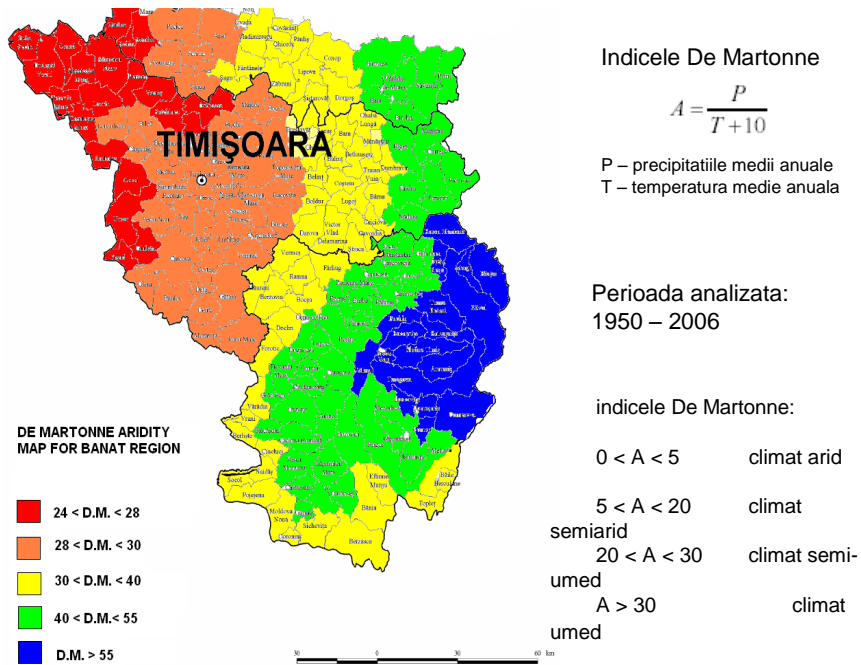


Fig. 1.44 Analiza fenomenului de ariditate din Banat utilizand indicatorul De Martonne

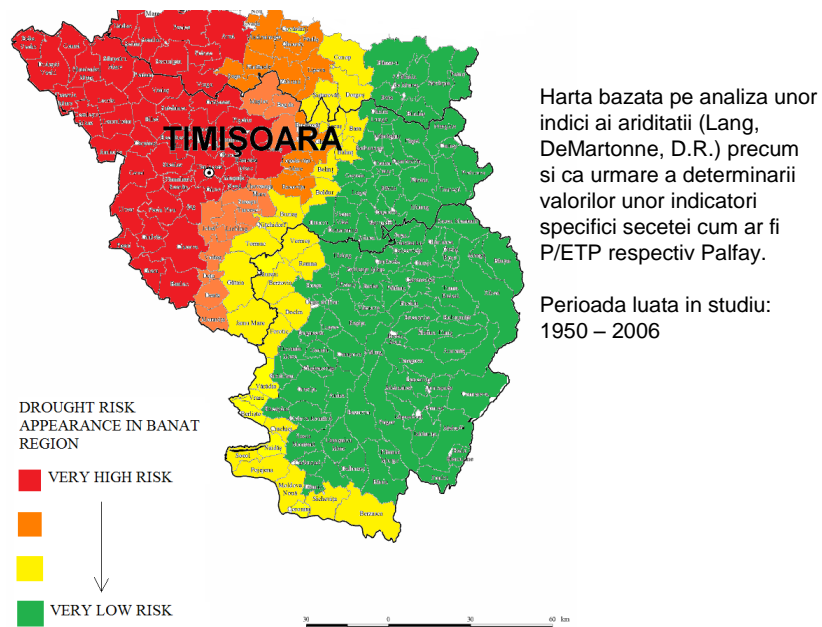


Fig. 1.45 Harta bazata pe analiza unor indici ai ariditatii (Lang, DeMartonne, D.R.) precum si ca urmare a determinarii valorilor unor indicatori specifici secetei cum ar fi P/ETP respectiv Palfay.

1.2.2. Factorii antropici determinanți în apariția și menținerea excesului de umiditate în Câmpia de Vest a României [1, 2, 3]

Activitatea omului în teritoriul menționat a contribuit, în mai multe cazuri, la creșterea efectului produs de inundații sau excesul de apă, atât prin folosirea și lucrarea necorespunzătoare a terenului, cât și prin unele amenajări realizate.

Cei mai importanți factori se consideră următorii:

- Defrișarea unor suprafețe întinse de păduri, din zona superioară a bazinelor hidrografice, începută din secolul trecut, precum și gospodărirea nerațională a fondului forestier prin tăieri rase
- Folosirea și lucrarea necorespunzătoare a terenurilor în pantă: transformarea unor pajiști naturale în terenuri arabile, structura necorespunzătoare a culturilor în care predomină prășitoarele, folosirea unei agrotehnici defectuoase, aratul în lungul pantei etc.
- Folosirea și lucrarea necorespunzătoare a terenurilor agricole: nerespectarea asolamentelor, compactarea terenului prin folosirea utilajelor grele în perioadele cu umiditate ridicată, utilizarea în mică măsură a amendamentelor etc.
- Neîntreținerea corespunzătoare și împotmolirea rețelei de canale de desecare, de ordin inferior, care cade în sarcina unităților deținătoare de terenuri și care reprezintă peste 2/3 din întreaga rețea existentă.
- Introducerea irigațiilor în zonele cu nivelul freatic ridicat, fără luarea în prealabil a măsurilor corespunzătoare pentru controlul apei freatice, aplicarea udărilor în exces și neimpermeabilizarea rețelei de canale.

În Câmpia de Vest – care reprezintă numai o fâșie redusă a mării Depresiuni Panonice – existența frontierei se stat a determinat modificarea condițiilor naturale de scurgere a apelor interne. Pe o lungime de peste 500km au existat numai 14 de guri de traversare a frontierei, ceea ce a impus creerea unei rețele suplimentare de canale și stații de pompare, care să asigure evacuarea apelor interne prin dirijarea lor pe teritoriul României spre cursurile principale. În unele cazuri însă, debitele admise la frontieră pentru râurile care o traversează fac ca o parte din ape să întârzie pe teritoriul nostru și să provoace inundații, deoarece acordurile bilaterale – care reglementează scurgerea apelor în zona hidrotehnicii de frontieră – impun anumite măsuri speciale părții române pentru asigurarea evacuării apelor în râurile de pe teritoriul propriu.

Specificul și influența cauzelor antropice se diferențiază în zonele de câmpie, coline, deal și munte, în raport cu factorii naturali și sociali și cu modul de folosință a terenului, astfel:

- arătura repetată la aceeași adâncime, ducând la formarea unui strat tasat (talpa plugului), care împiedică infiltrarea apei în straturile inferioare, provoacă acumularea apei în exces în stratul arat și la suprafața solului;
- deschiderea de rigole provizorii de scurgere, fără racordarea acestora la canalele de evacuare, provoacă de asemenea, acumulări și băltiri pe anumite suprafețe;
- orientarea greșită a arăturii în raport cu înclinarea terenului constituie, în unele cazuri, piedici în fața scurgerii apei, favorizând acumularea ei la suprafață și în sol, iar în alte cazuri (în terenurile în pantă de la deal) contribuie la amplificarea scurgerii și la apariția inundațiilor și a colmatărilor în terenurile din aval;
- trecerea prea des cu utilaje agricole grele peste terenul de cultură și executarea lucrărilor agricole în perioade cu sol umed, duce la compactizarea acestuia și la crearea condițiilor de apariție și prelungirea excesului de apă în sol și

la suprafața acestuia (fără excepție la toate unitățile agricole din zona de răspândire a lăcoviștilor și smolnițelor);

- executarea nediferențiată în raport cu timpul de sol a arăturilor în câmpiile de piemont și terasă, cu scoaterea la suprafață a orizontului argilo-iluvial, provoacă, de asemenea, compactizarea stratului de la suprafață și stagnarea apei la suprafața acestuia (cu puține excepții, toate unitățile agricole din zona solurilor brun-roșcate, brune, mai mult sau mai puțin podzolite);

- folosirea nerațională a îngrășămintelor, provocând o dispersare a coloizilor, duce, de asemenea, la reducerea permeabilității solului și la stagnarea apei la suprafață (situație foarte frecvent întâlnită în zona solurilor brune în diferite stadii de podzolire);

- nerespectarea rotației culturilor, prevăzută în asolamente, provoacă reducerea porozității solului și contribuie prin aceasta la apariția excesului de apă;

- de asemenea, nerespectarea momentului optim de executare a diferitelor lucrări agrotehnice (arat, semănat, recoltat) și programarea lor în mod mecanic la anumite date calendaristice, indiferent dacă solul poate fi lucrat bine sau nu la aceste date, este una dintre cauzele esențiale de degradare a solului și de apariția excesului de apă;

- exploatarea nerațională a pășunilor, prin pășunat în perioadele cu exces de umiditate, tasând solul, agravează excesul și mărește scurgerea la suprafață, care, la rândul ei, provoacă eroziunea și contribuie la apariția inundațiilor și a colmatărilor;

- folosirea unui număr prea mare de drumuri de exploatare, în zona de câmpie, duce la tasarea solului și la reținerea apei la suprafață, iar tasarea nerațională a acestora în zona de colinde și dealuri, favorizează concentrarea scurgerii de suprafață, eroziunea de adâncime, cu formarea de ogașe și ravene și inundarea și colmatarea terenurilor din aval.

În terenurile de folosință silvică (pădurile) din câmpie, terenurile de regenerare, succesive și progresive sau rase, rădirea pădurii prin tăierea de igienă a unui număr mare de arbori uscați și pregătirea solului prin arătură integrală sau parțială (în benzi), defolierea pădurii din cauza combaterii insuficiente a defolierătorilor, duc la apariția sau intensificarea și prelungirea excesului de apă pe suprafețele respective.

De asemenea, aplicarea tăierilor rase, degradarea pădurii și a pășunilor împădurite prin brăcuiri, delict, și pășunat nerațional, în regiunea de deal și munte, duc la amplificarea scurgerilor de suprafață, inundarea și colmatarea terenurilor din aval (județele Caraș-Severin, Bihor, Satu Mare).

Impactul antropic este deci unul deosebit de nociv prin amploarea sa și impune adoptarea unor măsuri care să-i reducă influența asupra mediului înconjurător, astfel contribuindu-se printre altele și la hidroameliorarea terenurilor afectate de excesul de umiditate.

1.3 Caracteristicile solurilor cu exces de umiditate din punct de vedere ameliorativ [48]

Volumul mare al lucrărilor de desecare din România a necesitat cunoașterea detaliată a solurilor afectate de exces de umiditate. De aceea se impune aprofundarea relațiilor între însușirile pedogenetice ale solurilor cu exces de umiditate și lucrările hidroameliorative.

1.3.1. Criteriile de clasificare a solurilor cu exces de umiditate

Majoritatea clasificărilor solurilor cu exces de umiditate iau în considerație regimul hidric al solului determinat de bilanțul care se realizează între aportul și pierderea apei din sol.

Vilenski (1950) clasifică solurile cu exces de umiditate în:

- a) soluri cu înmlăștinire de suprafață;
- b) soluri cu înmlăștinire freatică cu gleizare parțială în adâncime;
- c) soluri de semimlăștină;
- d) soluri de mlăștină.

În clasificarea solurilor hidromorfe, Chiriță (1955) deosebește:

- a) soluri fitohidromorfe din direcția înmlăștinirii sub asociații vegetale hidrofile de apă dulce;
- b) soluri halohidromorfe din direcția salinizării și desalinizării cu degradare alcalină.

La baza clasificării mlăștinilor și turbelor, Nemcinov (1949), Skrînnikova (1954), Ivanov (1954) iau în considerare caracterul umezirii minerale a acestor soluri de care depinde și bogăția în substanțe nutritive a mlăștinii sau turbei respective. Conform acestor clasificări se disting mlăștini și turbe: eutrofe, oligotrofe și mezotrofe.

Clasificarea lui Muckenhausen (1959) ia în considerare influența apei de suprafață care stagnează în profilul solului, precum și influența apei freactice: pseudogleizarea, respectiv gleizarea. Din expunerea de mai sus a principalelor criterii de clasificare a solurilor cu exces de umiditate, reiese că acestea iau în considerare fie efectul pe care-l produce excesul de apă asupra solului (Vilenski, Muckenhausen), fie caracterul umezirii (Nemcinov, Skrînnikova).

În clasificarea solurilor cu exces de umiditate, Cernescu (1958) ia în considerare sursa de aprovizionare a solului cu apă, direcția de migrare a apei și gradul de umezire a profilului de sol care determină drenajul natural și regimul hidric al solului și implicit însușirile agroproductive ale solului.

Caracterizarea solurilor cu exces de umiditate după gradul de hidromorfie, în raport cu condițiile pedoclimatice, drenajul natural al teritoriului, sursele de umezire și însușirile hidrice, dau posibilitatea pedologului și hidroamelioratorului să judece diferențiat oportunitatea lucrărilor de hidroameliorații.

1.3.2 Caracteristicile ameliorative ale solurilor cu exces de umiditate

Pentru prezentarea caracteristicilor ameliorative ale solurilor cu exces de umiditate din România, s-a întocmit o clasificare genetică în scopuri ameliorative. În cadrul clasificării solurile cu exces de umiditate au fost grupate în două zone pedoclimatice, după deosebirile calitative care apar în regimul umidității de stepă-silvostepă și de pădure. Se ține seamă apoi de sursele și caracterele excesului de umiditate din sol, de însușirile ameliorative ale solurilor, în special ale celor hidrofizice.

În cadrul fiecărei zone pedoclimatice se disting clasele de soluri cu exces de umiditate, după sursa de umezire predominantă: apele de la inundații și scurgerile de pe versanți, umezirea din precipitațiile atmosferice și umezirea freatică. În cadrul fiecărei clase cu exces de umiditate se delimitează seria genetică sau tipurile genetice de soluri.

1.3.2.1 Soluri cu exces de umiditate din zona de stepă și silvostepă

Zona de stepă și silvostepă are indicii de ariditate De Martonne mai mici de 28 – 30, iar suma precipitațiilor atmosferice anuale este sub 550 – 600 mm. În zona de stepă și silvostepă, excesul de umiditate din soluri se manifestă adeseori asociat cu procesul de acumulare a sărurilor în apele freatice și în profilul de sol, și de aceea în aceste zone se manifestă frecvent procesul de salinizare.

a) Clasa solurilor cu exces de umiditate, datorită inundațiilor sau scurgerilor de pe versanți

Astfel de soluri se întâlnesc în luncile râurilor neîndiguite, la baza versanților sau în lunca de sub terasă. Solurile cu exces de umiditate care se încadrează în această clasă sunt soluri aluviale, precum și cele zonale și intrazonale situate la baza pantelor, care primesc un aport suplimentar de apă din scurgerile de pe versanți. În luncă, seria genetică a solurilor cu exces de umiditate este reprezentată prin solurile aluviale gleizate și solurile mlăștinoase de luncă și plaur. Măsurile ameliorative pentru îndepărtarea excesului de apă provocat de inundațiile periodice constau în îndiguirea luncii și executarea unui sistem de desecare sau drenaj (după condițiile pedoameliorative). Lucrările hidroameliorative au rolul să schimbe condițiile de dezvoltare a vegetației hidrofite, să împiedice refacerea ei, să înlăture excesul de umiditate, îmbunătățind regimul aerohidric al solurilor. Deoarece în luncă învelișul de sol este foarte variat (soluri aluviale gleizate, înmlăștinite, salinizate), se înțelege necesitatea aplicării diferențiate a lucrărilor agroameliorative. Pentru reglementarea excesului de umiditate datorit șiroirilor sunt necesare măsuri complexe, care trebuie să reglementeze în primul rând șiroirea de pe versanți, iar apele colectate la baza versanților să fie evacuate în emisar.

b) Clasa solurilor cu exces de umiditate datorit sursei de umezire atmosferice din zona de stepă și silvostepă

Aceste soluri se întâlnesc în locurile depresionare (crovuri, padine), unde solul primește un aport de apă suplimentar, provenit din scurgerile de suprafață. Solurile întâlnite în locurile depresionare în zona de stepă și silvostepă sunt: cernoziomul levigat de depresiune, cernoziomul degradat textural de depresiune, solul brun-roșcat de pădure din depresiuni; aceste soluri au la suprafață un exces de apă temporar, adeseori fără să dăuneze culturilor agricole. De aceea, pe aceste soluri nu sunt necesare lucrările de desecare, decât în cazul când excesul de apă este îndelungat și condițiile orografice ale terenului permit evacuarea apei. Totuși, pentru reglementarea excesului de umiditate prelungit pe solurile formate în crovuri, depresiuni și padine sunt necesare măsuri agroameliorative: adâncirea treptată a orizontului arabil în vederea măririi capacității de reținere a apei în sol, lucrări de subsolaj, arături la cormană, etc.

c) Clasa solurilor cu exces de umiditate datorit umezirii freatice

Această clasă cuprinde seria genetică a solurilor de fâneață sau solurilor freatic umede. Sursa de alimentare cu apă a solurilor de fâneață este freatico-atmosferică, uneori însă cu aport suplimentar de apă datorită scurgerilor de suprafață (când sunt situate în locuri depresionare).

În raport cu adâncimea stratului acvifer și deci și după intensitatea de umezire suplimentară a profilului de sol, seria genetică a solurilor hidromorfe din zona de stepă și silvostepă are următoarele stadii succesive de umezire freatică:

- c1 – cernoziomuri freatic umede de fâneață;
- c2 – soluri cernoziomice de fâneață;
- c3 – soluri de fâneață cernoziomice (semigleice);
- c4 – soluri de fâneață;
- c5 – soluri de fâneață mlăștinoasă;

c6 – mlaștini joase cu fâneță.

Cernoziomurile freatic umede (de fâneță) și solurile cernoziomice de fâneță pot fi considerate soluri cu exces de umiditate temporar, deoarece în comparație cu solurile zonei respective au un aport freatic suplimentar de apă, care umezește profilul de sol în adâncime. La cernoziomurile freatic umede (de fâneță) și la solurile cernoziomice de fâneță predomină caracterele specifice cernoziomului și pot fi considerate ca soluri autohidromorfe.

Solurile de fâneță cernoziomice, solurile de fâneță mlaștinoasă și mlaștinile joase de fâneță sunt soluri hidromorfe propriu-zise, deoarece pe fondul general al profilului de sol predomină caracterele morfologice determinate de excesul de umiditate: gleizarea, înmlăștinirea.

c1) Cernoziomurile freatic umede (de fâneță). Excesul de umiditate în profilul solului este temporar și se manifestă numai în perioadele cu precipitații atmosferice abundente. Apa freatică este situată la 4 – 6 m adâncime, astfel că limita superioară a franjului capilar în perioadele ploioase se situează în partea inferioară a profilului, din care cauză umiditatea pe profil variază între capacitatea de apă capilară și coeficientul de ofilire. În zona franjului capilar umiditatea variază între capacitatea de apă capilară (și chiar capacitatea maximă pentru apă) și intervalul de întrerupere a continuității capilare.

c2) Solurile cernoziomice de fâneță – au apa freatică situată la 3 – 4 adâncime, astfel că periodic franjul capilar asigură o umezire capilar-peliculară în profilul solului. În perioadele ploioase, apa se infiltrează în profil, creând o umiditate capilar-suspendată. Umiditatea în zona franjului capilar variază între capacitatea capilară variază între capacitatea capilară de apă și intervalul de întrerupere al continuității capilare, iar în partea superioară a profilului între capacitatea de apă în câmp (în perioadele ploioase) și coeficientul de ofilire (în perioadele secetoase).

În regim natural, cernoziomurile freatic umede (de fâneță) și solurile cernoziomice de fâneță sunt soluri cu fertilitate ridicată (Florea – 1956, Obrejanu și colab. – 1963) și nu necesită lucrări hidroameliorative speciale care să asigure înlăturarea excesului de umiditate din sol. În Câmpia Bărăganului și în Câmpia de Vest a României, apa freatică de sub cernoziomurile freatic umede (de fâneță) și solurile cernoziomice de fâneță are o mineralizare ridicată, iar în profil se găsesc orizonturi cu acumulări de săruri (Sandu Gh. – 1962). Irigarea acestor soluri situate în sectoarele joase și deci mai slab drenate sau numai a solurilor zonate învecinate duce la ridicarea nivelului freatic și poate provoca ulterior salinizarea stratului superior. De aceea în cazul irigației acestor soluri este necesară drenarea lor, pentru evitarea ridicării apelor freactice mineralizate, iar adâncimea de drenaj trebuie stabilită după valorile adâncimii critice a apelor freactice.

c3) Solurile de fâneță cernoziomice (semilăcoviști cernoziomice) – au apa freatică situată la 2 – 3 m adâncime, iar în perioadele de precipitații abundente aceasta poate ajunge până la suprafața solului. În profilul solului, în perioadele ploioase, franjul capilar interferă frecvent cu curentul descendent al apei.

În timpul secetei, partea inferioară a profilului de sol are o umezire capilar-peliculară. Prezența îndelungată a franjului capilar în această zonă (umiditatea fiind cuprinsă între capacitatea maximă pentru apă și capacitatea capilară) determină gleizarea solului în adâncime.

La solurile de fâneță cernoziomică în orizontul A, apar separații ferimanganice, însă gleizarea apare sub orizontul A; pe măsura apropiării de apa freatică, acest proces se accentuează (Cernescu, 1958).

c4) solurile de fâneță (lăcoviște de stepă) au apa freatică situată la 1 – 1,5 m adâncime; în perioadele secetoase, franjul capilar ajunge frecvent până la

suprafața solului și din această cauză umiditatea pe profil variază între capacitatea maximă și capacitatea de apă în câmp. La solurile de fâneță, gleizarea începe să apară din cuprinsul orizontului Ag (G) și se accentuează în adâncime.

Solurile de fâneță sunt situate în locurile depresionare cu drenare naturală slabă, astfel încât în perioadele ploioase de primăvară excesul de umiditate freatic datorit ridicării stratului acvifer interferează cu apa care stagnează la suprafața solului.

Pe soluri de fâneță sunt necesare lucrări de desecare, în vederea îndepărtării excesului de apă din perioadele ploioase, cauzat de precipitațiile atmosferice și parțial de umezirea freatică. La solurile de fâneță salinizate în adâncime, prin efectuarea lucrărilor de drenare, trebuie evacuate apele freactice mineralizate și evitată ridicarea sărurilor spre suprafața solului.

c5) solurile de fâneță mlăștinoasă se situează obișnuit în locurile cele mai joase cu drenare slabă. Au un orizont humico-turbos A₀ care se continuă în adâncime printr-un orizont de humus A₁. Franjul capilar se situează în tot timpul anului în profilul solului, iar procesul de gleizare apare în orizontul de humus și se accentuează vizibil în adâncime din cauza umezirii freactice permanente. Pe profilul solului, umiditatea, atât în partea superioară a profilului cât și în zona franjului capilar, variază între capacitatea maximă pentru apă și capacitatea de apă în câmp. În perioadele ploioase apele stagnează la suprafața solului.

În raport cu mineralizarea apelor care exercită supraumezirea solurilor de fâneță și de fâneță mlăștinoasă (ape moi, ape dure, ape mineralizate) caracterul lucrărilor hidroameliorative se diferențiază net. Astfel, în cazul solurilor de fâneță și de fâneță mlăștinoasă umezite cu ape moi sau dure, rețeaua de desecare trebuie să asigure evacuarea excesului de umiditate din sol; colectarea și îndepărtarea apelor stagnează și reglementarea nivelului apelor freactice, în scopul asigurării executării în timpul optim a lucrărilor agricole.

La solurile de fâneță și de fâneță mlăștinoasă cu săruri ușor solubile de sodiu, magneziu și cu ape freactice mineralizate, rețeaua de drenaj trebuie să colecteze și să evacueze apele freactice mineralizate în afara perimetrului de ameliorat și să asigure într-o primă etapă – în complex cu alte măsuri, desalinizarea stratului fiziologic al solului și după aceea a întregului profil de sol.

c6) mlaștinile joase de fâneță - În zona de stepă și silvostepă se întâlnesc formațiile de mlaștini joase cu fâneță, cu stuf, cu rogoz și chiar cu unele specii lemnoase: arinul, salcia. Mlaștinile joase cu stuf și cu rogoz sunt puțin răspândite în zona de stepă și silvostepă. Se întâlnesc în văile lipsite de scurgere, iar sursa de umezire este freatică și atmosferică.

1.3.2.2 Soluri cu exces de umiditate din zona de pădure

Zona de pădure are indicii de ariditate mai mari de 28 – 30, iar sumă anuală a precipitațiilor atmosferice depășește 550 – 600 mm. În zona de pădure nu mai apare salinizarea secundară condiționată climatic, se pot întâlni izolat numai sărături reziduale, condiționate în primul rând de conținutul primar de săruri în rocile de solificare (Cernescu și Florea, 1958). În zona de pădure, pe teritoriile slab drenate, pe măsura creșterii intensității de umezire, excesul de umiditate condiționat climatic poate avea un caracter zonal.

În zona pedoclimatică de pădure se deosebesc trei clase de umiditate, după sursa de umezire: apele de inundații și scurgerile de pe versanți și locurile ridicate, umezirea din precipitațiile atmosferice și umezirea freatică.

a) Clasa solurilor cu exces de umiditate datorit apelor de inundații sau scurgerilor de pe versanți. Este reprezentată prin solurile aluviale din zona de pădure (aluviale gleice, soluri dernogleice, turbogleice și turboase de luncă),

precum și de zolurile zonale și intrazonale de la baza versanților, cu aport suplimentar de apă. În această clasă de umezire se încadrează și podzolul de depresiune, care are o sursă suplimentară de umezire – apa provenită din scurgeri.

Principalele măsuri de înlăturare a excesului de umiditate datorat apelor de inundații sunt îndiguirea luncii și măsurile de desecare. Pe solurile de luncă din zona de pădure unde procesul salinizării se poate manifesta numai local, condiționat în primul rând de rocă, rețeaua de desecare trebuie să îndeplinească simultan două roluri : în perioadele de precipitații atmosferice bogate să evacueze excesul de apă, iar în perioadele secetoase, să umezească profilul de sol.

b) Clasa solurilor cu exces de umiditate datorat precipitațiilor atmosferice. Cuprinde o serie genetică largă de soluri: solurile cenușii de pădure pseudogleizate, solurile brun-gălbui de pădure pseudogleizate și solurile dernopodzolice pseudogleizate (Cernescu și Florea – 1962).

În clasa solurilor cu exces de umiditate datorit precipitațiilor atmosferice se încadrează și podzolurile pseudogleice, solurile podzolice pseudogleice slab turboase și solurile podzolice pseudogleice turboase.

Solurile pseudogleizate au orizontul B greu permeabil și un regim de umiditate defectuos (orizontul B este parțial sau total lipsit de permeabilitate), o tasare exagerată, opun rezistență mare la lucrările agricole. Apa din precipitațiile atmosferice supraumezește parțial orizontul A, iar uneori se acumulează la suprafața solului ca apă de băltire.

Pe solurile cu exces de umiditate stagnant, temporar sau prelungit, lucrările agroameliorative aplicate diferențiat sunt suficiente pentru înlăturarea surplusului de apă: arăturile la cormană, subsolaj, adâncimea treptată a orizontului arabil.

c) clasa solurilor cu exces de umiditate freatic. În raport cu adâncimea stratului de apă freatic și caracterele solurilor, seria hidromorfă a solurilor de pădure cu regim freatic percolativ are următoarele stadii succesive : freatic umede (c1), semigleice (c2), soluri gleice (c3), soluri gleice de mlaștină (c4), mlaștini și turbe (c5).

c1) solurile de pădure freatic umede cuprind următoarele tipuri genetice: solurile cenușii de pădure freatic umede, soluri brun de pădure freatic umede și solurile brun-roșcate de pădure freatic umede.

Solurile de pădure freatic umede au apa freatică la adâncimea medie de 2 – 4 m, urcând în perioadele ploioase în profilul solului; asigură o umezire periodică a părții inferioare a profilului.

În zona franjului capilar solurile de pădure freatic umede au umiditatea cuprinsă între capacitatea maximă pentru apă și intervalul de întrerupere al umezirii capilare. La suprafața solului, umiditatea variază între capacitatea de reținere capilară a apei (în perioadele ploioase) și coeficientul de ofilire. De menționat că durata în care solurile de pădure freatic umede au o umiditate corespunzătoare coeficientului de ofilire este în anii prelungit secetoși de numai câteva săptămâni, deci mult mai scurtă în comparație cu solurile freatic umede din zona de stepă și silvostepă. Prezența continuă a franjului capilar la baza profilului solurilor de pădure freatic umede determină formarea unui orizont de glei în adâncime.

Solurile freatic umede din zona solului brun-roșcat de pădure (cu regim hidric alterno-transpercolativ) au caractere corespunzătoare cu cele ale solurilor din zona de stepă și silvostepă (acumulare de humus) și cu cele ale solurilor din zona de pădure (pseudogleizare).

Solurile de pădure freatic umede, pe măsura creșterii umidității climatice, au regimul hidric intens percolativ. În raport cu drenajul natural al solurilor de pădure freatic umede și cu intensitatea umezirii, lucrările de desecare trebuie să asigure

colectarea și evacuarea excesului de apă care stagnează la suprafața solului în perioadele ploioase, asigurând astfel executarea lui în timpul optim a lucrărilor agricole.

c2) solurile semigleice. În timpul anului, adâncimea medie a apei freatice este de 0,8 – 1,5 m, unde se formează un orizont de glei tipic. Franjul capilar se situează în tot timpul anului în profilul solului, iar în perioadele ploioase ajunge până la suprafața solului. Gradul de umezire al profilului spre suprafață variază între capacitatea de apă în câmp și capacitatea de apă capilară, iar în adâncimea între capacitatea maximă și capacitatea de apă în câmp.

În raport cu drenajul natural al solului și cu alcătuirea granulometrică a materialului de solificare, Cernescu (1958) deosebește două grupe de soluri semigleice: fără înmlăștinire de suprafață și cu înmlăștinire periodică de suprafață (soluri amfigleice).

La solurile semigleice neînmlăștinite la suprafață, umiditatea în zona franjului capilar variază între capacitatea de apă în câmp și capacitatea de apă capilară. Orizonturile superioare sunt relativ drenate, astfel că în perioadele ploioase, pe o perioadă de timp scurtă, umiditatea depășește capacitatea de apă în câmp, motiv pentru care gleizarea acestor orizonturi este slabă sau poate lipsi (Cernescu, 1958).

La solurile semigleice, cu drenaj intern slab sau deficient, apa stagnează la suprafața solului și de aceea umiditatea depășește pe o perioadă de timp mai îndelungată capacitatea de câmp pentru apă. De aceea, gleizarea cauzată de apele stagnante sau de apele interne în exces interferă cu gleizarea tipică datorită prezenței stratului freatic. Procesul de gleizare este determinat în acest caz și de stagnarea îndelungată a apei în profilul solului, fie de prezența la mică adâncime a apei freatice.

Pe solurile semigleice și amfigleice este necesară o rețea de desecare care să asigure evacuarea apelor care stagnează frecvent pe suprafața solului în perioadele ploioase, sau după ploile torențiale, precum și interceptarea și evacuarea apelor freatice. Solurile semigleice au un drenaj intern slab și însușiri aerofizice defectuoase și de aceea lucrările de desecare trebuie să asigure și o aerisire în special la suprafața solului.

Pentru ridicarea fertilității solurilor semigleice, pe lângă lucrările de desecare, care constituie principala condiție de ameliorare a acestor soluri, sunt necesare măsuri agroameliorative, agrochimice, etc.

c3) Solurile gleice. Au apa freatică situată la mică adâncime (mai puțin de 0,8 m). Zona franjului capilar ajunge până la suprafață, ceea ce determină o gleizare puternică a solului chiar la suprafață. Umiditatea pe profilul solului variază între capacitatea maximă pentru apă și capacitatea de apă în câmp.

Excesul de umiditate pe solurile gleice are un caracter permanent și de aceea aceste soluri nu pot fi exploatate agricol fără o rețea de desecare sau de drenare care să asigure colectarea și evacuarea apelor în exces în scopul reglementării regimului de apă și, prin aceasta, al regimului termic și de aer. Pe soluri gleice, lucrările agrotehnice trebuie să asigure aerisirea continuă a stratului superior bogat în substanță organică, favorizând în acest fel mineralizarea lui și eliberarea substanțelor nutritive pentru plante.

c4) Solurile gleice de mlaștină. Nivelul apei freatice se găsește în profilul solului, iar în perioadele ploioase urcă până la suprafața solului. Franjul capilar ajunge permanent la suprafața solului, iar umiditatea pe profil variază între capacitatea maximă pentru apă și capacitatea de apă în câmp. Se disting soluri humico-turboase de zăvoaie (soluri humico-turboase gleice), care au apa freatică

aproape de suprafață și frecvent sunt inundate cu apă; ele au un conținut ridicat de humus, iar în adâncime au un orizont de glei.

Solurile gleice de mlaștină sunt folosite fie ca pășuni fie ca fânețe și în cazuri rare sunt luate în cultură. Pentru cultivarea solurilor gleice de mlaștină, sunt absolut necesare măsuri de desecare și drenare, aplicate în complex cu măsuri agroameliorative și agrochimice. Excesul de umiditate atmosferic și freatic are un caracter permanent, astfel că rețeaua de desecare și de drenaj trebuie să asigure și aerisirea solului.

c5) mlaștinile și turbele. Apele stagnează în cea mai mare parte a anului la suprafața solului, iar apa freatică se găsește la mică adâncime. Din această cauză, în profilul solului se menține permanent un exces de umiditate. Umiditatea pe profil variază între capacitatea maximă și capacitatea de apă în câmp. Solurile mlaștinoase au în orizontul A apreciable cantități de substanță organică în diferite stadii de descompunere minerală. După caracterul apelor care alimentează, mlaștinile se clasifică în mlaștini joase, intermediare și înalte (pentru acestea fiind nevoie de o rețea de canale de desecare cu canale dese, evacuarea apelor rezolvându-se ușor în majoritatea cazurilor, dat fiind că ele se dezvoltă pe cumpăna apelor sau pe pante).

Pentru agricultură prezintă interes mlaștinile joase cu rogoz, păpuriș și, în parte, mlaștinile cu aniniș. Pentru evacuarea excesului de umiditate din sol, este necesară o rețea de desecare cu canale dese (datorită capacității slabe de a ceda apa a materiei organice) care să asigure evacuarea apelor în exces în afara perimetrului ameliorat și menținerea apelor freactice la 70 – 100 cm adâncime. Pe măsura acumulării substanței organice, acestea se turbifică și se formează soluri turbogleice, care au orizontul turbos cu grosimea până la 50 cm. După grosimea stratului de turbă, turbele se împart astfel: turbe subțiri când stratul de turbă are o grosime cuprinsă între 50 și 100 cm, cu grosime mijlocie (100 – 200 cm), și turbe groase, când stratul de turbă este mai gros de 200 cm. După condițiile de formare, vegetația specifică și caracterul umezirii, turbele pot fi: joase, intermediare și înalte.

- turbele joase (eutrofe) au o culoare închisă, Umiditatea în exces se datorește apelor freactice bogate în substanțe minerale, apelor de inundații și deluviale care aduc pe turbă un strat de mâl cu un conținut variat de substanțe nutritive și cu o compoziție granulometrică variată. Pop E. (1961) face următoarea clasificare: turbă de trestie, turbă de rogoz și turbă de mușchi frunzoși. Turba de rogoz are cea mai mare capacitate de absorbție pentru apă.

- turbele înalte (oligotrofe) au culoarea dominantă galben-brună. Umiditatea în exces se datorește precipitațiilor atmosferice și capacității mari de reținere a apei de către mușchii *Sphagnum*.

- turbele intermediare se întâlnesc în locurile unde umezirea este freatică și atmosferică.

Înlăturarea excesului de umiditate din turbă se realizează printr-o rețea de canale de desecare superficială care să mențină nivelul apei freactice, în timpul perioadei de vegetație a culturilor agricole, la 50 – 70 cm adâncime. Din această prezentare succintă, reiese gama largă de soluri cu exces de umiditate, care se întâlnesc frecvent în țara noastră.

De aceea, la proiectarea lucrărilor de hidroameliorații este necesar să se țină seamă tot mai mult de proprietățile ameliorative ale solurilor, astfel că lucrările efectuate să contribuie pe deplin la ridicarea continuă a fertilității solurilor și prin aceasta la sporirea producției agricole.

1.3.2.3 Solurile hidrice in Europa. Generalitati [6, 7, 13, 25]

Gleisolurile, cu o suprafață de aproape 220.000 kmp, reprezintă aproximativ 5,3% din resursele de sol ale Uniunii Europene. Gleisolurile sunt abundente la nord

de linia Paris – București, dar pot fi găsite și în țările de la sud pe suprafețe mai mici.

8 unități de sol ale Grupului de Referință a Solurilor sunt prezente în Europa (tabelul 1.5 și figura 1.47).

Tabel 1.5 Tipurile de gleisoluri prezente în Europa

Unități în Grupul de Referință a Solurilor din Europa	Codurile unităților de sol	Suprafața acoperită în kmp
Gleisol calcaric	GLca	9690
Gleisol Distric	GLdy	55085
Gleisol Eutric	GLEu	75653
Gleisol Aplic	GLha	14306
Gleisol Histic	GLhi	3315
Gleisol Humic	GLhu	44035
Gleisol Molic	GLmo	14959
Gleisol Tionic	GLti	2738

Deși gleisolurile calcarice sunt dominante în 5 regiuni din Irlanda, majoritatea lor sunt situate în Franța și Anglia. Majoritatea gleisolurilor districe se află în Irlanda și regiunile vestice ale Marii Britanii. Cu toate acestea, exceptând țările Mediteraneene și cele Balcanice, acest tip de sol poate fi găsit în majoritatea celorlalte țări ale Europei. Tipul eutric este cel mai răspândit dintre solurile gleice fiind concentrat între liniile Paris-București și Glasgow-Helsinki. În timp ce Germania și Franța au toate gleisolurile haplice ale Europei, gleisolurile histiche se află exclusiv în Polonia. Gleisolurile humice urmează linia generală de distribuție a gleisolurilor în Europa, dar sunt absente în statele baltice și Finlanda. Gleisolurile molice sunt dominante în Anglia, Olanda, Polonia, Lituania și România și formează asociații cu alte soluri în Bulgaria, Ungaria, Slovacia, Franța și Danemarca. Gleisolurile tionice pot fi găsite ca și soluri dominante pe coasta Mării Nordice a Germaniei.

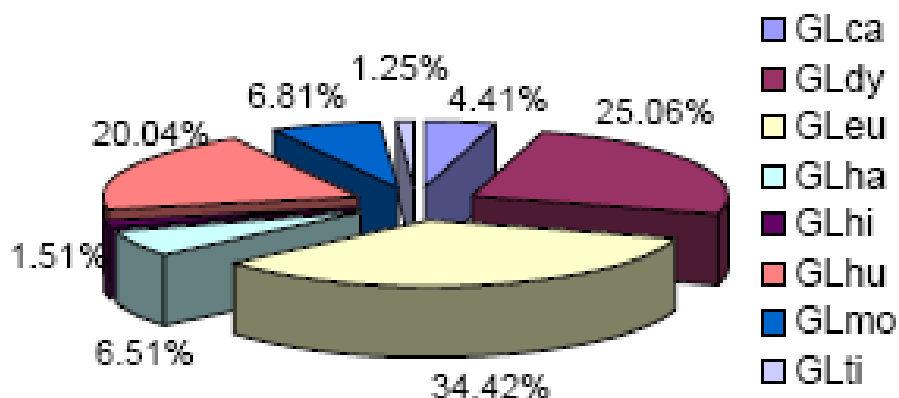


Fig. 1.46 Ponderea diferitelor tipuri de soluri gleice în lume [6]

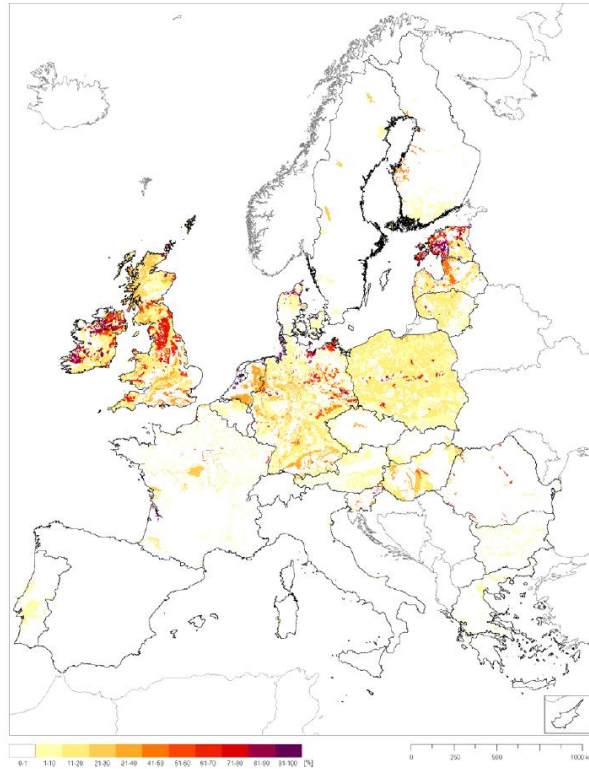


Fig. 1.47 Gradul de raspandire al solurilor gleice in Europa [6]

Referințe generale

Gleisolurile sunt soluri azonale și apar în aproape toate tipurile de climat, în principal în zonele joase unde apa subterană ajunge aproape de suprafață și solul este saturat de către freatic pentru perioade lungi de timp. Gleisolurile se estimează că ocupă la nivel mondial o suprafață de 7,2 milioane kmp.

Condiționate de umiditatea excesivă la adâncime mică, aceste tipuri de soluri prezintă o culoare gleică formată din culori roșiate, maronice și gălbunii în straturile superioare ale profilelor de sol, respectiv combinații gri/albăstrui în adâncime. Principalul obstacol în utilizarea gleisolurilor reprezintă necesitatea instalării unui sistem de drenaj adecvat, proiectat pentru coborârea nivelului freatic sau pentru interceptarea infiltrațiilor și a scurgerii de suprafață. Gleisolurile adecvat drenate pot fi utilizate în agricultură, horticultură sau grădinărit.

Denumiri internaționale pentru gleisoluri sunt: gleizemuri în Rusia, gleice în Germania, luncile, soluri subacvaticice și soluri hidromorfice.

Conceptul de soluri hidrice este unul relativ nou în știința solului, acest term de „sol hidric” fiind fabricat la finalul anilor 1970 pentru a desemna solurile formate în zone umede. Numai din 1980, ca răspuns la creșterea acordată statutului zonelor umede, aceste soluri cu exces sezonier de umiditate au primit suficientă atenție pentru a fi clasificate. Solurile hidrice sunt acele soluri care suportă sau sunt capabile să suporte ecosistemele zonelor umede. În cazul solurilor hidrice drenate, numai îndepărtarea modificărilor hidrologice este suficientă pentru restaurarea condițiilor specifice zonelor umede. Invers, solurile non-hidrice nu sunt capabile să suporte ecosistemele zonelor umede fiind necesare ajustări ample ale proprietăților solului astfel ca să poată fi create zone umede pe soluri non-hidrice.

Solurile hidrice sunt adesea definite ca soluri care s-au format în condiții de saturare cu apă, inundații, revărsări, stagnări de lungă durată a apelor, suficient pentru a se dezvolta condiții anaerobe în partea superioară a profilelor. Aproape toate solurile hidrice prezintă caracteristici morfologice care rezultă din perioade repetate de saturare cu apă sau inundații mai lungi de câteva zile. Saturarea și inundarea în combinație cu activitatea microbiană din sol cauzează o epuizare a oxigenului. Condițiile anaerobe conduc la procese biochimice cum ar fi acumularea de materie organică și reducerea, translocarea și/sau acumularea de fier și alte elemente reductibile. Aceste procese rezultă în caracteristici morfologice care persistă în sol pe durata perioadelor atât umede cât și uscate, devenind utile în special pentru identificarea solurilor hidrice. Indicatorii solurilor hidrice sunt formați predominant de acumularea sau pierderea fierului, magneziului, sulfurilor sau compusilor din carbon.

Hidrologia solurilor hidrice

Solurile hidrice se formează unde apa cu nivel scăzut al oxigenului se acumulează aproape de suprafața solului sau la suprafața solului din cauza faptului că apa nu se poate scurge pe măsura rapidității acumulării. Diferența între volumele de apă care intră și cele care ies din sistem reprezintă valoarea acumulării. Volumele de apă care intră în sistem sunt: P – precipitațiile, F – scurgerea din zonele învecinate, D – descarcarea din nivelul freatic. Debitul de ieșire este format din ET – evapotranspirație, R – scurgerea de pe suprafața solului, I – infiltrațiile în orizonturile inferioare. S reprezintă acumularea de apă în sol.

$$(P+F+D)=(ET+R+I)+(S) \quad (3)$$

Dacă S este suficient de mare pe o perioadă lungă de timp, se vor forma solurile hidrice.

Solurile hidrice se formează în ecosistemele deosebit de complexe ale zonelor umede sub o gamă variată de proprietăți ale solurilor precum textura, conductivitatea hidraulică, densitatea precum și ca urmare a condițiilor climatice și hidrologice respectiv a modificărilor geomorfice.

Ecuatia de mai sus devine astfel foarte greu, dacă nu chiar imposibil, de rezolvat.

Un sol hidric se poate forma astfel în orice material parental. A devenit convenabilă determinarea gradului hidric ca urmare a morfologiei solului respectiv.

1.3.3 Definițiile claselor de drenaj natural [19, 26, 46, 59]

Clasele de drenaj natural se referă la frecvența și durata perioadelor umede în condiții similare cu cele în care s-a format solul. Alterarea umidității solului prin acțiuni antropice precum irigațiile și drenajul nu sunt luate în considerare decât dacă acestea schimbă în mod semnificativ morfologia solului.

Clasele de drenaj natural sunt:

Excesiv drenate – apa este îndepărtată foarte rapid. Apariția apelor libere interne este foarte rară sau la adâncime foarte mare. Solurile sunt în general de textură grosieră și au o conductivitate hidraulică foarte mare sau sunt de adâncime mare.

Aproape excesiv drenate – apa este îndepărtată repede din sol. Apariția apelor libere interne este foarte rară sau la adâncime foarte mare. Solurile sunt în general cu textură grosieră și au o conductivitate hidraulică saturată mare sau au adâncime mică.

Bine drenate – apele se îndepărtează ușor din profilul de sol dar nu rapid. Apariția apelor libere interne este în general la adâncime sau la adâncime foarte mare. Durata anuală nu este specificată. Apa este disponibilă sistemului radicular al

plantelor aproape pe întreaga durată a sezonului de creștere în zonele umede. Umiditatea nu afectează creșterea rădăcinilor pentru perioade importante pe durata majorității sezonului de creștere. Solurile nu prezintă caracteristici redoximorfice care au legătură cu umezeala.

Moderat bine drenate – apa este îndepărtată din sol ceva mai încet în unele perioade din an. Apele interne libere apar în general la adâncimi moderate și au caracter tranzitoriu spre permanent. Solurile sunt umede numai pentru scurte perioade de timp în zona stratului radicular pe timpul sezonului de creștere dar suficient de mult astfel ca unele culturi (mezofitice) să fie afectate. În general au o conductivitate hidraulică saturată scăzută sau moderat scăzută în straturile până la 1m adâncime, în straturile care primesc periodic acestea primind cantități mari de precipitații sau în cazuri cu ambele caracteristici.

Relativ slab drenate – apa este îndepărtată încet astfel încât solul este umed și la adâncime pentru perioade importante de timp pe durata sezonului de creștere. Apele interne libere apar la adâncimi moderate până la adâncimi mici și au un caracter tranzitoriu până la permanent. Umiditatea împiedică creșterea plantelor mezofite în cazul în care nu se asigură un drenaj artificial. Solurile au în general una din următoarele caracteristici: conductivitate hidraulică saturată scăzută sau foarte scăzută, nivel freatic ridicat, surplus de apă din infiltrații sau precipitații aproape continue.

Slab drenate – apa este îndepărtată atât de încet din sol încât solul este umed la adâncimi mici periodic pe durata sezonului de creștere sau rămâne umed pentru lungi perioade de timp. Apariția apelor libere se produce la adâncimi mici sau foarte mici și reprezintă un fenomen comun sau persistent. Apa liberă este în mod obișnuit la suprafață sau aproape de suprafața solului suficient de mult pe durata sezonului de creștere astfel că plantele mezofitice nu se pot dezvolta decât dacă solul este drenat artificial. Apa liberă la adâncimi mici este de obicei prezentă. Nivelul freatic la aceste adâncimi este rezultatul combinat al unei conductivități hidraulice în stare saturată mică sau foarte mică, precipitații aproape continue, combinații ale acestor fenomene.

Foarte slab drenate – apa este îndepărtată din sol atât de încet încât apele libere rămân la suprafață sau foarte aproape de suprafața solului pe perioada sezonului de creștere. Apariția apelor libere interne se produce la suprafață și are caracter persistent spre permanent. Plantele mezofitice nu se pot dezvolta fără drenaj artificial. Solurile sunt în general plate sau cu depresiuni și în mod frecvent prezintă fenomenul de băltire. Dacă precipitațiile sunt bogate sau aproape continue, gradientul pantelor poate avea valori mari.

1.4 Importanța lucrărilor de desecare-drenaj [19, 26, 46, 58]

Drenajul este un instrument crucial for obținerea și practicarea unei agriculturi durabile pentru zonele irigate și neirigate de pe tot cuprinsul planetei. În zonele aride și semi-aride, unde irigația este indispensabilă pentru dezvoltarea agriculturii, drenajul poate preveni stagnarea apei în zona stratului radicular unde nivelul freatic se ridică, aproape de suprafața terenului, rezultat al practicării unei irigații intensive însoțită de un drenaj natural insuficient. Drenajul poate preveni sau reduce salinizarea zonei radiculare rezultată din creșterea capilară a nivelului freatic precum și ca urmare a aplicării sărurilor odată cu apa de irigații.

În zonele umede și sub-umede tropice, excesul de apă din precipitații și inundații cauzează scăderea producțiilor agricole și reduc posibilitățile fermierilor în alegerea tipurilor de cultură. Drenajul și controlul inundațiilor sunt esențiale pentru o agricultură sustenabilă și productivă necesară creșterii prosperității populației rurale. Sistemele hidroameliorative amintite vor minimiza riscul pierderii de vieți omenești prin dezastre naturale.



Fig. 1.48, 1.49, 1.50 Exces de umiditate pe terenurile agricole

În zonele temperate, beneficiile drenajului au fost recunoscute pe deplin. Drenajele au reușit îmbunătățirea funciară a zonelor cu fenomene de stagnare a apei și au optimizat condițiile de creștere pentru culturile agricole. Beneficiile drenajului au fost deja substanțial aplicate dar este important ca și în continuare să fie descoperite, adoptate și dezvoltate noi tehnologii în acest domeniu.

1.4.1 Efectele excesului de apă asupra solului și plantelor cultivate

Excesul de umiditate de la suprafața solului și din sol influențează în mod negativ atât evoluția solurilor cât și creșterea și dezvoltarea plantelor. Astfel, pe solurile cu exces de umiditate volumul de apă din sol fiind foarte ridicat se reduce în mod corespunzător gradul de aerare a solului. Aerația insuficientă a solului încetinește procesele de oxidare și favorizează procesele bacteriene anaerobe, fapt care nu asigură descompunerea și mineralizarea totală a materiei organice, dând naștere la fenomene de reducere care au ca rezultat gleizarea și pseudogleizarea solurilor.

Procesul de gleizare se întâmplă pe solurile în care excesul de umiditate se datorește apei freatică aflată la mică adâncime. Dacă apa freatică este moderat sau puternic mineralizată, în zona secetoasă sau subumedă, procesul de gleizare este însoțit și de salinizarea sau alcalinizarea solurilor.

Când excesul de apă se datorește acumulării apei din precipitații în profilul de sol deasupra unui orizont impermeabil are loc pseudogleizarea solului.

Procesele de gleizare și pseudogleizare provoacă compactarea excesivă a solului, fapt care reduce în mare măsură permeabilitatea acestuia. Compactarea solurilor cu exces de umiditate se datorește și degradării structurii, fenomen înregistrat pe solurile cu apa freatică la 0,4 – 0,6 m adâncime. (Hooghoudt, 1952).

Pe de altă parte, fenomenele de reducere exercită o influență defavorabilă asupra compușilor asimilabili ai azotului, fosforului, fierului și sulfului care sunt imobilizați sub formă de compuși organici insolubili în apă și deci inaccesibili plantelor. Astfel, fosfații asimilabili se fixează sub formă de fosfați de fier, aluminiu și mangan, iar nitrați nu numai că nu se formează, ci chiar dispar total prin folosirea azotului nitric de către microorganismele anaerobe, cât și prin reducerea lor până la azot elementar.

Un bun drenaj favorizează descompunerea materiei organice de către microorganismele aerobe, fenomen care are ca rezultat formarea de compuși de N și P asimilabili de către plante.

Goor, 1974, arată că atunci când nivelul freatic se află la 150 cm adâncime azotul asigurat de sol se ridică la 150 kg N pe hectar, în timp de la adâncimea apei freactice de 40 cm, cantitatea de azot se reduce la 60 kg pe hectar. Se precizează că pentru coborârea nivelului freatic cu un cm se câștigă 1 kg N/ha.

Solurile cu exces de umiditate sunt mai reci, deoarece apa necesită de 5 ori mai multă căldură pentru a-și ridica temperatura decât un sol uscat. Deci, un sol cu circa 50% umiditate necesită de 2,5 ori mai multă căldură pentru a se încălzi decât un sol uscat. Răcirea se mai produce și ca urmare a evaporării mult mai intense. Din această cauză aceste soluri nu se pot însămânța în epoca optimă, iar lucrările de pregătire a terenului și de întreținere a culturilor se fac cu întârziere și de o calitate inferioară.

Înrăutățirea aerăției solului influențează în mod nefavorabil nu numai proprietățile solului ci și creșterea și dezvoltarea plantelor.

Apa în exces nu permite înlocuirea CO₂ format de rădăcinile plantelor sau alte organisme de către oxigenul din atmosferă. Lipsa oxigenului stânjenește dezvoltarea sistemului radicular, reduce capacitatea de absorbție pentru apă și substanțe nutritive a solului. Cel mai puternic este afectat sistemul radicular. Cele mai multe plante nu-și dezvoltă sistemul radicular sub nivelul apei freactice. Dacă nivelul apei freactice este ridicat, plantele își dezvoltă un sistem radicular superficial, rădăcinile sunt mai scurte și uneori îndreptate înspre suprafața solului, de aceea sistemul radicular explorează un volum mai mic de sol, înrăutățindu-se aprovizionarea plantelor cu elemente nutritive, iar vara, când nivelul apei freactice scade, pot suferi chiar și de secetă. Această situație se întâlnește frecvent în condițiile țării noastre, deoarece nivelul apei freactice este ridicat la sfârșitul primăverii și începutul verii, când plantele în condiții normale își dezvoltă sistemul radicular și scade vara, când plantele încep să sufere de lipsă de apă și astfel producția se reduce.

Fluctuarea nivelului apei freactice afectează și mai serios sistemul radicular, deoarece prin ridicarea nivelului apei se îndepărtează oxigenul din spațiul lacunar și se acumulează bioxidul de carbon, fapt care face ca respirația rădăcinilor să devină din aerobă anaerobă și ca urmare, în sol, se acumulează produse toxice iar sistemul radicular se dezvoltă anormal sau poate chiar pieri.

Condițiile excesive de umiditate favorizează atacul diferitelor boli ale rădăcinilor, în special a putregaiurilor rădăcinilor.

Sistemul radicular fiind puternic afectat de excesul de umiditate, plantele nu se pot dezvolta normal deoarece absorbția apei și a substanțelor nutritive precum și transpirația sunt reduse, iar fructificarea este stânjenită și în final producția se reduce sau poate compromite total cultura.

1.4.2 Efectele desecării-drenajului asupra solurilor și plantelor cultivate

Efectele favorabile ale desecării drenajului se manifestă în primul rând prin îmbunătățirea aerisirii solului, prin care se ameliorează și regimul termic, se favorizează procesele biochimice de oxidare și se asigură condiții normale pentru activitatea microorganismelor din sol. Are loc și o îmbunătățire simțitoare a proprietăților fizice și hidrofizice ale solului, concretizată prin creșterea densității aparente, mărirea porozității, îmbunătățirea structurii și ridicarea permeabilității.

Plantele pe terenurile desecate-drenate își dezvoltă un sistem radicular normal, solul absoarbe o cantitate mai mare de apă, compușii azotului și fosforului sunt transformați în compuși asimilabili pentru plante, toate acestea contribuind la

obținerea de recolte mari. Prin drenaj se combat buruienile specifice solurilor cu exces de umiditate, se asigură prevenirea unor boli și dăunători.

Sporirea producției se realizează și pe seama posibilităților de a executa lucrările de pregătire a solului, însămânțare și recoltare în condiții optime și la timp.

Efectul desecării-drenajului crește dacă în același timp se aplică și o serie de măsuri agrotehnice adecvate ca: aplicarea de amendamente, îngrășăminte organice și minerale, afânarea adâncă, etc.

1.5 Clasificarea lucrarilor de desecare-drenaj [41, 46, 59]

Drenajul („drainage” în limba engleză) cuprinde două etape pentru eliminarea excesului de umiditate:

Etapa 1: **Desecarea** – În această etapă se realizează evacuarea apelor de suprafață (peste 90%) cu ajutorul rețelelor de canale de diferite ordine.

Etapa 2: **Drenajul propriu zis** – În a doua etapă se coboară nivelul freatic.

Drenajul, ca măsura de combatere a excesului de umiditate, poate fi clasificat în funcție de originea apelor ce produc excesul, astfel:

Drenaj de suprafață, cuprinzând:

- canalele deschise
- afânarea
- modelarea
- nivelarea

Drenaj de subsuprafață, cuprinzând:

- drenajul cârțiță
- drenajul cârțiță plus afânarea adâncă

Drenaj de adâncime, cuprinzând:

- drenajul orizontal închis cu tuburi de ceramică sau plastic
- drenajul încrucișat
- drenajul vertical.
- drenaj orizontal controlat

Drenaje speciale:

- drenaje orizontale cu rol special:
 - drenaje de ventilare;
 - drenaje cu amplasare neregulată;
 - drenaje pentru desecarea terenurilor cu izvoare;
 - drenaje pentru desecarea terenurilor ocupate de parcuri, pepiniere și livezi;
 - drenaje pentru consolidarea terenurilor alunecătoare;
- drenaje cu amplasare verticală – prin pompare, prin reglare directă și prin puțuri absorbante
 - drenajul prin puțuri de pompare și drenuri radiale;
 - drenajul prin puțuri absorbante
- drenaje de protecție pentru centre populate, șantiere, gropi de fundație, ș.a.
 - drenaje cu filtre aciculare și electrodrenajul
 - drenaje pentru protecția gropilor de fundație
- drenaje pentru epandaj.

Trebuie menționată existența în practica drenajului a unor amenajări reversibile de drenaj și subirigație (în literatura de specialitate din străinătate sub

denumirea de drenaj controlat) care asigură în perioadele de exces de umiditate evacuarea apei, iar în perioadele de deficit completarea prin subirigație a cantității de apă necesare.

Conform Oosterbaan, sistemele de desecare-drenaj se clasifică în două categorii principale: sisteme de drenaj în câmp (interne) și sisteme de drenaj principale (externe). Rolul sistemului de drenaj în câmp este de a controla nivelul freatic, pe câtă vreme funcția sistemului de drenaj principale este aceea de a colecta, transporta și evacua apa prin guri de scurgere sau revărsare. Sistemele de drenaj în câmp sunt diferențiate în sisteme de drenaj de suprafață și de subsuprafață. Sisteme de suprafață se împart la rândul lor în sisteme obișnuite respectiv sisteme de verificare-control. Sistemele obișnuite (regulare) intră în funcțiune imediat ce apare un exces de apă din ploii sau irigații și funcționează în întregime prin gravitație. Ele sunt formate din lucrări de nivelare și modelare ale suprafeței terenului și pot fi împărțite în:

- sisteme plane, folosite pe terenuri plane pentru culturi agricole altele decât orezul
- sisteme în pantă, folosite pe terenuri cu diferite pante și cu folosințe agricole (cu excepția orezului).

Sistemele de control au în componența lor porți de control – stăvilare – amplasate în banchetele care închid bazine plane de tipul celor utilizate la câmpurile de orez. Aceste câmpuri sunt de obicei înecate și trebuie drenate doar în anumite ocazii.

Drenajul în câmp, de subsuprafață, este format din canale în debleu cu pantă redusă. Deasemenea, mai poate fi compus din rigole deschise, tuburi de drenaj îngropate, drenuri cârțiță, puțuri. Canalele descarcă apa lor într-un colector sau sistem principal prin gravitație sau prin pompare. Puțuri evacuează prin pompare dar există și situații în care aceste puțuri se leagă la drenuri și în acest caz descărcarea se face gravitațional. În unele cazuri, drenajul de subsuprafață poate fi realizat ușor prin spargerea stratului ușor permeabil prin subsolaj pentru a demonstra că subteranul are un drenaj natural suficient. O combinație de subsolaj cu drenaj de subsuprafață se poate constitui într-o soluție viabilă.

Drenajul de subsuprafață prin puțuri este denumit de obicei drenaj vertical iar drenajul cu rigole, canale ca și drenaj orizontal. Oosterbaan propune însă folosirea denumirilor de drenaj în câmp cu puțuri și respectiv drenaj în câmp cu rigole și tuburi. Drenajul de subsuprafață se practică atunci când drenajul natural în adâncime este insuficient pentru a preveni saturarea cu apă precum și nivelele freactice foarte ridicate. După instalarea drenajului de subsuprafață, nivelul mediu al freaticului va fi coborât și din timp în timp un debit descărcat va apărea în sistem. Din cauza coborârii nivelului freatic, stratul de sol de deasupra acestuia va deveni mai uscat decât înainte. Acest fapt creează o facilitate pentru încărcarea temporară cu apă în timpul perioadelor cu precipitații bogate. Oportunitatea acumulării va acționa ca un burete astfel că încărcările foarte mari se transformă în încărcări relativ lente. Fără acest sistem artificial de drenaj, buretele nu ar fi prezent și scurgerea de suprafață ar deveni foarte rapidă. Astfel, sistemul a realizat o reducere a vârfului intensității scurgerii de suprafață: apa nu este îndepărtată rapid ci relativ încet pe o perioadă mai îndelungată de timp. Când, în plus, sistemul de drenaj este instalat la o adâncime destul de superficială, el nu va acționa continuu iar volumul evacuat va fi relativ scăzut, apa fiind păstrată pentru perioade cu reîncărcare redusă. În sistemele de drenaj cu evacuare prin pompare, același efect poate fi obținut prin restricții la sistemele de pompare.

Cu sistemul de drenaj de suprafață (desecare) se poate obține un efect similar celui anterior dar la un nivel mai redus. Sistemele de desecare sunt folosite când problemele de drenaj apar la suprafața solului. Dacă suprafața solului este modelată astfel încât apa să poată curge pe o pantă ușoară dar sigură, suprafața nu va fi saturată iar capacitatea de infiltrație a solului va crește.

În timpul unei perioade cu precipitații intensive, o mare parte din ploaie poate fi acumulată în sol cu un drenaj de suprafață decât fără el. Aceasta conduce la o reducere a scurgerii totale de suprafață și, posibil, la o atenuare a intensității acesteia. Cu toate acestea, atenuarea efectului cu ajutorul unui sistem de desecare nu este atât de clară precum în cazul folosirii unui sistem de drenaj de subsuprafață, deoarece apa se scurge mai repede la suprafață decât în adâncime și acest lucru poate reduce sau anula avantajele oferite de creșterea capacității de acumulare. De aceea, este recomandabil să se evite modelări „drastice” ale suprafeței solului în scop de desecare. Sistemul de drenaj principal este format din colectoare de adâncime sau de suprafață și drenuri principale sau de dispunere. Colectoarele de adâncime sunt necesare drenajului de subsuprafață, colectoarele superficiale de suprafață sunt folosite pentru drenajul de suprafață din câmp (desecare). Colectoarele de adâncime pot descărca apa lor în drenuri principale de adâncime (drenuri care nu primesc apa direct din drenuri absorbante ci doar din colectoare) sau pot fi pompate într-un dren de dispunere. Drenurile de dispunere sunt drenuri principale în care adâncimea nivelului apei sub suprafața solului nu este limitată la minim, nivelul apei putând fi chiar deasupra suprafeței solului, cu condiția ca rambleele să fie realizate pentru prevenirea inundațiilor. Drenurile de dispunere pot servi ambelor tipuri de sisteme de drenaj (suprafață și subsuprafață). Drenurile principale de adâncime pot deveni gradual drenuri de dispunere dacă au un gradient mai mic ca și panta terenului în jurul drenului. Punctul final al unui sistem de drenaj principal este gura de scurgere gravitațională sau stația de pompare. Criteriile tehnice aplicabile sistemului de drenaj principal depind de situația hidrologică și de tipul sistemului.

O altă clasificare este dată de Departamentul de Agricultură al Statelor Unite, Serviciul de Conservare al Resurselor Naturale. În Capitolul 14 al Manualului Inginerului, capitol dedicat drenajelor, tipurile de sisteme de drenaj sunt:

- **drenaj de suprafață:** îndepărtarea excesului de apă prin crearea unei pante continue către un emisar sau prin pompare. Poate fi completată prin rigole și canale deschise, lucrări de nivelare-modelare, etc.

- **drenaj de subsuprafață:** Drenajul de subsuprafață reprezintă îndepărtarea excesului de umiditate din profilul de sol. De asemenea are un rol important în menținerea unei balanțe a sărurilor prin care să se evite sărăturarea profilului de sol. Pot fi utilizate pentru acest tip de drenaj tuburile din plastic, ceramică sau beton, de asemenea și drenajul cârțiță.

Canalele și rigolele deschise realizate la o adâncime adecvată și într-o locație potrivită pot fi și ele folosite în tehnica drenajului de subsuprafață.

- **drenaj de interceptie:** Este reprezentat de canale și rigole deschise sau din conducte îngropate aflate perpendicular pe direcția de scurgere a apei subterane. În general sunt instalate/localizate la baza unor pante pentru interceptarea scurgerii.

- **managementul nivelului freatic:** Sistemele de control al nivelului freatic pot reprezenta o alternativă la principalul scop al instalării unui sistem de drenaj. Condiția de bază este aceea de a instala structuri operaționale de control al nivelului freatic la o anumită adâncime. Structura unui astfel de sistem poate avea complexități din cele mai diferite.

- **drenaj prin pompare:** Pompele sau stațiile de pompare pot avea multe aplicații în cadrul unui sistem de drenaj. Pompele pot reprezenta unul din modurile de evacuare al apei atunci când condițiile din teren nu permit evacuarea gravitațională a acestora. De asemenea ele mai pot fi folosite în cadrul sistemelor de management al nivelului freatic, sisteme reversibile cu rol de drenaj – subirigare.

Se observă deci existența mai multor criterii de clasificare pe plan național și internațional. Toate însă se bazează pe experiența acumulată în timp dar și pe caracteristicile zonei și nivelul științific atins.

1.6 Legislația românească în vigoare din domeniul lucrarilor de îmbunătățiri funciare [34]

La ora actuală legislația românească din domeniul îmbunătățirilor funciare se sprijină în principal pe Legea 138/2004 cu completările ulterioare. Conform acestei legi, îmbunătățirile funciare au ca obiective:

a) asigurarea protecției terenurilor de orice fel și a oricăror categorii de construcții față de inundații, alunecări de teren și eroziuni, precum și protecția lacurilor de acumulare împotriva colmatării și regularizarea cursurilor de apă;

b) asigurarea unui nivel corespunzător de umiditate a solului, care să permită sau să stimuleze creșterea plantelor, incluzând plantațiile vitipomicole, culturile agricole și silvice;

c) asigurarea ameliorării solurilor acide, sărăturate și nisipoase, precum și protecția împotriva poluării.

Amenajările de îmbunătățiri funciare ca lucrări hidrotehnice complexe și agropedameliorative se realizează în scopul prevenirii și înlăturării acțiunii factorilor de risc – secetă, exces de apă, eroziunea solului și inundații, precum și a poluării – pe terenurile cu orice destinație, indiferent de proprietar. Acestea contribuie la valorificarea capacității de producție a terenurilor și a plantelor, precum și la introducerea în circuitul economic a terenurilor neproductive.

Amenajările de îmbunătățiri funciare cuprind următoarele categorii de lucrări:

a) îndiguiri și regularizări ale cursurilor de apă de interes local prin care se asigură, în principal, protecția terenurilor și a oricăror categorii de construcții împotriva inundațiilor, surse locale de apă și emisari pentru scurgerea apelor;

b) amenajări de irigații și orezării prin care se asigură aprovizionarea controlată a solului și a plantelor cu cantitățile de apă necesare dezvoltării culturilor și creșterii producției agricole. Aceste amenajări cuprind lucrări de captare, pompare, transport, distribuție și evacuare a apei și, după caz, lucrări de nivelare a terenului;

c) amenajări de desecare și drenaj, care au drept scop prevenirea și înlăturarea excesului de umiditate de la suprafața terenului și din sol, în vederea asigurării condițiilor favorabile de utilizare a terenurilor. Aceste amenajări cuprind lucrări de colectare, de transport și de evacuare în emisar a apei în exces;

d) lucrări de combatere a eroziunii solului și de ameliorare a terenurilor afectate de alunecări, prin care se previn, se diminuează sau se opresc procesele de degradare a terenurilor. Aceste amenajări cuprind lucrări pentru protecția solului, regularizarea scurgerii apei pe versanți, stingerea formațiunilor torențiale, stabilizarea nisipurilor mișcătoare;

e) amenajări pedoameliorative pe terenurile sărăturate, acide și pe nisipuri, pe terenurile poluate, inclusiv cu reziduuri petroliere, cu halde de la exploatarea miniere, pe alte terenuri neproductive, cuprinzând și lucrările de nivelare-modelare, de scarificare, de afânare adâncă, rigole și șanțuri de scurgere a apei, arăturile în benzi cu coame, udările de spălare a sărurilor, aplicarea de amendamente, precum și îngrășăminte, în scopul valorificării pentru agricultură și, după caz, pentru silvicultură;

f) perdele forestiere de protecție a terenurilor agricole și plantații pentru combaterea eroziunii solului;

g) alte soluții tehnice și lucrări noi, rezultate din activitatea de cercetare.

Realizarea amenajărilor de îmbunătățiri funciare la nivel național are loc pe baza programelor și strategiei sectoriale, iar la nivel local, conform nevoilor autorităților publice locale, a persoanelor juridice sau fizice interesate, pe baza programelor zonale și locale de amenajare a teritoriului. Proiectarea, executarea și exploatarea amenajărilor de îmbunătățiri funciare se fac în corelare cu lucrările de gospodărire a apelor, hidroenergetice, silvice, de gestionare a căilor de comunicație, în acord cu interesele proprietarilor de terenuri și cu documentațiile de urbanism și de amenajare a teritoriului, ținând seama de cerințele de protecție a mediului, supunându-se desigur principiilor managementului integrat al apei.

Legea 138/2004 are ca scop:

a) reglementarea regimului juridic al proprietății și folosinței infrastructurii de îmbunătățiri funciare și a terenului aferent, precum și mecanismele de dobândire și/sau transmitere a dreptului de proprietate, administrare sau folosință asupra acestei infrastructuri;

b) instituirea cadrului de reglementare a înființării și funcționării Administrației Naționale a Îmbunătățirilor Funciare, denumită în continuare *Administrație*, persoană juridică română de interes public național în sectorul îmbunătățirilor funciare, care desfășoară activitățile prevăzute de prezenta lege;

c) reglementarea înființării și funcționării organizațiilor de îmbunătățiri funciare și a federațiilor de organizații de îmbunătățiri funciare în vederea desfășurării activităților de îmbunătățiri funciare atât în interesul membrilor lor, cât și în interesul public;

d) stabilirea serviciilor prestate de Administrație organizațiilor de îmbunătățiri funciare și federațiilor de organizații de îmbunătățiri funciare și mecanismele de finanțare a acestor activități;

e) stabilirea atribuțiilor autorității publice centrale, denumită în continuare *ministerul*, care coordonează elaborarea strategiei și politicilor în sectorul îmbunătățirilor funciare;

f) stabilirea principiilor reorganizării Societății Naționale "Îmbunătățiri Funciare" – S.A.;

g) stabilirea sancțiunilor care se aplică în cazul încălcării prevederilor prezentei legi.

Principiile care stau la baza realizării obiectivelor îmbunătățirilor funciare sunt următoarele:

a) exploatarea echitabilă a amenajărilor de îmbunătățiri funciare, sistemelor de irigații sau desecare și drenaj și a lucrărilor de apărare împotriva inundațiilor și combatere a eroziunii solului pentru asigurarea protecției intereselor tuturor beneficiarilor;

b) consultarea și, după caz, implicarea beneficiarilor, organizațiilor neguvernamentale și a altor reprezentanți ai societății civile în luarea deciziilor în scopul promovării adoptării raționale, eficiente și transparente a acestora;

c) realizarea, în principal, de către proprietarii de teren, individual sau prin organizațiile de îmbunătățiri funciare sau federațiile de organizații de îmbunătățiri funciare a exploatării, întreținerii și reparațiilor amenajărilor de îmbunătățiri funciare situate pe terenurile pe care le dețin, inclusiv a lucrărilor de reabilitare, executare de investiții și suportarea costurilor acestor activități; statul intervine prin Administrație și prin alocarea de fonduri de la bugetul de stat în completarea surselor proprii ale Administrației sau ale beneficiarilor amenajărilor declarate de utilitate publică, în cazurile în care proprietarii de teren nu pot desfășura ei înșiși activități de îmbunătățiri funciare;

d) exploatarea amenajărilor de îmbunătățiri funciare astfel încât să se prevină folosirea ineficientă a apei, excesul de umiditate, eroziunea și poluarea solului și să se promoveze protecția mediului în conformitate cu standardele de mediu.

Conform legislației menționate, lucrările de desecare-drenaj își propun să redea agriculturii terenurile neproductive prin îndepărtarea excesului de umiditate. Multă vreme însă nu s-a ținut cont de habitatele formate în jurul acestor arii umede aducându-se prejudicii grave lanțurilor trofice existente. Numeroase zone cu exces de umiditate (mlaștini, luncile neîndiguite ale râurilor) au suferit modificări antropice până ce au fost supuse unui regim de protecție.

1.7 Zonele umede [28, 44]

La nivel european, pe baza principiilor dezvoltării durabile, au fost adoptate numeroase directive care reglementează administrarea și regulile de exploatare a acestor zone. Din legislația europeană existentă putem menționa: Convenția asupra zonelor umede, de importanță internațională, în special ca habitat al păsărilor acvatice încheiată la Ramsar la 2 februarie 1971, sub egida UNESCO, amendată prin Protocolul de la Paris din 3 decembrie 1982, România aderând la ea prin LEGEA nr. 5 din 25 ianuarie 1991, Convenția privind conservarea vieții sălbatice și a habitatelor naturale din Europa, adoptată la Berna la 19 septembrie 1979, și transpusă în legislația românească prin LEGEA nr. 13 din 11 martie 1993, Convenția privind diversitatea biologică, semnată la Rio de Janeiro la 5 iunie 1992, la care România a aderat prin LEGEA nr. 58 din 13 iulie 1994. Tot în domeniul protecției mediului (privind inclusiv regimul ariilor protejate umede), în România a fost adoptată Ordonanța de Urgență a Guvernului 195/2005.

Convenția asupra zonelor umede (Ramsar, Iran, 1971) reprezintă un tratat interguvernamental a cărui misiune este "conservarea și utilizarea înțeleaptă a tuturor zonelor umede prin acțiuni locale, regionale și naționale și prin cooperare internațională, ca și o contribuție către obținerea dezvoltării durabile în lume". Până decembrie 2006, 153 de națiuni au aderat la această Convenție ca și părți contractante și peste 1600 zone umede din întreaga lume, acoperind mai mult de 145 milioane hectare, au fost desemnate pentru includerea lor în Lista Ramsar a Zonelor Umede de Importanță Internațională.

Conform definiției Convenției, zonele umede include o varietate largă de habitate precum mlaștinile, terenuri turboase, zone inundabile, râuri și lacuri, precum și zonele costiere (mlaștini de apă sărată, zonele cu mangrove și iarbă de mare), recifurile de corali și alte zone marine nu mai adânci de 6 metri la reflux, dar și zonele umede create de om precum rezervoarele (de apă dulce) și heleșteele de tratare a apelor uzate.

Zonele umede sunt areale unde apa este principalul factor de control al mediului cu cei doi termeni asociați fauna și flora. Aceste zone apar când nivelul freatic este aproape sau chiar la suprafața terenului, respectiv atunci când terenul este acoperit de apă puțin adâncă.

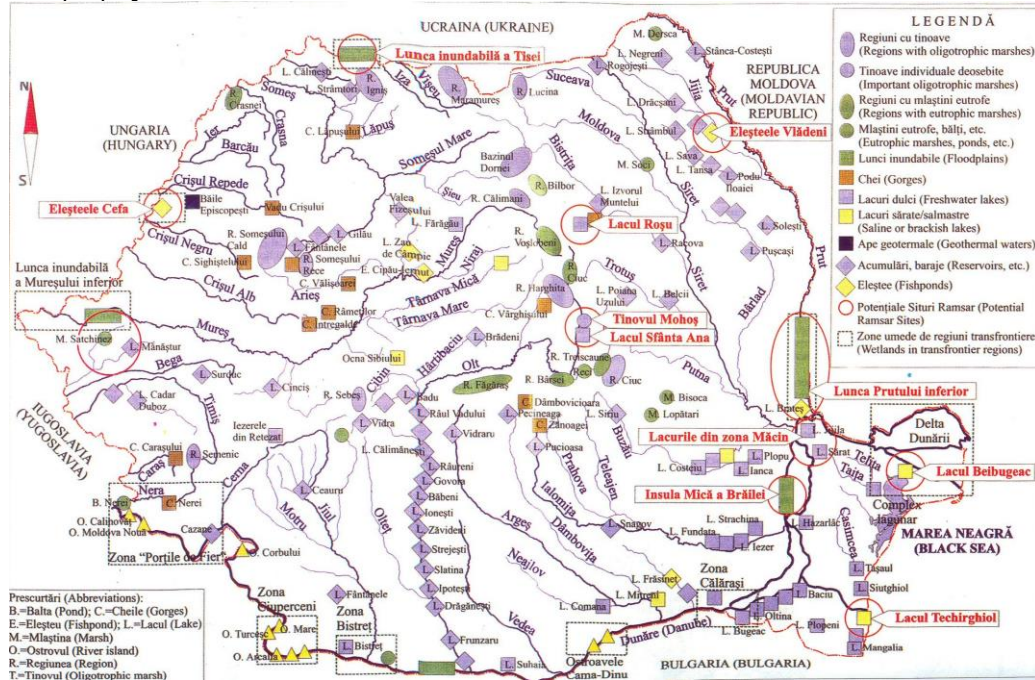


Fig. 1.51 Zone cu exces de umiditate din România [28]

Convenția Ramsar acceptată o abordare largă în determinarea zonelor umede care intră sub incidența legislației sale. Articolul 1.1 al Convenției definește zonele umede astfel: **“areale mlăștinoase, turbatoase sau cu apă, naturale sau artificiale, permanente sau temporare, cu apă stătătoare sau curgătoare, dulce, salmastră sau sărată, incluzând zone cu apă marină care au adâncimea la reflux mai mică de 6 metri”**. În plus, pentru a proteja integritatea sit-urilor, Articolul 2.1 prevede ca zonele umede să fie incluse în Lista Ramsar a Zonelor Umede de Importanță Internațională și că aceste zone pot include și **„zone ripariene și de coastă adiacente zonelor umede, insule și corpuri de apă marină mai adânci de 6 metri la reflux care se întind în interiorul unor zone umede”**

Sunt în general recunoscute 5 tipuri de zone umede:

- **marine** (zone umede costiere incluzând lagunele, țărmuri stâncoase, recifuri de coral);
- **estuarele** (includ deltele, mlăștini cu maree, mlăștini cu mangrove);
- **lacustre** (zone umede asociate cu lacuri);
- **riverane** (zone umede de-a lungul râurilor și fluviilor);
- **palustre** (însemnând “mlăștinosis”).

În plus, există și zone umede antropice precum heleșteele piscicole, heleșteele agricole, terenurile agricole irigate, acumulările de apă, canale, etc.

Convenția Ramsar a adoptat clasificarea Ramsar a zonelor umede și care include 42 de tipuri, grupate în 3 categorii: Zone umede de coastă și marine, Zone umede interioare și Zone umede antropice.

Conform textului Convenției, zonele umede marine sunt considerate a fi cele cu maxim 6 metri de apă la reflux (această cifră vine de la adâncimea maximă la care rațele de mare se pot scufunda pentru hrană) dar tratatul prevede ca și apele mai adânci de 6 m, precum și insulele, să fie incluse în cadrul zonelor umede protejate. Lacurile și râurile sunt incluse în definiția Ramsar în întregime, indiferent de adâncime.

Zonele umede apar peste tot, din zonele de tundră și până la tropice. Cât din suprafața planetei este formată în prezent din zone umede nu se cunoaște exact. UNEP, prin centrul mondial de monitorizare și conservare a estimat o suprafață de 570 milioane hectare (aproximativ 6% din suprafața planetei) din care 2% lacuri, 15% câmpii inundabile și 74% diferite tipuri de mlaștini.

Mangrovele ocupă o suprafață costieră de 240.000 km² și se estimează că recifurile de corali se întind pe circa 600.000 km².



Fig. 1.52 Zona de delta

Zonele umede sunt printre cele mai productive medii. Ele reprezintă leagănul diversității biologice, oferind apă și materie primă de care numeroase specii depind pentru a supraviețui. Suportă mari concentrații de păsări, mamifere, reptile, amfibieni, pești și specii nevertebrate. Zonele umede sunt deasemenea depozite importante cu material genetic al florei.

Rolurile multiple ale ecosistemelor zonelor umede și valoarea lor pentru umanitate au fost înțelese tot mai mult în ultimii ani. Acest lucru a condus la cheltuieli masive pentru refacerea sau reabilitarea funcțiilor hidrologice și biologice ale zonelor umede. Criza apei și efectele schimbărilor climatice au determinat implementarea de politici și strategii durabile pentru protejarea și conservarea acestor zone.

Consumul de apă dulce la nivel mondial a crescut de 6 ori între 1900 și 1995, mai mult decât dublul ratei de creștere a populației. O treime din populația lumii trăiește în țări unde criza apei a atins valori de la medii spre mari.

Abilitatea zonelor umede de a se adapta la aceste condiții în continuă schimbare va fi crucială pentru comunitatea umană și pentru viața sălbatică mai ales că schimbările climatice asupra ecosistemelor se fac deja simțite.

Interacțiunile componentelor fizice, biologice și chimice ale zone umede precum solurile, apa, plantele și animalele, permit acestor zone să îndeplinească mai multe funcții vitale precum:

- înmagazinarea apei;
- protecție împotriva furtunilor și încetinirea inundațiilor;
- stabilizarea malurilor și combaterea eroziunii solului;
- alimentarea freaticului;
- descărcarea freaticului;
- purificarea apei;
- retenția nutrienților;
- retenția sedimentelor;
- retenția poluanților;
- stabilizarea condițiilor climatice locale, în special precipitațiile și temperatura.

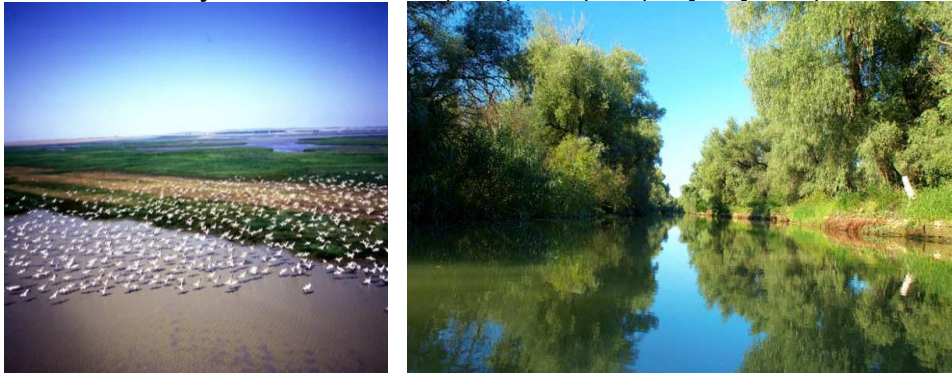


Fig. 1.53, 1.54 Zone umede

Zonele umede, în mod frecvent, oferă beneficii economice foarte mari, ca de exemplu:

- alimentare cu apă (cantitativ și calitativ);
- amenajări piscicole (mai mult de două treimi din producția mondială de pește este legată de sănătatea zonelor umede);
- agricultură, prin menținerea nivelelor freatice și prin retenția nutrienților în câmpiile inundabile;
- cherestea și alte materiale de construcții;
- resurse de energie precum turba și material vegetal;
- resursele vieții sălbatice;
- transport;
- o gamă largă de produse ale zonelor umede inclusiv plantele medicinale;
- oportunități pentru recreație și turism.

Convenția Ramsar asupra zonelor umede a fost creată cu scopul de a atrage atenția internațională asupra gradului în care habitatele zonelor umede au dispărut, în parte datorită neînțelegerii importanței funcțiilor, valorilor, bunurilor și serviciilor pe care zonele umede le au și le oferă. Guvernele care au aderat la această Convenție își exprimă consimțirea și dorința de a se angaja să ajute la stoparea degradării și dispariției acestor zone precum și la crearea respective reabilitarea și conservarea lor.

În plus, multe zone umede sunt sisteme internaționale care se întind de-a lungul granițelor a două sau mai multe state, de exemplu ca părți a unor bazine hidrografice. Sănătatea acestora dar și a altor zone umede depinde de calitatea și

cantitatea alimentării cu apă transfrontaliere din râuri, fluvii, lacuri sau acvifere. De aceea se impunea existența unui organism internațional cu legislația specifică în acest domeniu. Impactul uman asupra resurselor de apă, precum agricultura, industria sau poluarea casnică, poate apare la distanțe considerabile, de multe ori dincolo de granițele statului poluator. Unde apare această poluare, habitatele zonelor umede pot fi degradate sau chiar distruse, iar sănătatea și condițiile de viață locale ale oamenilor pot fi supuse riscului.

O parte importantă din fauna zonelor umede, ca exemplu unele specii de pești, păsări de apă, insecte (fluturi, libelule), mamifere (vidrele), este reprezentată de specii migratoare a căror management și conservare necesită cooperare internațională.

În concluzie, zonele umede constituie resurse cu mare valoare economică, culturală, științifică și recreațională pentru viața umană; zonele umede și societatea umană sunt interdependente. De aceea, degradarea progresivă și efectul antropocentric asupra zonelor umede trebuie stopat impunându-se ulterior măsuri de conservare și utilizare durabilă a resurselor acestor zone. Pentru a se obține efecte la nivel global trebuie să existe cooperare activă la nivel internațional. Convenția Ramsar asupra Zonelor Umede oferă cadrul pentru această cooperare internațională dar și la nivel național și local.

În România, ca și sit-uri Ramsar de importanță internațională au fost desemnate **Delta Dunării** în anul 1995, precum și **Complexul Piscicol Dumbrăvița** și respectiv **Lunca Mureșului** cu ocazia sărbătoririi Zilei Mondiale a Zonelor Umede din anul 2006.

Complexul Piscicol Dumbrăvița (414 hectare) este situat în Transilvania și este format dintr-un complex de acumulări și heleștee piscicole înconjurat de zone agricole, pajști, vegetație emersă densă cu tufărișuri, arii mlăștinoase, pășuni umede. Aceste habitate suportă o floră bogată și constituie o zonă importantă de hrană pentru 30 specii păsări de apă respectiv zonă de etapă pentru 100 specii păsări. Cea mai importantă valoare economică este reprezentată de producția de pește, care utilizează întregul sistem de heleștee. Activitățile recreative, agricultura, recoltarea trestiei reprezintă alte utilități economico-sociale ale acestei zone. Exploatarea turbei precum și incendierea necontrolată a stufărișului reprezintă amenințări la adresa acestei zone, prin fragmentarea habitatelor și afectarea modului de hrănire al păsărilor.

Lunca Mureșului (17166 hectare) este un parc natural și o zonă importantă pentru păsări care include râul Mureș pe lungimea lui din aval de Arad și până la granița cu Ungaria. Include o mare varietate de ecosisteme, pajști periodic inundate, suprafețe acoperite cu specii lemnoase de esență moale și tare, teren arabil, și aproximativ 40 insule pe râu. Pădurea și vechea albie a râului cu ecosisteme aferente, permanent sau temporar legate cu râul Mureș, sunt printre puține exemple de acest tip de habitat din Europa. Prezentă imaginea a sitului este rezultatul îndiguirii văii Mureșului și consecință a transformărilor agricole; lunca joasă este mărginită de diguri și terase înalte, fiind supusă tuturor beneficiilor și pagubelor produse de inundații. Impactul antropocentric se datorează în principal pășunatului intensiv, braconajului piscicol și introducerii de specii lemnoase exotice.

În România, o țară care dispune de un cadru natural și de o biodiversitate deosebită, activitățile economice și sociale, de multe ori inadecvat desfășurate în raport cu problemele de mediu, au avut un impact negativ asupra acestuia. După 1990, problema protejării patrimoniului natural *in situ* național s-a pus în mod mai pregnant.

Conștientizarea greșelilor și abuzurilor privind zonele protejate, care au avut repercusiuni asupra biodiversității, și încercarea de a salva de la o distrugere iremediabilă, s-au concretizat prin apariția unui cadru legislativ, adaptat în bună măsură la cerințele europene.

Pentru protejarea, conservarea sau reabilitarea stării de conservare s-au creat perimetre, zone cu regim special, de protejare, administrare sub forma unor parcuri naturale, rezervații, etc.

O atenție deosebită s-a acordat zonelor umede din România cu biodiversitatea lor specifică. Din aceste perimetre cu exces de umiditate face parte și Rezervația „Mlaștinile Satchinez” din județul Timiș. Aceasta se încadrează în categoria IV a I.U.C.N., rezervație naturală de tip zoologic, și ocupă o suprafață enunțată de 101 ha.

H.C.J. Timiș din 23.02.1995 a enunțat pentru această rezervație următoarele caracteristici: rezervație naturală în suprafață de 236 ha, de tip ornitologic ce protejează habitat specific pentru fauna acvatică (ex. egretă mică *egretta garzetta*).

Schimbările climatice precum și activitatea antropică au marcat evoluția în ultimii ani a rezervației naturale. În scopul conservării și protejării biodiversității s-au realizat lucrări pentru păstrarea caracteristicilor specifice acestui tip de habitat.

La nivelul anului 2000, conform Legii 5/2000 privind amenajarea teritoriului național, în România suprafața totală a ariilor protejate se întindea pe mai mult de 1,2 milioane hectare (5,18% din suprafața țării). Studii efectuate prin programul CORINE Biotops au identificat și caracterizat la nivel național un număr de 783 habitate de diferite tipuri. Dintre acestea 89 sunt de zone umede, 13 habitate de coastă și 54 de mlaștină. Conform acestor studii, 47% din teritoriul țării reprezintă ecosisteme naturale și seminaturale. De asemenea s-au mai identificat 44 de zone de importanță avifaunistică cu o suprafață totală de 6.557 kmp, reprezentând 3% din suprafața României.

Potrivit O.U.G. 195 din 22 decembrie 2005 (ultima lege a mediului apărută în România și valabilă la ora actuală), definiția unei arii protejate este: zonă terestră, acvatică și/sau subterană, cu perimetru legal stabilit și având un regim special de ocrotire și conservare, în care există specii de plante și animale sălbatice, elemente și formațiuni biogeografice, peisagistice, geologice, paleontologice, speologice sau de altă natură, cu valoare ecologică, științifică sau culturală deosebită.

Ariile protejate, prin valoarea lor naturală și gradul redus al intervenției umane pe teritoriul lor, sunt cele mai bune sistemele ecologice naturale și seminaturale de excepție. Totodată pentru a realiza tranziția de la actualul model de dezvoltare la un model de dezvoltare durabilă sunt necesare cercetarea, cunoașterea, experimentarea și popularizarea teoriilor pentru implementarea conceptului de dezvoltare durabilă dar și educarea populației pentru ca aceasta să înțeleagă mai bine acest concept. Atât evaluarea și monitorizarea stării patrimoniului natural, cât și dezvoltarea cunoașterii se pot realiza în cadrul unor zone pilot cum sunt ariile protejate, exemplu fiind Rezervația Naturală „Mlaștinile Satchinez”.

Resursele naturale regenerabile (inclusiv apa și solul) și neregenerabile (petrol, cărbune), precum și serviciile (controlul climei, al calității apei și aerului etc.) asigurate de către componentele patrimoniului natural constituie câțiva dintre factorii cheie ai funcției de producție a sistemelor economice și de suport al dezvoltării sistemelor socio-economice. Patrimoniul natural și componentele sale au o anumită capacitate productivă, care trebuie cunoscută pentru a evita supraexploatarea, și o anumită capacitate de suport (parametru esențial pentru a

dimensiona corect presiunea antropică și pentru a evita deteriorarea). Conservarea patrimoniului natural presupune în principal menținerea unui raport acceptabil între ecosistemele naturale, seminaturale și antropizate, cu menținerea eterogenității în cadrul fiecărui tip de ecosisteme și asigurarea conectivității între aceste ecosisteme.

Astfel, rolul ariilor protejate în dezvoltarea durabilă poate fi exprimat prin faptul că ariile protejate sunt exponente ale ecosistemelor naturale și seminaturale care pot fi evaluate și monitorizate, exprimând într-o anumită măsură starea acestora la un moment dat (ecosistemele naturale și seminaturale reprezintă principalele componente ale capitalului natural care asigură resursele și serviciile ce stau la baza dezvoltării socio-economice), sunt zone în care se dezvoltă cunoașterea necesară pentru asigurarea tranziției la un model de dezvoltare durabilă și reprezintă adevărate "săli de clasă în aer liber" în care oamenii pot fi educați cu privire la rolul naturii și necesitatea conservării naturii și a dezvoltării durabile.

Cadrul legislativ în domeniul protecției mediului, al constituirii și conservării ariilor protejate s-a dezvoltat mai ales după 1990, odată cu conștientizarea necesității existenței acestuia. Aderarea României la convențiile internaționale referitoare la biodiversitate a impus adoptarea unor legi conforme cu legislația internațională în domeniu și în interesul integrării la structurile europene din domeniu și nu numai.

Reglementările juridice referitoare la protecția naturii pot fi grupate din punct de vedere cronologic în mai multe etape.

Prima perioadă cuprinde Evul Mediu și secolele civilizației moderne până în 1928. La început noțiunea de protejare nu se referea în sens propriu la păstrarea resurselor naturale ci mai mult la împiedicarea străinilor de a le exploata. Merită menționate la capitolul „monumente” câteva elemente naturale cu valoare istorică cum ar fi stejarul din Borzești sau gorunul lui Horea.

Braniștile sunt primele forme de arii protejate existente în spațiul românesc. Acestea erau locuri în care, fără permisiunea proprietarului, erau interzise defrișările, cositul, pescuitul, pășunatul sau vânatul. Braniștile erau forme de proprietate domnească, clerică sau boierească și erau protejate de pedepse foarte aspre.

În secolul XVII apar „cărțile de pădure,” care cuprindeau măsuri de conservare a pădurilor și erau eliberate de cancelaria domnească.

Reglementări pentru evitarea distrugerii fondului forestiei apar și în prima jumătate a secolului XIX, mai întâi în Moldova (1843) și apoi în Țara Românească (1847).

Finalul secolului XIX aduce cu el înființarea școlilor cu profil forestier și a parcurile dendrologice pe lângă aceste unități de învățământ, parcuri cu rol atât educativ cât și științific. Codul penal român apărut în anul 1864 prevedea pedepse pentru acțiuni antropice de distrugere a naturii (otrăvirea apelor și a fondului piscicol, incendierea pădurilor și a fânețelor). Legea pentru poliția rurală din 1868 include prevederi care interzic și condamnă distrugerea cuiburilor și ouălelor păsărilor de interes cinegetic.

În 1872 se promulgă prima lege a vânătorii care interzice vânatul unor specii și interzice acest tip de activitate timp de 4 luni pe an.

Între 1873 și 1918 va funcționa Societatea de Științele Naturii a Ungariei de Sud care în cadrul activităților sale își propunea descoperirea sub aspectul naturalistic a Banatului, înainte propunerii pentru păstrarea patrimoniului natural în Muzeul de Științele Naturii, păstrarea pădurilor seculare, ocrotirea speciilor de floră și faună deosebite (rare), a peșterilor, amenajarea râurilor, etc.

Noțiunea actuală de conservare a biodiversității a început să fie promovată la începutul secolului XX de botanistul D. Grecescu, balneologul I. Bernath, pictorul N. Grigorescu care propuneau păstrarea unor peisaje neinfluențate antropic. Grigore Antipa propune în 1913 ocrotirea egretei. Ulterior, sunt propuse pentru protejare și alte specii și se încearcă și înființarea de rezervații de dimensiuni reduse.

Anul 1920 aduce nașterea primei asociații cu implicații în problemele de protejare a naturii – „Hanul Drumeților” care ulterior se va transforma în „Societatea pentru turism și pentru protecția naturii”.

Se creează Comisia Monumentelor pentru Natură și sunt trecute în regim de ocrotire în perioada 1920 – 1928 mai multe areale între care amintim: Sărăturile de la Turda, Munții Rodnei, Munții Retezatului, Pădurea Letea, Dunele de la Agigea, etc.

Personalitățile care au avut preocupări în crearea unui cadru legislativ de protejare a naturii sunt: Emil Racoviță, Alexandru Borza, Emil Pop, Victor Stanciu și mulți alții.

A doua perioadă începe cu anul 1928, când s-a organizat primul congres al naturaliştilor din România la Cluj, și ține până în 1944. În cadrul acestui congres, Dionisie Lința înaintează propuneri pentru crearea unui cadru legislativ și propuneri pentru denumirile păsărilor. La propunerea lui Emil Racoviță, peste 2 ani va apare Legea 213 din 1930 pentru protecția monumentelor naturii. Sunt declarate prin lege primele monumente ale naturii: floarea de colț și nufărul termal.

În 1934 va lua naștere Asociația bănețeană pentru protecția naturii sub conducerea aceluiași renumit Dionisie Lința. Asociația, agreată de către Comisia Monumentelor pentru Natură, va deveni o sucursală teritorială a acesteia.

În 1935 se creează primul parc național, Parcul Național Retezat.

Această perioadă de pionierat s-a remarcat prin crearea unui cadru legislativ și instituțional în fază incipientă și prin formarea primelor arii protejate, desigur într-un număr destul de limitat. Efortul depus în administrarea eficientă a acestor arii a fost unul aproape inexistent.

Cea de-a treia perioadă se întinde din 1944 până în 1989. În acești 45 de ani, măsurile de protecție a naturii continuă prin susținerea eforturilor făcute la în cea de-a doua perioadă de Alexandru Borza și Emil Racoviță. În anul 1972, existau 190 de obiective protejate cu o suprafață de aproximativ 100.000 ha, măsurile de protecție rezumându-se doar la declararea arealelor protejate nu și la administrarea lor.

În 1973 apare Legea 9 (Legea Mediului) care includea prevederi legate de protecția rezervațiilor și monumentelor naturii dar fără să prevadă reglementări privind administrarea acestora.

Totuși, în 1979 Retezatul și Pietrosul Rodnei sunt recunoscute la nivel internațional ca și Rezervații ale Biosferei sub auspiciile programului UNESCO.

După 1990, cadrul legislativ românesc a devenit mult mai sensibil la problemele de mediu. Perspectiva integrării în structurile politice și social-economice europene a adus un suflu nou în problema protejării patrimoniului natural, prin aderarea la convențiile internaționale și adoptarea reglementărilor propuse de acestea dar și prin implementarea unor legi create de specialiștii români din domeniu, conforme cu situația din țară.

Un aspect important în acest domeniu privește zonele umede. Legislația în domeniu reprezintă în multe cazuri subcapitole ale unor legi cu aplicabilitate mult mai largă dar există și reglementări specifice zonelor umede atât la nivel național cât și internațional.

Zonele umede sunt habitate naturale cu funcții vitale în rețeaua naturală a apelor de suprafață și subterane. Sunt deosebit de utile în perioada cu extreme

hidrologice, înmagazinând apa în cazul inundațiilor respectiv eliberând-o treptat în perioadele de seceta. Totodată, aceste zone au o semnificație deosebită din punct de vedere biogeografic și ecologic la nivelul ecosferei, o bună parte din formele de viață depinzând de aceste areale. Plantele acvatice, avifauna și ihtiofauna conviețuiesc permanent sau temporar în aceste ecosisteme, prezentând forme și faze de evoluție diferențiată ale raporturilor dintre organismele vii și habitatele lor.

Convenția de la Ramsar (Iran) din 1971 și adoptată și de România prin legea 5 din 1991 reprezintă primul document care se înscrie pe linia conservării patrimoniului național, în special a componentei reprezentate de zonele umede. Definiția aleasă în urma conferinței pentru zonele umede este: „Zonele umede sunt întinderi de bălți, mlaștini, turbării, de ape naturale sau artificiale, permanente sau temporare, unde apa este stătătoare sau sărată, inclusiv întinderile de apă marină a căror adâncime la reflux nu depășește 6m”.

Obiectivul declarat al convenției a fost acela de a conserva zonele umede, fauna și flora care servesc ca habitat al păsărilor acvatice, iar pe de altă parte constituie cele mai importante resurse de valoare economică, naturală, științifică și recreativă, a căror pierdere ar fi ireparabilă. Alegerea acestor zone se bazează pe rolul internațional din punct de vedere ecologic, botanic, zoologic, limnologic, hidrologic, ținând seama de importanța lor la nivel mondial pentru păsările acvatice în toate anotimpurile. Convenția stabilește pentru statele părți cerința de a elabora și aplica planurile de amenajare, astfel încât să se favorizeze conservarea acestor zone prin crearea de rezervații și utilizarea rațională a rezervelor lor.

Până în prezent au fost înscrise pe lista Uniunii Internaționale pentru Conservarea Naturii și a Resurselor Naturale (I.U.C.N.) peste 300 zone umede.

Convenția prevede în mod obligatoriu compensarea oricaror pierderi de resurse din zonele umede prin crearea de noi areale protejate.

Prin Legea 5/1991 s-a recunoscut interdependența omului cu mediul înconjurător.

Conform legii, funcțiile ecologice fundamentale ale zonelor umede sunt de reglare a regimului apelor, reprezentând habitate ale faunei și florei caracteristice. S-a conștientizat totodată valoarea economică a zonelor umede din punct de vedere economic și importanța conservării și protejării resurselor naturale de care dispun. Consecința a adoptării acestei legi a fost vasta campanie de recenzare a zonelor umede, fiind identificate și inventariate pe teritoriul României 185 tinoave, 215 mlaștini eutrofe (aici intră și Rezervația ornitologică Satchinez), 3450 lacuri și peste 120.000 km ape curgătoare.

În 1993, în România se adoptă Legea 13 pentru aderarea la convenția de la Berna privind conservarea vieții sălbatice și a habitatelor naturale în Uniunea Europeană. S-a recunoscut valoarea de patrimoniu a florei și faunei sălbatice, importanța lor din punct de vedere științific, cultural, economic precum și necesitatea protejării în vederea transmiterii lor generațiilor viitoare. Totodată se scoate în evidență rolul major al florei și faunei sălbatice în menținerea echilibrului ecologic și necesitatea conservării habitatelor în scopul protejării acestora. S-a prevăzut acordarea unei atenții deosebite zonelor importante pentru speciile migratoare, situate pe traseul de migrare.

România ratifică prin Legea 58/1994 Convenția de la Rio din 1992 privind biodiversitatea. Sunt punctate o serie de principii privind dreptul internațional în domeniul protecției mediului făcându-se referire specială la biodiversitate. Legea recunoaște diminuarea biodiversității ca urmare a activității umane precum și necesitatea prevenirii și eliminării din fază primară a cauzelor reducerii și pierderii acesteia. Se cere ca biodiversitatea să fie conservată „în situ”. Tot în 1994, România

aderă prin Legea 69 la Convenția de la Washington privind comerțul internațional cu specii sălbatice de faună și floră pe cale de dispariție.

În 1995 apare Legea Mediului (Legea 137/1995) care a cunoscut completări ulterioare prin legea 159/1999 și O.U. 91/2002.

Legea pentru aderarea României la Convenția privind conservarea speciilor migratoare de animale sălbatice, semnată la Bonn în 1979, și ratificată în România prin legea 13/1996 prezintă cauzele dispariției unor animale sălbatice impunând măsuri pentru realizarea unei cooperări internaționale în scopul protejării arealelor de migrare. Rezervația de la Satchinez face obiectul acestei legi prin caracteristicile sale.

Un document legislativ deosebit de important pentru zonele umede, în contextul conservării habitatelor, florei și faunei sălbatice, îl reprezintă O.U.G. 236/2000 aprobată ulterior prin Legea 462/2001. Această ordonanță preia în dispozițiile sale prevederile Directivelor „Habitat” și „Păsări” ale Uniunii Europene, transpunând în acest mod legislația europeană în cea românească. De asemenea, se completează și dezvoltă prevederile referitoare la protecția mediului incluzând dispoziții pentru eliminarea cauzelor prin care se produc deteriorări diversității biologice și cadrului natural.

Anexa numărul 2 a acestei ordonanțe se referă la tipurile de habitate ce trebuie conservate și totodată declarate arii speciale de conservare. Au fost incluse printre altele habitate costiere, marine și de dune, habitate de ape dulci, habitate de turbării și mlaștini, etc.

Ultima apariție în cadrul legislativ, referitoare la protecția mediului, este O.U.G. 195/2005 care abrogă Legea 137/1995 cu completările sale, și reprezintă în acest moment stâlpul pe care se sprijină activitățile de protejare și conservare a patrimoniului natural.

După instalarea administrației austriece în Banat au fost începute o serie de lucrări de hidroameliorații, îndiguiiri și canalizări pentru a obține terenuri fertile în zonele altădate înmlăștinite. Aceste intervenții ingineresti, începând din perioada 1717-1756, continuând cu o intensitate remarcabilă în perioada 1800-1980, au propus, în mod deosebit, îndiguirea și reducerea sprafetelor apelor curgătoare, anihilarea viiturilor, secarea incintelor mlăștinoase și a zonelor înstufărite, eradicarea terenurilor inundabile cu apele temporare ș.a. Stăpânirea și utilizarea rațională a apelor prin scoaterea terenurilor de sub excesul de umiditate, reducerea disproporționată a luncii râurilor, distrugerea unor habitate arhaice au avut scopul redării și valorificării terenurilor în circuitul agricol. Paralel cu realizarea acestor obiective au fost accentuate urmările deficienței regimului hidric, au dispărut în proporție covârșitoare locurile de cuibărire, de staționare și de hrănire a numeroase specii de păsări acvatice. Proporția tipurilor zonelor umede actuale în Banat astăzi arată astfel: 97,71 % (cca.35.000 ha) acumulări de ape, artificial create; 1,71 % (cca.600 ha) iazuri și eleștee, în parte controlate și amenajate de către oameni și 0,58 % mlaștini (cca.200 ha), biocenoze în stare naturală. Aceste schimbări radicale, au indus pe parcursul a 250 de ani o scădere de 75 % a speciilor păsărilor acvatice și vor fi definitorii pentru multă vreme privind biodiversitatea acestei regiuni.

Deși au existat promisiuni și garanții din partea executantului că regimul hidric natural, în această porțiune a Văii Ierului, se va păstra în condițiile dinaintea lucrărilor, în perioada 1957-1974 apar primele semne pregnante ale deficienței hidrologice datorită canalizării, datorită faptului că a fost perturbat procesul natural al aprovizionării cu apă în exces a câmpiei de divagare și din zona rezervației. În urma mutării canalului colector principal la perimetrul stâng al incintei prezervate

rezervația a fost restrânsă la suprafața înstufărită, mlăștinoasă și a rămas oarecum izolată, înconjurată de biocenoze străine, în majoritatea lor agrobiocenoze. După un șir de ani secetoși colmatarea zonelor mlăștinoase s-a accentuat, paralel cu degradarea calității apelor și au dispărut ochiurile deschise de ape fiind invadate de vegetație. În urma lucrărilor hidrotehnice bălțirile de suprafață nedorite au dispărut, revărsările pârâului Ier nu s-au mai repatat. Conform acestor procese complexe relațiile intra și interspecifice, exprimate prin lanțurile trofice, au avut de suferit, fiind supuse remodelării, dispariției sau adaptării la noile condiții. În asemenea condiții gradul de ariditate în întreaga Vale a Ierului este în creștere. Apa ca factor echilibrator în natură nu mai poate tempera extremele climatice, nu mai poate genera sursele necesare ploilor locale și nu mai poate înmprospăta în ritmul dorit reînprospătarea rezervelor freactice. Datorită forărilor la mare adâncime, în vederea căutării și aducerii la suprafață a rezervelor de țitei, apele arteziene și izvoarele termale au fost serios afectate și în loc să se reverse la suprafață se scurg în adâncuri. Scăderea drastică a rezervelor de apă dulce subterană afectează astăzi aprovizionarea populației zonei cu apă potabilă de bună calitate. Pentru remedierea acestor situații ingrate și pentru asigurarea stabilității condițiilor existențiale ale florei și faunei, în special ale populațiilor de păsări acvatice, care sunt și ele foarte dependente de fluctuațiile sezoniere ale apelor din bălțile de suprafață, în cadrul proiectului LIFE 99NAT/RO/006394, Dr. Kiss Andrei a propus: permanentizarea bălților existente, iar în zonele altădată inundate, crearea unor bălți noi, prin bararea unor canale existente, folosind orografia terenului, reumplerea unor incinte din terenuri intravilane, curățirea prin drenare a canalului de aprovizionare cu apă a rezervației. Aceste propuneri au fost reluate în cadrul proiectului LIFE 02NAT/RO/8573 și în parte realizate.

Se pare că și timpul lucrează în favoarea mlăștinii. Colmatarea sistemului hidrotehnic construit permite încet-încet refacerea capilarității solului, întreruptă prin săparea canalului la 4 m adâncime, precum și stoparea scurgerilor.

În porțiunile de amonte apa freatică este aproape de suprafață, favorizează o umiditate excesivă. Apariția unor plante acvatice în această zonă pot fi considerate semne pozitive ale revigorării pe cale naturală a ecosistemul umed de altădată, care se va putea reface integral doar prin declanșarea unor preocupări, științific fundamentate, de reconstrucție ecologică a întregii Văii Ierului, între localitățile Vinga și Biled.

Vânătoarea și pescuitul au fost și sunt prezente în preocuparea cotidiană a unor oameni din localitățile învecinate rezervației. În cadrul grupelor de vânătoare ei sunt prezenți alături de vânătorii care sosesc din oraș. Fondurile de vânătoare cuprind toate zonele din vecinătatea rezervației, inclusiv zonele de tampon (care în momentul de față nu sunt legiferate). Numărul mare de păsări acvatice incontestabil este o atracție permanentă pentru vânători care uită adesea atât legile scrise cât și pe cele etice ale vânătorii. La limita rezervației se pot crea situații confuze, greu sau imposibil de controlate, speculate de vânătorii, dar și de braconieri. Așadar vânătoare se manifestă ca un risc potențial permanent, al cărui moment de declanșare, durată și rezultatele efective depind de numeroși factori obiectivi și subiectivi. În gestionarea vânatului și a fondurilor de vânătoare predominante sunt practicile tradiționale și nici decum cele ecologice. Propunerea Dr. Kiss privind crearea unor genofonduri în zonele învecinate rezervației, pentru crearea posibilității înmulțirii în condiții naturale a vânatului mic, presupune interzicerea totală a vânării animumalelor, implicit recunoașterea valorii ecofaunistice a rezervației și protecția garantată a zonelor de ecoton.

Datorită dispariției a unor zone întinse cu bălțiri permanente, cum a fost și Bara Mare, în aval de Satchinez, pescuitul prin metode tradiționale, cum ar fi coșuri de nuiete, vârșe, plase împletite, mijloace improvizate de plutire ș.a. a scăzut în intensitate. Astăzi sa redus la pescuitul de pe mal, rareori cu vârșe pentru țipari. Pescarii de astăzi care pătrund în incintele umede cu vegetație nu mai sunt interesați de ouăle sau puii păsărilor acvatice, nu le mai culeg, nu mai scotocesc după cuiburi, doar ocazional. În asemenea cazuri, când pescuitul industrial nu mai există, pescuitul sportiv, ca și factor de deranj, poate fi menținut în limite suportabile.

Ecosistemul umed și semiumed din Valea Ierului dispune de suficiente locuri cu iarbă abundentă și de bună calitate. Localnicii au fost obișnuiți cu această resursă naturală, fânețele fiind parcelate pe proprietăți. Lupta pentru ca fânețele naturale să ajungă din regimul umed în semiumed a fost accentuată în timpul lucrărilor de desecare. Putem admite că umiditatea excesivă de primăvară nu compromite fânețele doar dacă apa persistă. În acest caz cositul și recuperarea fânului pot deveni mai anevoioase. Cositul, recoltatul și căratul fânului se realizează în echipe de 2-3 oameni, care cosesc manual și încarcă fânul uscat în căruță trasă de cai. Zgomotul și mișcările iminente acestor activități pot crea un disconfort temporar unor specii, dar intensitatea acestora nu poate lăsa urmări grave.

Pășunatul se desfășoară în imediata apropiere al rezervației de numeroase ori însă încălcând granițele acesteia, desigur doar temporar. Staționarea vitelor în incintele cu ape temporare, mânărea animalelor prin zone umede și semiumed, oieritul și pășunatul intensiv afectează liniștea rezervației în special prin trecerea turmei, sunetele de mânăre a animalelor de către ciobani precum și prin prezența câinilor de pază, care devin scotocitori și urmăritori ai unor specii de animale. Prin aceste practici porțiuni întregi de pășuni naturale au fost distruse și au fost favorizate îmburuienirea acestora. Se poate bănui că datorită prezenței ciobanilor au fost declanșate și focurile „întâmplătoare”, de regulă iarna și primăvara, care din când în când mistuiesc o parte din stuful uscat. Răspândirea și înmulțirea paraziților, în special al căpușelor, în incinta rezervației, deasemenea, se poate scrie pe seama prezenței oilor în număr mare. În perioada iernii staționarea turmelor de oi în incinta rezervației, ale unor oieri veniți din alte regiuni, se desfășura cu acordul primăriei comunei Satchinez, care a incasat bani pentru această activitate. În ultimii ani însă se pare că acest obicei nu a mai fost sprijinit de autoritățile locale. Intensitatea acestei activități până în prezent nu a fost evaluată. Se impune o analiză detaliată pentru stabilirea avantajelor și pericolelor ecologice, precum și a proporțiilor optime.

Recoltarea stufului s-a făcut manual în perioadă de toamnă târzie-iarna. Această preocupare a localnicilor astăzi nu se mai practică. Având în vedere faptul că stuful, ca element ecologic și economic, a devenit din nou în atenție, favorizează reluarea acestei activități. Modalitatea, locul și timpul recoltarea stufului va putea favoriza crearea unor suprafețe deschise de ape, necesare staționării și hrănirii păsărilor acvatice în incinta rezervației. Reducerea suprafețelor cu stuf totodată este și o necesitate ecologică pentru conservarea durabilă a rezervației, în special a condițiilor de trai ale speciilor din colonia de Ardeidae.

Tăierea copacilor este ocazională, lemnul obținut fiind folosit pentru foc în gospodăriile unor familii sărace. Sub pretextul curățirii canalului de către Apele Române S.A., deasemenea, au fost tăiați numeroși arbori și tufe, acțiuni unilaterale care nu au favorizat păstrarea acestui tip de habitat. Se impune coordonarea tuturor intervențiilor de tăierea vegetației lemnoase din partea celor interesați în păstrarea acestei rezervații.

Aceste activități cauzează un impact major atât în rezervație propriuzisă cât și în zonele de tampon. Modificarea aspectului natural al Văii Ierului s-a datorat preocupărilor de a mării suprafețele agricole. Asăzi rezervația este înconjurată de agrobiocenoze. Agricultură intensivă practică aici se realizează prin folosirea utilajelor mecanizate și a unor game largi de substanțe chimice. Datorită arăturii de-a lungul pantelor învecinate rezervației se favorizează mutarea lentă a humusului la baza pantei, totodată favorizează drenarea unor substanțe chimice, sub formă diluată, în apa rezervației. Ambele situații favorizează eroziunea solului, colmatarea și eutrofizarea apei. Incendierea miriștilor, practică pe scară largă în ultima perioadă, poate cauza distrugerea vegetației din rezervație.

Transportul cu utilaje civile și agricole se desfășoară permanent în perimetrul rezervației, cu disconfortul de rigoare: poluare fonică, praf, gaze, slăbirea digurilor ș.a. Crearea unor drumuri temporare, neamenajate, agricole fac posibilă pătrunderea unor vizitatori nevizitați cu autoturismul până la rezervație. În general oamenii nu cunosc, nu înțeleg și nu văd rostul și necesitatea unui comportament discret în habitatele naturale frecventate de către ei. Ca atare prezența omului poate fi cauza directă sau indirectă a unor întâmpări nedorite privind habitatele și speciile. Pe lângă drumuri există și o cale ferată care traversează în direcție nord-sud rezervația. Circulația pe acest tronson este modestă. Rambleul căii ferate însă face anevoioasă circulația apei între cele două părți ale rezervației, care este asigurată printr-un deversor sub rambleu, prevăzut cu un stăvilar. Din cauza funcționării defectuoase acestui sistem eutrofizarea, respectiv invadarea apei de către vegetația palustră diferă între cele două sectoare, în porțiunea estică fiind mai accentuată.

Firele electrice, stâlpii de beton, transformatoare și alte utilaje sunt prezente în număr mare datorită extracției țiteiului. Pompele canadiene, puse în mișcare de motoarele electrice funcționează zi și noapte, creând un disconfort specific în zonele de tampon. Accidente aviare datorită rețelei abundente de fire electrice sunt relativ puține, dar există.

Influența antropică este permanentă în cazul Rezervației „Mlaștinile Satchinez”. Prin prezența și intensitatea ridicată a acestui tip de impact degradarea habitatelor, scăderea numărului speciilor, afectarea bazei trofice, deteriorarea lanțurilor trofice, dispariția suprafețelor de ape libere, eutrofizarea și colmatarea incintelor mlăștinoase sunt la ordinea zilei. Oprirea sau întârzierea distrugerii lente și sigure a condițiilor de existență durabilă acestei rezervații necesită aplicarea urgentă a unor planuri de management și de gospodărire ecologică. Prin această modalitate se vede posibilă salvarea și conservarea resurselor naturale existente, a speciilor în habitatele lor naturale, promovarea educației ecologice permanente în rândul populației, cercetarea și monitorizarea permanentă a condițiilor naturale și, nu în ultimul rând crearea unor parteneriate solide cu administrația locală și cu toți cei interesați în desfășurarea activităților lucrative în Valea Ierului.

1.8 Obiectivele tezei de doctorat

1. Realizarea unei sinteze bibliografice complexe, actuale și de perspectivă în domeniul amenajărilor de desecare-drenaj;
2. Actualizarea hărților climatice pentru județele Timiș și Caraș-Severin privind gradul de ariditate precum și starea excesului de umiditate;
3. Analiza situației zonelor protejate cu exces de umiditate din partea de vest a României în conformitate cu legislația europeană;

4. Realizarea unei monografii complexe a amenajărilor de desecare-drenaj din lume și în special din România;
5. Sinteza studiilor de drenaj efectuate până în prezent în vestul țării pentru principalele soluri cu exces de umiditate și completarea acestora cu 3 tipuri de soluri cu exces de umiditate din județul Caraș-Severin (luvosol, aluviosol, preluvosol stagnogleic), cu propuneri de soluții tehnice eficiente tehnico-economic;
6. Realizarea unui set de indicatori pentru analiza eficienței și eficacității unei amenajări de desecare-drenaj;
7. Realizarea unei baze de date privind programele utilizate pe plan intern și internațional în proiectarea amenajărilor de desecare-drenaj;
8. Calculul distanțelor între drenuri în regim permanent și nepermanent utilizând programe specializate de pe plan internațional;
9. Realizarea unui studiu comparativ privind rezultatele obținute în dimensionarea distanței între drenuri utilizând diferite programe de calcul românești și străine;
10. Evidențierea unor noi direcții de cercetare privind proiectarea și exploatarea durabilă a amenajărilor de desecare-drenaj.

1.9 Bibliografie utilizată și conexă

1. Ardelean Victor, Zăvoianu Ion – Timiș County, Romanian Academy Publishing House, Timișoara, 1979;
2. ASAS, Comisia de elaborare a programului național de lucrări privind eliminarea excesului de apă de pe terenurile agricole și combaterea inundațiilor, Grupa I, Câmpia de Vest, Sinteza privind cauzele naturale și antropice ale excesului de apă și inundațiilor, 1973;
3. Blidaru V., Wehry A., Pricop Gh., Amenajări de irigații și drenaje, Ed. Interprint, București, 1997;
4. CEC. 1985. Explanatory text and map sheets of the 1: 1.000.000 soil map of the European Communities. Directorate- General for Agriculture. Office for official publications of the European Communities, Luxembourg, Luxembourg
5. Donnan, W.W. 1976. An overview of drainage worldwide. In: Third National Drainage Symposium; proceedings. ASAE Publication 1-77, St. Joseph, pp. 6-9.
6. EC 2001. Soil Map for Europe. Derived from the scale 1:1.000.000. European Soil Database. Joint Research Centre, European Commission
7. EC 2003. European Soil Database (distribution version v2.0). European Commission Joint Research Centre, Italy
8. EC 2006. COM 2006/231 2006. Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions - Thematic Strategy for Soil Protection. Commission of the European Communities. Brussels, 22.9.2006;
9. ESNB-EC (European Soil Bureau Network of the European Commission) 2005. Soil Atlas of Europe. Office for Official Publications of the European Communities. (Principal editors A. Jones, L. Montanarella, and R. Jones) Luxembourg. 128pp;
10. Eriksson J. 1979. Soil functions and drainage. In: J. Wesseling (ed.), Proceedings of the International Drainage Workshop. ILRI Publication 25, Wageningen, pp. 180-212.
11. Euroconsult 1976. Technical and economic evaluation of different drainage techniques. Euroconsult, Arnhem.

12. European Commission, Water Scarcity and Drought, First Interim Report, November 2006;
13. European Soil Bureau Research Report No.9, EUR 20559 EN, 420pp. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg;
14. FAO. 1974. Soil map of the world, volume 1: Legend. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome;
15. FAO. 1990. Soil map of the world: revised legend. World Soil Resources Report 60. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome;
16. FAO 2001. Lecture notes on the major soils of the world. World soil resources reports 94. Edited by: Driessen, P., Deckers, J., Spaargaren, O. and Nachtergaele, F. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome;
17. FAO 1998. World reference base for soil resources. World Soil Resources Report 84. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome;
18. FAO 2006. World reference base for soil resources. A framework for international classification correlation and communication. World Soil Resources Report 103. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome;
19. Franzmeier D. P., E. J. Kladvik, B.J. Jenkinson, Drainage and wet soil management. Wet soils of Indiana, Department of Agronomy, Purdue University, June 2001;
20. Found W.C., Hill A.R., Spence E.S., Economic and environmental impact of agricultural land drainage in Ontario, Journal of Soil and Water Conservation 31(1), pg. 20 – 24, 1976;
21. GISCO 2001. The GISCO Database manual. Eurostat, GISCO Project, Rue Alcide Gasperi, Batiment Bech D3/704, L-2920 Luxembourg, edition November, 2001. http://eusoils.jrc.it/gisco_dbm/dbm/p1ch3_5.htm;
22. Ianoș Gheorghe, Pușcă I., Goian M. – Banat Soils, Natural Conditions and Fertility, Mirton Publishing House, Timișoara, 1997;
23. IPTRID, Drainage and sustainability, FAO, Rome, Italy, 2001;
24. Jones, R.J.A., Houšková, B., Bullock P. and Montanarella L. (eds) 2005. Soil Resources of Europe, second edition;
25. JRC 2008. MEUSIS in the European Soil Portal: <http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/projects/meusis/>;
26. Kahlowan M. A., A.D. Khan, Tile Drainage Manual, Pakistan Council of Research in Water Resources, Ministry of Science and Technology, Government of Pakistan, Islamabad, 2004;
27. Kirkham, D. 1972. Problems and trends in drainage research, mixed boundary conditions. Soil Science 113,4, pp. 285-293;
28. Kiss A., Rezervația ornitologică Satchinez, Ed. Excelsior, Timișoara, 2002;
29. Kiss A., 1999, *Avifauna din zonele umede ale Banatului*, Ed. Mirton, Timișoara;
30. Kiss A., 2000, *Păsările acvatice și schimbările ecosistemelor umede din Banat*, Armonii naturale, Vol.III, p.375-383, Arad;
31. Kiss A., 2000, *Efectele presiunii antropice asupra avifaunei acvatice*, Armonii naturale, Vol.III, p.384-390, Arad;
32. Kiss A., 2002, *Rezervația Ornitologică Satchinez*, Ed. Excelsior, Timișoara;
33. Krasilnikov, P. (comp.) 2002. Soil Terminology and Correlation. Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences. Petrozavodsk. 2nd

- Edition van Liedekerke, M., Panagos, P., Montanarella L., Filippi N. 2004. Towards a Multi-scale European Soil Information System. 13th EC-GIS Symposium. Porto;
34. Legea 138/2004 – legea îmbunătățirilor funciare;
 35. Man T. E., Hălbac-Cotoară R.: Metode clasice și moderne de proiectare a amenajărilor de drenaj folosite în țara noastră și pe plan mondial, pag. 146 – 154, Buletinul Științific al Universității "Politehnica" Timișoara, Seria Hidrotehnica, Tom. 49 (63), Fasc. 1/2005, ISSN 1224 – 6042, Ed. Politehnica;
 36. Nosenko, P.P. and I.S. Zonn 1976. Land drainage in the world. ICID Bulletin, 25, 1, pp. 65-70;
 37. Oosterbaan R.J., Agricultural Drainage Criteria, Drainage Principles and Applications, ILRI Publication 16, second edition, Wageningen, Olanda, 1974;
 38. Oosterbaan J.R., Agricultural Land Drainage: a wider application through caution and restraint, I.L.R.I. Annual Report, International Institute for Land Reclamation and Improvement, Wageningen, Olanda, 1991, pg. 21 – 36;
 39. Oosterbaan, R.J. 1988. Agricultural criteria for subsurface drainage: a systems analysis. Agricultural Water Management, 14, pp. 79-88;
 40. Oosterbaan, R.J. 1992. Agricultural land drainage: a wider application through caution and restraint. In: ILRI Annual Report 1991, Wageningen, pp. 21-36;
 41. Oosterbaan R.J., Agricultural Drainage Criteria, Copy of chapter 17 in: H.P. Ritzema (Ed), Drainage Principles and Applications, ILRI Publication 16, second Edition, Wageningen, The Netherlands, 1994;
 42. Panagos, P., Van Liedekerke, M., Filippi, N. and Montanarella, L., 2006. MEUSIS: Towards a new Multi-scale European Soil Information System. EONGEO, 5th European Congress on Regional Geoscientific Cartography and Information Systems, Barcelona (Spain) June 13th-15th 2006. pp 175-177;
 43. Pătăchie I., Eftimescu M., Unele încercări de aplicare a climogramelor în agrometeorologie, Rev. Hidrotehnica, Vol. 15 (pg. 540 – 545), Nr. 10, București, 1970;
 44. Ramsar Convention Secretariat, 2006, *The Ramsar Convention Manual: a guide to the Convention on Wetlands (Ramsar, Iran, 1971)*, 4th ed. Ramsar Convention Secretariat, Gland, Switzerland;
 45. Rattan Lal, Manoj K.Shukla, Principles of soil physics, Ohio State University Columbus Ohio USA, 2004;
 46. Ritzema H.P., Drainage Principles and Applications, ILRI Publication 16, second edition (completely revised), Wageningen, Olanda, 1994;
 47. Russell, J.L. 1934. Scientific research in soil drainage. Journal Agricultural Science 24, pp. 544-573;
 48. Sandu Gh., Caracteristicile solurilor cu exces de umiditate din punct de vedere ameliorative, Rev, Hidrotehnica, Gospodărirea Apelor, Meteorologia 9 (1964);
 49. Site-ul INMH
 50. Skaggs, R.W. 1980. Combination surface-subsurface drainage systems for humid region soils. Journal Irrigation and Drainage Division, Proceedings American Society of Civil Engineers, 106, IR4, pp. 265-283;
 51. Soil Science Society of America. 1975. Soil Conditioners, SSSA, Madison, WI. Soil Survey Division Staff. 1951. Soil Survey Manual, USD A Handbook No. 18, Washington, D.C;
 52. Soil Survey Division Staff. 1993. Soil Survey Manual. USDA-NRCS Handbook No. 18, Washington, D.C., 437 pp;

53. Soil Survey Staff. 1999. Soil taxonomy, second ed., Agriculture Handbook 436. Natural Resources Conservation Service, U.S. Department of Agriculture. U.S. Government;
54. Van Schilfgaarde, **J.** 1979. Progress and problems in drainage design. In: J. Wesseling (ed.), Proceedings of the International Drainage Workshop. ILRI Publication 25, Wageningen, pp. 633-644;
55. Vlachos, E.C., Drought Management interfaces, Annual ASCE Meeting, Las Vegas, Nevada, 15p, 1982;
56. Wesseling, J. 1974. Crop growth and wet soils. In: **J.** van Schilfgaarde (ed.), Drainage for agriculture. Agronomy 17, American Society of Agronomy, Madison, pp. 7-38;
57. www.icpa.ro;
58. www.meteoromania.ro
59. www.ramsar.org;
60. www.snm.inmh.ro
61. xxx - Water Management (Drainage), Chapter 14, Part 650 Engineering Field Handbook, National Engineering Handbook, U.S.D.A, N.R.C.S.;
62. Young, T.C. and J.T. Ligon 1972. Watertable and soil moisture probabilities with tile drainage. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, 15,3, pp. 448-451.

2 ISTORICUL ȘI EVOLUȚIA STUDIILOR ȘI AL LUCRĂRILOR DE DESECARE-DRENAJ PE PLAN MONDIAL ȘI ÎN ROMÂNIA

2.1 Istoricul lucrărilor de desecare-drenaj pe plan mondial

Lucrările de îmbunătățiri funciare au constituit o preocupare a omenirii din cele mai vechi timpuri. Doriința de a obține recolte cât mai bogate, de a-și proteja așezările și terenurile de vitregiile naturii, i-au împins pe oameni să găsească soluții cât mai eficiente de a contracara fenomenele meteorologice cu impact negativ.

Primele mari civilizații, localizate în estul Mării Mediterane, și care au apărut la finele mileniului IV, au avut ca și așezări deltele sau estuarele unor fluvii dar și de-a lungul văilor acestora. Periodicitatea inundațiilor de pe aceste cursuri de apă au impus găsirea unor soluții hidroameliorative. Gradul de prosperitate la care au ajuns s-a bazat și pe tehnica superioară de care au dispus în domeniile irigației și drenajelor, împreună cu o complicată manevrare a canalelor de alimentare, legătură și a bazinelor de înmagazinare a apei.

Dezvoltarea sistemelor de drenaj a început în Mesopotamia în jur de anul 7000 î.e.n. Se practica desecarea deoarece tuburile de drenaj erau inexistente în acea perioadă. Date istorice referitoare la vechea civilizației Indus menționează că în jurul anului 2500 î.e.n. Valea Indului era cultivată agricol. Un surplus necesar de apă se baza exclusiv pe precipitații și inundații, deși într-un mod necontrolat. Irigațiile și drenajele, ca și fenomene exclusiv naturale, erau în echilibru: când apa Indului prezenta nivele mari, o porțiune din albia majoră era inundată pentru ca în perioadele mai secetoase, cu nivele ale fluviului mici, aceste zone să fie natural drenate. Conform Ami (1987), cele mai vechi tuburi de drenaj au 4000 ani vechime și au fost descoperite pe valea cursului inferior al Indului. Lipsa tuburilor de drenaj a fost suplinită într-o oarecare măsură de utilizarea materialelor locale precum piatra și lemnul. [4]

Această situație era întâlnită și în alte zone locuite, pe malul marilor fluvii. În timp însă, apariția fenomenului de salinizare a solului a marcat în mod negativ dezvoltarea așezărilor umane. Pentru a se combate acest fenomen nedorit, în Mesopotamia, controlul nivelului freatic se realiza prin evitarea utilizării ineficiente a irigațiilor și prin aplicarea sistemelor de desecare. În Babylon, capitala Mesopotamiei, grădinile suspendate, una din cele șapte minuni ale lumii, dispuneau de un sistem de drenaj foarte avansat care asigura eliminarea excesului de umiditate în colectoare mari de piatră arsă.

Cu toate acestea, primele lucrări de desecare atestate documentar s-au efectuat în timpul lui Amenemhat al-III-lea (sec. XIX î.Cr.) și au constat din asanarea unei părți a oazei Fajun, probabil irigată dat fiind faptul că este amplasată pe cursul inferior al Nilului. Tot în Egipt, dar în timpul faraonului Ramses al-III-lea (sec. VIII î.Cr.) se realizează asanarea unor teritorii din partea răsăriteană a deltei Nilului.

Între 1122 î.e.n. – 220 e.n., solurile salin-alcaline situate în câmpia din Nordul Chinei au fost ameliorate printr-un sistem optim de irigare-drenaj, prin desecări, cultura orezului sau prin inundări controlate.

Referiri la cele mai vechi poldere cunoscute pot fi găsite în Iliada lui Homer.

Lucrările de desecare practicate înainte de anul 0 erau facilitate prin utilizarea șurubului lui Arhimede (figura 2.1), o stație de pompare primitivă dar ale cărei principii au rămas valabile și în ziua de azi.



Fig. 2.1 Desecarea cu ajutorul șurubului lui Arhimede [42]

Existența acestor impresionante lucrări nu au scăpat atenției etruscilor și ulterior romanilor. Etruscilor li se datoresc lucrările de derivare și secare a unor lacuri sau asanarea unor mlaștini (ex. valea râului Chiana). În studiul său asupra civilizației antice din Italia meridională, D. Adameșteanu (1983), semnalează aici lucrări importante de asanare-drenaj, datând din secolul al V-lea î.e.n., puse sub protecția semizeului Achelaos, ce avea darul purificării și ameliorării pământurilor. De la o Romă în care domina perisabilitatea chirpiciului și lemnului, civilizația etruscă și mai ales regalitatea etruscă aduc în Roma și fac cunoscute romanilor construcții din piatră și cărămidă, unele folosite și astăzi. Este vorba de canalizări urbane, captări și aducțiuni subterane de apă, irigații, asanări de mlaștini și drenări de lacuri precum și comunicații pe șosele împietruite. [12]

Etruscii aveau cunoștințe solide de hidrologie și hidraulică, cunoștințe care le-au permis să folosească multe elemente și sisteme de desecare-drenaj pe mari suprafețe de teren. Zone întinse și joase ale Romei, precum cea cuprinsă între Capitoliu și Velia, erau zone mlăștinoase. Înființarea așezărilor pe aceste terenuri joase nu ar fi fost niciodată posibilă fără o tehnica hidraulicii bine cunoscută și stăpânită de către etrusci. Curând după anul 700 î.e.n., etruscii au început la scară largă lucrări de îmbunătățiri funciare care includeau într-o proporție majoritară amenajări de desecare-drenaj și irigații. Cu acest "tratament", terenurile au devenit deosebit de fertile și propice pentru practicarea agriculturii. Datarea sistemelor de

desecare etrusciene indică perioada din jurul anului 625 î.e.n., ca și dată importantă referitoare dezvoltarea sistemelor de desecare-drenaj. Conform dovezilor arheologice, în acea perioadă a fost săpată o rețea de canale de desecare-drenaj pentru hidroameliorarea zonei mlăștinoase mai sus menționate. Tot atunci, cursul de apă dintre dealurile Capitoliului și Palatinului a fost regularizat, ulterior taluzele au fost întărite pentru ca în final acel curs de apă să fie colmatat definitiv.

Lucrările de desecare-drenaj realizate de etrusci sunt datate încă din secolul V î.Cr., având ca scop secarea unor lacuri din actuala Vale Baccano, aflată la 30 km de Roma sau a unor mlaștini din valea râului Chiana. Aceste lucrări erau puse sub protecția semizeului Achelaos, care avea darul purificării și ameliorării pământurilor.

Mario Lopes Pegna, un etruscologist Italian, spunea: „Etruscii au fost primii care au abordat și au rezolvat problema îmbunătățirilor funciare, realizând o serie de operații tehnice atât de ingenioase încât stârnesc admirația și constituie o provocare și în ziua de azi. O rețea complicată, din punct de vedere tehnic, de canale de desecare colecta surplusul de apă și îndepărta apa stagnantă din întreaga Etrurie și din Latium. Aceste volume de apă erau apoi canalizate către acele locuri unde puteau fi utilizate în scop agricol iar ceea ce rămânea în plus era apoi transportat în drenuri mari către mare ...”

Orașul etrusc Vetluna (Vetulia la romani) este localizat pe dealurile Maremma, deasupra unei lagune și cu acces la mare. Drenajul de la Maremma a fost una din cele mai însemnate realizări agricole ale Etruscilor. Când Romanii au ocupat orașul vecin Rosella, în anul 294 î.e.n., Vetluna a cunoscut un declin marcant. Sistemul de irigații a decăzut, sistemul de drenaj s-a colmatat și zona a redevenit o mlaștină infestată de malarie. [56]

Ester van Joolen în cartea „Evaluarea terenurilor arheologice” face referiri la managementul apei din Italia perioadei etrusce referindu-se la procese precum controlul, acumularea și distribuția acesteia din surse aflate la cote înalte către surse mai joase, dar și la tehnologiile utilizate în acest sens.

Un exemplu de asemenea tehnologie este „cunicole” sau „qanat” ceea ce înseamnă tunel al apei pe distanță lungă.

Cunicoli (tunele Etrusco-Latine de colectare a apei) sunt realizate tunele realizate manual în subsol, paralel cu coasta Mării Tirenene la nord și sud de Roma. Referitor la vechimea lor există numeroase păreri, aceste construcții fiind datate după unii autori între 800 și 400 î.e.n., iar după alții între secolele 6 și 4 î.e.n. Rolul acestor cunicoli poate fi doar ghicit dar se crede că ar fi avut și funcțiile de drenare a solurilor umede respectiv de conducere a apei pentru irigații. Tehnologia etruscă (după Forni, 1990) ar fi fost influențată de cea greacă a căror tehnologie a ajuns la apogeu în perioada Helenistică (secolele 4 – 3 î.e.n.). În Grecia, cele mai vechi tunele de acest tip datează din perioada Miceniană și drenau apele Lacului Copais din Thesalia. [50]

Sisteme de drenaj de suprafață (desecare) au utilizate de greci și egipteni aproximativ în jurul anului 400 î.e.n.

După cucerirea Etruriei și înfrângerea Cartaginei, Republica Romană trecută ulterior la Imperiu odată cu cuceririle militare, asimilează cultura coloniilor grecești din sudul Italiei și a grecilor egeeni, manifestată în domeniul hidrotehnicii prin canalizări, prin asanări-drenaje, etc. Sunt cu totul caracteristice pentru nordul Africii, în Algeria și Tunisia de astăzi mai ales, acele galerii subterane pentru drenarea unor pânze acvifere, captarea și conducerea apei lor pe mari distanțe, pentru a evita evaporarea datorită climatului arid. Marile canale de aducțiune, de derivare și de legătură din Egipt și Mesopotamia, cu funcția principală desecare-irigație, au constituit sursă de inspirație pentru romani, care la rândul lor, au construit marile

canale de legătură între fluvii, de trecere dintr-un bazin hidrografic în altul sau de evitare a gurii unor delte, cu barele lor de aluviuni. [12]

De problema desecării și a drenajelor s-au preocupat îndeaproape M. Terentius Varo (116 – 28 î.e.n.), M. Vitruvius Polio (sec. I î.e.n. – 26 e.n.) Collumela (Sec. I e.n.), C. Publius Plinius Secundus (7 – 79 e.n.), Sextus Iulius Frontinus (97 – 103 e.n.) Palladius (Sec. II e.n.). [12, 20]

În secolul 2 î.e.n., Cato a făcut referiri la necesitatea îndepărtării apei în exces din și de pe câmpurile agricole. Se evidențiază astfel că civilizația Romană cunoștea drenajul subteran. Lucius Iunius Moderatus Collumela, care a trăit în Roma în primul secol al erei noastre, a scris 12 cărți intitulate „De Re Rustica” în care descrie cum trebuie pregătit și întreținut terenul pentru a se putea practica agricultura.

În perioada republicană când o familie nu avea mai mult de 7 jugere latine de pământ, adică 2,3 ha, prevenirea excesului de umiditate de pe terenurile grele era o măsură foarte cunoscută. Astfel, Cato Cenzorul recomandă în scrierile sale pentru toamnele ploioase deschiderea unor rigole de evacuare a apei în exces de pe semănăturile de grâu.

Același autor descrie primele drenuri agricole, formate dintr-un șanț trapezoidal, săpat la adâncimea de 1,2 m, cu baza mică de 0,35 m și lățimea la suprafață de 0,90 m, umplut cu pietriș sau cu crengi de salcie sau coarde de viță de vie așezate longitudinal, având rolul de a scoate apa de pe terenurile cu exces de umiditate.

Iată cum descrie și Collumela drenajele agricole: „Un sol umed, mlaștinos, trebuie în primul rând să fie eliberat de excesul de apă cu ajutorul drenului care poate fi deschis sau închis. În soluri grele, compacte, sunt utilizate rigolele sau șanțulețele; în soluri ușoare, rigole sau drenuri închise care se descarcă în rigole. Rigolele trebuie să fie realizate cu pereți ușor înclinați, altfel aceștia se vor prăbuși. Un dren închis este format dintr-un șanțuleț, săpat la o adâncime de 3 picioare (aproximativ 1 m), care este umplut până la jumătate cu pietriș spălat și în final acoperit (umplut) cu pământ. Dacă nu există aceste materiale, se pot utiliza fascine acoperite cu frunze sau brad. Gura de vărsare a unui dren închis într-o rigolă este formată dintr-o piatră mare așezată pe alte două”.

Un rol în decăderea marilor civilizații l-a avut și sărăturarea terenurilor ca urmare a unei irigații intensive a acestora. În Mesopotamia, controlul nivelului freatic se baza în primul rând pe evitarea utilizării ineficiente a irigațiilor

În Europa, Imperiul Roman a executat numeroase lucrări de eliminare a excesului de apă, putând menționa aici secarea mlaștinilor Pompeiene, secarea bălților Ronului lângă Arles, Franța. În Anglia, romanii au instalat rețele de drenaj la jumătatea secolului II e.n.. Locuitorii din actuala Olanda au folosit rețele de desecare pe malul Atlanticului, în spatele unor diguri pentru a câștiga teren în defavoarea oceanului. [37, 51]

Dacă în Europa, primele sisteme de drenaj de subsuprafață au fost instalate la începutul erei creștine, există o perioadă de câteva sute de ani în care această tehnică este uitată.

În regiunea Novgorod din Rusia, cercetătorii au identificat urmele existenței unor sisteme de îndiguire și desecare din secolul XI. Tot în această perioadă se practica desecarea mlaștinilor în Boemia. În secolul XIII, olandezii au construit rețele de canale pentru a colecta precipitațiile în exces. Ca măsură de combatere a inundațiilor, pe teritoriul Cehoslovaciei de azi, în secolele XV – XVI, s-a inițiat construirea mai multor canale: Bela canal (1440), Lansky canal (1450), Golden

channel (1506 – 1520), Opatovicky canal (1554) și Nova Reka channel (1585 – 1590). [18, 37, 51]

Evul Mediu se remarcă prin lucrări de desecare-drenaj mai ales în țările din jurul Mării Nordului. Oamenii din acele zone au început să câștige teren arabil în dauna mlaștinilor, a terenurilor lacustre prin drenarea apei cu ajutorul canalelor, șanțurilor și rigolelor

Cu secole în urmă, o bună parte din teritoriul Olandei și Belgiei era format din terenuri joase, mlaștinoase, din golfuri aflate în permanență sub acțiunea fluxului și refluxului oceanului, zone care încet au fost câștigate de sub influența apelor prin eforturile călugărilor. Din secolul VII, mănăstirile au construit diguri și canale de desecare pentru a hidroameliora terenuri destinate agriculturii și creșterii animalelor. În secolul XII, Contele de Flandra a continuat munca acestora, organizând societăți de proprietari de terenuri "wateringues", cu ajutorul cărora a drenat mlaștinile de lângă St. Omer.

Între 1350 și 1500 în Lombardia s-au construit numeroase canale de desecare reușindu-se astfel ca să se imprime un anume avânt agriculturii din regiune. Veneția a depus de-a lungul Renașterii un efort considerabil pentru a-și mări și îmbunătăți teritoriul rural hidroameliorând toată zona mlaștinoasă dintre Brenta și Piave. Din 1440 în 1460 debitele la vărsare a celor două fluvii s-au dublat pentru ca apoi, între 1500 și 1530 să se stabilizeze o rețea perpendiculară pe liniile de pantă naturale. S-au înregistrat însă și anumite eșecuri locale care au fost atestate de Montaigne, acesta vizitând zona în 1580.

Cu toate acestea, în câmpia joasă a Padovei s-a diminuat prin aceste amenajări gravitatea inundațiilor, s-a facilitat navigația între Veneția și teritoriul său fertil și a permis implementarea, în jurul anului 1475, a culturii orezului cu semințe provenite din Spania.

Ulterior, în secolul XV, ingineri din partea de nord a Flandrei, numită 'Holland', au dezvoltat tehnici care utilizau morile de vânt ca și pompe pentru a crea poldere – "polders" pentru a deseca în continuare suprafețe necesare pentru agricultură. Metoda ameliorării pusă la punct în cursul secolului al XV-lea a fost următoarea: se ridicau diguri mai înalte decât nivelul mării și al fluviilor de secăt; se practica o rețea de drenaj în interior; se plasau canale de evacuare pe diguri și cu ajutorul morilor apa era ridicată până la aceste canale. [60]

Leon al X-lea la început și ulterior Sixtus Quintul la sfârșitul secolului al XVI-lea au încercat fără succes să amelioreze mlaștinile Pontinus unde se întetșea malaria. Marii duci de Toscana au eșuat similar când au încercat să asaneze Val di Chiana.

Îmbunătățirile funciare prin drenaj gravitațional (desecare) s-a practicat și în Estul Îndepărtat, de exemplu în Japonia. Utilizarea morilor de apă pentru pompare a făcut posibil ca lacuri adânci să fie transformate în poldere, ca de exemplu cele 7000 ha ale Polderului Beemster din Olanda în anul 1612. Cuvântul polder care vine din limba olandeză, este folosit la nivel internațional pentru a indica „o zonă joasă înconjurată de diguri și în care nivelul apei poate fi controlat independent de nivelul apei din exterior”. [42]

Inginerii din Țările de Jos au acumulat astfel o bogată experiență în hidroameliorații. Între 1528 și 1562 li s-a cerut să asaneze gurile Vișiniei iar Henric al IV-lea a încredințat cuiva din Brabant funcția de „maistru de diguri și canale” din Franța.

Iazul de la Montady (Franța) (figura 2.2) este o depresiune circulară ciudată, o dovadă de existență a unui lac vechi desecat de călugări în secolul XII. Este faimos pentru forma sa care păstrează canalele originale de desecare. [59]



Fig. 2.2 Iazul de la Montady, Franța

Lucrările iau amploare în secolele XVI, XVII și XVIII când tehnica drenajului se extinde în toată Europa, inclusiv Rusia și ajunge și în Statele Unite.

În secolul XVII, tehnica îndepărtării excesului de apă prin drenuri închise, și care în mare măsură se făcea conform descrierii lui Columella, a fost introdusă în Anglia. Cu toate acestea, cel mai vechi exemplu cunoscut de drenaj tubular datează din prima jumătate a secolului XVII (1620), într-o grădină a unei mănăstiri din Franța (figura 2.3). Întrucât în acel loc solul era foarte fertil chiar și în timpul secetelor iar calitatea fructelor era remarcabilă, au fost executate săpături care au arătat că tuburi de 10 inci lungime și 4 inci în diametru au fost îngropate la 4 picioare adâncime (aprox. 1,2 m) astfel încât să formeze un sistem de drenuri. Fiecare tub avea formă de pâlnie și realizate în așa fel încât să poată fi îmbinate. Se pare că erau folosite și pentru subirigație, măsură foarte eficientă pentru perioadele secetoase. Nu se știe când au fost îngropate acele tuburi. [31]

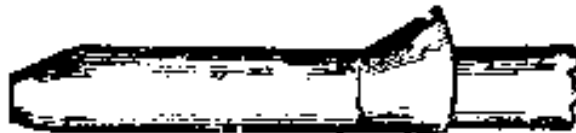


Fig. 2.3 Tub de drenaj, găsit la Mabeuge în Franța, 1620 [31]

Am găsit totuși o posibilă explicație a existenței acestor drenuri. În martie 1098, un grup de călugări reformiști de la Mănăstirea Clunaică din Molesme, conduși

de egumenul Robert (1028 - 1111), au ocupat niște terenuri mlăștinoase pe care le-au primit lângă o pădure la Cîteaux (Cistercium în latină) în Burgundia, unde au ridicat o mănăstire loială idealurilor Benedictine și au înființat astfel Ordinul Cistercian.

Cu idei inovatoare în domeniul ingineresc (în special legate de puterea apei), și dispunând de o forță de muncă aflată sub control direct pentru implementarea acestor inovații, Cistercienii au ajuns repede să domine Europa în ceea ce privește dezvoltarea tehnicilor de obținere a noi terenuri agricole și în drenajul agricol. De exemplu, drenajul original al mlăștinilor pline de malarie din Lombardia și Emilia-Romagna era de-a lungul unui șir de case ale fiicelor Cisterciene din Clairvaux. Se pare că aceștia cunoșteau inclusiv tehnica drenajului subteran cu tuburi de drenaj. [58]

Referitor la munca și rezultatele obținute de acești călugări este foarte sugestiv următorul paragraf: „Dați călugărilor din Cîteaux o mlăștină pustie sau o pădure sălbăticită, lăsați să treacă câțiva ani și veți găsi acolo nu numai biserici frumoase ci și așezări omenești”.

După Stuyt și colaboratorii (2005), sistemele de drenaj, introduse pentru prima oară în Anglia de către romani și care au fost „uite” pentru o lungă perioadă de timp, au reapărut în jurul anului 1544, când olandezii au început „să exporte” în Anglia îndemânarea și priceperea inginerilor lor care se bucurau de un deosebit respect. Primul olandez care a preluat o lucrare de drenaj în Anglia a fost Cornelius Vanderdelf, urmat mai târziu de alți ingineri faimoși precum Cornelius Vermuyden and Joos Croppenburgh, la începutul secolului XVII. [49]

O carte despre drenaje a fost publicată în 1650, în Anglia, de către căpitanul Walter Bligh care susținea tranșeele de drenaj, prima formă de drenaj de adâncime. O altă lucrare a apărut în 1758 și era compusă din 4 volume. Aceasta pretindea că analizează drenajul în general, pentru ca apoi să se limiteze doar la drenajul terenurilor mlăștinoase, fără a mai da vreo informație că și alte terenuri ar necesita acest tip de măsură hidroameliorativă. Legat de metoda de drenaj, ca și soluție se propunea săparea de tranșee urmată de umplerea acestora mai întâi cu piatră brută, apoi cu deșeuri lemnoase și în final cu pământ. Astfel se creeau condițiile necesare scurgerii apei și se evitau deschiderile mari la suprafața terenului ca urmare a săpăturilor. În Oxfordshire (Anglia), în a doua jumătate a secolului XIX, se propunea utilizarea materialului lemnos și vegetal al tufișurilor la realizarea drenajelor astfel: „Tranșeele se sapă mai adânc ca în alte situații, de exemplu la 3 picioare adâncime (aprox. 1 m), fundul tranșeei se acoperă cu tufișuri cu spin negru proaspăt tăiat. Peste acestea se depune un strat de piatră, apoi un strat de paie și în final se acoperă cu pământ până la suprafață.” În tratatul menționat nu sunt făcute referiri la nici un fel de tuburi de drenaj de unde putem trage concluzia că drenajul tubular nu se practica. Totuși, într-o lucrare cu titlul „Draining and Irrigation” apărută în jurul anului 1860, poate fi găsit următorul paragraf: „În drenarea parcului de Grimsthorpe, Lincolnshire, cu 3 ani în urmă (aproximativ 1857), niște drenuri făcute din tuburi au fost găsite la 8 picioare adâncime (2,5 m). Tuburile sunt asemănătoare cu cele folosite în prezent și s-au păstrat într-o stare atât de bună de parcă ar fi proaspăt așezate, cu toate că ele trebuie să fie acolo de peste 100 ani.” [22]

La sfârșitul Evului Mediu, Olandezii au început să folosească puterea vântului pentru desecarea terenurilor. Morile de vânt pompau apa prin utilizarea unei roți hidraulice (începând cu 1634) sau a șurubului lui Arhimede (figura 2.4).

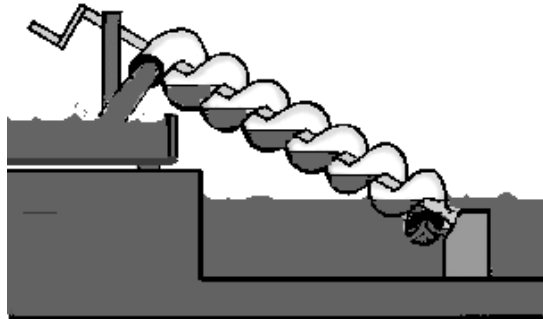


Fig. 2.4 Șurubul lui Arhimede

Terenul aflat sub nivelul apei era astfel desecat. Înălțimea la care o singură moară putea pompa apa era limitată. Prin asocierea mai multor mori, fiecare din ele pompa apa într-un rezervor aflat la o cotă mai înaltă, ultima pompând apa într-un râu sau lac. În secolul XVIII câteva "molendriegangen" (serii de 3 mori) (figura 2.5), și "molenviergangen" (serii de 4 mori), au fost construite. Morile de vânt aveau un rol crucial și esențial în hidroameliorarea și conservarea terenurilor până la apariția pompelor acționate de motorul cu aburi și ulterior a celui diesel. [53]

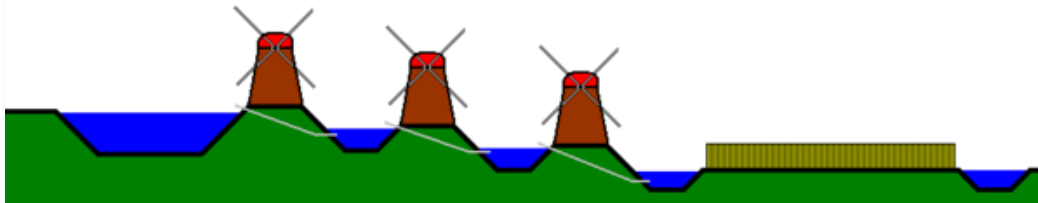


Fig. 2.5 "Molendriegangen" utilizat la desecarea terenului [50]

Drenajul în sistem organizat pentru agricultură și în scopuri publice a început în S.U.A. în secolul XVII. Câteva state au pus accent pe canalele de desecare pentru controlul nivelului apei freactice în zonele agricole și urbane. În regiunile umede din Oregon și Washington, unde media precipitațiilor anuale depășește 1500 mm, drenajul de suprafață era un element esențial pentru combaterea excesului de umiditate. [51]

Lucrările de desecare în partea de sud-est a Statelor Unite, pe câmpia Atlanticului, s-au impus datorită faptului că multe soluri din această regiune au un drenaj natural slab și cer o modalitate de desecare-drenaj pentru a putea practica o agricultură profitabilă. Măsurile hidroameliorative au început să fie aplicate în această zonă (Carolina de Nord) începând cu sosirea primilor coloniști. În a doua jumătate a secolului 18, o companie (Dismal Swamp Canal Company) formată din George Washington și cinci asociați, a achiziționat aproape 17.000 hectare teren cu scopul de a-l drena și ulterior valorifica în agricultură. În 1805 lucrările la canalul principal de desecare au fost încheiate. Au fost adăugate ulterior canale secundare. Curând după executarea acestor lucrări în Carolina de Nord, drenajul agricol a cunoscut o răspândire spre sud, către Carolina de Sud și Georgia. Carolina de Sud a adoptat în 1754 un act pentru drenarea terenurilor.

În statele New Jersey, Delaware, Maryland, Virginia, din partea nordică a câmpiei Atlanticului, drenajul artificial a început să fie practicat de asemenea din

perioada colonizării și era esențial pentru profitabilitatea agriculturii. Mulți dintre cei veniți pe aceste meleaguri au adus cu ei tehnicile de drenaj „europene” din perioada secolelor XV – XVII. New Jersey a adoptat o lege a drenajului în 1772, 4 ani mai târziu aceasta devenind o parte a Constituției adoptată la 1776. Multe canale de desecare construite în perioada următoare (secolul XIX) cu forță manuală și uneori cu ajutorul tracțiunii animale, sunt funcționale și azi. Pentru drenajul de subsuprafață se utilizau materiale locale. Statul Maryland are și el o istorie îndelungată a drenajului agricol. Rigolele, șanțurile și canalele de desecare au început să fie utilizate aici din anii 1700. Multe din primele lucrări de desecare-drenaj s-au bazat în special pe munca sclavilor din colonii. În anul 2000, în acest stat erau peste 820 mile canale de desecare construite din fonduri publice și mii de mile din fonduri private. [51]

În 1810 au început să fie folosite tuburile din lut pentru drenaj, pe moșia lui Sir James Graham în Northumberland (Marea Britanie), iar după 1830 s-au introdus tuburile din beton făcut cu ciment portland. Se pare că tipul de drenaj tubular de pe moșia menționată se baza pe tuburi de drenaj formate din două piese: un U inversat așezat pe o placă plată. Acest tip va fi utilizat pentru mai bine de 30 ani. Un alt tip de drenaj tubular a fost sistemul Deanston introdus în 1832, de către Domnul Smith din Deanston, Scoția. În anul imediat următor, el va publica un pamflet intitulat „Observațiile lui Smith asupra drenajului temeinic”. Producția de tuburi de drenaj a fost mecanizată prima dată în Anglia, de aici răspândindu-se în Europa Continentală și Statele Unite. [31, 42]

Inventarea motorului cu abur la începutul secolului 19 a adus o creștere importantă a capacității de pompare, permițând obținerea unor suprafețe mai mari de teren prin evacuarea apei în exces sau prin câștigarea unor noi poldere, un exemplu fiind cele 15000 ha din Haarlemmermeer, din sud-vestul Amsterdamului, în 1852. Proiectul a durat 12 ani (1840 – 1853) desecarea fiind realizată cu ajutorul unui sistem foarte mare de canale și pompe pentru desecare. Costurile întregii operațiuni au depășit 5 milioane de dolari. [42]

Cu toată că apariția motorului cu abur a fost un pas important în dezvoltarea tehnologiei, în Marea Britanie, și nu numai, au continuat să fie folosite morile de vânt în scop de desecare, mori care aveau să fie ulterior (secolul XX) reabilitate și modernizate.



Fig. 2.6 Moară de vânt pentru desecare construită în 1860 (Marea Britanie) [61]

Rețele de drenaj au început să fie instalate în Statele Unite, la scară largă, începând cu anul 1830 pentru ca până în 1870, majoritatea terenului care putea fi drenat prin drenaj de suprafață să fie hidroameliorat. Legile terenurilor mlăștinoase din 1849 și 1859 au favorizat lucrările de desecare-drenaj obținându-se suprafețe întinse de teren în defavoarea mlaștinilor și a zonelor cu exces de umiditate. După acest an, drenajul prin de tuburi de drenaj a devenit metoda de drenaj preferată pentru a se evita pierderea de suprafețe de teren agricol. Central Park din New York a fost drenat în 1858. Cu o suprafață de 856 acrii, a constituit cel mai mare proiect de drenaj de la acea vreme din S.U.A. În 1867, Colonelul Waring, inginerul care a fost însărcinat cu problema drenajelor, a publicat o carte intitulată „Drenajul pentru profit și sănătate”. [42, 51]

La început tuburile de drenaj au fost realizate manual. Dezvoltarea tehnologică a permis însă începând cu 1834 construirea primei mașini pentru realizarea tuburilor de drenaj. Aceasta a fost inventată și construită în Anglia și a cunoscut o rapidă dezvoltare în anii următori. În 1848 o mașină pentru realizarea tuburilor de drenaj a fost exporată în Statele Unite ale Americii [31, 42].

Mașinile pentru excavare și realizarea tranșelor acționate de motoare cu abur au început să fie folosite începând cu 1890, urmate de apariția draglinei în 1906 în Statele Unite.

Până în 1917, în fostul Imperiu Țarist, au fost ameliorate 1,8 milioane hectare, 50 de ani mai târziu ajungându-se la 10,5 milioane. [37]

În Ungaria, proiecte de drenaj la scară mare au fost demarate în 1880 – 1890. La sfârșitul secolului 19, funcționau deja aproximativ 2300 km canale de desecare pe valea Dunării respectiv 3800 km pe valea râului Tisa care evacua excesul de apă. Lungimea rețelei de canale de desecare se va dubla în următoarea decadă, 103 stații de pompare fiind implicate în activități de desecare-drenaj. Până în 1970, mai mult de 4,5 milioane hectare au fost desecate, acestea reprezentând peste 50% din suprafața agricolă a țării. [18, 37]

Pe teritoriul polonez, suprafețele cu exces de umiditate care necesitau lucrări de desecare, totalizau 10,9 milioane hectare (35% din suprafața agricolă și silvică a țării) în anul 1970. Lucrările de desecare executate cuprindeau : peste 1,5 milioane hectare pășuni și fânețe respectiv peste 3,6 milioane hectare terenuri arabile. Pe pășuni și fânețe, desecarea s-a realizat cu rețele de canale deschise; pe terenurile arabile drenajul închis ocupând peste 70% din suprafața desecată. [37]

Drenajul s-a răspândit foarte mult în Statele Unite ale Americii în timpul crizei economice din anii 1930 când fermierii nu-și puteau permite pierderea recoltelor din cauza inundațiilor. La sfârșitul anului 1963, în Statele Unite ale Americii, 8 milioane hectare de teren agricol afectate de exces de umiditate erau amenajate cu lucrări de drenaj închis. [37, 51]

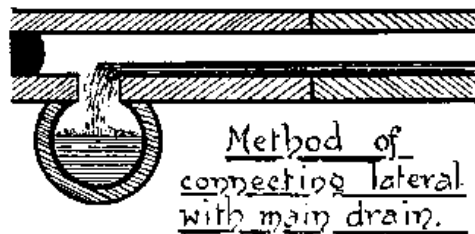


Fig. 2.7 Metodă de legare a drenului lateral la drenul principal (S.U.A., începutul secolului XX) [37]

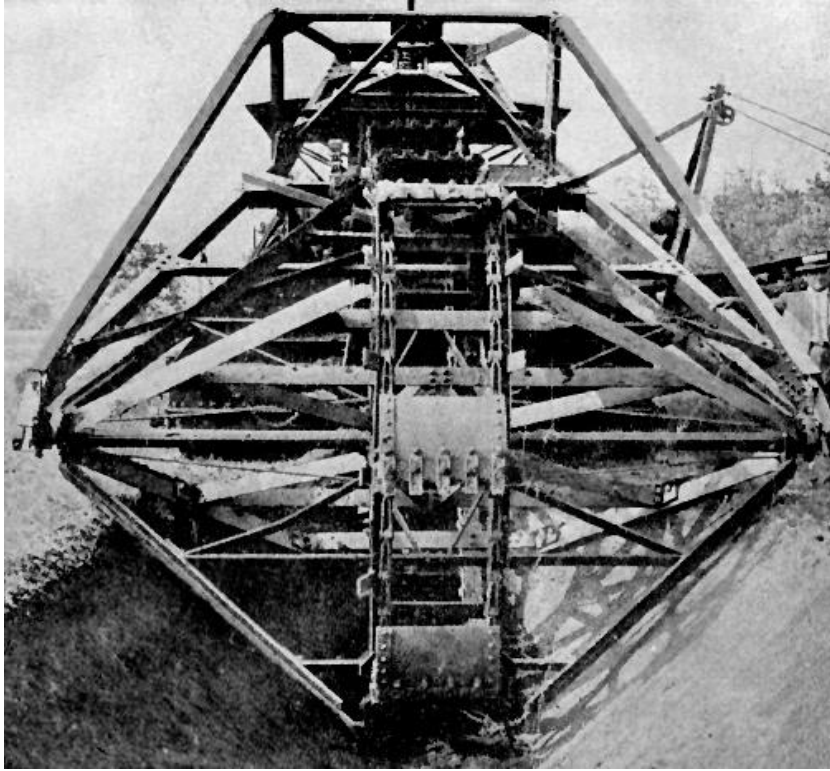


Fig. 2.8 Mașină de realizare a canalelor de desecare (S.U.A., începutul secolului XX) [51]

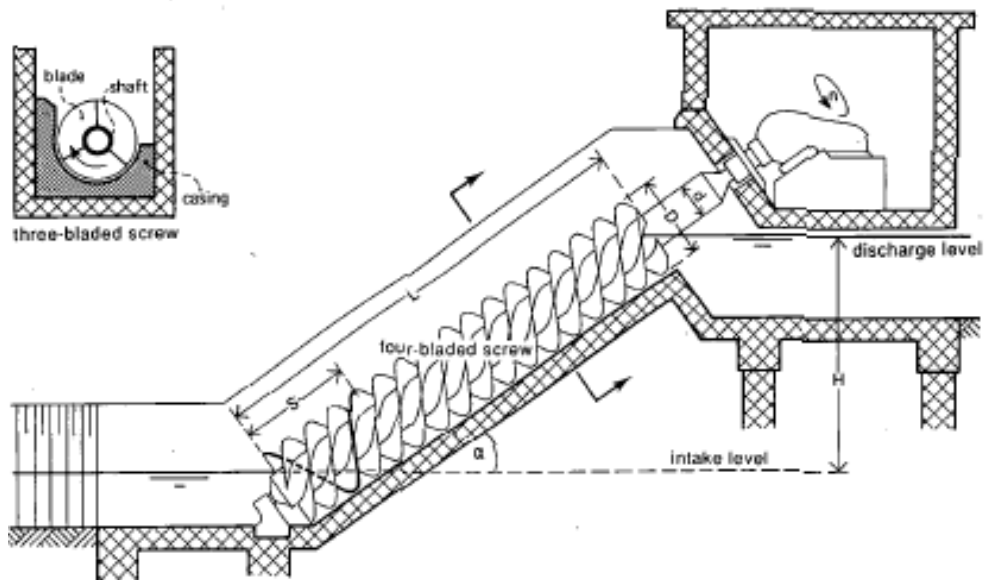


Fig. 2.9 Șurubul lui Arhimede tipul deschis (Hydro Delft, 1972) [42]



Fig. 2.10 Șurubul lui Arhimede pe un canal de desecare [42]

Tabelul 2.1 oferă o situație referitoare la suprafețele drenate din mai multe țări ale lumii, populația implicată în sectorul agricol precum și producțiile de cereale obținute respectiv producțiile la hectar. Sursa acestor date este ICID – International Commission on Irrigation and Drainage.

Tabelul 2.1 Situația suprafețelor drenate din mai multe țări ale lumii [55]

Țara	Supraf. Geo. (SG)	Suprafața cultiv. permanent (SCP)		Supraf. drenată	Populația în agricultură		Prod. cereale	Prdtiv. cereale
	MHa (2002)	MHa (2002)	%SG	MHa (2000)	Mil. (2002)	% P T (2002)	MT (2003)	Kg/ha
Rusia	1707,54	125,53	7,35	4,82	39,1	27,13	65,4	1786
Spania	50,6	18,71	36,98	?	9	21,95	21,4	3250
Italia	30,13	11,06	36,71	5,3	18,9	32,95	18,1	4370
Franța	55,15	19,58	35,50	2,5	14,5	24,29	54,9	6134
Ucraina	60,37	33,46	55,42	?	15,7	32,15	19,7	1752
Grecia	13,2	3,85	29,17	0,52	4,3	39,43	4,3	3342
Bulgaria	11,1	3,58	32,25	0,08	2,6	32,67	4,1	2518
Olanda	4,15	0,95	22,89	3	1,7	10,29	1,9	8196
Germania	35,7	12	33,61	4,9	10	12,5	39,5	5758
Slovacia	4,9	1,56	31,84	?	2,9	53,9	2,5	3138
Ungaria	9,3	4,8	51,61	2,3	0,4	4	8,8	3022
Polonia	31,27	14,23	45,51	4,2	14,4	37,31	23,4	2865
Cipru	0,93	0,11	11,83	0,02	0,2	29,65	0,1	2149
Belgia	3,30	0,30	9,09	0,27	0,2	1,89	2,3	7163
Elveția	4,13	0,33	7,99	0,16	2,3	32,74	0,9	5690
Cehia	7,89	3,31	41,95	0,4	2,6	25,43	5,8	3712
Lituania	6,5	2,99	46,00	2,62	1,2	33,53	2,6	3043

Austria	8,39	1,46	17,40	0,21	2,6	32,45	4	5101
Estonia	4,52	0,63	13,94	-	0,4	31	0,5	2007
Slovenia	2,03	0,2	9,85	0,08	0,3	12,63	0,4	3813
Croația	5,65	1,59	28,14	0,76	1,8	41,43	2,4	3415
India	328,7	170,11	51,75	2,46	754,8	71,92	232	2356
China	959,8	153,9	16,03	24,47	807,3	61,99	377,5	4849
Turcia	77,48	28,52	36,81	3,14	23,7	33,68	30,8	2231
Japonia	37,8	4,76	12,59	3,66	26,7	20,95	10,8	5441
Egipt	100,14	3,4	3,40	3	40,4	57,34	19,2	7249
Sudan	250,6	16,65	6,64	0,56	20,4	62,03	6,4	648
Canada	997,06	45,88	4,60	9,46	6,5	20,88	50,2	2744
SUA	962,91	178,07	18,49	47,5	65	22,33	348,6	6033
Mexic	195,82	27,3	13,94	5,2	25,8	25,3	30,6	2830
Brazilia	851,49	66,58	7,82	1,28	31,2	17,71	66,4	3365
Australia	774,12	48,6	6,28	2,17	1,6	8,19	38	2072

2.2 Evoluția și dinamica lucrărilor de desecare-drenaj în România

2.2.1 Lucrările de desecare-drenaj până la cucerirea romană a Daciei

În Imperiul Roman amplasarea unei localități era rezolvată de rezolvarea problemelor care țineau de comunicație, siguranță și salubritate. Pe teritoriul Daciei, așezările umane se stabileau în vecinătatea pădurilor seculare, a mlaștinilor și a cursurilor de apă care constituiau o bună apărare naturală.

Măsurile hidroameliorative au fost aplicate pe teritoriul României din cele mai vechi timpuri, la început într-o formă primitivă comparativ cu tehnica actuală, cu mari perioade de timp caracterizate prin „găuri negre” referitor la acest tip de lucrări și la evoluția lor. Primele date legate de existența unor canale de desecare datează din perioada neolitică. Un grup de case, aflat în apropierea sursei de apă, formau un cătun care, în așezările neolitice de câmpie, era înconjurat de un șanț cu funcția de gard și pentru colectarea apelor de ploaie din incintă, un premergător al canalelor de desecare de mai târziu. Aceste șanțuri – *fossatum* - au fost caracteristice satelor dacice și ulterior daco-romane. Săpăturile arheologice de pe teritoriul țării noastre atestă faptul că așezările geto-dace erau împrejmuite cu șanțuri de colectare și evacuare a apei provenite din precipitații, pământul rezultat din săpătură fiind așezat în exterior sub forma unui dig. De fapt, cuvântul dig este de origine geto-dacă (dhejgh), cuvânt utilizat și astăzi cu același înțeles. Geto-dacii din valea Crișurilor și a Beretăului, locuitori ai unei zone mlăștinoase, nu au putut fi supuși de ocupatorii romani datorită măiestriei lor în construirea digurilor de apărare împotriva inundațiilor, folosite și pentru apărarea împotriva cotropitorilor [16].

Urme ale unor asemenea lucrări de desecare-drenaj se regăsesc în diverse ținuturi ale Daciei antice consemnându-se din secolul I î.e.n. diguri de apărare împotriva revărsării apelor, acestea având totodată rol și de apărare împotriva dușmanilor, pe văile Crișurilor și Barcăului [16, 45].

La Sarmizegetusa Regia, locuințele dispuneau de instalații de captare și transport a apei potabile dar și de instalații de drenare a apei provenite din precipitații. Pentru evacuarea apei din precipitații (care se pare erau abundente în antichitate) și pentru a se evita pătrunderea acesteia în construcții, s-au săpat canale de drenaj (desecare) (figura 2.11), cele mai multe în forma unor șanțulețe.

În zona sacră însă existau canale din elemente cioplite în piatră de calcar. Un astfel de canal consta din blocuri de calcar cioplite (cu secțiunea în U), lipite perfect unul de celălalt și acoperite cu lespezi din aceeași piatră. După o porțiune, când acest canal avea o adâncime suficientă, era acoperit cu segmente cioplite identic cu cele din partea inferioară. [9, 23].

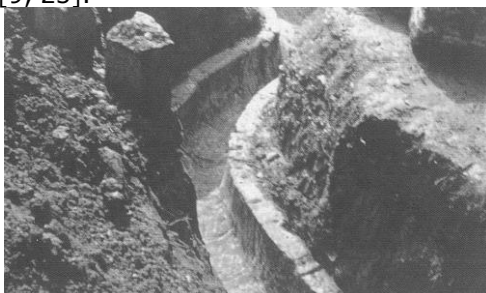


Fig. 2.11 Canal de desecare la Sarmizegetusa Regia [9, 23]

În Țara Făgărașului și în Țara Hațegului se foloseau sisteme de irigare a fânețelor montane, sisteme care erau prevăzute și cu canale și rigole pentru eliminarea apei în exces. Geto-dacii cunoșteau drenajul subteran, acesta fiind folosit atât în cazul cetăților pontice cât și în cazul unor cetăți din interiorul țării (Blidaru, Grădiște, Piatra Roșie etc.) la drenarea unor izvoare pentru alimentarea acestora cu apă cât și la drenarea teraselor. Nu există certitudine în ceea ce privește utilizarea drenajului în scopuri agricole [43].

Pentru terenurile grele, greu permeabile și cu pantă redusă, fără o scurgere naturală adecvată, problema prevenirii și înlăturării excesului de apă – temporar și periodic – a fost rezolvată prin sistemul de arături în spinări, realizându-se o modelare a terenului în benzi cu coame. Există însă dovezi conform cărora această tehnică hidroameliorativă ar fi de origine romană. [12]

2.2.2 Drenajele după cucerirea Daciei și în perioada evului mediu

Ocuparea Daciei de către romani a adus în aceste ținuturi și tehnologia marelui Imperiu. Se știe că pe lângă aprovizionarea orașelor cu apă, necesitățile impuse de standardele igienico-sanitare puneau problema eliminării surplusului de apă provenit de la activitățile umane sau de ploile abundente. În acest scop, orașele au fost dotate cu o rețea de canale de drenaj bine pusă la punct. Aceste canale corespundeau canalelor de desecare din zilele noastre, bineînțeles într-o formă mult mai primară.

Tehnica eliminării excesului de umiditate, în această perioadă, este îmbogățită cu unele elemente noi.

Arătura în benzi cu coame și rigole între benzi a fost una din soluțiile găsite de romani pentru îmbunătățirea drenajului extern al terenurilor afectate sau predispușe la exces de umiditate.

Agronomii latini propuneau pentru semănăturile de toamnă deschiderea unor rigole pentru evacuarea apei în exces și colectarea acestora în canale, perioada propusă fiind între solstițiul de iarnă și prima suflare a zefirului, după aprecierile lui Varro Terrentius în lucrarea sa *De re rustica libri III*.

În prima jumătate a secolului I e.n., L. Junius Moderatus Columella aduce numeroase precizări cu privire la irigarea fânețelor și eliminarea excesului de umiditate de pe terenurile agricole. Pentru a preveni excesului de apă pe

semănăturile de toamnă el recomanda generalizarea rigolelor pentru eliminarea excesului de umiditate de pe semănăturile de toamnă, indiferent dacă anii sunt ploioși sau nu, deschiderea timpurie a rigolelor pentru evacuarea apei, rigole care se îndreptau către canalele colectoare de drenaj, umplute cu crengi împletite pentru a nu încurca circulația atelajelor și pentru a nu se degrada. Pe terenurile unde exista un exces permanent de umiditate, drenajul se făcea ca și la Cato, prin canale umplute cu piatră sau crengi (fascine), sau, mai economic, jumătate umplută, restul pământ; gura de descărcare a drenului în canalul colector fiind consolidată prin intermediul a 3 lespezi de piatră, două verticale și a treia fiind dispusă deasupra. El recomanda reducerea adâncimii șanțului la 0,9 m și umplerea acestuia doar pe jumătate cu pietriș sau fascine, restul fiind umplut cu pământ. [12, 43]

Soluțiile și-au păstrat valabilitatea în timp, rigolele din semănăturile de toamnă fiind reprezentate în agricultura din Transilvania prin arătura în benzi cu coame alternante cu rigole.

Scrierile lui Palladiu din secolul al-II-lea, cu toate că se ocupă de tehnica drenajului, nu aduc nimic nou față de ceea ce se știa de la Collumela, însă săpăturile arheologice au evidențiat existența la baza umpluturii de balast sau fascine a unor tranșei drenante, a unor resturi de cărămidă sau tuburi de ceramică. [43]

Analizând dimensiunile indicate de Collumela, împreună cu dezvoltările săpăturilor arheologice, se crede că romanii au cunoscut tehnica drenajului subteran cu tuburi, cunoștințele lor fiind foarte apropiate de cele din zilele noastre. [43]

Din secolele II – III stau mărturie canale cu funcțiune mixtă de desecare-irigații din Țara Hațegului. O altă zonă care a necesitat măsuri hidroameliorative în Evul Mediu a fost Țara Bârsei. Genetic, Țara Bârsei este de origine tectonică, formată prin fracturarea și scufundarea repetată a unor fragmente centrale ale Carpaților de curbură, către sfârșitul pliocenului. Ulterior prăbușirii, apele au invadat această groapă, formând un lac în care de-a lungul vremii, s-au adunat straturi sedimentare de sute de metri grosime. La începutul cuaternarului apele s-au retras fiind drenate de către Olt, prin defileul de la Racoș. Relieful este modelat în continuare de agenți externi de eroziune precum și de acumulări torențiale și fluviale. De asemenea, o mare influență asupra reliefului au avut-o și cele 4 mari glaciațiuni. După sfârșitul acestora o bună parte din teritoriul țării a rămas mlăștinos și sălbatic, evoluând cu timpul către o depresiune cu câteva lacuri mai mari.

Anii ploioși, în regiunile joase, aduc un exces de umiditate cu prejudicii asupra recoltelor. Vatra joasă a depresiunii, cu nivel freatic superficial și cu pericol permanent al înmlăștinirilor temporare, se caracterizează prin prezența lăcoviștilor, semilăcoviștilor, solurilor gleice, local podzolate, utilizate aproape exclusiv pentru culturi agricole, dar care impun îmbunătățirea permanentă a condițiilor de fertilitate ca și a drenajului excesului de apă. Astfel, în secolul XIII au fost executate lucrări de desecare a mlăștinilor din depresiunea Bârsei, de către cavalerii teutoni și coloniștii sași, localitățile Prejmer și Hărman fiind localizate pe terenuri asanate. În lucrarea Dr. Florin Salvan putem găsi următorul paragraf: „Cavalerii teutoni și coloniștii sași s-au așezat într-o regiune „pustie și nelocuită” de români. [...] cavalerii teutoni și coloniștii sași „au tăiat păduri, au secat mlăștini, au introdus agricultura, au răspândit comerțul și meseriile”. [...] Țara Bârsei devine, „dintr-o pustietate”, o grădină „surzătoare” [...]”. [7, 16, 44, 45]

Primele lucrări planificate, organizate, cu scop bine determinat și calificate privind amenajările funciare, hidrotehnice și silvice, cu caracter defensiv, au fost organizate și susținute financiar de Ordinul Cavalerilor Teutoni (figura 2.12).

Cavalerii teutoni au organizat următoarele tipuri de lucrări:

- Deviere cursuri apă în scopul creării de inele de gardă – apă în jurul cetăților sau în scopul mlăștinărilor strategice a zonelor adiacente așezărilor săsești (în Prejmer, Hărman, Sânpetru, Feldioara);
- Desecări, demlăștinări, defrișări în scopul creării terenurilor pentru agricultură și construcții (în jurul Hărman, Sânpetru, Prejmer);
- Crearea de lacuri, iazuri și heleștee în scopuri piscicole și rezerve apă (lacurile din jurul comunei Prejmer);
- Consolidarea malurilor, cursurilor de apă și a versanților unor dealuri în scopul protecției drumurilor comerciale, strategice, de exploatare forestieră sau cinegetică și a protecției așezărilor umane de inundații (pe râul Teliu, râul Negru și Olt);
- Crearea unor rezerve de apă pe cursul râurilor în scopul deversării (mlăștinirii) strategice și defensive a unor terenuri (vezi râul Olt la Feldioara);
- Devieri de cursuri apă în scop industrial (construcție mori);
- Blocarea naturală (cu arbori doborâți) a unor cursuri de apă în scopul blocării accesului invadatorilor cumani dinspre Țara Românească (pe atunci Imperiul Cumanic) vezi cursul râului Teliu;
- Consolidarea unor maluri în scopul construcției podurilor (pe râul Tărlungeni lângă Prejmer, râul Negru și râul Olt).

Tehnica de hidroapărare a fost apoi preluată de secuii (mercenari unguri) dislocați în Săcele, Covasna, Oituz, Harghita, etc.

Mâna de lucru calificată a cavalerilor teutoni au fost pietrarii aduși din Orientul Mijlociu specializați în construcții militare și lucrări hidrotehnice (privind protecția cursurilor de apă), dulgheri din Liban și Anatolia și necalificați din zonele autohtone, locuite de protoromâni.

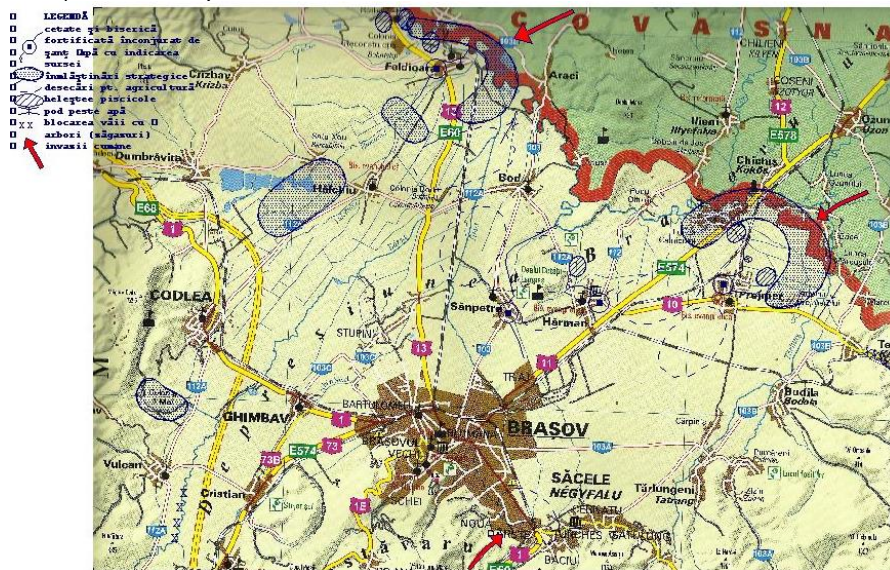


Fig. 2.12 Lucrări hidroameliorative executate de cavalerii teutoni in Tara Barsei [44]

Legat de mențiunea că Țara Bârsei ar fi fost o regiune „pustie și nelocuită” de români, istoricul brașovean I. Podea spune că expresia „terra deserta et inhabitata” nu indică o lipsă completă a satelor românești ci doar faptul că existau unele pământuri „nearate” (*deserta*) și „nelocuibile” (*inhabitata*) din cauza mlăștinilor. [44]

Someșan L. și colaboratorii afirmă că „primele așezări omenești și cele mai vechi încercări de agricultură au fost făcute pe spinarea dealurilor scăldate în soare, cu soluri fertile, cu păduri și cu fînațe” datorită faptului că multă vreme luncile râurilor au fost acoperite cu mlaștini. Extinderea în timp a procesului de agrarizare s-a concretizat printre altele și prin secarea și valorificarea locurilor mlaștinoase. [7, 47]

Perioada evului mediu, datorită migrației numeroaselor popoare barbare, a mercat un regres în dezvoltarea științei și tehnologiei, multe dintre cunoștințele tehnice romane se pierd, fiind redescoperite mult mai târziu, cum este și cazul tehnicii drenajului subteran. Pentru țara noastră această perioadă foarte tulbură coincide cu perioada formării poporului și a limbii române. [43]

Invazia popoarelor migratoare a determinat populația băștinașă să se retragă în locuri mai sigure, găsindu-și adăpost în inima munților, a codrilor sau în imensitatea bălților și a mlaștinilor din Lunca și Delta Dunării, unde au continuat să practice agricultura. Cu toate că nu se dispune de dovezi scrise sau arheologice, se presupune că cei retrași în zonele mlaștinoase și care erau greu sau chiar foarte greu accesibile au folosit tehnica apărării contra inundațiilor și desecarea pentru construirea unor drumuri de acces sau pentru luarea în cultură a unor terenuri agricole. [43]

În zonele de munte s-au găsit urmele unor terase, întinse până la altitudini de 1400 m, amplasate cu precădere în interiorul arcului carpatic, astăzi înierbate și împădurite. Aceste terase, numite de localnici „răzoare”, au fost cultivate în vremuri îndepărtate, probabil, în perioada retragerii populației din fața migratorilor. Cuvântul „răzor” este de origine latină, având la bază cuvântul „radiolos”, evoluat apoi în „razolus”, desemnează un loc cultivat, lucrat pe coastă, ceea ce sugerează originea daco-romană a teraselor. [43]

În vestul teritoriului de azi al României, între anii 840 – 907, localitatea Sânnicolau Mare aparținea cetății Morisena, care era capitala principilor Glad, Claudius și Ahtum. Existența acestei localități se datorează faptului că era un avanpost de apărare al cetății, având la sud râul Aranca, lacul Galațca și mlaștinile create de Aranca [...].

Secolele XV – XVII aduc renunțarea la lucrările hidroameliorative, de eliminare a excesului de umiditate, datorită faptului că zonele mlaștinoase, cu băltire permanentă sau cu pentru o perioadă îndelungată, reprezentau obstacole eficiente în calea invadatorilor. Aceste zone făceau parte din strategiile defensive contra invaziilor otomane și tătare, și nu prezentau interes din punct de vedere hidroameliorativ. Astfel, cercetătorul P. Panait menționează ridicarea Cetății Dâmboviței ca o componentă importantă a sistemului de apărare creat de voievodul Vlad Țepeș, cetate care prin poziția ei prezenta numeroase avantaje: era înconjurată de o puternică centură de sate cu potențial economic și uman, se afla la intersecția unor importante rute comerciale, era învecinată cu numeroase lacuri și mlaștini care ofereau o protecție sigură. [29, 48]

Vlad Țepeș construiește și Mănăstirea Comana, care avea și rolul de avanpost în fața invaziilor turcești. În a doua jumătate a secolului XVII, Paul de Alep, vizitând mănăstirea, face următoarea descriere: „e situată într-o insulă, fiind înconjurată de lacuri, bălți și mocirle de nepătruns. Nici nu poate fi vorba de vreun drum. [...] Ei zic că dacă Împăratul ar veni să le poarte război, cu toată armata sa, nu ar fi în stare să-i învingă, lucru ce pare adevărat, căci are o poziție bine întărită, fiind în mijlocul lacurilor ce nu îngheață nici în iarna cea mai friguroasă, având în fund nisip și mocirlă”. [48]

În Crișana, locuitorii din comuna Cherechiu au fost protejați de mlaștini în timpul atacurilor turcilor și curuților. În timpul campaniei din Săcuieni a pașei Szejdi din 1600 tot satul a fugit în mlaștina din Nagysziget.

Terenurile mlăștinoase sunt folosite în mod eficient și de Ștefan cel Mare, fiind foarte cunoscută și dezbătută lupta de la Podul Înalt din ianuarie 1475, victoria românilor datorându-se în bună măsură și desfășurării bătăliei în aceste zone. Alte evenimente istorice memorabile sunt victoriile de la Rovine (sec. XIV) și Călugăreni (sec. XVI), excesul de umiditate fiind și în acest caz un factor favorizant pentru succesul oștirilor române.

De asemenea, aceste zone cu exces de umiditate reprezentau și locuri de refugiu nu numai terenuri strategice pentru atacuri. Din fața atacurilor otomane, voievodul Vlad Țepeș își retrage parte din populație spre locuri mai ascunse, în păduri dese și spre munți, sau în adăpostul lacurilor și bălților. Copiii și femeile au fost adăpostite în zona Brașov iar „pe alții într-un oraș cu numele ... în jurul cărui întinzându-se un loc mlăștinos le mărea rezistența”.

În timpul atacului otoman din 1462, sistemul de informare al voievodului Vlad a ajutat ca trupele sale să poată fi așezate convenabil și să folosească avantajul terenului, voievodul reușind să-și ascundă și protejeze oamenii în zona de mlaștini și bălți dunărene printre care armata otomană nu se putea desfășura.

În vest, apărarea Timișoarei se baza pe terenul puternic afectat de umiditate, mlăștinos, aflat între râurile Timiș și Bega (fost Timișel). Astfel, un cronicar turc, Mustafa Gelalzade notează despre Timișoara următoarele: „Timișoara era o cetate pizmuită de toată lumea aceasta care se rotește și avea turnuri și ziduri foarte puternice, fiind cu neputință a fi trecute. [...] Fortărețele, bisericile și turnurile de clopotnițe erau apărate de apele mlăștinoase din jur”. Pentru a cuceri cetatea, o parte a trupelor otomane, în timpul asediului de la 1552, au executat lucrări genistice pentru a construi poduri peste mlaștinile și brațele râului Bega. [21]

Filippo Pigafetta, sol italian, participant la asediul principelui Sigismund Bathory asupra Timișoarei (1595), descrie cetatea Timișoarei după cum urmează: „[...] Timișoara este închisă de un zid de pământ și lemn după obiceiul acestei țări și din această parte are mlaștini nespuse de mari și smârcuri, și șanțuri, și ape foarte mari are de jur împrejur mai mult de o jumătate de milă: este înconjurată de râul Timiș (în realitate de Bega, sau Timișul Mic, pentru o perioadă de timp aceasta fiind denumirea râului care curge prin Timișoara) de la care își ia numele” [21]

Evlia Celebi în timpul călătoriei sale din 1660 – 1664 menționa că cetatea se găsește pe apele râului Timișoara ceea ce lasă posibilitatea presupunerii că numele râului să fi fost același cu al râului, numele acestuia fiind la rândul său un diminutiv al râului mai mare Timiș.

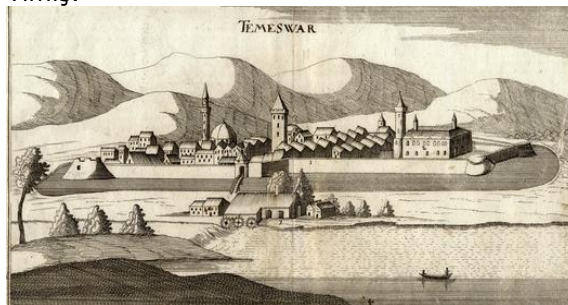


Fig. 2.13 Timișoara în sec. XVII [21]

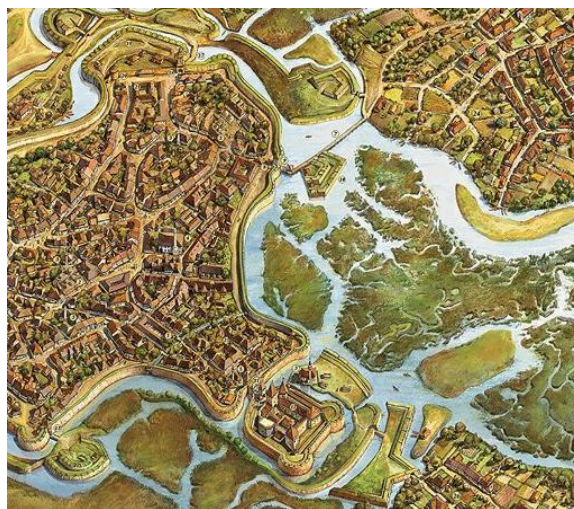


Fig. 2.14 Timișoara la 1716 [57]

Înfrângerea sau cel puțin reducerea înaintării oștirilor dușmane prin păstrarea acestor zone mlăștinoase se dovedea a fi mult mai rentabilă atât din punct de vedere economic cât și social și mai ales politic. De aceea măsurile hidroameliorative nu-și dovedeau necesitatea și în consecință nu s-a întreprins nimic în acest sens, pentru a se reda agriculturii noi terenuri.

2.2.3 Epoca modernă până în 1944

Lucrările hidrotehnice de amploare încep în secolul XVIII, mai ales în Vestul României, ulterior și în celelalte zone ale țării, promotorii acestor activități fiind austriecii. [3, 12]

Istoricul Francesco Grisellini indică în secolul XIII faptul că zona de vest a actualului teritoriu al României, cuprinsă între râurile Aranca, Bega, Timiș, Bârzava, era o zonă de mlăștină ceea ce crea mai departe condiții insalubre de populare a regiunii, împiedica dezvoltarea social-economică a zonei. Toate aceste condiții au impus măsuri și lucrări de regularizare a apelor și asanare a mlăștinilor. În 1728, sub supravegherea conelui Florimund de Mercy, guvernatorul militar al Banatului, încep lucrări de regularizare al râului Bega și asanarea mlăștinilor din jurul Timișoarei. Aceste lucrări au fost demarate și ca urmare a faptului că puterea otomană nu mai reprezenta o amenințare pentru Timișoara și deci zonele mlăștinoase își pierduseră valoarea strategică de stopare sau încetinire a înaintării inamicului. Pe această cale s-a încercat valorificarea economică a vechilor mlăștini. Între 1728 – 1756 se regularizează râul Bega, cursul acestuia fiind deplasat lateral sud față de vechea albie iar mlăștinile din jur sunt desecate.

De menționat că pe harta din atlasul editat în 1730 la Viena de Homan, actualul curs al râului Bega este trecut sub numele de Timișel.

Un rol important în asanarea mlăștinilor din jurul Timișoarei și în apărarea acestora împotriva inundațiilor l-a avut dubla conexiune Coștei – Topolovăț, operă a inginerului olandez Maximilian Fremaunt.

În anul 1728, acest inginer a realizat proiectul unui plan de canalizare pentru legătura Bega – Timiș, în ideea de a perfecționa canalul început de contele Florimund de Mercy și de a asigura un debitul care să permită navigabilitatea pe Bega. Proiectul prevedea construirea unei ecluze pe canalul Bega la Coștei, în

districtul Lugojului, și un șanț lat și adânc, în lungime de 10 km, până la Timiș. De altfel, numele actualului canal Bega, înainte de regularizare, a fost Timișel sau Timișul Mic. Se pare că denumirea de Bega provine de la termenul olandez böge (bief în limba olandeză).

Numele de Bega este nou, dat în urma canalizării râului care trecea prin Timișoara și care a fost făcut navigabil. El derivă din cuvântul böge (= bief în limba olandeză) și este pronunțat „beghei”, așa cum e numită de altfel în graiul bănățean Bega.

Termenul de „beghei” nu este nou în Banat. El se găsește în forma BEGWEI în cronică lui Anonymus iar astăzi este dat în general canalelor și râurilor canalizate din Banat. Nu este exclus ca numele să fie de origine peceneg-cumană sau poate chiar avară, așa cum afirmă Griselini.

În ciuda acestor lucrări, pe 23 martie 1745, administratorul districtual timișorean arată ca cele mai multe sate de aici sunt izolate din cauza marilor inundații. Canalul a suferit de-a lungul timpului mai multe modificări meritând a fi menționate cele din 1753-1754 (urmare a inundațiilor catastrofale din 1753), proiectate de inginerul Johann Karl von Stockhausen, directorul fortificațiilor cetății Timișoara. Lucrările au devenit necesare deoarece, în prima fază, orice surplus de apă ajuns în canalul Bega inunda terenurile și localitățile aflate între Bega Veche și Bega. Pentru deversarea surplusului de apă s-a lăsat inițial în dreptul localității Itebej o deschidere de 2 km în diguri și o porțiune de teren inundabil între Bega și Bega Veche. Bega Veche urma să transporte doar apa Beregsăului și a afluenților acestuia precum și cea pluvială.

Efectul acestor lucrări hidrotehnice a fost în primul rând desecarea terenurilor din lunca râului/canalului Bega, dar pe de altă parte au avut un efect dezastruos asupra luncii Timișului, provocând adesea inundații catastrofale. De aceea perfecționarea sistemului hidrografic conceput în secolul XVIII a fost și a rămas o preocupare permanentă a autorităților din ținut. [35]

Se pare că în țara noastră, drenajul subteran al terenurilor agricole a fost utilizat încă din vremea Mariei Thereza (1740 – 1780), fiind folosite în acest scop cărămizile refractare, secțiunea de dren fiind formată dintr-o cărămidă așezată pe fundul tranșeei, două cărămizi așezate pe cant și încă una deasupra.

Între 1840 – 1899 funcționează prima asociație hidraulică a deținătorilor de terenuri denumită Asociația pentru Regularizarea Văii Timișului și Begheului. [21, 24]

Conform Negrescu M. și Pura D. în lucrarea Navigația pe Bega – Secvențe istorice, ca urmare a inundațiilor catastrofale din 1859, care au acoperit în comitatele Timiș și Torontal peste 490.000 de iugăre teren arabil și satele din zonă, s-a ajuns pentru prima dată la ideea constituirii unei societăți de regularizare a apelor. Consiliul locotenențial al Voivodinei Sârbești și Banatului Timișoarei convoacă în 1860 o adunare a celor interesați în problema Timiș-Bega. Societatea propriu-zisă se va înființa și își va începe activitatea abia în 1865. În statute se prevedea ca țel reconstruirea și menținerea în funcțiune a tuturor construcțiilor din lunca râurilor Timiș și Bega aflate pe teritoriul comitatelor Timiș și Torontal, care au ca scop prevenirea inundațiilor. Concomitent, s-au înființat și societăți mai mici pentru regularizarea râurilor Bârzava, Rojga, etc.

În 1872 toate societățile respective s-au reunit în „Societatea de regularizare a văii Timiș - Bega”, scopul propus fiind acela de regularizare unitară a tuturor apelor din acest bazin pentru preîntâmpinarea inundațiilor. [35]

În Transilvania de la sfârșitul anilor 1800, agricultura comasată a permis astuparea și nivelarea bălților (desecarea), condiții pentru ameliorații agricole, etc.

Împărțirea moșiilor trebuia să țină cont de drumuri și de executarea eventuală a rețelei de desecare, apărând deci pentru prima oară o corelare între organizarea teritoriului și lucrările de hidroameliorații.

Teritoriul Banatului Românesc, cu o suprafață de aproximativ 1,9 milioane hectare, era afectat de exces de umiditate în proporție de 25% (la nivelul secolului 19). Din suprafața degradată, 65% era în bazinul Timiș – Bega, 24% făcea parte din bazinul Mureșului, 9% din cel al Bârzavei, 2% în bazinele Caraș, Nera și Cerna. În Crișana, suprafața cu exces de umiditate se întindea pe circa 600.000 ha din care 46% în Câmpia Crișurilor, 33% în Câmpia Someșului, 13% în Câmpia Mureșului respectiv 8% în Câmpia Ierului. [14]

La începutul secolului 19, sunt proiectate și ulterior executate lucrări hidroameliorative în bazinul Crișurilor. Între anii 1820 – 1835 au urmat lucrări de rectificare pe cursurile râurilor Crișul Alb și Bereteu respectiv s-a desecat mlaștina Sarret. [14]

Primele lucrări cu caracter local din Crișana datează din anul 1795, dar datorită rezultatelor nesatisfăcătoare, începând cu 1816 s-a trecut la studii de fundamentare a soluțiilor de amenajare, considerându-se suficiente pentru a elimina excesul de umiditate, îndiguirea, regularizarea și degajarea albiei. [43]

Geograful francez Beudant, după o călătorie în această regiune, afectată în 1918, remarcă faptul că imensele mlaștini întâlnite aici se datorează numeroaselor râuri ce coboară din munți și care în zona de câmpie prezintă albie instabile, slab conturate, depășite de frecvențele viituri. [10]

Între 1848 – 1864 în special în Principatele Române se practica pe o scară foarte largă arendarea terenurilor. Măsuri pentru ameliorarea din punct de vedere hidric a solurilor în Țara Românească nu se cunosc. Ani cu precipitații bogate, 1850, 1851, 1852, 1853, 1855, 1857 și 1864, ca urmare a lipsei măsurilor hidroameliorative, au afectat grav producția agricolă. [17]

În Moldova, Hector Burbure, belgian de origine, care avea în stăpânire moșia Dersca din județul Botoșani, la sfârșitul secolului XIX realizează o serie de lucrări de drenaj „acolo unde era necesar”, în „Balnia”, Dolina și „între drumuri”, redând agriculturii terenurile afectate de excesul de umiditate. [57]

Timișoara de la începutul secolului XX a fost marcată de o perioadă caracterizată printr-o mare prosperitate și avânt economic cu tendințe spre sistematizarea orașului. Inginerul Emil Szilard, numit inginer șef al orașului în 1902, a preluat conducerea biroului tehnic orășenesc punându-și întreaga pricepere în slujba unui grandios proiect de regularizare a canalului Bega, incluzând zona Fabric, fiind propus un singur canal în locul numeroaselor canale existente. Morile de apă orășenești, situate pe canalele ce împânzeau cartierul Fabric, necesitau lucrări ample de modernizare ceea ce a impulsionat construirea în amonte a așa numitelor „turbine”, printre primele centrale hidro-electrice de pe teritoriul României. Lucrarea menționată anterior a devenit funcționabilă la 3 mai 1910 și a costat aproximativ 2.000.000 de coroane. Construirea hidrocentralei și a noului canal, în afara spațiului construit, precum și desființarea canalelor au dus la scăderea nivelului apei freactice, foarte ridicat până atunci din cauza acumulărilor mari de apă necesare funcționării morilor. Un alt rezultat deosebit al acestor lucrări a fost și faptul că Bega devenea navigabilă în tot orașul. [35]

Rezoluțiile și dezbaterile la cel de-al doilea Congres agricol organizat de Societatea Română de Agricultură în mai 1911 recomandau ca loturile să astfel fixate încât să permită o utilizare mai economică a animalelor și uneltelor de muncă iar la stabilirea loturilor să se realizeze și comasarea lor; instituția responsabilă cu

viitoarelor împroprietăriți trebuind să aibă și un serviciu de îmbunătățiri funciare pentru ca loturile să se vândă gata îmbunătățite. [32]

Astfel, prin Legea din 20 decembrie 1910 se crea Direcția Îmbunătățirilor Funciare.

Inundațiile catastrofale din 1910 – 1912 evidențiază necesitatea executării unor lucrări de mai mare anvergură. Până în 1944 situația hidroameliorativă nu s-a îmbunătățit decât în mică măsură ca urmare a unor amenajări locale. Totuși, lucrările de îndiguire au cuprins o suprafață de circa 622.000 ha, fiind corelate cu apărarea contra inundațiilor a centrelor populate. O parte din această suprafață a fost amenajată și cu lucrări de desecare-drenaj (aproximativ 360.000 ha).

În perioada 1900 – 1920 s-au realizat sistemele de desecare Răuți, Utvin, Rudna – Giulvăz, Gad, punerea în funcțiune a unor stații de pompare pentru desecare acționate de cu motoare cu aburi (Vârșand, Zerind). [14]

Din Legea pentru reforma agrară din Transilvania, Banat, Crișana și Maramureș din 30 iunie 1921, prezentată Senatului, a fost votat aproape fără discuții capitolul 18 care includea "Comasarea și ameliorațiunile funciare" (art. 133 – 150). O lucrare de comasare, împreună cu ameliorațiile funciare necesare, putea cuprinde deodată teritoriul uneia sau a mai multor comune. Se menționa că în lucrările de comasare nu se vor cuprinde terenurile situate în vatra satului, pământul irigat, drenat sau apărat de inundații, [...], în afară de cazul în care proprietarul lor nu cere comasare [art. 134]. [32, 33]

Se merită a mai fi precizat faptul că odată cu întocmirea planului parcellar se proiectau drumurile și toate lucrările de îmbunătățiri funciare.

Prin legea din 2 august 1929 s-a creat Direcția Cadastrului, a comasărilor și a ameliorărilor terenurilor agricole însărcinată cu cadastrarea, comasarea proprietății funciare, irigarea și desecarea terenurilor agricole susceptibile de ameliorare.

În conformitate cu Instrucțiunilor Tehnice ale Ministerului Agriculturii, Referatul D.E. Gavrilescu nr. 3792 din 28 februarie 1938, privitoare la pregătirea, organizarea și aplicarea lucrărilor de comasare a proprietăților agricole, lucrările de comasare se încadrau într-un program de îmbunătățiri funciare care aveau ca scop:

- înlésnirea cultivării terenului arabil prin revizuirea și completarea rețelei de drumuri, prin îndreptarea cursurilor de apă ca și prin apărarea acestui teren contra inundațiilor și contra vânturilor, construind diguri sau plantând perdele de protecție la locuri potrivite, fără a proceda la nici o expropriere;
- să transforme solurile mlăștinoase și sărăturoase și coastele degradate în terenuri de cultură, în heleștee producătoare de pește sau în plantații producătoare de material lemnos;
- să așeze islazurile, loturile agricole, zootehnic, școlare într-o situație mai potrivită pentru a corespunde destinației lor, dacă la reforma agrară nu s-au putut expropria suprafețele necesare mai în apropiere de sat. [11, 32]

Legea pentru organizarea și încurajarea agriculturii din 1937 împreună cu instrucțiunile privitoare la pregătirea, organizarea și aplicarea lucrărilor de comasare a proprietăților agricole din 1938 indicau necesitatea marcării pe plan a sărăturilor și terenurilor ce țin apă indicând lucrările ce ar fi necesare în vederea asanării sau drenării lor. [11]

2.2.4 Perioada 1944 – 1970

În 1944 lucrările de îndiguire și desecare afectau o suprafață de cca 700.000 ha (Câmpia de Vest, lunca Dunării). Majoritatea lucrărilor de desecare executate până în 1944 erau incomplete, canalele de desecare fiind insuficiente și în bună parte colmatate, iar numărul stațiilor de pompare era redus.

Începând cu anul 1949 s-au pus bazele unor studii ample și fundamentate, care au dus la necesitatea reprofilării digurilor și redimensionării rețelelor de desecare și a stațiilor de pompare. Între 1949 și 1955, datorită restricțiilor trecerii apelor peste frontieră apar ca necesare completări și modernizări la sistemele de desecare-drenaj aferente frontierei de stat, astfel că s-au refăcut sistemele de desecare: Aranca, Checea – Jimbolia, Timișau – Teba, Banloc – Tolvadia. Acestea au fost redimensionate și consolidate pentru a le spori siguranța de apărare, trecându-se apoi la realizarea unor mari sisteme de desecare pentru înlăturarea excesului de apă interne. [3, 25]

Cu ocazia refacerii sistemelor de desecare din Câmpia de Vest s-a trecut la executarea unor stații de pompare puternice, cu o capacitate de pompare între 6 și 13,5 m³/s.

Până în anul 1964, prin lucrări de desecare s-a eliminat excesul de umiditate de pe o suprafață de circa 700.000 ha.

Conform C. Nicolau (1969), în intervalul 1949 – 1960 suprafața ameliorată prin lucrările de îndiguire și desecare din vestul țării a crescut cu circa 300.000 ha, astfel că la sfârșitul anului 1960 în întreaga țară erau realizate asemenea lucrări pe o suprafață de peste 1 milion ha din care aproximativ jumătate avea lucrări mai complete (îndiguiuri, rețea de desecare, stații de pompare etc.) (figura 2.15).

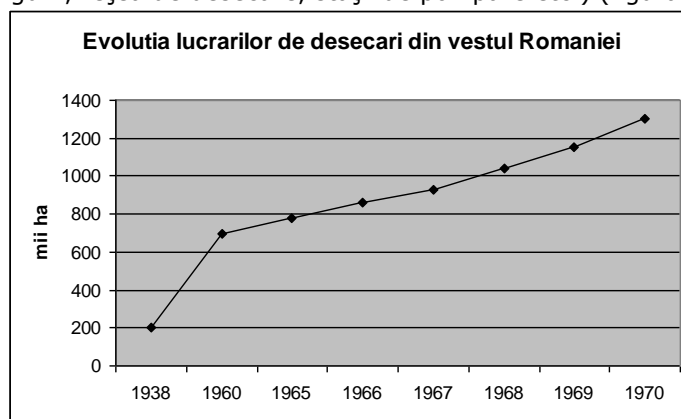


Fig. 2.15 Evoluția lucrărilor de desecare din vestul României

Activitatea de studii și proiectare s-a desfășurat în perioada 1948 – 1966 în cadrul organelor de specialitate ale sectorului de îmbunătățiri funciare: direcții teritoriale, Institutul de proiectări agricole, direcții zonale, oficii regionale și Institutul de proiectări pentru construcții hidrotehnice. Execuția lucrărilor de îmbunătățiri funciare s-a desfășurat până în anul 1951 prin direcțiile teritoriale; în perioada 1951 – 1956 lucrările s-au executat prin Întreprinderea de stat pentru lucrări de îmbunătățiri funciare, din anul 1956 până în anul 1959 prin Trustul de îmbunătățiri funciare, apoi prin oficiile regionale de îmbunătățiri funciare, până în anul 1963 când a luat ființă Trustul de construcții hidrotehnice și amenajări hidroameliorative, care a funcționat până în anul 1965. [36]

Începând cu anul 1966, o dată cu înființarea Departamentului de îmbunătățiri funciare, această activitate s-a realizat în cadrul unor unități specializate: studii topografice, geotehnice, hidrologice și hidrogeologice prin Institutul de studii și prospecțiuni pentru îmbunătățiri funciare, proiectarea prin Institutul de proiectări

pentru îmbunătățiri funciare, iar cercetarea prin Institutul de cercetări pentru îmbunătățiri funciare și pedologie. [36]

În 1967, conform N. Moraru și colaboratorii, terenurile cu exces de umiditate ocupau o suprafață de peste 2,6 milioane hectare după cum urmează (tabelul 2.2):

Tabelul 2.2 Suprafețele cu exces de umiditate din România (1967)

Arealul	Suprafața
Câmpia Nordică a Tisei	596.000 ha
Câmpia Banatului	470.900 ha
Câmpia Română	529.000 ha
Lunca Dunării (exclusiv Delta)	447.700 ha
Podișul Dobrogei	6.300 ha
Podișul Moldovei	318.200 ha
Podișul Transilvaniei, Podișul Someșan și Depresiunea Maramureșului	283.700 ha
Total	2.651.800 ha

Dintre acestea, până în acel an, fuseseră ameliorate circa 1 milion hectare.

2.2.5 Perioada 1970 – 1989

Începând cu anul 1970, a fost adoptat un program de amenajare complexă a spațiului Banat realizându-se cele mai importante sisteme de desecare: Vinga – Biled – Beregsău (25530 ha), Checea – Jimbolia – Aranca (peste 55000 ha), Timișul Mort (aproximativ 20000 ha). Ca urmare a inundațiilor din 1970, inundații cu un efect deosebit de distructiv, s-a constituit la nivel național o comisie care a elaborat „Programul Național privind Eliminarea excesului de apă de pe terenurile agricole și combaterea inundațiilor”. [5, 54] Dinamica suprafețelor amenajate cu lucrări de desecare-drenaj până în anul 1970 este următoarea (tabelul 2.3) [25]:

Tabelul 2.3 Dinamica suprafețelor amenajate cu lucrări de desecare până în anul 1970

Anul	Suprafața
1944	358.000 hectare
1950	368.000 hectare
1960	505.700 hectare
1970	1.100.000 hectare

Tabelul 2.4 Suprafețele din România, ocupate de diferite terenuri cu exces de umiditate la suprafață, cu umezire freatică sau de inundație (1974, C.V. Oprea și colaboratorii)

Categorია de teren	Suprafața ocupată	
	ha	% din supraf.
Terenuri cu exces temporar de umiditate de suprafață cauzat de precipitații		
- cu umezire excesiv prelungită	500000	2,1
- cu umezire excesiv de durată mijlocie (din care terenuri foarte argiloase 100000 ha)	1300000	5,5
- cu umezire excesiv de durată scurtă (din care terenuri foarte argiloase	800000	3,4

2.2 - Evoluția și dinamica lucrărilor de desecare-drenaj în România 111

350000 ha) - cu umezire excesivă de durată diferită	1600000	6,7
	4200000	17,7
Terenuri cu umezire freatică		
- cu umezire puternică excesivă (terenuri foarte argiloase 100000 ha)	800000	3,4
- cu umezire moderată slabă (din care soluri amfileice 40000 ha)	920000	3,8
- cu umezire moderată puternică, cu salinizare și alcalinizare puternică	250000	1,1
	1970000	8,3
Terenuri cu umezire excesivă cauzată de ape de inundație sau infiltrație	2450000	10,3
	8620000	36,3

Tabelul 2.5 Situația sintetică a sistemelor de desecare din vestul României în 1973 [5]

Nr. Crt.	Bazinul hidrografic	Sistemul de desecare	Supraf. Amenaj. (ha)	Rețeaua de canale		Stații de pompare	
				km	m/ha	nr	Q _m m ³ /s
Județul Satu Mare							
1	Tur	Tur mal drept	9602	147	15.2	-	-
2		Tur mal stâng	12146	241	20	1-2	5.6
3		Someș mal drept	27003	594	22	3-5	19.1
4		Jojib - Seini	6848	213	28	6-7	8.15
5	Someș	Someș - Crasna	37202	1045	28	8-10	29.1
6		Homorod mal drept	7923	46	5.8	-	-
7	Crasna	Crasna mal stâng	19240	137	7.1	11	2.1
8		Terebești - Geu	6640	128	19.3	12	3.8
9	Ier	Valea Ier	35431	321	9	13	1.5
Total Satu Mare			162035	2872			69.35
Județul Bihor							
10	Ier	Ier	23996	303	12.6	-	-
11	Beretău	Barcău	5861	77.3	13.4	-	-
12	Criș Repede	Criș Repede mal dr.	4586	46.3	10.1	-	-
13	Crișul Negru	Colector mal drept	42740	345	8	-	-
14		Colector mal stâng	6246	76.8	12.4	-	-
Total Bihor			83426	848			
Județul Arad							
15	Crișul Negru	Teuz	64930	1029	16	14-17	30.9
16	Crișul Alb	Cigher	11796	158	13.5	18-21	3.85
17		Gut	3362	103	30	-	-
18		Hanioș-Vârșand	21244	379	18	22-	5.4

112 Istoricul lucrărilor de desecare-drenaj pe plan mondial și în România – 2

19		Chiser-Poganiér	17849	257	13	24-26	2
20		Pil-Giula	4365	58.5	13	27-28	1.65
21		Matca	4015	67	16	-	-
22	Mureș drept	Crac-Nădlac	3433	79.8	23	29	2.4
23	mal	Ier-Arad frontieră	34749	694	20	30-41	27.6
Total Arad			165743	2825			73.8
Județul Timiș							
24	Mureș stâng	Aranca	96436	1076	11.1	42-47	32.4
25		Checea-Jimbolia	41046	334	18.1	48-50	8.4
26		Vinga-Beregsău	25000	489	19.5	51-55	6.3
27		Vest Timișoara	9909	211	21	56-57	5.5
28	Bega Veche	Sînmihai-Pustiniș	10715	303	27	58-62	7.2
29	Bega	Ghiroda-Recaș	8000	218	26.6	-	-
30		Behela	1532	59.6	39	-	-
31	Timiș	Timișau-Teba	26267	455	17.3	63-65	12.5
32		Caraci	3172	51.5	16.2	66	1.2
33		Rudna-Giulvăz	5749	122	21.2	67-68	3.45
34		Surgani	7760	171	22	69-72	3.8
35		Sareș	3013	23.4	7.8	-	-
36		Timișul Mort	20002	366	18.3	73-74	9.9
37		Nord Lanca - Birda	26599	726	27	75-78	8.5
38		SudLanca-Birda-Gad	9600	296	33	79-82	14
39	Bârzava	Banloc-Tolvadia	10255	143	14	83-84	5.4
40		Partoș-Glogoni	3035	56.5	18.7	85-86	1.8
41		Roiga	6855	176	25.6	87	0.82
Total Timiș			314935	5275			121.17
Total general			726139	11800		87	264.32

Tabelul 2.6 Situația solurilor din vestul țării pe care culturile suferă direct din cauza excesului de umiditate (1974, C.V. Oprea și colaboratorii)

Zone de relief	Jud. TM (ha)	Jud. CS (ha)	Jud. AR (ha)	Jud. BH (ha)	Jud. SM (ha)	Total pe zone (ha)
Câmpie	364000	57000	283000	207000	178000	1089000
Dealuri coline	80000	39000	39000	69000	27000	254000

2.2 - Evoluția și dinamica lucrărilor de desecare-drenaj în România 113

Total	444000	96000	322000	276000	205000	1343000
-------	--------	-------	--------	--------	--------	---------

Tabelul 2.7 Situația solurilor din vestul țării pe care culturile suferă indirect neajunsuri din cauza excesului de umiditate (1974, C.V. Oprea și colaboratorii)

Zone de relief	Jud. TM (ha)	Jud. CS (ha)	Jud. AR (ha)	Jud. BH (ha)	Jud. SM (ha)	Total pe zone (ha)
Câmpie	560000	25000	420000	380000	670000	2080000
Dealuri coline	110000	21000	73000	94000	39000	336000
Total	670000	46000	493000	474000	709000	2416000

La nivelul anului 1975 situația lucrărilor de eliminare a excesului de apă și de protejare împotriva inundațiilor era următoarea (tabelul 2.8) [8, 12]:

Tabelul 2.8 Situația lucrărilor de eliminare a excesului de apă și de protejare împotriva inundațiilor în 1975

Rolul lucrărilor	Total România		Teritoriul studiat (Câmpia Română, Câmpia de Vest, Câmpia Siretului Inferior)		Restul țării	
	Supraf. Existentă	% din necesar	Supraf. Existentă	% din necesar	Supraf. Existentă	% din necesar
Amenaj. antieroz. a bazinelor hidrograf. (mii ha)	920	13	550	17	370	9
Îndiguiiri (mii ha)	1520	51	1360	65	160	17
Acumulări ptr. atenuarea viiturilor (mii ha)	1470	15	830	12	640	22
Regulariz. de albie (km)	2690	27	1290	20	1400	31
Lucrări de desecare (mii ha)	2200	26	2000	40	200	5
Amelior. sărăturilor (mii ha)	10	4	10	5	-	-

În 1975, conform Haret și colaboratorii, teritoriile agricole din România puteau fi împărțite în 4 grupe mari [25]:

- Grupa 1: teren cu exces de umiditate temporar, cu caracter stagnant, cauzat de precipitații. Aceste terenuri se întindeau pe o suprafață de aproximativ 4.200.000 hectare și erau definite de următoarele condiții: relief plan, pante mici de

1 – 2% sau slab ondulat, cuprind soluri argiloase puternic pseudogleizate, soluri brune de pădure podzolate și soluri podzolice argilo-iluviale, soluri brune și brun-roșcate de pădure, soluri cenușii de pădure, $K < 0,1$ m/zi, apa freatică cu caracter permanent aflată la adâncimea de 3 – 5 m, în general nemineralizată. Ca și lucrări ameliorative necesare se propuneau nivelarea în pantă, modelarea în benzi cu coame, cu rigole largi, rigole, drenaj cârțiță, afânarea adâncă, lucrări pentru colectarea și evacuarea apei în exces.

- Grupa 2: teren cu exces de umiditate periodic (cu caracter temporar, pe alocuri permanent), cauzat în principal de ridicarea nivelului apei freactice. Se întind pe 3.370.000 hectare și sunt caracterizate de: alimentate din precipitații, infiltrări, ape din irigații, cu sau fără pericol de salinizare secundar. Sunt situate în lunci și câmpii de divagare, panta $< 0,5\%$, se găsesc în zonele climatice umedă, subumedă și secetoasă, cuprind aluviuni sau soluri aluviale cu apă freatică la adâncimea de 1 – 3 m, sau se găsesc în câmpii loessice, terase și câmpii de divagare $p < 1\%$, în zonele climatice secetoasă și subumedă cuprinzând cernoziomuri levigate freatic umede, cernoziomuri freatic umede, local soluri bălane și soluri brune freatic umede. Necesită drenaj de suprafață pe întreaga întindere a acestora, respectiv drenaj subteran prin tuburi de ceramică sau din materiale plastice și după caz prin puțuri pe 2.150.000 hectare.

- Grupa 3: terenuri cu exces de umiditate cu durată prelungită, datorită predominării apei freactice. Sunt situate în câmpii de divagare joase sau depresiuni intramontane joase. Cuprind soluri gleice, humicogleice, lăcoviști, soluri turboase în zonele climatice umedă, subumedă și secetoasă. Se întind pe o suprafață de aproximativ 550.000 hectare necesitând drenaj de suprafață și subteran.

- Grupa IV: terenuri sărăturate cu exces de umiditate de durată prelungită, datorită îndeosebi apei freactice puternic mineralizate, aflată la adâncimea de 1 – 3m. Relieful e plan sau ușor depresionar, $p < 0,5\%$. Sunt situate în câmpii de divagare joase, în lunci și în depresiuni din câmpii loessice, din zonele climatice secetoasă și subumedă, cu soluri saline (solonceacuri), soluri alcalice (solonețuri), soluri salinizate și soluri solonețizate. Acoperă o suprafață de 500.000 hectare. Necesită drenaj subteran și de suprafață.

Pe soluri greu permeabile excesul de umiditate cauzat de apa freatică se asociază frecvent cu excesul temporar de umiditate stagnant din precipitații. Haret și colaboratorii au ajuns astfel la concluzia că în 1975, în România, din totalul de 14.900.000 hectare care reprezenta suprafața agricolă, 8.620.000 hectare erau afectate de exces de umiditate (figura 2.16). Din acestea 7.000.000 ha necesitau drenaj de suprafață iar 3.200.000 hectare drenaj subteran.

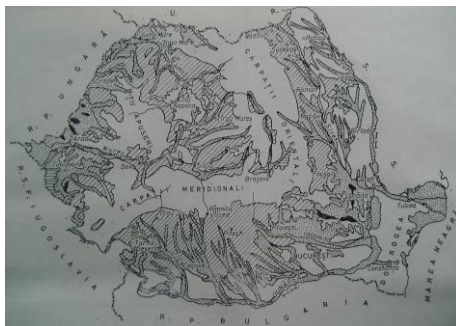


Fig. 2.16 Harta reprezentând terenurile afectate de diferite tipuri de exces de umiditate (conf. Haret și Stanciu, 1975)

Până în 1980 dinamica suprafețelor amenajate cu lucrări de îmbunătățiri funciare în România, conform Pleșa I. și colab., 1980, era următoarea (tabelul 2.9):

Tabelul 2.9 Dinamica suprafețelor amenajate cu lucrări de îmbunătățiri funciare în România pana în anul 1980

Anul	Desecări	Anul	Desecări
1944	358.000 ha	1976	1.966.000 ha
1950	368.000 ha	1980	2.900.000 ha
1955	404.000 ha	Prevederi	
1960	618.000 ha	1981 - 1985	800.000 - 850.000 ha
1965	789.000 ha	1985	3.750.000 ha
1970	1.110.000 ha	1990	6.400.000 ha

În anul 1980, lucrările de desecare-drenaj ocupau o suprafață de aproximativ 2.500.000 hectare iar 5 ani mai târziu ajungeau la o suprafață de 3.000.000 hectare.

Până în 1982, conform V. Blidaru, A. Wehry și Gh. Pricop, din cele 8.620.000 hectare terenuri agricole care prezentau exces de umiditate, numai 4.550.000 hectare necesitau măsuri directe de drenaj pentru combaterea acestui tip de exces, diferența de suprafață având nevoie de măsuri diferențiate de drenare după cum urmează: 920.000 hectare fiind terenuri umezite freatic, necesitau drenaj numai în cazul aplicării lucrărilor de irigații; 1.620.000 hectare erau terenuri cu exces temporar de umiditate reclamau drenajul sau măsuri ameliorative asemănătoare numai în cazuri speciale; 1.300.000 hectare erau terenuri cu exces temporar de umiditate, cu umezire excesivă de durată medie, puteau fi drenate în soluții specifice și numai în anumite situații; 250.000 hectare care prezentau soluri salin și alcaline necesitau și drenajul în cadrul unor sisteme complexe de ameliorare care includea și spălarea lor.



Fig. 2.17 Lucrări de desecare-drenaj executate la 31 decembrie 1982 și amenajări prevăzute pentru perioadele următoare (1983 - 1985, 1985 - 1989)

V. Dobre și O. Mihăescu prezintă în Revista Hidrotehnică, vol. 29 (1984) nr. 8, o situație a amenajărilor de desecare-drenaj din România (1983), situație prezentată în tabelul 2.10 [20]:

Tabelul 2.10 O situație a amenajărilor de desecare-drenaj din România la nivelul anului 1983

Caracteristici	U.M.	
Suprafața total amenajată	ha	2.643.000
Număr stații de pompare	buc	504
Număr agregate de pompare de bază	buc	1800
Puteri instalate	MW	160
Energie consumată anual	MWh	72800
Volum de apă vehiculat (pompat și repompat) prin stații de pompare	mil. m ³ /an	2660

Tabelul 2.11 Stadiul realizării lucrărilor de îmbunătățiri funciare la data de 31.12.1987 în județul Timiș [25]

Tipul de amenajare	Potențial amenajabil	Amenajări preliminare la 31.12.87	Rest de amenajat
Irigații	100000	9557	90443
Desecări în zona de câmpie joasă	443476	426918	16558
Completări în sistemele de desecare existente – etapa II	341754	244875	96879
Desecări în bazinele superioare ale râurilor	27345	-	27345
Drenaje – etapa I	18742	6964	11778
Lucrări de eliminare a excesului de umiditate și măsuri agro-pedoameliorative	102000	-	102000
Lucrări de combatere a eroziunii solului	105000	32232	72788

În anul 1987, pentru județul Timiș, s-au întocmit propuneri de lucrări de îmbunătățiri funciare pentru perioada 1988 – 1990 și, pe atunci cincinalul, 1991 – 1995. La baza întocmirii acestor propuneri a stat potențialul amenajabil, programul pentru perioada 1982 – 1987 și necesarul de lucrări pentru perioada 1991 – 1995. Propunerile au fost întocmite pe 3 categorii de lucrări – irigații, desecări și combaterea eroziunii solului.

Pentru desecări, în județul Timiș, s-au prevăzut lucrări noi în suprafață de 9.043 ha în perioada 1988 – 1990 și 10.865 ha pentru perioada 1991 – 1995. S-au prevăzut totodată pentru perioada 1991 – 1995 lucrări de eliminare a excesului de apă și măsuri agropedoameliorative pe vertisolurile din zona precolinară a județului Timiș pe o suprafață de 28.750 ha. De asemenea, la desecări au fost cuprinse și unele lucrări de completare în sistemele de desecare existente, care, din punct de vedere funcțional, nu rezolvă corespunzător evacuarea apelor de pe terenurile agricole. Suprafața propusă pentru completare reprezenta 18724 hectare pentru perioada 1988 – 1990 și 56791 hectare pentru perioada 1991 – 1995.

Până în anul 1990, în urma unor investiții de aproximativ 10 miliarde dolari SUA, în România au fost realizate amenajări de îmbunătățiri funciare constituite în principal din:

- 2,2 milioane ha pentru combaterea eroziunii solului;
- 3,2 milioane ha cu lucrări de desecare-drenaj pentru combaterea excesului de apă pe terenurile agricole, din care 157.000 hectare amenajate cu drenaj închis. Înainte de execuția lucrărilor de desecare-drenaj, o parte din aceste terenuri au fost apărate împotriva inundațiilor prin îndiguire, realizându-se 1181 km de dig la Dunăre și 1183 km de dig pe râurile interioare. Tot pentru apărare împotriva inundațiilor și regularizarea cursurilor de apă au fost executate 115 baraje și poldere, iar în zonele colinare circa 1100 lacuri (iazuri);
- 3,1 milioane ha amenajate pentru irigații.

Conform V. Blidaru, A. Wehry și Gh. Pricop, lucrările de desecare până în anul 1990 au cunoscut următoarea evoluție (tabelul 2.12):

Tabelul 2.12 Evoluția lucrărilor de desecare până în anul 1990

Anul	Desecări (ha)
1938	-
1944	-
1950	368.000
1955	404.000
1960	618.000
1965	789.000
1970	1.110.000
1975	1.965.000
1980	2.635.000
1985	2.948.800
1990	3.097.462 + 157.494 ha drenaje

2.2.6 Perioada 1989 – 2004

Situația amenajărilor de drenaj din România la sfârșitul anului 1990 este prezentată în tabelul următor [15]:

Tabelul 2.13 Situația amenajărilor de drenaj din România la sfârșitul anului 1990

Zona	% din supraf. cu drenaj realizată în țară	Lung. medie specif. a dren. (km/ha)	Pondere tuburilor (%) în totalul lungimii drenurilor			Puțuri hidrologice (buc/100ha)
			riflate din material plastic	ceramică	beton, PVC azbo	
Lunca Dunării, Câmpia Română și Dobrogea	32.2	0.236	70.2	22.2	7.6	1
Transilvania	28.4	0.195	38.2	47.8	14	1
Moldova	25.9	0.438	19.8	66	14.2	1
Câmpia de Vest și	13.5	0.196	70	26.5	3.5	1

Banat						
Total țară	100	0.271	43	46	11	1

În 1991, în județul Timiș funcționau următoarele capacități: 473.998 ha amenajate cu lucrări de desecare (în sisteme mari), 16.379 ha irigații respectiv 39.916 ha amenajate cu lucrări de combaterea eroziunii solului.

Câteva din amenajările de desecare-drenaj din județul Timiș sunt prezentate în imaginile următoare (imagini preluate din **M. Cozma, C.V. Oprea, P. Vacaru, Pamanturi renascute – sisteme de desecare din judetul Timis, 1974, D.G.A.I.A. Ap. Timis**) (figurile 2.18 – 2.25):

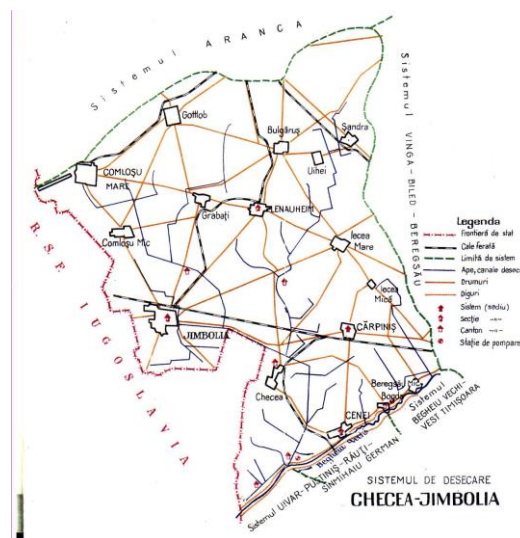


Fig. 2.18 Sistemul de desecare Checea - Jimbolia [39]

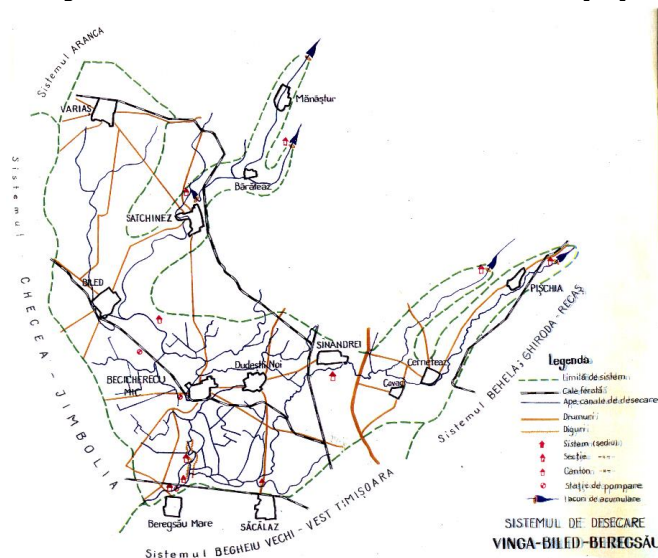


Fig. 2.19 Sistemul de desecare Vinga – Biled - Beregsău [39]

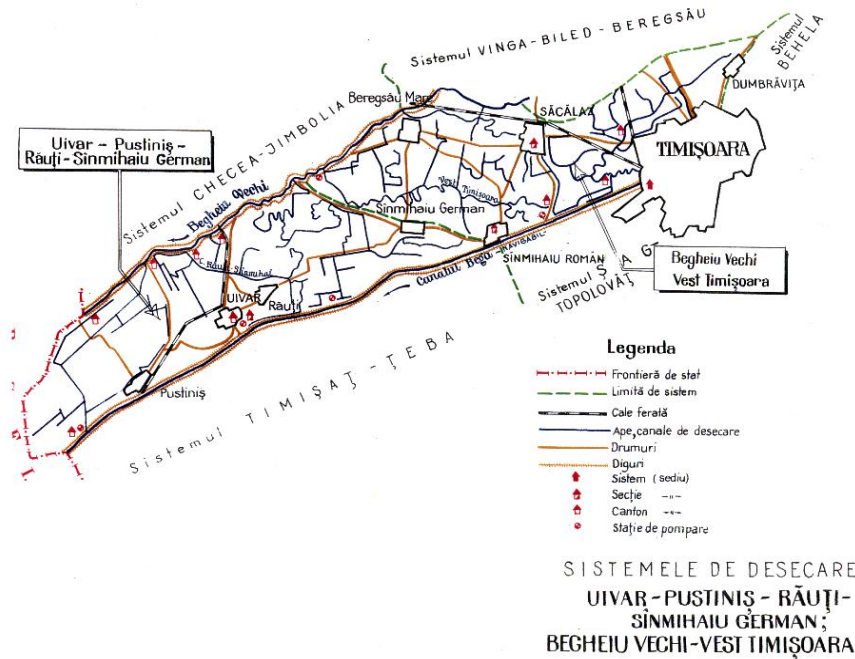


Fig. 2.20 Sistemul de desecare Uivar - Pustiniș - Răuți - Sînmihaiu German; Begheiu Vechi - Vest Timișoara [39]

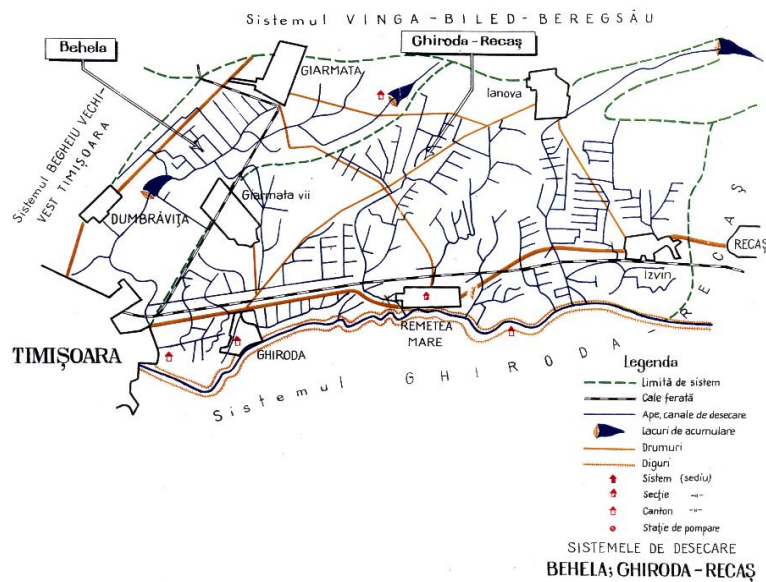


Fig. 2.21 Sistemul de desecare Behela; Ghiroda - Recaş [39]

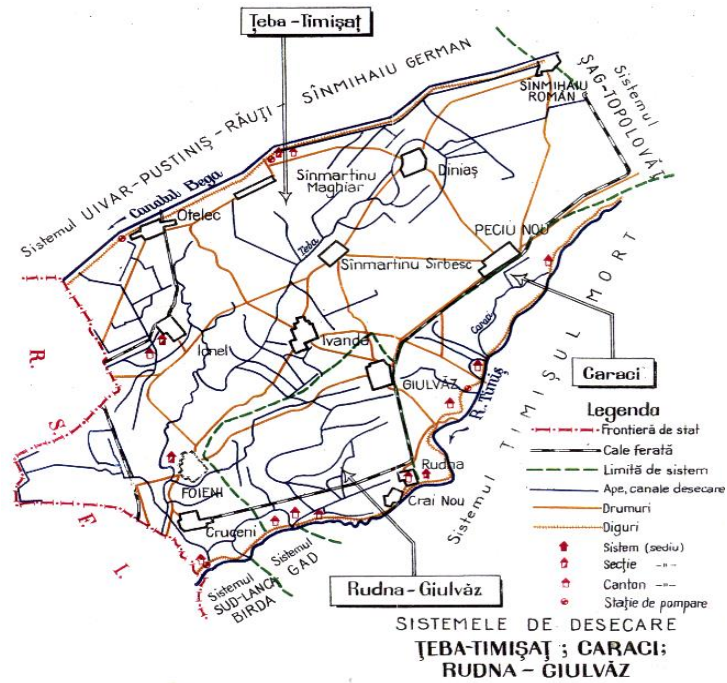


Fig. 2.22 Sistemul de desecare Țeba – Timișoara; Caraci; Rudna - Giulvaz [39]

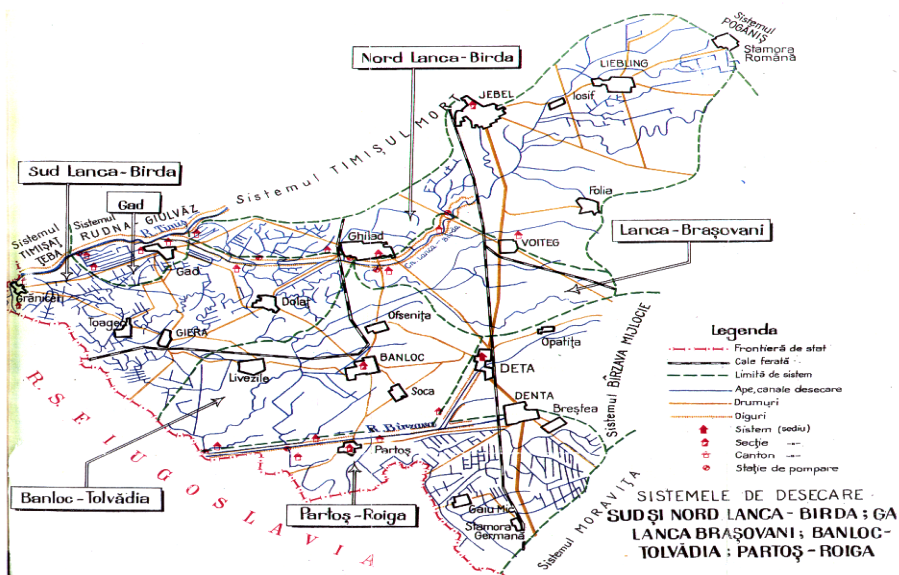


Fig. 2.23 Sistemul de desecare Sud și Nord Lanca – Birda; Lanca Brașovani; Banloc – Tolvădia; Partoș - Roiga [39]

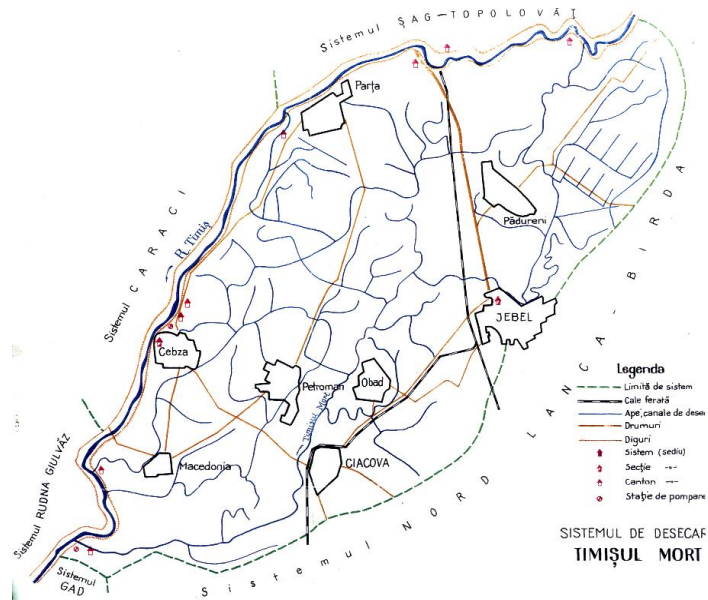


Fig. 2.24 Sistemul de desecare Timișul Mort [39]

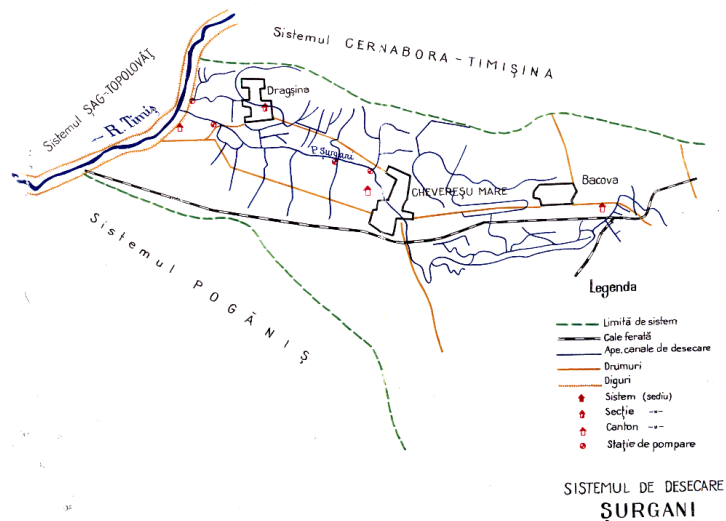


Fig. 2.25 Sistemul de desecare Șurgani [39]

Stațiile de pompare aferente acestor sisteme de desecare sunt prezentate succint în continuare:

Amenajarea Aranca cuprinde 9 stații de pompare cu următoarele caracteristici:

- **SP Aranca**, destinația stației este de desecare, tipul stației fiind SPR, numărul de agregate e de 8, puterea unui agregat fiind de 150 kW, tipul pompei DH 750, debit agregat 1,69 mc/s, înălțimea nominală de pompare e de 6 Mca.

- **SP Cheglevici M.D.**, desecare, SPR, cu 3 agregate de pompare, puterea unui agregat fiind de 55 kW, tipul pompei Brateș 500, debit agregat 0,6 mc/s, înălțimea nominală de pompare 3,6 mCA

- **SP Cheglevici M.S.**, desecare, SRP, 2 agregate cu puterea pe agregat de 90 kW, 1 agregat cu puterea de 30 kW, 2 agregate cu puterea de 5 kW pe agregat, pompele sunt de tip Brateș 500, Brateș 350, Criș 150, iar debitele agregatelor sunt 0,75 mc/s, 0,25 mc/s, 0,033 mc/s, înălțimea nominală de pompare de 6,5 mCA;

- **SP Colonia Bulgară**, destinația stației este de desecare, tipul stației fiind SPR, numărul de agregate e de 4, puterea unui agregat fiind de 90 kW, tipul pompei Brateș 600, debit agregat 1,02 mc/s, înălțimea nominală de pompare e de 4,68 mCA;

- **SP Mureș**, destinația stației este de desecare, tipul stației fiind SPB, cu un număr de 6 agregate, având puterea pe un agregat de 200 kW, și alte trei agregate, puterea nominală pe un agregat fiind de 630 kW, tipul pompei D 750 V și DV5-110, debit agregat 0,71 mc/s și 7,5 mc/s, înălțimea nominală de pompare e de 7,5 mCA;

- **SP Valcani I**, destinația stației este de desecare, tipul stației fiind SPR, cu un număr de 2 agregate, având puterea pe un agregat de 180 kW, tipul pompei Brateș 500, debit agregat 0,75 mc/s, înălțimea nominală de pompare e de 6 mCA;

- **SP Valcani II**, destinația stației este de desecare, tipul stației fiind SPB, cu un număr de 3 agregate, având puterea pe un agregat de 165 kW, tipul pompei Brateș 500, debit agregat 0,65 mc/s, înălțimea nominală de pompare e de 3,6 mCA.

Amenajarea Vinga-Biled-Beregsău

- **SP Becicherec I**, destinația stației este de desecare, tipul stației fiind SPR, cu un număr de 2 agregate, având puterea pe un agregat de 22 kW, tipul pompei Brateș 350, debit agregat 0,3 mc/s, înălțimea nominală de pompare e de 5,7 mCA;

- **SP Becicherec II**, destinația stației este de desecare, tipul stației fiind SPR, cu un număr de 2 agregate, având puterea pe un agregat de 75 kW, tipul pompei Brateș 500, debit agregat 0,53 mc/s, înălțimea nominală de pompare e de 6 mCA;

- **SP Becicherec III**, destinația stației este de desecare, tipul stației SPR, 1 grup cu 2 agregate, având puterea pe un agregat de 75 kW, tipul pompei Brateș 500, debit agregat 0,69 mc/s; 1 grup cu 1 agregat, având puterea pe un agregat de 22 kW, tipul pompei Brateș 360, debit agregat 0,22 mc/s, înălțimea nominală de pompare e de 7,6 mCA;

- **SP Beregsău I**, destinația stației este de desecare, tipul stației fiind SPR, cu un număr de 3 agregate, având puterea pe un agregat de 75 kW, tipul pompei Brateș 500, debit agregat 0,5 mc/s, înălțimea nominală de pompare e de 7,9 mCA;

- **SP Beregsău II**, destinația stației este de desecare, tipul stației SPR, 2 grupuri, 1 grup cu 2 agregate având puterea pe un agregat de 90 kW, tipul pompei Brateș 500, debit agregat 0,75 mc/s; 1 grup cu 1 agregat, având puterea pe un agregat de 22 kW, tipul pompei Brateș 350, debit agregat 0,28 mc/s, înălțimea nominală de pompare e de 6 mCA;

Amenajarea Checea Jimbolia

- **SP Bobda I**, destinația stației este de desecare, tipul stației fiind SPB, cu un număr de 4 agregate, având puterea pe un agregat de 75 kW, tipul pompei Brateș 500, debit agregat 0,72 mc/s, înălțimea nominală de pompare e de 4,5 mCA;

- **SP Cenei I și II**, destinația stației este de desecare, tip stație SPB, formată din: 1 grup format din 3 agregate, putere pe agregat 130 kW, tipul pompei DH750, debit agregat 1,5 mc/s respectiv 1 agregat, putere pe agregat 75 kW, tipul

pompei Brateș 500, debit agregat 0,66 mc/s, înălțimea de pompare 5,6 mCA; 1 grup format din 3 agregate, putere pe agregat 400 kW, tipul pompei DV 5-47, debit agregat 0,77 mc/s respectiv 3 agregate, putere pe agregat 75 kW, tipul pompei DV 2-10, debit agregat 3,68 mc/s, înălțimea de pompare 7 mCA;

- **SP Comloș**, destinația stației este de desecare, tip stație SPR, formată din 2 agregate, putere pe agregat 40 kW, tipul pompei Brateș 400, debit agregat 0,42 mc/s respectiv 1 agregat, putere pe agregat 20 kW, tipul pompei Brateș 350, debit agregat 0,28 mc/s, înălțimea de pompare 4,6 mCA;

- **SP Grabați**, destinația stației este de desecare, tip stație SPR, formată din 3 agregate, putere pe agregat 90 kW, tipul pompei Brateș 600, debit agregat 0,36 mc/s respectiv 1 agregat, putere pe agregat 40 kW, tipul pompei Brateș 400, debit agregat 0,42 mc/s, înălțimea de pompare 5 mCA;

- **SP Jimbolia**, destinația stației este de desecare, tip stație SPR, formată din 3 agregate, putere pe agregat 55 kW, tipul pompei Brateș 500, debit agregat 0,6 mc/s respectiv 1 agregat, putere pe agregat 40 kW, tipul pompei Brateș 400, debit agregat 0,42 mc/s, înălțimea de pompare 5 mCA;

Amenajarea Uivar – Pustiniș

- **SP Kerites I**, destinația stației este de desecare, tip stație SPB, formată din 1 agregat, putere pe agregat 40 kW, tipul pompei DH 450, debit agregat 0,6 mc/s respectiv 1 agregat, putere pe agregat 150 kW, tipul pompei DH 750, debit agregat 1,5 mc/s, înălțimea de pompare 5,9 mCA;

- **SP Kerites II**, destinația stației este de desecare, tip stație SPR, formată din 1 agregat, putere pe agregat 22 kW, tipul pompei Brateș 350, debit agregat 0,28 mc/s;

- **SP Otelec M.D.**; destinația stației este de desecare, tip stație SPB, formată din 4 agregate, putere pe agregat 37 kW, tipul pompei Brateș 400, debit agregat 0,3 mc/s, înălțimea de pompare 4,1 mCA;

- **SP Pustiniș**, destinația stației este de desecare, tip stație SPB, formată din 2 agregate, putere pe agregat 55 kW, tipul pompei DV 450, debit agregat 0,6 mc/s, înălțimea de pompare 7 mCA;

- **SP Sînmartin M.D.**; destinația stației este de desecare, tip stație SPB, formată din 2 agregate, putere pe agregat 30 kW, tipul pompei BRG, debit agregat 0,15 mc/s, înălțimea de pompare 5,3 mCA;

- **SP Uivar**; destinația stației este de desecare, tip stație SPB, formată din 2 agregate, putere pe agregat 200 kW, tipul pompei PRV 450, debit agregat 1,5 mc/s, înălțimea de pompare 7,1 mCA.

Amenajarea Răuți-Sînmihaiul-German

- **SP Proletaru**; destinația stației este de desecare, tip stație SPB, formată din 1 agregat, putere pe agregat 40 kW, tipul pompei DH 45, debit agregat 0,6 mc/s, înălțimea de pompare 4,1 mCA;

Amenajarea Șag-Topolovăț

- **SP 6 Moșnița**; destinația stației este de desecare, tip stație SPB, formată din 4 agregate, putere pe agregat 90 kW, tipul pompei Brateș 600, debit agregat 1,075 mc/s, înălțimea de pompare 3,6 mCA;

- **SP 3 Albina (Urseni)**; destinația stației este de desecare, tip stație SPB, formată din 2 agregate, putere pe agregat 90 kW, tipul pompei Brateș 600, debit agregat 0,6 mc/s, înălțimea de pompare 8,1 mCA;

- **SP 4 Bazoș**; destinația stației este de desecare, tip stație SPB, formată din 7 agregate, putere pe agregat 110 kW, tipul pompei Brateș 600, debit agregat 1 mc/s, înălțimea de pompare 7,15 mCA.

Tabelul 2.14 Dinamica suprafețelor amenajate cu lucrări de îmbunătățiri funciare până în anul 2000 [13, 28]

Anul	Suprafețe amenajate [mii ha] cu lucrări de			
	Îndiguiri	Irigații	Desecări	Combaterea eroziunii solului
1944	622,0	18,0	358,0	-
1950	642,0	42,5	368,1	2,0
1955	668,8	93,1	404,4	9,4
1960	827,1	199,6	505,7	100,0
1965	856,7	229,9	587,0	197,5
1970	1331,9	731,3	1111,4	435,3
1975	1455,2	1474,2	1965,5	983,1
1980	1545,0	2301,0	2462,5	1609,7
1985	-	2965,3	2948,8	2095,5
1990	-	3168,7	3168,7	2222,3
1991	-	3125,8	3194,1	2282,4
1992	-	3197,2	3182,1	2264,4
1993	-	3202,3	3188,5	2253,4
1994	-	3202,8	3191,7	2267,9
1995	-	3205,2	3196,2	2267,8
1996	-	3211,1	3199,5	2279,1
1997	-	3190,6	3198,8	2276,2
1998	-	3184,0	3198,8	2276,5
1999	-	3179,8	3201,5	2276,9



Fig. 2.26 Răspândirea terenurilor cu exces de umiditate din România [8]

În anul 2000, excesul periodic de umiditate în sol afecta circa 3,9 milioane ha, din care o mare parte din perimetrele cu lucrări de drenaj (3,2 milioane ha), care nu funcționau cu eficiența scontată.

Cercetări întreprinse în domeniu au realizat hărți cu excesul de umiditate la nivel național dar și la nivelul județelor.

Tabelul 2.15 Suprafața terenurilor agricole afectate de diverși factori limitativi ai capacității productive la 31 decembrie 2000 [13, 28]

Denumirea factorului	Suprafața afectată, mii ha	
	total	arabil
Secetă	7100	-
din care amenajări pentru irigații	3211	-
Exces periodic de umiditate în sol,	3781	-
din care cu amenajări de desecare-drenaj	3196	-
Eroziunea solului prin apă	6300	2100
din care cu amenajări antierozionale	2274	-



Sursă: I.C.P.A. -A.S.A.S.

Fig. 2.27 Comunele afectate de exces temporar de apă în perioada 1961 – 2000

La nivelul anului 2004, suprafața amenajată cu lucrări de desecare din administrația A.N.I.F. cuprindea o suprafață de 3.085.245 ha. Din acestea 1.463.927 ha erau amenajate pentru evacuarea apelor prin pompare iar diferența de 1.621.318 ha prin evacuare în mod gravitațional.

Numărul amenajărilor de desecare se ridică la 443. 12 dintre sucursalele Administrației Naționale a Îmbunătățirilor Funciare dispun de amenajări de desecare-drenaj. Tabelul următor prezintă o situație a construcțiilor principale în amenajările de desecare la nivelul anului 2004.

Tabelul 2.16 Construcții principale în amenajările de desecare la nivelul României [54]

Canale de evacuare din care:	56.565 km
- colectoare și principale	25.695 km
- secundare	27.662 km
Stații de pompare de evacuare	756 bucăți
- electrice	713 bucăți
- termice	43 bucăți
Poduri și podețe	33.477 bucăți
Stăvilare	976 bucăți
Drenuri colectoare și absorbante	39.645 bucăți

Conform Ianoș Gh. (2006) în sud-vestul României la ora actuală, solurile cu exces de umiditate ocupă o suprafață agricolă de 558.667 ha (46,6%), din care soluri cu exces permanent de apă – 97008 ha (8,09%). În această categorie se includ următoarele tipuri și subtipuri de soluri:

- hidrisolurile (83797 ha (6.99%)), vertosolurile epigleice, mezogleice și baltigleice (84478 ha (7,05%)) sunt caracteristice celor mai coborâte părți ale câmpiei joase, întâlnindu-se în partea extrem vestică a Banatului, în zona Sânnicolau Mare – Beba Veche, în zona Cenei – Partoș și pe cursul inferior al Carașului;
- cernisolurile (cernoziomuri, faeoziomuri) batigleice (60426 ha – 5,04%) și cambosolurile batigleice (61727 ha – 5,15%), afectate de exces de umiditate, își datorează aceste caracteristici negative în primul rând datorită intervențiilor antropice neraționale (siltizare, compactare secundară). Ele se găsesc amplasate, pe porțiuni izolate, în Câmpia Jimboliei, pe conul de împrăștiere din Câmpia Ciocova sau pe terasele joase ale Câmpiei Vinga;
- preluvosolurile, în majoritate vertice și mezostagnice (101472 ha – 8.46%) și vertosolurile mezo și mezohipostagnice (20622 ha – 1.72%) au evoluat pe roci de natură argiloasă, bogate în minerale smectice, în câmpiile Gătaia și Oravița, în dealurile Dognecei și Oraviței;
- luvosolurile mezohipostagnice și luvosolurile albice epi și mezostagnice (77178 ha – 6.44%) care suferă de exces de umiditate de suprafață, ocupă porțiuni terminale, terasate, ale dealurilor Lipovei, Făgetului, Lugoșului, Pogănișului, Doclinului și Oravitei, pe terasele estice ale Culoarului Cerna – Mehadica – Timiș – Bistra, în depresiunile Almaj, Brebu etc.;
- legate îndeosebi de particularitățile microreliefului sau de pânzele de apă subterană temporare, stagnosolurile (11008 ha – 0.92%) și faeoziomurile clinogleice (2203 ha – 0.18%) au o răspândire intrazonală, cu precădere în depresiuni, respectiv la baza unor versanți;
- salsodisolurile (11682 ha – 1.39%) și solurile epihiposalice ori epihiponatrice (16189 ha – 1.35%) au evoluat sub influența apei freatice puternic mineralizate poziționată deasupra punctului critic, care a favorizat migrarea sărurilor spre orizonturile superioare și a condus la formarea unor straturi de

sol nestructurare, tasate, impermeabile, deasupra cărora apele meteorice stagnează perioade îndelungate de timp. [27]

Tabelul 2.17 Natura și intensitatea excesului de umiditate pe terenurile agricole din partea de sud-vest a României [27]

Natura excesului de umiditate	Fără	Redus	Moderat	Puternic	Foarte puternic
Freatic	784979 ha 65.51%	210862 ha 17.61%	176378 ha 14.72%	23535 ha 1.96%	2520 ha 0.21%
Stagnant	751236 ha 62.7%	167569 ha 13.98%	120789 ha 10.08%	158353 ha 13.32%	317 ha 0.02%
Din revărsări	1125653 ha 93.9%	-	-	-	41440 ha 4.36%
Din infiltrații laterale, pe versanți	1059971 ha 88.46%	104038 ha 8.68%	20235 1.69%	11498 ha 0.96%	2520 ha 0.21%

În funcție de umectarea profilului de sol și de intensitatea fenomenelor de hidromorfie, au fost identificate următoarele situații (vezi figura următoare):

- 2520 ha (0.21%), terenuri cu restricții pentru folosințele arabil, livezi și vii, pe soluri de tip faeoziom clinogleic;
- 11498 ha (0.96%), terenuri cu limitări severe, pe erodosoluri argice sau luvosoluri albice, vertice, stagnice;
- 20235 ha (1.69%), terenuri cu limitări moderate, pe soluri, de regulă, de subtip vertic;
- 104038 ha (8.68%), terenuri cu limitări reduse, pe soluri evolute pe roci parentale smectice, pelice sau marnoase;
- 1059971 ha (88.46%), terenuri fără limitări din punct de vedere al excesului de umiditate din infiltrații laterale în sol, pe versanți. [27]

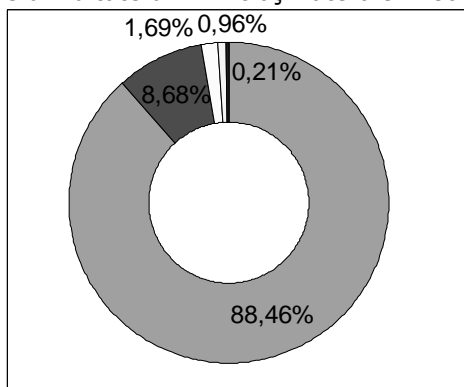


Fig. 2.28 Graduarea factorilor de risc hidrici specifici terenurilor agricole ale Banatului datorată excesului de umiditate provenit din infiltrații laterale în sol, pe versanți

În funcție de formele de relief, de bilanțul și indicele hidroclimatic, de permeabilitatea restrictivă și de gradul în care apa stagnantă a afectat solul imprimându-i diferite intensități de pseudogleizare, pe baza indicatorului

“intensitatea excesului de umiditate” sau de indicatorul referitor la intensitatea pseudogleizării, au fost stabilite următoarele graduări [27]:

- terenurile zonei montane, acoperite cu litosoluri, aflate sub influența unui exces sporit de umiditate pluvială, cât și din izvoare de coastă (317 ha – 0,02%) sunt afectate de riscuri foarte mari în cazul utilizării terenurilor ca arabil, livezi sau vii și riscuri mari în cazul utilizării lor ca pășuni și fânețe;
- terenurile afectate foarte puternic de excesul de umiditate de suprafață și aflate într-un stadiu puternic și foarte puternic de pseudogleizare, în suprafață de 158353 ha (13.22%), sunt afectate de riscuri mari pentru toate categoriile de folosință, cu precădere arabil, livezi, vii;
- riscurile moderate sunt determinate de un exces de umiditate puternic, cât și de intensități moderate și puternice ale pseudogleizării. Sunt specifice unor terenuri care se extind pe o suprafață de 120789 ha (10.08%), situate în zonele piemontane sau pe platourile câmpiilor înalte cu soluri fin texturate;
- solurile slab și moderat pseudogleizate, cu intensități moderate ale excesului de umiditate stagnantă, în suprafață de 167569 ha (13.98%), prezintă riscuri reduse în utilizarea terenurilor agricole. Sunt localizate în estul Câmpiei Vinga, pe terenurile ușor înclinate ale dealurilor piemontane sau, izolat, în arealele depresionare ale câmpiilor joase;
- nu prezintă riscuri datorate stagnării apei pluviale 751236 ha (62,7%), situate în câmpiile joase și în luncile râurilor, cu soluri permeabile sau în arealele piemontane și montane, pe versanți cu înclinări accentuate. [27]

Datorită problemelor din ce în ce mai frecvente care apar în agricultura Banatului legate de regimul aerohidric defectuos, se impune tot mai stringent continuarea intervențiilor ameliorative, ori proiectarea și executarea altor amenajări noi.

La nivelul anului 2005 sunt necesare amenajări de îmbunătățiri funciare și lucrări agropedoameliorative pe solurile slab permeabile, afectate de tasare și exces de umiditate ce însumează aproape toată suprafața agricolă (terenuri afectate și/sau areale vicinale) – vezi tabelul 2.18 [27]:

Tabelul 2.18 Necesarul de amenajari de imbunatatiri funciare si lucrari agropedoameliorative (2005)

Nr. Crt.	Tipul de intervenție ameliorativă	Suprafața	
		Ha	%
A. AMENAJĂRI DE ÎMBUNĂȚĂȚIRI FUNCiare			
1.	Regularizarea cursurilor de apă	72616	6.06
2.	Desecarea de adâncime (revizuire și completare)	477917	33.88
3.	Desecare de suprafață	282699	23.59
4.	Desecare de suprafață și drenaj de adâncime	158620	13.2
5.	Amenajări antierozionale singulare	162271	13.54
6.	Amenajări de ravene și torenți	84252	7.03
7.	Stăvilirea alunecărilor și prăbușirilor	130116	10.86
B. LUCRĂRI AGROPEDOAMELIORATIVE DE REFACERE A POTENȚIALULUI AEROHIDRIC ȘI DE COMBATERE A EXCESULUI DE UMIDITATE			

8.	Afânare adâncă: Urgența I Urgența II Urgența III	81115 119819 64638	6.76 10.1 5.39
9.	Lucrări de drenaj superficial (rigole de scurgere), nepermanente, nesistematice	65518	5.4
10.	Lucrări de drenaj superficial (rigole de scurgere) nepermanente, sistematice	515013	43.98
11.	Drenaj cârțiță	177387	14.8
12.	Modelare în benzi cu coame	79714	6.65
13.	Sens obligat de lucru al mașinilor agricole în direcția scurgerii apei	683298	57.03

Tabelul 2.19 Evaluarea costurilor de aministrare, întreținere, reparare și exploatare în amenajările de îmbunătățiri funciare 2005 – 2008 la nivel național (mii lei RON) [54]

	2005	2006	2007	2008	Total
Desecare	113514	110319	170000	150000	513833
C.E.S.	19291	30000	70000	65000	144291
Apărare împotriva inundațiilor	8545	15000	45000	40000	108545



Fig. 2.29 Hartă cu reprezentarea zonelor cu amenajări de desecare-drenaj [54]

2.3 Bibliografie utilizată și conexă

1. Abramov, Bindeman, Bocever – 1960 – Vlianic vodohrahislici na ghudroghiolghiceskie uslovia priliegaiușcih teritorii Gostoizdat
2. Adameșteanu D. -1983 – Civilizații antice din Italia meridională – Ed. Didactică și Enciclopedică
3. Agricultura României, 1944 – 1964, Ed. Agro-Silvică, București, 1964;
4. Ami S. R., Drainage Pipe Testing Manual, Canadian International Development Agency (CIDA), 1987, Hull, Quebec, Canada;
5. ASAS, Committee of elaboration the national program of works regarding water excess elimination from agricultural fields and struggle against flooding, Group I, West Plain, Synthesis regarding natural and entropic causes of water excess and flooding, 1973;
6. Băeștean G., Apa la romani, Ed. Napoca, Cluj Napoca, 2003;
7. Băltescu M. și colab., Țara Bârsei, Ed. Academiei R.S.R., București, 1972;
8. Bără C., Chirilă A., Ghidul hidroamelioratorului, Ed. Ceres, București, 1994;
9. Bejan A., Banatul în secolele IV – XII, Editura de Vest, Timișoara 1995;
10. Beudant F.S. – 1822 – Voyage mineralogique et geologique en Hongrie pendant l'annee 1818 – I – IV Paris
11. Bold I., Buciuman, Spațiul Rural, Ed. Mirton;
12. Botzan M., Începuturile hidrotehnicii pe teritoriul României, Ed. Tehnică, București, 1994;
13. Buhociu L., Creangă L., Îmbunătățirile funciare în România (Realizări și perspective), Bulletin AGIR nr. 3/2000, București, pg. 2-7;
14. Buhociu L., Îmbunătățirile funciare în România – un trecut cu tradiție, experiență și realizări care îndeamnă la reflecție pentru prezent și viitor, Rev. A.I.F.C.R., nr. 3/1992, pg. 39 – 43;
15. Buhociu L., Probleme actuale și de perspectivă ale amenajărilor de drenaj din România, Rev. A.I.F.C.R., nr. 2/1992, pg. 23 – 27;
16. Cazacu E. și colaboratorii., Desecări, Ed. Ceres, București, 1985;
17. Corfus Ilie, Agricultura în Țările Române, 1848 – 1864, Ed. Științifică și Enciclopedică, București, 1982;
18. Cseko G., Hayde L., Danube Valley, History of Irrigation, Drainage and Flood Control, 2004, ICID;
19. Delumeau J., Civilizația Renașterii, Vol. I-II, Ed. Meridiane, București, 1995;
20. Dobre V., Mihăescu O., Lucrările de hidroameliorații în România, Rev. Hidrotehnica, Vol. 29 (1984), nr. 8;
21. Dudaș V., Hațegan I., Berghian S., Gomboș C. C., Cernicova M., Din cronologia județului Timiș, Ed. Marineasa, Timișoara, 2004;
22. French H. Henry, Farm Drainage. The Principles, Processes and Effects of Drainage Land with Stones, Wood, Plows, and open ditches, and especially with tiles, including Tables of Rain-Fall, evaporation, filtration, excavation, capacity of pipes: cost and number to the acre, of tiles, C.M. Saxton, Barker and C.O., Agricultural Book Publishers, No 25 Park Row, 1860;

23. Glodariu Ioan, Eugen Iaroslavschi, Adriana Rusu-Pescaru, Florin Stănescu, Sarmizegetusa Regia, Capitala Daciei Romane Antice, Ed. Acta Musei Devensis, Deva, 1996;
24. Grisellini F., Încercare de istorie politica și naturală a Banatului Timișoarei, Ed. Facla, Timișoara, 1984;
25. Haret C., Stanciu I., Tehnica drenajului pe terenurile agricole, Ed. Ceres, București, 1978;
26. I.E.E.L.I.F. Timiș, Proposals for land reclamation and improvement works for period 1988 – 1990 and 1991 – 1995 in Timiș county;
27. Ianoș Gh., Riscuri naturale și tehnogene pe terenurile agricole ale Banatului, Ed. Universității de Vest., Timișoara, 2006;
28. Ioanițoia H., Actual stage and the perspective of preventing and struggling works against humidity excess, Bulletin AGIR nr. 3/2000, București, pg. 14-17;
29. Iorga N., Istoria Bucureștilor, București, 1939;
30. kiskereki.ro
31. Klippart John H., The Principles and Practice of Land Drainage, Second Edition, Cincinnati, 1867, U.S.A,
32. Maior G., Economia rurală, București, 1900;
33. Monitorul Oficial din 30 iunie 1921
34. Moraru N., Mîndru R., Mihnea I., Ioanițoia H., Desecare terenurilor agricole, Ed. Agro-silvică, București, 1967
35. Negrescu M., Pura D., Navigația pe Bega – Secvențe istorice, Consiliul Județean Timiș, Centrul de Cultură și Artă al Județului Timiș, Direcția Județeană Timiș a Arhivelor Naționale, Editura Brumar, Timișoara, 2006;
36. Nicolau C., 25 de ani de realizări în domeniul lucrărilor de îmbunătățiri funciare, Rev. Hidrotehnica, Gospodărirea Apelor, Meteorologia, vol. 14 (1969), nr. 8;
37. Nicolau C. și colab., Îmbunătățiri funciare, Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1970;
38. Nicolau T., Două erori istorice – Cum a făcut prizonier Vlad Țepeș pe Hamza pașa?, București, 1934, pg. 17-19;
39. Oprea C.V., Opreșan N., Lupei N., Ameliorarea solurilor cu exces de umiditate, Ed. Facla, Timișoara, 1974
40. Planul Național de Dezvoltare Rurală 2007 – 2013;
41. Powers W.L., Land drainage, Corvallis, Oregon, 1921, S.U.A.;
42. Ritzema H.P., Drainage Principles and Applications, ILRI Publication 16, second edition (completely revised), Wageningen, Olanda, 1994;
43. Sabău N. C., Impactul lucrărilor hidroameliorative asupra solurilor din perimetrul Valea Ier, Ed. Universității din Oradea, 1997, Oradea.
44. Salvan Florin, Viața satelor din Țara Bârsei în Evul Mediu (secolele XIII – XVII), Ed. Academiei Române, 1996, București;
45. Sava I., Wehry A., Hidromaeliorații, E.D.P., București, 1967;
46. Scott A.H., Handbook of Irrigation and Drainage, Department of Agriculture and Industries, Perth, Australia, 1913;
47. Someșan L., Micu E., Pop V., Depresiunea Întorsurii Buzăului. Studiu geografic, istoric și economic, 1947, București;
48. Stoian E., Vlad Țepeș, Mit și realitate istorică, Ed. Albatros, București, 1989;

49. Stuyt L.C.P.M., Dierickx W., Beltran Martinez J., Materials for subsurface land drainage systems, F.A.O., Irrigation and Drainage Paper, 60 Rev.1, Rome, 2005;
50. van Joolen E., Evaluarea terenurilor arheologice, Amsterdam, Olanda, 2003;
51. Vaughan E. R., Agricultural drainage ditches: soils and implications for phosphorus transport and retention, PhD. Thesis, Faculty of the Graduate School of the University of Maryland, USA, 2005;
52. wikipedia.org
53. wikipedia.org/wiki/Flood_control_in_the_Netherlands
54. www.anif.ro;
55. www.icid.org
56. www.mysteriousetruscans.com
57. www.ro.wikipedia.org
58. www.paradoxplace.com/Insights/Cistercians/Cistercians.htm
59. www.bedfordbasin.ca/canal2003/webimages
60. www.theotherside.co.uk/tm-heritage/background/flanders-medieval.htm
61. www.norfolk Mills.co.uk
62. www.sannicolaumarebanat.blogspot.com
63. xxx - Arhiva tehnică și actele normative de funcționare al SNIF SA București, Sucursala Timișoara

3. STADIUL ACTUAL DE CERCETARE-REALIZARE A STUDIILOR DE DRENAJ PENTRU PROIECTAREA EFICIENTĂ TEHNICO-ECONOMIC A AMENAJĂRILOR DE DESECCARE-DRENAJ DIN ROMÂNIA

3.1 Metode de desecare [8, 9]

3.1.1 Principalele metode de desecare și caracteristici tehnico-economice ale acestora

Aceste metode sunt reprezentate de procedee de ordin tehnic prin intermediul cărora apa în exces de la suprafața terenului sau din profilul solului se elimină, asigurându-se ulterior condiții optime pentru dezvoltarea culturilor agricole.

Cele mai importante metode de desecare sunt:

- evacuarea apei în exces prin scurgere la suprafața terenului;
- drenarea apei în exces din stratul radicular al plantelor;
- evacuarea apei în exces prin scurgere la suprafața terenului și drenarea stratului radicular al plantelor;
- drenarea biologică a apei în exces;
- colmatarea zonei cu exces de umiditate;
- drenaje frontale.

Fiecare metodă se prezintă cu avantajele și dezavantajele ei în practica exploatării și care trebuie analizate comparativ.

3.1.1.1 Evacuarea apei în exces prin scurgere la suprafața terenului

Metoda constă în eliminarea surplusului de apă prin scurgere la suprafața solului aplicându-se și folosindu-se lucrări de nivelare-modelare precum și rigole care preiau și dirijează apa către rețeaua de canale deschise.

Se recomandă alegerea acestei metode în zone unde există exces de umiditate numai din precipitații. Prin aplicarea lucrărilor de nivelare-modelare se crează un microrelief artificial bazat pe orografia naturală care dirijează scurgerea apelor de suprafață. Se va evita astfel concentrarea și stagnarea apelor căzute din precipitații în zonele depresionare și infiltrarea apei în sol în cantități mari rezultând micșorarea pericolului de ridicare a nivelului freatic.

Aceste lucrări se realizează cu consum relativ redus de materiale.

Metoda prezintă și dezavantaje: trebuie făcute decapări raționale pentru a nu influența negativ fertilitatea solului, lucrările se vor menține în fiecare an, evacuarea apei se realizează relativ încet, mașinile agricole au un randament mai mic datorită necesității menținerii amenajărilor de nivelare-modelare și a rigolelor de evacuare.

3.1.1.2 Drenarea apei în exces din stratul radicular al plantelor

Se realizează prin captarea apei în canale sau drenuri absorbante și ulterior evacuarea ei în rețeaua de canale deschise. Aplicarea metodei este necesară în zonele cu exces de apă în zona radiculară a plantelor. Soluția se realizează prin

drenaje sistematice cuprinzând întreaga suprafață sau sub formă de fâșii de eliminare a infiltrațiilor, provocate de sursa de apă, cu niveluri mai ridicate decât cotele terenurilor limitrofe.

Prin intermediul acestei metode se coboară și se menține nivelul freatic la adâncime optimă pentru dezvoltarea culturilor agricole. Se crează condiții bune de aerare a profilului de sol, influențând în mod pozitiv procesele fizico-chimice ce au loc la nivelul acestuia.

În zonele unde nu există pericol de sărăturare și înmlăștinire a solului, rețeaua de drenuri poate fi folosită și pentru subirigație. Se pot folosi în acest caz și drenuri cârțiță, cu descărcare în prisme drenante, prevăzute cu drenuri colectoare.

Dezavantajele metodei constă în: necesar de materiale pentru construcția drenurilor absorbante și cantități mari de materiale filtrante, în cazul drenurilor deschise există o suprafață de 9-12% scoasă din circuitul agricol, sunt necesare investiții pentru amenajarea terenului, randament al mașinilor agricole scăzut.

3.1.1.3 Evacuarea apei în exces prin scurgere la suprafața terenului și drenarea stratului radicular al plantelor

Metoda se realizează prin punerea în practică, concomitent, a soluțiilor prezentate anterior. Avantajele și dezavantajele rezultă de la descrierea procedeelelor precedente.

3.1.1.4 Drenarea biologică a apei în exces

Sunt utilizate culturi și plantații care prezintă o rezistență ridicată la excesul de umiditate și au capacitate mare de folosire a apei din sol. Se bazează pe evapotranspirația plantelor asociată cu evaporația apei de la suprafața solului. Dacă aportul de apă este unul important, drenajul biologic se va folosi în combinație cu rețeaua de desecare deschisă. Practica a demonstrat că această metodă se realizează cu investiții mici. Se impune însă o deplină concordanță între condițiile naturale cu respectarea cerințelor agrotehnice, vitipomicole, silvice și hidroameliorative.

3.1.1.5 Colmatarea zonei cu exces de umiditate

Se realizează prin depunerea materialelor solide în suspensie provenite din debitele cursurilor de apă, în scopul ridicării cotei terenului și realizării stratului radicular fără exces de apă.

Colmatarea naturală se desfășoară pe perioade lungi și în unele cazuri este dirijată de intervenții tehnice corespunzătoare.

Colmatarea artificială se folosește frecvent pentru construcția de platforme insubmersibile respectiv ferite de inundații și se realizează prin hidromecanizare. Metoda este economică în cazul folosirii materialului rezultat din săparea unor lucrări hidrotehnice importante (canale navigabile, regularizări de râuri, canale de irigații și desecări).

Pentru colmatare sunt necesare amenajări speciale: aducțiuni, bazine de colmatare, deversoare, rețele de evacuare, etc. Darea în exploatare a unor suprafețe astfel amenajate impune lucrări și măsuri agrotehnice speciale pentru fertilizarea solului.

3.1.1.6 Drenaje frontale

Constă din șiruri de puțuri sau drenuri longitudinale de adâncime care captează apele infiltrate din surse cu niveluri cvasipermanente însă mai ridicate decât cota terenului incintelor ameliorate. Alegerea soluției corespunzătoare se face prin analize comparative tehnico-economice studiindu-se condițiile hidrologice, geologice și hidrogeologice locale.

Dezavantajul metodei este că aceasta folosește cantități importante de materiale, echipamente hidromecanice și consum de energie ridicat. În exploatare,

metoda impune o funcționare continuă, fără defecțiuni, ceea ce presupune o întreținere de mare exigență tehnică.

3.1.2 Factori implicați în stabilirea metodei de desecare eficiente tehnico-economic

În cadrul sistemelor de desecare-drenaj, metoda adoptată trebuie să îndeplinească anumite condiții tehnico-economice: accelerarea scurgerii apelor de suprafață și din profilul solului, evacuarea apei să se realizeze concomitent atât la suprafața terenului cât și în profilul solului, regimul de desecare să se realizeze cu efort minim, sub aspectul mărimii normei de desecare și al duratei de evacuare a apei; în stratul radical al plantelor să se creeze un regim optim de apă-aer pentru îmbunătățirea caracteristicilor hidrico-fizico-chimice ale solului, alegerea metodei de desecare să permită realizarea unei productivități mari a mașinilor agricole utilizate în activitatea de exploatare.

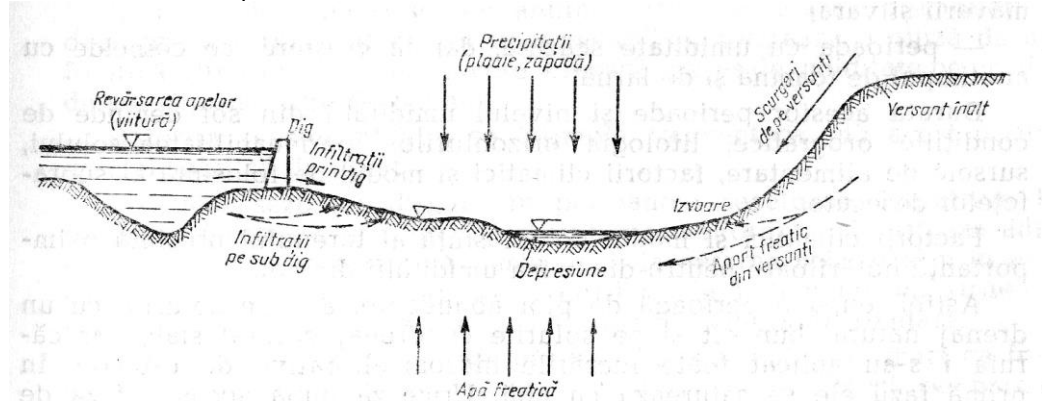


Fig. 3.1 Sursele excesului de umiditate [9]

3.1.2.1 Factorii implicați în stabilirea metodei de desecare [9]

În alegerea metodei de desecare intervin mai mulți factori naturali: orografici, pedologici, hidrogeologici, hidrologici și climatologici.

Factorul orografic are rol în stabilirea metodei de desecare prin alegerea pantei necesare și a microreliefului corespunzător.

Condițiile pedologice condiționează metoda de desecare prin însușirile chimice ale solului.

Condițiile hidrogeologice influențează metoda de desecare prin adâncimea apei freactice care, funcție de prognoza hidrogeologică, se raionează pe trei grupe: 0 – 1,5m; 1,5 – 3,0m și peste 3m.

Condițiile climatice caracterizează prin precipitații și temperaturi asociate cu factorii de vegetație. Au rezultat următoarele zone:

- umedă, cu precipitații medii anuale mai mari de 700 mm și temperatura medie anuală de 7°C;
- pădure de câmpie, cu precipitații medii anuale de circa 650 mm și temperatura medie anuală de 9°C;
- zona de silvostepă, cu precipitații medii anuale de circa 550 mm și temperatura medie anuală de 10°C;
- zona de stepă, cu precipitații medii anuale de circa 450 mm și temperatura medie anuală de 11°C.

3.1.2.2 Stabilirea metodei de desecare

La stabilirea metodei de desecare trebuie să se aibă în vedere și:

- felul culturilor, sub aspectul rezistenței acestora la excesul de umiditate;
- corelarea cu introducerea irigațiilor în sensul utilizării în complex a unor obiecte din amenajarea de desecare;
- folosirea judicioasă a schemei hidrotehnice care în unele cazuri poate asigura condiții optime pentru descărcarea gravitațională a apelor din desecare.

În situațiile în care se pot reține mai multe metode de desecare, alegerea metodei optime se va face pe baza analizei comparative sub aspect tehnico-economic cuprinzând:

- investiția necesară pentru realizarea lucrărilor de desecare;
- consumul de materiale și energie în execuția amenajării de desecare;
- cheltuielile anuale de exploatare și întreținere a lucrărilor de desecare;
- suprafața scoasă din circuitul agricol.

Funcție de rezultatele analizei tehnico-economice se stabilește metode de desecare optimă.

3.2 Metode de drenaj

3.2.1 Aspecte teoretice

3.2.1.1 Condiții de aplicare și elementele componente ale drenajului

Un sistem modern de desecare-drenaj cuprinde o rețea sistematică de canale de desecare și o rețea de drenaj la care se adaugă construcțiile hidrotehnice și echipamentele și instalațiile aferente. Rețelele de drenaj au rolul de a regla nivelul apelor subterane în perimetrul dintre canalele de desecare.

Drenajele sunt lucrările hidroameliorative, menite să coboare nivelul apelor freatice din sol, să elimine apa sărăturată aflată în exces, rezultată din condițiile de spălare a solului, condiții necesare ameliorării acestuia. Adâncimea de coborâre a apelor freatice față de nivelul terenului (numită normă de drenaj) este funcție de zona pedoclimatică, a culturilor agricole și a stratului de sol supus spălării. Condițiile cerute de plante se numesc criterii de drenaj și au fost destul de puțin studiate, avându-se în vedere mai mult nivelul freatic și regimul de variație al acestuia, precum și salinitatea solurilor în zona rădăcinilor.

Deși criteriul de drenaj cel mai studiat a fost cel în regim permanent, care de altfel stă la baza proiectării amenajărilor de drenaje (nivelul de apă se menține la un nivel constant în decursul precipitațiilor și a evacuării prin drenuri) cel mai des întâlnit în natură este cel nepermanent, când nivelul freatic este în continuă variație datorită precipitațiilor și a efectului drenajului. El stă la baza verificării unui drenaj care trebuie să realizeze norma de drenaj la două zile după oprirea ploii, când nivelul freatic a ajuns la suprafața terenului (coborârea trebuie să fie de 60% din norma de drenaj în prima zi și de 40% în a doua zi).

Stabilirea adâncimii apei freatice, care asigură producția agricolă optimă, s-a făcut pe baza cercetărilor experimentale cu scăderile de producție, în procente pentru diferite adâncimi ale apei freatice menținute în lizimetre, în perioada de vegetație pentru diferite grupe de soluri.

Scăderea de producție agricolă se datorează, la nivele mari lipsei aerului din sol, iar la nivele mici lipsei apei din sol. La solurile argiloase, pentru a avea o producție agricolă bună, nivelul freatic trebuie să se mențină mai coborât.

În urma studiilor experimentale efectuate în țara noastră în câmpuri de drenaje de producție agricolă, pentru diferite zone pedoclimatice, au rezultat în unele zone (Lunca Dunării) valori ale normei de drenaj $Z = 1 - 2$ m, pentru grâu și sfeclă de zahăr. Debitul de calcul pentru drenaj ($q = 7-15$ mm/zi) se stabilește în câmpurile experimentale de drenaj, în funcție de condițiile pedoclimatice, a posibilităților de infiltrare a apelor de precipitații prin zona nesaturată a solului și apoi prin mișcarea apei în zona saturată, spre drenuri. Drenurile trebuie să aibă o capacitate de captare mai mare decât debitul de calcul pentru drenaj (q). Capacitatea de captare a drenurilor se stabilește în funcție de gradul de colmatare al materialului filtrant și a drenului, în contact cu solul din zona care urmează a fi drenată.

De asemenea drenajul este necesar și în zonele, secetoase, irigate pentru ameliorarea solurilor saline și alcaline prin normele de spălare aplicate și pentru prevenirea sărăturării secundare a solurilor irigate, printr-o ridicare a nivelului freatic.

Principalele componente ale drenajului sunt : - lucrările de nivelare; - lucrările de modelare; - lucrările de afânare; - drenaje cârțiță; - ventilație.

Amenajarea de drenaj poate fi cu vărsare directă în canalul de desecare, sau se colectează prin drenuri colectoare. Drenurile colectoare se pot dimensiona cu curgere liberă sau în regim sub mică presiune, ținându-se seama de durata relativ scurtă de evacuare după o ploaie, urmând ca apoi să mențină acest nivel. În cadrul acestor rețele de drenuri absorbante pot exista pe drenurile colectoare cămine de vizitare pentru curățire.

Pentru stabilirea soluției optime de drenaj pe un anumit tip de sol este necesară cunoașterea factorilor care determină soluția de drenaj care urmează a fi adoptată.

Dintre acești factori, cei mai importanți sunt: - debitul specific de drenaj; - norma de drenaj; - conductivitatea hidraulică a solului; - parametrii geometrici și hidraulici ai tubului de drenaj și ai materialului filtrant; - tehnologia de execuție.

Disponând de aceste date se poate stabili soluția de drenaj adoptată, precum și distanța dintre drenuri, pe baza unui calcul tehnico - economic.

La stabilirea soluției de drenaj pe lângă condițiile tehnice determinate de studiul de drenaj se are în vedere realizarea unor variante cu consum minim de materiale deficitare, consum redus de energie și carburanți, reducerea forței de muncă manuale, ridicarea calității lucrărilor, siguranța în funcționare timp îndelungat, folosirea cu prioritate a materialelor locale și a unor deșeuri industriale.

3.2.1.2 Studiu de drenaj. Definiție. Etapele unui studiu de drenaj. [8, 9, 155]

Proiectarea drenajelor în condițiile folosirii materialelor filtrante se bazează pe întocmirea unui studiu de drenaj prin care se stabilește distanța dintre drenuri (L), funcție de caracteristicile tubului de dren și a materialului filtrant folosit, indicii fizico - chimici ai materialului filtrant, indicii fizico-chimici ai solului, gradul de colmatare al materialelor filtrante folosite în solul respectiv (prin valoarea coeficientului de permeabilitate după colmatare).

Întocmirea unui studiu de drenaj constă în întocmirea studiului de fundamentare a soluției de amenajare pentru drenaj, care cuprinde:

1 *Studii topografice* (planuri de situație)

2 *Studii hidrologice și hidrogeologice* (izofreate)

3 *Studii pedologice* privind textura solului, conductivitatea hidraulică (K_{sol}) determinată în laborator sau situ, indicele de stabilitate al drenurilor cârțiță (I_{dc}), indicele de plasticitate $I_p = W_L - W_p > 22$, indicele microstructural $R < 0,3$ unde

$$R = \frac{M}{G} \quad (1)$$

Pentru solurile grele $k < 0,25$ m/zi soluția de amenajare cuprinde și drenajul cârțiță se vor avea în vedere următoarele criterii de aplicare a drenajului cârțiță:

- soluri cu textura fină și proprietăți de plasticitate:
 - conținut de argilă $> 40\%$
 - conținut de nisip $< 20\%$
 - porozitatea totală $< 45\%$
 - porozitatea de aeriație $< 10\%$
- indice de plasticitate > 22 (8 pentru drenuri cârțiță)
- indicele de stabilitate (Zaidelman și Teodoru, ICPA, $R < 0,3$ (stabilitate de durată); $0,3 < R < 0,7$ (stabilitate redusă) și $R < 0,7$ (nestabile). Pentru $R = 0$ drenurile au stabilitate de până la 1 an, frecvent doar 3-4 luni.
- adâncimea 50- 70 cm
- distanța dintre drenurile cârțiță 2- 5 m (max 1- 10 m)
- lungimea drenurilor cârțiță este funcție de panta terenului astfel: pentru $I_{\text{teren}} = 5\%$, $L_c = 100 - 150$ m; pentru $I_{\text{teren}} = 2 - 4\%$, $L_c = 150 - 200$ m; pentru $I_{\text{teren}} = 1\%$, $L_c = 30 - 75$ m

4 Studii de amenajare agricolă (asolamentul, categoriile de folosință ale terenului etc.)

5 Studii de pedogeneză a evoluției solurilor .

6 Studii și cercetări experimentale de laborator pentru determinarea caracteristicilor hidraulice ale tuburilor de dren, a materialelor filtrante, respectiv ai complexului tub de dren cu diferite materiale filtrante, cuprinde:

A) **Determinarea coeficientului de rezistență hidraulică** la intrarea apei în tubul de dren fără filtru (ζ_i) sau în complexul dren plus filtru (ζ_{if}).

Coeficientul de rezistență hidraulică la intrarea apei în drenul fără filtru (ζ_i), respectiv în complexul dren plus filtru (ζ_{if}) se determină pe standul având drenul așezat vertical (fig. 3.2).

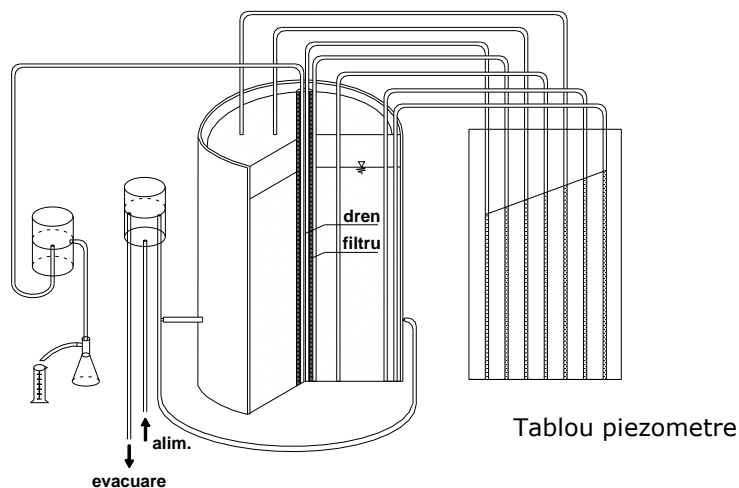


Fig. 3.2 Schema de ansamblu a standului având drenul așezat vertical pentru determinarea coeficientului de rezistență la intrare.[155]

Coeficientului de rezistență la intrare (ζ_i, ζ_{if}) se calculează cu relațiile:

$$\zeta_i = W_i \cdot k_U \quad (1)$$

$$\zeta_{if} = W_{if} \cdot k_U \quad (1')$$

unde : W_i, W_{if} - rezistența la intrarea apei în tubul de dren fără filtru, respectiv complexul tub de dren plus filtru, calculată cu relația:

$$W_i = \frac{h_0 - h_i}{\frac{q}{h_i}} \quad (2)$$

$$W_{if} = \frac{h_0 - h_{if}}{\frac{q}{h_{if}}} \quad (2')$$

în care : h_0 - nivelul apei în interiorul tubului de dren, h_i, h_{if} - înălțimea piezometrică la limita exterioară a tubului de dren, q - debitul scurs din stand prin dren (prin sifonare, pe unitatea de lungime a drenului), k_n - coeficientul de filtrație a nisipului prin stand, calculat cu relația (3):

$$k_n = \frac{q}{2 \cdot n \cdot \ln \frac{R}{r_0} \cdot (H^2 + h_0^2)} \quad (3)$$

h_0, H - înălțimea piezometrică citită la tabloul de piezometre corespunzător piezometrelor montate la distanțele r_0 și R de axul tubului de dren .

B) Determinarea gradului de colmatare în timp a complexului tub de dren cu filtru, în contact cu solul ce urmează a fi drenat
Pentru determinarea gradului de colmatare în timp a complexului tub de dren plus filtru, este necesară determinarea prealabilă a coeficientului de permeabilitate inițială necolmatată (K) a materialelor filtrante. Aceasta se realizează pe standul de tip Darcy (fig. 3.3) în care se introduce materialul filtrant, se umple cu apă, se reglează alimentarea cu apă și evacuarea pentru a se realiza un regim permanent de scurgere a apei.

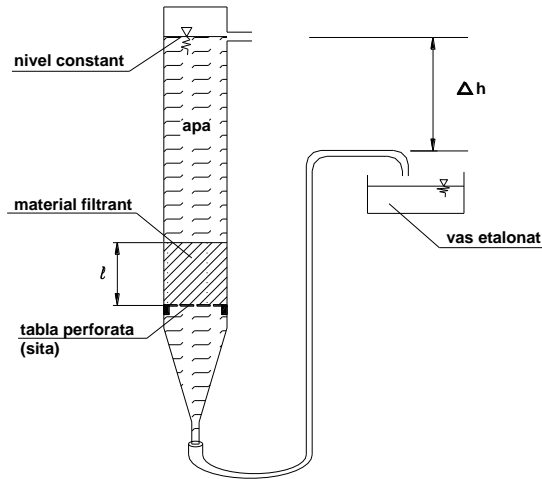


Fig. 3.3 Secțiune transversală prin standul de tip Darcy folosit pentru determinarea permeabilității inițiale, necolmatate a materialelor filtrante [155]

Urmează efectuarea de măsurători volumetrice, de debit la o sarcină constantă (Δh) înregistrată la tabloul de piezometre.

Relația de calcul a permeabilității inițiale (K_{f0}) în stare necolmatată a materialului filtrant este:

$$K_{f0} = Q \cdot \frac{\Delta h}{S \cdot l} \quad (\text{mm/zi}) \quad (4)$$

$$Q = \frac{Vol}{\Delta t} \quad (4')$$

unde: Vol - volumul de apă măsurat în timpul (Δt), Δt - timpul în care s-a măsurat volumul de apă, l - grosimea materialului filtrant pus în stand, Δh - diferența de sarcină citită la tabloul de piezometre între două puncte: sub și respectiv deasupra materialului filtrant, S - secțiunea standului ($10 \times 10 \text{ cm} = 100 \text{ cm}^2$)

În continuare se va determina gradul de colmatare în timp a complexului tub de dren cu diverse materiale filtrante în contact direct cu solul ce urmează a fi drenat. Materialele filtrante folosite la drenaj au în momentul inițial o permeabilitate specifică, de regulă mare (mult mai mare decât a solului drenat), care în timp se reduce datorită fenomenului de colmatare cu particule de sol antrenate de apa drenată.

În același timp are loc și o tasare a lor sub încărcarea pământului de umplutură din șanțul de drenaj așezat peste tubul de drenaj și filtru. În plus la drenul fără filtru poate apărea obturarea găurilor de intrare cu particule de sol și depunerea în interiorul sau a particulelor de sol care au pătruns prin găurile de intrare a apei în tubul de dren.

Toate aceste fenomene produc în timp colmatarea tubului de dren și respectiv a filtrului.

Pentru proiectarea corectă tehnico-economică eficientă a rețelelor de drenaj este necesar ca în calculul distanței dintre drenuri să se ia în considerare permeabilitatea materialului filtrant după colmatarea acestuia cu particule de sol (K) așa cum va funcționa în realitate în câmp.

Gradul de colmatare în timp a complexului tub de dren cu diferite materiale filtrante în contact cu solul ce urmează a fi drenat se determină pe standul având drenul așezat orizontal (fig. 3.4).

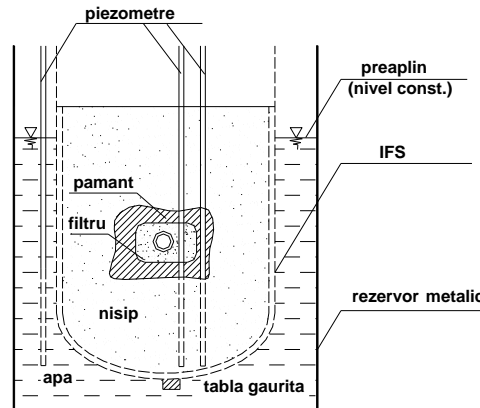


Fig. 3.4 Secțiune transversală prin standul având drenul așezat orizontal [155]

Pe standul de acest tip se poate măsura debitul drenat zilnic, se dispune de debitul din prima zi (q_i) și după cca. 30 zile de funcționare cu întreruperi săptămânale, cu debitul stabilizat notat (q_c), se observă că debitul a scăzut din prima zi până în ultima de mai multe ori, datorită colmatării.

Notând cu η coeficientul de colmatare al materialului filtrant, care reprezintă raportul dintre debitul inițial (q_i) și cel stabilizat după colmatare (q_c), avem:

$$\eta = \frac{q_i}{q_c} \quad (5)$$

Conform relației lui Darcy, în același raport cu debitele sunt și valorile coeficientului de permeabilitate ale materialului filtrant pentru drenaj (K_{fi} și K_{fc}), putându-se scrie:

$$\eta = \frac{q_i}{q_c} = \frac{K_{fi}}{K_{fc}} \quad (6)$$

Disponând de valorile K_{fc} se poate calcula analitic valoarea coeficientului de rezistență hidraulică la intrarea apei în complexul de dren plus material filtrant, coeficient care permite calculul de proiectare tehnico - economică eficientă a distanței dintre drenuri (L).

Pentru caracterizarea influenței materialului filtrant a fost introdusă noțiunea de coeficient de eficiență hidraulică, definită astfel:

$$C_{eh} = \frac{K_{fc}}{K_{sol}} \quad (7)$$

Coeficientul de eficiență hidraulică are criteriul de apreciere al efectului materialului filtrant asupra funcționării în timp a drenului dat de următoarele limite de valori:

- $C_{eh} \gg 1$ - efect deosebit de favorabil;
- $C_{eh} > 1$ - efect favorabil;
- $C_{eh} = 1$ - fără efect;
- $C_{eh} < 1$ - efect defavorabil.

3.2.1.3 Clasificarea teoriilor de drenaj în conformitate cu ipotezele de bază

Teoriile scurgerii orizontale [102]

Aceste teorii aproximative se bazează pe două presupuneri: a) că toate liniile de curent într-un sistem cu scurgere gravitațională sunt orizontale și b) că viteza de-a lungul acestor linii de curent sunt proporționale cu panta suprafeței libere a apei, dar independente de adâncime.

Deși poate fi demonstrat că acestea sunt presupuneri eronate, teoria scurgerii orizontale ne dă rezultate de o acuratețe suficientă dacă aplicarea ei este restricționată la situațiile în care scurgerea este în mare măsură orizontală. Trei condiții de câmp de acest tip sunt:

- Canale deschise care sunt adânci în comparație cu distanțele dintre ele și care penetrează sau se apropie de un strat impermeabil;
- Canale deschise care sunt excavate în materiale stratificate;
- Drenuri îngropate în condițiile 1 și 2, în special dacă materialul de umplutură al tranșeei este mai permeabil decât materialul în formă nealterată.

O formulă a teoriei scurgerii orizontale este ecuația elipsei, Donnan dezvoltând ulterior formula calculului distanței între drenuri.

$$S = \frac{\sqrt{4K(m^2 + 2am)}}{q} \quad (8)$$

unde S – distanța dintre drenuri, q – debitul specific de desecare-drenaj, K – conductivitatea hidraulică, m – înălțimea nivelului freatic la mijlocul distanței între drenuri, a – distanța de la nivelul drenurilor la stratul impermeabil.

Visser, într-o altă aplicare a ecuației elipsei i-a extins domeniul la problema scurgerii nepermanente. Metoda lui a fost dezvoltată pentru condițiile din Olanda, dar în conform cu Van Schilfgaarde, Kirkham și Frevert, metoda poate fi aplicată în mod eficient în ariile irigate din zonele aride.

Teoriile scurgerii radiale [102]

O linie de drenuri poate fi considerată ca și un puț orizontal, cu apa apropiindu-se de această linie de-a lungul liniilor de curent radiale. Această analogie reprezintă baza pentru teoria scurgerii radiale care presupune un sol izotrop omogen de adâncime infinită și un nivel freatic plat.

Această metodă poate da o bună aproximare a condițiilor de scurgere curente dacă nivelul freatic acoperitor este mic (condiții de precipitații reduse și o permeabilitate relativ mare) și dacă sub dren nu este un strat cu o permeabilitate semnificativ redusă.

Teoria scurgerii combinate orizontală și radială [102]

Hooghoudt și Ernst au dezvoltat soluții pentru problema scurgerii prin combinarea ipotezelor scurgerii radiale și orizontale. Aceste soluții corectează deficitul major al ecuației elipsei (neglijarea convergenței scurgerii lângă dren). Reprezintă însă aproximări de valoare și fiabile pentru problema scurgerii permanente în vederea îndepărtării ploii constante sau a creșterii continue graduale echivalente. Hooghoudt a modificat ecuația elipsei prin introducerea adâncimii echivalente și a pregătit un tabel pentru problema scurgerii permanente. Visser sugerează o rezolvare prin nomograme a problemei bazându-se pe teoriile lui Hooghoudt în timp ce Van Beers a dezvoltat nomograme pentru calculul distanței între drenuri folosind ecuațiile lui Hooghoudt și Ernst.

Analiza hodografului Van Deemter [102]

Această metodă constă într-o analiză matematică ce implică soluțiile unor ecuații diferențiale concrete astfel încât să satisfacă condițiile de limită. Van

Deemter a utilizat această analiză pentru a studia drenajul tubular, dar rezultatele lui se aplică numai drenurilor cu funcționare 100% (pline). Un hodograf este o diagramă care oferă o reprezentare vizuală vectorială a mișcării unui corp sau a unui fluid. Este locul unui capăt al unui vector variabil, cu celălalt capăt fix. Poziționarea oricărei valori postate pe o asemenea diagramă este proporțională cu viteza particulei în mișcare. Se mai numește și diagramă a vitezei. Pe scurt, soluțiile aproximative obținute prin aplicarea acestor teorii sunt mai simple decât soluțiile exacte și pot fi utilizate pentru anumite probleme care încă nu dispun de alte tipuri de rezolvări. Este important ca următoarele limitări inerente să fie recunoscute astfel ca metoda aproximativ aplicabilă să poată fi aplicată:

1. teoria scurgerii orizontale (ecuația elipsei) – folosită unde scurgerea este majoritar orizontală, pentru drenuri adânci în comparație cu distanța dintre ele și cu stratul impermeabil imediat sub sau foarte aproape de drenuri;
2. teoria scurgerii radiale – se aplică solurilor omogene izotropice de mare adâncime, cu un nivel freatic plat sau aproape plat;
3. Teoria combinată a scurgerii radiale și orizontale – folosită în situațiile unde stratul impermeabil este adânc sau la suprafață, prin utilizarea adâncimii stratului echivalent a lui Hooghoudt sau a nomogramei utilizată de Visser;
4. Analiza hodografului Van Deemter care se aplică în cazul funcționării 100% pline a drenurilor sau în cazul în care nivelul freatic este imediat deasupra drenurilor. [102, 128, 129, 130, 131]

3.2.1.4. Tehnici pentru aplicarea teoriilor de drenaj [102]

Principalele teorii a scurgerii saturate către drenuri au fost menționate anterior. Un număr de tehnici au fost utilizate pentru aplicarea acestora precum și a altor abordări fundamentale pentru rezolvarea problemelor actuale de drenaj.

Analiza matematică

Această metodă este ilustrată de soluția analitică a lui Kirkham privind problema cu mai multe tuburi de drenaj, egal distanțate pe un strat impermeabil, folosind metoda imaginilor. Pentru probleme care implică linii de curent curbe și soluri stratificate, metoda este lungă și mai greoaie. Ecuația fundamentală a scurgerii a lui Laplace care combină Legea lui Darcy cu ecuația de continuitate a scurgerii, reprezintă punctul de start pentru majoritatea analizelor matematice în domeniul drenajelor. Aplicarea ecuației Laplace este o metodă exactă dar complexitatea ei în rezolvarea problemelor curente a dus la dezvoltarea de teorii aproximative descrise în secțiunea precedentă.

Metoda relaxării

Metoda relaxării este o analiză numerică. Este un instrument simplu și puternic dar de obicei este oboseală în utilizare. În mod concret, metoda relaxării reprezintă aplicarea ecuației Laplace prin selectarea de puncte pe un plan prin sistemul de scurgere. Condițiile de limită trebuie cunoscute. O rețea pătratică este orientată în mod favorabil pe plan iar valori numerice sunt atribuite pe liniile de potențial de-a lungul limitelor în conformitate cu condițiile din teritoriu. La fiecare punct de intersecție cu rețeaua sunt atribuite valori estimate sau arbitrare. Apoi, aceste valori sunt ajustate până când valorile din fiecare punct al rețelei reprezintă media aritmetică a celor 4 valori din colțurile adiacente.

Stratificarea, condițiile anizotropice precum și alte variații pot fi luate în considerare pentru ajustări corespunzătoare în cadrul procedurii. Luthin și Day au folosit această metodă și au aplicat-o în scurgerea nesaturată. Metoda relaxării a fost utilizată pentru construirea de soluții tip nomograme a teoriei combinării scurgerii radiale și orizontale. Metoda a fost aplicată atât în cazul problemelor cu caracter permanent cât și nepermanent.

Analogia electrică

Ecuția Laplace este ecuația diferențială pentru distribuția potențialului electric în conductori. Ca o consecință, testele cu modelul electric în cazul scurgerii subterane pot fi bazate pe analogia între Legea Darcy și Legea Ohm. Un conductor de hârtie poate fi utilizat pentru a reprezenta planul în regiunea scurgerii, pe granițele a căror potențial se poziționează pentru reprezentare condițiile de limită actuale.

Un voltmetru (tub vacuumat) se folosește pentru a se măsura potențialul în diferite puncte ale planului și din aceste date se poate trasa scurgerea. Rețele de rezistență au fost utilizate în locul conductorului pentru a studia în particular efectele stratificării solurilor asupra scurgerii în drenuri.

Modele

Nisipul sau diferite tipuri de sol sunt plasate în tancuri pentru a reproduce câmpuri de experimentare ideale pentru fenomenul studiat. Modelele sunt utile în testarea validității aproximațiilor teoriilor de drenaj. [102, 128, 129, 130, 131]

3.2.1.5 Criterii aplicate în cadrul proiectării rețelelor de drenaj

Criteriile pentru proiectarea amenajărilor de desecare-drenaj reprezintă în special specificații referitoare la condițiile care trebuie să existe în particular pentru o zonă astfel încât să se obțină un nivel optim al nivelului freatic cerut de un anumit tip de agricultură care se practică. Acest criterii pot fi divizate în: a) norma de drenaj care trebuie asigurată necesară asigurării unui anumit grad de protecție pentru culturi, b) adâncimea optimă a nivelului freatic.

Adâncimea optimă până la nivelul freatic este cea adâncime necesară pentru cea mai bună relație plantă-sol-apă-aer. Este necesară cunoașterea unei toleranțe concrete atâta vreme cât nu se poate menține un nivel freatic exact.

Criterii de drenaj

Selecția unui criteriu de drenaj, respectiv a unei norme de drenaj, pentru un anumit sistem de drenaj ar trebui să se bazeze pe toleranța culturilor la excesul de umiditate precum și pe caracteristicile fizice ale ariei. Clima, solurile, topografia și culturile agricole sunt factori importanți care trebuie luați în considerare. Unde se practică irigația trebuie analizată și calitatea precum și cantitatea apei distribuite precum și practicile utilizate în cadrul managementului sistemului de irigație.

Criterii pentru desecare

Un criteriu pentru un sistem de desecare trebuie să ia în considerare caracteristicile precipitațiilor din zona respectivă precum și alți factori climatici, topografia terenului, toleranța culturilor la excesul de apă, solurile și irigațiile. Datele referitoare la cursurile de apă precum și studiile asupra scurgerilor din excesul de precipitații din bazinele hidrografice plane au indicat că norma scurgerii pe unitatea de suprafață scade pe măsură ce crește aria suprafeței tributare.

Criterii de drenaj pentru drenajul de adâncime

Dacă excesul de apă rezultat din precipitații, excesul de apă din irigații se dirijează prin scurgere sau prin scurgere subterană din afara ariei considerate, scurgerea în drenurile îngropate este mai uniformă și se întinde pe o perioadă mai lungă de timp decât scurgerea către canalele deschise. Un criteriu de drenaj pentru drenajul de sub-suprafață este relaționat de sursa excesului de apă, de norma scurgerii excesului de apă prin sol precum și de toleranța culturilor din asolament la excesul de apă.

Dacă norma de scurgere prin sol este mai mică decât la suprafață și se extind pe o perioadă mai lungă de timp, coeficienții pentru drenajul de adâncime vor avea valori mai mici decât cei pentru desecare. Se menționează uzual ca adâncimea de apă care trebuie îndepărtată în 24 ore. În zonele umede, norma de drenaj

evacuată este în general uniformă pentru suprafețe mari dar în zonele aride și semiaride irigate norma scurgerii pe unitate de suprafață scade pe măsură ce crește suprafața datorită schemelor de udare în cadrul proiectelor mari precum și neuniformității altor surse de exces de apă.

Coeficienți de drenaj pentru stațiile de pompare

Coeficienții de drenaj pentru stațiile de pompare se bazează pe criteriile utilizate la proiectare sistemelor de drenaj pe care acestea le deserveșc. Caracteristicile scurgerii către stația de pompare indiferent dacă este de suprafață sau sub-suprafață, trebuie luate în considerare în determinarea capacității de pompare a stației de pompare. Majoritatea stațiilor de pompare sunt proiectate cu o cantitate bine definită de apă în bazinele de pompare și care trebuie luate în considerare în dirijarea scurgerii din aria tributară, precum și în cazul capacității de pompare necesară. Sistemele de desecare în mod uzual dispun de o capacitate de stocare astfel fiind posibilă reducerea capacității de pompare necesare. Scurgerea de sub-suprafață este mai uniformă și capacitatea bazinelor de pompare poate fi mai mică.

Coeficienți de drenaj pentru protejerea bazinelor de recepție

Protecția bazinelor de recepție trebuie aplicată pentru crearea condițiilor potrivite pentru creșterea și dezvoltarea culturilor, inclusiv protecția împotriva excesului apei de suprafață și controlul umidității solului. Pentru asigurarea acestor condiții toate canalele utilizate la prevenirea inundațiilor și în care terenurile ce necesită drenaj trebuie să se descarce trebuie să dispună de capacitățile de stocare necesare bazate pe coeficienții de drenaj.

Cerințe speciale pentru terenurile plane

În analiza scurgerii de pe terenurile plane și care necesită măsuri de drenaj, este important să se ia în considerare influența extinderii sistemelor de desecare la capacitatea de stocare necesară prin canalele principale. Terenurile plane pot dispune de o capacitate de stocare ridicată a apei în mici depresiuni și o normă de desecare mică înainte de instalarea colectoarelor și a sistemelor de transport a apei. După aplicarea acestor măsuri, stagnarea apei la suprafață și timpul de concentrare vor scădea. [102, 128, 129, 130, 131]

3.2.1.6 Criterii aplicate în alegerea tipului de material filtrant pentru drenaje [102, 160]

a) Probleme generale.

Eficacitatea drenajului depinde în mare măsură de alegerea corespunzătoare a materialului filtrant, de aici rezultând că natura și compoziția acestuia trebuie să coreleze cu condițiile de sol, apă freatică, climă și caracteristicile tuburilor de dren.

La proiectarea rețelelor de drenaj trebuie prevăzut studiul, analiza și testarea diferitelor materiale filtrante pentru zona, tipul de sol și situația de drenaj respectivă, analiza făcându-se în funcție de următoarele criterii:

- hidraulic;
- prețul de cost;
- cantitățile disponibile;
- tehnologiile de pozare;
- durabilitatea în timp;
- criterii specifice diferitelor tipuri de materiale filtrante;

În urma cercetărilor efectuate în țara noastră și în alte țări ale lumii (Olanda, Germania, S.U.A. etc.) au rezultat unele recomandări și concluzii care pot constitui elemente ale criteriilor privind necesitatea materialelor filtrante de drenaj.

Influența condițiilor de sol asupra stabilirii necesității materialelor filtrante la drenajul agricol: condițiile de sol influențează alegerea materialului filtrant pentru drenaj prin:

- tipul general de sol;
- structură și textură;
- conținutul de săruri etc.

Pentru fiecare tip de sol ce urmează a fi drenat este necesar a se cunoaște granulometria care condiționează porozitatea materialelor filtrante necesare.

Criterii de stabilire a necesității materialului filtrant la drenaj în condiții favorabile de execuție, funcție de textura solului drenat au fost dezvoltate de o serie de specialiști olandezi (după I.A.C. Knops, F.C. Zuidema, Olanda).

Stabilirea compoziției materialului de tip granular (înveliș permeabil), pe baza criteriului de filtrare și permeabilitate: acest criteriu a fost stabilit în 1921 de Terzaghi care precizează faptul că particulele de sol nu sunt antrenate de apă prin filtru către tubul de dren dacă este satisfăcută următoarea relație :

$D_{15} F < D_{85} S$ relație în care :

$D_{15} F$ – diametrul particulelor din materialul filtrant la procentajul de 15% din total de pe curba granulometrică;

$D_{85} S$ - diametrul particulelor din sol la procentajul de 85% de pe curba granulometrică.

După Cedergren (1967) aceeași condiție este exprimată prin relația: $D_{15} F < 5 D_{85} S$ semnificația elementelor fiind aceeași ca în relația lui Terzaghi.

În concluzie, în urma diferitelor analize granulometrice rezultă faptul că între granulometria stratului de sol de la adâncimea de amplasare a drenurilor și granulometria filtrului trebuie să existe următoarele relații (pentru asigurarea unei bune scurgeri a apei în exces):

$$12 < \frac{D_{50} F}{D_{50} S} < 58 \quad (9)$$

$$12 < \frac{D_{15} F}{D_{15} S} < 40 \quad (10)$$

$$\frac{D_{15} F}{D_{85} S} < 5 \quad (\text{raport de stabilitate}) \quad (11)$$

în care : D_{50} , D_{15} , D_{85} - diametrii particulelor la 50, 15 și 85 % de pe curba granulometrică a filtrului (F) și respectiv a solului (S).

Stabilirea compoziției materialului de tip granular (înveliș permeabil) pe baza criteriului de protecție a tuburilor de drenaj.

De acest criteriu trebuie să se țină cont pentru înlăturarea pericolului de înfundare și colmatare a drenului. Criteriul utilizat în Anglia, are în vedere că între lățimea fantelor (l_f) și granulometria materialului granular să existe următoarea relație:

$$l_f < \frac{1}{2} \cdot D_{85} F \quad (12)$$

După Spalding (1970), în cazul tuburilor de drenaj din material plastic care au practicate orificii pentru intrarea apei, se recomandă relația: $d_0 < D_{85} F$ în care : d_0 – diametrul maxim al fantelor circulare

Cercetările efectuate până în prezent arată că este mai potrivit să se adopte un sistem de perforare a drenurilor cu un număr mai mare de găuri de dimensiuni mici, decât un număr mic de găuri de dimensiuni mari.

b) Criteriul hidraulic

Conform acestui criteriu, se impune calculul pe cale analitică a valorii coeficientului de intrare, cu caracteristicile inițiale ale filtrului colmatat, determinate pe cale experimentală, în condițiile de contact cu diferite tipuri de soluri în care urmează a fi executat drenajul, precum și stabilirea valorii coeficientului de eficiență hidraulică, tot pe cale experimentală.

În paralel, pentru clasificarea materialelor filtrante, se determină rezistența la intrarea apei în dren pe standul având drenul așezat vertical.

c) Criteriul prețului de cost

Acest criteriu constă în alegerea materialelor filtrante, corespunzătoare din punct de vedere tehnic și hidraulic, care au prețul de cost cel mai mic, apreciindu-se că prețul materialului filtrant să fie mai mic decât prețul tubului de dren.

d) Criteriul cantităților disponibile

Este de preferat orientarea spre materiale filtrante care se găsesc în cantități suficiente în zona respectivă, pentru ca cheltuielile de transport să fie cât mai reduse.

În cazul în care în zona nu se găsesc materiale locale suficiente pentru acoperirea necesarului sau dacă materialele ce se găsesc nu îndeplinesc condițiile de utilizare cerute de celelalte criterii, se va analiza posibilitatea folosirii materialelor geotextile.

e) Criteriul tehnologiilor de pozare

Constă în analiza utilajului existent în dotarea executantului cu care se va executa drenajul, în vederea stabilirii tehnologiei de așezare adecvată (pe cit posibil mecanizată) la un preț de cost cât mai scăzut și o productivitate ridicată a execuției.

f) Criterii privind alegerea materialelor filtrante

Pentru alegerea materialelor geotextile în special este menționată în literatura tehnică de specialitate și pusă în practică în unele țări ale lumii (cum ar fi Olanda) analiza distribuției mărimii porilor diferitelor materiale filtrante și corelarea acestora cu curba granulometrică a solurilor ce urmează a fi drenate.

Specialiștii, Eskes și Knops în anii 1977 respectiv 1979, în baza unui program experimental, prezintă distribuția mărimii porilor pentru câteva materiale filtrante testate, influența grosimii materialelor filtrante asupra mărimii distribuției porilor pentru filtrul din fibre de acril și influența presiunii exercitată de încărcătura dată de stratul de sol de umplură pus peste dren și filtru.

g) Concluzii.

Scopul acestui subcapitol este de a prezenta principalele etape care alcătuiesc un studiu de drenaj complet ce poate fi aplicat în diferite zone cu particularitățile specifice pentru fiecare caz în parte.

Aceste etape constau în realizarea unor studii de fundamentare a soluției de amenajare care cuprind, studiile topografice, hidrologice și hidrogeologice, studii pedologice (deosebit de importante pentru determinarea texturii solului), conductivității hidraulice, indicelui de stabilitate a drenurilor cârțiță, indicelui de plasticitate etc. studii de amenajare agricolă, studii de pedogeneză și studiile și cercetările experimentale de laborator urmate de o serie de calcule pentru determinarea distanței între drenuri; în ultimul paragraf sunt prezentate o serie de criterii importante de care este necesar să se țină cont în proiectarea rețelelor de drenaj.

Concluzia finală care rezultă în urma realizării unui studiu de drenaj este că, ținându-se cont de toate etapele prezentate în acest referat, obiectivul final îl constituie obținerea soluției optime din punct de vedere tehnico-economic pentru

amenajarea unor zone cu exces de umiditate, folosind tuburi de dren și materiale filtrante adecvate fiecărei amenajări în parte. [102]

3.2.2 Metode practice și expeditivă pentru proiectarea rețelei de drenaj

3.2.2.1 Drenajul de suprafață

Pentru **drenajul de suprafață** există:

a) metodologii de proiectare (dimensionare) a rețelelor de canale de desecare la optim hidraulic

Rețeaua de canale de desecare este privită ca o problemă de îndeșire a rețelei hidrografice naturale existente în bazinul analizat. Scopul principal al rețelei de canale deschise este colectarea apelor de suprafață de pe terenurile agricole și evacuarea lor într-un emisar.

Amplasarea canalelor de desecare este funcție de soluția adoptată pentru rețeaua de drenaj, care poate fi: vărsare directă a drenurilor în canalele de desecare sau prin intermediul unor colectoare de drenaj. Soluția optimă rezultă dintr-un calcul tehnico-economic, calculând lungimea drenurilor astfel:

a1) drenurile absorbante:

$$B = \frac{Q}{q \cdot L} \quad (13)$$

unde debitul Q se determină cu ajutorul nomogramelor, considerând curgere liberă în regim uniform cu panta 0,2%

a2) drenurile colectoare

$$X = \frac{S}{q \cdot L} \quad (14)$$

unde suprafața S deservită se determină cu ajutorul nomogramelor pentru 75% suprafață drenată la drenurile colectoare și 60% suprafață drenată la drenurile absorbante, considerând o curgere sub mică presiune cu panta de pozare a colectorului închis de drenaje de 0,05 – 0,1% și o panta hidraulică medie $i = 0,15 - 0,2\%$.

În condițiile din România de justifică economic varianta cu vărsare directă a drenurilor absorbante în rețeaua de canale de desecare. Rețeaua canalelor de desecare se poate trasa ca o rețea sistematică (canale paralele) sau o rețea urmând cotele joase ale suprafeței, denumită rețea nesistematică. În ambele cazuri se urmărește ca apa să fie evacuată pe drumul cel mai scurt.

Calculul canalelor de desecare se face în regim permanent și uniform, având suprafața liberă și profil deschis, trapezoidal. Formulele de calcul utilizate sunt de tip Chezy, dimensionarea lor făcându-se la optim hidraulic. Pentru rapiditatea calculelor sunt cunoscute în literatura tehnică de specialitate nomograme și soft specific pentru calculul automat.

b) normative cunoscute din literatura tehnică de specialitate privind realizarea lucrărilor de afânare, modelare, nivelare.

Pentru accelerarea evacuării apelor în exces de pe terenurile agricole se impun următoarele măsuri agro-pedo-ameliorative: nivelarea suprafețelor,

modelarea și afânarea adâncă. Cu ajutorul acestor măsuri se poate acționa pe două căi:

b1) prima cale, folosind nivelarea și modelarea, aplicate singure sau în asociere, urmărește evacuarea apei aflată în exces la suprafața terenului sau în stratul arabil, fără a interveni asupra straturilor subarabile;

b2) a doua cale, intervenind cu lucrări de afânare adâncă urmărește sporirea capacității de înmagazinare a apei în straturile subarabile și îmbunătățirea permeabilității acestor straturi, astfel încât, în perioadele de exces, apa în surplus de la suprafața terenului se înmagazinează în subsolul mobilizat, pentru a putea fi folosită de plante în perioadele de secetă. În cazul în care apare totuși un excedent de apă în zona rădăcinilor plantelor, această apă se evacuează printr-un sistem de drenaj, executat la baza stratului mobilizat.

3.2.2.2 Drenajul de subsuprafață

În cazul **drenajului de subsuprafață** metodele utilizate sunt drenajul cârțiță și drenajul cârțiță plus afânarea adâncă.

Pentru stabilirea oportunității aplicării drenajului cârțiță se vor efectua studii pedologice privind textura solului, conductivitatea hidraulică (K_{sol}) determinată în laborator sau situ, indicele de stabilitate al drenurilor cârțiță (I_{dc}), indicele de plasticitate $I_p = W_l - W_p > 22$, indicele microstructural $R < 0,3$.

Pentru solurile grele $k < 0,25$ m/zi soluția de amenajare cuprinde și drenajul cârțiță pentru care se vor avea în vedere următoarele criterii de aplicare: soluri cu textura fină și proprietăți de plasticitate: conținut de argilă $> 40\%$; conținut de nisip $< 20\%$; porozitatea totală $< 45\%$; porozitatea de aerajie $< 10\%$; indice de plasticitate > 22 (8 pentru drenuri cârțiță); indicele de stabilitate (Zaidelman și Teodoru, ICPA) $R < 0,3$ (stabilitate de durată); $0,3 < R < 0,7$ (stabilitate redusă) și $R < 0,7$ (nestabile).

Pentru $R = 0$ drenurile au stabilitate de până la 1 an, frecvent doar 3-4 luni. Recomandări pentru drenajul cârțiță: adâncimea 50- 70 cm; distanța dintre drenurile cârțiță 2- 5 m (max 1- 10 m); lungimea drenurilor cârțiță este funcție de panta terenului astfel: pentru $I_{teren} = 5\%$, $L_c = 100 - 150$ m; pentru $I_{teren} = 2 - 4 \%$, $L_c = 150 - 200$ m; pentru $I_{teren} = 1\%$, $L_c = 30 - 75$ m.

Când drenajul-cârțiță se asociază cu afânarea adâncă, aceasta din urmă se execută până la adâncimea de 0,45m, iar drenurile cârțiță la adâncimea de 0,6m. Buna funcționare a sistemului de drenaj depinde de păstrarea permeabilității stratului de argilă mobilizat.

3.2.2.3 Drenajul agricol de adâncime

Pentru drenajul agricol de adâncime s-au elaborat scheme de calcul pentru următoarele tipuri de drenaj: - drenajul orizontal, - drenajul încrucișat, - drenajul vertical, - drenaje speciale.

3.2.2.3.1 Drenajul orizontal

În România ținând cont de situația solurilor, precum și de oportunitatea implementării sistemelor de drenaj pe aceste soluri, s-au adoptat pentru proiectare următoarele metode de calcul:

A. în cazul drenajului orizontal în regim permanent pentru calculul distanței între

drenuri se utilizează metodele **Donnan, Hooghoudt, Ernst, Toksoz și Don**

Kirkham.

B. pentru drenajul orizontal în regim nepermanent, verificarea distanței L între drenuri se face cu ajutorul metodelor **Glover-Dumm, Dumm și Krajenhof van der Leur Maasland**.

C. o altă metodologie de proiectare este calculul tehnico-economic care se face cu ajutorul relațiilor elaborate de către un grup de cercetare din cadrul Facultății de Hidrotehnică, Secția de Îmbunătățiri Funciare.

Calculul distanței între drenurile orizontale se face în regim permanent iar verificarea distanței în regim nepermanent.

Pentru determinarea distanței L este necesar a se cunoaște: stratificația profilului de sol activ, coeficientul de permeabilitate, debitul specific de drenaj (q).

Cercetările din România au evidențiat că debitul specific de drenaj pentru condițiile din țara noastră are valori între 7 – 15 mm/zi și se determină conform metodologiei cunoscute în literatura tehnică de specialitate.

Nivelul freatic inițial (foarte ridicat) trebuie coborât și menținut la adâncimea necesară (z – norma de drenaj) de rețeaua de drenuri orizontale amplasate la o distanță L care variază între 20 și 60 m (ca medie 30 – 40 m). Volumul drenat este evacuat în canale de desecare de diferite ordine.

A. Calculul distanței între drenuri în regim permanent se poate face cu una din următoarele metode:

1) Metoda Donnan pentru soluri cu profil omogen

$$L^2 = \frac{4K}{q} [(D+h)^2 - D^2] \quad (15)$$

relația lui Donnan de calcul a distanței dintre drenuri pentru un profil de sol omogen.

2) Metoda Hooghoudt pentru soluri cu profil stratificat

Se consideră că linia drenurilor se află pe linia de separație a celor 2 strate de sol.

$$L^2 = \frac{4K_1 * h^2}{q} + \frac{8K_2 * d * h}{q} \quad (16)$$

relația distanței între drenuri pentru profil stratificat pe baza căreia s-au întocmit nomogramele pentru calculul expeditiv al distanței între drenuri.

Nomograma lui Hooghoudt pentru calculul distanței între drenuri este prezentată în figura următoare (fig. 3.5):

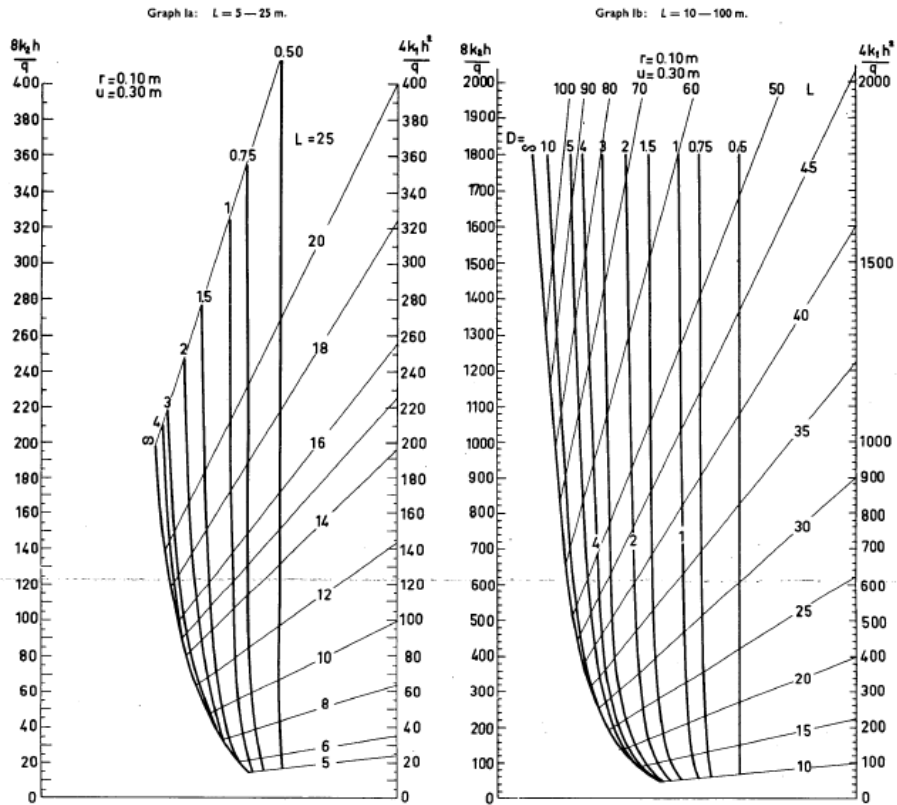


Fig. 3.5 Nomogramele Hooghoudt [133]

3) Metoda lui Ernst

Se bazează pe calculul pierderilor de sarcină în lungul firelor de curent către drenuri luând în considerare pierderile pe verticală, orizontale, radiale, la intrare. În calcul pierderile la intrare sunt neglijate.

$$h = h_v + h_0 + h_r + h_i \tag{17}$$

în care:

$$h_v = q \frac{D_v}{K} \tag{18}$$

- pierderea de sarcină pe verticală

$$h_0 = q \frac{L^2}{8KD} \tag{19}$$

- pierderea de sarcină pe orizontală

$$h_r = \frac{qL}{\pi \cdot K} \ln \frac{D_0}{U} \tag{20}$$

- pierderea de sarcină radială

$$h_i = \frac{qL}{K_1} \xi_i \quad (21)$$

- pierderea de sarcină la intrarea în dren

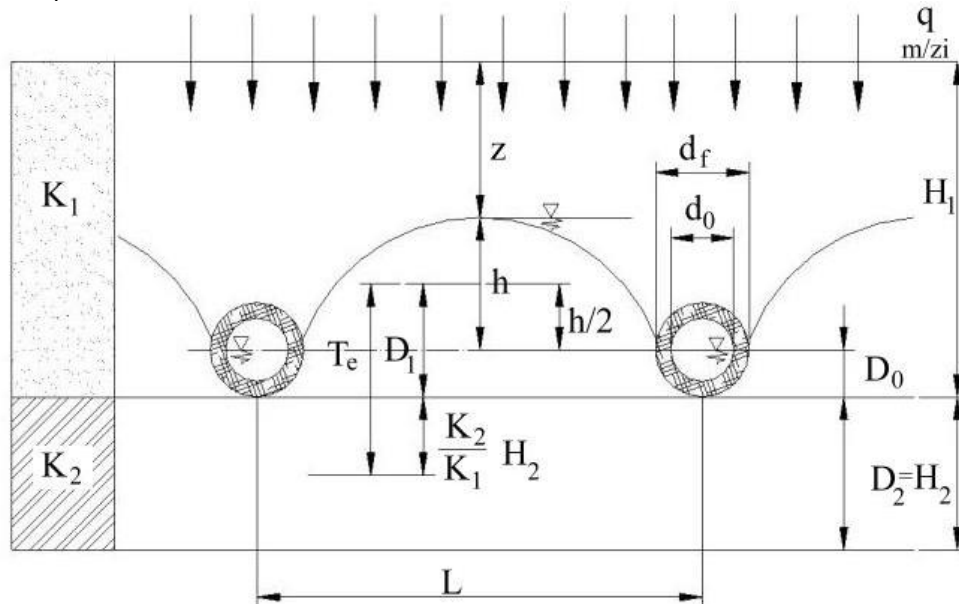


Fig. 3.6 Schema de calcul a drenajelor în cazul unui profil de sol stratificat, în condițiile folosirii materialului filtrant [155]

Pierderile la intrare h_i depind de execuția drenajului, geometria tubului de dren și caracteristicile tehnico-funcționale ale materialelor filtrante.

Formula generală a lui Ernst este completată cu coeficienții de corecție α și β care sunt în funcție de valorile lui D și h (Cavelaars și David). Pe baza acestei formule s-au întocmit nomogramele pentru calculul expeditiv al distanței între drenuri. Relația a fost în continuare particularizată pentru mai multe tipuri de profile de sol.

Profil omogen și $D_0 < L/4$

Deoarece L este necunoscut urmând a fi calculat se face un foraj în zonă pentru determinarea lui D_0 și dacă stratul impermeabil se află la mică adâncime atunci ne încadrăm în caz. Având în vedere grosimea mică a stratului de sol se poate neglija h_r (D_v mic) respectiv pierderile de sarcină la intrare (h_i).

$$D_1 = D_0 + h/2 \quad (21)$$

$$H = \frac{qL^2}{8KD_1} + \frac{qL}{\pi K} \ln \frac{\alpha * D_0}{U} \quad (22)$$

a. Profil cu 2 strate de sol, planul de separare intersectează drenul

Pot exista 3 subcazuri:

a) $K_1 \leftrightarrow K_2$

Se poate neglija pierderea de sarcină verticală (K_1 – valoare foarte mare și h_r foarte mic) și se poate neglija pierderea de sarcină la intrare.

$$h = \frac{qL^2}{8(K_1D_1 + K_2D_2)} + \frac{qL}{\pi K} \ln \frac{a^* D_0}{U} \quad (23)$$

$$K_e D_e = K_1 D_1 + K_2 D_2 \quad (24)$$

$$K_e = \frac{K_1 D_1 + K_2 D_2}{D_e} \quad (25)$$

b) $K_1 \ll K_2$

În acest caz stratul superior este din materiale aluviale cu structură foarte fină. Nu se pot neglija pierderile verticale.

$$h = \frac{qD_v}{K_1} + \frac{qL^2}{8K_2D_2} + \frac{qL}{\pi K_e} \ln \frac{D_2}{U} \quad (26)$$

c) $K_1 \gg K_2$

Se recomandă formula lui Horghoudt

$$L^2 = \frac{8K_2hd}{2} + \frac{4K_1h^2}{2} \quad (27)$$

b. Profil cu două strate de sol, planul de separare fiind sub linia drenurilor

$$h = \frac{\sum D_v}{K} + \frac{qL^2}{8(K_1D_1 + K_2D_2)} + \frac{qL}{\pi K_1} \ln \frac{a^* a D_0}{U} \quad (28)$$

c. Profil omogen când $D_0 > L/4$

Este cazul solurilor cu profil mai adânc de 5 m până la stratul impermeabil. Se pot neglija rezistențele verticale și cele orizontale. Relația de calcul a pierderilor totale de sarcină va fi de forma:

$$h = \frac{q \cdot L}{\pi \cdot K} \ln \frac{a \cdot D_0}{U} \text{ (rezistența radială)} \quad (29)$$

4) Metoda nomogramelor Salik, Toksöz și Don Kirkham

Se pretează la soluri cu profil stratificat, planul de separație al straturilor este sub drenuri. Metoda grafică de calcul a lungimii se face cu ajutorul a 16 nomograme.

5) Metoda caietului pentru calculul distanței între drenuri (formula modificată a lui Ernst) [133]

În formula lui Hooghoudt, $L^2 = \frac{8Kdh}{q}$, rezistența radială este luată în considerare

printr-o corecție a stratului D, prin introducerea stratului echivalent d unde $d < D$. La modul general vorbind, această corecție poate fi aplicată distanței între drenuri L.

Moody a oferit următoarea formulă, $D \ln \frac{D}{4r}$, pentru această corecție. În majoritatea

cazurilor această corecție s-a dovedit a fi adecvată dar în alte situații concrete s-a dovedit nesatisfăcătoare, cazuri preconizate dat fiind faptul că această corecție este parțial în dependență de distanța între drenuri L. Aceste dificultăți au fost rezolvate prin următoarele calcule bazate pe formula Ernst.

Se pleacă de la următoarea ecuație:

$$\frac{L^2}{8KD} = \frac{L_0^2}{8KD} - \frac{L}{\pi K_2} \ln \frac{D_0}{u} \quad (30)$$

unde:

L – distanta corecta intre drenuri luand in considerare atat rezistenta orizontala cat si cea radiala

L_0 – distanta intre drenuri cand numai rezistenta orizontala este considerata

Se cere calculul distantei intre drenuri L atunci cand toate celelalte elemente sunt cunoscute.

Pentru rezolvarea problemei se multiplica ecuatia de mai sus cu raportul $\frac{8KD}{LL_0}$

Rezulta astfel urmatoarea egalitate:

$$\frac{L}{L_0} = \frac{L_0}{L} - \frac{8KD}{\pi K_2 L_0} \ln \frac{D_0}{u} \quad (31)$$

Presupunand ca:

$$\frac{KD}{K_2 L_0} \ln \frac{D_0}{u} = a \quad (32)$$

vom obtine:

$$\frac{L}{L_0} = \frac{L_0}{L} - 2,55a \quad (33)$$

Pentru diferite valori ale lui a se poate utiliza graficul prezentat in pagina urmatoare

(fig. 3.7). Acesta indica valorile $\frac{L}{L_0}$ corespundente lui a . Intrucat L_0 este cunoscut se

poate calcula distanta intre drenuri L .

Se poate observa din grafic si pe baza rezultatelor obtinute din calcule ca atunci cand $a < 0,4$ respectiv cand

$$\frac{KD}{K_2} \ln \frac{D_0}{u} < 0,4L_0 \quad (34)$$

(cazul general) ecuatia devine (cu o eroare de maxim 2% - 3%):

$$L = L_0 - \frac{KD}{K_2} \ln \frac{D_0}{u} \quad (35)$$

pentru un sol omogen ecuatia va fi:

$$L = L_0 - D \ln \frac{D_0}{u} \quad (36)$$

sau:

$$L = L_0 - 2,3D \log \frac{D_0}{u} \quad (37)$$

Pentru rezolvare se calculeaza L_0 .

Se calculeaza apoi raportul $\frac{D_0}{u}$ si $\ln\left(\frac{D_0}{u}\right)$.

Se calculeaza expresia: $\frac{KD}{K_2} \ln\left(\frac{D_0}{u}\right)$

Se calculeaza valoarea lui a unde

$$a = \frac{\frac{KD}{K_2} \ln\left(\frac{D_0}{u}\right)}{L_0} \quad (38)$$

Cu ajutorul nomogramei din figura 3.7 se obtine $\frac{L}{L_0}$
 L_0 fiind cunoscut rezulta L .

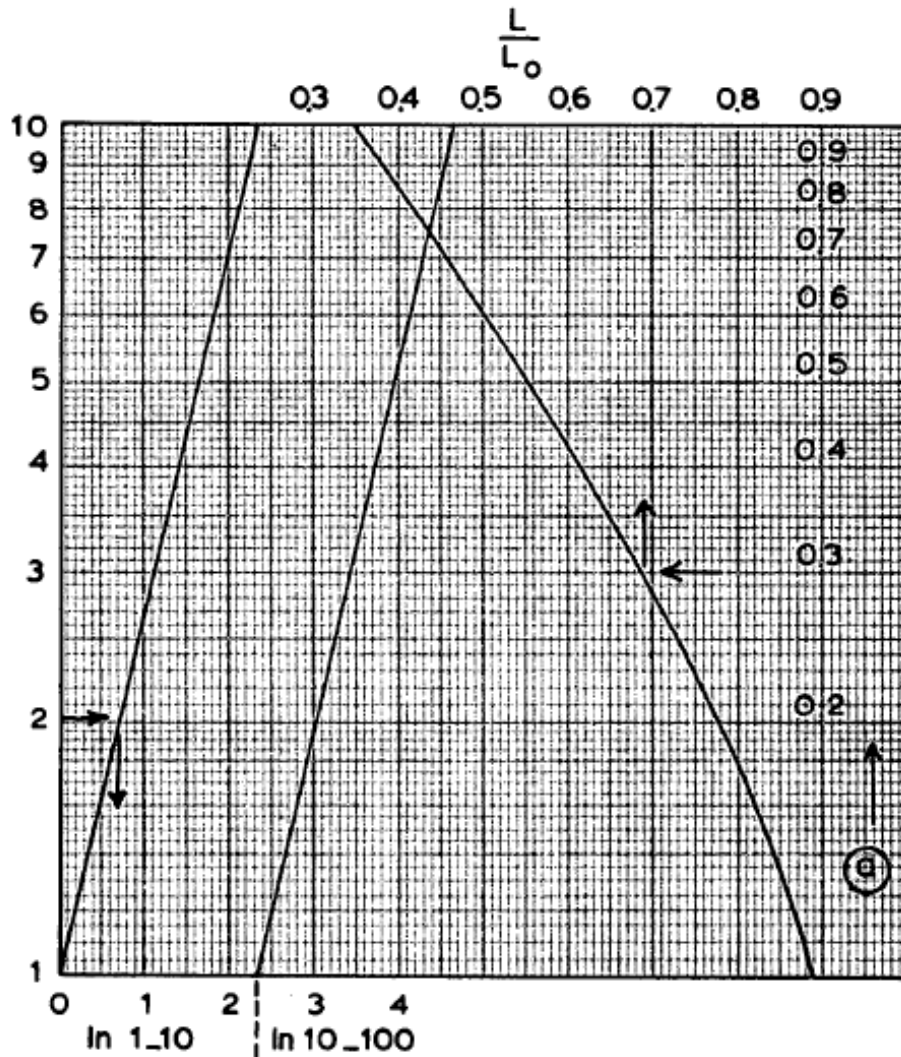


Fig. 3.7 Nomograma utilizata la calculul distantei între drenuri cu metoda caietului [133]

B. În regim nepermanent se face verificarea distanței L între drenuri. În literatura de specialitate sunt cunoscute 4 metode:

1. **Metoda Glover-Dumm;**
2. **Metoda Dumm;**
3. **Metoda Krajenhof van der Leur Maasland.**
4. **Ecuatia De Zeeuw-Heelinga**

Ecuatiile regimului nepermanent [102]

Abordarea regimului permanent descrie doar o relatie simplificata, constanta intre nivelul freatic si debit. In realitate, reincarcarea nivelului freatic variaza functie de timp si, in consecinta, debitul subteran catre drenuri nu este constant. Pentru a descrie fluctuatiile nivelului freatic ca functie de timp, se foloseste abordarea regimului nepermanent al scurgerii. Ecuatiile aferente se bazeaza pe ecuatiile diferentiale ale scurgerii nepermanente. Ambele abordari (atat cea permanenta cat si cea nepermanenta) sunt bazate pe presupunerile Dupuit-Forchheimer. Unica diferenta este reprezentata de reincarcare care in cazul regimului nepermanent este variabila in timp.

Ecuatia Glover-Dumm este utilizata pentru a descrie un nivel freatic in scadere dupa o ridicare brusca datorita unei reincarcari instantanee. Aceasta este situatia tipica in zonele irigate unde nivelul freatic se ridica de obicei brusc in timpul aplicarii unei norme de irigatie pentru ca ulterior sa scada mai incet.

Ecuatia De Zeeuw-Hellinga este utilizata pentru a descrie un nivel freatic fluctuant. In aceasta abordare o reincarcare neuniforma este impartita in perioade mici de timp pe durata carora aceasta reincarcare poate fi acceptata ca fiind constanta. Situatia este specifica zonelor umede cu o intensitate a precipitatiilor ridicata, concentrata in furtuni.

Ecuatia Kraijenhoff van de Leur-Maasland, care este utilizata la descrierea scurgerii nepermanente catre drenuri si cu o reincarcare constanta in locul unei instantanee, este folosita in principal in activitatea de cercetare.

Ecuatia Glover-Dumm [102, 129, 130, 131]

In cazul debitului nepermanent, acesta nu este constant si prezinta schimbari in timp functie de aportul de apa de la suprafata sau din debitul eliberat de sol. Schimbarile din inmagazinare sunt reflectate in ridicarea sau coborarea nivelului freatic. Si in aceasta situatie se pot folosi teoriile Dupuit-Forchheimer pentru derivarea ecuatiei diferentiale a scurgerii nepermanente. Se considera o coloana de sol limitata de nivelul freatic la suprafata si un strat impermeabil la fund. Daca nu exista reincarcare a apei, variata acumularii din profilul de sol este data de:

$$\Delta W = \mu \Delta h dx dy \quad (39)$$

unde:

ΔW - variatia in acumularia de apa pe unitatea de suprafata pe durata de timp considerata

μ - porozitatea drenabila

Δh - variatia nivelului freatic pe durata de timp considerata

Modificarea inmagazinarii considerata pe o perioada de timp infinit de mica, dt, este:

$$dW = \mu \frac{\partial h}{\partial t} dx dy \quad (40)$$

Principiul continuitatii impune ca diferenta totala dintre iesirile si intrarile de debit pe directiile x si y sa egalizeze modificarea aferenta inmagazinarii. Prin urmare, ecuatia poate fi scrisa astfel:

$$-K \left[\frac{\partial}{\partial x} \left(h \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(h \frac{\partial h}{\partial y} \right) \right] dx dy = \mu \frac{\partial h}{\partial t} dx dy \quad (41)$$

Aceasta ecuatie poate fi simplificata considerand ca h va fi foarte mare in comparatie cu modificarea suferita, astfel ca h este constanta D, reprezentant grosimea medie a stratului prin care se misca apa. Mai mult, intrucat consideram o

scurgere unidirectionala, ecuatia precedenta ne da mai departe urmatoarea expresie, diferentia, a scurgerii nepermanente:

$$KD \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} = \mu \frac{\partial h}{\partial t} \quad (42)$$

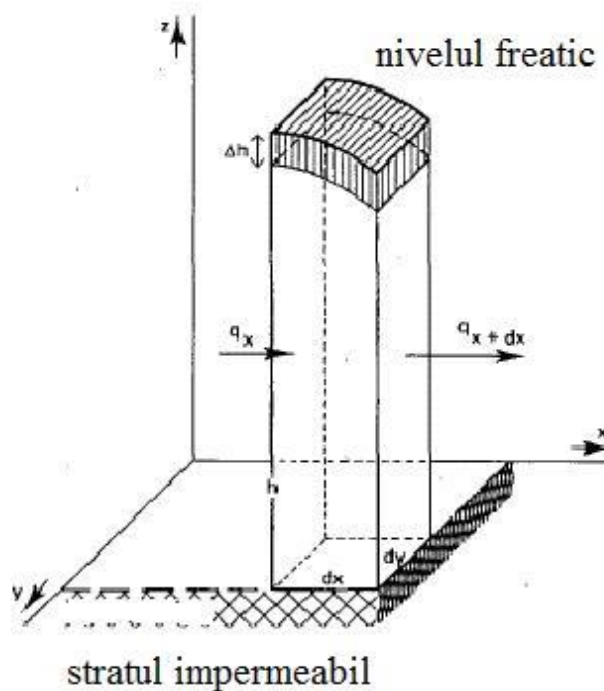


Fig. 3.8 Metoda Glover-Dumm pentru calculul distantei intre drenuri [102]

Dumm a utilizat aceasta ecuatie diferentia pentru a descrie coborarea nivelului freatic dupa ce s-a ridicat instantaneu la o inaltime h_0 deasupra nivelului drenurilor. Solutia lui, care este bazata pe o formula dezvoltata de Glover, descrie coborarea unui nivel freatic initial orizontal functie de timp, spatiu, distanta intre drenuri si proprietatile solului.

$$h(x, t) = \frac{4h_0}{n} \sum_{n=1,3,5}^{\infty} \frac{1}{n} e^{-n^2 at} \sin \frac{n\pi x}{L} \quad (43)$$

unde:

$$a = \frac{n^2 Kd}{\mu L^2} \quad (44)$$

Termenii de mai sus reprezinta:

$h(x, t)$ – inaltimea nivelului freatic la distanta x si timpul t (m)

h_0 – inaltimea initiala a nivelului freatic la timpul $t=0$ (m)

α – factorul de reactie (d^{-1})

K – conductivitatea hidraulica (m/d)

d – adancimea echivalenta a profilului de sol sub nivelul drenurilor (m)

μ – porozitatea drenabila

L – distanta intre drenuri

t – intervalul dupa cresterea instantanee a nivelului freatic (d)

Inaltimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri poate fi obtinuta facand substituirea $x = \frac{1}{2}L$ in ecuatia (43)

$$h_t = h(x = \frac{1}{2}L) = \frac{4}{\pi} h_0 \sum_{n=1,3,5}^{\infty} \frac{1}{n} e^{-n^2 at} \quad (45)$$

unde h_t reprezinta inaltimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri la timpul $t > 0$

Daca $at > 0.2$, termenul al doilea precum si ceilalti termeni ai ecuatiei precedente au valori foarte mici si pot fi neglijati. In aceasta situatie ecuatia se reduce la:

$$h_t = \frac{4}{\pi} h_0 e^{-at} = 1,27 h_0 e^{-at} \quad (46)$$

In situatia in care, nivelul freatic initial nu are o forma orizontala ci una conforma unei parabole de gradul patru, ecuatia de mai sus devine:

$$h_t = 1,16 h_0 e^{-at} \quad (47)$$

Inlocuind ecuatia (44) in ecuatia precedenta gasim expresia distantei intre drenuri:

$$L = \pi \left(\frac{Kdt}{\mu} \right)^{\frac{1}{2}} \left(\ln 1,16 \frac{h_0}{h_t} \right)^{-\frac{1}{2}} \quad (48),$$

cunoscuta ca si ecuatia Glover-Dumm.

Debitul scurs la timpul t , exprimat pe unitatea de suprafata, poate fi calculat utilizand Legea lui Darcy:

$$q_t = - \frac{2Kd}{L} \left[\frac{dh_t}{dx} \right]_{x=0} \quad (49)$$

unde: q_t = debitul descarcat pe unitatea de suprafata la $t > 70$

Prin diferentierea ecuatiei (43) in raport cu x , neglijand toti termenii $n > 1$, facand inlocuirea $x=0$ si combinand cu ecuatia (46) rezulta:

$$q_t = \frac{8Kd}{L^2} h_0 e^{-at} \quad (50)$$

Inlocuind ecuatia (49) obtinem:

$$q_t = \frac{2\pi Kd}{L^2} h_t \quad (51)$$

Aceasta ecuatie este similara cu ecuatia Hooghoudt descriind scurgerea sub nivelul drenurilor, exceptand factorul 8 care este inlocuit cu 2π . Pentru o parabola de gradul 4, 2π devine 6,89. Se poate observa faptul ca debitul descarcat din drenuri, q_t , depinde direct de adancimea nivelului freatic, h_t . Aceste inlocuiri devin importante cand se analizeaza date din campuri experimentale.

Ecuatia originala a lui Glover-Dumm se bazeaza doar pe scurgerea orizontala si nu ia in considerare rezistenta radiala a scurgerii catre drenuri care nu atinge nivelul impermeabil. Prin similaritate cu abordarea regimului permanent, in

orice caz in introducerea conceptului Hooghoudt privind adancimea echivalenta d , se ia in calcul si rezistenta cauzata de scurgerea convergenta catre drenuri.

Ecuatia De Zeeuw-Hellinga [32, 102, 129, 130, 131]

Pentru reprezentarea descarcarii drenurilor pe un interval de timp cu o distributie neuniforma a reincarcarii, perioada de timp este impartita in intervale de lungime egala. De Zeeuw si Hellinga au descoperit ca, daca reincarcarea R in fiecare perioada de timp este presupusa a fi constanta, schimbarile in descarcarea drenurilor sunt proportionale cu reincarcarea in exces ($R-q$), proportionalitatea constanta fiind factorul de reactie α .

$$\frac{dq}{dt} = \alpha(R - q) \quad (52)$$

Integrand intre limitele $t = t$: $q = q_t$ si $t = t - 1$: $q = q_{t-1}$ obtinem:

$$q_t = q_{t-1}e^{-\alpha\Delta t} + R(1 - e^{-\alpha\Delta t}) \quad (53)$$

unde: $\Delta t = t - (t - 1)$ intervalul de timp in care reincarcarea se presupune a fi constanta

Se poate simula adancimea nivelului freatic prin introducerea ecuatiei simplificate Hooghoudt care neglijeaza scurgerea deasupra nivelului drenurilor:

$$q = \frac{8Kd}{L^2}h \quad (54)$$

Tinand cont de cele prezentate la ecuatia Glover-Dumm, putem face inlocuirea $\frac{Kd}{L^2}$ cu $\frac{\mu\alpha}{n^2}$ iar ecuatia precedenta devine:

$$q = \frac{8Kd}{L^2}h = \frac{8\mu\alpha}{n^2}h \approx 0,8\mu\alpha h \quad (55)$$

Inlocuind ecuatia de mai sus in:

$$q_t = q_{t-1}e^{-\alpha\Delta t} + R(1 - e^{-\alpha\Delta t}) \quad (56)$$

obtinem:

$$h_t = h_{t-1}e^{-\alpha\Delta t} + \frac{R}{0,8\mu\alpha}(1 - e^{-\alpha\Delta t}) \quad (57)$$

Putem folosi ecuatiile $q_t = q_{t-1}e^{-\alpha\Delta t} + R(1 - e^{-\alpha\Delta t})$ si

$h_t = h_{t-1}e^{-\alpha\Delta t} + \frac{R}{0,8\mu\alpha}(1 - e^{-\alpha\Delta t})$ pentru a simula descarcarea drenurilor si fluctuatiile nivelului freatic pe baza unei distributii critice a intensitatii precipitatiilor obtinute din date din arhive.

Discutii asupra ecuatiilor regimului nepermanent [32, 102, 129, 130, 131]

La o prima vedere abordarea acestor ecuatii ofera avantaje majore in comparatie cu regimul permanent dar varietatea de presupuneri utilizate restrang aria de folosire a acestor ecuatii. In primul rand, atat ecuatia Glover-Dumm cat si ecuatia De Zeeuw-Hellinga pot fi aplicate doar in cazul solurilor cu profile omogene. In al doilea rand, scurgerea in regiunea de deasupra drenurilor nu este luata in considerare. Cand adancimea nivelului freatic deasupra nivelului drenurilor (h) este mare in comparatie cu adancimea pana la nivelul impermeabil (D), o eroare

poate fi introdusa in calcule. Cea mai mare restrictie inasa este reprezentata de introducerea porozitatii drenabile in calcule. Exceptand faptul ca aceasta proprietate a solului este dificil de masurat, aceasta variaza spatial. Introducand o valoare constanta pentru porozitatea drenabila putem ajunge la erori considerabile. Ca si o consecinta, ecuatiile regimului nepermanent sunt foarte rar si foarte greu de utilizat in proiectarea sistemului de drenaj subteran. Acestea se folosesc doar in combinatie cu ecuatiile regimului permanent. Cu toate acestea, ecuatiile regimului nepermanent sunt instrumente utile in studiul variatiei in timp a unor parametrii precum cresterea nivelului freatic, descarcarea drenurilor ca rezultat al irigatiilor sau precipitatiilor.

Comparatii intre ecuatiile regimului permanent si ecuatiile regimului nepermanent [102]

Folosirea unor anume ecuatii pentru calculul distantei intre drenuri depinde in special de disponibilitatea datelor necesare. Tabelul urmator sintetizeaza parametrii necesari pentru cele doua abordari.

Tabelul 3.1 Comparatii intre ecuatiile regimului permanent si ecuatiile regimului nepermanent [102]

	Ecuatiile regimului permanent	Ecuatiile regimului nepermanent
Date despre sol		
- descrierea profilului	Da	Da
- conductivitatea hidraulica	Da	Da
- porozitatea drenabila	Nu	Da
Criterii agricole		
- raportul q/h	Da	Nu
- raportul h_0/h_t	Nu	Da
Criterii tehnice:		
- adancimea drenurilor, diametrul tuburilor de dren	Da	Da

Pentru aplicarea ecuatiilor este necesar sa simplificam profilul de sol. S-a mentionat deja ca ecuatiile regimului nepermanent pot fi aplicate doar in cazul solurilor cu profil omogen; pentru un profil cu mai multe straturi trebuie utilizate ecuatiile regimului permanent. In ambele cazuri inasa trebuie cunoscuta conductivitatea hidraulica, care este considerata a fi constanta pentru fiecare strat al profilului. Deoarece este mai dificil de masurat porozitatea drenabila (necesara regimului nepermanent) decat conductivitatea hidraulica, aplicarea ecuatiilor regimului nepermanent este limitata.

In abordarea regimului nepermanent, criteriul agricol se bazeaza pe raportul scaderii nivelului freatic h_0/h_t in locul unui raport nivel freatic - descarcare q/h ca in cazul regimului permanent. Criteriile agricole se bazeaza in general pe relatii care iau in considerare doar adancimea respectiv variatiile adancimii nivelului freatic. Iata deci ca desi pe de o parte abordarea regimului permanent necesita putine date despre sol, pe de alta parte criteriile agricole iau in considerare destul de des variatiile adancimii nivelului freatic. Din fericire este posibil sa combinam cele doua abordari deoarece criteriile corespondente pot fi transformate reciproc.

Considerand ecuatia Hooghoudt si presupunand doar scurgerea de sub nivelul drenurilor:

$$q = \frac{8Kdh}{L^2} \quad (58)$$

În ecuațiile regimului nepermanent, criteriile de proiectare sunt exprimate în factorul de reacție:

$$a = \frac{\pi^2 Kd}{\mu L^2} \quad (59)$$

Combinând cele două ecuații și eliminând pe L obținem:

$$\frac{h}{q} = \frac{\pi^2}{8\mu a} \quad (60)$$

Cu ajutorul ultimei ecuații este posibil să stabilim criteriile regimului nepermanent (scoborarea necesară a nivelului freatic într-o anumită perioadă de timp) pentru cercetări la scară pilot. Aceste criterii pot fi apoi convertite în criterii ale regimului permanent, care pot fi aplicate la scară de proiect. Astfel nu mai apare necesitatea măsurării porozității drenabile pentru aplicarea la scară de proiect, în practică fiind aproape imposibil de realizat.

3.2.2.3.2 Drenajul încrucișat

Pentru solurile cu permeabilitate mică ($K < 0,3$ m/zi) proiectarea se face utilizând nomogramele din literatura de specialitate. [8,9]

3.2.2.3.3 Drenajul vertical [8,9]

Se realizează cu fântâni sau foraje de pompare. Fântânile de pompare pot fi folosite nu numai pentru obținerea apei potabile industriale (ex. zona Brașov) și pentru irigații ci și pentru coborârea nivelului apei freatice

În timpul pomparii, nivelul apei în fântână scade și în jurul ei se realizează un gradient hidraulic și un curent radial. Pentru demonstrarea unor relații de calcul se va utiliza relația lui Darcy și ecuația de continuitate, pentru cele 4 cazuri caracteristice întâlnite în practică:

- A. fântână în strat acvifer liber, nelimitat și regim permanent / nepermanent
- B. fântână în strat acvifer sub presiune semilimitat, regim permanent / nepermanent

Relația de calcul a scoborării de nivel în fântână (S) în regim permanent:

$$S = \frac{Q}{2\pi KD} \ln \frac{r_e}{r_i} \quad (61)$$

S - scoborarea în fântână, Q - debitul care se pompează, KD - transmisivitatea hidraulică, r_e - raza de influență a fântânii, r_i - raza interioară a fântânii.

Pentru regimul nepermanent soluții de rezolvare a ecuației diferențiale pentru diferite fântâni au fost date de: Edelman, Theiss, Jahnke și Emde, DeGlee, Hantush, Jacob, Konseman, De Ridder.

3.2.2.3.4 Drenajul controlat (controlul nivelului freatic)

Controlul nivelului freatic [1, 102, 129, 130, 131]

Controlul nivelului freatic se instalează pentru a îmbunătăți condițiile din profilul de sol în vederea creșterii plantelor, a îmbunătățirii calității apei, regularizarea și managementul apelor pentru irigații și drenaje, îmbunătățirea eficienței apelor din precipitații, reducerea necesarului de apă pentru irigații, reducerea scurgerilor de apă dulce către zonele cu salinitate mare, etc. Termenii următori descriu diferite aspecte ale unui sistem de control al nivelului freatic:

Drenajul controlat—regularizarea nivelului freatic prin mijloace de pompare, stăvilare, drenuri de control sau combinații ale acestora pentru menținerea nivelului freatic la o adâncime corespunzătoare favorabilă dezvoltării culturilor;

Subirigația—Aplicarea apei din irigații sub nivelul solului prin creșterea nivelului freatic în zona stratului radicular;

Drenajul de subsuprafață—Îndepărtarea excesului de apă din terenuri prin mișcarea fluidelor prin sol (pe sub nivelul terenului) către canale deschise sau drenuri de transport a apei;

Desecarea—Îndepărtarea excesului de apă de suprafață prin îmbunătățirea pantei terenului în vederea scurgerii gravitaționale respectiv prin canale de desecare;

Controlul nivelului freatic—Îndepărtarea apei în exces (de suprafață sau de adâncime) prin drenaj controlat, existând posibilitatea de a regulariza adâncimea nivelului freatic în cadrul parametrilor necesari pentru irigații;

Managementul nivelului freatic—Operațiunea de dirijare a apelor și a structurilor de control a apelor astfel încât nivelul freatic poate fi coborât sub zona rădăcinilor pe durata perioadelor umede (drenaj), poate fi menținut la o anumită adâncime (drenaj controlat), respectiv nivelul freatic poate fi ridicat pe durata perioadelor secetoase (subirigație) (fig. 3.9), astfel nivelul freatic având o adâncime variabilă între valorile maxim respectiv minim admise și valoarea dorită de către beneficiari. Cel mai bun management al nivelului freatic poate fi cu ajutorul sistemului de control al nivelului freatic acolo unde necesitățile plantelor și condițiile de calitate a apelor pot fi obținute în orice sezon. [1, 102, 129]

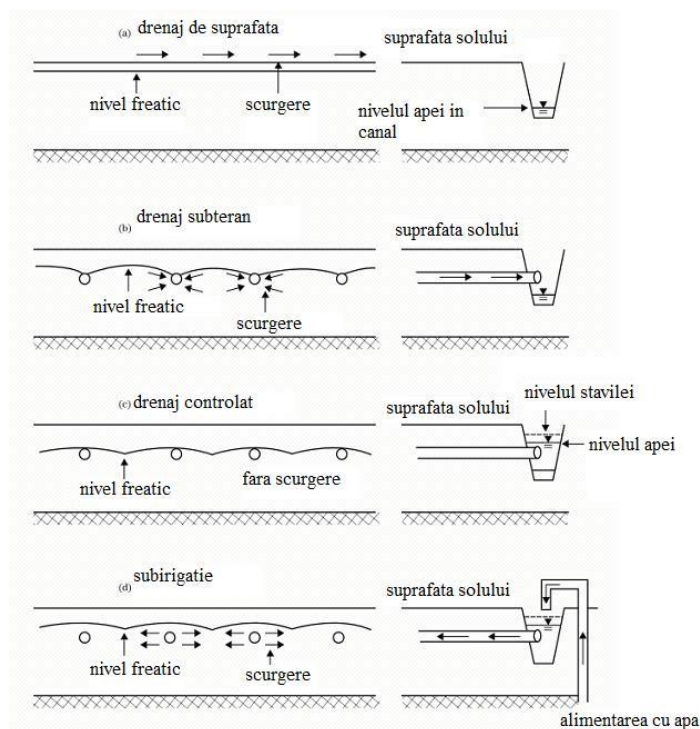


Fig. 3.9 Managementul nivelului freatic [129]

Următoarele condiții sunt necesare pentru stabilirea unui control al nivelului freatic. Un proces de planificare a unui asemenea sistem de control poate începe dacă terenul pe care se dorește instalarea lui întrunește următoarele condiții:

- Există un nivel freatic natural ridicat sau acesta poate fi indus;
- Topografia terenului este în general uniformă, cu pante mici;
- Condițiile din profilul solului permit menținerea unui anumit nivel freatic fără pierderi mari de apă
- Adâncimea profilului de sol și permeabilitatea acestuia permit funcționarea efectivă a sistemului;
- Locul dispune de o evacuare adecvată a drenajului sau aceasta poate fi furnizată;
- Este disponibilă o sursă adecvată de apă;
- Condițiile saline sau sodice ale solului pot fi menținute la un nivel acceptabil pentru producția culturilor din asolament;
- Chimismul apei solului este potrivit astfel că, dacă va fi instalat un sistem de drenaj de sub-suprafață, oxizii de fier nu vor deveni o problemă pe termen lung;

(a) Condițiile solului

Solurile din zona unde se dorește instalarea sistemului de control trebuie să fie analizate pentru a se determina dacă îndeplinesc condițiile necesare. O parte critică a procesului de planificare o constituie evaluarea potențialului capacității zonei de a suporta un nivel freatic natural ridicat sau care poate fi indus.

(1) Nivel freatic ridicat natural sezonier

Prezența unui nivel freatic ridicat, natural, sezonier, lângă suprafața solului indică potențialul de menținere a nivelului freatic la o adâncime potrivită pentru subirigație pe durata perioadelor secetoase. Aceleași proprietăți ale solului și condiții ale zonei care induc solului posibilitatea de a prezenta un nivel freatic ridicat, natural, sezonier, aproape de suprafața solului, pot induce și posibilitatea menținerii unui nivel freatic ridicat pe durata perioadelor secetoase.

Unde un nivel freatic sezonier ridicat este în mod natural la mai mult de 75 cm sub suprafața solului, solul este bine drenat. Infiltrația excesivă face mai dificilă menținerea unui nivel freatic în apropierea stratului radicular pentru a asigura necesitățile culturilor. Considerând poziția acestor tipuri de soluri, instalarea unui control al nivelului freatic este în general nerecomandată. Apariția unui nivel freatic ridicat, sezonier, poate fi determinată prin interpretarea schimbărilor de culoare a solurilor cauzate de procesele de reducere/ oxidare a fierului și manganului. Aceste caracteristici redoximorfice pot apărea sub forma unor puncte gri înconjurate de culorile galben sau roșu. Apar în zonele în care solul rămâne saturat pentru perioade lungi de timp. Pe măsură ce solul este tot mai slab drenat, caracteristicile menționate devin tot mai proeminente și în cele din urmă întreg profilul de sol primește o culoare gri.

Infiltrația reprezintă o problemă în toate cazurile în care se proiectează subirigația dar pe măsură ce adâncimea până la un nivel freatic natural sezonier ridicat crește, și problema infiltrației devine mai importantă. Cantitatea de infiltrații laterale și din adâncime trebuie calculate pentru proiectare pentru a se asigura că pierderile prin infiltrații nu sunt prohibitive.

(2) Nivel freatic sezonier scăzut

Adâncimea până la un nivel freatic sezonier scăzut devine o problemă în multe bazine care sunt excesiv drenate. Drenajul excesiv devine o problemă pentru subirigație. Nivelul freatic utilizat pentru subirigație trebuie să fie ridicat artificial. Infiltrațiile excesive pot deveni o problemă unde terenul în cauză este înconjurat de

canale de drenaj adânci sau în zonele care au soluri cu nivel freatic sezonier scăzut, la mare adâncime.

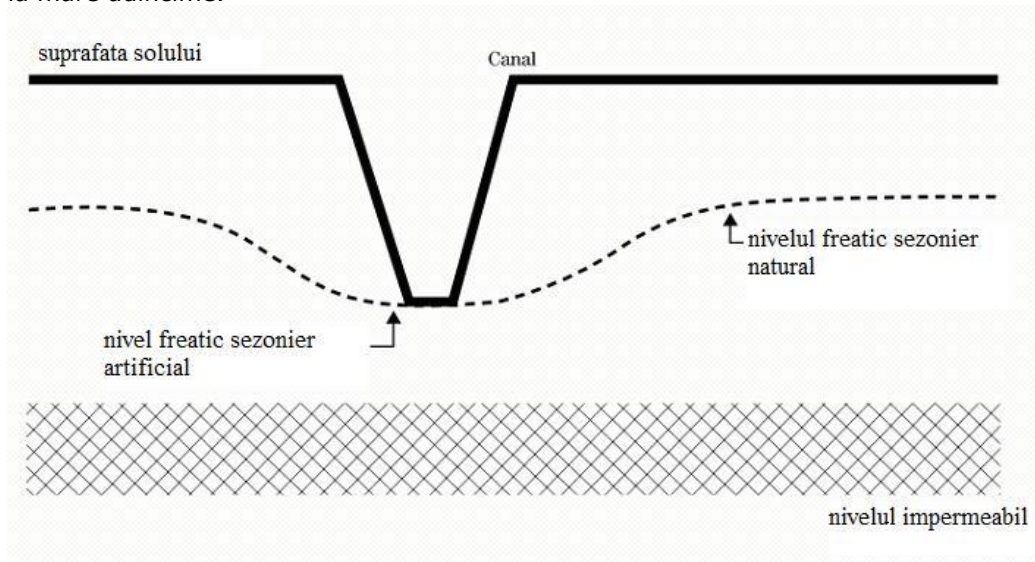


Fig. 3.10 Controlul nivelului freatic [129]

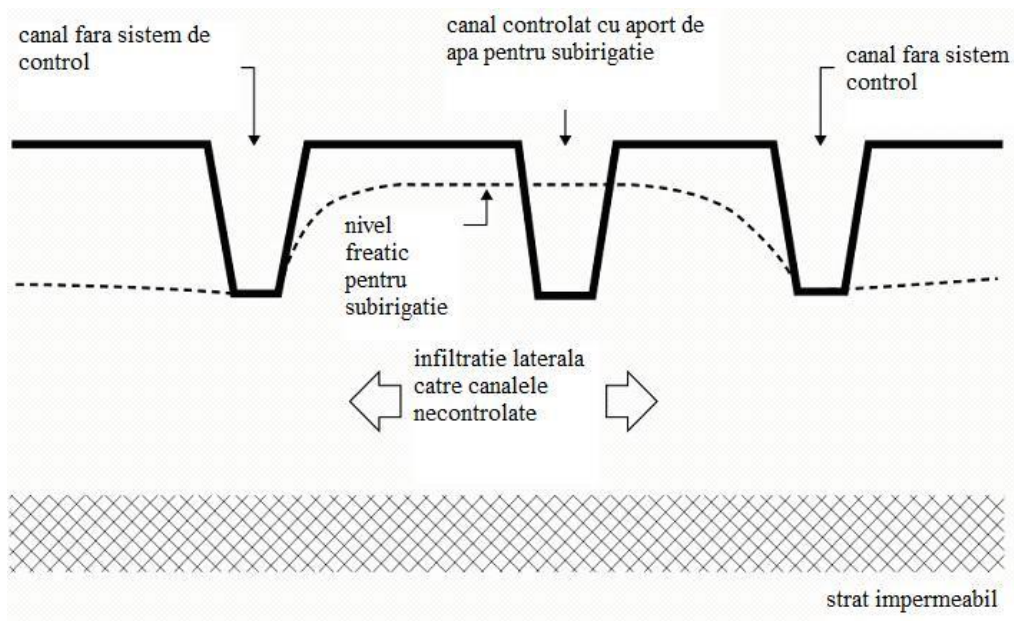


Fig. 3.11 Controlul nivelului freatic. Drenaj controlat [129]

Adâncimea până la nivel freatic artificial sezonier scăzut trebuie luată în considerare pe durata procesului de proiectare. Adâncimea poate fi măsurată utilizând foraje de observație pe durata sezonelor uscate sau poate fi aproximată utilizând adâncimile de apă din canalele de desecare adiacente zonei.

(3) Profilul de sol

Permeabilitatea fiecărui orizont de sol din cadrul unui profil trebuie considerată la evaluarea unui teren în vederea aplicării controlului nivelului freatic. În unele cazuri aceste orizonturi pot înregistra variații semnificative privind permeabilitatea. Locația și grosimea acestor orizonturi din cadrul profilului de sol influențează gradul în care terenul respectiv este potrivit sau nu pentru controlul nivelului freatic.

(4) Permeabilitatea solului

Disponibilitatea oricărui câmp pentru controlul nivelului freatic este puternic influențată de permeabilitatea solului. Pe măsură ce permeabilitatea devine mai mică, costul pentru instalarea unui sistem de control al nivelului freatic crește. O analiză economică riguroasă este necesară pentru a se putea justifica instalarea unui asemenea sistem. O permeabilitate de minim 0,015 m/h este recomandată pentru proiectare. Unde solul are o permeabilitate mai mică de această valoare, factorul economic poate deveni cel mai restrictiv. Controlul nivelului freatic poate fi economic dacă celelalte costuri sunt scăzute, în special cele legate de alimentarea cu apă. Conductivitatea hidraulică este cel mai important factor care influențează proiectarea controlului nivelului freatic. Valorile conductivității hidraulice trebuie măsurate în câmp pentru proiectul final.

(5) Stratul impermeabil

Solurile trebuie să aibă un strat impermeabil la o adâncime rezonabilă pentru a preveni infiltrațiile excesive pe verticală, pierderile în adâncime, în cazul în care se ia în considerare instalarea unui sistem de control al nivelului freatic. Un strat impermeabil sau un nivel freatic permanent este necesar să se afle la o adâncime între 3 și 7,5 m de suprafața solului. Deasemenea trebuie să se stabilească dacă un strat impermeabil din cadrul profilului de sol va fi ales ca și „barieră” pentru susținerea nivelului freatic. Conductivitatea hidraulică a acestui strat trebuie măsurată sau estimată din textura lui. Adâncimea până la un nivel freatic permanent trebuie determinată dacă acesta este ales ca și barieră. Pot fi utilizate forajele de observație sau pot fi utilizate estimări pe baza adâncimilor din canalele cele mai adânci.

(b) Condițiile de câmp**(1) Descărcările drenajelor**

Drenajul este primul factor care trebuie luat în considerare la evaluarea potențialului unui câmp pentru controlul nivelului freatic. O descărcare a drenajului trebuie să fie disponibilă și care să dispună de o capacitate suficient de mare pentru apa provenită din desecare respectiv drenajul de adâncime. Descărcarea poate fi gravitațională sau prin pompare dar trebuie să existe înainte de instalarea componentelor sistemului de control a nivelului freatic.

(2) Existența sistemului de drenaj

Majoritatea suprafețelor luate în considerare pentru controlul nivelului freatic dispun de sisteme de desecare sau de sisteme de drenaj dar care operează ca și sisteme necontrolate sau libere. Totuși, dacă nivelurile apei sunt controlate aceste sisteme se pot dovedi inadecvate. Când un proprietar de terenuri plănuiește stabilirea unui control al nivelului freatic, trebuie evaluat cât de bine va funcționa sistemul de drenaj existent sub un management diferit.

(3) Sursele de apă

O sursă de apă adecvată, „de încredere”, trebuie să fie disponibilă în cazul sistemelor de subirigații. Locația, cantitatea și calitatea sursei de apă sunt factori cheie care trebuie luați în considerare. Cantitatea de apă necesară pentru un sistem

de subirigație variază funcție de vreme (climă), cultură, management și norma infiltrațiilor verticale și laterale.

Costurile sursei de apă pot fi factori reprezentativi. O evaluare economică este recomandată pentru asigurarea că subirigația presupune costuri fezabile. Calitatea apei trebuie evaluată pentru determinarea convenabilității referitor la cultura ce se dorește a fi utilizată înainte ca subirigația să fie instalată.

(4) Considerații privind pantele

Solurile care pot suporta instalarea unui control al nivelului freatic prezintă o topografie care rar expun pante abrupte suficiente pentru a nu permite fizic un management conform al nivelului freatic. În unele cazuri aceste soluri prezintă pante considerate excesive. Pe măsură ce pantele cresc, sunt necesare tot mai multe structuri de control ceea ce duce și la o creștere a solurilor. Așadar, factorul limitativ referitor la pante este mai economic decât condițiile fizice legate de pante. Panta maximă care poate fi admisă la instalarea controlului nivelului freatic este specifică la câmpul în cauză.

Solurile capabile să suporte un control al nivelului freatic au pante care rar depășesc 2%. Sunt necesare adoptarea unor considerente suplimentare dacă panta crește, în mod normal crescând și pierderile prin infiltrație, costurile de instalarea, eroziunea solului putând deveni o problemă.

(5) Topografia terenului și considerații privind nivelarea

Prin asigurarea unei nivelări și modelări a terenului adecvate pentru desecare, se asigură și condițiile pentru controlul nivelului freatic. Costurile acestor procese și efectele asupra productivității solului sunt factori limitativi.

Relieful unui câmp luat în considerare pentru controlul nivelului freatic reprezintă un factor important. Aria desemnată pentru subirigație trebuie să dispună de un sistem de desecare adecvat și simultan să furnizeze o pantă care permite o umezire uniformă a solului pentru culturi. Un alt factor important este reprezentat de uniformitatea pantelor.

Dacă subirigația este folosită la uniformizarea umidității solului, pe aria luată în considerare nu trebuie să apară rupeți de pantă sau diferențe mari de nivel.

Culturile cu rădăcini mici nu tolerează variații mai mari de 15 cm la diferențele de nivel ale solului pe o arie care este asigurată de același sistem de irigații dacă se dorește o producție optimă. Culturile care au un sistem radicular mai adânc pot tolera variații mai mari. Variațiile nivelului freatic care depășesc 30 cm de la suprafața solului pe o arie cu un management unic pot rezulta în pierderi ale productivității culturilor. Acestea depind de climat, cultură și îndepărtarea la suprafață a scurgerilor.

Culturile perene își pot adapta sistemul radicular dar fluctuațiile nivelului freatic trebuie să fie pe perioade scurte de timp ca să fie tolerate de către plante fără pierderi în producție.

Productivitatea solului poate aduce obstrucții la pretabilitatea unui câmp pentru controlul nivelului freatic atunci când se practică lucrări de nivelare și modelare. Câmpul poate fi restricționat de adâncimea solului care poate fi îndepărtată pentru îmbunătățirea desecării și a subirigației. Experiențe în câmp au demonstrat că unele soluri au prezentat o capacitate diminuată de a prezenta productivități bogate după ce au suferit îndepărtări masive din profilul de sol. Majoritatea solurilor și-au revenit după un an la capacitatea maximă de producție.

(c) Alimentarea cu apă

Un factor important de luat în considerare în controlul nivelului freatic este alimentarea cu apă. Apropierea drenurilor pentru subirigație aduce un benefit scăzut

în lipsa unei surse de apă adecvate. Controlul debitului din drenaj poate fi benefic chiar dacă apa de irigații nu este disponibilă.

Cantitatea de apă necesară pentru subirigație și beneficiul provenit din drenajul controlat sau subirigație depind de cultură, sol și condițiile meteo locale. O determinare a creșterii optime a nivelului freatic este necesară la proiectarea și managementul sistemului de control al nivelului freatic.

Câțiva factori influențează acest nivel optim. Adâncimea efectivă a rădăcinilor este unul din acești factori. Acesta trebuie considerat împreună cu capacitatea solului de a dirija apa pe verticală către zona rădăcinilor din nivelului freatic. Deoarece solul opune o anumită rezistență la mișcarea apei, nivelul freatic nu va fi perfect orizontal între drenuri sau canale.

Pe durata drenajului, nivelul freatic este mai mare între drenuri iar pe durata subirigației se produce reversul. Ca și rezultat, rata tolerabilă de scădere pe timpul drenajului și variația din timpul subirigației devin factori importanți care trebuie luați în considerare.

(1) Determinarea scăderii necesare a nivelului freatic

Coeficienții de drenaj sunt utilizați în determinarea capacității unui sistem de drenaj.

Coeficientul de drenaj este acea normă a îndepărtării apei pentru a obține protecția dorită a culturilor prin desecare sau drenaj. Pentru drenaj, coeficientul se exprimă în mod uzual ca adâncimea de apă care trebuie îndepărtată în 24 de ore. Pentru desecare, coeficientul se poate exprima ca valoarea volumului scurs pe unitate de suprafață.

Coeficienții de drenaj se bazează pe valoarea infiltrației, contribuție la scurgerea subterană, și pe frecvența și adâncimea precipitațiilor și irigației. Pentru sistemele de drenaj complexe (desecare și drenaj de adâncime) capacitatea unui asemenea sistem se bazează pe coeficienții de drenaj de ambele tipuri.

Porozitatea drenabilă este o proprietate a solului definită ca volumul de apă din sol drenată asociată cu o schimbare specifică a adâncimii nivelului freatic. Dacă relația volumului de apă drenată cu adâncimea nivelului freatic este reprezentată, porozitatea drenabilă reprezintă panta curbei rezultate. Pentru majoritatea solurilor agricole, îndepărtarea a 1,2 cm de apă va cauza unui nivel freatic ridicat o scădere de aproximativ 30 cm.

(2) Scăderea admisă pe durata subirigației

Valoarea curbei nivelului freatic admise care poate fi tolerată la mijlocul distanței între drenuri sau canale și care să poată furniza necesarul de apă pentru asigurarea evapotranspirației depinde de abilitatea solului de a transmite apa de la nivelul freatic către zona rădăcinilor, tipul de cultură și maturitatea ei și valoarea evapotranspirației potențiale.

Maximul valorii curbei nivelului freatic care poate fi tolerat pe durata subirigației este determinat de ridicarea maxim admisă în canal sau imediat deasupra drenurilor comparativ cu maximul adâncimii tolerabile între drenuri sau canale (fig. 3.12).

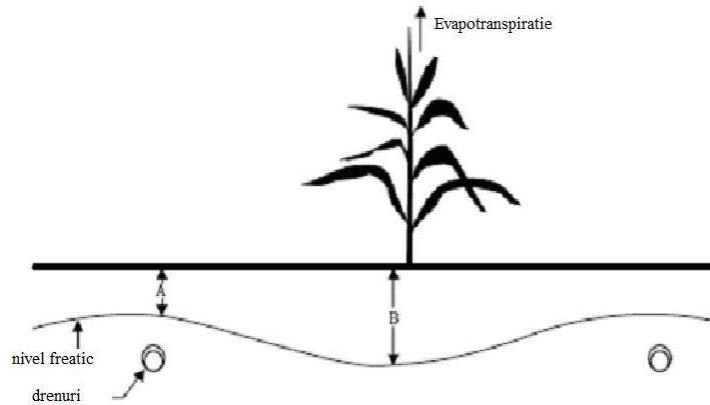


Fig. 3.12 Scaderea de nivel admisa pe durata subirigației [129]

În general, nivelul freatic nu trebuie menținut în zona efectivă a rădăcinilor culturilor care sunt irigate. Multe plante au zona efectivă a rădăcinilor cuprinsă între 30 și 45 cm sub suprafața solului. Ca și concluzie, pentru aceste culturi maximul nivelului freatic trebuie menținut între 45 și 60 cm sub suprafața solului. Unele legume prezintă o zonă efectivă a rădăcinilor mai mică, de până la 30 cm sub suprafața solului. Trebuie acordată o atenție deosebită și un management intensiv practicat acolo unde nivelul freatic trebuie menținut la mai puțin de 45 de cm de suprafața solului.

Maximul permis al curbei de depresiune între drenuri și canale poate fi estimat folosind relația între umiditatea ascendentă și adâncimea nivelului freatic.

(1) Distanța între drenuri

Distanța între drenuri necesară pentru subirigație în general este mai mică decât în cazul drenajelor. Recomandările pentru distanța între drenuri în cazul sistemelor de drenaj nu sunt adecvate pentru subirigație.

(2) Diametrul tuburilor

Tuburile utilizate în cazul subirigației sunt mai mici decât cele utilizate la drenaje. Mărimea necesară a unui tub de drenaj pentru subirigație este funcție de spațiere și lungime. Capacitatea minimă de transport trebuie să fie egală cu un coeficient de drenaj de 0,01 m/zi. Dacă este necesar un coeficient de drenaj mai mare, tuburile trebuie redimensionate. De obicei, lungimea fiecărei linii de tuburi de drenaj este factorul limitativ care trebuie ajustat dacă coeficientul de drenaj este depășit în cazul în care nu este practic să se ajusteze spațierea drenurilor. [1, 102, 129]

Drenajul controlat [1, 45, 77, 129]

Obiectivul drenajului controlat este de a dirija nivelul freatic în terenurile agricole prin reținerea sau îndepărtarea apei din profilul de sol pentru a obține beneficii maxime cu ajutorul resurselor de apă disponibile și totodată de a îmbunătăți calitatea apei drenate. Menținut la adâncimi prestabilite pe durata sezonului de creștere, nivelul freatic poate alimenta umiditatea din zona rădăcinilor prin capilaritate.

Drenajul controlat are potențialul de a îmbunătăți eficiența utilizării apei, menținând producții agricole chiar și în cazul lipsei de apă și de a asigura funcționarea sistemelor de drenaj agricol astfel încât beneficiile fermierilor să fie maxime.

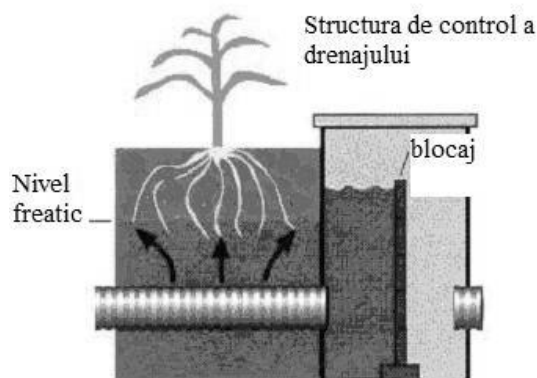


Fig. 3.13 Drenajul controlat [45]

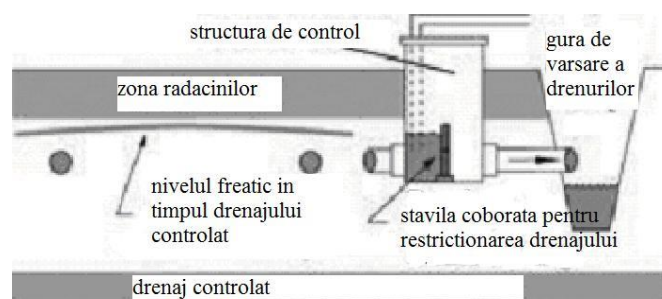


Fig. 3.14 Drenaj controlat [45]

Beneficiile drenajului controlat sunt deosebit de importante. În afară de principalul rol reprezentat de îmbunătățirea gradului de eficiență în utilizarea apei pe terenurile cu lucrări de îmbunătățiri funciare (irigații, drenaje), drenajul controlat oferă și alte avantaje precum:

- creșteri ale producțiilor agricole;
- asigură controlul apei din sol prin norme de drenaj scurse astfel încât nivelele de nitrați și fosfați să fie menținute, iar fertilitatea solului nu este degradată datorită irigațiilor intense sau a precipitațiilor;
- reduce pierderile de nutrienți în aval astfel minimizând pericolul apariției eutrofizării și a riscului de poluare;
- ajută la conservarea zonelor umede și a regiunilor cu risc la secetă și aridizare.

Este de recomandat a se aplica acest tip de drenaj în zonele unde există perioade cu deficit de apă cu limitări asupra producției agricole sau unde aplicarea de udări prin irigații presupune costuri ridicate. La nivel de bazin hidrografic, beneficiile sunt mai mari acolo unde cultura orezului face parte din rotația culturilor într-o pondere ridicată și deasemenea unde apa reutilizată este de calitate slabă.

Drenajul controlat este aplicabil în zone relative plane unde formele de irigație de suprafață sunt larg răspândite și drenajul artificial este asigurat (sau în stadiul de proiect). A mai fost elaborat un set de precondiții pentru drenajul controlat acolo unde se intenționează aplicarea acestuia: asigurarea existenței unei zone relativ plane, alimentarea cu apă este sporadică și nesigură, existența marilor

ferme sau a unor asociații de fermieri care doresc să colaboreze indiferent de rotația culturilor, drenajul controlat reducând conflictele dintre aceștia cauzate de tipul de management aplicat în utilizarea terenului agricol.

Zonele unde irigațiile și drenaje sunt larg răspândite constituie cele mai potrivite zone pentru aplicarea drenajului controlat. De asemenea, trebuie luate în considerare țările asupra cărora s-au emis prognoze ce indică o reducere a resurselor de apă și unde drenajul de tip controlat poate îmbunătăți gradul de eficiență al utilizării apei.

Drenajul controlat este o metodă de integrare a managementului irigațiilor și drenajului. Implică reducerea normei de drenaj pentru a aduce la maxim utilizarea apei de către culturi, apă administrată prin irigații sau precipitații. În același timp drenajul controlat previne excesul de umiditate și acumularea sărurilor în profilul de sol.

Apa este „salvată” și va fi disponibilă ulterior pentru diferiți utilizatori fără o scădere substanțială a calității acesteia care poate apărea ca urmare a trecerii printr-un sistem de drenaj înainte de reutilizare.

Prin ridicarea nivelului freatic după plantare, apa și nutrienții vor fi păstrate la dispoziția culturilor pentru sezonul de creștere evitând în acest fel descărcarea lor în corpurile de apă. Cercetările realizate în Canada arată că prin utilizarea sistemelor de drenaj controlat, norma de drenaj din sisteme a scăzut cu 50% în timp ce reducerea la pierderile de nutrienți către corpurile de apă a fost de 38% în comparație cu un sistem clasic de drenaj. De asemenea, producția pe terenurile care au beneficiat de sisteme de drenaj controlat a cunoscut creșteri importante.

Formularea problemei drenajului controlat este prezentată schematic în figura următoare. Aceasta este o variație a formulei Hooghoudt pentru proiectarea drenajului, într-o formă modificată propusă inițial de Fox în 1956 și corectată în cele din urmă la forma actuală de Ernst în 1975. Metoda utilizează ipoteza Dupuit-Forscheimer a scurgerii orizontale, Skaggs arătând în 1975 că aceasta este adecvată pentru modelarea scurgerii în cazul subirigației (fig. 3.15).

În aplicarea acestei abordări, se presupune că scurgerea verticală este constransă de o barieră restrictivă în interiorul careia conductivitatea hidraulică verticală saturată este mai mică de 0,1 decât cea a solului de deasupra barierei. Barierea este de fapt un strat impermeabil și se folosește în sensul restrictiv al conductivității hidraulice saturate.

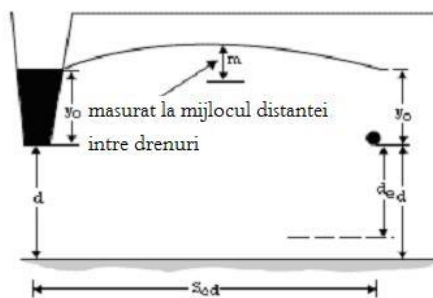


Fig. 3.15 Calculul distanței între drenuri pentru drenajul controlat [129]

$$S_{cd} = \sqrt{\frac{4K_e(2h_0 + m)}{q}} \quad (62)$$

$$h_0 = d_e + y_0 \quad (63)$$

S_{cd} = distanta intre drenuri necesara pentru drenajul controlat

K_e = conductivitatea hidraulica echivalenta

m = distanta de la nivelul liniei drenurilor la nivelul freatic masurata la jumatatea distantei intre drenuri

d = distanta de la fundul drenurilor la stratul impermeabil

q = debitul specific de desecare-drenaj

d_e = distanta echivalenta de la fundul drenurilor la stratul impermeabil unde:

$$d_e = \frac{d}{1 + \frac{d}{S_{cd}} \left[\frac{8}{\pi} \ln \frac{d}{r_e} - 3.4 \right]} \quad (64)$$

r_e este raza efectiva, considerata mai mica decat raza tubului de dren, luata in considerare pentru rezistenta la intrare, datorita unui numar finit de deschideri din tubul de dren. Skaggs a calculat valorile pentru r_e si le-a prezentat tabelar.

Adaptand formula calculului distantei intre drenuri pentru drenajul controlat la terminologia utilizata in tara noastra obtinem urmatoarea expresie:

$$L^2 = \frac{4K(2d_e + h + \frac{d_{dren}}{2})}{q} \quad (65)$$

Ecuatia se poate rezolva prin incercari utilizand tabelul cu valorile stratului echivalent calculate de Hooghoudt [129].

Unul dintre standardele americane in domeniul drenajelor (EP 479, ASAE 1990) sugereaza utilizarea unor softuri de modelare in locul selectarii unor adancimi si distante intre drenuri in cazul proiectarii unui sistem de drenaj controlat. Metoda de calcul a distantei intre drenuri pentru un sistem de drenaj controlat implica formule matematice utilizate in programul DRAINMOD.

Pentru calculul distantei intre drenuri, in vederea realizarii unui sistem controlat, standardul EP 479 propune urmatoarea formula de calcul:

$$L^2 = h_0 4K_L M \frac{2 - \frac{M}{D}}{ET} \quad (66)$$

Notatiile au urmatoarele semnificatii:

L – distanta intre drenuri;

K_L – conductivitatea hidraulica orizontala efectiva;

M – diferenta nivelului apei dintre nivelul apei masurat deasupra drenurilor si la mijlocul distantei intre drenuri;

$h_0 = y_0 + d_e$ – distanta de la nivelul apei deasupra drenurilor si stratul echivalent impermeabil;

y_0 – adancimea de la nivelul apei de deasupra drenului la centru drenului;

d_e – adancimea de la centrul drenului la stratul echivalent impermeabil;

D – adancimea de la nivelul apei deasupra drenului la stratul impermeabil;

ET – evapotranspiratia.

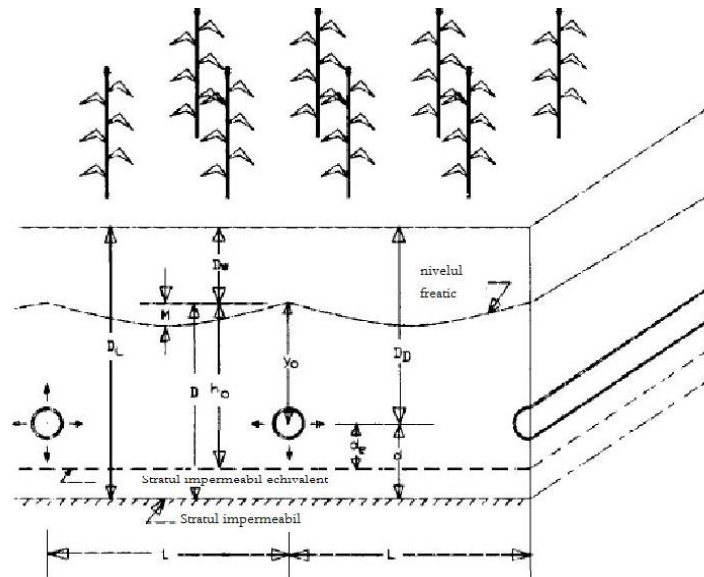


Fig. 3.16 Schema de calcul a distantei intre drenuri in regim controlat conform EP 479/ ASAE [116]

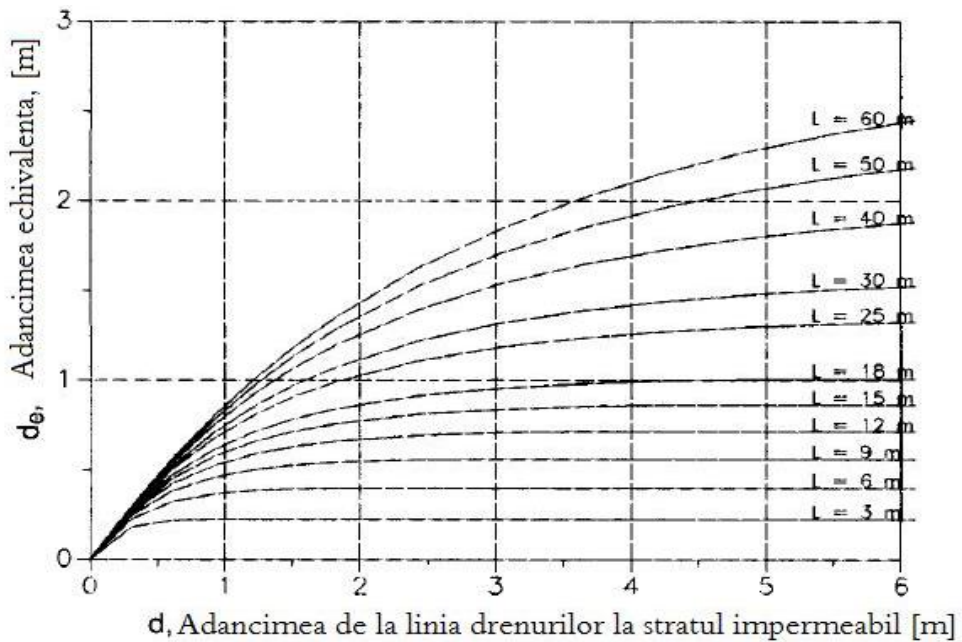


Fig. 3.17 Diagrama cu relatia între adancimea echivalenta și adancimea de la linia drenurilor la stratul impermeabil pentru calculul distantei între drenuri in regim controlat [116]

Proiectarea structurilor pentru controlul apei [129]

Regulatoarele de debit, cele mai populare structuri pentru controlul apei, pentru canalele deschise, sunt deseori utilizate pentru controlul nivelurilor apei, standurile cu aceste regulatoare fiind instalate in conducte in panta utilizate ca si

guri de dren. Pentru a mentine un nivel freatic uniform, standurile deschise sunt instalate in linie pentru a controla variatiile nivelurilor apei unde caderile la gurile de drenaj depasesc 0,15 m.

Deseori drenajul subteran se descarca direct in canale. Acestea vor fi utilizate ca si colectoare de apa pentru irigatii dar si ca locuri de deversare pentru drenaje. Daca se doreste ca subirigatia sa fie eficienta, canalele trebuie controlate pentru a preveni pierderile prin scurgeri/ infiltratii. Regulatele de debit s-au dovedit structuri necesare pentru controlul apei in aceste sisteme.

Factorii care trebuie luati in considerare la proiectarea unui regulator de debit (stavilar) sunt:

- culturile influenteaza norma de drenaj si implicit modul de evacuare a excesului de apa;
- elevatia zonelor joase influenteaza nivelul maxim al apei care poate fi tolerat pe durata capacitatii debitului;
- elevatia zonelor inalte influenteaza nivelul minim al apei care poate alimenta necesarul de umiditate pentru evapotranspiratie prin ridicarea capilara a apei;
- interactiunea intre intensitatea managementului si proiectarea capacitatii influenteaza proiectarea. Capacitatea stavilarului poate fi scazuta daca intensitatea managementului creste. Metoda recomandata este de a dimensiona stavilarul astfel incat sa poate gestiona debitele din precipitatiile normale fara a indeparta regulatele de debit.

Ecuatiile care guverneaza regulatele de debit cu stavilare pentru drenaj sunt:

1. Debitul stavilarului:

$$Q = CLH^{\frac{3}{2}} \quad (67)$$

unde: Q reprezinta capacitatea stavilarului in m^3/s , L – lungimea stavilarului [m], H – inaltimea stavilarului masurata la un punct nu mai apropiat de 4H in amonte de stavilar, C = 3.1 – coeficient pentru scurgerea in stavilar.

2. Debitul orificiului:

$$Q = 0,6A(2gH)^{\frac{1}{2}} \quad (68)$$

unde: Q – capacitatea orificiului [m^3/s], A – aria orificiului de deschidere [m^2], g = $9,81m/s^2$, H – pierderea hidraulica deasupra centrului orificiului [m].

3. Debitul conductei. (se presupune gura inecata)

$$Q = A \left[\frac{2gH}{(1 + K_e + K_p L)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (69)$$

unde: Q – capacitatea conductei [m^3/s], A – aria sectiunii transversale a conductei [m^2], H – pierderea hidraulica [m], g = $9,81 m/s^2$, K_p – coeficientul pierderilor la frecare, K_e – coeficientul pierderilor la intrare, L – lungimea conductei [m].

Pentru rezultate mai bune, la aceste sisteme de drenaj controlat pot fi adăugate așa numitele bio-reactoare sau bio-filtre (Fig. 3.18). Aceste bio-filtre sunt structuri îngropate în teren și care interacționează cu apa din structurile de drenaj. Utilizând o mixtură (exemplu: pietriș cu paie) care asigură o scurgere în regim permanent și totodată hrană pentru bacterii anaerobe, aceste structuri reduc migrația nutrienților către corpurile de apă. Eficiența lor a fost dovedită de cercetători din SUA și Canada. [30]

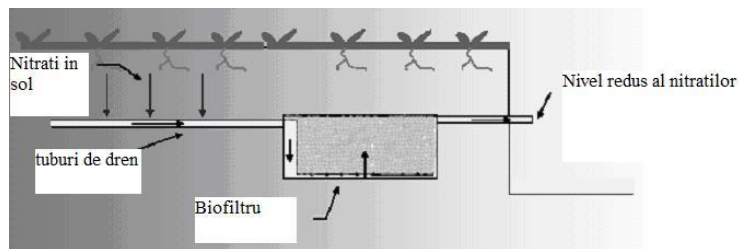


Fig. 3.18 Drenaj controlat cu bio-filtru [30]

Vorbim aici de reducerea eutrofizării (prin controlul asupra debitelor scurse pentru a ne asigura că nivelul nitraților și fosfaților sunt menținute în sol la un nivel optim și se evită scurgerea acestora către aval) cu ajutorul drenajului controlat, dar mai sunt în același timp și alte avantaje ale acestui tip de drenaj: îmbunătățirea producției agricole, conservarea zonelor umede și a celor protejate, asigurarea unei rezerve de apă pentru perioadele secetoase.

În județul Timiș sunt multe zone unde, în ultimii 40 de ani, excesul de umiditate a alternat cu perioadele secetoase. Luând în considerare această situație și faptul că doar o mică porțiune a acestui județ dispune de amenajări de irigații în comparație cu suprafața ocupată de amenajările de drenaje percum și cu aria afectată de fenomenele de secetă și ariditate, putem înțelege că drenajul controlat poate fi o soluție potrivită nu doar pentru evitarea eutrofizării corpurilor de apă dar și ca măsură eficientă pentru combaterea efectelor secetei, prin asigurarea unui nivel optim al umidității solului care permite stimularea creșterii plantelor. Se mai poate asigura ameliorarea solurilor aride, sărăturate și nisipoase precum și protecția împotriva poluării. [44, 45, 102]

3.2.2.3.5 Drenaje speciale

Pe lângă tipurile de drenaje menționate mai sus există și alte categorii de drenaje numite drenaje speciale.

1. Drenajul vertical de interceptie cu fântâni autodeversante în canale cu efect drenant

În zonele apărate, debitele de desecare provenite din infiltrația apei pe sub diguri, în cazul stratului acvifer sub presiune, semilimitat, pot fi interceptate în imediata apropiere a digului. Situația se întâlnește în special la amenajările hidroenergetice și de navigație în zonele de câmpie, unde în lungul lacului de acumulare trebuie construite diguri pentru a apăra de inundații teritoriile agricole. O metodă de micșorare a debitului infiltrat pe sub diguri în teritoriile agricole apărate este drenajul de interceptie, cu fântâni autodeversante în canale cu sau fără efect drenant.

2. Drenajul prin puțuri absorbante

În cazurile când terenul cu exces de umiditate prezintă la o adâncime relativ mică un strat impermeabil nu prea gros și sub acesta se găsește un strat permeabil format din nisip grosier, pietriș, etc., destul de gros pentru a putea înmagazina cantități mari de apă și nivelul freatic este la mare adâncime, este indicat să se folosească acest din urmă strat ca recipient pentru apele în exces care urmează a fi evacuate.

Funcție de condițiile orografice și hidrogeologice ale unității desecabile, puțurile absorbante sunt de două feluri, după rolul și construcția lor:

- puțuri absorbante care ele însele au rolul de a regla direct regimul apelor freactice, colectând și evacuând în stratul permeabil apele în exces;

- puțuri absorbante care au rolul de a primi și evacua în stratul permeabil apele colectate și transportate de o rețea obișnuită de drenaj.

3 Drenajul vertical prin puțuri de pompare și drenuri radiale / diagonale

Pentru captarea apelor subterane libere și sub presiune se utilizează captări de mare capacitate – fântâni cu drenuri radiale – care totodată realizează o coborâre a nivelului piezometric în stratul agricol superior, obținând norma de drenaj necesară. Funcție de condițiile hidrogeologice, de schemele constructive, de tehnologiile de execuție, la o asemenea fântână cu drenuri radiale e pot obține debite de 80 – 120 l/s. Tipul constructiv se alege funcție de tehnologiile posibile, executându-se fântâna de diametru mare (3 – 5 m), din beton armat, lansând în cheson deschis cu betonare treptată, în funcție de săpare și lansare. Odată ajunși la cota finală se înfig drenurile radiale / diagonale cu filtru într-o conductă de protecție, care ulterior se extrage.[8, 9]

4 Drenaje de ventilație

Drenajul de ventilare constă din amplasarea în sol a unor șiruri de drenuri formate fie din tuburi de ceramică, fie din galerii tip cârțiță, la distanța de 2 – 6 m și la adâncimea de 40 – 70 cm.

5 Drenuri pentru captarea izvoarelor

Dacă apele unor izvoare ascendente servesc la alimentarea unor centre populate se iau măsuri speciale de protecție, pentru a se preîntâmpina infectarea lor. În acest scop, după ce a fost înlăturat stratul de pământ se acoperă izvorul până la roca din care iese acesta, se construiește o cameră de captare de forma unui cheson deschis, cu fundul până la ieșirea izvorului.

6. Drenajul zonelor arteziene

În zonele care sunt sub influența scurgerii arteziene din acviferele permeabile, prezente sub nivelul drenurilor, drenurile în relief (interceptoare) sunt instalate în mod frecvent pentru a rezolva această problemă. Adâncimea potrivită și distanța între aceste drenuri sunt obținute folosind formulele specifice. Trebuie acordată însă o atenție deosebită coeficientului de drenaj, aplicabil în cazul condițiilor arteziene.

În zonele non-arteziene, coeficientul de drenaj se bazează pe estimările asupra infiltrațiilor din precipitații și/sau a percolarilor din irigații. În zonele arteziene apa subterană se deplasează pe verticală în zona radacinilor suplimentară față de apa provenită din infiltrațiile de la suprafață astfel ca apa ce trebuie îndepărtată din drenaj este în cantitate mai mare. Din aceste motive, coeficienții de drenaj aplicabili pentru zonele arteziene sunt întotdeauna mai mari decât cei aplicabili în zonele non-arteziene. Acest fapt cere de obicei distanțe mai mici între drenuri pentru aceste zone.

Ritmul în care apa subterană sub presiunea arteziană se mută pe verticală în zona radacinilor este funcție de presiunea arteziană, adâncimea acviferului artezian sub drenuri și permeabilitatea sedimentelor de subsuprafață prin care apa arteziană trebuie să se scurgă. Cunoscând aceste valori pentru o situație dată este posibil să calculăm norma scurgerii arteziene și să stabilim coeficientul de drenaj aplicabil acumulării cauzate de condițiile arteziene. Acesta, când se adaugă coeficientului local de drenaj stabilit pentru acumulările din precipitații și irigații oferă coeficientul de drenaj aplicabil zonelor arteziene. Experiențele au demonstrat că acest coeficient are valori de 1,5 – 2 ori mai mari decât valorile normale ale coeficienților de drenaj ai zonelor non-arteziene.

Recunoscând faptul că nu se dispune de o metodă precisă de calcul a valorii acumulărilor din scurgerea arteziană, proiectarea sistemelor de drenaj trebuie să fie conservatoare.

Drenurile principale, laterale trebuie proiectate cu o anumita asigurare.

Drenurile colectoare laterale pot avea o asigurare mai mica intrucat drenuri colectoare aditionale pot suplini un eventual deficit al capacitatii de evacuare.

Aceasta abordare este de obicei cea mai practica si mai economica metoda in zonele unde cantitatea de apa subterana din scurgerea arteziana este greu de determinat.

7. Utilizarea de rigole deschise pentru drenurile in relief

Rigolele deschise pot fi utilizate pentru drenajul de subsuprafata si pot reprezenta o solutie pentru terenurile plate cu panta foarte mica, o adancime a gurilor de scurgere nefavorabila, respectiv unde caracteristicile solului sau conditiile economice nu favorizeaza utilizarea drenurilor ingropate.

Santurile trebuie sa fie suficient de adanci pentru captarea apei din straturile permeabile.

Spatiile dintre aceste santuri variaza functie de permeabilitatea solurilor si cerintele culturilor.

Din cauza adancimilor necesare impuse, aceste santuri dispun de o capacitate de transport suficient de mare pentru a putea transporta atat apa de suprafata cat si cea subterana.

Avantajele utilizarii acestei metode sunt:

- santurile deschise au costurile initiale mai mici decat in cazul utilizarii drenurilor ingropate;
- inspectarea acestora este usor de realizat;
- sunt aplicabile la soluri unde drenurile ingropate nu sunt recomandate;
- pot fi utilizate pe soluri cu gradient foarte scazut, unde adancimile gurilor de scurgere nu sunt adecvate pentru a permite scurgerea gravitacionala din drenurile instalate la adancimea si panta cerute.

Printre dezavantaje putem mentiona faptul ca aceste santuri necesita o mentenanta cu frecventa si costuri ridicate in comparatie cu drenurile ingropate.

8. Drenurile interceptoare

In general, drenurile interceptoare sunt folosite in doua scopuri:

- interceptarea infiltratiilor din canalele de irigatie vecine;
- interceptarea apelor straine care se scurg de pe inaltimile adiacente.

Primul tip de drenuri interceptoare sunt instalate deseori in zonele irigate, in mod paralel si la mica distanta de canalele de transport a apei.

Scurgerea catre aceste drenuri este similara cu scurgerea intre drenuri cu diferite niveluri ale apei.

Daca presupunem ca nu este nici un fel de aport suplimentar din precipitatii, se poate folosi ecuatiile Dupuit pentru a calcula debitul pe unitate de lungime (fig. 3.19).

Al doilea tip de drenuri interceptoare este prezentat in figura urmatoare:

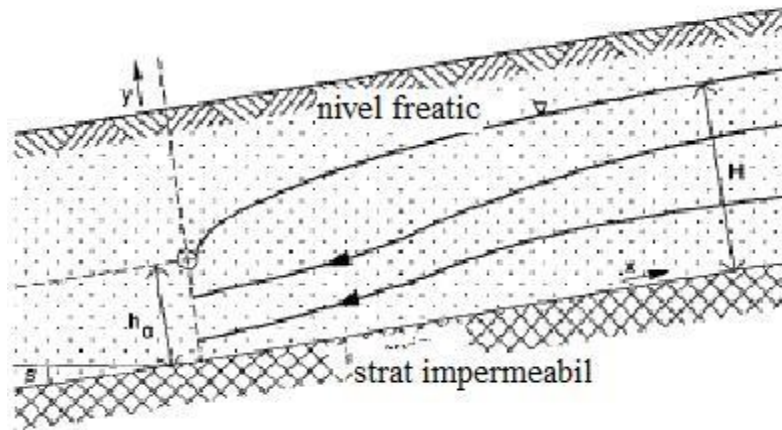


Fig. 3.19 Drenuri interceptoare [102]

Donnan a prezentat o soluție pentru acest tip de drenaj. El a presupus un strat de sol cu profil omogen deasupra unui strat impermeabil în pantă. Fără drenuri interceptoare, panta nivelului freatic va fi paralelă cu panta stratului impermeabil astfel încât cantitatea de apă scursă în aval va fi calculată cu ecuația Darcy.

$$q = Khs \quad (70)$$

unde: q – norma scurgerii pe unitate de lățime;

K – conductivitatea hidraulică a primului strat;

H – înălțimea nivelului freatic deasupra stratului impermeabil înainte de instalarea drenurilor interceptoare;

s – panta stratului impermeabil.

Dacă drenul interceptor este realizat la baza pantei, la înălțimea h_0 deasupra stratului impermeabil, panta nivelului freatic în vecinătatea drenului nu va mai fi paralelă cu stratul impermeabil dar se va curba către dren. Utilizând un sistem de coordonate ca în figura precedentă, putem presupune că panta este aproximativ $s + dh/dx$, astfel scurgerea printr-o secțiune transversală la distanța x în amonte de dren va fi:

$$q = Ky \left(s + \frac{dy}{dx} \right) \quad (71)$$

unde: y – înălțimea nivelului freatic deasupra stratului impermeabil la distanța x

$\frac{dy}{dx}$ = gradientul hidraulic în x

Din cauza continuității, scurgerea cu sau fără drenuri interceptoare trebuie să fie egală, deci:

$$Khs = Ky \left(s + \frac{dy}{dx} \right) \quad (72)$$

Integrând cu $y = h_0$ la $x = 0$ obținem:

$$x = \frac{1}{s} \left[2,3H \log \frac{H - h_0}{H - y} - (y - h_0) \right] \quad (73)$$

unde x este distanța în amonte față de drenul interceptor (m).

Ecuatia precedenta poate fi utilizata pentru a calcula inaltimea nivelului freatic la orice distanta x in amonte de drenurile interceptoare. Teoretic, $y = H$ este atinsa numai in cazul cand $x = \infty$.

Drenurile interceptoare pot fi planificate astfel: un singur rand de drenuri nesistematizat sau si serii de drenuri paralele. Se utilizeaza unde solurile si subsolurile sunt relativ permeabile si unde gradientul nivelului freatic este relativ abrupt. Aceste drenuri abat sau deviaza partial scurgerea subterana in consecinta coborand nivelul freatic in zonele de sub sau din avalul drenurilor interceptoare. Adancimea cu care coboara nivelul freatic sub dren este direct proportionala cu adancimea drenului; astfel este de preferat sa utilizam drenuri interceptoare pe cat de adanci posibil in corelatie cu alti factori.

Efectul ascendent al drenurilor interceptoare variaza cu gradientul hidraulic, scazand pe masura ce gradientul creste. Efectul ascendent al drenurilor interceptoare este de obicei redus si ignorat.

Teoretic, o buna interceptare a drenurilor coboara descendenta nivelului freatic de la drenuri la o adancime egala cu adancimea drenurilor si distanta descendentei la care este eficienta in coborarea nivelului freatic este infinita, dovedind ca pe acea zona nu se produc acumulari din apa subterana. In conditiile din camp, unde sunt infiltratii din precipitatii si percolatii din irigatii, intotdeauna vor fi acumulari de apa subterana. Distanța descendentei de la dren la care se pastreaza eficienta este guvernata de cantitatea acestor acumulari.

In proiectarea drenurilor interceptoare este de obicei necesar sa se estimeze efectul descendent al drenurilor interceptoare pentru a determina daca sunt necesare unul sau mai multe drenuri pentru coborarea nivelului freatic. Problema este una dificila dar poate fi abordata prin utilizarea unor ecuatii empirice sau prin constructie progresiva.

Ecuatia se bazeaza pe presupunerea ca drenul intercepteaza scurgerea ascendenta pana la adancimea lui, iar distanta descendentei pana la care este eficienta este dependenta de adancimea de drenaj necesara si de acumularile de apa subterana din zona de sub drenuri. Referindu-ne la figura urmatoare, aceasta este intinderea (distanța - L) de la dren la punctul m unde drenul nu mai este eficient. Un dren interceptor real este definit ca fiind acel dren in care intra toata apa din partea ascendenta. O interceptare reala apare cand gradientul hidraulic al nivelului freatic intact variaza intre 0,003 - 0,01 m/m sau mai mari.

Ecuatia este:

$$L_e = \frac{Ki}{q} (d_e - d_w + W_2) \quad (74)$$

L_e - distanta descendenta de la dren la punctul unde nivelul freatic este la adancimea dorita dupa drenaj

K - conductivitatea hidraulica medie a profilului de sol pana la adancimea drenurilor

q - coeficientul de drenaj

i - gradientul hidraulic al nivelului freatic inainte de drenaj

d_e - adancimea eficienta a drenului

d_w - adancimea minima necesara a nivelului freatic dupa drenaj

W_1 - distanta de la suprafata la nivelul freatic (la dren)

W_2 - distanta de la suprafata la nivelul freatic, inainte de drenaj, la distanta L_e in aval de dren

L_e si W_2 sunt variabile interdependente. Pentru rezolvarea ecuatiei este necesar sa se estimeze valoarea lui W_2 si apoi sa se continue calculele. Daca valoarea reala a lui W_2 la distanta L_e este in mod semnificativ diferita decat cea

calculata initial, se impune o noua calculatie cu o noua estimare. In cazurile in care gradientul i este uniform pentru toata suprafata, W_2 poate fi considerat egal cu W_1 .

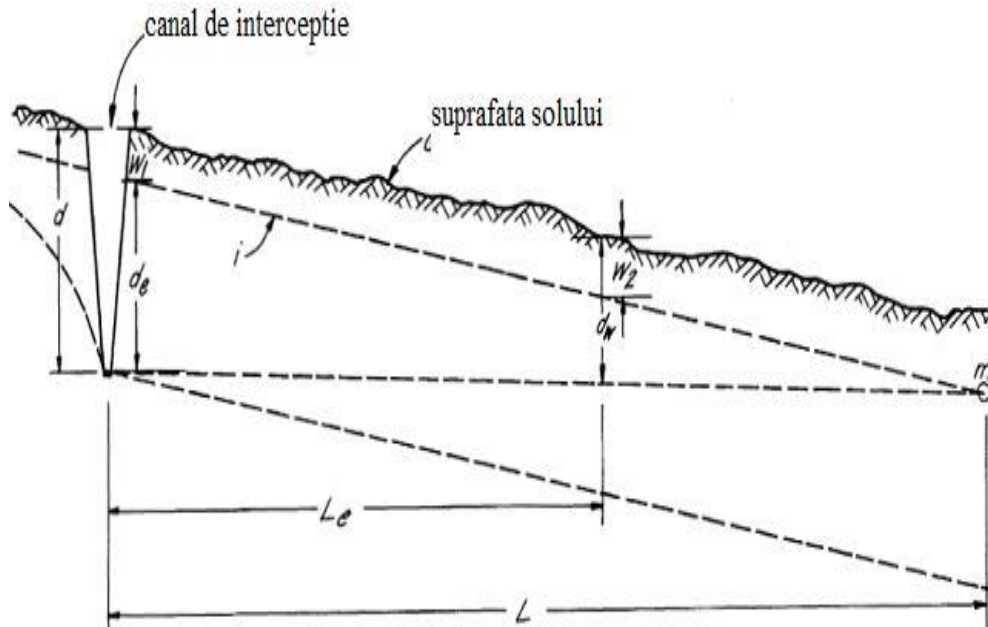


Fig. 3.20 Drenuri interceptoare [130]

Unde se impune instalarea unor drenuri interceptoare multiple, este indicat ca aceste sisteme sa se realizez progresiv pentru a se evita incertitudinile legate de estimarea spatierilor.

Se recomanda instalarea primului dren interceptor pentru a proteja portiunea cea mai inalta urmand ca functie de performantele acestuia sa se instaleze ulterior si celelalte drenuri.

Spatiile dintre ele pot fi usor determinate prin analizarea nivelurilor freatiche de sub drenurile precedente.

Facand referire la figura precedenta, al doilea dren se va instala la distanta L_e sub primul dren.

3.2.2.4 Calculul tehnico-economic al distanței între drenuri [155]

Proiectarea hidraulică rațională a drenajelor impune completarea formulei clasice tip Ernst de calcul a drenajelor cu termenul adițional h_{if} pierderea de sarcina la intrarea apei în tubul de dren cu material filtrant (fig. 3.21).

Relația generală de calcul pentru un profil de sol stratificat este:

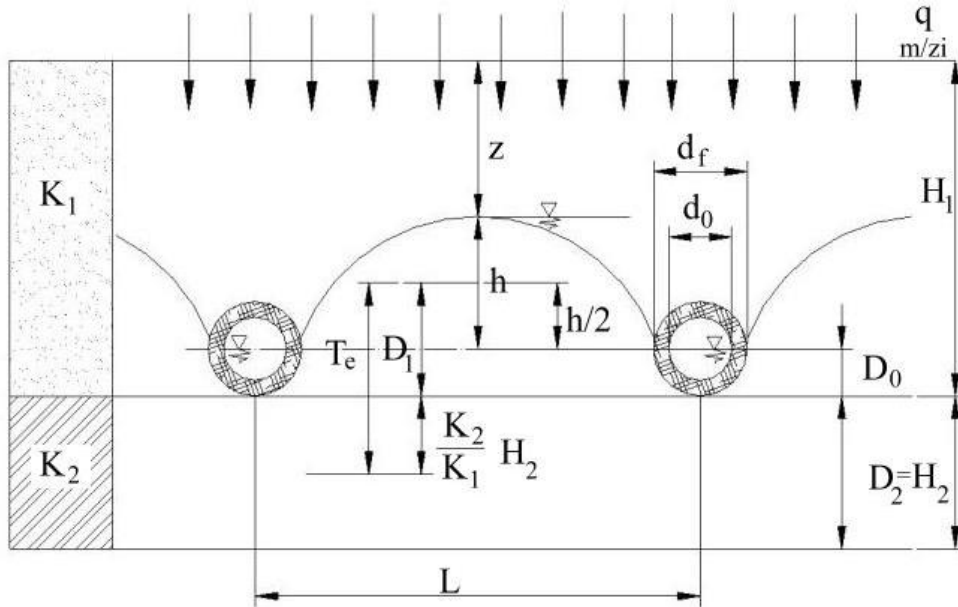


Fig. 3.21 Schema de calcul a drenajelor în cazul unui profil de sol stratificat, în condițiile folosirii materialului filtrant [155]

$$h = \frac{q \cdot D_v}{K_1} + \frac{q \cdot L^2}{8 \cdot K_1 \cdot T_e} + \frac{q \cdot L}{K_1} \cdot \ln \frac{a \cdot D_0}{U} + \frac{q \cdot L}{K_1} \cdot \zeta_{if} \quad (75)$$

unde:

$$T_e = D_1 + D_2 \cdot \frac{K_2}{K_1} \quad (76)$$

Valoarea (ζ_{if}) se calculează analitic cu relația determinată de I. David de forma generală:

$$\zeta_{if} = a \cdot \left[\ln \frac{1}{\sin \frac{n b}{2 d_0}} + \frac{1 - \chi}{2 \chi} \cdot \ln \left(A_1 + \sqrt{A_1^2 + 1} \right) \cdot \left(A_2 + \sqrt{A_2^2 + 1} \right) \right] + \beta \cdot \left[\ln \frac{1}{\sin \frac{\ell}{2 B}} + \frac{1 - \chi}{2 \chi} \cdot \ln \left(B_1 + \sqrt{B_1^2 + 1} \right) \cdot \left(B_2 + \sqrt{B_2^2 + 1} \right) \right] \quad (77)$$

unde:

- pentru orificiile (șlițuri) practicate în lungul generatoarei α și β au expresiile:

$$a = \frac{2 \cdot B}{n \cdot n \cdot \ell}; \quad \beta = \frac{2 \cdot B}{n^2 \cdot d_0} \quad (78)$$

- pentru orificii (fante) practicate în lungul circumferinței avem:

$$a = \frac{2}{n \cdot n}; \quad \beta = \frac{2 \cdot B}{n \cdot n \cdot b} \quad (79)$$

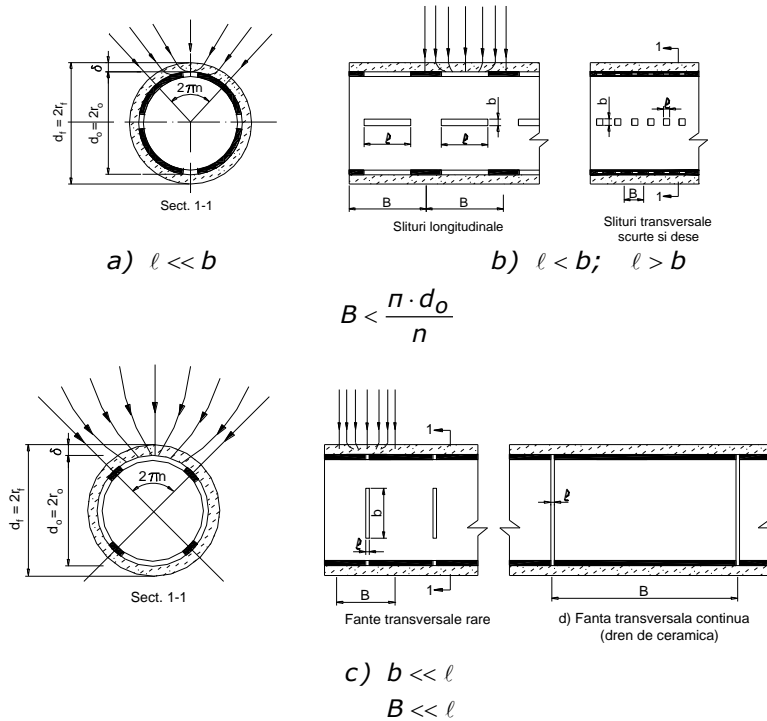


Fig. 3.22 Scheme caracteristice ale dispunerii fantelor și șlițurilor pe tubul de dren [119]

Aceste diferențe provin din acceptarea unor concentrații de debit pe cele două direcții în funcție de preponderența șlițurilor (fantele) după generatoare, respectiv circumferință .

În relația (77) $A_1, A_2, B_1, B_2,$ și (χ) au următoarele expresii:

$$A_1 = \frac{\left(\frac{d_f}{d_o}\right)^n - 1}{2\left(\frac{d_f}{d_o}\right)^{\frac{n}{2}} \sin \frac{nb}{2d_o}} ; A_2 = \frac{\sqrt{\left(\frac{d_f}{d_o}\right)^{2n} - 1}}{2\left(\frac{d_f}{d_o}\right)^{\frac{n}{2}} \sin \frac{nb}{2d_o}} \quad (80)$$

$$B_1 = \frac{sh \frac{n(d_f - d_o)}{2B}}{\sin \frac{n \cdot \ell}{2B}} ;$$

$$B_2 = \sqrt{\frac{1}{2} \left[1 + 4 \left(\frac{sh \frac{n(d_f - d_o)}{2B}}{\sin \frac{n \cdot \ell}{2B}} \right)^2 \left(\frac{ch \cdot \frac{n(d_f - d_o)}{2B}}{\sin \frac{n \cdot \ell}{2B}} \right)^2 \right] - 1} \quad (81)$$

$$X = \frac{K_{fc}}{K_{sol}} \quad (82)$$

Din figurile de mai sus se vede semnificația notațiilor folosite în cadrul relațiilor (75)-(82), prezentate mai sus, astfel: ℓ - lungimea șlițurilor în lungul generatoarei (respectiv lățimea fantelor pe circumferință); b - lățimea șlițurilor în lungul generatoarei (respectiv lungimea fantelor pe circumferință); B - distanța între șlițuri (fante în lungul generatoarei); n - numărul șlițurilor (fantelor) pe circumferință; d_o - diametrul exterior al tubului de dren; d_f - diametrul exterior al filtrului; k_{fc} - coeficientul de permeabilitate al materialului filtrant; k_{sol} - coeficientul de permeabilitate al solului studiat.

Pentru cazul celorlalte tipuri de tuburi de drenaj și tipuri de perforații relațiile sunt prezentate în bibliografie.

Rezolvarea calculului distanței dintre drenuri (L), se poate face utilizând nomograma tip Ernst, impunând h între 40 - 120 cm, funcție de textura solului și determinarea într-o primă aproximație a distanței dintre drenuri, pentru:

$$h_{it} = h_{horiz} + h_{rad} = h - (h_{rad} + h_{if}) \quad (83)$$

ca element hidraulic de intrare în nomogramă.

Cu această distanță se calculează lungimea de dren ce revine amenajării unui hectar de teren.

Numărul de linii de drenuri pe o lățime de 100 m este notat cu L . Lungimea de dren necesară amenajării unui hectar va fi:

$$L \times 100 \text{ m} = 10.000 : L \text{ (m/ha)} . \quad (84)$$

Dacă se determină costul unui kilometru de dren pozat în teren, conform calculelor de deviz cu prețurile și tehnologiile existente în vigoare la data respectivă, se obține investiția specifică (I_s) astfel:

$$I_s = \text{costul (lei/km)} \cdot 10 : L \text{ (km/ha)} = \text{--- (lei/ ha)} \quad (85)$$

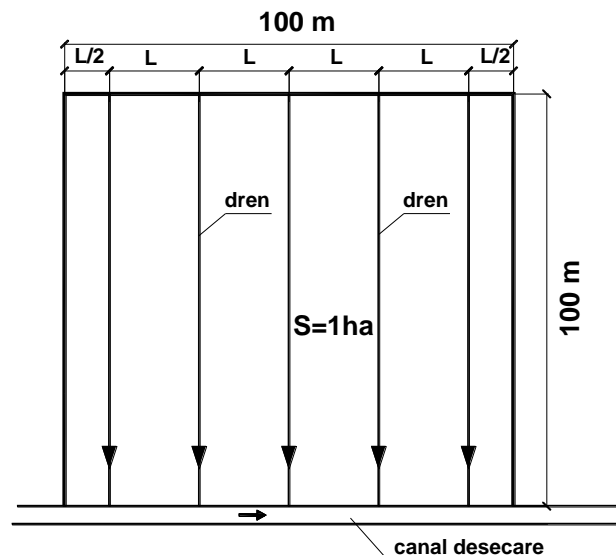


Fig. 3.23 Schema amenajată cu drenaje a unei suprafețe de 1 hectar. [155]

În acest mod se analizează toate variantele de tub de dren și materiale filtrante testate pentru profilul de sol respectiv, alegându-se astfel soluția tehnico-economică optimă corespunzătoare investiției specifice minime.

3.3 Studii și cercetari realizate pe în țara noastră referitoare la materialele filtrante pentru drenajul orizontal

Generalitati

Prezentul subcapitol stabileste, pe baza cercetarilor intreprinse in cadrul Universitatii „Politehnica” din Timisoara, Facultatea de Hidrotehnica, Catedra de Imbunatatiri Funciare si Dezvoltare Rurala, prescriptiile fundamentale de proiectare a materialelor filtrante si a necesitatii acestora, pentru amenajarile de drenaj orizontal inchis, in vederea asigurarii unei functionari corespunzatoare a retelei de drenaj [11, 29, 39, 82-93, 146-148, 154-156].

Instructiunile se refera la proiectarea materialelor filtrante necesare in jurul tubului de drenaj orizontal, pe terenuri agricole plane, afectate de exces de umiditate. Nu se incadreaza aici proiectarea materialelor filtrante pentru drenajul vertical, de captare a surselor de apa concentrate, de pe versanti etc.

Definirea si clasificarea materialelor filtrante

Filtrul se defineste ca o masa poroasa prin care trece apa separandu-se de partile in suspensie existente in ea.

Materialele filtrante pentru drenaj sunt definite ca fiind materiale mai permeabile decat solul drenat, asezate in jurul tubului de dren prin care pot fi antrenate unele particule fine de sol, colmatand acest material filtrant sau trecand in tubul de dren odata cu apa realizand scaderea capacitatii de transport a drenului.

In miscarea apei prin sol catre dren, materialul filtrant imbunatatesti conditiile de intrare a apei in dren micșorand pierderea de sarcina radiala si cea de intrare prin orificiile tubului de dren. Materialele filtrante pentru drenaj pot fi definite ca materiale cu permeabilitate mult mai mare decat a solului din jurul tubului de dren, cu rol protector de filtrare si stabilitate retinand particulele de sol mai mari de 0,05 mm. Astfel materialele filtrante prezinta o conductivitate hidraulica marita in stadiul initial de functionare si o conductivitate hidraulica micșorata in stadiul final de functionare datorita colmatarii. Efectul colmatarii filtrului are drept urmare scaderea capacitatii de captare a filtrului care trebuie sa fie mai mare decat debitul posibil de infiltrat prin sol q care in conditiile tarii noastre variaza functie de zonele pedoclimatice intre 7 si 10 mm/zi.

Costul ridicat al materialelor filtrante pentru drenaj, care uneori ajunge la valori egale cu cel al tubului de dren, impune justificarea adoptarii solutiei de drenaj cu necesitatea materialelor filtrante cat si alegerea unor materiale filtrante corespunzatoare si mai ieftine functie de tipul de sol ce se dreneaza si functie de tubul de dren adoptat.

Necesitatea diversificarii gamei materialelor filtrante a caror parametrii hidraulici, proprietati fizico-chimice si mecanice, costul, tehnologia de pozare si durabilitatea in timp, in conditiile specifice de sol si apa freatica trebuiesc cunoscute inaintea folosirii lor in productie fiind necesare studii specializate de laborator si calcule tehnico-economice pentru stabilirea solutiei optime. Dupa natura si provenienta lor, materialele filtrante se pot clasifica astfel:

Materiale filtrante granulare cuprinzand: pietrisul fin sortat, balastul, zgura granulata de furnal, zgura expandata de furnal, nisipul grosier, scoici. Sunt cele mai raspandite in toate conditiile de sol, clima si apa freatica. Ele corespund

folosirii la drenajul solurilor cu structura instabila si nivelul apei freatice ridicate, sunt materiale voluminoase si cu greutate specifica mare.

Produsele de balastiera sunt raspandite ca materiale locale numai in anumite zone ale tari, scoicile in zona litorala, iar zgura granulata de furnal in zona combinatelor industriale.

Desi au un cost de transport ridicat, aceste materiale prezinta unele avantaje:

- pot fi realizate in sorturi diferite din punct de vedere al granulometriei, dupa necesitatile impuse de solul ce urmeaza a fi drenat;
- au o stabilitate mai buna in timp cu durata lunga de serviciu;
- prezinta cea mai buna comportare hidraulica, reducand mult rezistenta hidraulica la intrarea apei in dren comparativ cu alte materiale, permitand o proiectare a drenajului cu distanta mai mare intre sirurile de drenuri in aceleasi conditii de realizare a normei de drenaj;
- colmatare in timp redusa;
- pot fi intrebuintate ca materiale filtrante in toate categoriile de soluri indiferent de continutul de fier, mangan etc.;
- asigura o buna stabilitate si nedeformabilitate a tuburilor de dren;
- nu prezinta pericol de infectare chimica si bacteriologica a muncitorilor si a apei drenate;
- permit mecanizarea lucrarii de asezare intr-un procent ridicat, materialele asezandu-se in jurul tubului de dren (3/4 din dren intr-un strat de 5 – 15 cm) iar in cazul drenajului incrucisat in transeea filtranta sub tub circa 5 cm si peste tub 30 – 60 cm.

Materialele filtrante organice cuprinzand: turba, fibre de cocos, paie (ovaz, orz, grau, secara), tulpini de in, pleava de orez, puzderie de canepa, talas de lemn si crengi tocate, rumegus, coceni de porumb, stuf, iarba uscata, sunt folosite pentru prima data la drenaj in zonele de delta din nordul si vestul Europei cu rezultate satisfacatoare si in alte zone.

Cercetarile si experimentarile de laborator si camp efectuate permit evidentierea urmatoarelor aspecte:

- in stare afanata materialele organice sunt voluminoase avand o permeabilitate buna si o greutate volumetrica redusa;
- dupa umplerea santului de drenaj cu pamant, stratul de material filtrant organic din jurul tubului de dren se taseaza determinand o reducere a permeabilitatii si a porozitatii sale;
- datorita tasarii in timp, se formeaza in santul de drenaj, deasupra tubului de dren, goluri si caverne care permit un aflux mai bun al apei catre dren, dar in acelasi timp este favorizata si patrunderea particulelor fine de sol in dren.

Pot apare aici si fenomene de prabusire a boltilor cavernelor si golurilor sub actiunea sarcinilor date de masinile si utilajele agricole care se distribuie neuniform avand ca o consecinta turtirea tuburilor riflute din material plastic cu pana la 20% din diametru in unele cazuri.

- in solurile minerale si cu apa freatica bogata in compusi de fier si mangan se reduce considerabil eficacitatea filtrului din material organic datorita colmatarii cu compusi de fier si mangan;
- in conditii aerobe, in timp are loc o degradare (putrezire) a lor mai accentuata decat in conditii anaerobe, recomandandu-se in special in zonele umede cu nivelul freatic permanent ridicat;

- rezistentele la intrarea apei in drenurile cu materiale filtrante organice sunt mai mari decat la drenurile cu materiale filtrante granulare;
- majoritatea permit mecanizarea operatiunii de pozare a lor in jurul drenurilor (preinfasurat inaintea pozarii) necesitand ca executia sa se faca numai pe timp uscat pentru a putea controla si mentine continuitatea pantei drenului si uniformitatea stratului de material filtrant;
- pe timp nefavorabil necesita masuri corespunzatoare de transport si manipulare;
- nu este complet cunoscuta problema deteriorarii in timp, in diverse conditii de sol, clima si apa freatica.

Materiale filtrante sintetice (sau geotextile) si materiale minerale produse, cuprinzand urmatoarele:

- geotextile produse in Romania: madril D, terasin 200 si 400, filtex, netesin si drenatex;
- deseuri textile sintetice rezultate de la intreprinderile textile (ex. Burete matlasat);
- materiale minerale: impislitura din fibra de sticla (IFS), vata de sticla si vata minerala.

Termenul de geotextile desemneaza materialele textile utilizate in tehnologia executiei lucrarilor de pamant.

In prezent putem defini geotextilele ca materiale textile tehnice confectionate din filtre, filamente sau fire din polimeri sintetice fiabile, carora tehnologia de realizare le confera proprietati filtrante, filtrant-drenante sau de armare consolidare.

Avantajele folosirii geotextilelor la amenajari de drenaj agricole sunt:

- cresterea productivitatii muncii la executia retelei de drenaj;
- posibilitatea mecanizarii complete a executiei;
- posibilitatea aprovizionarii cu cantitatile disponibile;

Au dezavantajul unei colmatari mai pronuntate in anumite soluri, comparativ cu materialele filtrante granulare, deasemenea geotextilele au un pret de cost destul de ridicat.

O clasificare a materialelor filtrante sintetice (geotextile) se poate face din mai multe puncte de vedere.

a) din punct de vedere textil, geotextilele sunt:

- tesute, adica produse textile formate prin incrucisarea in unghi drept a doua sisteme de fire (urzeala si batatura), mono sau multifilamentare, omogen sau neomogen, in asa fel incat fiecare dintre acestea sa treaca deasupra si sub celalalt intr-o anumita ordine (legatura);
- netesute, adica produse textile formate prin impaslirea unor fibre, filamente sau fire (lungi sau scurte omogene sau neomogene), asternute (meccanic, chimic sau fizico-chimic).

b) din punct de vedere al provenientei materiilor prime, geotextilele sunt:

- confectionate din fibre sau fire provenite din refibrarea deseurilor industriale;
- confectionate din fibre sau fire noi;
- confectionate din combinatii de fibre si fire noi cu cele provenite din deseuri.

c) din punct de vedere functional, geotextilele sunt:

- filtrante, permit circulatia apei numai in directia normala planului lor (sunt in general tesute);
- filtrant-drenante, permit circulatia apei si a particulelor fine de sol dupa toate directiile (sunt in general netesute si au grosimi de mai multi mm);

- armare-consolidare, geotextilele filtrante sau filtrant-drenante cu rezistența mecanică considerabilă, sunt capabile să preia eforturi de întindere fără modificări esențiale ale caracteristicilor hidrice.

În ansamblu materialele filtrante sintetice pot fi împartite în două categorii:

- materiale subțiri (geotextilele) cu rol în special protector;
- materiale voluminoase (deseuri textile).

Rolul materialelor filtrante

Folosirea la drenaj a tuburilor din plastic riflăte și a tuburilor de ceramică circulară sau hexagonală, care nu întotdeauna prezintă o calitate bună a perforațiilor la drenurile riflăte sau o bună finisare a capetelor la cele de ceramică, pozate pe timp de ploaie, în special pe solurile cu o slabă coeziune a particulelor (determinată de multe ori de prezența materiei organice) se produce blocarea gaurilor cu particule de sol sau patrunderea particulelor de sol în tubul de dren producând colmatarea.

În privința mișcării (antrenării) diferitelor categorii de particule de sol, se pot face următoarele precizări:

- mișcarea particulelor de sol cu dimensiuni mai mari de 0,15 mm are loc în principal sub acțiunea forței de gravitație careia îi se opun forțele de frecare, putând fi deplasate numai de curentul turbulent;
- particulele de sol cu dimensiuni mai mici de 0,05 mm se află în suspensie în curenții liberi de apă, chiar în curgerea laminară, neputând fi deplasate de forța de gravitație;
- particulele de sol cu dimensiuni cuprinse între 0,05 și 0,15 mm sunt deplasate în principal de forța de gravitație în condițiile mișcării laminare și a forței de vascozitate a apei în cazul mișcării turbulente;
- particulele de sol mai mici de 0,005 mm din sol tind să adere la orice material cu care vin în contact datorită naturii lor.

Cercetările efectuate au reliefat necesitatea ca suprafața perforațiilor tubului de dren să fie de 1 – 1,5% din suprafața totală desfășurată a drenului, mărimea suprafeței perforațiilor peste 1,5% neproducând o creștere importantă a afluxului de apă în dren ci numai o scădere a rezistenței statice a tubului de dren. Având drenul cu un anumit diametru și o suprafață a perforației rezultă ca singurul mod de a influența asupra intrării apei în dren îl constituie alegerea corespunzătoare a materialului filtrant de grosime cât mai mare pentru a mări perimetrul de intrare ($u = \pi \cdot r$) și de a reduce rezistența hidraulică radială în mișcarea apei spre dren. În mod similar la tuburile de ceramică se recomandă realizarea tuburilor de ceramică cu canale mici în exteriorul tubului în lungul generatoarei și imbinarea tuburilor să se facă cu o piesă de imbinare din PVC prevăzută cu orificii (1,5% din suprafața laterală a unui tub) și un material filtrant geotextil (fixat în piesa de imbinare).

Materialele filtrante așezate în jurul tubului de dren au următoarele roluri:

- să prevină mișcarea către dren a particulelor de sol care ar putea colmata drenul sau ar bloca orificiile tubului de dren (rol protector și filtrant);
- să asigure și să creeze în imediată vecinătate a tubului un material mai permeabil decât solul cu scopul de a micșora pierderea de sarcină la intrarea apei în dren și pierderea de sarcină radială (prin mărirea perimetrului de captare a drenului, raza tubului plus filtrul ($u = \pi \cdot r$));
- să asigure o stratificare corespunzătoare a solului din jurul drenului;
- să asigure o stabilitate corespunzătoare a stratului de sol în care este pozat drenul.

Un material filtrant este ales corespunzator cand prin el trece apa din sol in dren dar nu trec particulele de sol cu dimensiuni mai mici de 0,05 mm. In timp ce stratele de sol din jurul materialului filtrant se stabilizeaza si formeaza o retea rigida de particule prin care trec doar particulele fine ce raman in suspensie in apa drenata. In acest fel eficacitatea materialului filtrant poate creste treptat pe parcursul functionarii drenajului prin formarea unui filtru invers in jurul drenului care face ca debitul captat si evacuat de dren sa creasca. Aceasta este insa doar in cazul materialelor filtrante granulare. Uneori intr-un sol bine structurat, cu buna stabilitate si textura, functionarea drenului fara filtru este buna si similara cazului folosirii materialelor filtrante granulare.

Amenajarile de drenaje fara material filtrant se pot realiza numai in baza unui studiu de drenaj depinzand de tipul de dren, sol si apa freatica.

Stabilirea necesitatii materialelor filtrante

Stabilirea necesitatii folosirii materialelor filtrante se face in baza analizelor de laborator. Alegerea unuia sau altui material filtrant intr-o situatie data se face pe baza unui studiu de drenaj cuprinzand:

1. Caracteristicile geotehnice determinate prin analiza pamantului saturat la adancimea de pozare a drenurilor determinandu-se:

- conductivitatea hidraulica a pamantului prin metode in situ;
- granulometria pamantului la adancimea de pozare a drenului;
- granulometria balastului sau a nisipului local ce ar urma sa se foloseasca ca material filtrant;
- porozitatea drenabila;
- porozitatea de aeratie;
- porozitatea totala;
- indicele de plasticitate;
- suma fractiunilor cuprinse intre 0,05 - 0,005 mm obtinute la analiza microagregatelor (%);
- suma fractiunilor cuprinse intre 0,05 - 0,005 mm obtinute la analiza granulometrica;
- indicele de stabilitate a drenurilor cartita;
- contractilitatea;
- coeziunea.

2. Caracteristicile de drenaj determinate in complex asupra pamantului de la adancimea de pozare a drenului asupra materialelor filtrante aflate la dispozitie si asupra tuburilor de drenaj posibil de procurat. Se realizeaza diverse combinatii posibile de tub de dren cu material filtrant in standuri specializate cu pamant din zona amenajarii determinand urmatoarele:

- colmatarea complexului dren+filtru+sol in diferite variante prin curba $q = q(t)$;
- obligatoriu se va testa si solutia fara filtru;
- conductivitatea hidraulica a materialelor filtrante ce urmeaza a fi folosite, valoarea initiala necolmatata si valoarea finala colmatata;
- debitul $q(\text{mm/zi})$ capabil de captat de diferitele variante de sol+material filtrant+dren;
- coeficientul pierderii de sarcina ζ_{i+f} prin complexul dren+filtru+sol in conditii colmatate calculat analitic si experimental;
- coeficientul pierderii de sarcina ζ_i in cazul cand nu se foloseste material filtrant, calculat analitic si experimental;

- calculul distantei intre sirurile de drenuri pentru realizarea unei norme de drenaj $z(\text{cm})$ data in functie de cultura agricola si functie de diversele variante adoptate in complexul dren+filtru+sol;

- calculul tehnico-economic al investitiei specifice de amenajare a drenajului pentru diverse variante ale complexului tub de dren+material filtrant+sol, recomandand solutia cu investitia specifica minima.

Influenta conditiilor de apa freatica si clima asupra necesitatii alegerii tipului de material filtrant pentru drenaje

Natura si compozitia chimica diferita a materialelor filtrante (minerale, organice, sintetice) face ca rezistenta lor in timp sa fie determinata si de conditiile de apa freatica si clima recomandand utilizarea materialelor filtrante dupa cum urmeaza:

Conditii climatice	Conditii nivelului de apa freatica	Materiale filtrante	
		recomandate	Nerecomandate
Zone aride	Permanent	- granulare - sintetice	
	sezonier	- granulare - sintetice	- organice
Zone umede si subumede	Permanent	- granulare - organice - sintetice	
	sezonier	- granulare - sintetice	- organice

In privinta gradului de mineralizare a apei freactice se precizeaza ca daca apa freatica contine fier feros 2,3 – 6,3 mg/l sau FeO peste 8 mg/l nu se recomanda folosirea materialelor filtrante sintetice, deoarece acestea sunt incarcate pozitiv si fixeaza Fe, producandu-se colmatarea lor si in acest fel scaderea afluxului de apa in dren.

Pentru situatiile de drenaj pe soluri cu continut ridicat de Fe (bivalent) si Mn se impune folosirea doar a materialelor filtrante granulare sau fara filtru cu luarea masurilor curative necesare.

Criterii pentru alegerea materialelor filtrante de drenaj

Eficacitatea drenajului depinde in mare masura de alegerea corespunzatoare a materialului filtrant, de aceea necesitatea, natura (tipul) si compozitia acestuia trebuie sa fie stabilita in functie de conditiile de sol, apa freatica, clima si caracteristicile tuburilor de drenaj.

La proiectarea retelelor de drenaj trebuie prevazut studiul, analiza si testarea diferitelor materiale filtrante pentru zona, tipul de sol si tuburi de dren avute la dispozitie, in cadrul unui studiu de drenaj, analizandu-se totul prin urmatoarele criterii:

- hidraulic;
- pretul de cost;
- cantitati disponibile;
- tehnologii de pozare;
- durabilitatea in timp;
- investitia specifica de amenajare;
- alte criterii proprii diferitelor tipuri de materiale filtrante.

Marea majoritate a situatiilor de drenaj intalnite in tara noastra reclama necesitatea folosirii materialelor filtrante cu rol protector si filtrant pentru drenaj.

Cercetarile din Romania dar si din alte tari ale lumii s-au finalizat cu unele recomandari si concluzii care pot constitui elemente ale criteriilor privind necesitatea materialelor filtrante de drenaj [11, 29, 39, 82-93, 146-148, 154-156].

Conditii de sol influenteaza alegerea materialului filtrant pentru drenaj prin: tipul general de sol, structura si textura, continutul de saruri etc.

Literatura de specialitate mentioneaza mai multe criterii de alegere a materialelor filtrante in functie de conditiile de sol.

Criterii de stabilire a necesitatii materialului filtrant la drenaj in conditii favorabile de executie, functie de textura solului drenaj

Dupa Knops si Zuidema (Olanda) avem urmatoarele elemente intabulate:

Textura solului la adancimea de pozare	Alcatuirea granulometrica %			Functia principala a stratului filtrant	Tipul de material filtrant recomandat
	Argila <0,002 mm	Praf 0,002 - 0,05 mm	Nisip fin 0,05 - 0,15 mm		
Praf si luturi prafoase	10 - 20	ridicat	scazut	Hidraulica *	Pietris, materiale organice voluminoase
Nisipuri lutoase, luturi nisipoase	10 - 20	scazut	ridicat	Filtrare si hidraulica	Pietris, materiale organice voluminoase
Lut, praf lutos, lut prafos	5 - 10	ridicat	scazut	Hidraulica si de filtrare	Pietris, materiale organice voluminoase
Lut nisipos, nisipuri lutoase	5 - 10	scazut	ridicat	filtrare	Pietris, materiale organice voluminoase
Nisipuri foarte fine	5	ridicat	ridicat	Filtrare si hidraulica	Pietris, materiale sintetice voluminoase **
nisipuri	5	scazut	ridicat	filtrare	Pietris, materiale sintetice
nisipuri	5	scazut	scazut	filtrare	Materiale sintetice, pietris

* cand cerinta de filtrare este hidraulica, permeabilitatea materialului filtrant trebuie sa fie de 4 - 10 ori mai mare decat a solului;

** Materialele sintetice se comporta bine cand domina functia de filtrare. Se va evita folosirea acestor materiale in cazul prezentei hidroxizilor de fier si sarurilor de sulf si magneziu.

Criteriul de filtrare si permeabilitate pentru stabilirea materialului filtrant de tip granular

Criteriul de baza pentru alegerea materialului filtrant granular la lucrarile de drenaj precizat de Terzaghi, prin faptul ca particulele de sol nu sunt antrenate de apa prin filtru in tubul de dren daca avem satisfacuta relatia:

$$D_{15F} < 4 D_{85S}$$

Unde D_{15F} este diametrul particulelor din materialul filtrant granular la procentul de 15% din total de pe curba granulometrica;

D_{85S} este diametrul particulelor de sol la procentul de 85% de pe curba granulometrica.

Dupa Cedergren, aceeaasi conditie este exprimata prin relatia:

$$D_{15F} < 5 D_{85S}$$

Cu aceeaasi semnificatie a elementelor.

Din analiza criteriilor prezentate in literatura se poate arata faptul ca intre granulometria stratului de sol de la adancimea de pozare a drenurilor si granulometria filtrului sa existe urmatoarele relatii pentru asigurarea unei bune scurgeri a apei in dren.

$$12 \leq \frac{D_{50F}}{D_{50S}} \leq 58 \quad (86)$$

$$12 \leq \frac{D_{15F}}{D_{15S}} \leq 40 \quad (87)$$

$$\frac{D_{15F}}{D_{85S}} \leq 5 \text{ (raport de stabilitate)} \quad (88)$$

D_{50} , D_{15} si D_{85} sunt diametrii particulelor la 50, 15 si 85% de pe curba granulometrica a filtrului (F) si respectiv a solului (S).

Prin cercetari si observatii practice au fost stabilite limita maxima si minima a diametrului particulelor filtrante granulare astfel:

- diametrul maxim nu trebuie sa depaseasca 12 - 25 mm pentru a evita spargerea tuburilor sau deplasarea lor din aliniament in momentul aruncarii balastului peste tubul de dren;
- limita minima este stabilita din conditia ca fractiunile sub 0,074 mm sa nu depaseasca 5% din total, pentru prevenirea excesului de particule fine din filtru care ar putea fi antrenate de apa drenata in dren.

In cazul drenajului pe soluri grele cu continut de argila de 30 - 40% cand este necesar un drenaj incrucisat (drenuri tubulare colectoare in transeea filtranta strabatuta perpendicular de drenuri cartita cu afanarea solului) unele normative din Germania prevedeau ca materialul granular nu era corespunzator ca filtru pentru drenaj daca:

$$U = \frac{D_{60F}}{D_{10F}} \leq 10 \quad (89)$$

si

$$C = \frac{(D_{30F})^2}{D_{60F} \cdot D_{10F}} < 1 \quad (90)$$

in care U este coeficientul de uniformitate al materialului iar C este coeficientul de gradatie, ceea ce arata ca materialul granular are o permeabilitate redusa.

Aceleasi normative prevedeau ca particulele cu dimensiuni sub 0,2 mm din materialul granular sa nu depaseasca 3,5% si granulele sa nu se umfle sau sa se desfacă in apa.

Stabilirea compozitiei materialului de tip granular pe baza criteriului de protectie a tuburilor de drenaj

Criteriul privind legatura dintre marimea perforatiilor (orificiilor) tubului de drenaj si granulometria materialului propus ca filtru, pentru pericolul de infundare si colmatare a drenului in Anglia se are in vedere ca latimea orificiilor (dimensiunea mica a orificiului) l_f si granulometria materialului sa existe urmatoarea relatie:

$$l_f \leq \frac{1}{2} D_{85F} \quad (91)$$

Practica drenajului in lume si cercetarile efectuate arata ca este de preferat adoptarea unui sistem de perforare a drenului cu un numar mai mare de orificii cu dimensiuni mici, decat un numar mic de orificii cu dimensiuni mari.

In situatiile cand se foloseste material granular local (nisipul din raurile apropiate amenajarii de drenaj) care nu satisface conditiile granulometrice de filtru mentionate anterior, acest material granular (nisip) se va putea folosi daca tubul de dren se va proteja cu un material filtrant subtire (ex. Impislitura din fibre de sticla infasurata) cu conditia de a se intocmi un studiu de drenaj privind colmatarea filtrului in contact cu solul si verificarea capacitatii de captare.

Criteriul hidraulic de alegerea materialului filtrant pentru drenaje agricole

Conform acestui criteriu se impune calculul pe cale analitica a valorii coeficientului de rezistenta la intrare a apei prin complexul filtru + dren, tinand seama de forma si dimensiunile orificiilor tubului cat si a efectului de colmatare a filtrului, rezultand pentru fiecare varianta posibila si propusa pentru materialul filtrant si tubul de dren o anumita distanta intre sirurile de drenuri, in urma unui studiu de drenaj, propriu fiecarui proiect.

O apreciere rapida a materialului filtrant se poate face experimental pe standuri de laborator in cadrul unui studiu de drenaj stabilind coeficientul de eficienta hidraulica a materialului filtrant in contact cu drenul si solul in care urmeaza a fi pozat.

Metoda analitica a criteriului hidraulic pentru alegerea materialului filtrant la drenaje agricole

Metoda a fost prezentata in detaliu, anterior, in capitolele 3.2.1.2, 3.2.1.6 si respectiv 3.2.2.4.

Metoda experimentală a criteriului hidraulic pentru alegerea materialului filtrant la drenajele agricole

Testarea in laborator pe standul avand tubul de dren plus materialul filtrant asezat vertical, se determina in cadrul studiului de drenaj necesar proiectantului, valoarea rezistentei la intrarea apei prin complexul dren plus filtru „ W_i ” („ W_{if} ”) si a coeficientului pierderii de sarcina ζ_{i+f} . (valoare adimensionala)

Cercetarile efectuate in tara si in strainatate au evidentiat urmatorul mod de apreciere al comportarii materialelor filtrante in conditii necolmate de laborator:

$\zeta_{i+f} = 0,0001 - 0,001$	filtru foarte bun
0,001 - 0,01	filtru bun
0,01 - 0,1	filtru satisfacator
> 0,1	filtru nesatisfacator

Rezultatele experimentarilor efectuate la Universitatea „Politehnica” din Timisoara, Facultatea de Hidrotehnica, Catedra de Imbunatatiri Funciare in perioada anilor 1970, 1980, 1990 sunt prezentate in tabelul urmator:

Tabelul 3.2 Valorile coeficientului de rezistenta hidraulica la intrare (ζ_i (ζ_{if})) pentru tuburile de drenaj din plastic si ceramica produse in Romania, respectiv pentru complexul tub de dren cu diferite materiale filtrante geotextile produse in Romania. [82, 145; B.G.: 557, 563, 564, 565, 566, 571, 576, 577, 584].

Nr. crt.	Tipul de dren si diametrul	Materialul filtrant	Stand	Grosimea materialului filtrant (cm)	Coef. de rezist. la intr. ζ_i (ζ_{if})
1	D.P.R. d=5cm	Filtex 550 B (inf.pe dren) I.T.Libertatea Sibiu	3	1 strat	0.00188
2	D.P.R. d=8cm	Zgura expandata de furnal (Calan)	2	4.0	0.00207
3	D.P.R. d=5cm	Filtex 450 A (inf.pe dren) I.T. Libertatea Sibiu	3	1 strat	0.00549
4	D.P.R. d=5cm	Deseuri de zgura de la fabrica de ciment Medgidia	3	4.0	0.00548
5	D.P.R. d=5cm	Madril D (inf.)	3	1 strat	0.00593
6	D.P.R. d=5cm	Deseuri textile Intr.text. Bucuresti	1	5.0	0.00618
7	D.P.R. d=8 cm	Terasin 200 (infasurat)	1	2 straturi	0.00623
8	D.P.R. d=8 cm	Scoici maruntite din zona Mamaia	2	4.0	0.00650
9	D.P.R. d=5 cm	Madril V infasurat	2	1 strat	0.00684
10	D.P.R. d=5 cm	Filtex 550 A (inf. pe dren) I.T.Libertatea Sibiu	2	1 strat	0.00783
11	D.P.R. d=11 cm	I.F.S. (infas.) + zgura granulata de furnal Resita	3	1 strat + 2.5	0.00788
12	D.P.R. d=5 cm	Madril D (infasurat)	3	1 strat	0.00838
13	D.P.R. d = 6.5cm	Pietris sortat (3 - 7 mm)	1	5.0	0.00844
14	D.P.R. d=5 cm	I.F.S. (infasurat)	2	3 straturi	0.00849
15	D.P.R. d=11 cm	Pleava de orez	2	5.0	0.00851
16	D.P.R. d =	Madril M (infasurat)	1	1 strat	0.00863

3.3 - Studii si cercetari referitoare la materialele filtrante pentru drenaj 193

	5cm				
17	D.P.R. d = 5cm	Filtex 450 B (inf.pe dren) I.T.Libertatea Sibiu	1	1 strat	0.00918
18	D.P.R. d = 11cm	Pietris sortat 3-7 mm	2	4.0	0.00937
19	D.P.R. d=8 cm	Vata minerala (infas.)	1	2.0-3.0	0.00945
20	D.P.R. d=11 cm	Zgura de termocentrala (Oradea)	2	5.0	0.00960
21	D.P.R. d = 8 cm	Terasin 200 (infas.)	3	1 strat	0.00966
22	D.P.R. d = 8 cm	Terasin 200 (infas.)	2	1 strat	0.00970
23	D.P.R. d = 8 cm	Terasin 400 (infas.)	1	1 strat	0.00975
24	D.P.R. d=5 cm	I.F.S. (infas.) + nisip (Sag)	1	1 strat + 4.5	0.0166
25	D.P.R. d = 8 cm	Filtex (infas.)	2	1 strat	0.0107
26	D.P.R. d = 5 cm	Drenatex (infas.)	3	1 strat	0.0110
27	D.P.R. d = 6,5 cm	Vata sticlata	3	2.0	0.0110
28	D.P.R. d = 11 cm	Tulpini de in maruntite	1	5.0	0.0111
29	D.P.R. d = 11 cm	Puzderie de canepa	1	5.0	0.0113
30	D.P.R. d = 5 cm	Saci uzati din polipropilena folositi la ambalarea legumelor si fructelor infas. simplu in jurul tubului de dren (jumătate de sac)	3	0.6	0.0122
31	D.P.R. d = 5 cm	Deseuri textile din burete matlasat (Intrep. 1 iunie Timisoara)	3	5.0	0.0132
32	D.P.R. d = 6,5 cm	I.F.S. (infas.)	3	1 strat	0.0133
33	D.C.Hex. d = 9 cm	Zgura granulata de furnal	1	2.5	0.0133
34	D.P.R. d = 5 cm	Terasin 200 (infasurat)	3	1 strat	0.0135
35	D.P.R. d = 5 cm	I.F.S. (infasurat)	2	1 strat	0.0149

194 Stadiul actual de cercetare-realizare a studiilor de drenaj - 3

36	D.P.R. d = 6,5 cm	Deseuri textile (Intrep. Textila Bucuresti)	3	3.5	0.0150
37	D.P.R. d = 11 cm	Zgura granulata de furnal (C.S. Resita), sort 1 mm	1	5.0	0.0152
38	D.P.R. d = 6,5 cm	Zgura granulata de furnal (C.S. Resita)	2	5.0	0.0154
39	D.P.R. d = 5 cm	Vata de sticla	3	4.5	0.0159
40	D.P.R. d = 11 cm	Puzderie de canepa	1	2.5	0.0162
41	D.P.R. d = 8 cm	Scoici mari din zona Mamaia	1	4.0	0.0169
42	D.P.R. d = 8 cm	Zgura granulata de furnal (C.S. Resita)	1	4.0	0.0171
43	D.P.R. d = 5 cm	Saci uzati din polipropilena folositi la ambalarea legumelor si fructelor infasurate normal in jurul tubului de dren	1	0.3	0.0171
44	D.P.R. d = 6,5 cm	Puzderie de canepa	2	5.0	0.0182
45	D.P.R. d = 8 cm	Vata de sticla	2	1.0 – 2.0	0.0196
46	D.P.R. d = 11 cm	Deseuri textile tocate din burete matlasat	2	5.0	0.0204
47	D.P.Circ.d =10cm	Pietris sortat 3-7 mm	2	5.0	0.0205
48	D.P.R. d = 11 cm	Netesin neimpregnat 344g/mp infasurat	2	1 strat	0.0213
49	D.P.R. d = 8 cm	Paie de grau	1	1.5-2.0	0.0261
50	D.P.R. d = 11 cm	Tulpini de in	3	1.5-2.0	0.0264
51	D.P.R. d = 6.5 cm	Terasin 200 (infasurat)	2	1 strat	0.0271
52	D.P.R. d = 6,5 cm	Tulpini de in	1	2.0	0.0275
53	D.P.R. d = 11 cm	I.F.S. infasurat	3	1 strat	0.0281
54	D.P.R. d = 6,5 cm	Zgura granulata de furnal sort > 3 mm Resita	3	5.0	0.0284
55	D.P.R. d = 8 cm	Drenatex (infasurat)	3	1 strat	0.0286
56	D.P.R. d = 11 cm	Pleava de orez	3	2.5	0.0296

3.3 - Studii si cercetari referitoare la materialele filtrante pentru drenaj 195

57	D.P.R. d = 11 cm	Netesin impregnat	1	1 strat	0.0297
58	D.P.R. d = 5 cm	Pietris	1	4.5	0.0308
59	D.P.R. d = 11 cm	Spume poliuretanic (burete)	1	1 strat	0.0318
60	D.P.R. d = 6,5 cm	Paie de grau	2	1.0	0.0323
61	D.P.R. d = 5 cm	Filtex (infasurat.)	1	1 strat	0.0329
62	D.P.R. d = 5 cm	Vata minerala	3	5.0	0.0342
63	D.C. Hex. D = 9 cm	I.F.S. (infas.) si zgura granulata de furnal	1	1 strat + 5.0	0.0349
64	D.C.Hex.d = 9 cm	Filtex (infasurat)	2	1 strat	0.0404
65	D.P.R. d = 6.5 cm	Drenatex (infasurat)	1	1 strat	0.0418
66	D.P.R. d = 11 cm	Spume poliuretanic (burete)	2	1 strat	0.0441
67	D.P.R. d = 6,5 cm	Paie de grau presate	2	2.0	0.0442
68	D.P.R. d = 5 cm	Madril (infasurat)	1	1 strat	0.0448
69	D.C. Circ. d = 9 cm	Zgura expandata de furnal (Calan)	3	4.0	0.448
70	D.P.R. d = 8 cm	I.F.S. (infas.) si nisip (Rudna - Giulvaz)	2	1 strat + 2.0	0.0507
71	D.P.R. d = 8 cm	Deseuri textile	2	2.0	0.0533
72	D.C. Hex. d = 9 cm	Vata minerala	2	2.0-3.0	0.0536
73	D.P.R. d = 5 cm	Saci uzati de polipropilena folositi la ambalarea legumelor si fructelor infasurati in spirala in jurul tubului de dren	2	0.6	0.0577
74	D.C.Hex.d = 9 cm	Drenatex (saltea si plapuma)	3	1 strat	0.0615
75	D.C.Circ. d=10cm	Madril D (infasurat)	2	1strat	0.0654
76	D.P.R. d = 5 cm	Zgura granulata de furnal nesortata (Galati)	1	4.5	0.0679
77	D.C.Circ. d=10cm	I.F.S. (infas.) si zgura de termocentrala	2	1 strat +2.5	0.0705

196 Stadiul actual de cercetare-realizare a studiilor de drenaj - 3

		(Oradea)			
78	D.P.R. d = 11 cm	Fara filtru	3	-	0.0750
79	D.P.R. d = 8 cm	Pietris	2	4.5	0.0762
80	D.P.R. d = 6.5 cm	Netesin (100 % fibre sint.269 g/mp) infasurat	3	1 strat	0.0823
81	D.P.R. d = 5 cm	Fara filtru	1	-	0.1080
82	D.P.R. d = 8 cm	Fara filtru	2	-	0.113
83	D.P.R. d = 6.5 cm	Netesin (70% fibre sintetice 30% fibr.nat., 269 g/mp inf.	1	1 strat	0.125
84	D.C.Hex. d=9cm	I.F.S. (infas.)	3	1 strat	0.129
85	D.P.N. d = 6.3 cm	Fara filtru	3	-	0.132
86	D.P.N. d = 6.3 cm	Fara filtru	2	-	0.136
87	D.P.R. d = 5.5 cm	Fara filtru	3	-	0.138
88	D.C. Circ. d=9cm	Vata minerala	3	2.0-3.0	0.141
89	D.P.R. d = 8 cm	I.F.S. (infas.) si nisip fin Parta	1	1 strat+4.0	0.143
90	D.C.Hex.d = 9 cm	Netesin (100 % fibre sintetice)	2	1 strat	0.146
91	D.P.R. d = 6.5 cm	Netesin (100% fibr.sint.,344 g/mp infasurat)	2	1 strat	0.160
92	D.C.Hex.d = 9cm	Terasin 200 (infasurat)	2	1 strat	0.237
93	D.C. Circ. d=10 cm	I.F.S. (infasurat)	2	1 strat	0.252
94	D.P.N. d = 5 cm	Fara filtru	1	-	0.264
95	D.P.R. d = 6.5 cm	Fara filtru	3	-	0.289
96	D.P.R. d = 8 cm	Balast (jud. Timis)	3	4.0 – 5.0	0.533
97	D.C.Hex. d=9 cm	Fara filtru	3	-	0.791
98	D.P.R. d = 8 cm	Nisip fin Parta	3	4.0-5.0	0.792
99	D.C.Circ.d =9 cm	Fara filtru	2	-	1.02
10	D.C.Circ d	Fara filtru	2	-	1.275

0	=10cm				
---	-------	--	--	--	--

Se observa din tabelul precedent ca variantele de materiale filtrante testate cu diferite tuburi de drenaj respectiv drenurile fara filtru sunt asezate in ordinea crescatoare a valorii coeficientului de filtrare, numarul curent respectand ordinea de clasificare hidraulica dupa valoarea coeficientului de intrare.

Analiza rezultatelor experimentale prezentate in tabelul urmator evidentiaza cateva concluzii importante pentru efectuarea unui studiu de drenaj corect astfel:

- folosirea unor materiale filtrante in jurul tuburilor de drenaj face ca valoarea coeficientului de intrare sa scada ca efect al reducerii rezistentei la intrarea apei in dren, marind permeabilitatea materialului din jurul tubului de dren, ceea ce determina un aflux mai bun al apei catre dren;
 - ordinea de eficacitate hidraulica a tuburilor de drenaj fara filtru, functie de valoarea coeficientului de intrare este urmatoarea:
 1. D.P.R. (dren din plastic riflat) Ø 11 cm;
 2. D.P.R. (dren din plastic riflat) Ø 5 cm;
 3. D.P.R. (dren din plastic riflat) Ø 8 cm;
 4. D.P.R. (dren din plastic riflat) Ø 6,5 cm;
 5. Dren din ceramica hexagonal Ø 9 cm;
 6. Dren din ceramica circular Ø 9 cm;
 7. Dren din ceramica circular Ø 10 cm.
 - dupa valorile coeficientului de intrare determinate in laborator rezulta urmatoarea clasificare a eficientei hidraulice a materialelor filtrante testate:
 1. materiale granulare;
 2. materiale organice;
 3. materiale sintetice.
- marimea suprafetei perforatiilor si grosimea materialului filtrant folosit sunt invers proportionale cu valoarea coeficientului de intrare.

Determinarea gradului de colmatare in timp a complexului tub de dren cu filtru, in contact cu solul care urmeaza a fi drenat

Pentru a determina gradul de colmatare in timp a complexului tub de dren cu filtru, in contact cu solul ce urmeaza a fi drenat, necesita determinarea prealabila a coeficientului de permeabilitate initiala necolmatata (K_{f0}) a materialelor filtrante.

Determinarea coeficientului de permeabilitate initiala necolmatata a materialelor filtrante

Aceasta se realizeaza pe standuri tip Darcy conform metodologiei prezentate in capitolul 3.2.1.2.

Valorile coeficientului de permeabilitate initiala necolmatata a materialelor filtrante

Valorile coeficientului de permeabilitate initiala necolmatata a materialelor filtrante testate pentru diferite materiale filtrante inventariate in tara noastra cu posibile filtre pentru drenaj sunt prezentate in tabelul 3.3

Tabelul 3.3

Nr. crt.	Materialul filtrant	Coeficientul de filtratie K_{f0} (m/zi)	Observatii
1	Pietris sortat 3 - 7 mm	26	
2	Nisip din raul Timis (Sag)	22	
3	Zgura granulata de furnal (Resita) sort > 1 mm	124	

4	Zgura granulata de furnal (Resita)	73	
5	Zgura de termocentrala (Oradea)	38	
6	Pleava de orez	15	
7	Puzderie de canepa	25,5	
8	Deseuri textile Timisoara	12	
9	Netesin	3,6	
10	Drenatex	2,1	
11	Terasin 200	33,5	
12	Filtex Bistrita Nasaud	5,8	
13	Madril D	51,8	
14	Madril V	60,5	
15	Madril M	43,2	
16	Madril S	51,8	
17	Filtex Sibiu	246,38	
18	Saci uzati din polipropilena	143	

Valorile au fost determinate pentru o stare afanata a materialelor.

Determinarea gradului de colmatare in timp a complexului tub de dren cu diverse materiale filtrante in contact cu solul ce urmeaza a fi drenat

Materialele filtrante folosite la drenaj au in momentul initial o permeabilitate specifica a lor de regula mare, mult mai mare ca si cea a solului drenat care se reduce in timp datorita fenomenului de colmatare cu particule de sol antrenate de apa drenata. In acelasi timp are loc si o tasare a lor sub incarcarea pamantului de umplutura din santul de drenaj asezat peste tubul de dren si filtru. In plus la drenul fara filtru poate apare obturarea orificiilor de intrare cu particule de sol si depunerea in interior a particulelor de sol care au patrus prin gaurile de intrare a apei in tubul de dren. Toate aceste fenomene produc in timp colmatarea tubului de dren si respectiv a filtrului. Pentru proiectarea corecta tehnico-economica eficienta a retelelor de drenaj este necesar ca in calculul distantei intre drenuri sa se ia in considerare permeabilitatea materialului filtrant dupa colmatarea acestuia cu particule de sol (K_{fc}) asa cum va functiona in realitate in camp.

Gradul de colmatare in timp a complexului tub de dren cu diferite materiale filtrante in contact cu solul ce urmeaza a fi drenat se determina pe standul cu drenul asezat orizontal conform metodologiei prezentate in capitolul 3.2.1.2.

Pentru caracterizarea influentei materialului filtrant in determinarea distantei dintre drenuri a fost definita notiunea de coeficient de eficienta hidraulica astfel:

$$C_{eh} = \frac{K_{fc}}{K_{sol}} \quad (92)$$

Coeficientul de eficienta hidraulica are criteriul de apreciere al efectului materialului filtrant asupra functionarii in timp a drenului dat de urmatoarele limite de valori:

$C_{eh} \gg 1$ – efect deosebit de favorabil

$C_{eh} > 1$ – efect favorabil

$C_{eh} = 1$ fara efect

$C_{eh} < 1$ efect defavorabil

In urma analizei rezultatelor experimentale realizate asupra a 84 de variante de drenuri respectiv drenuri cu material filtrant, testate in laborator, pe solurile

reprezentative pentru drenaj din judetul Timis (20 de variante pentru drenuri fara filtru respectiv 64 pentru complex tub de dren cu filtru) pot fi evidentiata urmatoarele concluzii:

- doar 5 variante testate au valoarea coeficientului de eficienta hidraulica (C_{eh}) mai mica decat 1 (deci cu efect defavorabil in solurile respective), restul variantelor prezentand un efect favorabil sau deosebit de favorabil;
- din punct de vedere al valorii C_{eh} variantele cu efectul cel mai favorabil sunt prezentate in tabelul urmator (tabelul 3.4):

Tabelul 3.4

Nr. crt.	Tipul de sol	Variante testate	Coeficientul de permeabilitate		Coeficient de eficienta hidraulica C_{eh}
			K_{f0}	K_{fc}	
1	Aluvial, Margina	Fara filtru DPE Ø 80mm	-	-	-
2	Aluvial, Margina	IFS (infas.)+balast DPE Ø 80mm	22	1,83	11,19
3	Aluvial, Margina	Saci uzati din poliprop. (infas.) Ø 80mm	246,4	16,43	100,5
4	Aluvial, Faget	Fara filtru D.P.E Ø 80mm	-	-	-
5	Aluvial, Faget	IFS (infas.) DPE Ø 80mm	150	18,52	52,16
6	Aluvial, Faget	Filtex Sibiu (infas.) D.P.E Ø 80mm	143	19,3	54,4
7	Folea-Sipet-Cerna	Fara filtru D.P.E. Ø 80mm	-	-	-
8	Folea-Sipet-Cerna	Saci uzati din poliprop. (infas.) D.P.E. Ø 80mm	246,3	21,15	151,1
9	Cernoziom gleizat salinizat Lovrin	Fara filtru DPE Ø 80mm	-	-	-
10	Cernoziom gleizat salinizat Lovrin	IFS (infas.) + nisip DPE Ø 80mm	22	2,12	106
11	Cernoziom gleizat salinizat Lovrin	Terasin (infas.) DPE Ø 80mm	33,5	1,67	85,5
12	Lacoviste verticala Sacalaz	Fara filtru, DPE Ø 80mm	-	-	-
13	Lacoviste verticala Sacalaz	Filtex (infas.) DPE Ø 80mm	143	6,52	12
14	Lacoviste cambica Otelec - Ionel	Fara filtru, DPE Ø 80mm	-	-	-
15	Lacoviste cambica Otelec - Ionel	Deseuri textile (1 kg/m) + nisip Sag, DPE Ø 80mm	25,84	0,969	13,84
16	Lacoviste cambica Otelec - Ionel	Deseuri textile (2 kg/m) + nisip	13,73	0,536	7,645

200 Stadiul actual de cercetare-realizare a studiilor de drenaj - 3

		Giulvaz, DPE Ø 80mm			
17	Aluvial, Timisoara, P.I.F.	Fara filtru DPE Ø 110mm	-	-	-
18	Aluvial, Timisoara, P.I.F.	I.F.S. (infas.) DPE Ø 110mm	120	25,75	42,92
19	Aluvial, Timisoara, P.I.F.	Netesin neimpregnat 344 mg/mp DPE Ø 110mm	3,6	0,189	0,315
20	Aluvial, Timisoara, P.I.F.	Z.G.F. Resita, DPE Ø 65mm	124	12,4	20,67
21	Aluvial, Timisoara, P.I.F.	Netesin 269 g/mp (infas), DPE Ø 65mm	3,6	1,09	1,82
22	Aluvial, Timisoara, P.I.F.	Drenatex (infas), DPE Ø 65mm	2,1	0,656	1,09
23	Aluvial, Timisoara, P.I.F.	Vata de sticla, DPE Ø 65mm	120	54,05	90,1
24	Aluvial, Timisoara, P.I.F.	Paie de grau, DPE Ø 65mm	30	17,96	29,9
25	Aluvial, Timisoara, P.I.F.	Tulpini de in, DPE Ø 65mm	30	12,5	20,8
26	Aluvial, Timisoara, P.I.F.	I.F.S. (saltea + polipropilena) + nisip de Rudna, DPE Ø 65mm	11,2	4	6,67
27	Aluvial, Timisoara, P.I.F.	Terasin 400 (infas.) DPE Ø 65mm	33,5	11,67	19,45
28	Aluvial, Timisoara, P.I.F.	Terasin 200 (saltea + plapuma) DPE Ø 80mm	33,5	4,59	7,65
29	Aluvial, Timisoara, P.I.F.	Terasin 200 (plapuma) DPE Ø 80mm	33,5	17,54	29,23
30	Aluvial, Timisoara, P.I.F.	Terasin 200 (infas.) DPE Ø 80mm	33,5	6,98	11,63
31	Aluvial, Timisoara, P.I.F.	Fara filtru, DPE Ø 80mm			
32	Aluvial, Timisoara, P.I.F.	Fara filtru, DPE Ø 50mm			
33	Aluvial, Timisoara, P.I.F.	Pietris sortat (3-7 mm), DPE Ø 50mm	26	5,88	9,8
34	Aluvial, Timisoara, P.I.F.	Fara filtru, D.C. Hex Ø 90mm			
35	Aluvial, Timisoara, P.I.F.	Balast, D.C.C. Ø 90mm	20	10,42	17,37
36	Aluvial, Timisoara, P.I.F.	Madril V. (infas.) DPE Ø 80mm	60,5	20,17	33,6
37	Aluvial, Timisoara,	Madril S. (infas.)	51,8	17,32	28,8

3.3 - Studii si cercetari referitoare la materialele filtrante pentru drenaj 201

	P.I.F.	DPE Ø 80mm			
38	Aluvial, Timisoara, P.I.F.	Madril A. (infas.) DPE Ø 80mm	51,8	15,15	25,24
39	Aluvial, Timisoara, P.I.F.	Madril M. (infas.) DPE Ø 80mm	43,2	-6,92	11,54
40	Aluvial, Timisoara, P.I.F.	Filtex (infas.) DPE Ø 80mm	5,8	3,47	5,79
41	Aluvial, Timisoara, P.I.F.	Filtex 450 A (infas), Sibiu, DPE Ø 80mm	246,38	26,07	43,45
42	Aluvial, Timisoara, P.I.F.	Filtex 450 B (infas), Sibiu, DPE Ø 80mm	246,38	30,8	51,33
43	Aluvial, Timisoara, P.I.F.	Filtex 550 A (infas), Sibiu, DPE Ø 80mm	246,38	21,55	35,92
44	Aluvial, Timisoara, P.I.F.	Filtex 550 B (infas), Sibiu, DPE Ø 80mm	246,38	30,8	51,33
45	Aluvial, Timisoara, P.I.F.	Madril D (plapuma) D.C. Hex Ø 90mm	51,8	13,15	21,92
46	Aluvial, Timisoara, P.I.F.	Filtex (plapuma) D.C. Hex Ø 90mm	5,8	4,22	7,03
47	Brun vertic Berini	Z.G.F. (nesortata) Resita, DPE Ø 90mm	124	12,8	32
48	Brun vertic Berini	Pleava de orez, DPE Ø 65mm	15	2,14	5,36
49	Brun vertic Berini	Pietris sortat (3-7 mm), DPE Ø 65mm	26	2,26	5,65
50	Brun vertic Berini	Fara filtru, DPE Ø 65mm	-	-	-
51	Lacoviste Berini	Z.G.F. Resita, DPE Ø 65mm	124	35,53	88,83
52	Lacoviste Berini	Z.G.F. (3 cm) sortata, Resita, DPE Ø 65mm	124	35,42	88,55
53	Lacoviste Berini	Netesin 269 g/mp (100% fibre sintetice), DPE Ø 65mm	3,6	0,5	1,24
54	Lacoviste Berini	Fara filtru, DPE Ø 65mm			
55	Lacoviste Berini	Zgura de termocentrala Oradea, DPE Ø 65mm	38	7,92	19,79
56	Solonet, Institutul Agronomic	Z.G.F. Resita, DPE Ø 65mm	124	23,44	117,2
57	Solonet, Institutul Agronomic	Netesin 269 g/mp (100% fibre sintetice), DPE Ø 65mm	3,6	3,2	16,1
58	Solonet, Institutul	Fara filtru, DPE Ø			

202 Stadiul actual de cercetare-realizare a studiilor de drenaj - 3

	Agronomic	65mm			
59	Cernoziom gleizat, USAMVB Timisoara	Drenatex (infas.), DPE Ø 80mm	2,1	0,39	0,49
60	Cernoziom gleizat, USAMVB Timisoara	Drenatex (plapuma), DPE Ø 80mm	2,1	0,38	0,47
61	Cernoziom gleizat, USAMVB Timisoara	Fara filtru, DPE Ø 80mm			
62	Cernoziom gleizat, USAMVB Timisoara	Drenatex (plapuma), D.C.Hex Ø 80mm	2,1	0,22	0,28
63	Cernoziom gleizat, USAMVB Timisoara	Drenatex (plapuma + saltea) D.C.Hex Ø 80mm	2,1	0,54	0,68
64	Aluvial gleizat, Caraci	I.F.S. (saltea + plapuma) + nisip de Parta, D.C.Hex. Ø 90mm	11,2	5,36	13,4
65	Aluvial gleizat, Caraci	Deseuri textile (1kg/ml), D.C.Hex. Ø 90mm	12	5	12,5
66	Aluvial gleizat, Caraci	Fara filtru, D.C.Hex. Ø 80mm			
67	Aluvial gleizat, Caraci	Nisip de Rudna, fara filtru D.P.E Ø 80mm	11,2	14	35
68	Aluvial gleizat, Caraci	Terasin 400 (infas), fara filtru, D.P.E Ø 80mm	33,5	10,12	25,3
69	Aluvial gleizat, Caraci	Drenatex (infas), fara filtru, D.P.E Ø 80mm	2,1	0,6	1,5
70	Aluvial gleizat, Caraci	Deseuri textile (1 kg/ml), D.P.E Ø 80mm	12	1,86	4,6
71	Aluvial gleizat, Caraci	Z.G.F. Calan, D.P.E Ø 80mm	124	89,9	245
72	Aluvial gleizat, Caraci	Fara filtru, D.P.E Ø 50mm			
73	Lacoviste solonetizata Rudna	Fara filtru, D.P.E Ø 80mm			
74	Lacoviste solonetizata Rudna	IFS+nisip de Parta, D.P.E Ø 80mm	18,6	8,45	21,1
75	Lacoviste solonetizata Rudna	Terasin 200 (infas.), D.P.E Ø 80mm	33,5	31,02	77,5
76	Lacoviste solonetizata Rudna	Deseuri de zgura de la fabrica de ciment Medgidia, D.C.Hex Ø 50mm	12	4,49	11,2
77	Cernoziom gleizat Grabat (US ₃)	IFS + nisip Mures D.P.E Ø 50mm	18,6	3,1	3,61

78	Cernoziom gleizat Grabat (US ₃)	IFS + nisip Mures D.P.E Ø 50mm	18,6	1,96	2,35
79	Cernoziom gleizat Grabat (US ₃)	Fara filtru, D.P.E Ø 50mm			
80	Cernoziom gleizat Grabat (US ₃)	Fara filtru D.P.E Ø 50mm			
81	Brun eumezobazic gleizat, Padureni (US ₄)	IFS + nisip Sag (Timis), D.P.E Ø 50mm	11,2	4,25	16,1
82	Brun eumezobazic gleizat, Padureni (US ₄)	IFS + nisip Sag (Timis) D.P.E Ø 50mm	11,2	2,84	6,11
83	Brun eumezobazic gleizat, Padureni (US ₄)	Fara filtru, D.P.E Ø 50mm			
84	Brun eumezobazic gleizat, Padureni (US ₄)	Fara filtru, D.P.E Ø 50mm			

Din tabelul precedent se poate desprinde urmatoarea imagine in ceea ce priveste eficienta hidraulic a variantelor testate:

5 variante de dren cu material filtrant au prezentat un efect deosebit de favorabil ($C_{eh} > 100$)

9 variante de dren cu material filtrant au prezentat un efect foarte favorabil ($C_{eh} \in 50..100$)

28 variante de dren cu material filtrant au prezentat un efect favorabil ($C_{eh} \in 10..50$)

16 variante de dren cu material filtrant au prezentat un efect putin favorabil ($C_{eh} \in 1..10$)

5 variante de dren cu material filtrant au prezentat un efect defavorabil ($C_{eh} < 1$)

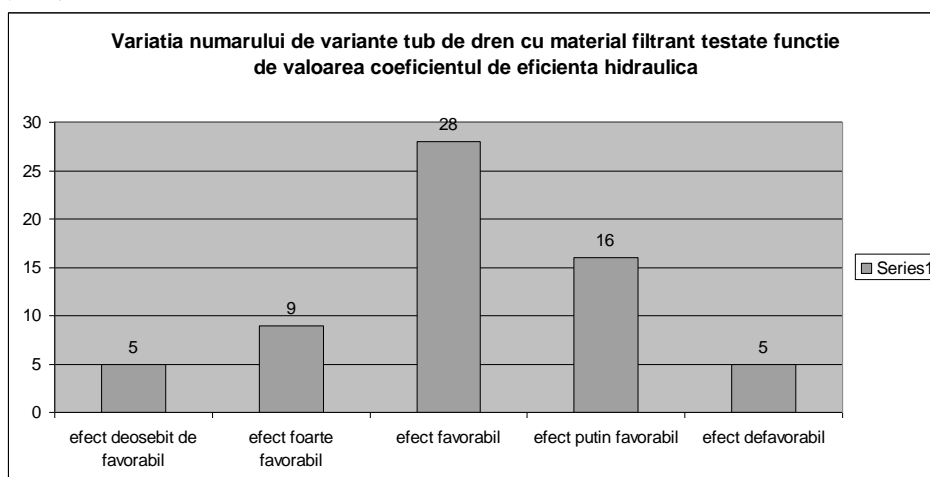


Fig. 3.24

Printre materialele filtrante cu cele mai bune efecte (efect deosebit de favorabil) putem mentiona zgura de furnal respectiv sacii uzati din polipropilena infasurati pe tubul de dren urmate de terasin, vata de sticla si filtex. Cele mai defavorabile efecte le au materialele filtrante reprezentate de drenatex si, uneori, netesin.

Criteriul pretului de cost

Conform acestui criteriu trebuie alese acele materiale filtrante, corespunzatoare din punct de vedere tehnic si hidraulic, care au pretul de cost cel mai mic.

Se apreciaza ca pretul materialului filtrant trebuie sa fie mai mic decat pretul tubului de dren.

Criteriul cantitatilor disponibile (sau al posibilitatii aprovizionarii)

Conform acestui criteriu se impune orientarea spre materialele care se gasesc in cantitati suficiente in zona respectiva, pentru ca cheltuielile de transport sa fie cat mai reduse. In cazul in care in zona nu se gasesc materiale locale suficiente pentru acoperirea necesarului sau daca materialele ce se gasesc nu indeplinesc conditiile de utilizare cerute de celelalte criterii, se va analiza posibilitatea folosirii materialelor geotextile (produse).

Criteriul tehnologiilor de pozare

Impune analiza utilajului existent in dotarea executantului in vederea stabilirii tehnologiei de asezare adecvata a materialelor filtrante, pe cat posibil mecanizat, la un pret de cost cat mai scazut si o productivitate ridicata a executiei.

Criteriul investitiei specifice minime

Pe baza calculului diverselor variante posibile de tub de dren plus material filtrant plus sol se va determina dupa metodica expusa anterior distanta intre drenuri. Din aceste calcule vor rezulta valori diferite pentru L, la care calculandu-se apoi pentru 1 ha si costul de amenajare (tub + filtru + executie) rezulta o investitie specifica in lei/ha. Se va alege solutia cu valoarea investitiei specifice minime. Distanța între drenuri fiind calculată din considerente tehnice de funcționare corespunzătoare în timp a complexului tub de dren plus material filtrant plus sol rezulta ca solutia adoptata prin investitia specifica minima este o solutie

Tehnologii de asezare a materialelor filtrante de drenaj

Tehnologiile de asezare a materialelor filtrante trebuie alese in functie de sapatoarele de drenaj (masini de drenaj) executate din dotarea unitatilor specifice.

Materialele filtrante preinfasurate pe tubul de dren pot fi pozate concomitent cu drenul in timpul operatiei de sapare (tuburi de PVC flexibile, riflatae).

Gura de varsare a drenului trebuie bine consolidata cu un masiv de beton si un tub rigid pentru a nu se prelinge apa drenata pe taluzul de pamant al canalului de desecare.

O tehnologie completa de realizare a retelei de drenaj cu material filtrant cuprinde in general urmatoarele faze de executie (operatii):

- pregatirea si fixarea traseului drenului, prin montarea cordonului la suprafata solului paralel cu panta drenajului;
- saparea (santului) transeea de drenaj;
- asezarea tuburilor de dren;
- asezarea materialului filtrant;
- astuparea cu pamant a transeei.

In functie de gradul de mecanizare al executantului se va cauta asezarea materialului filtrant concomitent cu drenul.

La asezarea materialelor filtrante se va respecta principiul ca tubul de dren sa fie acoperit pe toata circumferinta sa.

Materialele filtrante granulare pot fi asezate manual sau mecanizat folosind buncare speciale atasate masinii de drenaj sau cu tractoare separat.

Concluzii

Alegerea materialelor filtrante la drenajul agricol este o problema tehnico-economica necesitand un studiu de drenaj pentru fiecare amenajare pe unitatile de sol cu profilul pedologic caracteristic in cadrul unor laboratoare specializate, in cadrul unitatilor de profil respectiv a institutiilor de invatamant superior din tara noastra.

Studiile si cercetarile realizate incepand cu anii 1970 in Romania au demonstrat necesitatea utilizarii materialelor filtrante in domeniul amenajarilor de desecare-drenaj pentru obtinerea unor sisteme eficiente tehnico-economic.

Folosirea unor materiale filtrante in jurul tuburilor de drenaj face ca valoarea coeficientului de intrare sa scada ca efect al reducerii rezistentei la intrarea apei in dren, marind permeabilitatea materialului din jurul tubului de dren, ceea ce determina un aflus mai bun al apei catre dren. Din punct de vedere al eficiente hidraulice, materialele filtrante se pot clasifica astfel:

1. materiale granulare (zgura de furnal, $C_{eh} = 245$)
2. materiale organice (paie de grau, $C_{eh} = 29,9$)
3. materiale sintetice (drenatex, $C_{eh} = 0,28$).

Aceste studii si cercetari au fost de un real folos programatorilor din domeniul drenajelor care au introdus in aplicatiile lor rezultatele obtinute in domeniul materialelor filtrante. Este interesat de urmarit insa si evolutia programelor specializate in domeniul drenajelor de pe plan international care nu iau in considerare efectul materialelor filtrante, cu toate acestea, oferind rezultate comparative cu rezultatele obtinute prin rulara aplicatiilor din Romania.

3.4 Bibliografie utilizata si conexa

1. Abbott C.L., Lawrence P., Pearce G.R., Abdel-Gawad S., 2002, Review of the Potential for Controlled Drainage Around the World, KAR Project R7133, Report OD 146, 42 pages, H.R. Wallingford, Department for International Development, England;
2. Alberts, R.R., E.H. Stewart, and J.S. Rogers. 1971. Ground water recession in modified profiles of Florida Flatwood soils. Soil and Crop Science Soc. FL Proceed. 31:216-217.
3. Allmaras, R.R., A.L. Black, and R.W. Rickman. 1973. Tillage, soil environment and root growth. Proc., Natl. Conserv. Tillage Conf., Des Moines, IA, pp. 62-86.
4. Anat, A., H.R. Duke, and A.T. Corey. Steady upward flow from water tables. Hydrol. Pap. No. 7. CO State Univ., Fort Collins, CO.
5. Baver, L.D., W.H. Gardner, and W.R. Gardner. 1972. Soil Physics, 4 ed., John Wiley & Sons, NY.
6. Beers, W.F.J., Computing drain spacings, Tech. Bull. 15/1976, ILRI, Wageningen, The Netherlands;
7. Benes S., Peters D., Grattan S., 1999, Integrated On-Farm Drainage Management: Using Plant Transpiration to Reduce Drainage Volumes, CATI Publication, U.S.A.;

8. Blaney, H.F., and W.D. Criddle. 1947. A method of estimating water requirements in irrigated areas from climatological data. USDA Soil Conserv. Serv. report (rev.).
9. Blidaru V., Pricop Gh., Wehry A. - 1981 - Irigații și drenaje, Ed. Didactică și Pedagogică, București;
10. Blidaru V., Wehry A., Pricop Gh. - 1997 - Amenajări de irigații și drenaje, Ed. Interprint, București;
11. Blenesi Dima-Attila, Tehnici și metode optime de utilizare a materialelor geosintetice în lucrările de îmbunătățiri funciare; Teza de doctorat, UPT, 2007;
12. Bloodworth, M.E., C.A. Burleson, and W.R. Cowley. 1958. Root distribution of some irrigated crops using undisturbed soil cores. *Agron. J.*, vol. 50:317-320.
13. Boast, C.W. and Don Kirkham. 1971. Auger hole seepage theory. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 35:365-374.
14. Bouwer, H. 1955. Tile drainage of sloping fields. *Agricultural Engineering* 36,6 p.
15. Bouwer, H. 1963. Theoretical effect of unequal water levels on the infiltration rate determined with buffered cylindrical infiltrometers. *J. Hydrol.* 1:29-34.
16. Bouwer, H. 1964. Measuring horizontal and vertical hydraulic conductivity of soil with the doubletube method. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 28:19-23.
17. Bouwer, H. 1966. Rapid field measurement of air-entry value and hydraulic conductivity of soil as significant parameters in flow system analysis. *Water Resource. Res.* 2:729-738.
18. Bouwer, H. 1969. Infiltration of water into nonuniform soil. *J. Irrigation and Drainage Division, Amer. Soc. Agric. Eng.* 95(IR4):451-462.
19. Bouwer, H. 1974. Developing drainage design criteria. *In Drainage for Agriculture*, ch. 5, J. van Schilfgaarde, ed., Amer. Soc. of Agron., Madison, WI.
20. Bouwer, H., and J. van Schilfgaarde. 1963. Simplified method of predicting the fall of water table in drained land. *Amer. Soc. Agric. Eng.* 6(4):288-291, 295.
21. Bouwer, H., and R. D. Jackson. 1974. Determining soil properties. *In Drainage for Agriculture*, J. Van Schilfgaarde (ed.), Amer. Soc. of Agron., Madison, WI, pp. 611-672.
22. Bouwer, H. 1962. Field Determination of Hydraulic Conductivity Above a Water Table with the Double-Tube Method. *Soil Science Society of America Proceedings*, Vol. 26, No. 4, July-August 1962.
23. Brakensiek, D.L. 1977. Estimating the effective capillary pressure in the Green-Ampt infiltration equation. *Water Resource. Res.* 13(3):680-682.
24. Bravo, N.J., Schwab, G.O., Effect of openings of inflow into corrugated drains, Winter Meeting, ASAE, Palmer House, Chicago, Illinois, 1975;
25. Brown L.C. - 1993 - Agricultural Drainage and Subirrigation Systems: Designing Systems for Production and Environmental Balance, Overholt Drainage School Reference Notebook. Department of Food, Agric. and Biol. Engineering. Ohio State University.
26. Brown L.C., Ward A., Fausey N.R. - 1993 - Agricultural water table management system, Department of Food, Agric. and Biol. Engineering, Ohio State University.
27. Broughton, R.S., English, B., Damant, C., Ami, S., Mc. Brasseur, J., Tests of filter materials for plastic drain tubes, Third National Drainage Symposium, Chicago, Illinois, 1976;
28. Broughton, R.S., English, B., Test of some drain tube filter envelope materials, Mc. Gill University, Faculty of Agriculture, 1977;

29. Buhociu, L., Man T.E., Barascu F., Rezultate preliminare privind folosirea materialelor filtrante textile sintetice ca filtre la drenaj, In: Tehnici si metode noi cu implicatii in proiectarea, realizarea si exploatarea sistemelor de imbunatatiri funciare, nr. IV, Bucuresti, 1979;
30. Cavelaars, J.C., Hydrological aspects of the application of plastic drain pipes and filter material, Research Division of the Koninklijke Nederlandse Heidenaschappy, Arnhem, The Netherlands, 1965;
31. Cavelaars, J.C., Hydrological and technical problems of land drainage Czechoslovak National Committee, Prague, 1966;
32. Cavelaars, J.C., Problems of water entry into plastic and other drain tubes, Agricultural Engineering Symposium of the Institution of Agricultural Engineers on 13 September 1967 at the National College of Agricultural Engineering, Silsoe, Bedford, England;
33. Cavelaars, J.C., Subsurface field drainage systems, Publication 16, Vol. IV, Design and management of drainage system, ILRI, P.O. Box 45, Wageningen, The Netherlands, 1974;
34. Cavelaars, J.C., Composing a drainage pipe line set of section with different diameters, Publ. Nr. 25, ILRI, Wageningen, The Netherlands, 1979;
35. Cooke R., 2000, Bio-Filters for Edge-of-Field Water Quality Management, Agronomy Day 2000 Field Presentations, University of Illinois Extension;
36. Dagan, G. 1964. Spacings of drains by an approximate method. Journal of the Irrigation and Drainage Division ASCE 90, pp. 41-46.
37. David I., Uber Ein Berechnungsverfahren der Verlusthohe Beim Eintrittswiderstand des Wassers in die Drainrohre, Revue Roumaine des Sciences Techniques, Serie de Mecanique Appliquee No. 1, Tome 28, Editura Academiei Romane, 1983;
38. David I., Asupra unei metode analitice pentru evaluarea pierderilor de sarcina la intrarea apei prin dren si filtru, Studii si cercetari de mecanica aplicata, Ed. Academiei, Bucuresti, 1982;
39. David I., Wehry A., Man T.E., Efectul colmatarii filtrului la drenaje agricole, Rev. Hidrotehnica nr. 6, Bucuresti, 1980;
40. Davis S., Williardson L.S., Spencer J., Mulder D., Drain envelope performance in a sandy soil, National Drainage Symposium, Chicago, Illinois, 1971;
41. Dennis E.C., Filter and fine-grained materials, Lincol E W P Unit, May 1972;
42. Dennis E.C., Massey W., Rands J.C., Rycroft D.W., Trafford B.D., Permeable backfill over drains, Paper from the Stoneleingh Conference, 1973;
43. De Zeeuw, J.W., and F. Hellinga 1958. Neerslag en afvoer. Landbouwkundig Tijdschrift. 70, pp. 405-422
44. Donnan, W.W. 1946. Model tests of a tile-spacing formula. Soil Science Society of America Proceedings II, pp. 131-136.
45. Donnan, W.W. 1959. Drainage of agricultural land using interceptor lines. Journal of the Irrigation and Drainage Division ASCE. pp. 13-23.
46. Dumm, L.D. 1954. Drain spacing formula. Agricultural Engineering 35, pp. 726-730.
47. Dumm, L.D. 1960. Validity and use of the transient flow concept in subsurface drainage. Paper presented at ASAE meeting, Memphis, December, pp. 4-7.
48. Ernst, L.F. 1950. A new formula for the calculation of the permeability factor with the auger hole method. Agricultural Experiment Station T.N.O. Gronengen, the Netherlands.
49. Ernst, L.F. 1956. Calculation of the steady flow of groundwater in vertical cross-sections. Netherlands Journal of Agricultural Science 4, pp. 126-131.

50. Ernst, L.F. 1962. Grondwaterstromingen in de verzadigde zone en hun berekening bij aanwezigheid van horizontale evenwijdige open leidingen. Versl. Landbouwk. Onderz. 67-15. Pudoc, Wageningen. 189 p.
51. Evans, R.O., J.W. Gilliam, and R.W. Skaggs. 1989. Managing water table management systems for water quality. ASAE/CSAE paper 89-2339.
52. Evans, R.O., R.W. Skaggs and R.E. Sneed. 1986. Economic feasibility of controlled drainage and subirrigation. NC Agric. Coop. Ext. Serv. AG397.
53. Evans, C. V., and D. P. Franzmeier. 1986. Saturation, aeration, and color patterns in a toposequence of soils in north-central Indiana. Soil Sci. Soc. Am. J. 50:975-980.
54. Evans, R., Gilliam, J.W. and Skaggs, W. – 1991 - Controlled Drainage Management Guidelines for Improving Drainage Water Quality, Pub. AG-433, North Carolina State University Agricultural Extension Service. 16 pp.
55. Evans, R. and Skaggs, W. – 1988 - Economics of Controlled Drainage and Subirrigation Systems. North Carolina Extension Service. AG 397. Raleigh, N.C.
56. Evans, R. and Skaggs, W. – 1996 - Operating Controlled Drainage and Subirrigation Systems. North Carolina Extension Service. AG 356
57. Fipps, G. and R.W. Skaggs 1989. Influence of slope on subsurface drainage of hillsides. Water Resources Research 25 (7), pp. 1717-1726.
58. Franzmeier, D. P., J. E. Yahner, G. C. Steinhardt, and H. R. Sinclair, Jr. 1984. Water table levels and water contents of some Indiana soils. RB 976. Agricultural Experiment Station, Purdue Univ.
59. Fouss, J.L. 1985. Simulated feedback—Operation of controlled drainage/subirrigation systems. Amer. Soc. Agric. Eng. 28(3):839-847.
60. Fouss, J.L., and J.R. Cooper. 1988. Weather forecasts as control input for water table management in coastal areas. Amer. Soc. Agric. Eng. 81(1):161-167.
61. Hall, H.W. 1976. Reservoir water losses as affected by groundwater mounds. ASAE pap. 76-2021. Presented at the 1976 annual ASAE meeting, Lincoln, NE.
62. Hooghoudt, S.B. 1940. Algemeene beschouwing van het probleem van de detailontwatering en de infiltratie door middel van parallel loopende drains, greppels, slooten, en kanalen. Versl. Landbouwk. Onderz. 46 (14)B. Algemeene Landsdrukkerij, 's-Gravenhage, 193 p.
63. Irwin R.W., Hore F.W., Drain envelope materials, ILRI, Publ. Nr. 25, Wageningen, The Netherlands, 1979;
64. Jager A.W. de, Diameter en perforatie van plastic drainbuizen, De ingenieur 72 B, The Netherlands, 1979;
65. Jenkinson, B. J. 1998. Wet soil monitoring project on two till plains in south and west-central Indiana. M.S. Thesis, Dept. of Agronomy, Purdue Univ.
66. Juusela T., On the methods of protecting drain pipes and on the use of gravel as a protective material, Acta Agriculture Scandinavica VIII, 1958;
67. Karpoff K.P., The use of laboratory tests to develop design criteria for protective filter, American Society Tests Materials no. 55, 1955;
68. Kirkham, D. 1958. Seepage of steady rainfall through soil into drains. Transactions American Geophysical Union 39 (5), pp. 892-908.
69. Kirkham, Don. 1965. Saturated Conductivity as a Characterizer of Soil for Drainage Design. Journal Paper No. 5-5310, Iowa Agricultural Experiment Station, Ames, Iowa. Conference Proceedings, Drainage for Efficient Crop Production, American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, Michigan 49085.
70. Kirkham D. – 1966 - Steady-state theories for drainage, Journal of the Irrigation and drainage ASCE

71. Kirkham D., Schwab G.O., The effect of circular perforation on flow into subsurface tubes, *Agr. Eng.* vol. 32, no. 4, ASAE, Michigan, 1951;
72. Knops I.A.C., Diericks W., *Drainage materials*, ILRI, Publ. 25, Wageningen, Netherlands, 1979;
73. Knops I.A.C., *Envelope materials for subsurface drains*, ILRI, Publ. No. 25, Wageningen, The Netherlands, 1979;
74. Kramer E.D., De Boer D.W., Field evaluation of drainage envelopes and hydraulic conductivities, paper no. 73-2512, ASAE, Dep. Of Agr. Eng. South Dakota, 1975;
75. Kraijenhoff van de Leur, D.A. 1958. A study of non-steady groundwater flow with special reference to a reservoir-coefficient. I. *De Ingenieur*, 70, pp. B87-94.
76. Kraijenhoff van de Leur, D.A. 1962. A study of non-steady groundwater flow. *De Ingenieur*, 74, pp. B285-292.
77. Lalonde, V. and Hughes-Games, G. – 1997 - BC Agricultural Drainage Manual. B.C. Ministry of Agriculture Fisheries and Food, Resource Management Branch. Victoria, B.C.
78. Lembke W.D., Bucks D.A., A model study of gravel envelope performance for drains in a coarse-silt base material, Annual Meeting ASAE, Indiana, 1969;
79. Lovell, C.J. and E.G. Youngs 1984. A comparison of steady-state land drainage equations. *Agricultural Water Management* 9, 1, pp. 1-21.
80. Luthin, James N. 1957. *Drainage of Agricultural Lands*. Vol. VII of *Agronomy Monographs*, American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.
81. Maasland, M. 1959. Watertable fluctuations induced by intermittent recharge. *Journal of Geophysical Research* 64, pp. 549-559
82. Man Teodor Eugen, *Studiul rezistentelor hidraulice la drenurile agricole*, Teza de doctorat, IPTVT, 1983;
83. Man T.E., 1977, *Studiul comportarii filtrului de paie de orz la drenajul orizontal inchis*, IPTVT, *Lucrari Tehnico-Stiintifice*, nr. 26, Fasc. Constructii de drumuri si hidrotehnice, Vol. I;
84. Man T.E., M. Man, M. Miloia, 1979, Cercetari de laborator asupra zgurilor de furnal si termocentrala ca material filtrant pentru drenaj, Simpozionul National „Tehnici si metode noi cu implicatii in proiectarea, realizarea si exploatarea sistemelor de I.F., ICITID, ASAS, Bucuresti;
85. Man T.E., 1980, Cercetari comparative privind folosirea geotextilelor in cadrul lucrarilor de drenaj agricol, Simpozionul National „Utilizarea geotextilelor in hidrotehnica, transporturi si alte domenii ale tehnicii constructiilor”, Bucuresti;
86. Man T.E., Szolosi O., 1989, Folosirea deseurilor textile sintetice ca material filtrant si protector la drenajul orizontal inchis, cu tuburi, *Rev. Hidrotehnica* nr. 9;
87. Man T.E., Blenesi-Dima A., 1999, Solutii tehnice privind folosirea materialelor geosintetice in hidroamelioratii, *Analele Universitatii din Oradea, Facultatea de Constructii si Instalatii Hidroedilitare*;
88. Man T.E., Blenesi-Dima A., 1999, Folosirea materialelor geosintetice in lucrarile de hidroamelioratii, Programul Sesiunii de Comunicari Stiintifice „Resursele de mediu si dezvoltarea durabila”, Oradea;
89. Man T.E., Blenesi-Dima A., Stoica F., 2001, Aspecte privind utilizarea materialelor geosintetice in lucrarile de drenaj prezente in diverse lucrari din tehnica constructiilor, Simpozionul cu participare internationala „Imbunatatirile funciare intre prezent si viitor”, Timisoara;
90. Man T.E., Blenesi-Dima A., 2005, Techniques and methods to establish the permeability of the geotextile materials for land reclamation works, *The Annals of USAMVB*, Tom XXXVII, Timisoara;

91. Man T.E., Blenesi-Dima A., 2005, Geotextile materials and technical solution used in construction, Timis Academic Days, IXth Edition, Faculty of Civil Engineering, Timisoara;
92. Man T.E., Blenesi-Dima A., Halbac-Cotoara R., 2006, Studies and researches regarding the permeability of some geosynthetic clay liners (bentonitic geocomposites), International Conference Advanced Composite Engineering Materials (COMAT), Transilvania University of Brasov, Mechanical Engineering Faculty, Brasov;
93. Man E.T., Halbac-Cotoara R.- 2005 - Metode clasice și moderne de proiectare a amenajărilor de drenaje folosite în țara noastră și pe plan mondial, pag. 146 – 154, Buletinul Științific al Universității "Politehnica" Timișoara, Seria Hidrotehnica, Tom. 49 (63), Fasc. 1, ISSN 1224 – 6042, Ed. Politehnica;
94. Manson, P. W. and Blaisdell, F. W. 1956. Energy Losses at Drain Tile Junctions, Agr. Eng. 37:249
95. Nelson W.R., Fiberglass as a filter for closed tile drains, Agr. Eng. 41 (10), 1960;
96. Nitu I., Materiale filtrante pentru drenurile agricole, OIFPCA, Suceava, 1979;
97. Nieuwenhuis G.J.A., Wesselling J., Effect of perforation and filter material on entrance resistance and effective diameter on drainage pipes, ILRI, Publ. No. 5, Wageningen, The Netherlands, 1979;
98. Oosterbaan R.J., A review of the International Drainage Workshop held at Wageningen, 16-21 May 1978;
99. Overtholt V., Fiberglass filter for tile drains, ASAE, Agr. Eng. 40, no. 10, USA, 1959;
100. Pietraru V., Calculul infiltratiilor in lucrarile de imbunatatiri funciare, Ed. Ceres, 1976;
101. Pillsbury A. F. 1967. Observations on T i l e Drain Performance, Journal of the Irrigation and Drainage Division, ASCE, Proceedings Paper 5447, IR3, September 1967.
102. Ritzema H.P., Drainage principles and applications, ILRI Publication 16, Wageningen, 1994;
103. Schmidt, P. and J.N. Luthin 1964. The drainage of sloping lands. Journal of Geophysical Research 69, pp. 1525-1529.
104. Shull H., Laboratory studies of glass fibers filter materials, ASAE, Chicago, 1977;
105. Sisson D.R., Envelope materials – their use in drainage, ASAE, Michigan, 1965;
106. Skaggs, R.W. 1979. Water movement factors important to design and operation of subirrigation systems. ASAE pap. 79-2543, Amer. Soc. Agric. Eng., St. Joseph, MI.
107. Skaggs, R.W. 1980. DRAINMOD reference report. Method for design and evaluation of drainage - water management systems for soil with high water tables. Rep. USDA, Soil Conserv. Serv., ch. 5 and pref.
108. Skaggs, R.W., and Nassehzadeh-Tabrizi. 1986. Design drainage rates for estimating optimum drain spacing. Trans. Amer. Soc. Agric. Eng., Vol. 29(6):1631-1640.
109. Skaggs, R.W., Nassehzadeh-Tabrizi, and R.O. Evans. 1985. Simplified methods for determining subirrigation drain spacings. Amer. Soc. Agric. Eng. pap. no. 85-2054. St. Joseph, MI.
110. Smedema, L.K. and D.W. Rycroft 1983. Land drainage : planning and design of agricultural drainage systems. Batsford, London, 376 p.

111. Soil Survey Staff. 1993. Soil survey manual. U.S. Department of Agriculture Handbook No. 18. Natural Resources Conservation Service, U.S. Department of Agriculture. U.S. Government Printing Office, Washington, D. C
112. Soil Survey Staff. 1999. Soil taxonomy, second ed. Agriculture Handbook 436. Natural Resources Conservation Service, US Department of Agriculture. U.S. Government Printing Office, Washington, D. C.
113. Someren C.L. van, The use of plastic drainage pipes in the Netherlands, Cultuurtechnische dienst, Utrecht, 1965;
114. Someren C.L. van, Drainage materials, Synthesis ILRI, Food and agri. Org. Of the United Nations, nr. 9, Rome, 1972;
115. Spangzer, M. G. 1951. Soil Engineering. International Textbook Co., Scranton.
116. Standardul ASAE EP 479;
117. Stoica F., Studii de drenaj pentru stabilirea solutiilor tehnico-economice eficiente de amenajare a terenurilor cu exces de umiditate, Teza de doctorat, UPT, 2001;
118. Terzaghi K., Peck R.B., Soil mechanics in engineering practice, New York, 1968;
119. Thornthwaite, C. W. 1948. An approach to a rational classification of climate. Geographical Review 38:55- 94.
120. Toksöz, S. and D. Kirkham 1961. Graphical solution and interpretation of new drain-spacing formula. Journal of Geophysical Research 66 (2), pp. 509-516.
121. Toksöz, S. and D. Kirkham 1971. Steady drainage of layered soils : theory and nomographs. Journal of the Irrigation and Drainage Division ASCE 97 pp . 1-37.
122. Trafford B.D., The application of synthetic materials to field drainage techniques and practices, Paper R3, 8th ICID Congress, Varna, 1982;
123. Trafford B.D., The theoretical background to the use of gravel as the material on and around field drains, FDEU, Tech. Bul. 72/7, Cambridge, 1972;
124. U.S. Bureau of Reclamation, 1963. Earth Manual. U. S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation.
125. United States Department of Agriculture, Soil Conservation Service. 1971. Drainage of agriculture land. Natl. Eng. Handb., sec. 16, pp. 4-43.
126. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. Eng. Field Handb. (EFH).
127. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. Hydrology tools for wetland determination workbook. National Employee Development Center. p227.
128. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. National Handbook of conservation practices. Practice Standard 606, Subsurface Drain.
129. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, Part 624 Drainage National Engineering Handbook, Chapter 10 Water Table Control, 2001
130. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, Part 650 Engineering Field Handbook, National Engineering Handbook, Water Management (Drainage)
131. United States Department of Agriculture, Soil Conservation Service, National Engineering Handbook, Section 16, Drainage of Agricultural Land;
132. van Bavel, C.H.M. and Don Kirkham. 1948. Field measurement of soil permeability using auger holes. Soil Science Society of America Proceedings, vol. 13, pp. 90-96.

133. Van Beers, W.F.J. 1979. Some nomographs for the calculation of drain spacings. 3rd ed. ILRI Bulletin 8, Wageningen, 46 p.
134. Van Beers, W. F. J. 1958. The Auger Hole Method. Bulletin 1, International Institute for Land Reclamation and Improvement, Wageningen, the Netherlands.
135. Van Hoorn, J.W. 1960. Grondwaterstroming in komgrond en de bepaling van enige hydrologische grootheden in verband met het ontwateringssysteem. Versl. Landbouwk. Onderz. 66 (IO). Pudoc, Wageningen, 136 p.
136. Watts D.C., Luthin J.N., Tests of thick fiber glass for subsurface drains, *Hillgardia* 35(5), 1963;
137. Wesselling, J., Homma, F., Entrance resistance of plastic drain tubes, *Tech. Bul.* 51/1967, Institute for Land and Water Management Research, Wageningen, The Netherlands;
138. Wesselling, J., Homma, F., Hydraulic resistance of drain pipe, *Tech. Bul.* 50/1967, Institute for Land and Water Management Research, Wageningen, The Netherlands;
139. Wesselling, J., Hooghoudt's theory of drainage, *Institut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding*, Wageningen, The Netherlands;
140. Wesselling, J., The effect of using continually submerged drains on drain spacings, *Tech. Bul.* 35, ICW, Wageningen, Netherlands;
141. Wesselling, J., Someren, C.L. van, Drainage materials (The Netherlands) Fourth session of the ECA Working Paper on Water Resources and Irrigation, Tel Aviv, 1970;
142. Wesselling, J., Proceedings of the International Drainage Workshop, ILRI, Publ. 25, Wageningen, Netherlands, 1979;
143. Wesselling, J., Effects of drainfilters in the design of drainage systems, *Research Digest* 1980, ICW, Wageningen, Netherlands;
144. Walczak, R.T, R.R. van der Ploeg, and D. Kirkham 1988. An algorithm for the calculation of drain spacing for layered soils. *Soil Science Society of America Journal* 52, pp. 336-340.
145. Wehry A., David I., Man T.E. - 1982 - Probleme actuale în tehnica drenajului, Ed. Facla, Timișoara;
146. Wehry A., Man T.E., 1978, Cercetari asupra materialelor filtrante de drenaj, Comunicarile sesiunii jubiliare a I.P. Iasi;
147. Wehry A., Man T.E., Buhociu L., 1978, Rezultate preliminare privind unele materiale filtrante pentru drenaj, *Analele ICITID*;
148. Wehry A., Man T.E., 1979, Studii si cercetari privind filtrele drenajelor agricole, *Rev. Hidrotehnica* nr. 7;
149. Wiersma, D. 1984. Soil water characteristic data for some Indiana soils. *Purdue Univ. Agric. Exp. Stn. Bull* 452.
150. Widmoser P., Unele concluzii la teoria afluxului catre tuburile de drenaj (traducere CIDT, Bucuresti, mai 1973), *Wesser unde Boden*, no. 2, 1972;
151. Williardson L.S., Envelope materials, *Drainage for agriculture*, sect. IV (9), ASAE, USA, 1974;
152. Winger R.J., Ryan W.F., Gravel envelope for pipe drains - design paper no. 70-708, *Amer. Soc. Agr.*, Chicago, Illinois, 1970;
153. xxx - 1999 - Studii de drenaj cu propuneri de tuburi de drenaj, materiale filtrante si solutii de drenaj pentru zone cu exces de umiditate în vestul țării (jud. Maramureș), grant nr. 35034, tema 635;
154. xxx - 2002 - Studii de drenaj cu propuneri de tuburi de drenaj, materiale filtrante și solutii de drenaj pentru zone cu exces de umiditate din județul Satu Mare, Grant nr. 33501, Tema 26 ;

155. xxx - 2003 - Studii de drenaj cu propuneri de tuburi de drenaj, materiale filtrante și soluții de drenaj pentru zone cu exces de umiditate din vestul țării, județele: Timiș, Arad, Bihor, Maramureș și Satu Mare, Grant nr. nr. 40535, Tema 6, Cod CNCISIS 519;
156. XXX, Advanced Tile Drainage Topics, Agriculture and Agri-Food Canada, Bio-systems and Agricultural Engineering, University of Minnesota, 2004, www.gov.mb.ca/agriculture/soilwater/soil/pdf/fbg05s05.pdf;
157. XXX, Shaping the Future of Water for Agriculture, A Sourcebook for Investment in Agricultural Water Management, World Bank, Agricultural and Rural Development Department, 2005, 322 pages.
158. Zaslavsky D., Definition of the drainage filter problem, ILRI, Publ. No. 25, Wageningen, The Netherlands, 1979;
159. Zuidema F.C., Scholten J., Model tests on drainage materials, Scientific Departament Smedinghuis, Lelystat, The Netherlands, 1974.
160. XXX - Proiect de Cercetare Stiintifica (Grant nr. 872), Nr. 4004/1995, Tema nr. 13, Studii de drenaj cu propuneri de tuburi de drenaj, materiale filtrante si solutii de drenaj pentru zone cu exces de umiditate din vestul tarii, UPT, Timisoara, 1995.

4. STUDII ȘI SOLUȚII DE DRENAJ EFICIENTE TEHNICO-ECONOMIC REALIZATE PENTRU SUPRAFEȚELE CU EXCES DE UMIDITATE DIN VESTUL ROMÂNIEI. HĂRȚILE EXCESULUI DE UMIDITATE

4.1 Studii și soluții de drenaj eficiente tehnico-economic realizate pentru zonele afectate de exces de umiditate în Vestul României

4.1.1 Județul Caraș-Severin [6, 12]

Județul Caraș – Severin este situat în partea de sud – vest a României (figura 4.1). Suprafața totală este de 851.974 ha, ceea ce reprezintă 3,6 % din teritoriul național și situează județul pe locul trei în ierarhia județelor țării. Suprafața agricolă reprezintă 47 % din suprafața totală a județului. Județul Caraș –Severin la sfârșitul anului 2003 avea o suprafață de 397.332 ha, defalcată pe categorii de folosință astfel (tabelul 4.1):



Fig. 4.1 Harta geografica a județului Caras-Severin [6]

Tabelul 4.1 Categoriile de folosinte a suprafetei agricole din judetul Caras-Severin

SPECIFICARE	TOTAL	Sector majoritar privat	Sector majoritar de stat	% din agricol
AGRICOL	397.332	242.086	155.246	100
Arabil	127.153	124.566	2.578	32
Patrimoniu viticol	771	300	471	0,2
Patrimoniu pomicol	11.724	11.589	135	2,95
Pajiști naturale				
Total :	257.684	105.631	152.053	64,85
Pășuni	182.945	33.314	149.631	46,04
Fînețe	74.739	72.317	2.422	18,81

Rezultă că în județul Caras-Severin ponderea cea mai mare din agricol o reprezintă pajiștile naturale 64,85 % cea ce denotă faptul că județul Caras-Severin este favorabil creșterii animalelor (figurile 4.2, 4.3, 4.4).

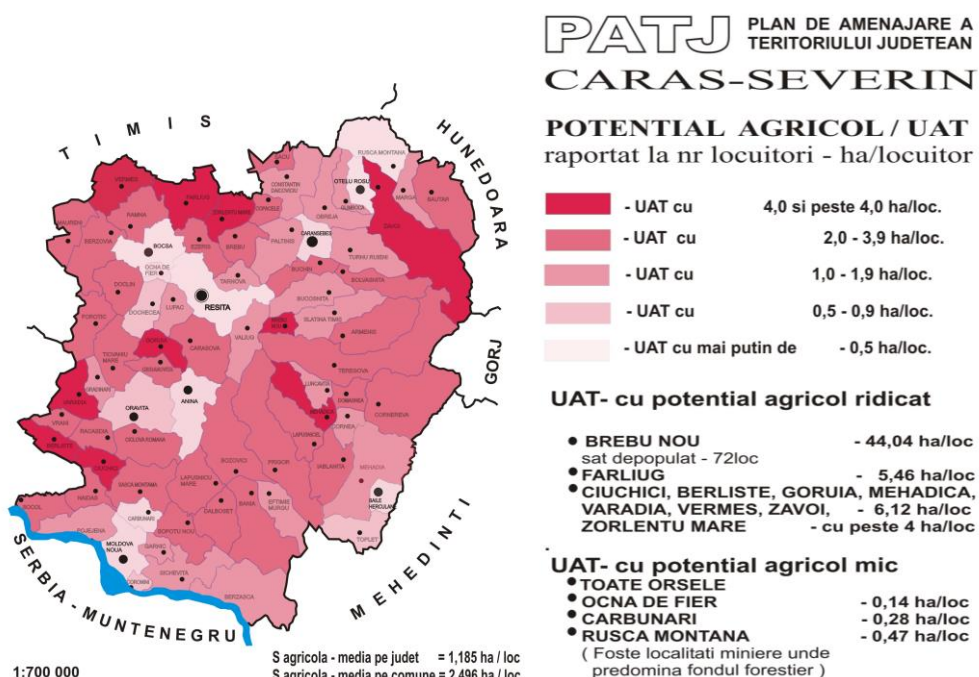


Fig. 4.2 Potentialul agricol / UAT [6]

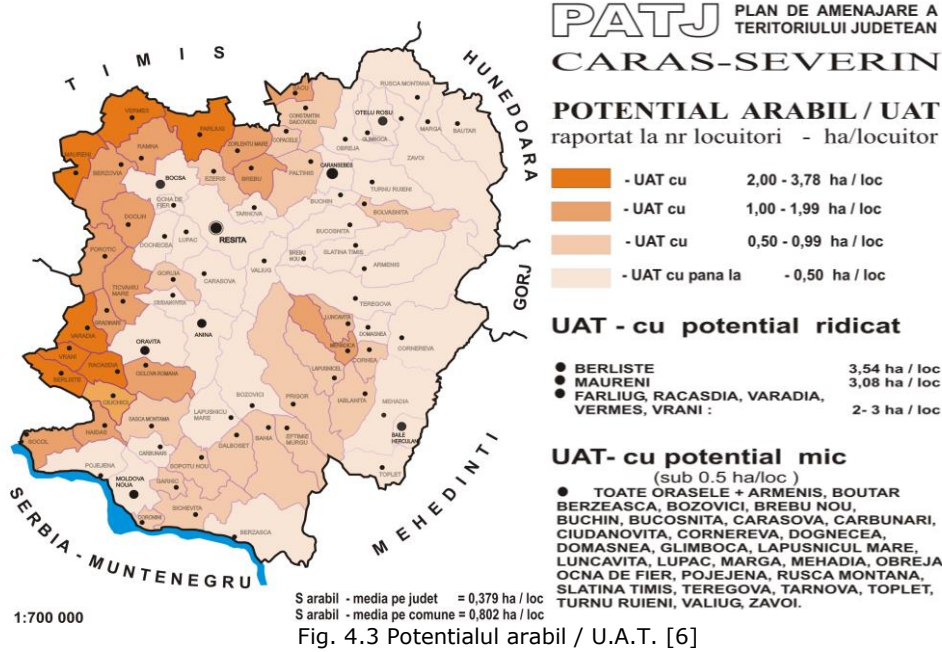


Fig. 4.3 Potentialul arabil / U.A.T. [6]

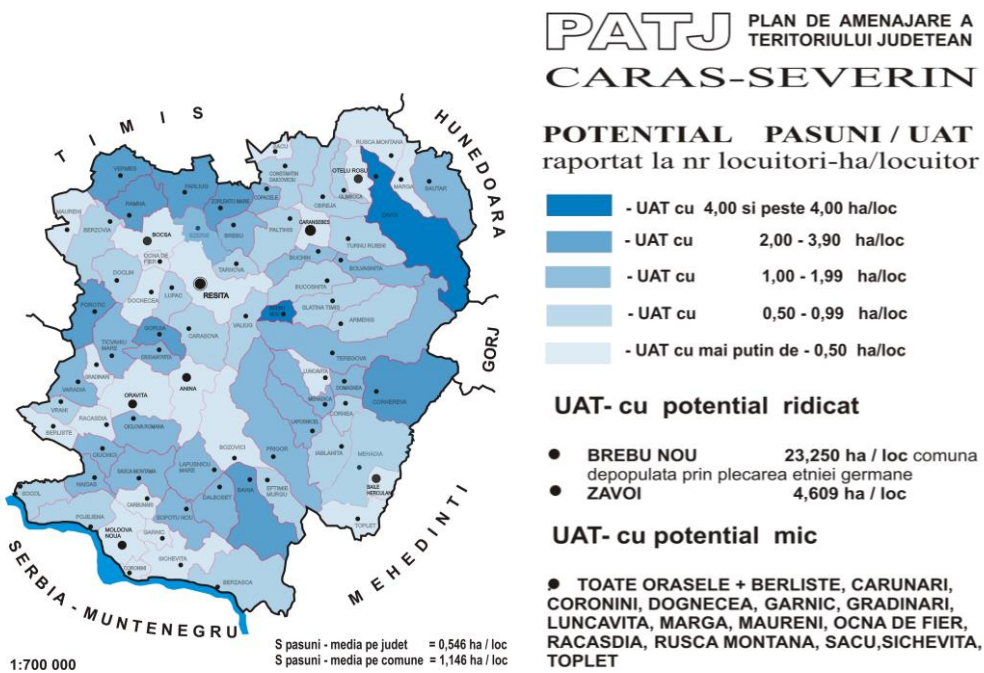


Fig. 4.4 Potential pasuni/ UAT [6]

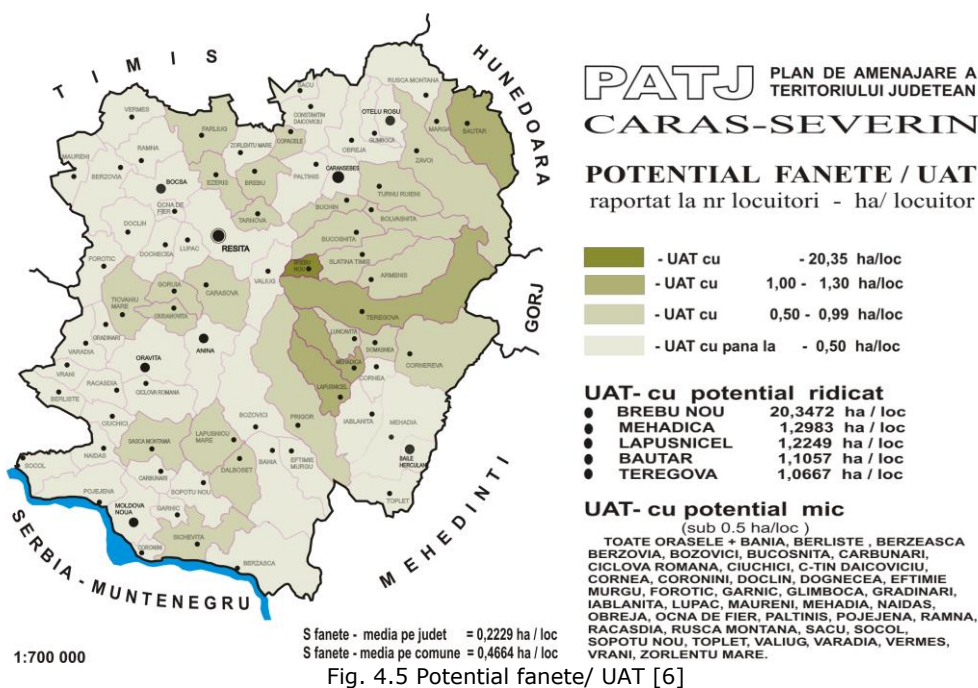


Fig. 4.5 Potential fanete/ UAT [6]

Principalele tipuri de sol în județul Caraș –Severin sunt: Luvisol, Entricombosol, Disticombosol, Aluviosol, Vertosol, Preluvosol (figura 4.6). Analizând încadrarea terenurilor în clase de calitate, situația se prezintă astfel (tabelul 4.2):

Tabelul 4.2 Clase de calitate a solurilor din județul Caraș-Severin [mii ha] [12]

Categ. de folos.	Supr.	Clase de calitate									
		I .		II .		III.		IV.		V.	
		Supr.	NP	Supr.	NP	Supr.	NP	Supr.	NP	Supr.	NP
Arabil	27.1	1.2	81	14.1	67	42.9	50	45.7	33	23.1	15
Pășuni și fânețe	257.6	8.5	86	32.6	70	103.2	52	61.4	35	52.1	17
Vii	0.771	0.01	86	0.1	67	0.5	51	0.1	26	0.02	15
Livezi	11.7	0.06	81	1.2	65	3.86	49	3.9	33	2.6	16

Rezultă că ponderea terenurilor agricole sub aspectul clasei de fertilitate se încadrează în clasa III, IV, și V.

Situația terenurilor arabile pe zone de favorabilitate este următoarea:

1. Suprafața arabilă totală 127.153 ha
- clasa I – de fertilitate (81 puncte) - 1.232 ha
 - clasa II – de fertilitate (67 puncte) - 14.122 ha
 - clasa III - de fertilitate (50 puncte) - 42.929 ha
 - clasa IV - de fertilitate (33 puncte) - 45.720 ha
 - clasa V – de fertilitate (15 puncte) - 23.150 ha

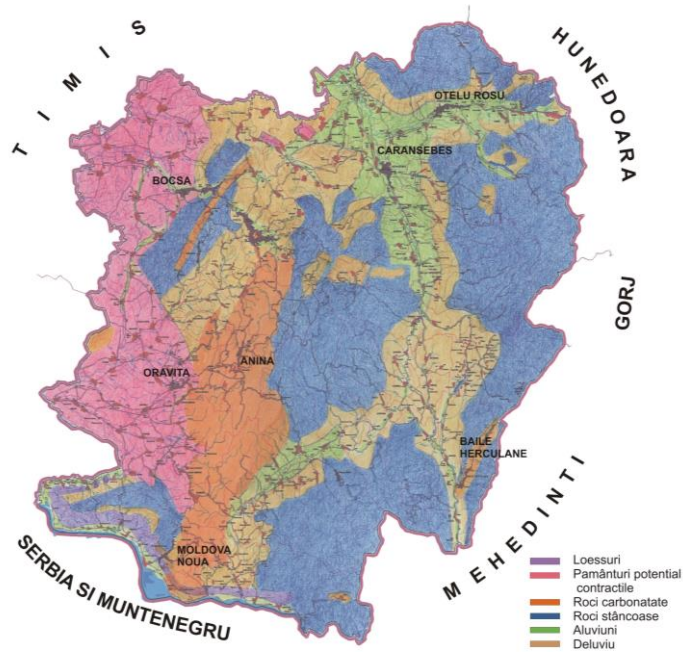


Fig. 4.6 Harta solurilor [6]

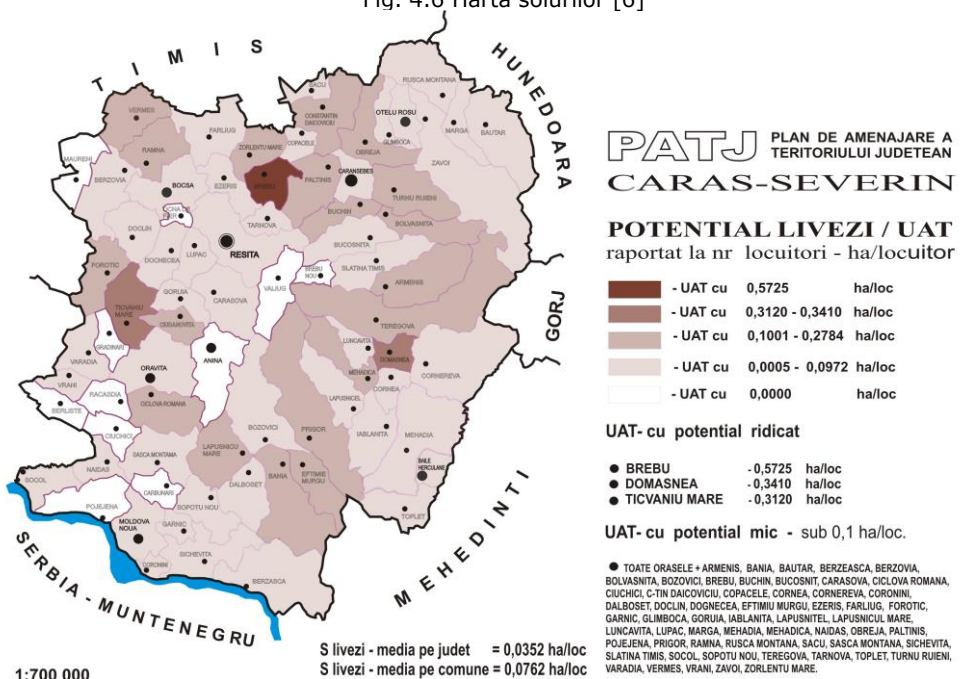


Fig. 4.7 Terenuri amenajate prin lucrări de îmbunătățiri funciare [6]

Potențialul amenajabil prin lucrări de îmbunătățiri funciare a terenurilor din județul Caraș-Severin este:

- la lucrările de desecări potențialul amenajabil este de 121.800 ha, din care:
 - 84.900 ha arabil
 - 33.500 ha pășuni și fânețe
 - 3.100 ha livezi
 - 300 ha vii ;
- la lucrările de combatere a eroziunii solului potențialul amenajabil este de 250.0900 ha, din care:
 - 45.600 ha arabil,
 - 193.200 ha pășuni și fânețe,
 - 10.400 ha livezi
 - 800 ha vii ;
- la lucrări de îndiguiri, potențialul amenajabil este de 28.800 ha.

În prezent în județul Caraș-Severin, sunt amenajate cu lucrări de desecări 28.637 ha, ceea ce reprezintă 23,50% din potențialul amenajabil și 43.910 ha terenuri amenajate antierozional, reprezentând doar 17,54 ha din potențialul amenajabil. [6, 12]

Lucrările de îmbunătățiri funciare au fost proiectate și executate în complex, pe bazine și subbazine hidrografice, corelat cu lucrările de regularizări și îndiguiri ale râurilor ce străbat județul.

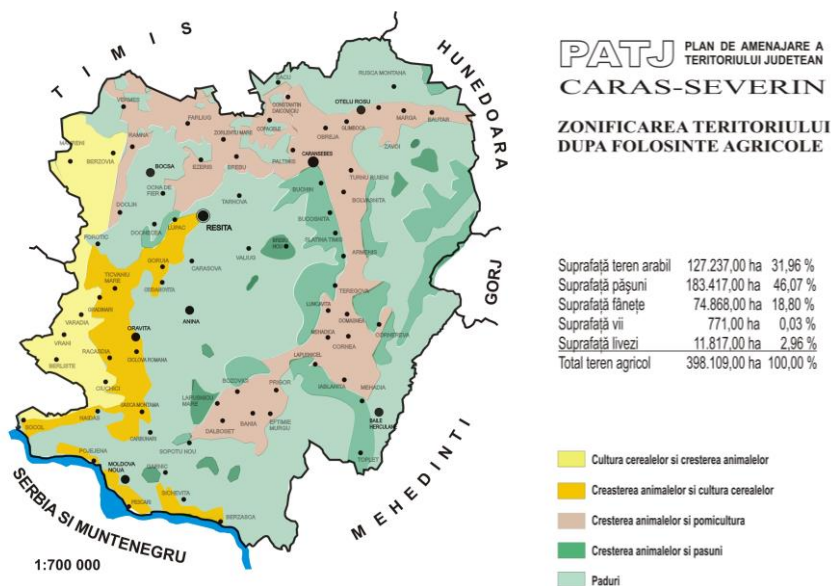


Fig. 4.8 Zonificarea teritoriului dupa folosinte agricole [6]

Tabelul 4.3 Lucrarile de imbunatatiri funciare din judetul Caras-Severin [12]

Denumirea lucrării	Desecare -ha-	C.E.S. -ha-
Amenajare bazin hidr.Caraș – mal stâng zona Greoni-Ticvani	3.234	500
Amenajare bazin hidr.Caraș – mal stâng zona	5.102	1.200

Vrani – Mercina		
Amenajare bazin hidr.Caraș – mal stâng zona Iam – Ciortea	2.304	-
Amenajare bazin hidr.Caraș, subbazin Ciornovăț, zona Forotic – Surduc	281	2.101
Amenajare b.h. Caraș, subbazin Ciornovăț, zona Grădinari-Comorâște	1.085	3.923
Desecare în b.h. Caraș, subbazin Vicinic, zona Iam-Rusova	1.817	-
Combaterea eroziunii solului în b.h.Caraș, subbazin Vicinic, zona Nicolinț – Ciuchici-Macoviște	-	3.200
Combaterea eroziunii solului în bazinul hidrografic Dunăre, zona Moldova Nouă – Belobreșca	-	4.007
Combaterea eroziunii solului în b.h.Caraș, subbazin Vicinic, zona Nicolinț – Ciuchici-Macoviște	970	6.000
Desecare și combaterea eroziunii solului în bazinul hidrografic Bîrzava, zona Bocșa, Șoșdea	4.400	1.100
Combaterea eroziunii solului și desecare în bazinul hidrografic Bîrzava Mijlocie, zona Fizeș – Tirol	251	3.071
Combaterea eroziunii solului și desecare în bazinul hidrografic Bîrzava, zona Bocșa – Biniș – Doclin	1.657	2.500
Desecare ISCIP Berzovia	552	-
Combaterea eroziunii solului și desecare în bazinul hidrografic Pogoniș, zona Vermeș – Valea Pai	1.782	5.000
Combaterea eroziunii solului și desecare în bazinul hidrografic Pogoniș, Zona Tău – Ezeriș	30	400
Combaterea eroziunii solului și desecare în bazinul hidrografic Bistra – Oțelu Roșu	2.885	950
Combaterea eroziunii solului și desecare în bazinul hidrografic Timișul superior, zona Obreja – Iaz-Var	177	939
Combaterea eroziunii solului în bazinul hidrografic Bistra – Poiana Mărului	-	860
Combaterea eroziunii solului în bazinul hidrografic Pogăniș, zona Vermeș	-	826
Amenajare bazin hidrografic Caraș, mal drept, zona Vărădia – Secășeni	2.100	5.755
Combaterea eroziunii solului în bazinul hidrografic Moravița superioară	-	1.578
TOTAL	28.627	43.910

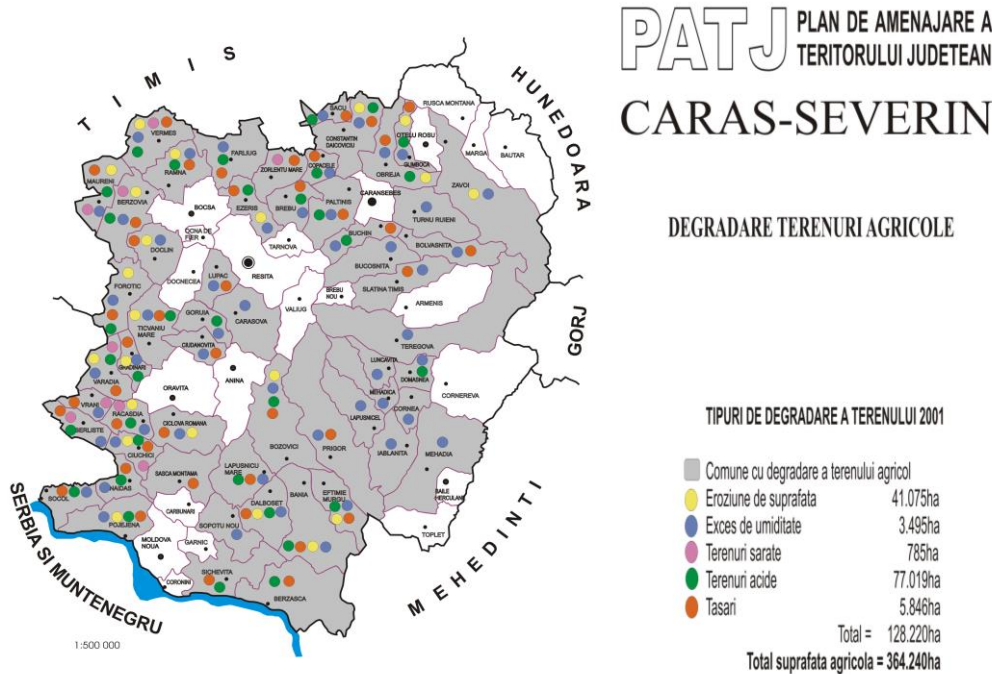


Fig. 4.9. Zonele cu degradari ale terenurilor agricole din judetul Caras-Severin [6]

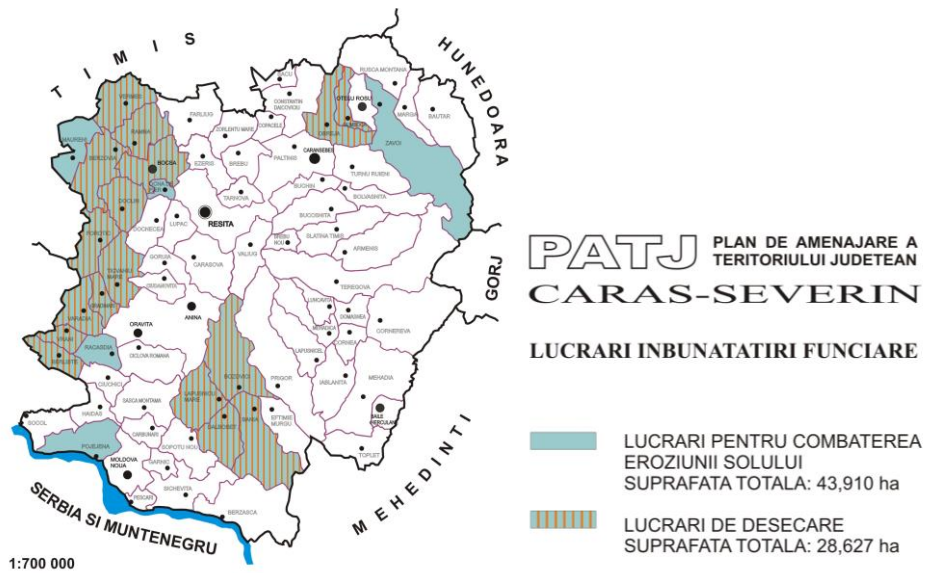
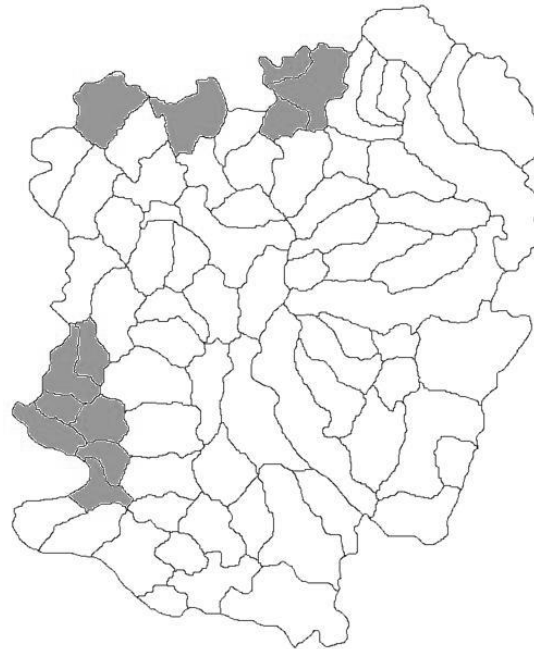


Fig. 4.10 Zonele cu lucrari de imbunatatiri funciare din judetul Caras-Severin [12]



*Harta excesului de umiditate temporar in judetul Caras-Severin
(sursa I.C.P.A)*

Fig. 4.11 Harta excesului de umiditate temporar pentru judetul Caras-Severin (sursa ICPA)

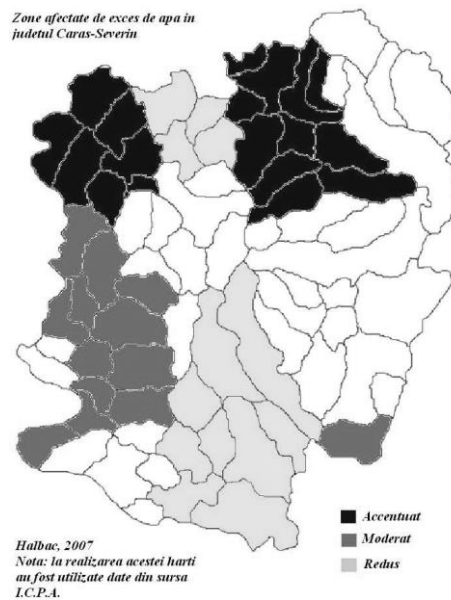


Fig. 4.12 Harta zonelor afectate de exces de apa in judetul Caras-Severin (sursa ICPA)

În județul Caraș- Severin avînd în vedere calitatea solurilor se impun lucrări agropedoameliorative.

În acest scop s-a elaborat 3 studii pentru ameliorarea solului , în com. Naideş pe o suprafață de 60 ha, în comuna Măureni pe o suprafață de 39 ha și în comuna Constantin Daicovici pe o suprafață de 78 ha. De asemenea s-a propus executarea pe 78 ha. de studii pedologice și agrochimice la 8 comune cu soluri acide. Aceste acțiuni vor continua anual. În vederea valorificării superioare a terenurilor neproductive se impune împădurirea acestor terenuri.

4.1.1.1 Amenajarea de desecare-drenaj Caras mal stîng, zona Greoni-Ticvanu Mare, judetul Caras-Severin

Studiile de laborator efectuate in cadrul Universitatii "Politehnica" din Timisoara, Facultatea de Hidrotehnica, Laboratoarele de Stiinta Solului si Irigatii si Drenaje, pentru amenajarea de desecare-drenaj Caras mal drept, zona Greoni – Ticvanu Mare, judetul Caras-Severin cuprind următoarele:

- studiul pedologic al solului din 3 puncte;
- studiul gradului de colmatare efectuat pe standurile avînd drenul asezat orizontal, conform metodologiei prezentată anterior;
- calculul distantei între drenuri pe baza rezultatelor experimentale de laborator conform metodologiei prezentate în capitolele anterioare.

Rezultatele studiului pedologic

Studiul pedologic se referă la 3 puncte de studiu stabilite de beneficiar si anume la:

- Proba 1. Ticvanu Mare
- Proba 2. Pescărie
- Proba 3. Fineată

Tabelul 4.4 Compozitia granulometrică, în %

Nr. Crt.	Locul de recoltare si tipul de sol	Nisip grosier	Nisip fin	Praf I	Praf II	Argilă	Apreciere
		2 – 0,2 mm	0,2 – 0,02 mm	0,02 – 0,01 mm	0,01 – 0,002 mm	<0,002 mm	
1	Ticvanu Mare Luvosol	2,91	49,49	1	29,5	17,1	Luto-nisipos
2	Pescărie Aluviosol	0,72	26,58	10,6	23,8	38,3	Luto-argilos prăfos
3	Fîneată Preluvosol stagnogleic	4,11	32,39	4,6	11,4	47,5	Argilo-lutos

Conductivitatea hidraulică

Calculând valorile medii pe adâncimi de la 0 – 0,5 m si 0,5 – 1 m obtinem:

$$1. \text{ Ticvanu Mare } \frac{2,54 + 1,44}{2} = 1,99m / zi$$

2. Pescărie $\frac{0,32 + 0,26}{2} = 0,29m / zi$

3. Fâneată $\frac{0,12 + 0,03}{2} = 0,07m / zi$

Indicele drenurilor cârtită

1. Ticvanu Mare = 0,09, sol nestabil (1 – 2 luni durata de functionare a drenurilor cârtită)
2. Pescărie = 0,33, drenul cârtită funcționează 4 luni – 1 an
3. Fâneată = 0,46, drenul cârtită funcționează 2 – 3 ani

Indicele microstructural

1. Ticvanu Mare = 0,88 sol nestabil
2. Pescărie = 0,52, sol insuficient de stabil
3. Fâneată = 0,28 sol stabil

Indicele de plasticitate

1. Ticvanu Mare = 18,48 sol nestabil pentru drenul cârtită
2. Pescărie = 32,80 sol stabil pentru drenaj cârtită
3. Fâneată = 58,76 sol stabil pentru drenaj cârtită

Rezultatele experimentale privind stabilirea gradului de colmatare al complexului tub de dren cu diferite materiale filtrante în solul de pe Caras, mal stâng, zona Greoni – Ticvanu Mare, judetul Caras-Severin

Programul experimental a cuprins următoarele variante testate:

A. Proba 1 – Ticvanu Mare

1. Dren plastic polietilenă (D.P.E.) Ø 80mm fără filtru
2. D.P.E. Ø 80mm cu filtru din saci uzati de polipropilenă înfășurati pe tubul de dren
3. D.P.E. Ø 80mm cu filtru din Terasin înfășurat pe tubul de dren

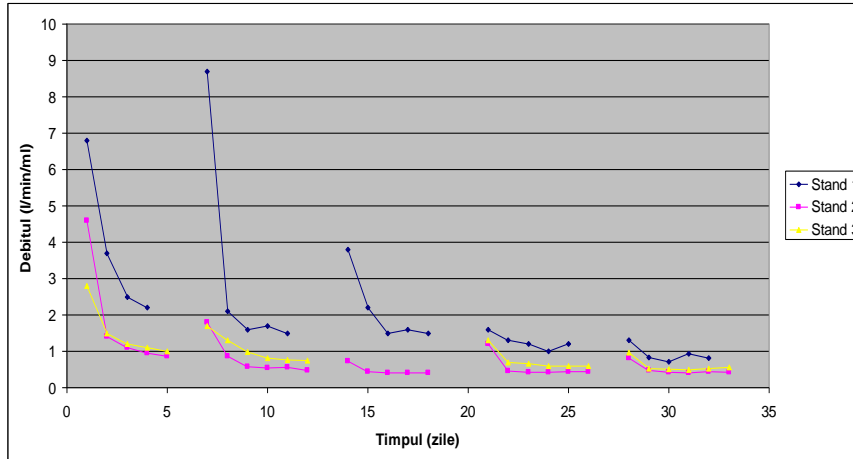
B. Proba 2 – La Pescărie

1. D.P.E. Ø 80mm din saci uzați de polipropilenă înfășurați pe tubul de dren
2. D.P.E. Ø 80mm cu filtru din Terasin înfășurat pe tubul de dren

C. Proba 3 – Fâneată

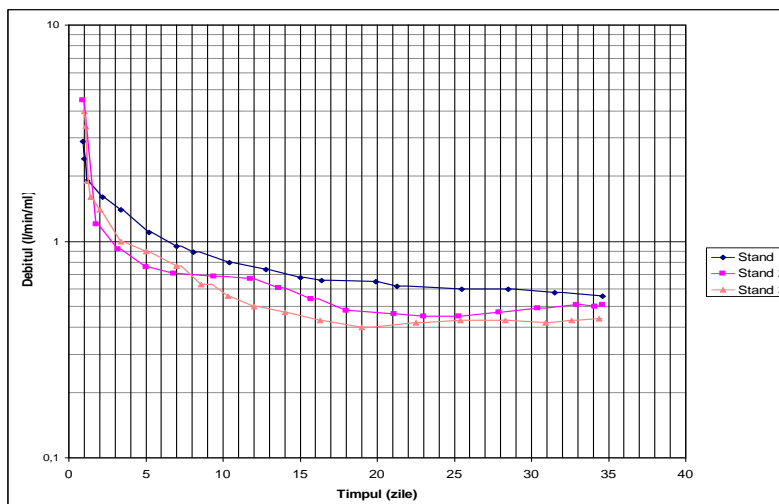
1. D.P.E. Ø 80mm fără filtru
2. D.P.E. Ø 80mm cu filtru din saci uzati de polipropilenă înfășurati pe tubul de dren

Măsurătorile experimentale zilnice efectuate timp de 33 zile, cu perioade de functionare fără apă de 2 zile după fiecare săptămână privind evolutia în timp a debitelor scurse au fost reprezentate grafic (graficele 1, 2, 3, 4 si 5).



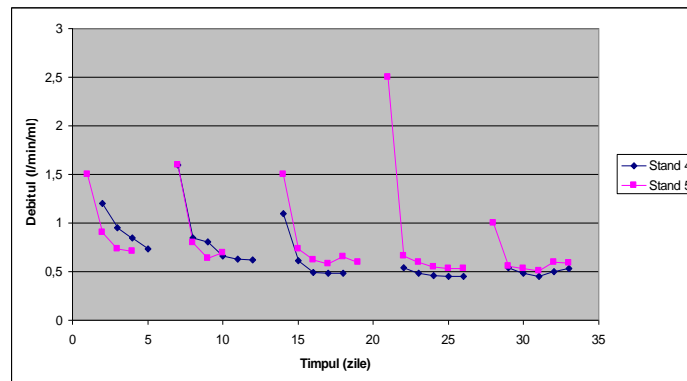
Graficul 1 – Evoluția în timp a debitelor scurse pentru variantele testate din zona Ticvanu Mare

Nr. Stand	Zona si tipul de sol	Material filtrant	Tab dren	qi (l/min/ml)
1	Ticvanu Mare Luvosol	fără filtru	DPE Ø = 80 mm	1,204
2	Ticvanu Mare Luvosol	filtru din saci uzati de polipropilenă înfășurati pe tubul de dren	DPE Ø = 80 mm	2,96
3	Ticvanu Mare luvosol	filtru din Terasin înfășurat pe tubul de dren	DPE Ø = 80 mm	1,5

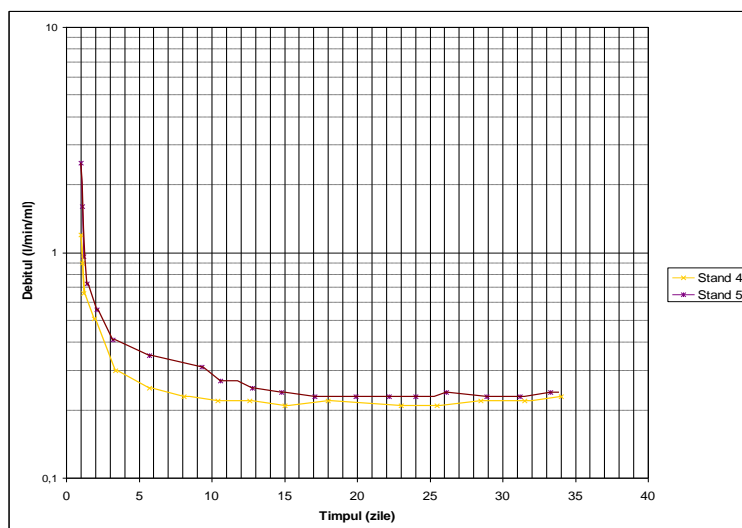


Graficul 2 – Curba înfășurătoare a evoluției debitelor scurse pt variantele testate din zona Ticvanu Mare

Nr. stand	Zona si tipul de sol	Material filtrant	Tub dren	q_i (l/min/ml)	q_c (l/min/ml)
1	Ticvanu Mare Luvosol	fără filtru	DPE \varnothing = 80 mm	1,204	0,22
2	Ticvanu Mare Luvosol	filtru din saci uzati de polipropilenă înfășurati pe tubul de dren	DPE \varnothing = 80 mm	2,96	0,55
3	Ticvanu Mare Luvosol	filtru din Terasin înfășurat pe tubul de dren	DPE \varnothing = 80 mm	1,5	0,52

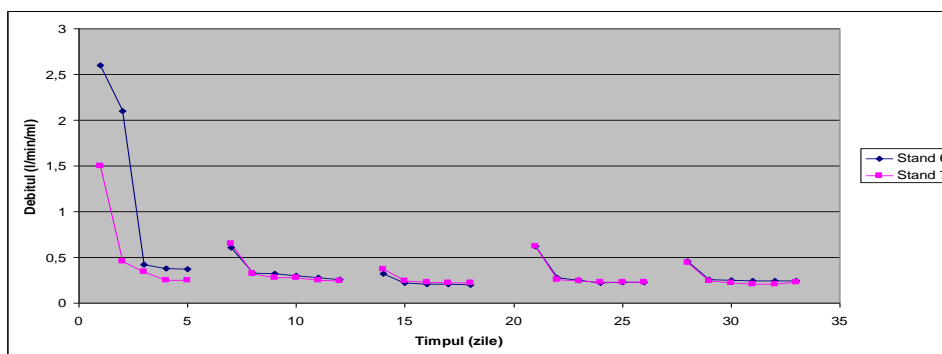
**Graficul 3 – Evoluția în timp a debitelor scurse pentru variantele testate din zona La Pescarie**

Nr. stand	Zona si tipul de sol	Material filtrant	Tub dren	q_i (l/min/ml)
4	La Pescarie Aluviosol	filtru din saci uzati de polipropilenă înfășurati pe tubul de dren	DPE \varnothing = 80 mm	4,65
5	La Pescarie Aluviosol	filtru din Terasin înfășurat pe tubul de dren	DPE \varnothing = 80 mm	6,75



Graficul 4 – Curba înfășurătoare a evoluției debitelor scurse pt variantele testate din zona La Pescarie

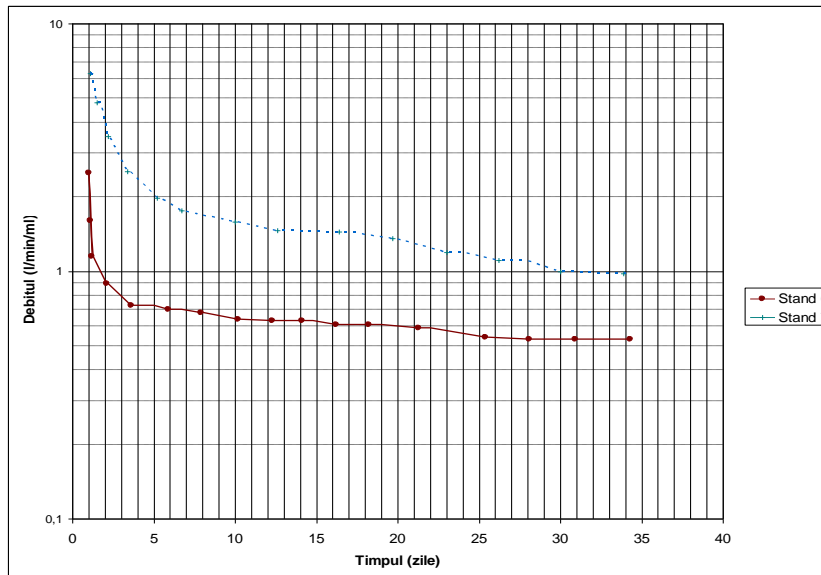
Nr. stand	Zona si tipul de sol	Material filtrant	Tub dren	q_i (l/min/ml)	q_c (l/min/ml)
4	La Pescarie aluviosol	filtru din saci uzati de polipropilenă înfășurati pe tubul de dren	DPE \emptyset = 80 mm	4,65	0,50
5	La Pescarie aluviosol	filtru din Terasin înfășurat pe tubul de dren	DPE \emptyset = 80 mm	6,75	0,51



Graficul 5 – Evoluția în timp a debitelor scurse pentru variantele testate din zona Faneata

Nr. stand	Zona si tipul de sol	Material filtrant	Tub dren	q_i (l/min/ml)
6	Faneata Preluvosol	Fara filtru	DPE \emptyset = 80 mm	2,632

	stagnogleic			
7	Faneata Preluvosol stagnogleic	filtru din saci uzati de polipropilenă înfășurati pe tubul de dren	DPE Ø = 80 mm	4,24



Graficul 6 – Curba înfășurătoare a evoluției debitelor scurse pt variantele testate din zona Faneata

Nr. stand	Zona si tipul de sol	Material filtrant	Tub dren	q_i (l/min/ml)	q_c (l/min/ml)
6	Faneata Preluvosol stagnogleic	Fara filtru	DPE Ø = 80 mm	2,632	0,225
7	Faneata Preluvosol stagnogleic	filtru din saci uzati de polipropilenă înfășurati pe tubul de dren	DPE Ø = 80 mm	4,24	0,42

Pe baza rezultatelor experimentale prezentate în figurile anterioare au fost stabilite valorile debitului initial (q_i), ale debitului final stabilizat după colmatare (q_c) și valorile coeficientului de colmatare.

Parametrii hidraulici ce caracterizează gradul de colmatare în timp al complexului tub de dren, fără filtru și cu filtru pentru cele 3 probe de sol din zona Ticvanu Mare, testate, sunt prezentate în tabelul următor.

Tabelul 4.5 Parametrii hidraulici (q_i , q_c , η , K_{fi} , K_{fc} , C_{eh}) ce caracterizează gradul de colmatare în timp al complexului tub de dren fără filtru și cu filtru, pentru cele 3 probe de sol testate, recoltate de beneficiar din zona Ticvanu Mare, județul Caraș-Severin

Nr. Crt.	Tipul de sol și zona	Tubul de dren și materialul filtrant	Debitul (l/min/s)		Coeficientul de colmatare η_c	K_{sai} (m/zi)	Coeficientul permeabilitate (m/zi)		Coeficientul de eficiență hidraulică C_{eh}
			q_i	q_c			K_{fi}	K_{fc}	
1	P1 – Proba de sol Ticvanu Mare Stand 1	D.P.E. Ø 80 mm fără filtru	1,204	0,22	5,5	1,99	-	-	-
2	P1 – Proba de sol Ticvanu Mare Stand 2	D.P.E. Ø 80 mm cu filtru din saci uzați de polipropilenă (înfăș)	2,96	0,55	5,4	1,99	246,38	45,6	22,9
3	P1 – Proba de sol Ticvanu Mare Stand 3	D.P.E. Ø 80 mm cu filtru din Terasin (înfăș)	1,5	0,52	2,9	1,99	33,5	11,55	5,80
4	P2 – Proba de sol La Pescărie Stand 4	D.P.E. Ø 80 mm cu filtru din saci uzați de polipropilenă (înfăș.)	4,65	0,50	9,3	0,29	246,38	26,5	91,4
5	P2 – Proba de sol La Pescărie Stand 5	D.P.E. Ø 80 mm cu filtru din Terasin (înfăș.)	6,75	0,51	13,2	0,29	33,5	2,53	8,72
6	P3 – Proba de sol Fâneată Stand 6	D.P.E. Ø 80 mm fără filtru	2,632	0,225	11,7	0,07	-	-	-
7	P3 – Proba de sol Fâneată Stand 7	D.P.E. Ø 80 mm cu filtru din saci uzați de polipropilenă (înfăș)	4,24	0,42	10,1	0,07	246,38	24,4	348,5

Din tabel se observă că:

- valorile coeficientului de eficiență hidraulică $C_{eh} \gg 1$ pentru toate variantele de materiale testate pe cele 3 probe de sol arata un efect foarte favorabil al filtrului din saci uzați de polipropilenă și efect bun spre foarte bun al filtrului din terasin.

Pentru stabilirea definitivă a doluției de drenaj pentru această amenajare, aceste rezultate trebuie completate și coroborate cu rezultatele calculului distanței între drenuri care va hotărî soluția tehnico-economică.

Calculul distanței între drenuri

Conform profilului de calcul din figura de la capitolul 4 au fost analizate mai multe variante posibile de tuburi de drenaj și materiale filtrante asupra cărora s-au efectuat studii de laborator, rezultatele calculului sunt date în tabelul următor.

Din analiza tabelului nr. 4.6 rezultă că în zona punctului de recoltare a probei de sol nr. 1 Ticvanu Mare soluția tehnico-economică este varianta cu dren de plastic riflat de 5 cm și filtru din saci uzați de polipropilenă $\delta = 0,6$ cm, cu drenuri la distanța $L = 44$ m și investiția apreciată la 3814 lei/ha. Lungimea drenului va fi funcție de utilajul de spălare a tubului până la 200 m. Panta de pozare este de 0,2 % și adâncimea medie de pozare a drenului va fi 1,2 m.

În zona punctului de recoltare a probei de sol nr. 2, la Pescărie, rezultă din tabelul nr. 10 o distanță între drenuri de 13-14 m cu o investiție specifică mare, variantă ce nu se recomandă, fiind necesară proiectarea unui drenaj încrucișat cu drenuri colectoare la distanța ce rezultă din grafice de proiectare, nedepășind valoarea de 103 m, afânarea solului pe 0,6 m și drenuri cârțiță la adâncimea de 0,8 m.

În zona punctului de recoltare a probei de sol nr. 3, la Fîneață, rezultă din tabelul nr.10 o distanță exagerat de mică între drenuri, de 4 – 5 m și o investiție specifică exagerat de mare. De asemenea, în această zonă se recomandă drenaj încrucișat cu afânare, drenaj tubular și drenaj cârțiță conform nonogramelor de proiectare, nedepășind distanța între drenurile tubulare în tranșee filtrante de 46 – 86 m în funcție de materialul filtrant folosit. Astfel tranșeea filtrantă va avea în ambele zone Pescărie și Fîneață o protecție de IFS peste tub și apoi material filtrant granular (nisip, balast) pe o adâncime care să pătrundă la **10** cm în stratul de sol afânat.

Lățimea tranșeei este în funcție de utilajul folosit la săpare recomandându-se o lățime de 25 cm. Panta drenului tubular va fi de asemenea 0,2 %.

În zona punctului nr. 1 de recoltare Ticvanu-Mare se propune un drenaj clasic din tuburi de drenuri la distanța de 44 – 45 m în funcție de materialul filtrant folosit sau soluția fără filtru. În celelate două puncte de recoltare a probelor la Pescărie și Fîneață se poate adopta doar soluția de drenaj încrucișat, cu respectarea distanțelor între drenurile cârțiță și drenurile tubulare conform nonogramelor de calcul.

O atenție deosebită trebuie acordată protecției tubului de dren cu IFS sau un geotextil și realizarea tranșeei în așa fel încât să se realizeze o legătură hidraulică cu solul.

Având în vedere studiile pedologice din prezentul studiu pentru punctele 2 și 3 rezultă că în zona Pescărie și Fîneață afânarea adâncă și drenajul cârțiță se va reface anual.

Tabelul 4.6. Rezultatele calculului distantei intre drenuri pentru judetul Caras-Severin

Punct și tip de sol	Variante de material filtrant	Tub de dren		Elementele geometrice ale tubului de dren						Conductivitate hidrolică (m/zi)		Σ ₁ (Σ ₁₁)	q mm / zi	H m	Z m	h m	Cost unit. Lei/ km	Dist între drenuri l/m	Inv. Spec. lei/ha *
		d ₀	d _r	B	n	b	ℓ	K _{sc}	K _{sol}										
										cm									
Județul Caraș-Severin																			
Ticvanu Mare	Sacii uzați din poli-propilenă, δ=0,6 cm	5	6,2	1,1	6	0,5	0,1	45,62	1,99	-0,481	7	3	0,8	0,5	16800	44	3814		
		6,5	7,7	1,1	6	0,5	0,1	45,62	1,99	-0,451	7	3	0,8	0,6	18300	44,5	4113		
		8	9,2	1,2	6	0,5	0,1	45,62	1,99	-0,448	7	3	0,8	0,6	20900	45	4658		
		7/9	10,2	3,3	-	-	0,1	45,62	1,99	1,205	7	3	0,8	0,6	18500	45	4103		
		5	5	1,1	6	0,5	0,1	-	1,99	0,507	7	3	0,8	0,6	16700	44	3830		
		6,5	6,5	1,1	6	0,5	0,1	-	1,99	0,532	7	3	0,8	0,6	17500	44	3987		
	Fără filtru	8	8	1,2	6	0,5	0,1	-	1,99	0,607	7	3	0,8	0,6	19900	45	4464		
		7/9	9	3,3	-	-	0,1	-	1,99	3,973	7	3	0,8	0,6	19400	45	4105		
		5	5,8	1,1	6	0,5	0,1	11,55	1,99	-0,204	7	3	0,8	0,6	20100	44	4578		
		6,5	7,3	1,1	6	0,5	0,1	11,55	1,99	-0,184	7	3	0,8	0,6	20900	44	4709		
		8	8,6	1,2	6	0,5	0,1	11,55	1,99	-0,161	7	3	0,8	0,6	22800	45	5092		
		7/9	9,8	3,3	-	-	0,1	11,55	1,99	1,765	7	3	0,8	0,6	21300	45	4753		
Pescărie	Sacii uzați din poli-propilenă, δ=0,6 cm	5	6,2	1,1	6	0,5	0,1	26,49	0,29	-0,515	7	3	0,8	0,6	16800	13	12690		
		6,5	7,7	1,1	6	0,5	0,1	26,49	0,29	-0,495	7	3	0,8	0,6	18300	14	13474		
		8	9,2	1,2	6	0,5	0,1	26,49	0,29	-0,484	7	3	0,8	0,6	20900	14	15063		
		7/9	10,2	3,3	-	-	0,1	26,49	0,29	1,111	7	3	0,8	0,6	18500	14	13171		
		5	5,8	1,1	6	0,5	0,1	2,53	0,29	-0,294	7	3	0,8	0,6	20100	13	15302		
		6,5	7,3	1,1	6	0,5	0,1	2,53	0,29	-0,234	7	3	0,8	0,6	20900	13,5	15486		
	Fără filtru	8	8,8	1,2	6	0,5	0,1	2,53	0,29	-0,215	7	3	0,8	0,6	22800	14	16522		
		7/9	9,8	3,3	-	-	0,1	2,53	0,29	1,610	7	3	0,8	0,6	21300	14	15237		
		5	6,2	1,1	6	0,5	0,1	24,39	0,07	-0,524	7	3	0,8	0,6	16800	4	38767		
		6,5	7,7	1,1	6	0,5	0,1	24,39	0,07	-0,503	7	3	0,8	0,6	18300	5	40333		
		8	9,2	1,2	6	0,5	0,1	24,39	0,07	-0,493	7	3	0,8	0,6	20900	5	44347		
		7/9	10,2	3,3	-	-	0,1	24,39	0,07	1,087	7	3	0,8	0,6	18500	3	38373		
Fâneață	Sacii uzați din poli-propil., δ=0,6 cm	5	5	1,1	6	0,5	0,1	-	0,07	0,507	7	3	0,8	0,6	16700	4	40283		
		6,5	6,5	1,1	6	0,5	0,1	-	0,07	0,532	7	3	0,8	0,6	17500	4	40126		
		8	8	1,2	6	0,5	0,1	-	0,07	0,607	7	3	0,8	0,6	19900	5	43523		
	Fără filtru	7/9	9	3,3	-	-	0,1	-	0,07	3,973	7	3	0,8	0,6	18400	5	39230		

* - Preturile sunt la nivelul anului 1990

* - Preturile sunt la nivelul anului 1990

4.1.1.2 Concluzii

- Poziționarea geografică a județului Caras-Severin determină decisiv, instalarea unui regim climatic particular a întregii zone apusene a teritoriului țării, supus predominant influenței circulației atmosferice de vest și sud-vest, circulația vestică, cu o frecvență de 45% (în medie 165 zile pe an) aducand mase de aer polar pe perioada rece, sau, mai rar, venind cu mase de aer maritime favorabile instalării iernilor blânde, cu precipitații abundente în majoritate sub formă de ploaie la altitudini joase; - poziționarea geografică a județului, conjugată cu varietatea formelor de relief, operează ca factor compensator față de asperitățile climatice de natură est-europeană, determinând instalarea unui climat tipic, cu o etajare concentrică a izotermelor care se pliază pe formele de relief și, pe cale de consecință, a tuturor parametrilor climatici care sunt derivați din această particularitate; - Situația județului Caraș-Severin, din punct de vedere al fenomenului de aridizare, este una mai bună, numărul comunelor care prezintă aceste fenomen și tendințe climatice fiind mai redus, în mare parte și datorită formelor de relief mai înalte și cu o dispunere mai mare comparativ cu cea a județului Timis. - valorile coeficientului de eficiență hidraulică $C_{eh} \gg 1$ pentru toate variantele de materiale testate pe cele 3 probe de sol arata un effect foarte favorabil al filtrului din saci uzați de polipropilenă și effect bun spre foarte bun al filtrului din terasin; - rezultatele calculului tehnico-economic pentru zona Faneata au aratat o distanță exagerat de mică între drenuri, de 4 – 5 m și o investiție specifică exagerat de mare. Pentru această zonă se recomandă drenaj încrucișat cu afânare, drenaj tubular și drenaj cârtiță conform nonogramelor de proiectare, nedepășind distanța între drenurile tubulare în tranșee filtrantede 46 – 86 m în funcție de materialul filtrant folosit.

4.1.2 Județul Timiș [5, 7]

Suprafața totală agricolă din județul Timiș este de 701.640 ha. Din această suprafață 532.869 ha (75,99%) reprezintă terenul arabil, 125.720 ha (17,91%) pășunile, 29.499 ha (4,20%) fânețele, restul de 1,9% fiind ocupat cu vii, livezi, arbuști și plantații duzi.

Tabelul 4.7 Suprafața amenajată cu lucrări de desecare este de 415 .872 ha din care [7]:

Teren arabil	348.567 ha
Pășuni naturale	53.138 ha
Fânețe naturale	10.430 ha
Vii, pepiniere viticole si hameisti	1.935 ha
Livezi de pomi, pepiniere, arbusti fructiferi	1.802 ha

Tabelul 4.8 Suprafața amenajată pentru irigații este de 5.088 ha, din care [7]:

Teren arabil	4.606 ha	Fânețe naturale	205 ha
Pășuni naturale	182 ha	Livezi de pomi, pepiniere, arbusti fructiferi	95 ha

Drenajul de ansamblu al teritoriului, exprimat prin trei elemente: adâncimea apei freatică, permeabilitatea solului și panta terenului, reprezintă o posibilitate de definire complexă a pretabilității terenurilor pentru anumite folosințe sau a favorabilității acestora pentru anumite plante de cultură. Terenurile agricole sunt apreciate după

măsura în care pot fi folosite în agricultură (gradul de fertilitate). Din acest punct de vedere ele sunt împărțite în mai multe clase (clasa I, II, III, IV, V) de calitate.

Din totalul agricol de 701.640 ha suprafață reală și cartată, terenurile aflate în clasa I de calitate reprezintă 11,4%; terenurile din clasa a II a de calitate reprezintă 25,7%; terenurile din clasa a III a de calitate - 33,7%; terenurile din clasa a IV a de calitate - 21%; terenurile din clasa a V a de calitate - 8,2%. Din Breviarul statistic al județului Timiș pe anul 2005 și din datele furnizate de D.A.D.R., rezultă că din totalul de 532.869 ha terenuri arabile, au fost cultivate 531.362 ha (99,71%), ceea ce denotă o bună pretabilitate a solurilor pentru producția vegetală. Terenurile arabile au fost cultivate în principal cu următoarele culturi: cereale pentru boabe (347.621 ha), leguminoase pentru boabe (1.605 ha), plante uleioase (47.809 ha), plante de nutreț (54.844 ha), cartofi (11.060 ha), legume de câmp (11.029 ha), pepeni (1.140 ha), altele (56.254 ha). Calitatea solurilor este influențată puternic de factorii antropici și mai ales de modul cum se practică agricultura și sunt exploatate pădurile. Factorii de degradare a solurilor sunt: eroziunea, înmlăștinarea, sărăturarea, alunecările de teren, compactarea-distrugerea structurii solului, acidifierea, poluarea chimică cu pesticide, petrol, metale grele, etc. La nivelul județului Timiș s-a identificat o suprafață totală de 71.269,51 ha terenuri grav deteriorate de procese de eroziune naturală și antropică, care au fost constituite în unități de inventariere pentru reconstrucția ecologică. Total suprafețe inventariate: 71.269,51 ha - reprezintă 100%, din care: eroziune de suprafață 16.137,07 ha (22,5%), eroziune de adâncime 3.269,40 ha (4,5%), escavații 201,59 ha (0,3%), depozite și deșeuri 47,40 ha (0,07%), exces de umiditate 5.627,99 ha (7,8%), sărături 14.299,71 ha (20,0%), litosoluri 1.155,46 ha (1,5%), psamosoluri 863,20 ha (1,2%), inundații 23.090,55 ha (32,3%), lipsă drenaj, compactate 7.382,35 ha (10,2%), alunecări active 2804,70÷2763,08 ha.

Solurile cu exces de umiditate ocupă suprafețe compacte în Banat; cauzele excesului de umiditate pot fi interne și externe solului. Suprafețele care sunt afectate de exces de umiditate se mențin și în anii secetoși ca urmare a păstrării în timp a caracteristicilor specifice profilului de sol cu exces de umiditate. Fenomenul poate fi accentuat și de tasarea solului ca urmare a numeroaselor treceri cu utilajele agricole, arături efectuate la aceeași adâncime, prelucrarea solului la o umiditate prea mare. Din totalul suprafeței inventariate, 5627,99 ha sunt afectate de exces de umiditate, reprezentând 7,8%.

Tabelul 4.9 Suprafețe de sol degradate [7]:

Categorii de soluri	Suprafete (ha):	Categorii de soluri	Suprafete (ha):
Cu exces de umiditate	4.427,6	Vertisoluri	400
Escavatii	100,5	Altele (alunecari)	1.724
Saraturate	12.280,2	Psamosol	803
Litosol	1.199	Inundatii	23.235,5
Erodade de ape din care:	13.408,5	Lipsa drenaj, compactate	8.576,7
- cu eroziuni de suprafata semnificative	12.533,5	Total terenuri degradate	66.155
- cu eroziuni de adancime	875		

Pentru ameliorarea stării de calitate a solurilor omul poate interveni prin diferite măsuri pedo-hidro- ameliorative sau agrototehnice ca de exemplu fertilizare, irigare, desecare, terasare, îndiguire, desfundare etc. Reacția solului se corectează cu ajutorul amendamentelor respectiv prin amendare cu calciu pentru solurile acide și prin gipsare pentru solurile alcaline. Este important să se mențină procentul de humus dintr-un sol prin încorporare de materie organică deoarece humusul are și o mare importanță ecologică, prin diminuarea poluării mediului înconjurător cu substanțe xenobiotice. Din complexul de măsuri antierozionale care trebuie aplicate pentru solurile supuse acestui proces amintim ca o verigă importantă organizarea teritoriului, regularizări ale cursurilor de apă, amenajarea versanților, structura culturilor, asolamentele, aplicarea îngrășămintelor, lucrările solului, sisteme de cultură antierozionale (îmierbări, sistemul de cultură în fâșii), împăduriri. Ameliorarea solurilor cu exces de umiditate cuprinde un ansamblu de metode hidroameliorative (desecare, drenaj, îndiguire) și agro-pedoameliorative (afânare adâncă, nivelare, modelare, drenaj). Se dau mai jos câteva exemple: - Perimetrul de ameliorare Făget, trupul Supa, orașul Făget, cu o suprafață de 96,99 ha, ce prezintă degradare cauzată, în cea mai mare parte, de prezența terenurilor sărăturate și acide. Lucrările de ameliorare necesare pentru înlăturarea eroziunii de suprafață excesivă constau în: culturi pe curbele de nivel, sistem de cultură în fâșii, benzi înierbate; excesul de umiditate (permanent) se diminuează prin măsuri pedoameliorative: nivelare, modelare teren, scarificare și canale de desecare pentru colectarea apei. Din complexul de măsuri ce se vor lua pentru ameliorarea terenurilor degradate nu vor lipsi măsurile agrochimice și anume: aplicarea amendamentelor calcaroase pentru corectarea reacției acide. - Perimetrul de ameliorare Brănești, trupul Burău, orașul Făget, cu o suprafață de 120,72 ha, valea este degradată mai ales din cauza prezenței terenurilor sărăturate și acide. Lucrările de ameliorare sunt, în general, aceleași cu cele enumerate la primul exemplu. Măsurile agrochimice constau în aplicarea amendamentelor calcaroase pentru corectarea reacției acide. - Perimetrul de ameliorare Begheiu Mic, dealul Cotul Neamțului, Dealul cu Floricele și hotar Dumbrava, orașul Făget, cu o suprafață de 111,61 ha, degradată în principal din cauza terenurilor sărăturate și acide. Față de lucrările ameliorative amintite la exemplele de mai sus, se vor aplica amendamente calcaroase pentru corectarea reacției acide.



Fig. 4.13 Harta geografica a judetului Timis [5]

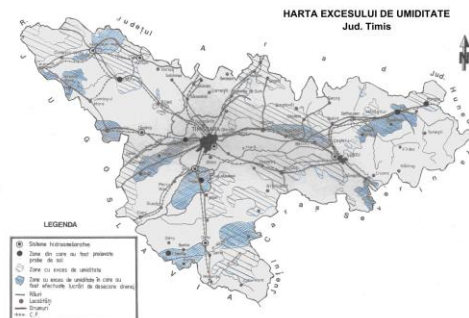


Fig. 4.14 Harta excesului de umiditate a judetului Timis [66]

Tabelul 4.10 Rezultatele calculului distantei intre drenuri pentru judetul Timis

Punct și tip de sol	Variante de material filtrant	Elementele geometrice ale tubului de dren						Conductivitate hidrolică (m/zi)		C _s (C _s #)	q mm / zi	H m	Z m	h m	Cost unit. Lei/ km	Dist între drenuri l/m	Inv. Spec lei/ha
		Tub de dren						K _{tc}	K _{sol}								
		d _o	d _i	B	n	b	ℓ										
Judetul Timiș																	
Margina Aluv.	IFS + ballast 5 cm	5	15,2	1,1	-	-	0,1	1,83	0,1635	-3,444	7	3	0,8	0,6	18600	10	18529
		6,5	16,7	1,1	-	-	0,1	1,83	0,1635	-3,395	7	3	0,8	0,6	20100	10	19725
	Sacii uzați din poli - propilenă ș= 0,6 cm	8	18,2	1,2	-	-	0,1	1,83	0,1635	-3,362	7	3	0,8	0,6	21300	10	20615
		7/9	19,2	3,3	-	-	0,1	1,83	0,1635	0,214	7	3	0,8	0,6	20800	10	19959
	Fără filtru	5	6,2	1,1	6	0,5	0,1	16,56	0,1635	-0,516	7	3	0,8	0,6	16800	9	19236
		6,5	7,7	1,1	6	0,5	0,1	16,56	0,1635	-0,496	7	3	0,8	0,6	18300	9	20208
	Fără filtru	8	9,2	1,2	6	0,5	0,1	16,56	0,1635	-0,486	7	3	0,8	0,6	20900	9	22530
		7/9	10,2	3,3	-	-	0,1	16,56	0,1635	1,108	7	3	0,8	0,6	18500	9	19626
	Fără filtru	5	5	1,1	6	0,5	0,1	-	0,1635	0,507	7	3	0,8	0,6	16700	9	19747
		6,5	6,5	1,1	6	0,5	0,1	-	0,1635	0,532	7	3	0,8	0,6	17500	9	19942
	Fără filtru	8	8	1,2	6	0,5	0,1	-	0,1635	0,607	7	3	0,8	0,6	19900	9	21919
		7/9	9	3,3	-	-	0,1	-	0,1635	3,973	7	3	0,8	0,6	18400	9	19902
Filtex inf. pe tub ș= 0,6	5	6,2	1,1	6	0,5	0,1	19,32	0,355	-0,508	7	3	0,8	0,6	24500	15	16113	
	6,5	7,7	1,1	6	0,5	0,1	19,32	0,355	-0,487	7	3	0,8	0,6	26000	16	16704	
Fără filtru	8	9,2	1,2	6	0,5	0,1	19,32	0,355	-0,476	7	3	0,8	0,6	27000	16	17105	
	7/9	10,2	3,3	-	-	0,1	19,32	0,355	1,132	7	3	0,8	0,6	26700	16	16637	
Fără filtru	5	5,2	1,1	6	0,5	0,1	18,52	0,355	0,0341	7	3	0,8	0,6	17900	15	11996	
	6,5	6,7	1,1	6	0,5	0,1	18,52	0,355	0,0537	7	3	0,8	0,6	19324	15	12603	
Fără filtru	8	8,2	1,2	6	0,5	0,1	18,52	0,355	0,0837	7	3	0,8	0,6	20800	16	13273	
	7/9	9,2	3,3	-	-	0,1	18,52	0,355	2,094	7	3	0,8	0,6	19400	15	12225	
Fără filtru	5	5,2	1,1	6	0,5	0,1	18,52	0,355	0,0341	7	3	0,8	0,6	16700	15	11239	
	6,5	6,7	1,1	6	0,5	0,1	18,52	0,355	0,0537	7	3	0,8	0,6	17500	15	11470	
Fără filtru	8	8,2	1,2	6	0,5	0,1	18,52	0,355	0,0837	7	3	0,8	0,6	19900	16	12732	
	7/9	9,2	3,3	-	-	0,1	-	0,355	3,973	7	3	0,8	0,6	18400	16	11623	
Fără filtru	5	6,2	1,1	6	0,5	0,1	21,15	0,06	-0,524	7	3	0,8	0,6	16800	4	44970	
	6,5	7,7	1,1	6	0,5	0,1	21,15	0,06	-0,503	7	3	0,8	0,6	18300	4	46400	
Fără filtru	8	9,2	1,2	6	0,5	0,1	21,15	0,06	-0,493	7	3	0,8	0,6	20900	4	50882	
	7/9	10,2	3,3	-	-	0,1	21,15	0,06	1,087	7	3	0,8	0,6	18500	4	43969	
Fără filtru	5	5	1,1	6	0,5	0,1	-	0,06	0,507	7	3	0,8	0,6	16700	3/6	46506	
	6,5	6,5	1,1	6	0,5	0,1	-	0,06	0,532	7	3	0,8	0,6	17500	3/6	46236	
Fără filtru	8	8	1,2	6	0,5	0,1	-	0,06	0,607	7	3	0,8	0,6	19900	4	50023	
	7/9	9	3,3	-	-	0,1	-	0,06	1,087	7	3	0,8	0,6	18500	4	43969	

Punct și tip de sol	Variante de material filtrant	Tub de dren	Elementele geometrice ale tubului de dren						Conductivitate hidraulică (m/zi)		S_1 (ζ_H)	q mm / zi	H m	Z m	h m	Cost unit. Lei/ km	Dist între drenuri l/m	Inv. Spec lei/ha
			d_0	d_f	B	n	b	l	K_{fc}	K_{sp}								
Sere Lovrin Cernozom gleizat	Filtex inf. pe tubul de dren $\delta = 0,6$	Ceramic	7/9	9	33	-	-	0,1	-	0,06	3,973	7	3	0,8	0,6	18400	4,1	45023
		Plastic	5	6,2	1,1	6	0,5	0,1	7,15	0,02	-0,5236	7,4	2	1,3	0,6	24500	1,34	182174
			6,5	7,7	1,1	6	0,5	0,1	7,15	0,02	-0,5031	7,4	2	1,3	0,6	26000	1,43	182266
			8	9,2	1,2	6	0,5	0,1	7,15	0,02	-0,4934	7,4	2	1,3	0,6	27000	1,50	180222
		Ceramic	7/9	10,2	33	-	-	0,1	7,15	0,02	1,0871	7,4	2	1,3	0,6	26700	1,54	173189
		Plastic	5	15,2	1,1	6	0,5	0,1	1,1	0,02	-3,754	7,4	2	1,3	0,6	18600	1,72	107897
	6,5		16,7	1,1	6	0,5	0,1	1,1	0,02	-3,7018	7,4	2	1,3	0,6	20100	1,77	113550	
	8		18,2	1,2	6	0,5	0,1	1,1	0,02	-3,672	7,4	2	1,3	0,6	21300	1,81	117449	
	Ceramic	7/9	19,2	33	-	-	0,1	1,1	0,02	-0,081	7,4	2	1,3	0,6	20800	1,84	112977	
	Fără filtru	5	5	1,1	6	0,5	0,1	-	0,02	0,507	7,4	2	1,3	0,6	16700	1,26	131526	
		6,5	6,5	1,1	6	0,5	0,1	-	0,02	0,5316	7,4	2	1,3	0,6	17500	1,36	129013	
		8	8	1,2	6	0,5	0,1	-	0,02	0,6068	7,4	2	1,3	0,6	19900	1,44	139049	
Ceramic	7/9	9	33	-	-	0,1	-	0,02	3,9733	7,4	2	1,3	0,6	18400	1,49	125567		

Concluzii si recomandari

- distanta intre drenuri pentru zonele Margina si Faget ar putea fi marita in conditiile aplicarii unor lucrari de afanare adanca in intregul profil de sol deasupra drenului;
- se recomanda solutia de drenaj cu pozarea tubului de dren la o adancime cuprinsa intre 1 si 1,4 m realizand o transee filtranta cu material filtrant granular pana la limita afanarii;
- pentru zona Folea-Sipet-Cerna solutia de drenaj trebuie sa fie compusa din drenuri tubulare in transee filtranta plus afanare adanca la 60 cm (repetata la 2-3 ani) plus drenaj cartita la 70 cm; distantele se vor calcula functie de textura si conductivitate;
- Pentru zona Lovrin se recomanda afanarea solului pe adancimea de 60 cm, precum si realizarea unei transee filtrante care sa patrunda circa 10 cm in stratul de sol afanat. Afanarea adanca a solului pe 60 cm se impune a fi repetata anual pe o perioada ce urmeaza a fi determinata pe baza comportarii in exploatare.

4.1.3 Județul Arad [1, 8]

Suprafața mare de câmpie a județului Arad, culoarele Mureșului și Crișului Alb, pământurile cu un înalt grad de fertilitate, optimul termic și precipitațiile bogate explică dezvoltarea agriculturii în județ. Nevoile de aprovizionare pentru populație sunt satisfăcute din resurse proprii, totodată alimentează fondul de consum din cinci județe învecinate și asigură exportul de produse cum ar fi: cereale, carne, legume și fructe, vin.

În zonele de câmpie predomină cultura cerealelor și a legumelor; în zona colinară este caracteristică pomicultura și viticultura, "Podgoria Aradului" fiind renumită pentru vinurile sale de colecție (Merlot, Cabernet Sauvignon, Pinot Noir, Cadarcă). Zona de munte este profilată pe zootehnie.

Terenurile agricole se regăsesc cu precădere în zona de câmpie și luncă (peste 60%), iar diferența în zona de deal și de munte.

Câmpiile, luncile, terasele și, parțial, piemonturile sunt integrate circuitului agricol (majoritatea ca arabil). Diversitatea culturilor este mare, dar evident predomină cele cerealiere, apoi plantele tehnice, legumele și plantele furajere. Învelișul de sol din cadrul județului Arad reflectă în mod fidel interferența factorilor pedogenetici care, aici în zonă, sunt extrem de variabili și variați. Urmare acestor aspecte, rezultă că în acest spațiu relativ restrâns, se regăsește unul din cele mai diversificate mozaicări de tipuri, subtipuri și varietăți de sol din România. În susținerea acestei afirmații vine și faptul că pe teritoriul județului Arad au fost identificate, în cadrul a șapte clase, 25 tipuri de sol și foarte numeroase subtipuri și varietăți.

Prezentând succint condițiile care determină potențialul agricol natural, trebuie să se remarce faptul că și factorii antropici, voluntari sau involuntari, joacă un rol foarte important, împreună cu cei naturali, în determinarea producțiilor ce se pot obține în județul Arad.

Tabelul 4.11 Structura suprafeței agricole în anul 2004 este prezentată în tabelul următor [8]:

Suprafața totală (ha)	775.409
Suprafața totală agricolă	511.562

Suprafața totală neagricolă	263.847
Păduri și alte terenuri cu vegetație forestieră	212.023
Ape și bălți	13.654
Alte suprafețe	38.170

Tabelul 4.12 Suprafața agricolă pe categorii de folosință [8]

Suprafața totală agricolă (Terenuri agricole) (ha)	511.562
Arabil	348.881
Pășuni	128.077
Fânețe	25.428
Vii	3.605
Livezi	5.571

Pentru urmărirea evoluției fertilității naturale a solurilor sub impactul activității antropice, începând cu anul 1990 s-a instituit sistemul județean de monitoring. Structura solului pe categorii de calitate a fost apreciată în funcție de factorii pedogenetici care concură la stabilirea fertilității solului. Această apreciere s-a putut realiza doar pentru suprafețe agricole și neproductive, pe aceste suprafețe existând studii și date. Totalul acestor suprafețe este de 517.109 ha.

În cadrul județului Arad cea mai mare pondere din totalul suprafeței agricole este ocupată cu soluri din clasa a III-a de calitate (36% respectiv 186.486 ha). Din cadrul acestei clase fac parte soluri afectate de diferiți factori de degradare (exces de umiditate stagnant, argiloiluvieri, salinizare și alcalizare secundară, etc.)

Tabelul 4.13 Repartiția terenurilor pe clase de pretabilitate [8]

Nr. crt.	Clasa de calitate	Suprafața (ha)	Procent din totalul suprafeței agricole (%)
1	I	85.312	16,49
2	II	79.501	15,37
3	III	186.486	36,06
4	IV	94.530	18,28
5	V	71.280	13,80

Terenurile din clasa I și a II-a de calitate ocupă o suprafață de 164.813 ha (adică 31,86 % din totalul suprafeței agricole a județului). Se remarcă ameliorarea calității solurilor din clasele I-a și a II-a de calitate și reducerea sensibilă a calității solurilor din clasele a III-a și a IV-a.

Tabelul 4.14 Soluri degradate – suprafețe [8]

Categoria de soluri	Suprafețe, (ha)
Cu exces de umiditate	138.520
Acide	99.800
Sărăturate	35.080
Nisipoase	5.716

Cu fenomene de secetă	123.220
Cu fenomene de eroziune, din care:	86.320
cu eroziuni de suprafață	82.739
cu eroziuni de adâncime	3.581
Cu fenomene de alunecare	260
Poluate	1.108
TOTAL	576.344

În procesul de dezvoltare economico-socială a județului este foarte important să fie luate în considerare și evaluate amenajările hidroameliorative (irigații, desecări și combaterea eroziunii solului) existente la ora actuală, mai cu seamă că au o pondere însemnată în balanța suprafețelor județului.

În județul Arad lucrările de îmbunătățiri funciare organizate din sisteme hidroameliorative însumează 24.551 ha irigații, 222.394 ha desecări și 10.284 ha amenajări pentru combaterea eroziunii solului.

Prezentăm mai jos suprafețele amenajate cu lucrări de îmbunătățiri funciare pe sisteme hidroameliorative:

Tabelul 4.15 Suprafețele amenajate cu lucrari de imbunatatiri funciare pe sisteme hidroameliorative [8]

Nr.	Denumirea sistemului hidroameliorat iv	Suprafețe amenajate cu lucrări de:							
		Irigații		Desecare gravit.		Desecare pomp.		C.E.S.	
		brut	net	brut	net	brut	net	brut	net
1.	Almaș	-	-	-	-	-	-	121	121
2.	Aranca	-	-	1920	1836	3897	3670	-	-
3.	Bodești	-	-	-	-	-	-	900	900
4.	Budier	-	-	7400	7077	12916	12165	-	-
5.	Cermei	242	240	-	-	-	-	-	-
6.	Cermei Taut	-	-	1822	1743	3102	2922	1097	1097
7.	Chișer Poșanier	-	-	6200	5930	10808	10180	-	-
8.	Chisindia	-	-	-	-	-	-	703	703
9.	Chisindia Buteni	131	-	131	-	-	-	-	-
10.	Ghizdia	-	-	-	-	-	-	324	324
11.	Cigher	-	-	3705	3543	6197	5837	-	-
12.	Colector Oradea	-	-	150	143	267	252	-	-
13.	Crac-Nădlac	-	-	3428	3279	8676	8171	-	-
14.	Crișul Alb	-	-	-	-	-	-	4420	4420
15.	Fântânele-Șagu	7150	6920	-	-	-	-	-	-
16.	Gut	-	-	3809	3643	-	-	-	-
17.	Hanios-Vârșand	-	-	196	187	24178	22773	-	-
18.	Ier-Arad Frontieră	-	-	12200	11668	20718	19514	-	-
19.	Ineu Bocșig	-	-	950	909	-	-	-	-
20.	Morilor	156	156	6000	5738	10836	10206	-	-
21.	Mureș	-	-	-	-	-	-	1987	1987
22.	Mureș mal drept	-	-	8800	8416	4810	4530	-	-
23.	Mureșel-Ier	3095	3033	-	-	-	-	-	-
24.	Mustești	-	-	-	-	-	-	732	732
25.	Neudorf	962	910	-	-	-	-	-	-
26.	Păuliș	4193	3962	-	-	-	-	-	-
27.	Pil-Vârșand	-	-	1020	976	2382	2244	-	-
28.	Pereg	862	8394	-	-	-	-	-	-

240 Studii si solutii de drenaj eficiente tehnico-economic - 4

		2							
29.	Teuz	-	-	25851	24724	29929	28182	-	-
30.	Tiganca	-	-	64	61	-	-	-	-
31.	Vinga	-	-	50	48	113	113	-	-
	TOTAL	24551	23746	83565	79921	138829	130759	10284	10284



Fig. 4.15 Harta geografica a judetului Arad [8]

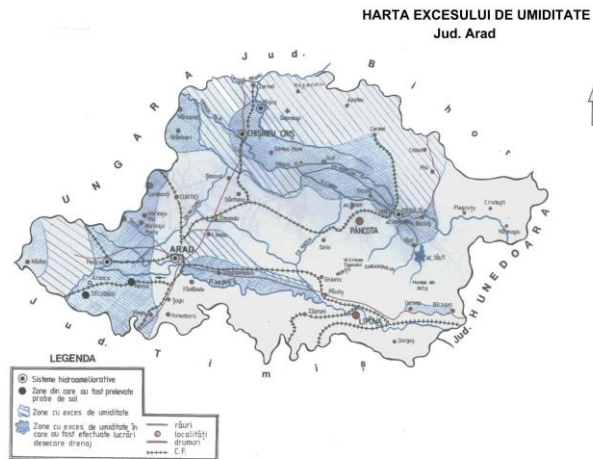


Fig. 4.16 Harta excesului de umiditate a judetului Arad [66]

În condițiile unei exploatări diversificate a solurilor, atât din punct de vedere al agenților economici, al culturilor cât și al tratamentelor aplicate, probabilitatea producerii de dezechilibre, cu toate consecințele ce decurg, este mult mai mare decât înainte de anul 1990. Astfel, se consideră ca o primă necesitate funcționarea sistemului de monitoring al calității solurilor bazat pe o rețea de puncte de observație. Anual, pe baza probelor prelevate și a analizelor efectuate, trebuie determinată evoluția diferitelor tipuri de sol, fiind strict necesare recomandările pentru perioada următoare. Este necesară deasemenea asigurarea fondurilor pentru executarea lucrărilor de reconstrucție ecologică de către agenții economici pentru zona haldelor de steril, respectiv de către consiliile locale pentru suprafețele ocupate de deșeuri menajere.

Concluzii si recomandari

- pentru judetul Arad se recomanda drenaj incrucisat acoperit cu balast (nisip grosier) in transee filtranta pana deasupra adancimii de afanare;
- transeea filtranta din filtru granular este necesara pentru toate variantele datorita permeabilitatii mici a solului, avand rolul de a prelua apa din zona afanata (0,5 – 0,6m) si a o conduce spre tubul de dren;
- afanarea solului se impune a fi repetata periodic.

Tabelul 4.16 Rezultatele calculului distanței între drenuri pentru județul Arad

Punct și tip de sol	Variante de material filtrant	Elementele geometrice ale tubului de dren (cm)										Conductivitate hidraulică (m/zi)		ζ ₁ (ζ _r)	q mm / zi	H m	Z m	h m	Cost unit. Lei/km	Dist între drenuri l/m	Inv. Spec lei/ha
		d ₀	d _r	B	n	b	ℓ	K _{rc}	K _{sol}												
		Județul Arad																			
Felnac- Secușigu Trup I Sol aluvial gleizat	Fără filtru	5	5	1,1	6	0,5	0,1	0,10	0,10	0,10	0,10	0,507	7	3	0,8	0,6	16700	5	38219		
		6,5	6,5	1,1	6	0,5	0,1	10,75	0,10	0,10	0,532	7	3	0,8	0,6	17500	5	38944			
		8	8	1,2	6	0,5	0,1	10,75	0,10	0,10	0,607	7	3	0,8	0,6	19900	5	444756			
		7/9	7/9	3,3	1	28,2	0,1	0,10	0,10	3,973	7	3	0,8	0,6	18400	2	113618				
		5	6,2	1,1	6	0,5	0,1	10,75	0,10	-0,517	7	3	0,8	0,6	24500	6	41488				
		6,5	7,7	1,1	6	0,5	0,1	10,75	0,10	-0,496	7	3	0,8	0,6	26000	6	42400				
	IFS infas. + nisip grosier	Fără filtru	8	9,2	1,2	6	0,5	0,1	10,75	0,10	-0,486	7	3	0,8	0,6	27000	6	42473			
			7/9	7/9	10,2	3,3	1	32	0,1	10,75	0,10	1,106	7	3	0,8	0,6	27700	4	72098		
			5	15,2	1,1	6	0,5	0,1	2,25	0,10	-3,638	7	3	0,8	0,6	18600	7	26533			
			6,5	16,7	1,1	6	0,5	0,1	2,25	0,10	-3,589	7	3	0,8	0,6	20100	7	28138			
			8	18,2	1,2	6	0,5	0,1	2,25	0,10	-3,557	7	3	0,8	0,6	21300	7	29306			
			7/9	19,2	3,3	1	60	0,1	2,25	0,10	2,850	7	3	0,8	0,6	20800	2	93265			
Felnac- Secușigu Trup III Sol aluvial gleizat	Fără filtru	5	5	1,1	6	0,5	0,1	0,16	0,16	0,507	7	3	0,8	0,6	16700	7	251362				
		6,5	6,5	1,1	6	0,5	0,1	0,16	0,16	0,532	7	3	0,8	0,6	17500	7	25704				
		8	8	1,2	6	0,5	0,1	0,16	0,16	0,607	7	3	0,8	0,6	19900	7	29339				
		7/9	7/9	3,3	1	28,2	0,1	0,16	0,16	3,973	7	3	0,8	0,6	18400	3	69994				
		5	6,2	1,1	6	0,5	0,1	11,44	0,16	-0,512	7	3	0,8	0,6	24500	9	28519				
		6,5	7,7	1,1	6	0,5	0,1	11,44	0,16	-0,491	7	3	0,8	0,6	26000	9	29335				
	IFS infas. + nisip grosier	Fără filtru	8	9,2	1,2	6	0,5	0,1	11,44	0,16	-0,481	7	3	0,8	0,6	27700	9	29573			
			7/9	7/9	10,2	3,3	1	32	0,1	11,44	0,16	1,119	7	3	0,8	0,6	26700	9	28775		
			5	15,2	1,1	6	0,5	0,1	1,38	0,16	-3,328	7	3	0,8	0,6	18600	10	18812			
			6,5	16,7	1,1	6	0,5	0,1	1,38	0,16	-3,230	7	3	0,8	0,6	20100	10	20023			
			8	18,2	1,2	6	0,5	0,1	1,38	0,16	-3,246	7	3	0,8	0,6	21300	10	20924			
			7/9	19,2	3,3	1	60	0,1	1,38	0,16	0,323	7	3	0,8	0,6	20800	9	23788			
Chişinău Ciş Soloneţ molic	DC Hex φ=100 mm plapurnă	5	5	1,1	6	0,5	0,1	-	0,098	0,594	7	3	0,8	0,6	16700	4,40	38410				
		6,5	6,5	1,1	6	0,5	0,1	3,00	0,098	-0,733	7	3	0,8	0,6	26000	4,81	54054				
		8	8	1,2	6	0,5	0,1	2,33	0,098	-3,504	7	3	0,8	0,8	24600	7,20	34440				
		7/9	7/9	19,2	3,3	1	60	0,1	0,67	0,098	0,414	7	3	0,8	0,6	28000	5,90	47600			

4.1.4 Județul Bihor [2, 9]

Suprafața agricolă a județului Bihor ocupă 499.209 ha, din care:

- arabil – 308412 ha (61,8%);
- pășuni și fânețe – 183125 ha (36,7%);
- vii – 2111 ha (0,4%);
- livezi – 5561 ha (1,1%).

Repartiția terenurilor pe categorii de folosință

Cele mai reprezentative tipuri de sol care au fost cercetate, identificate, delimitate și inventariate pe teritoriul județului Bihor, conform Sistemului Român de Taxonomie a Solurilor 2003, sunt: litosol (LS), regosol (RS), psamosol (PS), aluviosol (PS), entiantrosol (ET), cernoziom (CZ), faeoziom (FZ), rendzină (RZ), eutricambosol (EC), districambosol (DC), preluvosol(EL), luvosol (LV), planosol (PL), prepodzol (EP), podzol (PD), vertosol (VS), stagnosol (SG), gleiosol (GS), soloneț (SL), erodosol (ER).

Capacitate de producție a terenurilor agricole este influențată pe lângă factorii naturali și de cei antropici.

Tabelul 4.17 Calitatea terenurilor din județul Bihor este prezentată pe clase de calitate [9]

Folosința	Suprafața (ha)	CLASA DE CALITATE					
		I	II	III	IV	V	
TOTAL AGRICOL	499209	16949	93225	161016	176597	51422	
ARABIL	308412	16130	84688	100092	80852	26650	
PĂȘUNI + FÂNEȚE	183125	753	7768	57512	92883	24209	
VII	2111	6	161	792	853	299	
LIVEZI	5561	60	608	2620	2009	264	

Factori restrictivi ai calității solurilor

Principalii factori restrictivi ai calității solurilor sunt:

1. *Eroziune în adâncime* – total 2.001 ha, din care :
 - slab 1.258 ha
 - moderat 515 ha
 - puternic 228 ha
2. *Alunecări* – total 2.263 ha, din care :
 - slab 1.661 ha
 - moderat 289 ha
 - puternic 164 ha
 - foarte puternic 89 ha
 - excesiv 60 ha
3. *Sărăturare* – total 39.641 ha, din care :
 - slab 38.341 ha
 - moderat si puternic 1.300 ha
4. *Acidifiere* – total 270.882 ha, din care :
 - slab 129.298 ha
 - moderat 118.716 ha
 - puternic 22.868 ha
5. *Exces de apa de suprafață* – total 61.921 ha, din care :
 - slab 35.761 ha

- moderat 20.836 ha
- puternic 5.229 ha
- 6. *Soluri gleizate* – total 87.062 ha, din care :
 - slab 30.189 ha
 - moderat 36.866 ha
 - puternic 14.251 ha
 - f.puternic 4.872 ha
 - excesiv 884 ha
- 7. *Poluare* prin:
 - excavatii la zi 29 ha
 - halde și depozite 355 ha
 - rezidii petroliere 105 ha



Fig. 4.17 Harta geografica a județului Bihor [9]

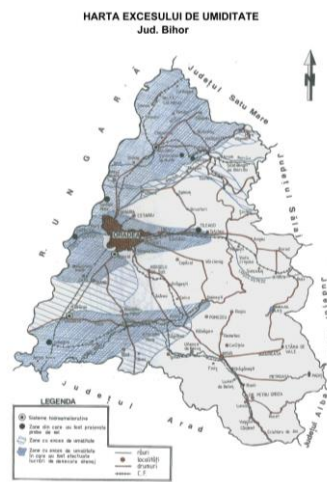


Fig. 4.18 Harta excesului de umiditate a județului Bihor [66]

Tabelul 4.18 Rezultatele calculului distanței între drenuri pentru județul Bihor

Punct și tip de sol	Variante de material filtrant	Tub de dren	Elementele geometrice ale tubului de dren						Conductivitate hidraulică (m/zi)		S^1 (S^1)	q mm / zi	H m	Z m	h m	Cost unit. Lei/ km	Dist între drenuri l/m	Inv. Spec. lei/ha
			d ₀	d _f	B	n	b	ℓ	K _{fc}	K _{sol}								
Tileagd sol aluvial	Fără filtru	Plastic	0,05	0,09	0,011	6	0,005	0,001	0,011	0,011	0,507	7	2	0,8	0,6	16700	0,510	327499
			0,065	0,065	0,011	6	0,005	0,005	0,011	0,011	0,532	7	2	0,8	0,6	17300	0,570	307254
			0,08	0,08	0,012	6	0,005	0,005	0,011	0,011	0,607	7	2	0,8	0,6	19900	0,633	319433
	Filllex δ= 0,6 cm	Ceramic	0,09	0,09	0,33	1	0,2274	0,001	0,011	0,011	3,973	7	2	0,8	0,6	18400	0,675	272663
			0,05	0,062	0,011	6	0,005	0,001	9,728	0,011	-0,525	7	2	0,8	0,6	24500	0,561	436990
			0,065	0,077	0,011	6	0,005	0,001	9,728	0,011	-0,503	7	2	0,8	0,6	25000	0,625	417464
	IFS (inf.) + nisip	Ceramic	0,08	0,092	0,012	6	0,005	0,001	9,728	0,011	-0,495	7	2	0,8	0,6	27000	0,683	395461
			0,09	0,102	0,33	1	0,3204	0,001	9,728	0,011	1,082	7	2	0,8	0,6	26700	0,722	369747
			0,05	0,152	0,011	6	0,005	0,001	1,517	0,011	-3,800	7	2	0,8	0,6	18600	0,919	203239
Tileagd sol aluvial	IFS (inf.) + nisip	plastic	0,065	0,167	0,011	6	0,005	0,001	1,517	0,011	-3,750	7	2	0,8	0,6	20100	0,972	206720
			0,08	0,182	0,012	6	0,005	0,001	1,517	0,011	-0,720	7	2	0,8	0,6	21300	1,029	206938
			0,09	0,192	0,33	1	0,6831	0,001	1,517	0,011	-0,125	7	2	0,8	0,6	20800	1,067	194991
	Sacii uzați din polipr.	Ceramic	0,65	0,062	0,011	6	0,005	0,001	17,229	0,011	-0,526	7	2	0,8	0,6	16500	0,561	299349
			0,065	0,077	0,011	6	0,005	0,001	17,229	0,011	-0,509	7	2	0,8	0,6	18300	0,623	298630
			0,08	0,092	0,012	6	0,005	0,001	17,229	0,011	-0,469	7	2	0,8	0,6	20900	0,638	306116
	Fără filtru	Ceramic	0,09	0,102	0,33	1	0,3204	0,001	17,229	0,011	1,081	7	2	0,8	0,6	18500	0,722	256192
			0,05	0,05	0,011	6	0,005	0,001	0,03	0,05	0,507	7	2	0,8	0,6	24500	3,4	48791
			0,065	0,065	0,013	6	0,005	0,001	0,03	0,05	0,532	7	2	0,8	0,6	26000	3,6	48424
Cheressig-Santaul Mare-lăcovișta	Fără filtru	PVC	0,08	0,08	0,013	6	0,005	0,001	0,03	0,05	0,607	7	2	0,8	0,6	27700	3,8	52708
			0,09	0,09	0,530	1	0,283	0,001	0,03	0,05	0,607	7	2	0,8	0,6	26700	3,9	47328
			0,05	0,152	0,001	6	0,005	0,001	0,571	0,05	0	7	2	0,8	0,6	18600	4,3	43888
	IFS (inf.) + nisip	plastic	0,065	0,167	0,001	6	0,005	0,001	0,571	0,05	0	7	2	0,8	0,6	20100	4,4	45399
			0,08	0,182	0,012	6	0,005	0,001	0,571	0,05	0	7	2	0,8	0,6	21300	4,5	47207
			0,09	0,192	0,330	1	0,603	0,001	0,571	0,05	0,206	7	2	0,8	0,6	20800	4,6	45558
	Filllex δ= 0,6	PVC	0,09	0,062	0,011	6	0,009	0,001	4,294	0,05	0	7	2	0,8	0,6	24500	3,6	68465
			0,065	0,077	0,011	6	0,009	0,001	4,294	0,05	0	7	2	0,8	0,6	26000	3,7	69485
			0,08	0,092	0,012	6	0,009	0,001	4,294	0,05	0	7	2	0,8	0,6	27000	3,9	69415
Ciumeșghu-lăcovișta	Fără filtru δ= 0	Ceramic	0,09	0,102	0,33	1	0,320	0,001	4,294	0,05	1,113	7	2	0,8	0,6	26700	4,0	67141
			0,05	0,05	0,011	6	0,005	0,001	0,07	0,07	0,507	7	2	0,8	0,6	16700	4,43	37651
			0,065	0,065	0,011	6	0,005	0,001	0,07	0,07	0,532	7	2	0,8	0,6	17500	4,64	37686
	IFS (inf.) + nisip	plastic	0,08	0,08	0,012	6	0,005	0,001	0,07	0,07	0,607	7	2	0,8	0,6	19900	4,81	41308
			0,09	0,09	0,33	1	0,2874	0,001	0,07	0,07	3,973	7	2	0,8	0,6	18400	4,92	37401
			0,05	0,152	0,001	6	0,005	0,001	1,325	0,07	-3,602	7	2	0,8	0,6	18600	5,4	34396
	IFS (inf.) + nisip	plastic	0,065	0,167	0,001	6	0,005	0,001	1,325	0,07	-3,352	7	2	0,8	0,6	20100	5,5	36338
			0,08	0,182	0,001	6	0,005	0,001	1,325	0,07	-3,521	7	2	0,8	0,6	21300	5,5	38116

Punct și tip de sol	Variante de material filtrant $\beta = 5,1$ Filltex $\beta = 0,6$	Tub de dren	Elementele geometrice ale tubului de dren (cm)						Conductivitate hidraulică (m/zi)		ζ_1 (ζ_{II})	q mm/zi	H m	Z m	h m	Cost unit. Lei/km	Dist între drenuri l/m	Inv. Spec lei/ha
			d_0	d_f	B	n	b	ℓ	K_{fc}	K_{sol}								
		Ceramic	0,09	0,192	0,33	1	0,503	0,001	1,325	0,07	0,292	7	2	0,8	0,6	20800	5,04	36839
			0,05	0,062	0,011	6	0,005	0,001	13,119	0,07	-0,521	7	2	0,8	0,6	24500	4,6	53201
		plastic	0,065	0,077	0,011	6	0,005	0,001	13,119	0,07	-0,500	7	2	0,8	0,6	26000	4,78	54338
			0,08	0,092	0,012	6	0,005	0,001	13,119	0,07	-0,492	7	2	0,8	0,6	27000	4,93	54666
		Ceramic	0,09	0,102	0,33	1	0,3204	0,001	13,119	0,07	1,094	7	2	0,8	0,6	26700	5,05	53066

Concluzii

- pentru judetul Bihor se recomanda drenaj incrucisat acoperit cu balast (nisip grosier) in transee filtranta pana deasupra adancimii de afanare;
- transeea filtranta din filtru granular este necesara pentru toate variantele datorita permeabilitatii mici a solului, avand rolul de a prelua apa din zona afanata (0,5 – 0,6m) si a o conduce spre tubul de dren;
- afanarea solului se impune a fi repetata periodic;
- drenurile cartita, cu o stabilitate de pana la 1 an, vor fi executate la distante de 1 – 2m, adancime de 0,6 m si vor fi refacute anual pe baza observatiilor din exploatarea amenajarii.

4.1.5. Județul Satu Mare [3, 10]

Importanța solului ca formațiune naturală și mijloc care asigură baza primară pentru producerea alimentelor și a unor materii prime necesare industriei, scoate în evidență contribuția în satisfacerea cerințelor și serviciilor de bază ale colectivităților umane și importanța lui în determinarea calității mediului de viață și funcționarea continuă, normală a sistemelor mediului înconjurător.

DADR, Comisia Județeană și comisiile locale de fond funciar au acționat pentru punerea în posesie a cetățenilor care au formulat cereri de restituire a terenurilor agricole; până la sfârșitul anului 2005 au fost atribuite 104004 titluri de proprietate, respectiv 99,56% din cele solicitate, restituindu-se 214404 ha respectiv 96,56% din suprafața cerută de proprietari.

Localizarea și definirea în spațiu terestru a fiecărei porțiuni de teren joacă un rol însemnat în determinarea condițiilor ecologice respectiv a vocației unei porțiuni de teren pentru anumite utilități (agricole, silvice, social-economice, etc). Astfel, particularitățile reliefului și condițiile pedoclimatice caracterizează județul printr-o mare diversitate de soluri.

Productivitatea terenurilor agricole ca rezultat al diversității mari a condițiilor fizico-geografice și a însușirilor intrinseci ale solurilor cât și a intervențiilor antropice intervenite la timp, este mult diferită în spațiu de la un areal pedoclimatic la altul.

Tabel 4.19 Repartiția solurilor pe categorii de folosințe [10]

Total suprafață județ (ha)	Total suprafață agricolă (ha)	Din care:			
		Arabil	Vii	Livezi	Pășuni și fânețe
441785	317489	221746	3626	7131	84986

Suprafața agricolă a jud. Satu Mare reprezintă 71,8% din suprafața totală a județului. Terenurile arabile reprezintă 69%; viile reprezintă 1%; livezile 3%, iar pășunile și fânețele 27% din suprafața agricolă a județului.

Datele extrase din studiile pedologice și agrochimice aflate în arhiva O.S.P.A. Satu Mare și preluate conform M.E.S.P. elaborată de I.C.P.A. București, 1987 și a altor acte normative reactualizate clasifică potențialul de producție al terenurilor agricole, pe baza notelor de bonitare naturală în următoarele cinci clase de calitate.

- clasa I – terenuri neafectate de fenomene de degradare
- clasa II – terenuri cu limitări slabe de degradare;

- clasa III , clasa IV și clasa V – terenuri care necesită măsuri de ameliorare complexe.

Din datele furnizate de OSPA Satu Mare, cele 317500 ha teren agricol ale județului Satu Mare aparțin la 10 tipuri principale, prezentate în tabelul 5.2.3. – cernoziomuri, soluri brune, soluri brune luvice, soluri brune acide, luvisoluri albice (podzoluri), soluri hidromorfe, soluri halomorfe (sărăturate), soluri nisipoase-nisipuri (psamosoluri), soluri puternic-excesiv erodate, soluri aluviale (de luncă) – care se diferențiază însă în 58 subtipuri de sol, corepunzătoare la 5 clase.

Tabel 4.20 Tipuri de sol [10]

Nr. crt.	Tipuri de sol	Suprafețe		
		Total	Agricol	Silvic
		mii ha	mii ha	mii ha
1	Cernoziomuri	51860	50000	1860
2	Soluri brune	65071	50200	14871
3	Soluri brune luvice	90852	62750	28102
4	Soluri brune acide	8091	6000	2091
5	Luvisoluri albice (podzoluri)	62312	43100	19212
6	Soluri hidromorfe	66159	60290	5869
7	Soluri halomorfe (sărăturate)	4210	4160	50
8	Soluri nisipoase, nisipuri (psamosoluri)	13258	9000	4258
9	Soluri puternic-excesiv erodate	17875	16500	1375
10	Soluri aluviale (de luncă)	16002	15500	502
	TOTAL	395690	317489	78190

Dintre tipurile de sol prezentate mai sus, singurele soluri care nu reclamă măsuri ameliorative speciale (cu excepția irigației) sunt solurile cernoziomice.

Cele mai puțin productive soluri sunt solurile brune scheletice, din zona de munte, nisipurile, solurile mediu-puternic salinizate și solurile puternic-excesiv erodate. Suprafețe slab productive sunt acoperite cu vegetație forestieră sau cu pajiști naturale.

Principalii factori limitativi ai producției agricole în jud. Satu Mare se prezintă astfel:

- excesul de umiditate freatic și pluvial - afectează 80% din terenurile agricole și este caracteristic întregului județ;
- eroziunea solului prin apă -16.1% - zona Oaş și Codru;
- inundabilitate (temporară și parțială) – 3,5% afectează zona dintre diguri și văile neamenajate;
- terenuri cu alunecări de teren – 7,1% - zona Codru;
- acidifierea moderată și puternică – 66%;
- salinizarea și alcalizarea foarte puternică 1,6%
- rezerva mică de humus și conținutul scăzut în nutrienți din sol;

- volumul edafic redus – 3,1% - zona Codru și Oaș, suprafețe destinate pentru pășunat și împăduriri.

Cele mai diversificate și puternice efecte poluante se exercită asupra solului, vegetației și pânzelor freatice prin tratamentele chimice acumulate de-a lungul anilor.

Din totalul suprafeței agricole a județului, suprafața amenajată pentru desecări este de 232873 ha (73,34% din total suprafață agricolă), în funcțiune 232873 ha (100%) din care în sectorul privat amenajat 211691 ha (90,90% din suprafața județului) și în funcțiune 21990 ha (nr. gospodării 83880).

Suprafața amenajată cu lucrări de desecări și drenaj este de 232873 ha, din care:

- îndiguită și desecată – 157825 ha
- numai desecată – 75048 ha

Din suprafața total amenajată de 232873 ha, evacuarea s-a făcut gravitațional și prin pompare pe 137978 ha și numai gravitațional pe 94895 ha.

În cadrul suprafețelor amenajate pentru desecare, lucrările de drenaj cuprind o suprafață de 8312 ha.

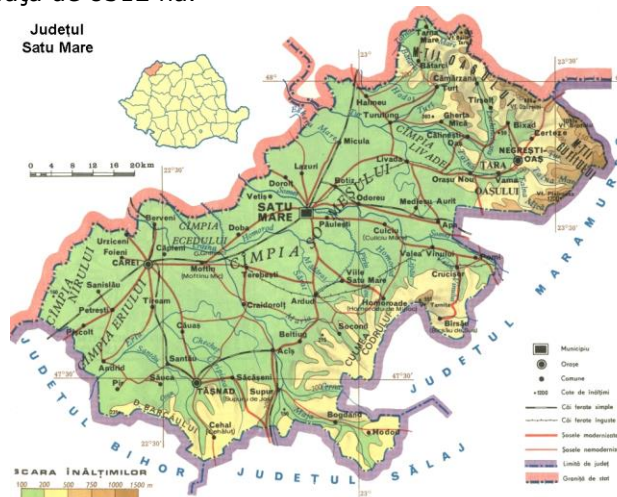


Fig. 4.19 Harta geografică a județului Satu Mare [10]

Concluzii

- Soluția de drenaj pentru toate amenajările de drenaj studiate având soluri grele $K_{sol} < 0,2$ (0,1) m/zi (Doba și Carei - Tiream) este drenajul încrucișat, cuprinzând: - drenaj orizontal închis cu tuburi din plastic rîflat și tranșee filtrant - drenanta din pietris sortat (sau balast, nisip grosier); - drenaj cartita; - afanare adanca;

- în urma calculului tehnic, ca variantele DPE + filtru din Madritex (infășurat) pe tubul de dren, conduc la distanțe corespunzătoare între drenuri (20 - 23 m), însă calculul economic elimină aceste variante deoarece au un pret de cost foarte ridicat;

- Rezultă astfel, în final, ca economice variantele fără material filtrant, care fiind sub 10 m, nu pot fi adoptate tehnic.

- Aceste soluții, având o fundamentare tehnico-economică, le asigură încă de la proiectare o fiabilitate foarte bună în timp cu condiția realizării lor tehnologice corespunzătoare .

Tabelul 4.21 Rezultatele calculului distantei intre drenuri pentru judetul Satu Mare

Punct și tip de sol	Variante de material filtrant	Tub de dren	Elementele geometrice ale tubului de dren (cm)						Conductivitate hidraulică (m/zi)		ζ_1 (ζ_{II})	q mm/zi	H m	Z m	h m	Cost unit. Lei/km	Dist între drenuri l/m	Inv. Spec. lei/ha
			d_0	d_1	B	n	b	ℓ	K_{fc}	K_{sol}								
			Judetul Satu Mare															
Turulung - Gheța Mare Luvosol stagnic	fără filtru	PVC	0,08	-	0,013	6	0,005	0,001	-	0,366	2,294	7	3,0	0,6	0,6	49 750	11	547 250
	Madritex (înășurat)	PVC	0,08	0,09	0,013	6	0,005	0,001	6	0,366	0,122	7	3,0	0,6	75 000	20	1 500 000	
	Madritex (înăș)+ nisip grosier (5 cm)	PVC	0,08	0,19	0,013	6	0,005	0,001	5,27	0,366	-3,795	7	3,0	0,6	90 000	22	1 980 000	
Doba Stagnosol luvic vertic	fără filtru	PVC	0,08	-	0,013	6	0,005	0,001	-	0,0045	2,294	7	2,0	0,5	49 750	0	0	
	Madritex (înășurat)	PVC	0,08	0,09	0,013	6	0,005	0,001	10,8	0,0045	-0,018	7	2,0	0,5	75 000	23	1 725 000	
Carei - Tineam Gleiosol cernic	fără filtru	PVC	0,05	-	0,013	6	0,005	0,001	-	0,078	1,722	7	1,6	0,5	41 750	3	125 250	
	Madritex (înășurat)	PVC	0,05	0,09	0,013	6	0,005	0,001	15,52	0,078	-0,527	7	1,6	0,5	68 750	20	1 375 000	

4.1.6. Județul Maramureș [4, 11]

Învelișul de soluri pe cuprinsul județului Maramureș este variat, el reflectând caracterul complex al factorilor naturali, care condiționează formarea sa. Se remarcă printr-o întindere mai mare următoarele tipuri genetice:

- Soluri brune argilice
- Soluri brune podzolice
- Soluri podzolice argilo-iluviale
- Soluri pseudogleice
- Soluri brune acide
- Andosoluri
- Soluri gleice
- Soluri humico-silicatic
- Litosoluri
- Aluviuni si soluri aluviale
- Regosoluri

Din suprafața totală a județului de 6304,36 km², 49,4% reprezintă suprafața agricolă, 45,9% - pădurile, 0,9% - apele și 3,8% - alte suprafețe. La nivelul județului Maramureș sunt inventariate următoarele suprafețe cu restricții ale calității solurilor:

- terenuri poluate - 30000 ha
- terenuri cu exces de umiditate - 64800 ha
- terenuri acide (pH < 5,8) - 212300 ha
- terenuri sărăturate - 125 ha
- erodate de apă - 170000 ha
- cu eroziuni de suprafață semnificative - 170000 ha
- cu eroziuni de adâncime - 37000 ha
- altele - 2100 ha

Menționăm că există situații în care aceeași suprafață de teren este afectată din mai multe cauze.

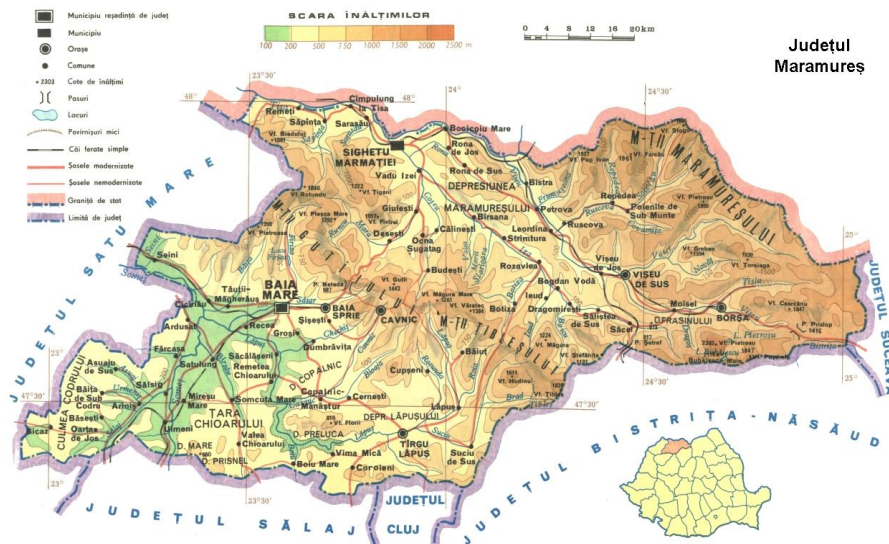


Fig. 4.20 Harta geografică a județului Maramureș [11]

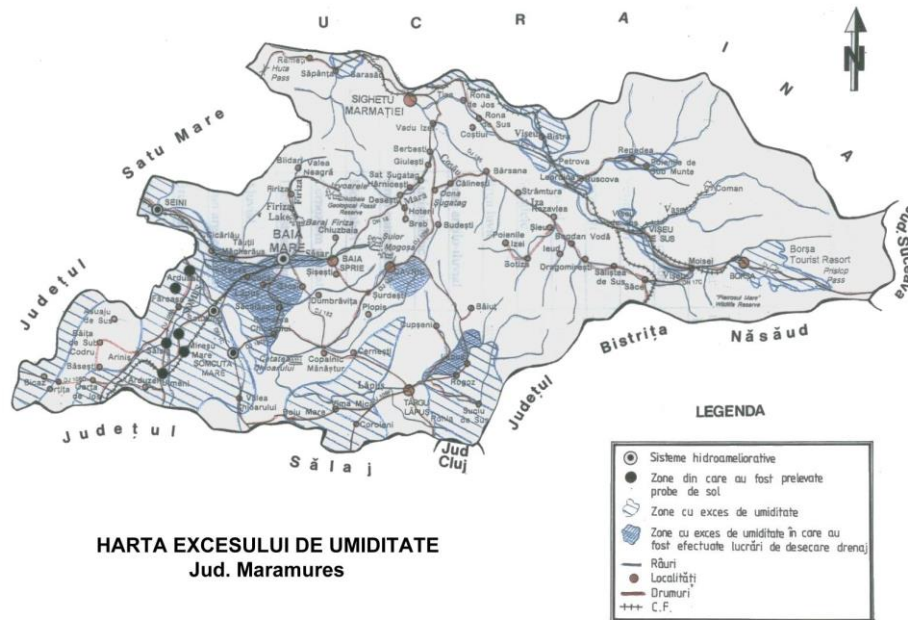


Fig. 4.21 Harta excesului de umiditate a județului Maramureș [66]

Concluzii si recomandari

- pentru județul Maramures, datorita solurilor grele existente, se recomanda drenaj incrucisat acoperit cu balast (nisip grosier) in transee filtranta pana deasupra adancimii de afanare;
- transeea filtranta din filtru granular este necesara pentru toate variantele datorita permeabilitatii mici a solului, avand rolul de a prelua apa din zona afanata (0,5 – 0,6m) si a o conduce spre tubul de dren;
- afanarea solului se impune a fi repetata periodic;
- drenurile cartita, cu o stabilitate de pana la 1 an, vor fi executate la distante de 1 – 2m, adancime de 0,6 m si vor fi refacute anual pe baza observatiilor din exploatarea amenajarii.

Tabelul 4.22 Rezultatele calculului distantei intre drenuri pentru judetul Maramures

Punct și tip de sol	Variante de material filtrant	Elementele geometrice ale tubului de dren						Conductivitate hidraulică (m/zi)		S ₁ (C _{st})	q mm / zi	H m	Z m	h m	Cost unit. Lei/ km	Dist între drenuri l/m	Inv. Spec lei/ha
		d _o	d _r	B	n	b	ℓ	K _{sc}	K _{so}								
Ulmeni Vertisol pseudo-gleizat	fără filtru	0,08	0	0,012	6	0,005	0,001	-	0,3335	0,6967	2,8	0,6	0,6	30600	2	153000	
	balast plastic riflat δ= 0,15	0,08	0,15	0,012	6	0,005	0,001	2,51	0,0335	-0,4870	2,8	0,6	0,6	62900	3	209667	
	Des. textile +balast	0,08	0,15	0,012	6	0,005	0,001	1,105	0,03335	-0,4756	2,8	0,6	0,6	66800	3	222667	
Sălsig brun luvic gleizat	fără filtru	0,08	0	0,012	6	0,005	0,001	0,197	0,197	0,6967	2,5	0,6	0,6	30600	6	510000	
	balast plastic riflat δ= 0,15	0,08	0,15	0,012	6	0,005	0,001	0,764	0,197	-0,3223	2,5	0,6	0,6	62900	7	898500	
	Terasin200 + balast	0,09	0,15	0,330	1	0,754	0,001	1,28	0,497	-0,535	2,5	0,6	0,6	70000	7	100000	
Tamaia brun luvic amflierizat	fără filtru	0,08	0	0,012	6	0,005	0,001	0,0339	0,03392	0,6967	1,7	0,6	0,6	30600	2	153000	
	balast plastic riflat δ= 0,15	0,08	0,15	0,012	6	0,005	0,001	1,286	0,03392	-0,4782	1,7	0,6	0,6	62900	3	209666	
	Des. textile +balast	0,08	0,15	0,012	6	0,005	0,001	0,418	0,03392	-0,4413	1,7	0,6	0,6	66800	3	222666	
Satu-Lung brun eumosoasic molic gleizat	fără filtru	0,08	0	0,012	6	0,005	0,001	0,0946	0,0946	0,6967	2,8	0,6	0,6	30600	3	102000	
	balast plastic riflat δ= 0,15	0,08	0,15	0,012	6	0,005	0,001	1,23	0,0946	-0,441	2,8	0,6	0,6	62900	5	125800	
	Terasin200 + balast	0,09	0,15	0,330	1	0,754	0,001	0,99	0,0946	-0,5093	2,8	0,6	0,6	70000	5	140000	
Pribilești glic miștinos	fără filtru	0,08	0	0,012	6	0,005	0,001	0,0317	0,03175	0,6967	2,5	0,6	0,6	30600	1	306000	
	balast plastic riflat δ= 0,15	0,08	0,15	0,012	6	0,005	0,001	1,291	0,03175	-0,4794	2,5	0,6	0,6	62900	3	209667	

Punct și tip de sol	Variante de material filtrant	Tub de dren	Elementele geometrice ale tubului de dren						Conductivitate hidraulică (m/zi)		S_1 (S_r)	q mm / zi	H m	Z m	h m	Cost unit. Lei/ km	Dist între drenuri l/m	Inv. Spec. lei/ha
			d_0	d_r	B	n	b	ℓ	K_{rc}	K_{sol}								
Sociu de Jos sol glic	Terasin200 + balast	ceramică	0,09	0,15	0,330	1	0,754	0,001	0,92	0,03175	-0,4821	7	2,5	0,6	0,6	70000	3	233333
	fără filtru	PVC	0,08	0	0,012	6	0,005	0,001	0,095	0,09485	0,6957	7	1,3	0,6	0,6	30900	4	77250
	ballast $\delta=0,15$	PVC	0,08	0,15	0,012	6	0,005	0,001	1,77	0,09485	-0,4525	7	1,3	0,6	0,6	62900	5	125800
Scalaseeni brun eumezobazic gleizat	Terasin200 + balast	ceramică	0,09	0,15	0,330	1	0,754	0,001	1,21	0,09485	-0,5016	7	1,3	0,6	0,6	70000	5	140000
	fără filtru	PVC	0,08	0	0,012	6	0,005	0,001	0,075	0,0759	0,4534	7	2,0	0,6	0,6	30600	3	120000
	ballast $\delta=0,15$	PVC	0,08	0,15	0,012	6	0,005	0,001	1,42	0,0759	-0,560	7	2,0	0,6	0,6	62900	4	167250
	Des. textile + balast	PVC	0,08	0,15	0,012	6	0,005	0,001	0,75	0,0759	-0,4278	7	2,0	0,6	0,6	66800	4	167000

4.2 Tabel centralizator cu rezultatele studiilor de drenaj efectuate pentru Vestul României

Tabel 4.23

Punct și tip de sol	Variante de material filtrant	Tub de dren	Elementele geometrice ale tubului de dren						Conductivitate hidraulică (m/zi)		S_1 (S_r)	q mm / zi	H m	Z m	h m	Cost unit. Lei/ km	Dist între drenuri l/m	Inv. Spec. lei/ha
			d_0	d_r	B	n	b	ℓ	K_{rc}	K_{sol}								
Ticvanu Mare	Sacii uzați din poli - propilenă $\delta=0,6$ cm	Plastic	5	6,2	1,1	6	0,5	0,1	45,62	1,99	-0,481	7	3	0,8	0,6	16800	44	3814
			6,5	7,7	1,1	6	0,5	0,1	45,62	1,99	-0,451	7	3	0,8	0,6	18300	44,5	4113
			8	9,2	1,2	6	0,5	0,1	45,62	1,99	-0,448	7	3	0,8	0,6	20900	45	4658
	Fără filtru	Plastic	7/9	10,2	33	-	-	0,1	45,62	1,99	1,205	7	3	0,8	0,6	19500	45	4103
			5	5	1,1	6	0,5	0,1	-	1,99	0,507	7	3	0,8	0,6	16700	44	3830
			6,5	6,5	1,1	6	0,5	0,1	-	1,99	0,532	7	3	0,8	0,6	17500	44	3987
			8	8	1,2	6	0,5	0,1	1,99	0,607	7	3	0,8	0,6	19500	45	4464	

Punct și tip de sol	Variante de material filtrant	Elementele geometrice ale tubului de dren										Conductivitate hidraulică (m/zi)		S ₁ (Σr)	q mm / zi	H m	Z m	h m	Cost unit. Lei/km	Dist între drenuri l/m	Inv. Spec. lei/ha
		d ₀	d ₁	B	n	b	ℓ	K _{fc}	K _{sal}												
Pescărie	Ceramic	7/9	9	33	-	-	0,1	-	-	-	1,99	3,973	7	3	0,8	0,5	18400	45	4105		
		5	5/8	1,1	6	0,5	0,1	11,55	1,99	-0,204	7	3	0,8	0,5	20100	44	4578				
	Plastic	6,5	7,3	1,1	6	0,5	0,1	11,55	1,99	-0,184	7	3	0,8	0,5	20900	44	4709				
		8	8,6	1,2	6	0,5	0,1	11,55	1,99	-0,161	7	3	0,8	0,5	22800	45	5052				
	Ceramic	7/9	9,8	33	-	-	0,1	11,55	1,99	1,765	7	3	0,8	0,5	21300	45	4733				
		5	6,2	1,1	6	0,5	0,1	26,49	0,29	-0,515	7	3	0,8	0,5	16800	13	12690				
	Plastic	6,5	7,7	1,1	6	0,5	0,1	26,49	0,29	-0,495	7	3	0,8	0,5	18300	14	13474				
		8	9,2	1,2	6	0,5	0,1	26,49	0,29	-0,484	7	3	0,8	0,5	20900	14	15063				
	Ceramic	7/9	10,2	33	-	-	0,1	26,49	0,29	1,111	7	3	0,8	0,5	18500	14	13171				
		5	5/8	1,1	6	0,5	0,1	2,53	0,29	-0,254	7	3	0,8	0,5	20100	13	15302				
Plastic	6,5	7,3	1,1	6	0,5	0,1	2,53	0,29	-0,234	7	3	0,8	0,5	20900	13,5	15486					
	8	8,8	1,2	6	0,5	0,1	2,53	0,29	-0,215	7	3	0,8	0,5	22800	14	16522					
Ceramic	7/9	9,8	33	-	-	0,1	2,53	0,29	1,610	7	3	0,8	0,5	21300	14	15237					
	5	6,2	1,1	6	0,5	0,1	24,39	0,07	-0,524	7	3	0,8	0,5	16800	4	38767					
Plastic	6,5	7,7	1,1	6	0,5	0,1	24,39	0,07	-0,503	7	3	0,8	0,5	18300	5	40353					
	8	9,2	1,2	6	0,5	0,1	24,39	0,07	-0,493	7	3	0,8	0,5	20900	5	44347					
Fâneață	Ceramic	7/9	10,2	33	-	-	0,1	24,39	0,07	1,087	7	3	0,8	0,5	18500	3	38373				
		5	5	1,1	6	0,5	0,1	-	0,07	0,507	7	3	0,8	0,5	16700	4	40283				
Plastic	6,5	6,5	1,1	6	0,5	0,1	-	0,07	0,532	7	3	0,8	0,5	17500	4	40126					
	8	8	1,2	6	0,5	0,1	-	0,07	0,607	7	3	0,8	0,5	19900	5	43523					
Ceramic	7/9	9	33	-	-	0,1	-	0,07	3,973	7	3	0,8	0,5	18400	5	39230					
	5	15,2	1,1	-	-	0,1	1,83	0,1635	-3,444	7	3	0,8	0,5	18600	10	18529					
Plastic	6,5	16,7	1,1	-	-	0,1	1,83	0,1635	-3,285	7	3	0,8	0,5	20100	10	19715					
	8	18,2	1,2	-	-	0,1	1,83	0,1635	-3,362	7	3	0,8	0,5	21300	10	20615					
Ceramic	7/9	19,2	33	-	-	0,1	1,83	0,1635	0,214	7	3	0,8	0,5	20800	10	19959					
	5	6,2	1,1	6	0,5	0,1	16,56	0,1635	-0,516	7	3	0,8	0,5	16800	9	19236					
Plastic	6,5	7,7	1,1	6	0,5	0,1	16,56	0,1635	-0,496	7	3	0,8	0,5	18300	9	20208					
	8	9,2	1,2	6	0,5	0,1	16,56	0,1635	-0,486	7	3	0,8	0,5	20900	9	22530					
Ceramic	7/9	10,2	33	-	-	0,1	16,56	0,1635	1,108	7	3	0,8	0,5	18500	9	19626					
	5	15,2	1,1	-	-	0,1	1,83	0,1635	-3,444	7	3	0,8	0,5	18600	10	18529					
Plastic	6,5	16,7	1,1	-	-	0,1	1,83	0,1635	-3,285	7	3	0,8	0,5	20100	10	19715					
	8	18,2	1,2	-	-	0,1	1,83	0,1635	-3,362	7	3	0,8	0,5	21300	10	20615					
Ceramic	7/9	19,2	33	-	-	0,1	1,83	0,1635	0,214	7	3	0,8	0,5	20800	10	19959					
	5	6,2	1,1	6	0,5	0,1	16,56	0,1635	-0,516	7	3	0,8	0,5	16800	9	19236					
Plastic	6,5	7,7	1,1	6	0,5	0,1	16,56	0,1635	-0,496	7	3	0,8	0,5	18300	9	20208					
	8	9,2	1,2	6	0,5	0,1	16,56	0,1635	-0,486	7	3	0,8	0,5	20900	9	22530					
Ceramic	7/9	10,2	33	-	-	0,1	16,56	0,1635	1,108	7	3	0,8	0,5	18500	9	19626					
	5	15,2	1,1	-	-	0,1	1,83	0,1635	-3,444	7	3	0,8	0,5	18600	10	18529					
Plastic	6,5	16,7	1,1	-	-	0,1	1,83	0,1635	-3,285	7	3	0,8	0,5	20100	10	19715					
	8	18,2	1,2	-	-	0,1	1,83	0,1635	-3,362	7	3	0,8	0,5	21300	10	20615					
Ceramic	7/9	19,2	33	-	-	0,1	1,83	0,1635	0,214	7	3	0,8	0,5	20800	10	19959					
	5	6,2	1,1	6	0,5	0,1	16,56	0,1635	-0,516	7	3	0,8	0,5	16800	9	19236					
Plastic	6,5	7,7	1,1	6	0,5	0,1	16,56	0,1635	-0,496	7	3	0,8	0,5	18300	9	20208					
	8	9,2	1,2	6	0,5	0,1	16,56	0,1635	-0,486	7	3	0,8	0,5	20900	9	22530					
Ceramic	7/9	10,2	33	-	-	0,1	16,56	0,1635	1,108	7	3	0,8	0,5	18500	9	19626					

Județul Timiș

Punct și tip de sol	Variante de material filtrant	Elementele geometrice ale tubului de dren										Conductivitate hidraulică (m/zi)		C ₁ (C _r)	q mm / zi	H m	Z m	h m	Cost unit. Lei/km	Dist între drenuri l/m	Inv. Spec. lei/ha
		d ₀	d ₁	B	n	b	ℓ	K _{fc}	K _{sal}												
Fieșet aluvial	Fără filtru	5	5	1,1	6	0,5	0,1	-	0,1635	0,507	7	3	0,8	0,6	16700	9	19747	19942	21915		
		6,5	6,5	1,1	6	0,5	0,1	-	0,1635	0,532	7	3	0,8	0,6	17500	9	19942				
		8	8	1,2	6	0,5	0,1	-	0,1635	0,607	7	3	0,8	0,6	19500	9	19942				
	Filtex inf. pe tub δ = 0,6	7/9	9	33	-	-	-	0,1	-	3,973	7	3	0,8	0,6	18400	9	19902	16113	16704		
		5	6,2	1,1	6	0,5	0,1	19,32	0,355	-0,508	7	3	0,8	0,6	24500	15	16113				
		6,5	7,7	1,1	6	0,5	0,1	19,32	0,355	-0,487	7	3	0,8	0,6	26000	16	16704				
	IFS inf. Pe tub	8	9,2	1,2	6	0,5	0,1	19,32	0,355	-0,476	7	3	0,8	0,6	27000	16	17105	16637	17900		
		7/9	10,2	33	-	-	-	0,1	19,32	0,355	1,132	7	3	0,8	0,6	26700	16			16637	
		5	5,2	1,1	6	0,5	0,1	18,52	0,355	0,0341	7	3	0,8	0,6	17900	15	11996				
	Fieșet Cerna -sol aluvial	Fără filtru	6,5	6,7	1,1	6	0,5	0,1	18,52	0,355	0,0337	7	3	0,8	0,6	19324	15	12603	13273	11239	
			8	8,2	1,2	6	0,5	0,1	18,52	0,355	2,094	7	3	0,8	0,6	19400	15	12225			
			7/9	9,2	33	-	-	-	0,1	18,52	0,355	2,094	7	3	0,8	0,6	19400	15			12225
Saci uzași din polipropil. δ = 0,6 cm		5	5,2	1,1	6	0,5	0,1	18,52	0,355	0,0341	7	3	0,8	0,6	16700	15	11239	17500	19900		
		6,5	6,7	1,1	6	0,5	0,1	18,52	0,355	0,0337	7	3	0,8	0,6	17500	15	11470				
		8	8,2	1,2	6	0,5	0,1	18,52	0,355	0,0337	7	3	0,8	0,6	19900	16	12732				
Sere Lovrin Cernoziom Gleizat	Fără filtru	7/9	9,2	33	-	-	0,1	-	0,355	3,973	7	3	0,8	0,6	18400	16	11623	44970	46400		
		5	6,2	1,1	6	0,5	0,1	21,15	0,06	-0,524	7	3	0,8	0,6	16800	4	44970				
		6,5	7,7	1,1	6	0,5	0,1	21,15	0,06	-0,503	7	3	0,8	0,6	18000	4	46400				
	Saci uzași din polipropil. δ = 0,6 cm	8	9,2	1,2	6	0,5	0,1	21,15	0,06	-0,493	7	3	0,8	0,6	20900	4	50882	43969	46236		
		7/9	10,2	33	-	-	-	0,1	21,15	0,06	1,087	7	3	0,8	0,6	18500	4			43969	
		5	5,2	1,1	6	0,5	0,1	21,15	0,06	0,507	7	3	0,8	0,6	16700	3,6	46536				
	Sere Lovrin Cernoziom Gleizat	Fără filtru	6,5	6,5	1,1	6	0,5	0,1	-	0,06	0,532	7	3	0,8	0,6	17500	3,8	46236	50023	182174	
			8	8	1,2	6	0,5	0,1	-	0,06	0,607	7	3	0,8	0,6	19500	4	50023			
			7/9	9	33	-	-	-	0,1	-	3,973	7	3	0,8	0,6	18400	4,1	45023			
		Filtex inf. pe tubul de dren δ = 0,6	5	6,2	1,1	6	0,5	0,1	7,15	0,02	-0,5236	7,4	2	1,3	0,6	24500	1,34	182174	182266	180222	
			6,5	7,7	1,1	6	0,5	0,1	7,15	0,02	-0,5031	7,4	2	1,3	0,6	26000	1,43	182266			
			8	9,2	1,2	6	0,5	0,1	7,15	0,02	-0,4934	7,4	2	1,3	0,6	27000	1,50	180222			
IFS+ nisip δ = 0,6 cm	7/9	10,2	33	-	-	-	0,1	7,15	0,02	1,0871	7,4	2	1,3	0,6	26700	1,54	173189	107897	115550		
	5	15,2	1,1	6	0,5	0,1	1,1	0,02	-3,754	7,4	2	1,3	0,6	18600	1,72	107897					
	6,5	16,7	1,1	6	0,5	0,1	1,1	0,02	-3,7018	7,4	2	1,3	0,6	20100	1,77	115550					
Sere Lovrin Cernoziom Gleizat	IFS+ nisip δ = 0,6 cm	8	18,2	1,2	6	0,5	0,1	1,1	0,02	-3,672	7,4	2	1,3	0,6	21300	1,81	117449	112977	20800		
		7/9	19,2	33	-	-	-	0,1	1,1	0,02	-0,081	7,4	2	1,3	0,6	20800	1,84			112977	

Punct și tip de sol	Variante de material filtrant	Tub de dren	Elementele geometrice ale tubului de dren						Conductivitate hidraulică (m/zi)		Σ I (Σ r)	q mm / zi	H m	Z m	h m	Cost unit. Lei/ km	Dist între drenuri l/m	Inv. Spec. lei/ha
			d ₀	d _r	B	n	b	ℓ	K _{sc}	K _{sol}								
Județul Arad																		
Felnac- Secușigu Trup I Sol aluvial glezat	Fără filtru	Plastic	5	5	1.1	6	0.5	0.1	0.10	0.10	0.507	7	3	0.8	0.6	16700	5	38219
		Plastic plastic	6,5	6,5	1.1	6	0.5	0.1	0.10	0.10	0.532	7	3	0.8	0.6	17500	5	38944
	Fillex δ= 0,6 cm	Plastic	7,9	7,9	1.1	6	0.5	0.1	10.75	0.10	-0.496	7	3	0.8	0.6	26000	6	42400
		Plastic plastic	8	9,2	1.2	6	0.5	0.1	10.75	0.10	-0.486	7	3	0.8	0.6	27000	6	42473
	IFS infas. + nisip grosier	Plastic	5	15,2	1.1	6	0.5	0.1	2.25	0.10	-3.638	7	3	0.8	0.6	18600	7	26533
		Plastic plastic	6,5	16,7	1.1	6	0.5	0.1	2.25	0.10	-3.589	7	3	0.8	0.6	20100	7	28138
	Fără filtru	Plastic	7,9	19,2	1.2	6	0.5	0.1	2.25	0.10	-3.557	7	3	0.8	0.6	21300	7	29306
		Plastic plastic	8	18,2	1.2	6	0.5	0.1	2.25	0.10	-3.557	7	3	0.8	0.6	21300	7	29306
	Fără filtru	Plastic	5	5	1.1	6	0.5	0.1	2.25	0.10	2.830	7	3	0.8	0.6	20800	2	9336,5
		Plastic plastic	6,5	6,5	1.1	6	0.5	0.1	0.16	0.16	0.507	7	3	0.8	0.6	16700	7	25136,2
Fără filtru	Plastic	7,9	7,9	1.1	6	0.5	0.1	0.16	0.16	0.532	7	3	0.8	0.6	17500	7	25704	
	Plastic plastic	8	8	1.2	6	0.5	0.1	0.16	0.16	0.607	7	3	0.8	0.6	19900	7	29339	
Felnac- Secușigu Trup III Sol aluvial glezat	Fillex δ= 0,6 cm	Plastic	5	6,2	1.1	6	0.5	0.1	11.44	0.16	-0.512	7	3	0.8	0.6	18400	3	69994
		Plastic plastic	6,5	7,7	1.1	6	0.5	0.1	11.44	0.16	-0.491	7	3	0.8	0.6	24500	9	26519
IFS infas. + nisip grosier δ= 5,1 cm	DPE φ = 50 mm Fără filtru	Plastic	6,5	9,2	1.2	6	0.5	0.1	11.44	0.16	-0.481	7	3	0.8	0.6	26000	9	29339
		Plastic plastic	7,9	10,2	1.2	6	0.5	0.1	11.44	0.16	-0.481	7	3	0.8	0.6	27700	9	29573
Chişnău Criş Soloneţ molic	DPE φ = 50 mm Fără filtru	Plastic	5	15,2	1.1	6	0.5	0.1	1.38	0.16	-3.328	7	3	0.8	0.6	26700	9	28775
		Plastic plastic	6,5	16,7	1.1	6	0.5	0.1	1.38	0.16	-3.230	7	3	0.8	0.6	18600	10	18812
Chişnău Criş Soloneţ molic	DPE φ = 50 mm Fără filtru	Plastic	7,9	19,2	1.2	6	0.5	0.1	1.38	0.16	-3.246	7	3	0.8	0.6	20100	10	20023
		Plastic plastic	8	18,2	1.2	6	0.5	0.1	1.38	0.16	-3.246	7	3	0.8	0.6	21300	10	20924
Chişnău Criş Soloneţ molic	DPE φ = 50 mm Fără filtru	Plastic	5	5	1.1	6	0.5	0.1	1.38	0.16	0.323	7	3	0.8	0.6	20800	9	23788
		Plastic plastic	6,5	6,5	1.1	6	0.5	0.1	0.098	0.098	0.584	7	3	0.8	0.6	16700	4,40	38410
Chişnău Criş Soloneţ molic	DPE φ = 50 mm Madfillex 400	Plastic	5	5	1.1	6	0.5	0.1	3.00	0.098	-0.733	7	3	0.8	0.6	26000	4,81	54054
		Plastic plastic	6,5	6,5	1.1	6	0.5	0.1	3.00	0.098	-0.733	7	3	0.8	0.6	26000	4,81	54054

Punct și tip de sol	Variante de material filtrant	Tub de dren	Elementele geometrice ale tubului de dren (cm)						Conductivitate hidraulică (m/zi)		C ₁ (C ₁)	q mm / zi	H m	Z m	h m	Cost unit. Lei/ km	Dist între drenuri l/m	Inv. Spec. lei/ha	
			d _o	d _i	B	n	b	ℓ	K _{rc}	K _{sol}									
	DPE φ = 50 mm Madritex-400 Inf. + nisip DC Hex (φ = 100 mm plapună)	Plastic Ceramic	5 7/9	5 19,2	1,1 33	6 1	0,5 0,1	0,1	2,33 0,67	0,098 0,098	-3,504 0,414	7 7	3 3	0,8 0,6	0,8 0,6	24600 28000	7,20 5,90	34440 47600	
Județul Bihor																			
Tilieag sol aluvial	Fără filtru	Plastic	0,05 0,065 0,08	0,09 0,065 0,08	0,011 0,011 0,012	6 6 6	0,005 0,005 0,005	0,001 0,005 0,001	0,011 0,011 0,011	0,011 0,011 0,011	0,507 0,532 0,607	7 7 7	2 2 2	0,8 0,8 0,8	0,6 0,6 0,6	16700 17300 19900	0,510 0,570 0,633	327459 307254 319433	
		Ceramic	0,05 0,065 0,08	0,09 0,077 0,10	0,033 0,011 0,012	6 6 6	0,2274 0,005 0,005	0,001 0,001 0,001	0,011 0,011 0,011	0,011 0,011 0,011	3,973 -0,525 -0,503	7 7 7	2 2 2	0,8 0,8 0,8	0,6 0,6 0,6	18400 24500 25000	0,675 0,561 0,625	272663 456990 417464	
		Ceramic	0,09 0,065 0,08	0,10 0,152 0,182	0,33 0,011 0,012	6 6 6	0,3204 0,005 0,005	0,001 0,001 0,001	0,011 0,011 0,011	0,011 0,011 0,011	1,082 -3,800 -3,750	7 7 7	2 2 2	0,8 0,8 0,8	0,6 0,6 0,6	26700 18600 20100	0,722 0,919 0,972	369747 203239 206720	
	IFS (inf.) + nisip	IFS (inf.) + nisip	Plastic	0,05 0,065 0,08	0,152 0,167 0,182	0,011 0,011 0,012	6 6 6	0,005 0,005 0,005	0,001 0,001 0,001	0,011 0,011 0,011	1,517 1,517 1,517	-3,800 -3,750 -0,720	7 7 7	2 2 2	0,8 0,8 0,8	0,6 0,6 0,6	18600 20100 21300	0,919 0,972 1,029	203239 206720 206938
			Ceramic	0,09 0,065 0,08	0,19 0,152 0,182	0,33 0,011 0,012	6 6 6	0,6831 0,005 0,005	0,001 0,001 0,001	0,011 0,011 0,011	1,517 1,517 1,517	-0,125 -0,526 -0,509	7 7 7	2 2 2	0,8 0,8 0,8	0,6 0,6 0,6	20800 16500 18300	1,067 0,561 0,623	194991 299349 296330
			Ceramic	0,09 0,065 0,08	0,19 0,152 0,182	0,33 0,011 0,012	6 6 6	0,6831 0,005 0,005	0,001 0,001 0,001	0,011 0,011 0,011	1,517 1,517 1,517	-0,125 -0,526 -0,509	7 7 7	2 2 2	0,8 0,8 0,8	0,6 0,6 0,6	20800 16500 18300	1,067 0,561 0,623	194991 299349 296330
	Tilieag sol aluvial	Sacii uzați din polipr.	Plastic	0,05 0,065 0,08	0,09 0,077 0,10	0,033 0,011 0,012	6 6 6	0,3204 0,005 0,005	0,001 0,001 0,001	0,011 0,011 0,011	0,011 0,011 0,011	1,081 0,507 0,532	7 7 7	2 2 2	0,8 0,8 0,8	0,6 0,6 0,6	18500 24500 26000	0,722 0,561 0,625	256192 48791 48424
			Ceramic	0,05 0,065 0,08	0,09 0,077 0,10	0,033 0,011 0,012	6 6 6	0,3204 0,005 0,005	0,001 0,001 0,001	0,011 0,011 0,011	0,011 0,011 0,011	1,081 0,507 0,532	7 7 7	2 2 2	0,8 0,8 0,8	0,6 0,6 0,6	18500 24500 26000	0,722 0,561 0,625	256192 48791 48424
			Ceramic	0,09 0,065 0,08	0,09 0,077 0,10	0,33 0,011 0,012	6 6 6	0,6831 0,005 0,005	0,001 0,001 0,001	0,011 0,011 0,011	1,517 1,517 1,517	-0,125 -0,526 -0,509	7 7 7	2 2 2	0,8 0,8 0,8	0,6 0,6 0,6	20800 16500 18300	1,067 0,561 0,623	194991 299349 296330
	Chersaig-Santaul Mare-lăcoviște	Fără filtru	Plastic	0,05 0,065 0,08	0,09 0,077 0,10	0,033 0,011 0,012	6 6 6	0,3204 0,005 0,005	0,001 0,001 0,001	0,011 0,011 0,011	0,011 0,011 0,011	0,607 0 0	7 7 7	2 2 22	0,8 0,8 0,8	0,6 0,6 0,6	26700 18600 20100	3,9 4,3 4,4	47528 43888 45399
			Ceramic	0,05 0,065 0,08	0,09 0,077 0,10	0,033 0,011 0,012	6 6 6	0,3204 0,005 0,005	0,001 0,001 0,001	0,011 0,011 0,011	0,011 0,011 0,011	0,607 0 0	7 7 7	2 2 22	0,8 0,8 0,8	0,6 0,6 0,6	26700 18600 20100	3,9 4,3 4,4	47528 43888 45399
			Ceramic	0,09 0,065 0,08	0,09 0,077 0,10	0,33 0,011 0,012	6 6 6	0,6831 0,005 0,005	0,001 0,001 0,001	0,011 0,011 0,011	1,517 1,517 1,517	-0,125 -0,526 -0,509	7 7 7	2 2 2	0,8 0,8 0,8	0,6 0,6 0,6	20800 16500 18300	1,067 0,561 0,623	194991 299349 296330
Chersaig-Santaul Mare-lăcoviște	IFS (inf.) + nisip	Plastic	0,05 0,065 0,08	0,09 0,077 0,10	0,033 0,011 0,012	6 6 6	0,3204 0,005 0,005	0,001 0,001 0,001	0,011 0,011 0,011	0,011 0,011 0,011	0,206 0 0	7 7 7	2 2 2	0,8 0,8 0,8	0,6 0,6 0,6	20800 18600 21300	4,5 4,5 4,5	45558 43888 47207	
		Ceramic	0,05 0,065 0,08	0,09 0,077 0,10	0,033 0,011 0,012	6 6 6	0,3204 0,005 0,005	0,001 0,001 0,001	0,011 0,011 0,011	0,011 0,011 0,011	0,206 0 0	7 7 7	2 2 2	0,8 0,8 0,8	0,6 0,6 0,6	20800 18600 21300	4,5 4,5 4,5	45558 43888 47207	
		Ceramic	0,09 0,065 0,08	0,09 0,077 0,10	0,33 0,011 0,012	6 6 6	0,6831 0,005 0,005	0,001 0,001 0,001	0,011 0,011 0,011	1,517 1,517 1,517	-0,125 -0,526 -0,509	7 7 7	2 2 2	0,8 0,8 0,8	0,6 0,6 0,6	20800 16500 18300	1,067 0,561 0,623	194991 299349 296330	
Chersaig-Santaul Mare-lăcoviște	Fără filtru	Plastic	0,05 0,065 0,08	0,09 0,077 0,10	0,033 0,011 0,012	6 6 6	0,3204 0,005 0,005	0,001 0,001 0,001	0,011 0,011 0,011	0,011 0,011 0,011	0,206 0 0	7 7 7	2 2 2	0,8 0,8 0,8	0,6 0,6 0,6	20800 18600 21300	4,5 4,5 4,5	45558 43888 47207	
		Ceramic	0,05 0,065 0,08	0,09 0,077 0,10	0,033 0,011 0,012	6 6 6	0,3204 0,005 0,005	0,001 0,001 0,001	0,011 0,011 0,011	0,011 0,011 0,011	0,206 0 0	7 7 7	2 2 2	0,8 0,8 0,8	0,6 0,6 0,6	20800 18600 21300	4,5 4,5 4,5	45558 43888 47207	
		Ceramic	0,09 0,065 0,08	0,09 0,077 0,10	0,33 0,011 0,012	6 6 6	0,6831 0,005 0,005	0,001 0,001 0,001	0,011 0,011 0,011	1,517 1,517 1,517	-0,125 -0,526 -0,509	7 7 7	2 2 2	0,8 0,8 0,8	0,6 0,6 0,6	20800 16500 18300	1,067 0,561 0,623	194991 299349 296330	
Chersaig-Santaul Mare-lăcoviște	IFS (inf.) + nisip	Plastic	0,05 0,065 0,08	0,09 0,077 0,10	0,033 0,011 0,012	6 6 6	0,3204 0,005 0,005	0,001 0,001 0,001	0,011 0,011 0,011	0,011 0,011 0,011	0,206 0 0	7 7 7	2 2 2	0,8 0,8 0,8	0,6 0,6 0,6	20800 18600 21300	4,5 4,5 4,5	45558 43888 47207	
		Ceramic	0,05 0,065 0,08	0,09 0,077 0,10	0,033 0,011 0,012	6 6 6	0,3204 0,005 0,005	0,001 0,001 0,001	0,011 0,011 0,011	0,011 0,011 0,011	0,206 0 0	7 7 7	2 2 2	0,8 0,8 0,8	0,6 0,6 0,6	20800 18600 21300	4,5 4,5 4,5	45558 43888 47207	
		Ceramic	0,09 0,065 0,08	0,09 0,077 0,10	0,33 0,011 0,012	6 6 6	0,6831 0,005 0,005	0,001 0,001 0,001	0,011 0,011 0,011	1,517 1,517 1,517	-0,125 -0,526 -0,509	7 7 7	2 2 2	0,8 0,8 0,8	0,6 0,6 0,6	20800 16500 18300	1,067 0,561 0,623	194991 299349 296330	
Chersaig-Santaul Mare-lăcoviște	Fără filtru	Plastic	0,05 0,065 0,08	0,09 0,077 0,10	0,033 0,011 0,012	6 6 6	0,3204 0,005 0,005	0,001 0,001 0,001	0,011 0,011 0,011	0,011 0,011 0,011	0,206 0 0	7 7 7	2 2 2	0,8 0,8 0,8	0,6 0,6 0,6	20800 18600 21300	4,5 4,5 4,5	45558 43888 47207	
		Ceramic	0,05 0,065 0,08	0,09 0,077 0,10	0,033 0,011 0,012	6 6 6	0,3204 0,005 0,005	0,001 0,001 0,001	0,011 0,011 0,011	0,011 0,011 0,011	0,206 0 0	7 7 7	2 2 2	0,8 0,8 0,8	0,6 0,6 0,6	20800 18600 21300	4,5 4,5 4,5	45558 43888 47207	
		Ceramic	0,09 0,065 0,08	0,09 0,077 0,10	0,33 0,011 0,012	6 6 6	0,6831 0,005 0,005	0,001 0,001 0,001	0,011 0,011 0,011	1,517 1,517 1,517	-0,125 -0,526 -0,509	7 7 7	2 2 2	0,8 0,8 0,8	0,6 0,6 0,6	20800 16500 18300	1,067 0,561 0,623	194991 299349 296330	
Chersaig-Santaul Mare-lăcoviște	IFS (inf.) + nisip	Plastic	0,05 0,065 0,08	0,09 0,077 0,10	0,033 0,011 0,012	6 6 6	0,3204 0,005 0,005	0,001 0,001 0,001	0,011 0,011 0,011	0,011 0,011 0,011	0,206 0 0	7 7 7	2 2 2	0,8 0,8 0,8	0,6 0,6 0,6	20800 18600 21300	4,5 4,5 4,5	45558 43888 47207	
		Ceramic	0,05 0,065 0,08	0,09 0,077 0,10	0,033 0,011 0,012	6 6 6	0,3204 0,005 0,005	0,001 0,001 0,001	0,011 0,011 0,011	0,011 0,011 0,011	0,206 0 0	7 7 7	2 2 2	0,8 0,8 0,8	0,6 0,6 0,6	20800 18600 21300	4,5 4,5 4,5	45558 43888 47207	
		Ceramic	0,09 0,065 0,08	0,09 0,077 0,10	0,33 0,011 0,012	6 6 6	0,6831 0,005 0,005	0,001 0,001 0,001	0,011 0,011 0,011	1,517 1,517 1,517	-0,125 -0,526 -0,509	7 7 7	2 2 2	0,8 0,8 0,8	0,6 0,6 0,6	20800 16500 18300	1,067 0,561 0,623	194991 299349 296330	

4.2 - Tabel centralizator cu rezultatele studiilor de drenaj pentru V. Romaniei 259

Punct și tip de sol	Variante de material filtrant	Tub de dren	Elementele geometrice ale tubului de dren										Conductivitate hidraulică (m/zi)		C _i (C _r)	q mm / zi	H m	Z m	h m	Cost unit. Lei/ km	Dist. între drenuri l/m	Inv. Spec. lei/ha
			d _o	d _r	B	n	b	ℓ	K _{cc}	K _{sol}												
Ciume-ghiu lăcoviște	Fără filtru δ= 0	plastic	0,05	0,05	0,011	6	0,005	0,001	0,07	0,07	0,507	7	2	0,8	0,6	16700	4,43	37651				
			0,065	0,065	0,011	6	0,005	0,001	0,07	0,07	0,532	7	2	0,8	0,6	17500	4,64	37686				
	Ceramic	Ceramic	0,08	0,08	0,012	6	0,005	0,001	0,07	0,07	0,607	7	2	0,8	0,6	19900	4,81	41308				
			0,09	0,09	0,033	1	0,2874	0,001	0,07	0,07	3,973	7	2	0,8	0,6	18400	4,92	37401				
	IFS (inf.) + nisip δ= 5,1	plastic	0,05	0,152	0,001	6	0,005	0,001	1,325	0,07	-3,602	7	2	0,8	0,6	18600	5,4	34396				
			0,065	0,167	0,001	6	0,005	0,001	1,325	0,07	-3,352	7	2	0,8	0,6	20100	5,5	36538				
	Filltex δ= 0,6	plastic	Ceramic	0,08	0,182	0,001	6	0,005	0,001	1,325	0,07	-3,521	7	2	0,8	0,6	21300	5,5	38116			
				0,09	0,192	0,033	1	0,503	0,001	1,325	0,07	0,292	7	2	0,8	0,6	20800	5,04	36839			
	Ceramic	Filltex δ= 0,6	plastic	0,05	0,062	0,011	6	0,005	0,001	13,119	0,07	-0,521	7	2	0,8	0,6	24500	4,6	53201			
				0,065	0,077	0,011	6	0,005	0,001	13,119	0,07	-0,500	7	2	0,8	0,6	26000	4,78	54338			
Ceramic	Ceramic	Ceramic	0,08	0,092	0,012	6	0,005	0,001	13,119	0,07	-0,492	7	2	0,8	0,6	27000	4,83	54666				
			0,09	0,102	0,033	1	0,3204	0,001	13,119	0,07	1,094	7	2	0,8	0,6	26700	5,05	53066				
Județul Satu Mare																						
Turulung - Gheța Mare Luvosol stagnic	fără filtru	PVC	0,08	-	0,013	6	0,005	0,001	-	0,366	2,294	7	3,0	0,6	49 750	11	547 250					
			0,08	0,09	0,013	6	0,005	0,001	6	0,366	0,122	7	3,0	0,6	75 000	20	1 500 000					
	Madritex (mășurat)	PVC	0,08	0,19	0,013	6	0,005	0,001	5,27	0,366	-3,795	7	3,0	0,6	90 000	22	1 980 000					
			0,08	-	0,013	6	0,005	0,001	-	0,0045	2,294	7	2,0	0,5	49 750	0	0					
Doba Stagnosol luvic vertic	fără filtru	PVC	0,08	-	0,013	6	0,005	0,001	-	0,0045	2,294	7	2,0	0,5	49 750	0	0					

Punct și tip de sol	Variante de material filtrant	Tub de dren	Elementele geometrice ale tubului de dren						Conductivitate hidraulică (m/zi)		ζ_1 (ζ_{pr})	q mm / zi	H m	Z m	h m	Cost unit. Lei/ km	Dist între drenuri l/m	Inv. Spec. lei/ha
			d_o	d_r	B	n	b	ℓ	K_{fc}	K_{sol}								
Careii - Trieam Gleosol cernic	Madritex (înfășurat)	PVC	0,08	0,09	0,013	6	0,005	0,001	10,8	0,0045	-0,018	7	2,0	0,5	0,5	75 000	23	1 725 000
	fără filtru	PVC	0,05	-	0,013	6	0,005	0,001	-	0,078	1,722	7	1,6	0,5	41 750	3	125 250	
	Madritex (înfășurat)	PVC	0,05	0,09	0,013	6	0,005	0,001	15,32	0,078	-0,527	7	1,6	0,5	68 750	20	1 375 000	
Județul Maramureș																		
Ulmeni Vertisol pseudo-gleizat	fără filtru	plastic riflat	0,08	0	0,012	6	0,005	0,001	-	0,3335	0,6967	7	2,8	0,6	0,6	30600	2	153000
	balast $\delta=0,15$	plastic riflat	0,08	0,15	0,012	6	0,005	0,001	2,51	0,0335	-0,4870	7	2,8	0,6	0,6	62900	3	209667
	Des. textile +balast	plastic riflat	0,08	0,15	0,012	6	0,005	0,001	1,105	0,03335	-0,4756	7	2,8	0,6	0,6	66800	3	222667
Salig brun luvic gleizat	fără filtru	plastic riflat	0,08	0	0,012	6	0,005	0,001	0,197	0,197	0,6967	7	2,5	0,6	0,6	30600	6	510000
	balast $\delta=0,15$	plastic riflat	0,08	0,15	0,012	6	0,005	0,001	0,764	0,197	-0,3223	7	2,5	0,6	0,6	62900	7	896500
	Terasin200 + balast	ceramică	0,09	0,15	0,330	1	0,754	0,001	1,28	0,197	-0,535	7	2,5	0,6	0,6	70000	7	100000
Tamaia brun luvic amficleizat	fără filtru	plastic riflat	0,08	0	0,012	6	0,005	0,001	0,0339	0,03392	0,6967	7	1,7	0,6	0,6	30600	2	153000
	balast $\delta=0,15$	plastic riflat	0,08	0,15	0,012	6	0,005	0,001	1,286	0,03392	-0,4782	7	1,7	0,6	0,6	62900	3	209666

4.2 - Tabel centralizator cu rezultatele studiilor de drenaj pentru V. Romaniei 261

Punct și tip de sol	Variante de material filtrant	Tub de dren	Elementele geometrice ale tubului de dren						Conductivitate hidrolică (m/zi)		ζ_1 (ζ_H)	q mm / zi	H m	Z m	h m	Cost unit. Lei/ km	Dist între drenuri l/m	Inv. Spec. lei/ha
			d_o	d_r	B	n	b	ℓ	K_c	K_{sol}								
Sabu-Lung brun eumezobasic molic gleizat	Des. textile +balast	plastic rifuat	0,08	0,15	0,012	6	0,005	0,001	0,418	0,03392	-0,4413	7	1,7	0,6	0,6	66800	3	222666
	fără filtru	plastic rifuat	0,08	0	0,012	6	0,005	0,001	0,0946	0,0946	0,6967	7	2,8	0,6	30600	3	102000	
	balast $\delta = 0,15$	plastic rifuat	0,08	0,15	0,012	6	0,005	0,001	1,23	0,0946	-0,441	7	2,8	0,6	62900	5	125800	
Pribilești gleic miștinos	Terasin200 + balast	ceramică	0,09	0,15	0,330	1	0,754	0,001	0,99	0,0946	-0,5093	7	2,8	0,6	70000	5	140000	
	fără filtru	plastic rifuat	0,08	0	0,012	6	0,005	0,001	0,0317	0,03175	0,6967	7	2,5	0,6	30600	1	306000	
	balast $\delta = 0,15$	plastic rifuat	0,08	0,15	0,012	6	0,005	0,001	1,291	0,03175	-0,4794	7	2,5	0,6	62900	3	209667	
Suciu de Jos sol gleic	Terasin200 + balast	ceramică	0,09	0,15	0,330	1	0,754	0,001	0,92	0,03175	-0,4821	7	2,5	0,6	70000	3	233333	
	fără filtru	PVC	0,08	0	0,012	6	0,005	0,001	0,095	0,09485	0,6957	7	1,3	0,6	30900	4	77250	
	balast $\delta = 0,15$	PVC	0,08	0,15	0,012	6	0,005	0,001	1,77	0,09485	-0,4525	7	1,3	0,6	62900	5	125800	
Scalasei brun eumezobasic gleizat	Terasin200 + balast	ceramică	0,09	0,15	0,330	1	0,754	0,001	1,21	0,09485	-0,5016	7	1,3	0,6	70000	5	140000	
	fără filtru	PVC	0,08	0	0,012	6	0,005	0,001	0,075	0,0759	0,4534	7	2,0	0,6	30600	3	120000	

Punct și tip de sol	Variante de material filtrant	Tub de dren	Elementele geometrice ale tubului de dren (cm)					Conductivitate hidraulică (m/zi)		S_1 (S_{1r})	q mm / zi	H m	Z m	h m	Cost unit. Lei/km	Dist între drenuri l/m	Inv. Spec. lei/ha
			d_0	d_1	B	n	b	l	K_{rc}								
	balast $\beta = 0,15$	PVC	0,08	0,15	0,012	6	0,005	0,001	1,42	0,0759	-0,560	7	2,0	0,6	62900	4	167250
	Deș. textile +balast	PVC	0,08	0,15	0,012	6	0,005	0,001	0,75	0,0759	-0,4278	7	2,0	0,6	66800	4	167000

4.3 Bibliografie utilizata si conexa

1. Planul de Amenajare Teritorială al Județului Arad;
2. Planul de Amenajare Teritorială al Județului Bihor;
3. Planul de Amenajare Teritorială al Județului Satu Mare;
4. Planul de Amenajare Teritorială al Județului Maramureș;
5. Planul de Amenajare Teritorială al Județului Timiș;
6. Planul de Amenajare Teritorială al Județului Caraș-Severin, Proiect nr. 97/4429/2003, SC Case SA Resita;
7. Raportul de mediu pe anul 2005 al județului Timiș;
8. Raportul de mediu pe anul 2005 al județului Arad;
9. Raportul de mediu pe anul 2005 al județului Bihor;
10. Raportul de mediu pe anul 2005 al județului Satu Mare;
11. Raportul de mediu pe anul 2005 al județului Maramureș;
12. Raportul de mediu pe anul 2005 al Județului Caraș-Severin;
13. xxx - Eliminarea excesului de umiditate din zona D.N. Vârșand-Chișineu Criș, Responsabil contract: **V. Gheorghiu**, Colectiv: V. Gheorghiu, A. Wehry, I. David, D. Chivereanu, Beneficiar: D.R.D.P. Timișoara, Contract 1865/2.02.1971, Valoare 25000 lei;
14. xxx - Determinarea coeficientului de filtrație în situ (metoda augerhole) în vederea aplicării drenajelor în sistemul Aranca, Responsabil contract: **A. Wehry**, Colectiv: A. Wehry, I. David, P. Boeru, D. Chivereanu, E.T. Man, Beneficiar: D.I.F. București - T.C.I.F. Timișoara, sectorul de proiectare, Contract 319/7.03.1972, Valoare 50000 lei;
15. xxx - Stabilirea elementelor tehnice ale drenajului prin metode analogice și analitice în sistemul Aranca, Responsabil contract: **V. Gheorghiu**, Colectiv: V. Gheorghiu, A. Wehry, I. David, D. Chivereanu, D. Arsenie, P. Boeru, Beneficiar: D.I.F. București - T.C.I.F. Timișoara, sectorul de proiectare, Contract 3046/25.02.1972, Valoare 10000 lei;
16. xxx - Studiul sistemelor de drenaj de interceptie, în variantă cu puțuri autodeversante în canale cu efect drenant în zona lacului de acumulare Turnu Măgurele - Nicopole, Responsabil contract: **V. Gheorghiu**, Colectiv: V. Gheorghiu, A. Wehry, I. David, D. Arsenie, Beneficiar: I.S.P.I.F. București, Contract 1885/10.02.1973, Valoare 100000 lei;
17. xxx - Studii pentru determinarea coeficientului de filtrație în situ pentru completarea sistemului de desecare Tur - mal drept, sistem II est, județul Satu Mare, Responsabil contract: **A. Wehry**, Colectiv: A. Wehry, P. Boeru, E.T. Man, Beneficiar: T.C.I.F. Timișoara, sectorul de proiectare, Contract 583/10.02.1973, Valoare 75000 lei;
18. xxx - Studii în sistemele hidroameliorative din județul Timiș privind etalonarea unor lucrări de artă, Responsabil contract: **A. Wehry**, Colectiv: A. Wehry, D. Chivereanu, studenți, Beneficiar: I.E.I.L.I.F. Timișoara, Contract 149/21.05.1975, Valoare 100.000 lei;
19. xxx - Stabilirea conductivității hidraulice pe solurile ce urmează a fi drenate în sistemul Aranca, compartimentele I, II și III, Responsabil contract: **A. Wehry**, Colectiv: A. Wehry, D. Chivereanu, studenți, Beneficiar: T.C.I.F. Timișoara, sectorul de proiectare, Contract 180/01.07.1975, Valoare 40000 lei;
20. xxx - Studiul permeabilității solurilor în vederea introducerii drenajului la stațiunea didactică experimentală a Institutului Agronomic Timișoara,

- Responsabil contract: **A. Wehry**, Colectiv: A. Wehry, D. Chivoreanu, S. Garici, N. Ionescu, E.T. Man, studenți, Beneficiar: T.C.I.F. Timișoara, sectorul de proiectare, Contract 214/20.08.1975, Valoare 20000 lei;
21. xxx - Studiul permeabilității solurilor în vederea introducerii drenajului în zona Țeba-Timiș, județul Timiș, Responsabil contract: **A. Wehry**, Colectiv: A. Wehry, D. Chivoreanu, S. Garici, S. Duvlea, N. Ionescu, F. Heler, E.T. Man, studenți, Beneficiar: T.C.I.F. Timișoara, sectorul de proiectare, Contract 215/20.08.1975, Valoare 94866 lei;
22. xxx - Studii și cercetări în câmpul experimental de la Dinaș în scopul găsirii celor mai bune metode tehnico-economice privind ameliorarea solurilor sărăturate și de prevenire a sărăturării solurilor în zona Țeba-Timiș, județul Timiș, Responsabil contract: **A. Wehry**, Colectiv: A. Wehry, E.T. Man, D. Chivoreanu, Gh. Rogobete, S. Garici, Beneficiar: T.C.I.F. Timișoara, sectorul de proiectare, Contract 226/11.09.1975, Valoare 50000 lei;
23. xxx - Stabilirea conductivității hidraulice pe solurile ce urmează a fi drenate în sistemul Aranca, compartimentele I, II și III, Responsabil contract: **A. Wehry**, Colectiv: A. Wehry, D. Chivoreanu, studenți, Beneficiar: T.C.I.F. Timișoara, sectorul de proiectare, Contract 180/01.07.1975, Valoare 40000 lei;
24. xxx - Proiect (faza P.F.U.) pentru amenajarea de drenaje a pășunii de 50 ha la S.C.A. Lovrin, Responsabil contract: **A. Wehry**, Colectiv A. Wehry, D. Chivoreanu, E.T. Man, studenți, Beneficiar: S.C.A. Lovrin, Contract 85/23.03.1976, Valoare 3000 lei;
25. xxx - Stabilirea celor mai corespunzătoare materiale filtrante pentru drenajul orizontal în condițiile zonelor din țara noastră ce necesită asemenea măsuri, Responsabil contract: **A. Wehry**, Colectiv: A. Wehry, D. Chivoreanu, E.T. Man, studenți, Beneficiar: I.C.I.F. Băneasa-Giurgiu, Contract 154/04.08.1976, Valoare 150000 lei;
26. xxx - Studii și proiect (faza P.F.U.) pentru irigații cu dejecții lichide la I.A.S. Banloc, jud. Timiș, Responsabil contract: **A. Wehry**, Colectiv: A. Wehry, D. Chivoreanu, E.T. Man, S. Garici, S. Duvlea, N. Ionescu, F. Heler, Gh. Rogobete, Beneficiar: I.A.S. Banloc, Contract 189/18.11.1976, Valoare 30000 lei;
27. xxx - Studii pedologice în câmpurile experimentale de drenaj de la Beregsău – Berini – Găvojdia, jud. Timiș, Responsabil contract: **Gh. Rogobete**, Colectiv: Gh. Rogobete, S. Duvlea, F. Heler, studenți, Beneficiar: S.C.A. Lovrin, Contract 100/08.06.1977, Valoare 25000 lei;
28. xxx - Stabilirea tehnologiei de realizarea lucrărilor de drenaj de suprafață în asociere cu irigația precum și a necesității refacerii acestor lucrări în timp, Responsabil contract: **S. Garici**, Colectiv: S. Garici, N. Ionescu, studenți, Beneficiar: S.C.A. Lovrin, Contract 98/08.06.1977, Valoare 15000 lei;
29. xxx - Materiale filtrante noi pentru drenajul orizontal, eficiente și mai ieftine, Responsabil contract: **E.T. Man**, Colectiv: E.T. Man, Gh. Rogobete, A. Wehry, I. David, N. Ionescu, Beneficiar: I.C.I.T.I.D., Contract 116/16.06.1978, Valoare 115000 lei;
30. xxx - Determinarea indirectă decadală a umidității solului a prognozei decadale a acesteia, a volumului apelor excedentare și a timpului de evacuare cu ajutorul calculatorului electronic, Responsabil contract: **A. Wehry**, Colectiv: A. Wehry, E.T. Man, Beneficiar: S.C.A. Lovrin, Contract 117/16.06.1978, Valoare 15000 lei;

31. xxx - Studii pedoameliorative în câmpurile experimentale de drenaj de la Beregsău – Berini și Timișoara, jud. Timiș, Responsabil contract: **Gh. Rogobete**, Colectiv: Gh. Rogobete, F. Heler, L. Fărcașiu, Beneficiar: I.C.A. Lovrin, Contract 89/05.05.1978, Valoare 25000 lei;
32. xxx - Programe de calcul necesare creerii și exploatării bazei de date pentru: combaterea eroziunii solului, calculul asigurării nivelelor și debitelor, nivelarea și modelarea suprafețelor agricole în vederea amenajării lucrărilor de irigații și drenaje din vestul țării, Responsabil contract: **E.T. Man**, Colectiv: E.T. Man, A. Wehry, L. Fărcașiu, studenți, Beneficiar: T.C.I.F. Timișoara (oficiul de calcul), Contract 219/20.01.1979, Valoare 150000 lei;
33. xxx - Program de calcul pentru prognoza apelor interne excedentare și deficitare la sistemul hidroameliorativ Cărpiniș, Responsabil contract: **E.T. Man**, Colectiv: E.T. Man, A. Wehry, D. Chivereanu, Beneficiar: S.C.A. Lovrin, Laborator I.F. Timișoara, Contract 305/03.05.1979, Valoare 25000 lei;
34. xxx - Studii pedoameliorative în câmpurile experimentale de drenaj de la Găvojdia, Berini și Timișoara, jud. Timiș, Responsabil contract: **Gh. Rogobete**, Colectiv: Gh. Rogobete, F. Heler, L. Fărcașiu, Beneficiar: I.C.I.T.I.D. Băneasa-Giurgiu, Contract 304/03.05.1979, Valoare 52000 lei;
35. xxx - Verificarea prin experimentări în laborator și în teren a caracteristicilor hidraulice a unor materiale filtrante noi în vederea folosirii la lucrările de drenaj inclusiv stabilirea tehnologiilor de execuție a drenajelor cu aceste materiale, Responsabil contract: **E.T. Man**, Colectiv: E.T. Man, A. Wehry, I. David, N. Ionescu, Gh. Rogobete, D. Chivereanu, L. Fărcașiu, studenți, Beneficiar: I.C.I.T.I.D. Băneasa - Giurgiu, Contract nr. 351/17.07.1979, Valoare: 150.000 lei;
36. xxx - Strat filtrant pentru drenajul orizontal cu tuburi, din materiale locale și deșeuri industriale, Responsabil contract: **E.T. Man**, Colectiv: E.T. Man, A. Wehry, I. David, Gh. Rogobete, studenți, Beneficiar: I.C.I.T.I.D. Băneasa-Giurgiu, Contract 207/19.07.1980, Valoare 40000 lei;
37. xxx - Studii de drenaj pentru proiectarea amenajărilor de drenaj de la complexele de porci Pădureni, Grabaț, Voiteni și sistemul de desecare Sânicolau - Saravale, Responsabil contract: **A. Wehry**, Colectiv: Wehry A, E.T. Man, Gh. Rogobete, L. Fărcașiu, M. Ciora, Beneficiar: T.C.I.F. Timișoara, Contract 19/02.02.1981, Valoare 143046 lei;
38. xxx - Extinderea cercetărilor de laborator asupra geotextilelor folosite ca material filtrant la drenajul agricol, Responsabil contract: **E.T. Man**, Colectiv: E.T. Man, A. Wehry, M. Ciora, Beneficiar: I.C.I.T.I.D. Băneasa-Giurgiu, Contract 127/15.03.1981, Valoare 47123 lei;
39. xxx - Studii pedoameliorative în câmpurile experimentale de drenaj de la Găvojdia, Berini și Peciu Nou, jud. Timiș, Responsabil contract: **Gh. Rogobete**, Colectiv: Gh. Rogobete, L. Fărcașiu, Beneficiar: I.C.I.T.I.D. Băneasa-Giurgiu, Contract 50/14.03.1981, Valoare 37410 lei;
40. xxx - Studiu hidraulic și realizarea unei instalații de spălarea depunerilor din tuburile de drenaje agricole, Responsabil contract: **A. Wehry**, Colectiv: A. Wehry, E.T. Man, S. Garici, M. Ciora, L. Fărcașiu, Beneficiar: I.E.L.I.F. Timiș, Contract 21/11.02.1982, Valoare 150791 lei;
41. xxx - Studiu de drenaj privind alegerea materialelor filtrante în zona Grindu - Cocora, Responsabil contract: **A. Wehry**, Colectiv: A. Wehry, E.T. Man, Gh. Rogobete, M. Ciora, L. Fărcașiu, Beneficiar: I.S.P.I.F. București, Contract 66/05.04.1982, Valoare 70000 lei;

42. xxx - Studii pedoameliorative în câmpurile experimentale de drenaj de la Timișoara, Berini, Peciu Nou și Lovrin, Responsabil contract: **Gh. Rogobete**, Colectiv: Gh. Rogobete, L. Fărcașiu, Beneficiar: I.C.I.T.I.D. Băneasa-Giurgiu, Contract 35/01.03.1982, Valoare 49000 lei;
43. xxx - Urmărirea comportării și eficienței materialelor filtrante noi în amenajări experimentale și de producție, Responsabil contract: **A. Wehry**, Colectiv: A. Wehry, Gh. Rogobete, M. Ciora, L. Fărcașiu, studenți, Beneficiar: I.C.I.T.I.D. Băneasa-Giurgiu, Contract 106/12.05.1982, Valoare 73215 lei;
44. xxx - Studiu de drenaj privind alegerea materialelor filtrante în zona Someș-Crasna, Responsabil contract: **A. Wehry**, Colectiv: A. Wehry, E.T. Man, Beneficiar: I.S.P.I.F. București, Contract 36/11.02.1983, Valoare 100000 lei;
45. xxx - Utilizarea reversibilă a sistemului de desecare-drenaj și irigații, Responsabil contract: **A. Wehry**, Colectiv: A. Wehry, E.T. Man, M. Orlescu, Beneficiar: I.C.I.T.I.D. Băneasa-Giurgiu, Contract 110/25.04.1984, Valoare 139388 lei;
46. xxx - Stabilirea oportunității utilizării tuburilor cu diametru mare fără strat filtrant, în drenajul orizontal, Responsabil contract: **E.T. Man**, Colectiv: E.T. Man, A. Wehry, I. David, Beneficiar: I.C.I.T.I.D. Băneasa-Giurgiu, Contract 136/05.06.1984, Valoare 57840 lei;
47. xxx - Determinarea parametrilor hidraulici ai Filtexului produs la Întreprinderea textilă „Libertatea” Sibiu în vederea folosirii lui ca material filtrant la drenajul agricol, Responsabil contract: **E.T. Man**, Colectiv: E.T. Man, A. Wehry, M. Orlescu, Beneficiar: I.T. „Libertatea” Sibiu, Contract 181/11.12.1984, Valoare 20000 lei;
48. xxx - Determinarea parametrilor hidraulici ai filtrului realizat din saci uzați din polipropilenă folosiți la ambalarea legumelor și fructelor pentru drenajul agricol, Colectiv: A. Wehry, E.T. Man, Beneficiar: C.E.C.H.I.M. București, Contract 54/27.02.1985, Valoare 20000 lei;
49. xxx - Studiu de drenaj pentru județele Timiș, Arad, Bihor și Caraș-Severin, Responsabil contract: **A. Wehry**, Colectiv: A. Wehry, E.T. Man, M. Orlescu, Gh. Rogobete, Beneficiar: I.E.E.L.I.F. Timiș, Contract 27/10.02.1986, Valoare 300000 lei;
50. xxx - Experimentarea unor noi tipuri de regulatoare hidraulice pentru îmbunătățirea distribuției apei pe rețeaua de canale deschise pentru irigații și desecări, Responsabil contract: **A. Wehry**, Colectiv: A. Wehry, E.T. Man, M. Orlescu, Beneficiar: I.C.I.T.I.D. Băneasa-Giurgiu, Contract 58/05.07.1986, Valoare 80000 lei;
51. xxx - Studiu de drenaj pentru amenajările din bazinul hidrografic Barcău versant drept și stâng amonte Marghitaș și B.H. Peța și Hidișel, jud. Bihor, Responsabil contract: **E.T. Man**, Colectiv: E.T. Man, A. Wehry, M. Orlescu, Beneficiar: I.E.E.L.I.F. Bihor, Contract 153/12.06.1986, Valoare 100000 lei;
52. xxx - Stabilirea de soluții și tehnologii pentru creșterea eficienței în amenajările de irigații și desecare-drenaj existente, Responsabil contract: **A. Wehry**, Colectiv: A. Wehry, E.T. Man, M. Orlescu, Beneficiar: I.C.I.T.I.D. Băneasa-Giurgiu, Contract 72/19.03.1987, Valoare 58834 lei;
53. xxx - Studiu de drenaj pentru amenajarea de C.E.S. în bazinul hidrografic Barcău, versant drept, s.b.h. Valea Făncica, jud. Bihor, Responsabil contract: **E.T. Man**, Colectiv: E.T. Man, A. Wehry, I. David, Gh. Rogobete, M. Orlescu, L. Constantinescu, Beneficiar: C.U.A.S.C. Timișoara, Contract 109/19.02.1988, Valoare 80000 lei;

54. xxx - Studiu de drenaj pentru amenajarea de C.E.S. în b.h. Barcău, Valea Sînicolau, jud. Bihor, Responsabil contract: **E.T. Man**, Colectiv: E.T. Man, A. Wehry, I. David, Gh. Rogobete, M. Orlescu, L. Constantinescu, Beneficiar: C.U.A.S.C. Timișoara, Contract 110/19.02.1988, Valoare 70000 lei;
55. xxx - Studiu de drenaj pentru amenajarea de C.E.S. in B. H. Eger, versant drept, s.b.h. Valea Lighet, jud. Bihor, Responsabil contract: **E.T. Man**, Colectiv: E.T. Man, A. Wehry, I. David, Gh. Rogobete, M. Orlescu, L. Constantinescu, Beneficiar: I.E.E.L.I.F. Bihor, Contract 111/19.02.1988, Valoare 60000 lei;
56. xxx - Determinarea parametrilor hidraulici ai deșeurilor textile de la Fabrica de Confecții Bega Timișoara, în vederea folosirii lor ca material filtrant la drenaj în cadrul amenajării Teba-Timiș, jud. Timiș, Responsabil contract: **E.T. Man**, Colectiv: E.T. Man, A. Wehry, M. Orlescu, Beneficiar: I.E.E.L.I.F. Timiș, Contract 56/09.03.1988, Valoare 100000 lei;
57. xxx - Determinarea parametrilor hidraulici ai deșeurilor textile de la Fabrica de Confecții Bega Timișoara, în vederea folosirii lor ca material filtrant la drenaj în cadrul amenajării Teba-Timiș, jud. Timiș, Responsabil contract: **E.T. Man**, Colectiv: E.T. Man, A. Wehry, M. Orlescu, Beneficiar: I.E.E.L.I.F. Timiș, Contract 56/09.03.1988, Valoare 100000 lei;
58. xxx - Studii de fundamentare a soluției de amenajare pentru drenaj a zonei Jicău – Lăpuș mal stâng și drept al râului Someș și zona Suci de Jos – Groșii Jibleșului, Jud. Maramureș, Responsabil contract: **E.T. Man**, Colectiv: E.T. Man, A. Wehry, M. Orlescu, Beneficiar: I.E.E.L.I.F. Maramureș, Contract 30/15.11.1988, Valoare 200000 lei;
59. xxx - Criterii și soluții pentru folosirea apei și rețelei de desecare-drenaj la irigarea culturilor în condițiile Câmpiei Banatului, Director contract: **Schimek Norbert**, Colectiv: Schimek Norbert, Beneficiar: I.C.I.T.I.D. Băneasa-Giurgiu, Contract 96/17.09.1991, Valoare 50000 lei;
60. xxx - Procedee de stocare a datelor privind regulatoarele de nivele și debite pe canale de irigații și desecare, Director contract: **E.T. Man**, Colectiv: E.T. Man, A. Wehry, M. Orlescu, G. Eleș, Beneficiar: I.C.I.T.I.D. Băneasa-Giurgiu, Contract 44/13.04.1993, Valoare 100000 lei;
61. xxx - Studii de drenaj cu propuneri de soluții de drenaj pentru zone cu exces de umiditate din vestul țării, Grant 4004/1995, Tema 13, Director contract: **E.T. Man**, Colectiv: E.T. Man, A. Wehry, M. Orlescu, G. Eleș, Beneficiar: Ministerul Învățământului, Valoare: 1600000 lei;
62. xxx - Studii de drenaj cu propuneri de tuburi de drenaj, materiale filtrante și soluții de drenaj pentru zone cu exces de umiditate în vestul țării, Grant 5004/1996, Tema 320, Director contract: **E.T. Man** Colectiv: E.T. Man, A. Wehry, M. Orlescu, G. Eleș, Beneficiar: C.N.C.S.U., Valoare: 4000000 lei;
63. xxx - Studii de drenaj cu propuneri de tuburi de drenaj, materiale filtrante și soluții de drenaj pentru zone cu exces de umiditate din vestul țării, jud. Bihor, Grant 249/1998, Tema 16, Director contract: **E.T. Man**, Colectiv: E.T. Man, A. Wehry, Gh. Rogobete, M. Orlescu, L. Constantinescu, G. Eleș, F. Stoica, Beneficiar: C.N.C.S.U., Valoare: 20000000 lei;
64. xxx - Studii de drenaj cu propuneri de tuburi de drenaj, materiale filtrante și soluții de drenaj pentru zone cu exces de umiditate în vestul țării, jud. Maramureș, Grant 35034/1999, Tema 635, Director contract: **E.T. Man**, Colectiv: E.T. Man, A. Wehry, Gh. Rogobete, M. Orlescu, L. Constantinescu, F. Stoica, A. Bleneși-Dima, Beneficiar: C.N.C.S.I.S., Valoare: 32500000 lei;

65. xxx - Studii și cercetări asupra materialelor geosintetice folosite în hidroameliorații, Grant tip A 879/2001, Tema 23, Director contract: **E.T. Man**, Colectiv: E.T. Man, A. Wehry, Gh. Rogobete, M. Orlescu, F. Stoica, A. Bleneși-Dima, Beneficiar: C.N.C.S.I.S., Valoare: 42500000 lei;
66. xxx - Studii de drenaj cu propuneri de tuburi de drenaj, materiale filtrante și soluții de drenaj pentru zone cu exces de umiditate din județul Satu Mare, Grant 33501/2002, Tema 26, Colectiv: Director contract: **E.T. Man**, E.T. Man, A. Wehry, Gh. Rogobete, M. Orlescu, F. Boța, L. Constantinescu, F. Popescu, Beneficiar: C.N.C.S.I.S./M.E.C., Valoare: 50000000 lei;
67. xxx - Sinteză studii de drenaj cu propuneri de tuburi de drenaj, materiale filtrante și soluții de drenaj pentru zone cu exces de umiditate din vestul țării, județele Timiș, Arad, Bihor, Satu Mare și Maramureș, Grant 40535/2003, Tema 6, Director contract: **E.T. Man**, Colectiv: E.T. Man, A. Wehry, Gh. Rogobete, M. Orlescu, L. Constantinescu, G. Eleș, F. Popescu, R. Hălbac-Cotoară, Beneficiar: C.N.C.S.I.S./M.E.C., Valoare: 50000000 lei;
68. xxx - Studii și cercetări asupra materialelor geosintetice folosite în diferite lucrări din tehnica îmbunătățirilor funciare. Interpretări fizice, scheme de soluționare, metode și tehnologii, Grant 27688/2005, Tema 17, Cod 708, Director contract: **E.T. Man**, Colectiv: E.T. Man, A. Wehry, M. Orlescu, A. Bleneși-Dima, F. Popescu, C.M. Mărieș, R. Hălbac-Cotoară, Beneficiar: C.N.C.S.I.S./ M.C.T., Valoare: 120000000 lei.
69. xxx - Metoda pentru determinarea coeficientului de rezistența hidraulică la intrarea apei în tuburi perforate, Certificat de Inventator, Colectiv: David Ioan, Man Teodor Eugen, Wehry Andrei, Chivereanu Dumitru, Stanciu Ionel, Buhociu Liviu;
70. xxx - Filtru protector pentru drenajul agricol din deseuri textile, sintetice și material granular cu rol filtrant, Certificat de inovator, Colectiv Man Teodor Eugen, Szolosi Otto;
71. xxx - Metoda și stand pentru determinarea gradului de colmatare în timp a complexului tub de dren cu material filtrant pentru drenajul agricol, Certificat de inovator, Colectiv: Wehry Andrei, Man Teodor Eugen, David Ioan;
72. xxx - Debitgraf pentru drenajele agricole, Certificat de inovator, Colectiv: Wehry Andrei, Man Teodor Eugen;
73. xxx - Metoda și stand pentru determinarea coeficientului de rezistența hidraulică, Certificat de inovator, Colectiv: Man Teodor Eugen

5. INDICATORI DE EXPRIMARE A EFICIENȚEI UNEI AMENAJĂRI DE DESECARE-DRENAJ

5.1 Introducere

Aprecierea performanței (A.P.) sistemelor de irigații și drenaje a fost un subiect important de cercetare și dezbateră în ultima perioadă. Definițiile A.P. sunt foarte variate dar în general descriu A.P. ca „o metodologie de investigare, utilizând un număr limitat de indicatori, nivelul de funcționare al sistemului instalat”, părând a fi ceea ce cercetătorii și practicienii A.P. consideră a fi atributele esențiale.

Aprecierea eficienței este un concept care a devenit foarte folosit în special în ultimele decade. Deteriorarea tot mai accentuată a sistemelor mari de drenaj din anii 60 – 70 împreună cu implementarea conceptului de dezvoltare durabilă a impus abordarea reabilitării și modernizării acestora. Pentru majoritatea specialiștilor implicați în problema drenajelor, aprecierea eficienței este un termen foarte familiar. Ținând cont de faptul că un număr tot mai mare de sisteme de drenaj au ajuns la durata fizică de viață garantată de proiectant, este necesar să le fie apreciată eficiența actuală. Această situație este mai des întâlnită în Egipt, unde sisteme de drenaj funcționează de 30 până la 40 de ani. Reabilitarea acestora este de asemenea un termen foarte utilizat în ultimii ani și care a devenit tot mai relevant ținând cont de situația fizică a acestor amenajări. [55, 57]

Pe plan internațional, termenii de eficiență și reabilitare, din punct de vedere al definirii, cunosc o mare variabilitate. În urma workshop-ului organizat pe tema Aprecierea performanțelor sistemelor de drenaj (Cairo, 1996), s-a stabilit că aprecierea eficienței nu este un termen care poate fi utilizat singular ci o metodologie pentru aprecierea funcționării unui sistem de drenaj. O formulare clară a scopului proiectării și implementării acestui tip de sistem este necesară pentru proiectant, astfel încât acesta să aleagă metode și soluții eficiente. [55, 57]

Participanții la Workshop au revăzut definițiile unor noțiuni ca: aprecierea eficienței, indicatori de eficiență, reabilitare, reabilitare parțială, reînnoire, întreținere și au recomandat ca interpretările locale ale acestor termeni să fie înlocuite de terminologii acceptate internațional. Această decizie va ajuta specialiștii din întreaga lume să interacționeze mai ușor.

Următoarele definiții au fost acceptate la această întâlnire:

- Aprecierea eficienței drenajelor: determinarea modului de funcționare a sistemului de drenaj prin comparație cu criteriile de drenaj stabilite, și identificarea cauzelor oricărei defectiuni;
- Întreținere: păstrarea sau restabilirea sistemului de drenaj la o funcționare bună, ordonată prin măsuri aflate în capacitatea grupurilor de întreținere
- Reabilitare: noi construcții realizate de contractori pentru a readuce sistemul de drenaj existent la o bună funcționare

5.2 Definiții

Pentru a ne clarifica asupra numeroaselor tipuri de estimări a performanței unui sistem de management al apei de-a lungul ciclului său de existență putem utiliza din următoarele definiții:

1. Sistemul de referință poate fi definit ca un proces sistematic pentru asigurarea unei îmbunătățiri continue prin comparații cu norme și standarde, interne și externe, care pot fi obținute și sunt relevante. Utilizarea sistemului de referință reprezintă o activitate orientată „extern” și care are ca și scop compararea managementelor diferitelor organizații pentru a se determina cele mai bune practici manageriale. Aceste practici vor deveni referințe pentru alte organizații comparabile. Indicatorii sistemelor de referință sunt desemnați realizării acestor comparații și pentru a oferi rezultate cât mai exacte. Indicatorii de performanță utilizați pentru procesele interne nu pot fi folosiți în cadrul sistemelor de referință.
2. Aprecierea performanței reprezintă o metodologie de investigare, utilizând un număr limitat de indicatori, a nivelului de funcționare a sistemului instalat.
3. Monitorizarea și evaluarea se aplică la aprecierea impactului intervențiilor asupra sistemului și mai puțin la aprecierea performanței sistemului. Este o metodologie ce ține mai mult de organizarea internă a sistemului.
4. Controlul calității este legat de procedurile ingineresti și se referă la controlul cerințelor și specificațiilor construcțiilor. Dacă aprecierea performanței se aplică pe toată durata de viață a sistemului, controlul calității se execută în special pe durata construcției și în perioada imediat următoare.
5. Cercetarea și dezvoltarea oferă noi tehnologii și metode, aceste informații diferând total de cele referitoare la modul de funcționare a structurilor. Cercetarea nu înseamnă aprecierea performanței dar datele obținute din cercetare pot fi utile realizării unui sistem de referință, aprecierii performanței, monitorizării și evaluării precum și controlului calității. [62]

5.3 Particularitățile A.P. a drenajului

5.3.1 Generalități

Modul în care aprecierea performanței drenajului se aplică în sectorul drenajului nu este foarte clar. Aceasta se poate datora diferitelor grade de dezvoltare a drenajelor sau diferitelor contexte tehnice și social-economice în care sunt stabilite programele de drenaj. Legăturile între A.P. irigațiilor și drenajelor sunt clare [Smedema, 1996]; mai ales în ceea ce privește criteriul salinității. Câteva diferențe trebuie totuși subliniate.

Importanța drenajului în combaterea salinizării și a saturării cu apă nu este evidentă pentru utilizatorii sistemelor de irigații. Funcționarea drenajului de subsuprafață nu este ușor de perceput de către fermieri. Imaginea drenajului este chiar negativă ca „îndepărtare a apei din sol” și efectele apar opuse celor ale irigației.

Cedarea sistemelor de irigații este ușor de detectat în timp ce cele ale drenajului sunt mai puțin evidente. În plus, consecințele scăderii performanței

drenajelor trebuie apreciate pe termen lung în timp ce ale irigațiilor sunt observabile imediat în dezvoltarea culturilor.

Programele de apreciere a performanței drenajelor pot avea obiective diferite: viabilitatea metodei de proiectare și construcție, aprecierea necesității reabilitării sau a relevanței investițiilor. Aceste obiective pot cere diferite metode și indicatori.

Este imposibil să construiești un program de apreciere a performanțelor drenajului fără o implicare activă a fermierilor, deoarece fermierii pot oferi indicatori siguri pentru performanța sistemelor de drenaj. [54, 55, 62]

Aprecierea performanței este o parte esențială a managementului. Fiecare organizație are obiective pe care dorește să le atingă și este esențial să determine cum aceste obiective sunt îndeplinite (eficacitate) și de câte resurse este nevoie pentru aceasta (eficiență) (figura 5.1).

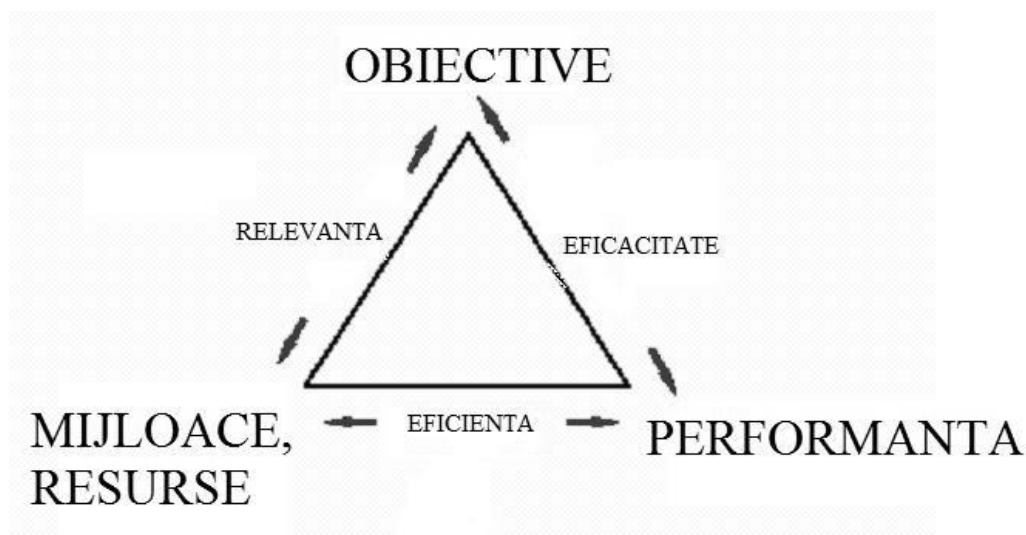


Fig 5.1 Relatia obiective – performanta – resurse [13, 62]

5.3.2 Teoriile lui Bos asupra A.P. sistemelor de drenaj

Conform Bos [13] și după cum se poate observa din figura anterioară, performanța poate fi definită și apreciată dintr-o dublă perspectivă:

1. gradul prin care produsele și serviciile unei organizații răspund la nevoile utilizatorilor și clienților;
 2. gradul în care organizația folosește resursele pe care le are la dispoziție.
- Aceste două definiții se referă la două tipuri de apreciere a performanței: operațională și strategică. Caracteristicile acestora sunt prezentate în tabelul următor (tabelul 5.1):

Tabelul 5.1 Aprecierea performanței: operațională versus strategică [13]

Operațional	Strategic
Nivelul serviciului	Cost-eficacitate; impactul de mediu, răspunsul culturilor
Corelarea cu criteriile de drenaj	Obiectivele generale ale drenajului
Eficiența	Eficacitate, eficiența
Termen scurt	Termen mediu și lung
Agentii de drenaj, proiectanți	Agentii de dezvoltare, sponsori

Aplicat drenajului, performanțele operaționale se referă la nivelul de conformare a unui sistem cu criteriile de proiectare în timp ce performanțele strategice se referă la output-urile sistemului (la rezultatele acestuia). În practică, la nivelul terenului, performanțele operaționale sunt referitoare la îndepărtarea corespunzătoare a apei de suprafață după ploaie sau aplicarea irigațiilor cu un control potrivit a nivelului apei freatice. La nivel de sistem, se referă la îndepărtarea corespunzătoare a apei descărcate de sistem. Performanțele strategice sunt legate de rolurile diferite ale drenajului în creșterea și regularizarea producțiilor. Cuprinde controlul salinității în zona rădăcinilor, contribuția la dezvoltarea rurală și efectele drenajului asupra sănătății și mediului (tabelul 5.2).

Tabelul 5.2 Performanțele și funcțiile drenajului [62]

Performanțe strategice	Rolurile și efectele secundare ale drenajului	Productia culturii
		Diversitatea culturii
		Sustenabilitatea (controlul salinității)
		Dezvoltarea rurală
		Consecințe asupra stării de sănătate
		Consecințe asupra mediului
Performanțe operaționale	Obiectivele proiectării	Controlul nivelului freatic
		Proiectarea normelor de drenaj
		Îndepărtarea sărurilor

Performanțele sistemelor de drenaj sunt rezultatele câtorva procese care apar la diferite scări spațiale și temporale. La scări mici (planta, plot) procesele bio-fizice sunt predominante. La scări intermediare (camp, ferma) predomină aspectele tehnice. La scara mare sunt predominante aspectele politice și socio-economice (figura 5.2).

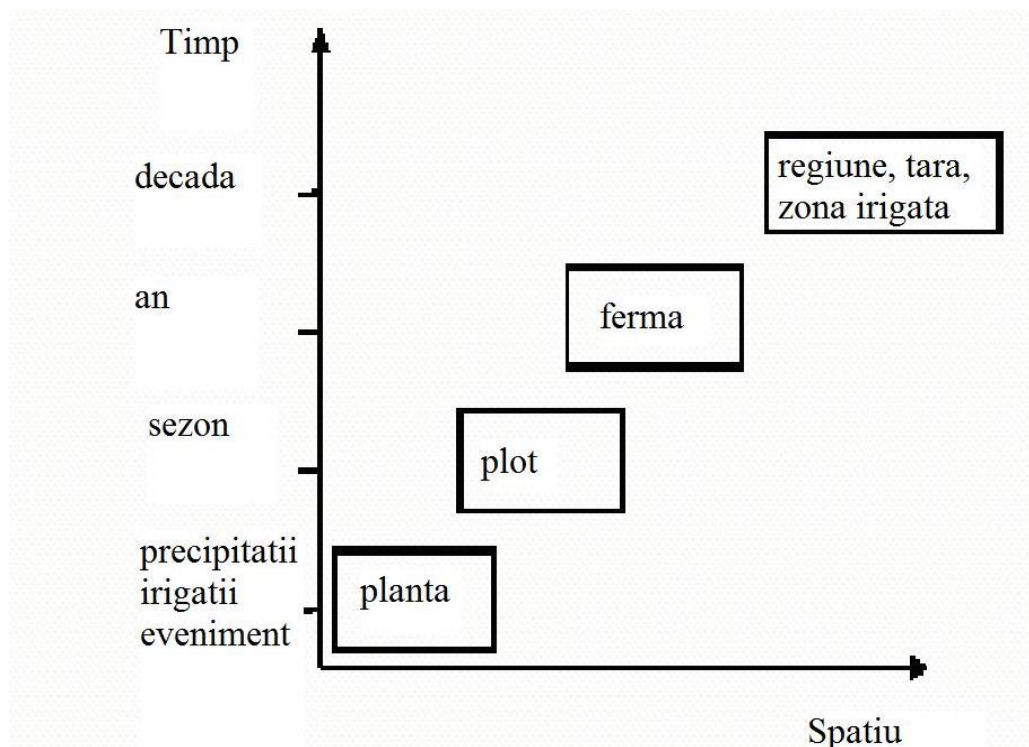


Fig. 5.2 Scara temporală și spațială a proceselor aferente determinării performanței unui sistem de desecare-drenaj [62]

5.4 Sisteme de management a nivelului freatic

Water Table Management Systems (*Sisteme de management a nivelului freatic*) – sub această denumire specialiștii din Europa și Statele Unite abordează problema îmbunătățirilor funciare, în special a drenajelor și a irigațiilor.

Disponând de numeroase date statistice precum și de o bogată experiență practică, cercetători din domeniile menționate anterior au dezvoltat programe de simulare și modelare a fenomenelor hidrice și nu numai.

Începând cu utilizarea sistemelor GIS de realizare a hărților digitale și terminând cu supravegherea automatizată a exploatării sistemelor de îmbunătățiri funciare, în țările dezvoltate economic, noțiunea de eficiență domină la toate capitolele. Erorile sunt evitate datorită unor sisteme de detectare a anomaliilor, ținând seama de bazele de date și de o anumită statistică acceptată ca termen de referință. Datele fizice de introdus în program sunt obținute de asemenea cu aparate specializate și care lucrează cu valori exacte, aproximările fiind acceptate doar în cazuri speciale, și acelea riguros structurate.

Programele de modelare sunt capabile să ofere prognoze pe diferite termene referitoare la variația nivelului freatic și să ofere soluții de hidroameliorare în cazul în care acestea se impun. De asemenea, lucrările propuse spre proiectare au mai multe scopuri, nefiind specializate pe un singur obiectiv.

A câștigat foarte mult teren în sectorul drenajelor așa numitul drenaj controlat, cu rol și în subirigație. Pe lângă faptul că acest tip de lucrare își

îndeplinește rolul de coborî nivelului freatic, prin structura lui poate reține azotul și fosforul în rețeaua de drenuri și colectare a apelor aduse de sistemul de drenaj evitând astfel eutrofizarea râurilor și a lacurilor care preluau aceste debite (figurile 5.3, 5.4, 5.5).

În perioade ploioase urmate de cele secetoase, drenajul controlat joacă rol de captator și apoi de rezervor (perioadele cu exces de umiditate) pentru ca apoi, funcție de necesarul culturilor, să întoarcă volumele reținute în profilul activ al solului. [13, 54, 62]

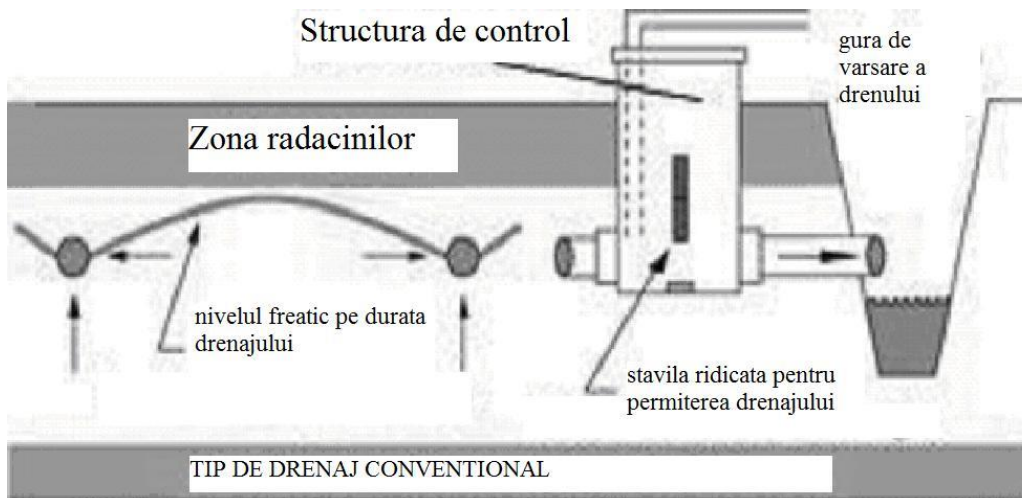


Fig. 5.3 Schema drenajului conventional [53]

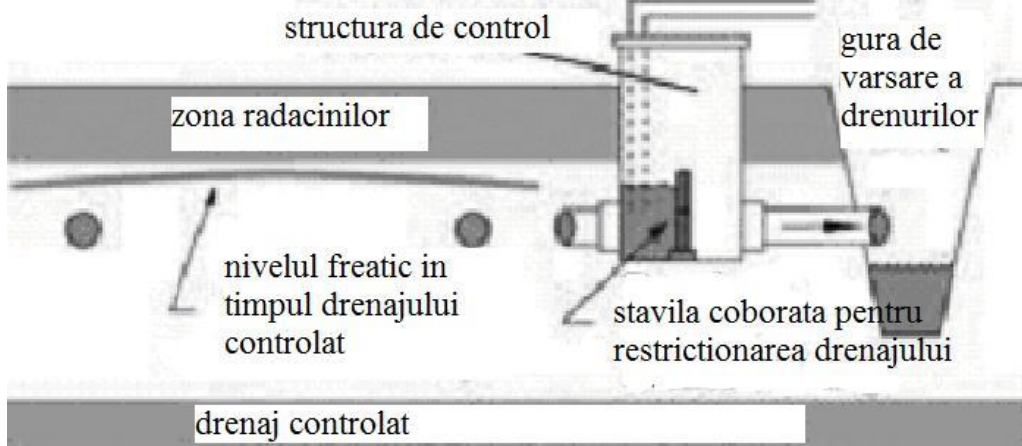


Fig. 5.4 Schema drenajului controlat [53]

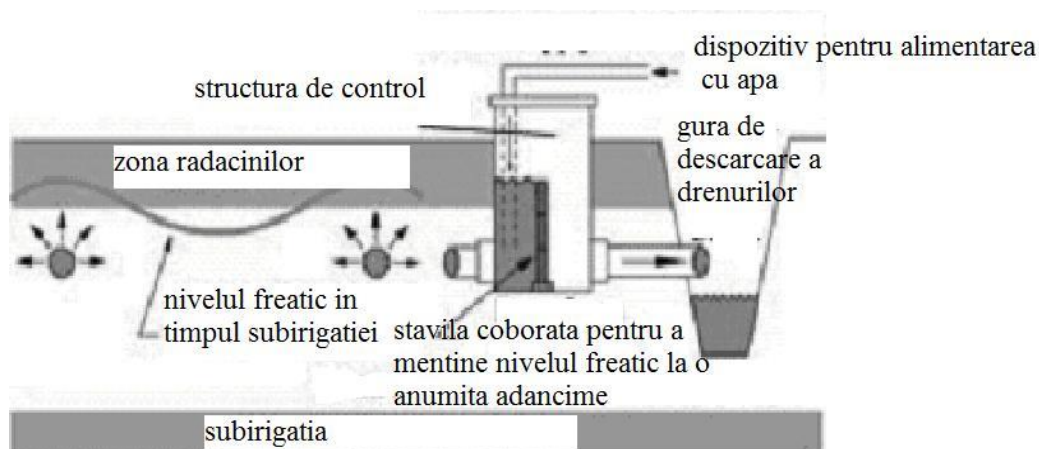


Fig. 5.5 Schema subirigației [53]

Conform Universității din Ohio, în termeni simplii, managementul nivelului freatic este definit ca managementul, control și/sau regularizarea condițiilor sol-apă din profilul solurilor agricole. În esență, excesul și deficitul de apă din profilul de sol pot fi ajustate pentru a oferi condiții bune de creștere plantelor și să asigure cadrul necesar obținerii unor producții sporite. Prin implementarea unor practici manageriale și strategii potrivite condițiilor din teren, se poate aduce și o îmbunătățire a mediului înconjurător, inclusiv prin evitarea eutrofizării.

Eficiența tehnico-economică în cadrul amenajărilor de desecare-drenaj din România este o necesitate în condițiile unei economii de piață, bazate pe concurențialitate și care dorește să poată supraviețui și chiar afirma într-o piață europeană, deja eficientă prin infrastructura tehnică existentă și prin prețurile practicate.

Este cunoscut faptul că aceste amenajări au fost realizate tocmai în ideea de a eficientiza agricultura din țara noastră și că, la data proiectării lor, au fost considerate niște construcții care îndeplineau condiția de mai sus. Totuși, îndelungata funcționare marcată de o uzură morală accentuată precum și schimbările climatice din ce în ce mai evidente au dus la reconsiderarea acestei noțiuni.

5.5. Indicatori de apreciere a performanței sistemelor de desecare-drenaj

Pentru aprecierea din punct de vedere tehnico-economic al eficienței unui sistem de desecare-drenaj au fost elaborate noi definiții dar și o serie de indicatori pentru o evaluare mai ușoară statistico-matematică.

Acești indicatori au fost obținuți în urma unor studii realizate atât de instituții de nivel mondial (Banca Mondială) cât și de diferiți cercetători preocupați de eficiența sistemelor de desecare-drenaj dar și de alt gen de lucrări cu scop hidroameliorativ. Acești indicatori au fost împărțiți pe mai multe secțiuni, fiecare secțiune având specificul și eu și un anumit domeniu de aplicabilitate.

5.5.1 Indicators de grad general

Secțiunea A cuprinde **indicatori de grad general**, dar aplicabili cu menționarea caracteristicilor specifice fiecărui proiect. De acest tip sunt **indicatorii de intrare și prelucrare** precum:

- numărul de construcții pe componenta de proiect;
- aria impusă pentru acoperirea obiectivului;
- costul echipamentelor;
- pregătirea personalului (săptămâni/ persoană);
- asistența tehnică (săptămâni/ persoană);
- bugetul pentru costuri de exploatare și întreținere. [13, 54, 62]

5.5.2 Indicators de randament (sau de ieșire)

Indicatorii randamentului, indicatori de ieșire (Secțiunea B) se referă la performanța hidraulică a sistemelor de drenaj:

- eficiența transportului apei;
- eficiența distribuției drenurilor;
- eficiența totală din punct de vedere hidraulic.

Tot în această categorie de integrează indicatori ce țin de echitatea sistemului de drenaj (în câmpurile drenate cu monoculturi, intensitatea acesteia este un bun indicator al echității) precum și de siguranța acestuia.

Alți indicatori de ieșire care pot fi utilizați în aprecierea eficienței unui sistem de drenaj sunt:

- Gradul de acoperire al terenului de planta cultivată;
- producția obținută;
- nivelul freatic obținut;
- durata pentru obținerea nivelului freatic dorit. [13, 54, 62]

5.5.3 Indicators de impact

Secțiunea C include **indicatorii** care se referă la **impactul** acestor sisteme hidroameliorative asupra mediului înconjurător.

- calitatea apei evacuate;
- cantitatea apei evacuate;
- evoluția în timp a cursului de apă care preia aceste debite din punct de vedere al eutrofizării. [13, 54, 62]

5.5.4 Indicators de risc și implementare

Indicatorii care se referă la **factorul risc** și la **problemele de implementare** a unui sistem de desecare-drenaj din punct de vedere legislativ se încadrează în categoria D. Aici pot fi incluși și indicatorii economici care se referă la impactul sistemelor de desecare-drenaj în economia locală, cu legături și în ramura socială. [13, 54, 62]

Indicatorii de risc se referă la calitatea proiectării, a superzării acestei operațiuni, la erorile și accidentele care pot să apară în timpul execuției, la deficiențele materialelor care intră în componența acestor amenajări precum și la problemele din timpul exploatarei și întreținerii.

Indicatorii de implementare au la bază politica socio-economică și de mediu a zonei, angajamentul beneficiarilor în managementul integrat al apei din zona lor, costurile pe care le presupune proiectarea și punerea în operă a unui sistem de desecare-drenaj, lipsa susținerii financiare din partea autorităților sau inexistența unor mecanisme financiare care să permită agriculturilor să adopte aceste măsuri

hidroameliorative, inexistența unui concept de durabilitate în exploatarea și întreținerea acestor sisteme.

Deasemenea sunt luați în considerare indicii sărăciei pentru a se observa dacă aceste sisteme au un efect în economia locală, dacă prin adoptarea lor în zonele în care se impun se îmbunătățește calitatea vieții locuitorilor.

Indicele managementului financiar durabil se calculează atât pe termen scurt cât și pe termen lung și poate fi susținut în aprecierea investiției de către indicii recuperării costurilor de întreținere și exploatare, respectiv de indicii costului pentru reabilitarea unui sistem de desecare-drenaj.

5.5.5 Indicatori propusi pentru aprecierea performanțelor unui sistem de desecare-drenaj

Pentru tipurile de indicatori menționate anterior dar și pentru alții au fost propuse o serie de formule de calcul, cu intervale de valori pentru definirea eficienței.

1. N_E – norma de evacuare a sistemului de drenaj definită conform ecuației de mai jos:

$$N_E = \frac{N_{ZP}}{N_{ZF}}$$

N_{ZP} – numărul de zile necesar ca picătura de apă drenată din capătul extrem al rețelei de drenaj să ajungă la structurile de evacuare;

N_{ZF} – numărul de zile al funcționării sistemului de drenaj necesar pentru a coborî nivelul freatic cu valoare dorită.

Valoarea ideală este 1 sau foarte apropiată de 1. Se pot face măsurători zilnice pe rețeaua de drenaj absorbantă sau rețeaua de ordin inferior, respectiv se poate măsura debitul la stația de pompare pentru evacuare, sau la evacuarea gravitațională.

2. **Uniformitatea ariei drenate (UAD)** este deasemenea un indicator important și se calculează cu următoarea formulă:

$$UAD = \frac{A_{NF}}{A_{MNF}}$$

A_{NF} – adâncimea nivelului freatic în zona cea mai slab drenată;

A_{MNF} - adâncimea medie a nivelului freatic de pe întreaga zonă acoperită de sistemul de drenaj.

Și în acest caz este de preferat ca raportul să fie cât mai apropiat sau egal cu 1. Indicatorul poate fi influențat de tipul de sol din zona drenată astfel că utilizarea acestui indice nu este întotdeauna relevantă.

3. Gradul de evacuare în timp util a apei (G_E)

$$G_E = \frac{N_{PD}}{N_{TPD}}$$

N_{PD} – numărul de ploturi drenate de pe care excesul de apă a fost eliminat în timp util

N_{TPD} – numărul total de ploturi ce trebuie drenate în timp util de același sistem

Rata de evacuare trebuie să fie 1 sau cât mai apropiată de această valoare.

4. Gradul capacității de transport a canalelor (G_{CTC})

$$G_{CTC} = \frac{C_A}{C_P}$$

C_A – capacitatea actuală de transport a rețelei de canale

C_P – capacitatea de transport prevăzută în proiect pentru rețeaua de canale

Valoarea R_{CTC} trebuie să fie cât mai aproape de 1. Nu sunt dorite nici debite transportate mai mari decât cele prevăzute în proiect deoarece pot produce defecțiuni pe rețeaua de canale.

5. Gradul structurilor deficitare (G_{SD})

$$G_{SD} = \frac{N_{SD}}{N_{TS}}$$

N_{SD} – numărul structurilor deficitare din sistem

N_{TS} – numărul total al structurilor din sistem

Rata ideală este 0 sau aproape de 0, adică numărul structurilor deficitare trebuie să fie minim.

6. Norma bugetului de întreținere (N_{BI})

$$N_{BI} = \frac{M_{AI}}{M_{AEI}}$$

M_{AI} – Media anuală a cheltuielilor pentru întreținere

M_{AEI} – Media anuală a cheltuielilor de exploatare și întreținere

Acest indicator este folosit pentru a observa sistemele unde întreținerea este neglijată. Valoarea optimă variază de la o regiune la alta.

7. Norma costurilor de personal (N_{CP})

$$N_{CP} = \frac{C_P}{C_T}$$

C_P – cheltuielile de personal

C_T – cheltuielile totale ale sistemului

Indicatorul este folosit pentru a se urmări nivelul cheltuielilor de personal care tind să devină foarte mari comparativ cu celelalte cheltuieli. O valoare optimă este cuprinsă între 50 și 60%.

8. Norma forței de muncă (N_{FM})

$$N_{FM} = \frac{N_A}{A_D}$$

N_A – numărul angajaților din sistemul de desecare-drenaj

A_D – aria acoperită de sistemul de desecare-drenaj

Rata variază de la o regiune la alta și de la un sistem la altul, datorită unor factori ca intensitatea drenajului sau productivitatea acestuia.

9. Suficiența autofinanțării (SA)

$$SA = \frac{V}{C}$$

V – veniturile obținute ca urmare a valorificării apei drenate, a recoltei obținute și valorificate, etc.

C – cheltuielile totale ale sistemului

Nivelul acestui indicator este recomandat să fie cât mai aproape de 1. Întrucât, cheltuielile de întreținere pot fi de multe ori suportate de la bugetele de stat sau cele ale autorităților locale, acest indicator nu reflectă întotdeauna realitatea din teren

Indicatori care se referă la sustenabilitatea sistemelor de desecare-drenaj

10. Sustenabilitatea ariei drenate (SAD)

$$SAD = \frac{ADA}{ADF}$$

ADA – aria desecată-drenată actuală

ADF – aria desecată-drenată la finalizarea dezvoltării și modernizării sistemului

Și în acest caz se recomandă ca valoarea indicatorului „Sustenabilitatea ariei drenate” să fie aproape de 1. Acest indicator integrează efectul mai multor variabile care afectează sustenabilitatea.

11. Adâncimea relativă a nivelului freatic (A_{RNF})

$$A_{RNF} = \frac{A_{ANF}}{A_{MNF}}$$

A_{ANF} – adâncimea actuală a nivelului freatic

A_{MNF} – adâncimea minim necesară a nivelului freatic raportată la culturile cele mai sensibile

Indicatorul trebuie să aibă valori mai mari de 1. Dacă nu este așa, sunt necesare îmbunătățiri ale sistemului de desecare-drenaj sau trebuie redus nivelul irigațiilor. Pot apărea valori cuprinse într-un interval foarte mare.

12. Indicatorul Suprafață/Infrastructură (I_{SI})

$$I_{SI} = \frac{A_D}{L_{cd}}$$

A_D – aria totală acoperită de sistemul de desecare-drenaj

L_{cd} – lungimea drenurilor și a canalelor din cadrul sistemului

Indicatorul prezintă în ce grad suprafața amenajată pentru desecare-drenaj poate acoperi costurile infrastructurii necesare. Variația acestui indicator este deasemenea foarte mare datorită valorii culturii respectiv intensității drenajului.

Observatii: În decursul anilor au fost propuși zeci de indicatori ai eficienței pentru sistemele de desecare-drenaj. Din păcate, acești indicatori sunt mult mai mult folosiți de către cercetători decât de beneficiarii sistemelor respectiv de administratorii acestor amenajări.

Investitorii și toți cei interesați de problema desecării și a drenajelor trebuie să selecteze un grup de indicatori cheie care sunt utilizați mai des, și să stabilească valori de referință pentru aceștia. Molden a dezvoltat o întreagă serie de indicatori pentru sistemele de îmbunătățiri funciare, irigații și desecare-drenaj în mod special.

Indicatorii cheie cu cea mai mare relevanță în calculul eficienței sistemelor de desecare-drenaj sunt:

- Uniformitatea ariei drenate;
- Gradul capacității de transport a canalelor;
- Sustenabilitatea ariei drenate;

acești indicatori putând fi folosiți și de proiectanții, personalul de exploatare-întreținere respectiv administratorii sistemelor de desecare-drenaj.

Informațiile de bază în aprecierea performanțelor unui sistem de desecare-drenaj sunt numite „parametrii”. Aceștia pot fi obținuți prin măsurători sau prin observații din câmp. Astfel, un parametru poate fi încadrat în categoria celor cantitativi sau a celor calitativi.

Performanța unui sistem trebuie apreciată utilizând un set de indicatori asociați cu criteriile de drenaj și respectiv cu obiectivele sistemului de drenaj. Combinațiile parametrilor duc la obținerea indicatorilor. Criteriile sunt intervalele valorilor unui indicator folosite pentru a clasifica valorile acestuia în acceptabile respectiv ne-acceptabile. O valoare nominală împreună cu o marjă de variație acceptabilă definesc nivelul țintă.

Provocarea majoră a aprecierii performanței este de a stabili criteriile cu nivelurile și variațiile țintă acceptabile și mai puțin în definirea indicatorilor. Valorile țintă trebuie să fie necesare să fie obținute din studii de caz.

5.6 Proprietățile indicatorilor de performanță

Indicatori de apreciere a performanței sistemelor de desecare-drenaj trebuie să fie caracterizate de următoarele (Bos et al. 1994):

Bază științifică – indicatorul trebuie să fie bazat pe un model causal, testat statistic și empiric cuantificabil, parte a procesului sistemului pe care îl descrie. Discrepanțele între bazele teoretice și cele empirice ale unui indicator trebuie explicitate. Pentru a facilita o comparație internațională a studiilor referitoare la aprecierea performanței, indicatorii trebuie formați cât mai asemănători sau analogi posibil. (Bos and Nugteren, 1990, Wolters 1992).

Indicatorii trebuie să fie cuantificabili – datele necesare cuantificării unui indicator trebuie să fie disponibile sau măsurabile cu tehnologia disponibilă. Măsurătorile subliniate trebuie să fie reproductibile.

Referințe către un criteriu – este evident din definiția indicatorilor de performanță. Prin relevanța și însușirile criteriului, valorile țintă și toleranțele pot fi stabilite pentru indicator. Valorile țintă (și marginile de deviație) trebuie să fie corelate cu nivelul tehnologic și cu managementul. (Bos et al. 1991).

Oferirea de informații nepărtinitoare – ideal, indicatorii de performanță nu ar trebui să fie formulați dintr-o perspectivă etică îngustă. În realitate, realizarea acestui deziderat este foarte dificilă.

Oferirea de informații asupra proceselor reversibile și manageriale – această cerință pentru un indicator de performanță este delicată în special pentru managerul sistemului

Natura indicatorului – un factor important care influențează selecția unui indicator este natura acestuia: indicatorul poate descrie o activitate specifică sau poate descrie media sau transformarea unui grup de activități. Indicatorul ideal oferă informații asupra unei activități actuale către o valoare țintă. Conform Smedema și Vlotman (1996) un indicator poate fi direct sau indirect. Un indicator direct este, de preferat, o funcție de un parametru, fără să depindă și de alți indicatori. De exemplu, nivelul freatic poate fi atribuit exclusiv ca fiind controlat de un sistem de drenaj chiar dacă este afectat de precipitații și de pierderile din irigații. Salinitatea solului și a apei nu pot fi niciodată funcție numai de nivelul freatic dar depind mult de regimul managementului apei și de calitatea apei. În general, indicatorii direcți sunt indicatori operaționali în timp ce indicatorii strategici sunt în general indicatori indirecti.

Ușurință în folosire și relația cost-eficacitate – În special pentru managementul zilnic (de rutină) indicatorii de performanță trebuie să fie tehnici realizabili (posibili) și ușor de folosit de către personal în concordanță cu pregătirea lor tehnică. Costul utilizării indicatorilor în termeni financiari, ai echipamentelor, angajării resurselor umane, trebuie să fie în mare măsură în resursele agenției. [12, 13, 54, 62]

Pentru a alege cel mai potrivit indicator trebuie definite scopul și relevanța aprecierii performanței. Este relevantă operațional sau strategic în natură? Relevanța aprecierii performanței unui sistem începe cu o întrebare. Ca și exemple:

1. Funcționează sistemul în conformitate cu criteriile de proiectare?

Relevanța întrebării este de tip operațional. Indicatori potențiali primi pot fi:

- gradul de coborâre al nivelului freatic (drenaj de suprafață și subsuprafață);
- întinderea și durata excesului de umiditate după căderea precipitațiilor (în primul rând drenajul de suprafață);

2. Este necesară reabilitarea sistemului?

Este de tip strategic. Majoritatea indicatorilor pot fi de tip tehnic, statistic sau financiar. Autoritatea responsabilă trebuie să decidă dacă sistemul trebuie să fie înlocuit sau dacă este acceptabilă continuarea întreținerii acestuia: Indicatori primi:

- Nivelul freatic ca funcție de timp;
- Nivelul freatic ca funcție de spațiu;
- Schimbări în numărul reclamațiilor;
- Schimbări referitoare la costurile întreținerii și frecvența lucrărilor de întreținere;
- Schimbări ale coeficienților Manning/Strickler.

3. Care este impactul sistemului de drenaj asupra raportului producția recoltei/fermier?

Este drenajul responsabil pentru creșterea producției? Dacă da, la ce valori? Trebuie considerată ca și întrebare strategică dar din punctul de vedere al managerului sistemului nu necesită o apreciere a performanței. Din punctul de vedere al agenției finanțatoare este o întrebare de mare relevanță, dar necesită mai mult cercetări decât aprecierea performanței. Se impune un studiu comparativ.

4. Care este cea mai potrivită distanță între drenuri, adâncimea lor sau volumul descărcat?

Relevanța activității de apreciere a performanței este de a îmbunătăți criteriile de proiectare. Nivelul este operațional. Nu se află sub jurisdicția operatorului sau a managerului de sistem ci a cercetătorului din domeniu.

5. Funcționează bine filtrul drenului?

Un manager de sistem nu e interesat în mod direct de această problemă deoarece poate fi cauza slabei performanțe a sistemului de drenaj datorită poziționării în spațiu. Este de tip operațional și ca indicatori primi și direcți avem:

- rezistența la intrarea în dren;
- norma de coborâre de nivelului freatic.

6. Care este cel mai bun material filtrant pentru a fi selectat? Această întrebare nu este de tip apreciere a performanței ci ține de domeniul cercetării.

Tabelul 5.3 Indicatori potentiali pentru aprecierea performantei unui sistem de desecare-drenaj [62]

	Operationali	Strategici
Direct	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Nivelul freatic ca functie de timp ➤ Rata de scadere a nivelului freatic ➤ Adancimea nivelului freatic functie de suprafata ➤ Nivelul apei in canale 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Frecventa

Intermediar	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Adâncimea relativă a nivelului freatic ➤ Debitul descărcat al sistemului ca funcție de timp ➤ Intensitatea drenajului 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Traficabilitatea
Indirect	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Conductivitatea hidraulică calculată în comparație cu proiectul ➤ Pierderea de sarcină hidraulică în timp ➤ Distanța între drenuri: comparație între proiect și cenrite ➤ Rezistența la intrare ➤ Relativă modificare a colectorului de drenaj în timp ➤ Sedimente în tuburi, drenaje cartite ➤ Gradul de suprapresiune în colectoare ➤ Vârsta sistemului de drenaj ➤ Gradul de descărcare actual în comparație cu cel inițial ➤ Schimbări în vârful descărcărilor ➤ Schimbări în coeficientul Manning ➤ Miscarea apei din zona radacinilor 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sustenabilitatea ariei drenate ➤ Frecvența, nivelul și costurile întreținerii ➤ Intensitatea controlului buruienilor ➤ Intensitatea controlului sedimentelor ➤ Vârsta structurii și frecvența întreținerii ➤ Schimbări relative ale salinității solului ➤ Salinitatea solului în timp ➤ Schimbări relative ale alcalinității solului ➤ Alcalinitatea solului în timp ➤ Producția în timp ➤ Modificări relative ale producției ➤ Schimbări relative ale ariei cultivate ➤ Variabilitatea culturilor ➤ Benefitul net al fermei ➤ Valoarea netă actuală ➤ Raportul beneficii/costuri ➤ Norma de amortizare ➤ Beneficiile fermierilor ➤ Locurile de muncă ➤ Realizările

Tabelul 5.4 Terminologia utilizată în aprecierea performanței este prezentată în tabelul următor [62]:

Terminologie	Definiție	Observații
--------------	-----------	------------

Valoarea actuală	Parametru care poate fi măsurat sau determinat	Adâncimea apei freatice, norma debitului, producția culturii, costurile irigației
	Valoarea dorită a parametrului – output al procesului (sau al performanței indicatorului)	
Valoarea critică	Valoarea critică a parametrului cheie ce cuantifică un proces fizic (cum ar fi concentrația chimică ce poate limita producția culturii dacă valoarea critică este depășită)	Ex. Salinitatea apei de irigație, dacă depășește o valoare critică, poate reduce producția
Valoarea dorită	Valoarea unui parametru măsurabil care se dorește a fi obținută	Valoarea dorită trebuie să fie aleasă ca urmare a nivelului serviciilor sau a strategiei
Parametru cheie	Un parametru cuantificabil (măsurabil) care influențează performanțele drenajelor (sau a irigațiilor)	Adâncimea apei freatice, norma debitului, producția culturii, costurile irigației
Nivelul serviciilor	Cantitatea de bunuri și servicii oferite de provider-ul de servicii utilizatorilor, presupuse a fi necesare pentru o funcționare potrivită și eficientă. Utilizatorul poate fi altă organizație, o persoană sau un grup de persoane.	Trebuie să fie bazat pe legislația în domeniul apei și a amenajărilor, și pe baza înțelegerilor între provideri și utilizatori.
Valoarea țintă	Valoarea dorită a unui indicator de performanță	
Valoarea totală	Numărul total (sau suma) parametrilor	Numărul utilizatorilor de apă, numărul structurilor

1. Valoarea critică a unui parametru cheie este utilizată dacă procesul analizat este fizic determinabil sau prezintă un comportament similar. În general, acești indicatori descriu un parametru specific. Cei mai mulți dintre indicatorii din acest grup pot fi sau sunt utilizați în aprecierea performanței strategice.
2. Valoarea dorită a fi obținută pentru un parametru este utilizată dacă decizia umană este implicată în setarea acestei valori. Indicatorul descrie adeseori media sau transformarea unui grup de activități de bază. Majoritatea indicatorilor din acest grup pot fi sau sunt utilizați în aprecierea performanței operaționale.
3. Valoarea actuală (input-ul) unui parametru cheie este utilizat la cuantificarea unei fracțiuni din performanța actuală a tuturor resurselor disponibile. Acest grup se aseamănă cu eficiența clasică a utilizării apei.
4. Valoarea totală a unui parametru cheie este utilizată la cuantificarea fracțiunii performanței actuale a tuturor resurselor disponibile. Acești parametri intră în sfera socio-economică a managementului drenajelor.

5.7 Sistemele de referință pentru aprecierea unui sistem de desecare-drenaj

Scopul stabilirii unor puncte de referință în aprecierea performanței sistemelor de desecare-drenaj este acela de a fi ulterior capabili să comparăm sistemele de management al apei la nivel mondial. Scopul aprecierii performanței este de a aprecia modul de funcționare al unui sistem în conformitate cu anumite standarde prin utilizarea unor indicatori specifici. Aprecierea performanței ține de organizarea internă a asociației în timp ce realizarea unui sistem de referință folosește la compararea performanțelor mai multor asociații. Prin urmare, stabilirea unui sistem de referință reprezintă doar un pas în secvența de control a performanței care se desfășoară pe durata ciclului de viață a unui sistem de management al apei: planificare, proiectare, construcție, exploatare, management și întreținere. Aprecierea performanței reprezintă următorul pas după monitorizare și evaluare.

Întrebarea logică ce intervine imediat este:

Ce reprezintă prin urmare controlul calității și cum se leagă elementele expuse mai sus?

Cheia problemei este reprezentată de diferențierea obiectivelor tehnice, strategice și operaționale. Toate activitățile de apreciere până la realizarea unui sistem de referință au orientare internă. Scopul sistemului de referință este ca, utilizând aceeași gamă de indicatori, să poată realiza comparații a performanței pe mai multe sisteme de management.

Pentru clarificarea gamei variate de aprecieri care pot fi realizate pe durata unui ciclu de viață a unui sistem de management al apei următoarele definiții pot servi ca și lămuriri suplimentare:

1. Sistemul de referință poate fi definit astfel: un proces sistematic pentru asigurarea unei dezvoltări continue prin comparații cu norme și standarde relevante și care pot fi obținute (Malano, 2001). Sistemul de referință reprezintă o activitate orientată spre exterior care ținteste găsirea celor mai bune practici de management prin folosirea unor organizații similare, comparabile. Aceste practici vor deveni la rândul lor sisteme de referință pentru alte organizații. Unii indicatori de apreciere a performanței, utilizați mai ales la analiza unor procese interne, nu pot fi utilizați în cadrul sistemelor de referință.
2. Aprecierea performanței unui sistem de drenaj. Definițiile pot varia în acest caz. Aprecierea performanței poate fi descrisă ca o metodologie de investigare, utilizând un număr limitat de indicatori, a nivelului de funcționare a unui sistem instalat. Această definiție include ceea ce cercetătorii și utilizatorii din domeniul analizei performanței consideră a fi atributele principale.
3. Monitorizarea și evaluarea se aplică aprecierii impactului intervențiilor realizate în sistem. Reprezintă mai mult o metodologie generică. Scopul este unul intern, la nivel de organizație. Se poate aplica pentru comparații între scheme interne ale organizației.
4. Controlul calității este legat de procedurile ingineresti și se aplică verificării cerințelor și specificațiilor fazei de construcție. Aprecierea performanței se aplică pe durata întregii perioade de viață a structurii în timp de controlul calității este în general realizat doar pe timpul și imediat după construcția sistemului.
5. Cercetarea și dezvoltarea oferă noi tehnologii și metode care diferă de oferirea de informații privind funcționarea structurii. Cercetarea nu este o apreciere a performanței dar poate utiliza informații furnizate de sistemul de referință,

aprecierea performantei, procesele de monitorizare si evaluare respectiv controlul calitatii.

Sistemele de referinta reprezinta un fenomen relativ nou in Managementul Integrat al Resurselor de Apa si a fost prea putin introdus in literatura de specialitate, in acest format, de catre cercetatorii din drenaje. Cu toate acestea, conceptul nu este nou, aprecierea performantei fiind deja utilizata. Noutatea o reprezinta formularea unui proces bine definit al sistemului de referinta in hidroamelioratii utilizand noile tehnici informationale si de comunicare disponibile. Activitatea de stabilire a cadrului de referinta va duce la stabilirea de valori si valori tinta concrete pentru conditii bine specificate. Lipsa datelor comparative a constituit principalul regres in activitatea de apreciere a performantei. Aparitia sistemelor de tip GIS si a tehnologiilor senzoriale a adus un nou suflu aprecierii performantei in cadrul sistemelor de desecare-drenaj. [54, 62]

Tabelul 5.5 Parametrii potentiali pentru indicatori de drenaj operationali si strategici [54, 62]

Nr. Crt.	Parametrii
	SISTEM DE DRENAJ SUBTERAN
	Caracteristicile proiectarii sistemului
1.	Izohietele precipitatilor lunare pentru zona desemnata proiectului
2.	Izohietele evapotranspiratiei lunare pentru zona desemnata proiectului
3.	Harti topografice prezentand caracteristicile geohidrologice
4.	Date privind profilul de sol: textura, infiltratie, conductivitate hidraulica, salinitate
5.	Diametrele tuburilor de drenaj
6.	Sectiunea tuburilor de drenaj
7.	Panta drenurilor laterale si colectoare
8.	Lungimea drenurilor laterale si colectoare
9.	Aria drenata de un dren lateral/colector
10.	Conditii de evacuare a drenurilor (libere sau innecate)
11.	Adancimea proiectata a apei la mijlocul distantei intre drenuri
12.	Adancimea drenurilor
13.	Distanta intre drenuri
14.	Coeficientul de drenaj utilizat la proiectare
15.	Conductivitatea hidraulica utilizata la proiectare
16.	Perioada de calcul pe care se bazeaza proiectarea (numarul de ani cu date legate de precipitatii luat in considerare)
17.	Determinarea coeficientului de drenaj
18.	Ecuatia utilizata la calculul distantei intre drenuri
19.	Ecuatia utilizata la proiectarea tubului de dren
20.	Factorii de siguranta utilizati
21.	Adancimea stratului impermeabil
22.	Modalitatea de evacuare a apei drenate (drenuri deschise, pompare)
23.	Aria neta cultivata / unitate de suprafata
24.	Productivitatea neta / aria neta
25.	Tipurile de culturi disponibile a fi cultivate
	Caracteristicile constructiei
26.	Modalitatea de constructie
27.	Probleme aparute pe durata constructiei
28.	Tipurile de materiale folosite

29.	Tipurile de tuburi de dren folosite
30.	Mediul în care s-a realizat construcție (uscat/ umed)
31.	Distanța actuală între drenuri
32.	Lungimea drenurilor laterale după construcție
33.	Lungimea drenurilor colectoare după construcție
34.	Costul estimat al construcției
35.	Costul actual al construcției
36.	Durata construcției
	Caracteristicile performanței
37.	Harti complete ale sistemului
38.	Timpul de monitorizare după construcție
39.	Timpul de monitorizare după ultima irigație
40.	Înălțimea apei la mijlocul distanței între drenurile laterale
41.	Elevația naturală a apei în punctele de observare a nivelului freatic
42.	Conductivitatea hidraulică actuală și calculată
43.	Adâncimea apei în tuburile de dren
44.	Debitul descărcat de drenurile laterale
45.	Debitul descărcat de drenurile colectoare
46.	Tipul de măsurare a vitezei scurgerii (scufundat sau la suprafață)
47.	Date privind profilul de sol
48.	Aria netă cultivată / aria drenată
49.	Productivitatea culturii/ aria netă
	Caracteristici operationale și de întreținere
50.	Sedimente în tuburile de drenaj
51.	Sedimente în gurile de acces
52.	Sedimente în colectoare și zonele de pompare
53.	Numărul de tuburi de dren blocate
54.	Frecvența curățării tuburilor de dren
55.	Lungimea tuburilor de dren care necesită curățare
56.	Fondurile disponibile pentru întreținere
57.	Numărul de ore de pompare per zi
58.	Întreținerea pompelor
59.	Tipul de operare
60.	Aprecierea gradului de întreținere
	Calitatea apei
61.	Conductivitatea electrică
62.	Metoda de determinare a conductivității electrice
63.	Norma de absorbție a sodiului
64.	Metoda de determinare a normei de absorbție a sodiului
65.	Reziduu de sodiu carbonat
66.	Metoda de determinare a reziduuului de sodiu carbonat
67.	Compoziția chimică a 61 – 66
68.	Cantitățile de pesticide și metoda de determinare
69.	Cantitățile de seleniu și metoda de determinare
	SISTEM DE DESECARÉ
70.	Izohietele precipitațiilor lunare pentru zona desemnată proiectului
71.	Izohietele evapotranspirației lunare pentru zona desemnată proiectului
72.	Harti topografice prezentând caracteristicile geohidrologice
73.	Date privind profilul de sol: textură, infiltrație, conductivitate hidraulică,

	salinitate
74.	Canale captusite sau necaptusite
75.	Pantele sectiunilor caracteristice
76.	Designul evacuarii apei
77.	Metoda de determinare a scurgerii de suprafata
78.	Perioada pe care se bazeaza proiectul (nivel freatic, debite evacuate, precipitatii)
79.	Determinarea coeficientul de drenaj
80.	Metodele de proiectare hidraulice
81.	Modalitatea de evacuare a apei drenate
	Caracteristicile constructiei
82.	Metoda, anul si durata constructiei
83.	Probleme pe durata constructiei
84.	Sectiuni transversale la intervale regulate
85.	Profil longitudinal
86.	Costurile estimate ale proiectului
87.	Costurile actuale ale proiectului
88.	Detalii ale sectiunilor
	Caracteristicile performantei
89.	Harta cu punctele de observatie si masurare
90.	Evacuarea
91.	Elevatia apei in amonte de punctul de masurare a debitului
92.	Elevatia apei in aval de punctul de masurare a debitului
93.	Metoda de masurare a debitului
94.	Conditiiile existente la punctul de masurare a debitului (innecat sau liber)
	Caracteristicile operationale si de intretinere
95.	Stabilitatea pantelor
96.	Inregistrari privind operatiile de intretinere
97.	Timpul si perioada deznisiparii
98.	Reconstructia
99.	Cantitatea de sedimente
100.	Aprecierea cresterii vegetatiei acvatice si curatarea acesteia
101.	Fonduri disponibile pentru intretinere
102.	Tipul de conducere
103.	Tipul de organizare
104.	Aprecierea gradului de intretinere
	Calitatea apei
105.	Conductivitatea electrica
106.	Metoda de determinare a conductivitatii electrice
107.	Norma de absorbtie a sodiului
108.	Metoda de determinare a normei de absorbtie a sodiului
109.	Reziduu de sodiu carbonat
110.	Metoda de determinare a reziduuului de sodium carbonat
111.	Compozitia chimica a 105 - 110
112.	Cantitatile de pesticide si metoda de determinare
113.	Cantitatile de selenium si metoda de determinare
	HIDROLOGIA SI ALTI PARAMETRII CARACTERISTICI ARIEI DESEMNAATE PENTRU PROIECTAREA SISTEMULUI DE DRENAJ
	Precipitatiile

114.	Zilnice
115.	Saptamanale
116.	Lunare
117.	Sezoniere
118.	Anuale
119.	Metoda de colectare
120.	Condițiile punctului de colectare (standardizate FAO, WMO respectiv nestandardizate)
	Evapotranspiratia
121.	Zilnice
122.	Saptamanale
123.	Lunare
124.	Sezoniere
125.	Anuale
126.	Metoda de calcul
127.	Condițiile punctului de calcul (standardizate FAO, WMO respectiv nestandardizate)
	Eficienta si alimentarea cu apa din irigatii
	Canale de ordinul 1
128.	Debitele zilnice
129.	Debitele saptamanale
130.	Debitele lunare
131.	Debitele sezoniere
132.	Debitele anuale
133.	Apresiasi pierderilor din canale, anul si metoda utilizata la calculul pierderilor
	Canale de ordinul 2
134.	Debitele zilnice
135.	Debitele saptamanale
136.	Debitele lunare
137.	Debitele sezoniere
138.	Debitele anuale
139.	Apresiasi pierderilor din canale, anul si metoda utilizata la calculul pierderilor
	Canalele terțiare
140.	Debitele zilnice
141.	Variata zilnica a debitelor
142.	Debitele saptamanale
143.	Debitele lunare
144.	Debitele sezoniere
145.	Debitele anuale
146.	Aportul de irigatii din puturi/ fantani/ izvoare (variata debitelor in timp)
147.	Surse de irigatii private (puturi/ fantani) (variata debitelor in timp)
148.	Surse de irigatii cu statii de pompare altele decat cele guvernamentale (variata debitelor in timp)
149.	Media volumelor de apa aplicate in camp, metoda de determinare
150.	Media volumelor de apa pierdute prin percolare, metoda de determinare
151.	Tipul de irigatii: rotatie, la cerere
152.	Metoda de irigare

	Calitatea apei de irigatii
153.	Conductivitatea electrica
154.	Metoda de determinare a conductivitatii electrice
155.	Norma de absorbtie a sodiului
156.	Metoda de determinare a normei de absorbtie a sodiului
157.	Reziduu de sodiu carbonat
158.	Metoda de determinare a reziduului de sodium carbonat
159.	Compozitia chimica a 105 – 110
160.	Cantitatile de pesticide si metoda de determinare
161.	Cantitatile de selenium si metoda de determinare
	FLUCTUATIILE NIVELULUI FREATIC
162.	Zilnice
163.	Saptamanale
164.	Bi-saptamanale
165.	Lunare
166.	Sezoniere
167.	Anuale
168.	Densitatea observatiilor
169.	Metoda de observare
	PARAMETRII BALANTEI APEI PENTRU EXPLICAREA RIDICARII SI COBORARII NIVELULUI FREATIC
170.	Reincarcarea din precipitatie
171.	Scurgerea prin canalele de desecare
172.	Reincarcarea sistemului de irigatii
173.	Reincarcarea/ retragerea prin fantanile/ puturile publice si private
174.	Retragerea prin evapotranspiratia vegetatiei
175.	Retragerea prin evaporatia de la suprafata solului necultivat
	UTILIZAREA TERENULUI SI PRACTICILE AGRICOLE
176.	Harti cu utilizarea sezoniera a terenului
177.	Numarul de udari pe cultura si normele de irigatii aplicate
178.	Aplicarea fertilizantilor
179.	Utilizarea pesticidelor

5.8 Comentarii, concluzii, recomandari

Experienta la nivel mondial privind aprecierea performantei unui sistem de desecare-drenaj este inca intr-o faza relativ saraca in informatii. Chiar si conceptul de apreciere a performantei este mai mult orientat spre cercetare decat catre activitatea propriu-zisa de apreciere.

Indicatorii realizati pentru aprecierea performantei pot fi utilizati si in activitatea de cercetare din acest domeniu cu mentiunea ca faza de raportare a acestora la un sistem de referinta trebuie dezvoltata. Sistemele de referinta, chiar si in tari cu o larga experienta in domeniu precum Australia, inca nu au atins un nivel de performanta satisfacator.

Parcurgand literatura tehnica de specialitate din domeniu se poate observa faptul ca nu exista metode simple de determinare a factorilor care influenteaza performanta sistemelor de desecare-drenaj. Determinarea unor asemenea factori tine foarte mult de cercetari si expertize locale sau strict de activitatea de cercetare.

O performanță slabă a unui sistem de desecare-drenaj poate rezulta din deficiențe legate de proiectare, materiale, construcție, întreținere, capitole care nu sunt ușor de diagnosticat pentru o perioadă de câțiva ani după intrarea în exploatare a sistemului.

Astfel este necesară o aprofundare a examinării modului de funcționare a componentelor unui sistem de desecare-drenaj sau cel puțin a celor cu relevanță mare în cadrul aprecierii performanței. Metodele de diagnosticare trebuie să se bazeze pe o bază teoretică bine aprofundată.

Putem concluziona astfel că un sistem de referință necesar în aprecierea performanței unui sistem de desecare-drenaj poate fi realizat. O regulă care trebuie respectată în realizarea unui asemenea sistem este aceea de a folosi indicatori ușor măsurabili cunoscuți și ca indicatori direcți. Numărul indicatorilor care descriu funcționarea unui sistem de desecare-drenaj cuprinde o gamă largă de variabile însă doar cele măsurabile direct, fără alte dependențe, sunt cele mai potrivite pentru a fi incluse în sistemul de referință.

Printre variabilele cele mai ușor de măsurat și cu o relevanță mare putem enumera cele care descriu comportamentul nivelului freatic precum și distribuția spațială a acestuia. În consecință, indicatorii care vor fi utilizați în aprecierea performanței și realizarea sistemului de referință trebuie să se bazeze pe măsurători ale avansării nivelului freatic. Măsurătorile sunt procese simple însă costisitoare, un sistem eficient de colectare și procesare a datelor presupunând însă investiții mari.

Sistemele de referință pentru aprecierea performanței amenajărilor de desecare-drenaj presupun o muncă deosebit de laborioasă, atât înainte de implementarea amenajării cât și după, și necesită eforturi financiare nu numai din partea asociațiilor de îmbunătățiri funciare cât și sprijin din partea instituțiilor guvernamentale pentru realizarea cadrului necesar asigurării unei agriculturi durabile.

5.9 Bibliografie utilizată și conexă

1. Bastiaanssen, W.G.M. and Bos, M.G. (1999) Irrigation performance indicators based on remotely sensed data: a review of literature. *Irrigation and Drainage Systems* 13, 291–311.
2. Bastiaanssen, W.G.M., Brito, R.A.L., Bos, M.G., Souza, R., Cavalcanti, E.B. and Bakker, M.M. (2001) Low cost satellite data applied to performance monitoring of the Nilo Coelho irrigation scheme, Brazil. *Irrigation and Drainage Systems* 15, 53–79.
3. Bos, M.G. (1996) *Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop on the Interrelationship between Irrigation, Drainage and the Environment in the Aral Sea Basin*. Kluwer, Dordrecht, The Netherlands.
4. Bos, M.G. (1997) Performance indicators for irrigation and drainage. *Irrigation and Drainage Systems* 11, 119–137.
5. Bos, M.G. (2001) Why would we use a GIS DataBase and Remote Sensing in irrigation management? In: van Dijk, A. and Bos, M.G. (eds) *GIS and Remote Sensing Techniques in Land and Water Management*. Kluwer, Dordrecht, The Netherlands, pp. 1–8.
6. Bos, M.G. and Nugteren, J. (1990) *On Irrigation Efficiencies*, 4th edn. ILRI publication 19. International Institute for Land Reclamation and Improvement, Wageningen, The Netherlands.

7. Bos, M.G., Wolters, W., Drovandi, A. and Morabito, J.A. (1991) The Viejo Retamo secondary canal – performance evaluation case study: Mendoza, Argentina. *Irrigation and Drainage Systems* 5, 77–88.
8. Bos, M.G., Abdel-Dayem, S. and Abdel-Rahman Attia, F. (1994a) Assessing performance of irrigation and drainage: examples from Egypt. *Proceedings 8th IWRA World Congress on Water Resources*, Cairo, November 1994. Volume 1, T4-S1, pp. 6.1–6.18.
9. Bos, M.G., Murray-Rust, D.H., Merrey, D.J., Johnson, H.G. and Snellen, W.B. (1994b) Methodologies for assessing performance of irrigation and drainage management. *Irrigation and Drainage Systems* 7, 231–261.
10. Bos, M.G., Vos, J. and Feddes, R.A. (1996) *CRIWAR 2.0: A Simulation Model on Crop Irrigation Water Requirements*. ILRI publication 46. International Institute for Land Reclamation and Improvement, Wageningen, The Netherlands.
11. Bos, M.G., Salatino, S.S. and Billoud, C.G. (2001) The water delivery performance within the Chivilcoy Tertiary Unit. *Irrigation and Drainage Systems* 15, 311–325.
12. Bos, M. G. (1994). Suggested Indicators for Assessing Irrigation and Drainage Performance in Egypt. Report to the Drainage Panel. Wageningen, The Netherlands, ILRI: 28.
13. Bos, M. G. (1996). Performance indicators for irrigation and drainage. Workshop on the evaluation of the performance of subsurface drainage systems, 16th ICID Congress, Cairo, Egypt, ICID-Cemagref.
14. Bustos, R.M., Marre, M., Salatino, S., Chambouleyron, J. and Bos, M.G. (1997) Performance of water users associations in the lower Tunuyan area. Submitted for publication to *Irrigation and Drainage Systems*.
15. Chambouleyron, J. (1994) Determining the optimal size of water users' associations. *Irrigation and Drainage Systems* 8, 189–199.
16. Clemmens, A.J. and Bos, M.G. (1990) Statistical methods for irrigation system water delivery performance evaluation. *Irrigation and Drainage Systems* 4, 345–365.
17. Dieleman, P. J. and B. D. Trafford (1976). Drain Testing. FAO Irrigation and Drainage Paper 28. Rome, Italy, Food and Agriculture Organisation of the United Nations: 10-20.
18. Eissa, M. (2000). Watertable Indicators for Pilot Area Research. Drainage Research Project. Cairo, Egypt, Drainage Research Institute.
19. Favrot, J. C. (1984). Acquisition des données nécessaires au drainage par la méthode des secteurs de références. 12th ICID Congress, Colorado USA, ICID.
20. Favrot, J. C., et Lesaffre, B., (1987). Défautes de fonctionnement et réhabilitation des réseaux de drainage souterrains. 13 th ICID Congress,, Csalblanca, Morocco, ICID.
21. Ferrante, J. E. T. (1995). "Situation of remote sensing in Brazil and its application to irrigation, drainage and salinity problems." Water report 4: 165-172.
22. Frejefond, E. (1993). Evaluation des performances des réseaux de drainage. Mise au point d'une méthode combinant télédétection et diagnostic de terrain dans la plaine du Gharb-Maroc. Strasbourg, ENGEES: 139.
23. Hornbuckle, J.W., Christen, E.W and Faulkner, R. (2002). Preliminary Investigations of a Multi-level Subsurface Drainage System for Improving

- Drainage Water Quality. Irrigation 2002, Irrigation Association of Australia Conference, 21-23 May 2002, Sydney.
24. ICID (1978) Standards for the calculation of irrigation efficiencies. *ICID Bulletin* 27, 91-101.
 25. International Irrigation Management Institute (IIMI) (1989) Efficient irrigation management and system turnover. Final Report. Volume 2. ADB Technical Assistance TA 937-INO, Indonesia.
 26. Irrigation Management Policy Support Activity (IMPISA) (1991) *Modernizing the Irrigated Agriculture Sector: Transformations at the Macro-institutional Level*. Policy paper no. 4. IMPISA Secretariat, Colombo, Sri Lanka.
 27. Jurriens, M., Zerihun, D., Boonstra, J. and Feyen, J. (2001) *SURDEV: Surface Irrigation Software*. International Institute for Land Reclamation and Improvement, Wageningen, The Netherlands.
 28. Kielen, B. M., J. (2002). "New FAO Irrigation and Drainage Paper on Water Quality."
 29. Kijne, J., Barker, R. and Molden, D. (eds) (2003) *Water Productivity in Agriculture: Limits and Opportunities for Improvement*. CAB International, Wallingford, UK.
 30. Lesaffre, B. (1990). Fench program for technology research in drainage. Some illustrations. 7th Annual World Bank Seminar, Baltimore, USA, World bank.
 31. Lesch, S.M., J.D. Rhoades, and D.L. Corwin. 2000. The ESAP-95 version 2.0 R. user manual and tutorial guide. USSL Research Report # 146.
 32. Maas, E.V. and G.J. Hoffman. 1977. Crop salt tolerance – current assessment. Irrigation and Drainage Division, ASCE. 103, pg 115-134.
 33. Malano, H. (2003). Report of Task Force (TF4) on Benchmarking of Irrigation and Drainage Projects. New Dehli, India, ICID: 19 pp.
 34. Malano, H., Burton, M. (2001). Guidelines for benchmarking performance in the irrigation and drainage sector. Rome, FAO-IPTRID.
 35. Marre, M., Bustos, R., Chambouleyron, J. and Bos, M.G. (1997) Irrigation water rates in Mendoza's decentralized irrigation administration. In: van Hofwegen, P.J.M. and Schultz, E. (eds) *Financial Aspects of Water Management*. Balkema Publishers, Rotterdam, pp. 25-40. Revised edition: *Irrigation and Drainage Systems* 12, 67-83.
 36. McNeil, J.D., (1986), Geonics EM 38 ground conductivity meter. Operating instructions and survey interpretation techniques. Technical Note TN-21, Geonics Ltd., Canada
 37. Merrey, D.J., de Silva, N.G.R. and Sakthivadivel, R. (1992) A participatory approach to building policy consensus: the relevance of the Irrigation Management Policy Support Activity of Sri Lanka for other countries. *IIMI Review* 6, 3-13.
 38. Molden, D.J. (1997) *Accounting for Water Use and Productivity*. SWIM (System Wide Initiative on Water Management) report number 1. International Irrigation Management Institute, Colombo, Sri Lanka.
 39. Molden, D.J. and Gates, T.K. (1990) Performance measures for evaluation of irrigation water delivery systems. *ASCE Journal of Irrigation and Drainage Engineering* 116.
 40. Molden, D.J., Sakthivadivel, R., Perry, C.J., de Fraiture, C. and Kloezen, W.H. (1998) *Indicators for Comparing Performance of Irrigated Agricultural Systems*. Research report 20. International Irrigation Management Institute, Colombo, Sri Lanka.

41. Morabito, J., Bos, M.G., Vos, S. and Brouwer, R. (1998) The quality of service provided by the Irrigation Department to the users associations, Tunuyan system, Mendoza, Argentina. *Irrigation and Drainage Systems* 12, 49-65.
42. Murray-Rust, D.H. and Snellen, W.B. (1993) *Irrigation System Performance Assessment and Diagnosis*. (Joint publication of IIMI, ILRI and IHE.) IIMI, Colombo, Sri Lanka.
43. Oosterbaan, R. J. (1994). *Agricultural Drainage Criteria. Drainage Principles and Applications*, ILRI Publication 16. H. P. Ritzema. Wageningen, The Netherlands, ILRI: 635-690.
44. Oster, J.D. and J.D. Rhoades. 1990. Steady state root zone salt balance. In K.K. Tanji (ed) *Agricultural Salinity Assessment and Management*. ASCE Manuals and Reports on Engineering No. 71 pg. 469 - 481. New York, N.Y.
45. Rady, M. A. (1993). Main policies and guideline for rehabilitation of tile drainage networks. Cairo, Egypt, Egyptian Authority for Drainage Projects: 24.
46. Rajad Project Staff (1995). "Analysis of Subsurface Drainage Design Criteria, 1995 Edition. Rajasthan Agricultural Drainage Research Project (Rajad), Chambal Command Area Development, Rajasthan, India. Sep 95."
47. Renault, D., Hemakumara, M. and Molden, D.J. (2001) Importance of water consumption by perennial vegetation in irrigated areas of the humid tropics: evidence from Sri Lanka. *Agricultural Water Management* 46, 215-230.
48. Rhoades, J.D., Chanduvi, F. and Lesch, S (1999) Soil salinity assessment Methods and interpretation of electrical conductivity measurements. FAO Irrigation and Drainage Paper no. 57. Rome.
49. Sakthivadivel, R., de Fraiture, C., Molden, D.J., Perry, C. and Kloesen, W. (1999) Indicators of land and water productivity in irrigated agriculture. *Water Resources Development* 15, 161-179.
50. Salman, A. F. (1995). Rehabilitation policies and priorities of field drainage. Cairo, Egypt, Egyptian Authority for Drainage Projects: 18.
51. Small, L. (1992) *Evaluating Irrigation System Performance with Measures of Irrigation Efficiencies*. ODI Irrigation Management Network Paper No. 22. Overseas Development Institute, London.
52. Small, L.E. and Svendsen, M. (1990) A framework for assessing irrigation performance. *Irrigation and Drainage Systems* 4, 283-312. Revised edition as: Working Paper on Irrigation Performance 1. International Food Policy Research Institute, Washington, DC.
53. Smedema, L.K., Vlotman, W.F and Rycroft, D.W. 2004. *Modern Land Drainage. Planning, Design and Management of Agricultural Drainage Systems*. A.A. Balkema Publishers, Leiden, The Netherlands, 446 pp.
54. Smedema, L. K., S. M. Abdel Dayem, et al. (1996). Performance assessment of land drainage systems. Workshop on the Evaluation of Performance of Subsurface Drainage Systems, 16th ICID Congress, Cairo, Egypt, ICID-Cemagref.
55. Smedema, L. K. and W. F. Vlotman, Eds. (1996). Workshop on Performance Assessment of Drainage Systems. Cairo, Egypt, Drainage Research Institute (DRI) and Egyptian Public Authority for Drainage Projects (EPADP).
56. Smedema, L.K. 1988: Watertable control indices for drainage of agricultural land in humid climates. *Agricultural Water Management* 14, p 69-77.
57. Smedema, L. K., Abdel Dayem, S.M., Vlotman, W.F., Abdel Aziz, A., Van Leeuwen, H. (1996). Key note address for Performance assessment of land drainage systems. Workshop on the Evaluation of Performance of Subsurface Drainage Systems,, Cairo, Egypt, CIID-Cemagref.

58. Smit, M. (1989) *CROPWAT: Program to Calculate Irrigation Requirements and Generate Irrigation Schedules*. Irrigation and Drainage Paper 46. FAO, Rome.
59. SURFER, 1986. Reference Manual. Golden Software Inc. Golden, CO.
60. Till, M.R. and Bos, M.G. (1985) The influence of uniformity and leaching on the field application efficiency. *ICID Bulletin* 34.
61. Vincent, B., A. Vidal, et al. (1996). Use of satellite remote sensing as an indication for the assessment of waterlogging or salinity as an indication of the performance of drained systems. Workshop on the Evaluation of Performance of Subsurface Drainage Systems, 16th ICID Congress, Cairo, Egypt, ICID-Cemagref.
62. Vincent, B., Vlotman W.F., Zimmer D. (2002). Performance assessment and potential indicators for drainage systems; Draft Publication ICID Working Group on Drainage. http://www.icid.org/w_body.html#22, then go to DRAINLINE.
63. Vlotman, W. F. (1999). Drain envelopes. Wageningen, ILRI: 10-29.
64. Vlotman, W. F., Jansen H. J., Snellen, W. B. (2002). Controlled Drainage; an additional paradigm for integrated water management (in press). 7th Netherlands ICID meeting, April 2002, Nijmegen, The Netherlands.
65. Vincent B., Vlotman W.F., Zimmer D., Hornbuckle J.W., Performance Assessment and Potential Indicators for Drainage Systems, CSIRO Land and Water Science Report 62/07, September 2007
66. Wolters, W. (1992) *Influences on the Efficiency of Irrigation Water Use*. ILRI publication no. 51. International Institute for Land Reclamation and Improvement, Wageningen, The Netherlands.
67. Wolters, W. and Bos, M.G. (1990) *Irrigation Performance Assessment and Irrigation Efficiency*. 1989 Annual Report. International Institute for Land Reclamation and Improvement, Wageningen, The Netherlands, pp. 25-37.
68. Zimmer, D. and B. Lesaffre (1989). Subsurface drainage flow patterns and soil types. ASAE summer meeting, Quebec, ASAE.
69. Zimmer, D. (1996). Lessons gained from the land drainage performance assessment programs in France during the 80's. Workshop on the Evaluation of Performance of Subsurface Drainage Systems, 16th ICID Congress, Cairo, Egypt, ICID-Cemagref

6. PROGRAME DE PROIECTARE SPECIALIZATE PENTRU REȚELE DE DESECARE-DRENAJ. APLICAȚII ȘI STUDIU DE CAZ

6.1 Generalități

România are o bună bază de resurse naturale pentru agricultură, cu soluri fertile în sud și în provinciile din Moldova. Clima este blândă, de tip continental, iar culturile de vară necesită irigare. În perioada comunistă, deși politica economică a pus accent pe dezvoltarea industriei în defavoarea agriculturii; totuși agricultura a continuat să joace un rol semnificativ, dar în scădere în economia României. Agricultură era organizată în întreprinderi mari de stat și cooperative agricole de producție, sectoarele din amonte și din aval fiind dominate de întreprinderile aflate în proprietatea statului. O mare parte a creșterii economice din sectorul agricol nu se datora îmbunătățirii productivității factorilor, ci utilizării intensive a inputurilor, mai ales substanțe chimice și îngrășăminte. Procesul de reformă implementat în deceniul trecut a fost dificil și a progresat cu sincope.

Rezultatele au fost amestecate, iar sarcinile uriașe din cadrul ajustării sectoriale încă nu s-au încheiat, ținând cont de provocările legate de aderarea la Uniunea Europeană. Din anul 1989, tendințele manifestate de agricultura României au început să difere mult de tendințele pe termen lung din perioada socialistă. Până în anul 1989, forța de muncă totală din România a crescut, în timp ce forța de muncă agricolă a scăzut; după anul 1990, aceste tendințe s-au inversat: forța de muncă totală a început să scadă, iar forța de muncă agricolă a crescut destul de repede până în anul 2000, când a atins 115% din nivelul său din 1989. Datele din 2003 totuși indică un declin al ponderii agriculturii în forța de muncă totală pentru prima oară din anul 1996 (ponderea agriculturii în forța de muncă totală a scăzut la nivelul de 36%). [136]

Ponderea în scădere a agriculturii în PIB în România (**Figura 6.1** pe baza sistemului conturilor naționale) este o tendință normală de așteptat în dezvoltarea economică, dar este de obicei însoțită de o scădere a ponderii ocupării în agricultură, pe măsură ce forța de muncă migrează spre alte sectoare.

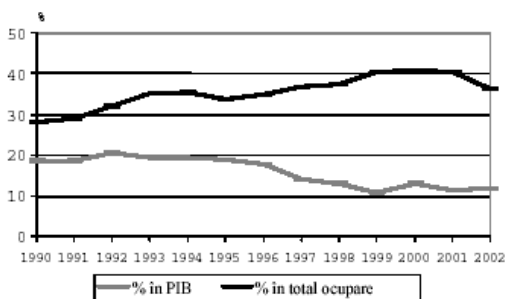


Fig. 6.1 Ponderea agriculturii românești în economie [136]

Trebuie remarcat totuși că scăderea ponderii agriculturii în total economie s-a stabilizat la aproximativ 11% în ultimii trei ani. În total, 3,6 milioane de oameni lucrează în sectorul agricol din România. În comparație cu UE, această cifră reprezintă 54% din forța de muncă agricolă din UE-15. De fapt, forța de muncă agricolă din două țări esteuropene, România și Polonia, este aproape egală cu numărul total de persoane ocupate în agricultura UE-15 (6,3 milioane comparativ cu 6,7 milioane). Chiar dacă comparăm cei 3,6 milioane lucrători agricoli din România cu o statistică mai largă UE, așa-numitul "număr total de persoane care lucrează în exploatațile agricole" în UE-15, numărul de lucrători agricoli din România ar fi echivalent cu 27% din forța de muncă din agricultură din UE-15. Și totuși aceste 3,6 milioane de persoane active în agricultura României, reprezentând 34,7% din forța de muncă totală a României, contribuie doar cu 11,7% la total PIB (2003). [136]

Creșterea în agricultură din este reprezentată prin două comensurări. O comensurare este bazată pe sistemul conturilor naționale, unde indicele produsului agricol este de obicei calculat din ponderea procentuală estimată a agriculturii în PIB (sau valoarea adăugată brută în agricultură). O comensurare alternativă a creșterii agricole este bazată pe producția agricolă brută (PAB), care reflectă producția agricolă totală, incluzând consumul intermediar de către producători. PAB este derivată din sistemul conturilor agriculturii și indicele corespunzător este de obicei diferit de indicele produsului agricol obținut în sistemul conturilor naționale (curba "PAB" în **Figura 6.2**).

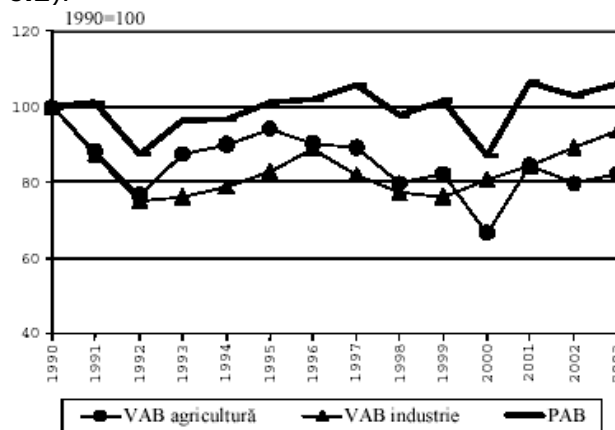


Fig. 6.2 România – creșterea în industrie și agricultură [136]

Teritoriul României se remarcă prin existența a numeroase zone cu exces de umiditate, provenit din diverse surse, și care presupun alegerea unui management al apei potrivit pentru gestionarea durabilă a acestor terenuri în scopul promovării unei agriculturi sustenabile. O agricultură eficientă, în condiții climatice precum cele din România, se poate practica doar cu concursul unor sisteme de îmbunătățiri funciare performante tehnic dar și economic. Sistemele de desecare-drenaj, prin rolul hidroameliorativ pe care îl au joacă un rol important în realizarea acestui deziderat.

Funcția tehnică dublată de cea economică este necesar să se manifeste prin reintegrarea în circuitul agricol, într-un mod cât mai eficient, a terenurilor afectate de excesul de umiditate. Termenul „eficiență” trebuie să apară în toate etapele abordării și rezolvării problemelor cauzate de umiditatea excesivă, de la alegerea

zonelor pentru implementarea sistemelor de desecare-drenaj și până la exploatarea acestora.

Multitudinea și variabilitatea situațiilor care pot apărea au dus la utilizarea a numeroase metode și programe de calcul care au oferit la rândul lor soluții cu diferite grade de eficiență.

Metodele manuale au pierdut în timp teren în fața programelor bazate pe sistemele de calcul atât datorită riscului mai ridicat la erori cât și datorită faptului că nu oferă prognoze detaliate. Soft-urile de simulare a relațiilor și interacțiunilor hidrice din profilul activ al solului au prezentat eficiență prin prisma abordării a numeroși factori implicați în aceste procese. În proiectarea sistemelor hidroameliorative sunt luate în considerare elemente climatice și pedologice, remarcându-se acuratețea prin care acestea sunt detaliate, la nivel zilnic sau chiar mai precis (orar), datele fiind utilizate mai strict prin prisma nefolosirii unor valori aproximative decât în cazuri deosebite și în general foarte rar.

Tehnicile de modelare pe calculator permit identificarea mai ușor a erorilor și corectarea acestora înainte de lansarea programului de calcul dar și ulterior prin utilizarea unor proceduri sau subproceduri specializate în acest sens. Rețeaua internet permite transferul rapid al datelor între proiectanți, executanții și beneficiarii sistemelor de drenaj, dar și lucrul în sistem „network designing and operation”. Infrastructura acestor programe de modelare poate fi ușor conectată la sisteme GIS și GPS, astfel că datele de la sateliți referitoare la topografia locului sau informațiile privind caracteristicile hidrologice ale anumitor zone pot fi importate în timp real, stocate în baze de date și apoi utilizate în realizarea unei prognoze referitoare la nivelul freatic dorit, prognoză ce ulterior va putea fi foarte ușor verificată tot prin intermediul datelor satelitare.

Tehnica din România se bazează pe o îndelungată experiență practică dar din păcate a rămas deficitară la capitolul dezvoltării unor soft-uri pentru ușurarea proiectării sistemelor de desecare-drenaj. Programele existente nu permit decât calcularea unor anumiți termeni, fără a identifica posibilele erori ale valorilor utilizate ca date de intrare și fără a oferi o imagine clară și largă a fenomenului studiat (ex. Programul DrenVSubIr realizat pentru calculul distanței între drenuri în regim permanent și pentru verificarea funcționării la subirigație). [22]

Literatură științifică din țările cu o agricultură intensivă (USA, Olanda) au dezvoltat teorii bazate pe experiență practică bogată, teorii care și-au dovedit eficiența în timp, în domeniul sistemelor aer-apă-plantă-sol. Pe baza acestora, cercetătorii au creat programe de modelare, cu numeroase proceduri și subproceduri, și care oferă pe lângă prognoze detaliate, simulări fidele ale fenomenelor luate în studiu. Programe precum **SWATREN** (cel mai des folosit în Europa) sau **DRAINMOD** (în Statele Unite) și-au dovedit eficiența și au primit cele mai calde aprecieri din partea unor cercetători de renume.

Se observă deci că intervenția omului în realizarea unui studiu de drenaj poate fi redusă la minim utilizând infrastructura tehnică existentă la această oră ceea ce are numeroase avantaje: - preluarea datelor necesare fără deplasare în teren; - reducerea costurilor de personal; - identificarea ușoară a unor eventuale erori, factorul uman fiind dispus la acest gen de greșeli chiar din faza de introducere în sistem a datelor inițiale; - corectarea imediată a erorilor prin comparație cu informații preluate din baze de date statistice; - oferirea de prognoze foarte precise legate de un anumit fenomen; - reducerea la minim la aproximațiilor ceea ce evident duce la un nivel al erorilor foarte redus; - comunicare ușoară între proiectant, executantul lucrării și beneficiar; - posibilitatea de a urmări evoluția sistemului de drenaj cu ajutorul unor grafice complexe ce permit vizualizarea a

numeroși indicatori de eficiență în exploatare, etc. Un alt avantaj deosebit este acela că aceste soft-uri pot fi modificate relativ ușor de la o zonă geografică la alta în majoritatea cazurilor și că pot fi îmbunătățite prin introducerea de proceduri și subproceduri noi care să rezolve un număr mai mare de probleme. Apar însă și dezavantaje, legate mai ales de costurile necesare creării bazelor de date statistice, de costurile presupuse de către conexiunea la sateliți precum și de cele necesare creării programului de calcul efectiv.

Tot în scopul eficientizării studiilor de drenaj a apărut așa numitul „**The Integrated On-Farm Drainage Management (IFDM) system**”, creat în special pentru rezolvarea problemelor legate de calitatea apei drenate. Acest concept propune reutilizarea acestei ape pentru irigații în urma unei prelucrări (dacă plantele sunt mai sensibile la săruri) sau direct. Sarea și seleniul sunt îndepărtate din sistemul de management al fermei și pot fi valorificate pe piață. Acest sistem „**Integrated On-Farm Drainage Management**” privește problema sării și seleniului în apa drenată ca resurse și foarte rar ca deșeuri sau probleme de mediu. Mai simplu spus, cultivatorul reutilizează apa provenită din sistemul de drenaj pentru a iriga culturi cu diferite grade de toleranță la săruri. Un evaporator solar receptează surplusul de volumul drenat, evaporează apă și cristalizează sărurile. Plantele pot absorbi seleniul în formă volatilă sau îl pot acumula în țesut. O parte din seleniu va ajunge înapoi în sol iar alta va deveni parte a efluentului folosit în irigare. Ideea principală care trebuie reținută este că prin intermediul acestui concept se evită deversarea de săruri și seleniu în râuri sau în lacurile de evaporare. Apa drenată, sărurile și seleniul sunt toate prelucrate pe spațiul fermei. [41, 78]

Se impune însă crearea unui soft special pentru România deoarece țara noastră dispune de o bogată experiență practică în proiectarea, exploatarea și întreținerea amenajărilor de desecare-drenaj, dar în continuare utilizează o tehnică rudimentară comparativ cu programele internaționale. Ținând cont de ultimele evoluții ale regimului precipitațiilor și de faptul că aceste evoluții se petrec la o scară globală, interacțiunea dintre un program românesc și cele europene și americane nu poate fi decât eficientă și binevenită, deoarece se pot realiza mult mai ușor și mai exact prognoze referitoare la regimul umidității și la cel al gradului de intensitate la care se poate ajunge. Legea de aur a drenajului este următoarea: Să se dreneze și să fie evacuat în emisar doar surplusul de apă prin îndepărtarea căruia se asigură condițiile de traficabilitate pentru lucrările agricole și să asigure aerarea zonei rădăcinilor. Orice drenare în plus peste această regulă va elimina din substanțele nutritive necesare plantelor, va conduce la eutrofizarea receptorului iar această apă evacuată nu va mai fi disponibilă pentru culturile agricole. [78, 79, 180]

6.2 Metode de calcul a distanței între drenuri utilizând nomogramele întocmite pe baza ecuației elipsei modificate și metodologia folosind standardul american ASAE EP479

6.2.1 Calculul distanței între drenuri folosind ecuația elipsei modificate

Ecuația elipsei se folosește mai ales pentru determinarea distanței între drenurile tubulare respectiv a celor de interceptie. Ecuația elipsei este data de următoarea formula:

$$S = \frac{\sqrt{4K(m^2 + 2am)}}{q} \quad (1)$$

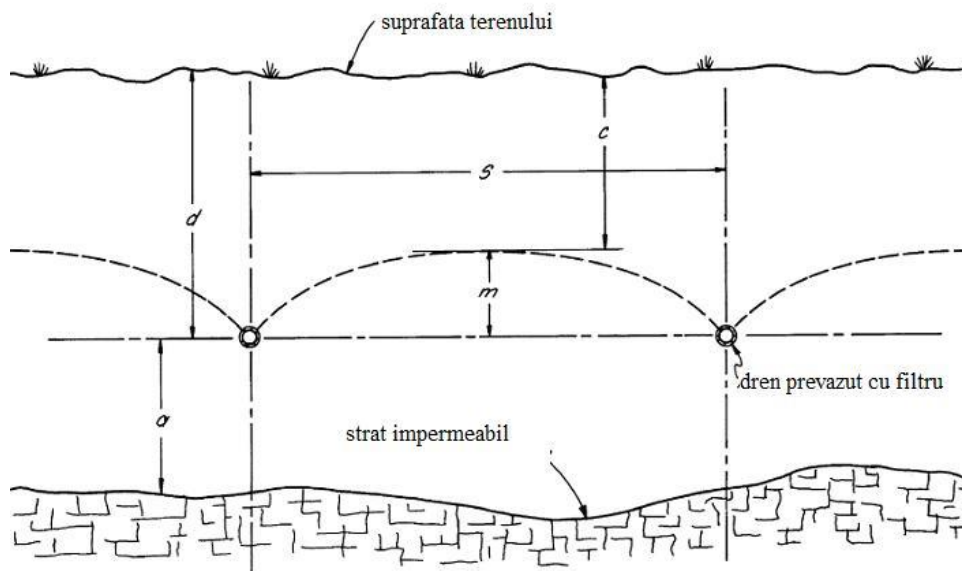


Fig. 6.3 Schema ecuatiei elipsei [149]

Notațiile din figura reprezintă:

S – distanța între drenuri (notat cu L în literatura tehnică românească de specialitate); K – conductivitatea hidraulică; m – distanța de la nivelul freatic la nivelul drenurilor măsurată la mijlocul distanței între drenuri (notat cu h în România); a – distanța de la linia drenurilor la stratul impermeabil (notat cu D în România); q – debitul; d – adâncimea drenurilor; c – norma de drenaj (notată cu z în România);

Ecuatia elipsei se bazează pe presupunerea că liniile de curent ale scurgerii într-un sistem gravitațional sunt orizontale și că viteza scurgerii este proporțională cu gradientul hidraulic. Deși aceste presupuneri sunt aproximative, ele se pot apropia de condițiile reale dacă se cunosc valori reale, din câmp, ale unor indicatori. Din această cauză, utilizarea acestei formule prezintă anumite limitări:

1. unde scurgerea este cunoscută ca fiind în mare măsură pe direcție orizontală. Spre exemplu aici se integrează soluțiile stratificate cu strate relativ permeabile și care acționează ca și acvifere orizontale;
2. unde solul și subsolul sunt susținute de un strat impermeabil la o adâncime relativ mică (de două ori adâncimea de pozare a drenurilor sau și mai puțin) ceea ce restrânge scurgerea verticală și forțează apa să se scurgă orizontal către dren;
3. unde se utilizează canale deschise și rigole sau unde se utilizează drenurile cu filtru de nisip și pietris respectiv unde se utilizează materiale poroase pentru tranșee. Acestea sunt condiții unde există restricții a scurgerii către drenuri direct și unde convergența scurgerii către drenuri este neînsemnată. [149, 150]

Pentru calculul distanței între drenuri folosind ecuația elipsei se pot folosi următoarele două nomograme.

Pentru a determina lungimea distanței dintre 2 drenuri se procedează astfel:
 - se intră în figura 149 cu valoarea lui a până se intersectează valoarea $m+a$ (sau $h + D$ conform notațiilor din țara noastră) după care se continuă cu o paralelă la abscisa până se intersectează valoarea lui K . Din acest punct se ridică o verticală și se citește valoarea de pe abscisa superioară.

- Cu valoarea citită se intră în figura 150, se coboară pe verticală până se intersectează valoarea lui q din enunț, după care se duce o paralelă la abscisa și se citește valoarea distanței dintre drenuri (S sau L în literatura din România) pe ordonată din dreapta.

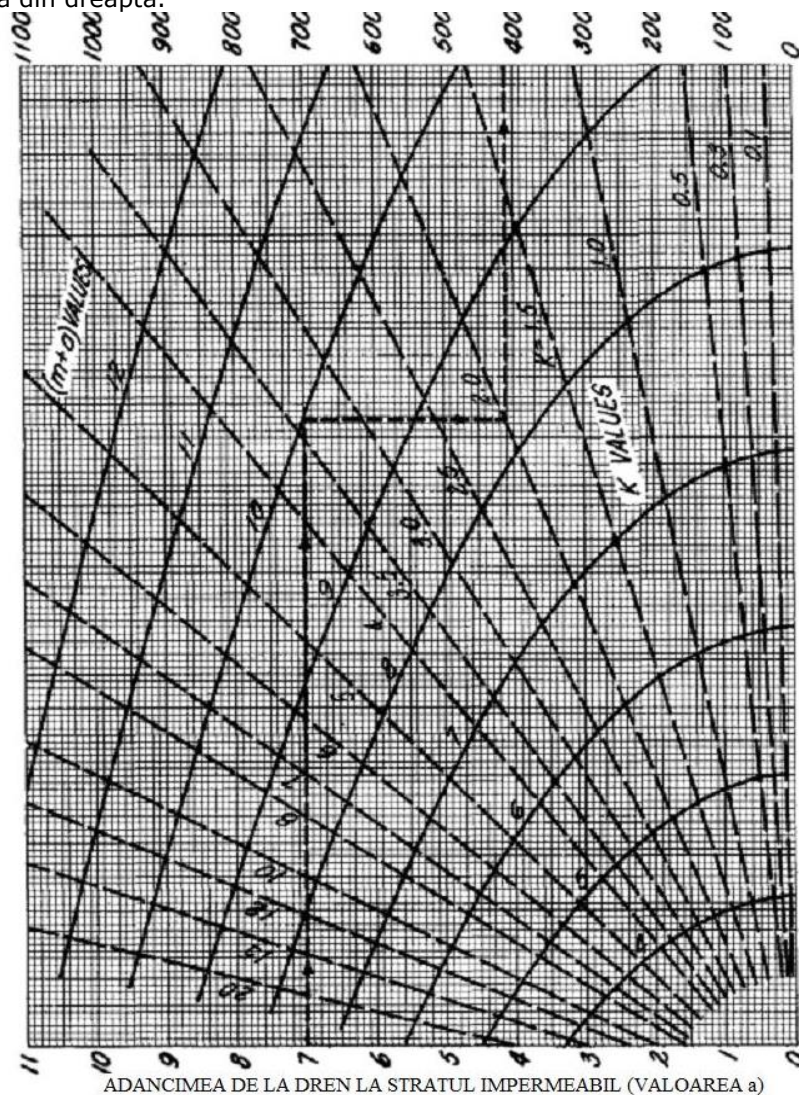


Fig. 6.4 Nomogramă pentru calculul distanței între drenuri folosind ecuația elipsei [149]

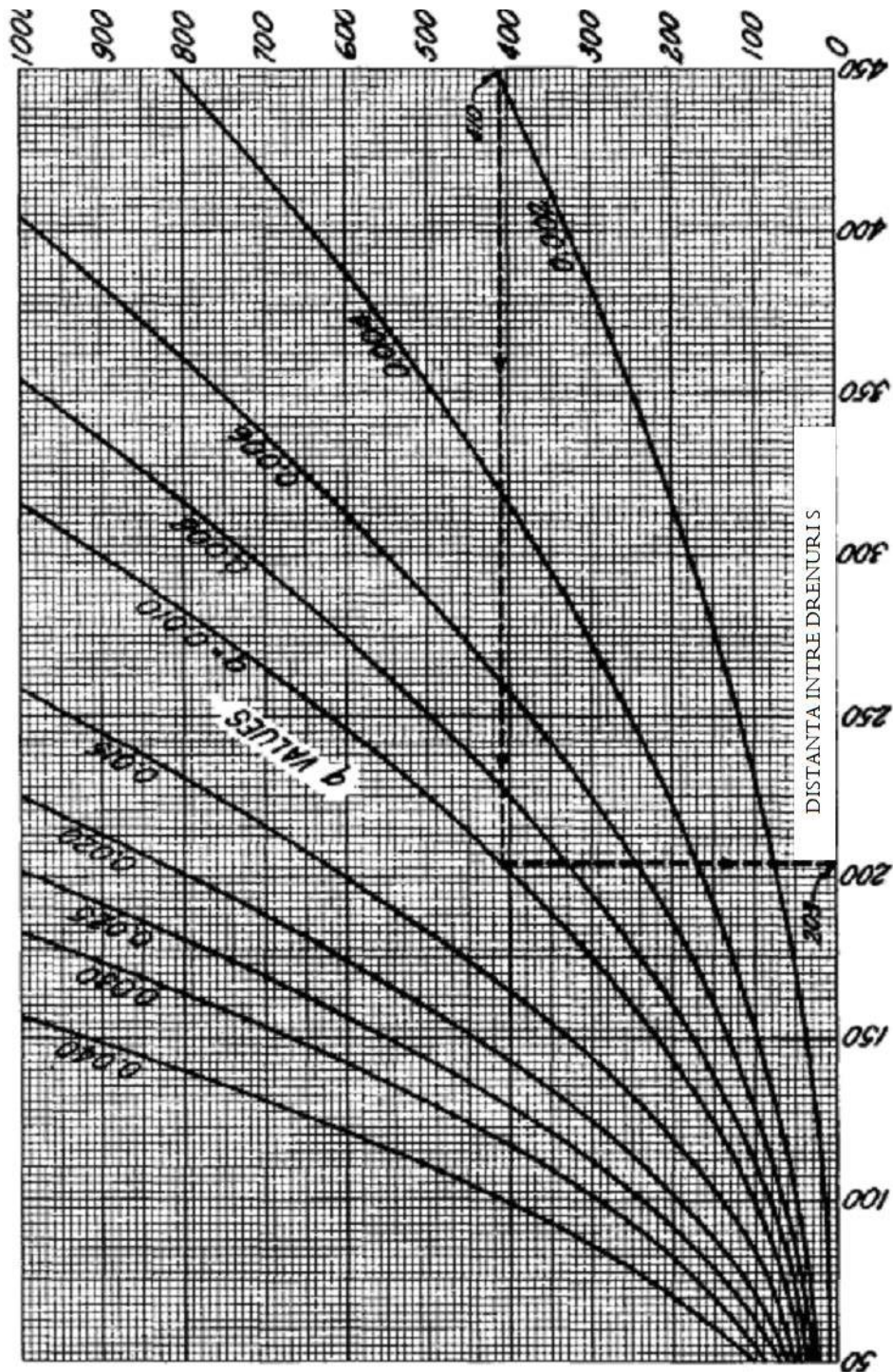


Fig. 6.5 Nomogramă pentru calculul distanței între drenuri folosind ecuația elipsei [149]

Ecuatia elipsei modificata

Dupa cum s-a prezentat anterior, ecuatia elipsei poate fi utilizata numai in anumite cazuri si anume acolo unde scurgerea apei catre drenuri este in mare masura pe directie orizontala, unde adancimea pana la stratul impermeabil este mai mica decat de doua ori adancimea de pozare a drenurilor respectiv unde se utilizeaza canale deschise/ rigole cu material poros respectiv drenuri cu filtre din nisip si pietris. Aceste conditii vor rezulta intr-o convergenta neinsemnata a scurgerii catre drenuri si care poate fi ignorata. Pentru zonele unde convergenta este insemnata, este necesar sa se modifice aceasta ecuatie. Ea devine valabila pentru urmatoarele situatii:

1. unde solurile sunt adanci si formate din materiale omogene fara stratificarea orizontala;
2. unde straturile impermeabile, daca sunt prezente, sunt la adancimi mai mari decat de doua ori adancimea de pozare a drenurilor;
3. unde drenurile sunt pozate fara filtre din materiale poroase respectiv unde transeele drenante au o permeabilitate scazuta.

Acestea sunt conditiile unde sunt restrictii semnificative ale scurgerii in drenuri si unde convergenta scurgerii este insemnata.

Formulele care iau in considerare scurgerea radiala in jurul drenurilor au fost dezvoltate de Hooghoudt si Ernst. Acestia au combinat ipotezele scurgerii radiale si orizontale. Solutiile lor au corectat majoritatea neajunsurilor prezentate de ecuatia elipsei. Hooghoudt a modificat ecuatia elipsei prin introducerea adancimii echivalente si a pregatit tabele pentru adancimea echivalenta in cazul regimului permanent. Visser a realizat nomograme pentru calculul distantei intre drenuri bazandu-se pe aceleasi presupuneri generale ale metodei Hooghoudt in timp ce Van Beers a realizat nomograme pentru calculul distantei intre drenuri in conformitate cu ecuatiile Hooghoudt si Ernst.

Procedura Hooghoudt implica asadar determinarea unei adancimi echivalente pana la stratul impermeabil de sub drenuri si substituirea cu aceasta a adancimii de la linia drenurilor la stratul impermeabil in cadrul ecuatiei elipsei. Aceasta metoda a mai fost dezbatuta si de Bouwer si respectiv de van Schilfgaarde. Diagramele realizate de catre Departamentul pentru Agricultura al Statelor Unite nu reprezinta o solutie directa a ecuatiei elipsei dar ofera o solutie grafica a ecuatiei elipsei in care adancimea echivalenta a substituit adancimea de la nivelul drenurilor la stratul impermeabil.

Aceste diagrame ofera rezultate satisfacatoare acolo unde adancimea pana la nivelul impermeabil afecteaza in mod semnificativ distanta intre drenuri. Este necesar astfel ca distanta intre drenuri sa fie de peste 4 ori mai mare decat adancimea pana la stratul impermeabil, respectiv unde $S/a > 4$.

Indicatorii care sunt necesari pentru a putea fi folosite aceste diagrame sunt: a , m , K si q asa cum au fost definiti anterior. Pentru a folosi diagramele se impune calcularea a doua valori: q/K respectiv m/a . [146, 147]

Tabelul 6.1 Intervalele de valori pentru fiecare din cele 3 diagrame sunt:

Numar diagrama	Valoare q/K	Valoare m/a
Diagrama 1	0,0004 – 0,05	0,02 – 0,3
Diagrama 2	0,001 – 0,1	0,3 – 7
Diagrama 3	0,00001 – 0,001	0,3 – 7

Cele 3 diagrame sunt prezentate in continuare.

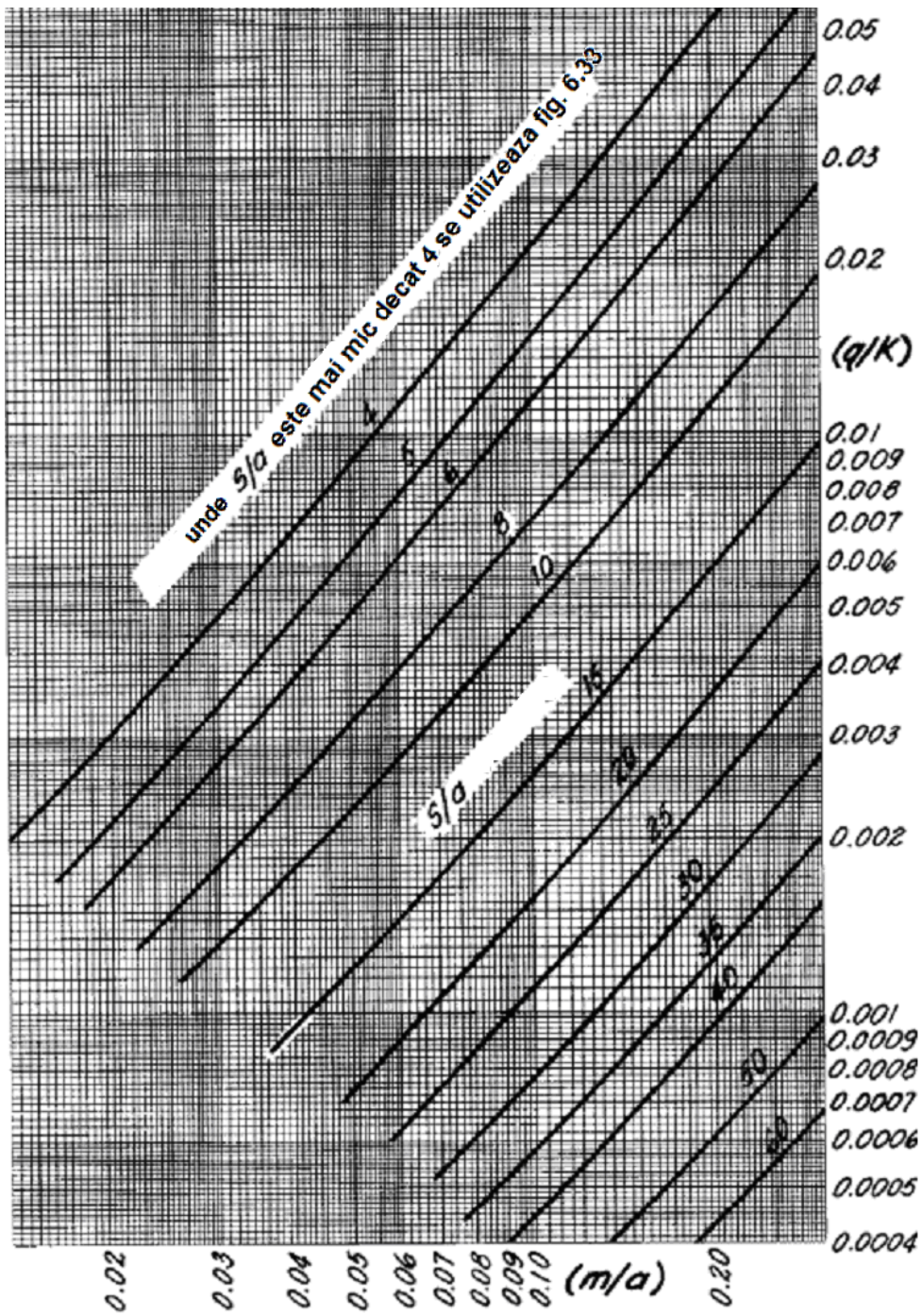


Fig. 6.6 Nomogramă pentru calculul distanței între drenuri folosind ecuația elipsei modificată [149]

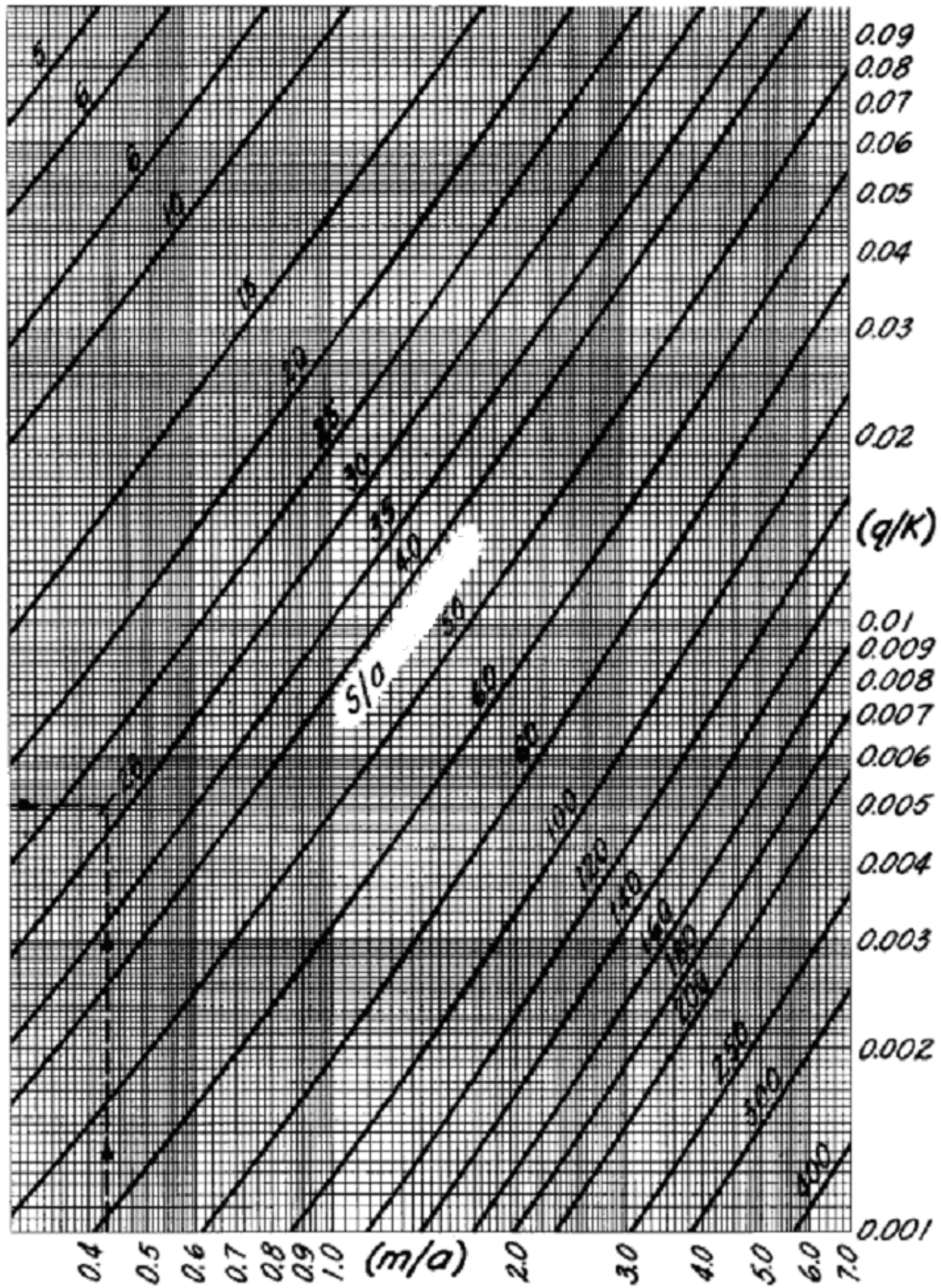


Fig. 6.7 Nomogramă pentru calculul distanței între drenuri folosind ecuația elipsei modificate [149]

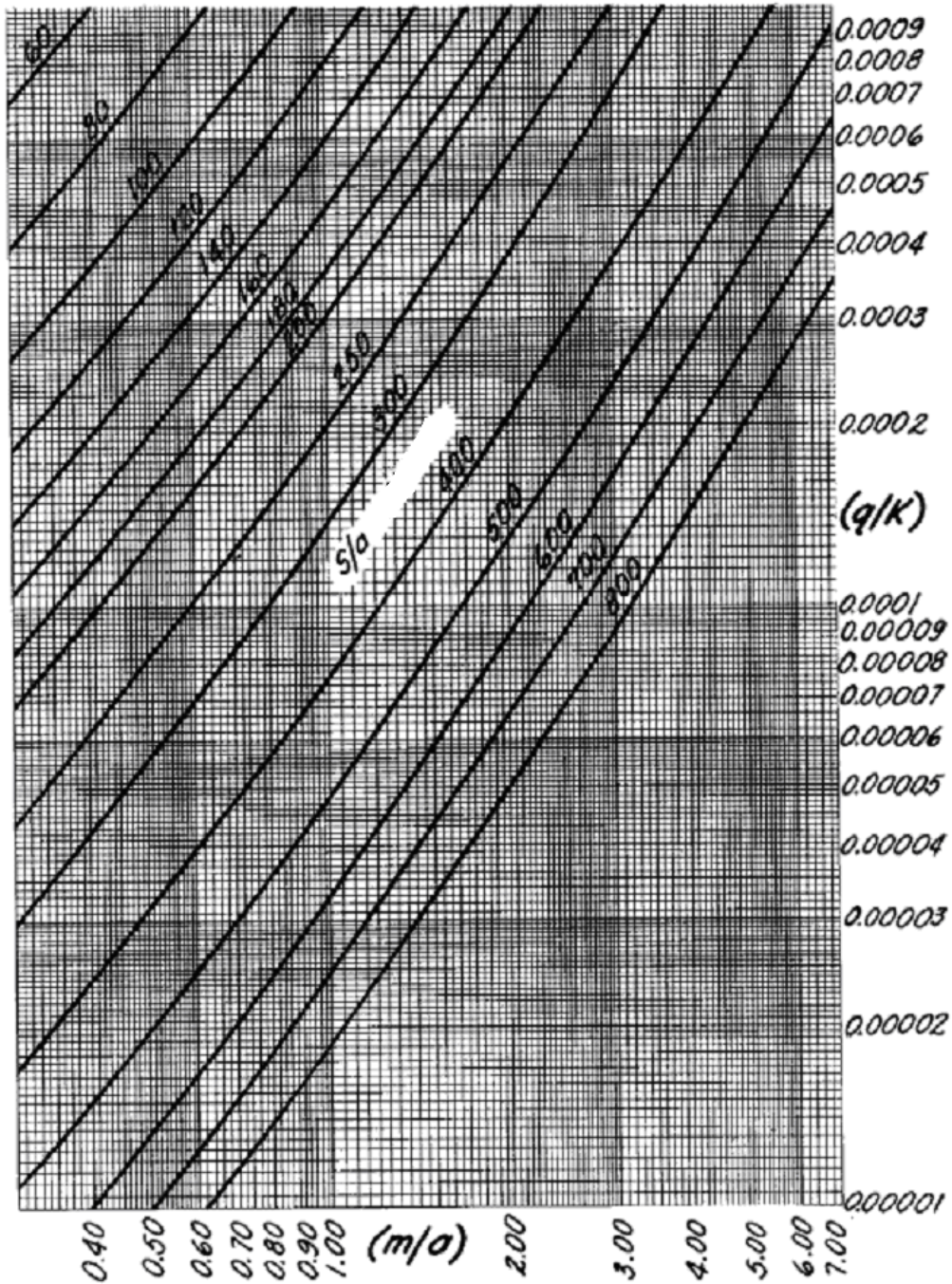


Fig. 6.8 Nomogramă pentru calculul distanței între drenuri folosind ecuația elipsei modificată [149]

În situațiile unde nu avem un strat impermeabil sau acesta se afla la o adâncime $S/a < 4$, adâncimea acestuia nu va mai influența distanța între drenuri. În acest caz, stratul impermeabil se va considera ca fiind la o adâncime infinită și nici una din diagramele anterioare nu va fi aplicabilă.

Pentru situația menționată mai sus se va utiliza diagrama prezentată în figura 6.9. Se vor utiliza în acest caz valorile q/K și respectiv m .

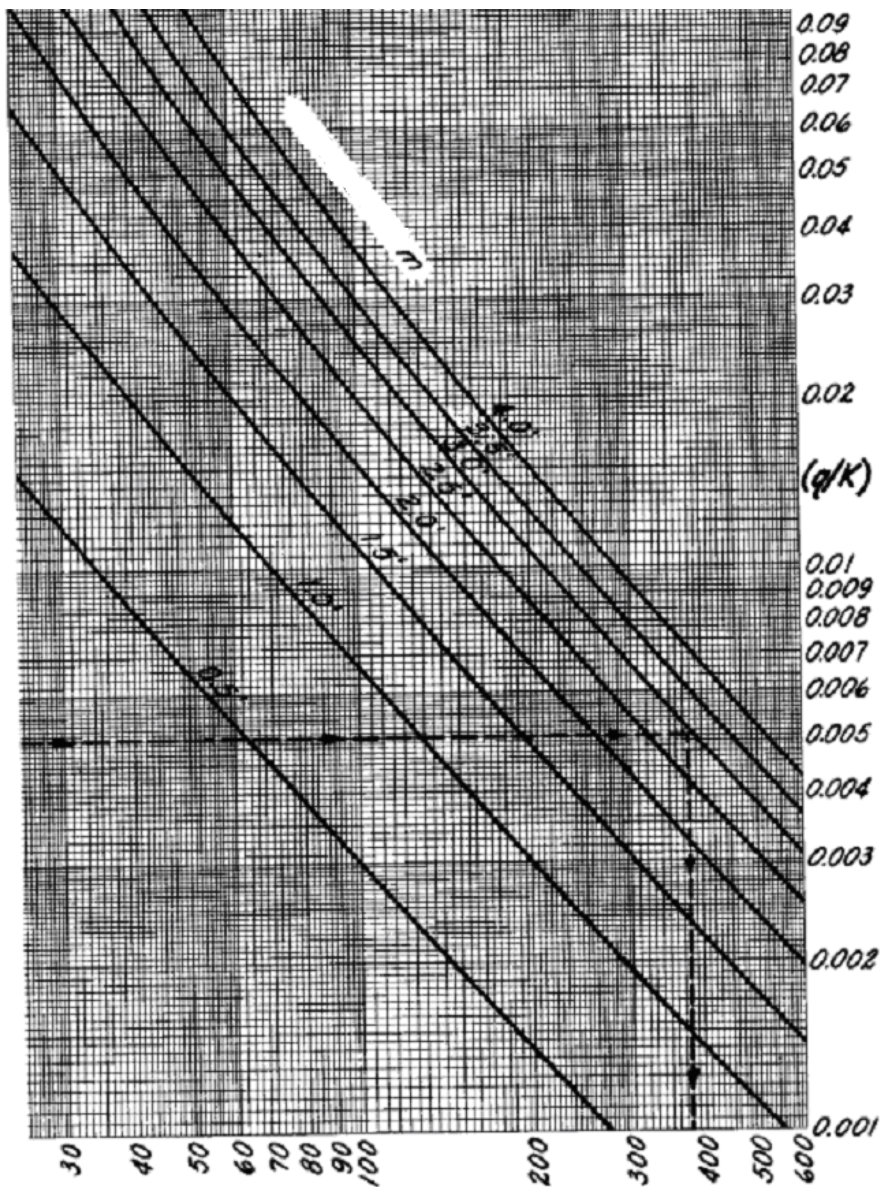


Fig. 6.9 Nomogramă pentru calculul distanței între drenuri folosind ecuația elipsei modificată [149]

Nomogramele van Beers pentru rezolvarea problemei Hooghoudt sunt aplicabile pentru drenurile din soluri omogene si unde acestea se afla sub sau pe linia de separatie a straturilor cu permeabilitati diferite. Unde drenurile se afla deasupra liniei de separatie se poate aplica formula Ernst. Nomogramele pentru determinarea distantei intre drenuri pentru cazul formulei Glover-Dumm se aplica in cazul regimului nepermanent al scurgerii respectiv unde se aplica conceptul scurgerii tranzitorii.

Rezultate obtinute

Judetul Caras-Severin

Pentru judetul Caras-Severin au fost efectuate 3 calcule a distantei intre drenuri, cate unul pentru fiecare zona studiata.

In vederea obtinerii distantei intre drenuri, au fost calculate si utilizate 4 variabile: a, m, K si q acestia avand semnificatiile deja prezentate.

Valorile indicatorilor precum si rezultatele obtinute sunt prezentate in continuare tabelar.

Tabelul 6.2

a [m]	m [m]	K [m ² /zi]	q [m/zi]	m/a	q/K	S/a	S [m]	L (Ernst)	Obs.
Ticvanu Mare									
1,6	0,6	1,99	0,007	0,375	0,0035	32,5	52	44 - 45	
Pescarie									
1,6	0,6	0,29	0,007	0,375	0,024	12	19,2	13 - 14	
Fineata									
1,6	0,6	0,07	0,1	0,375	0,1	4	6,4	3 - 5	Diagrama 4 nu poate fi utilizata datorita neincararii in intervalul de valori

Prin comparatie cu rezultatele obtinute utilizand metoda Ernst, se observa ca ecuatia elipsei ofera valori cu 15 - 35% mai mari.

Judetul Timis

Tabelul 6.3

a [m]	m [m]	K [m ² /zi]	q [m/zi]	m/a	q/K	S/a	S [m]	L [m]	Obs.
Margina									
1,6	0,6	0,1635	0,007	0,375	0,043	8	12,8	9 - 10	

Faget									
1,6	0,6	0,355	0,007	0,375	0,02	12,5	20	15 - 16	
Folea									
1,6	0,6	0,06	0,007	0,375	0,116	*	*	4	Nu se pot utiliza diagramele
Sere Lovrin									
1,6	0,6	0,02	0,007	0,375	0,35	*	*	1,3 - 1,5	Nu se pot utiliza diagramele

În cazul zonelor Margina și Faget se observă că valorile obținute cu ajutorul ecuației elipsei păstrează o majorare cuprinsă între 12 și 25%. Pentru zonele Folea și Lovrin diagramele nu au putut fi utilizate datorită valorilor prea mari ale raportului q/K , acestea ieșind din intervalul de lucru al diagramei.

Se observă că o permeabilitate foarte mică a solului raportată la aportul din precipitații sau irigații face ca sistemul de drenaje să devină total ineficient, costul economic devenind foarte mare în cazul aplicării acestor măsuri hidroameliorative. În general, pentru valori ale raportului $q/K > 0,1$ diagramele nu se pot utiliza.

Judetul Arad

Tabelul 6.4

a [m]	m [m]	K [m ² /zi]	q [m/zi]	m/a	q/K	S/a	S [m]	L [m]	Obs.
Felnac I									
1,6	0,6	0,1	0,007	0,375	0,07	5,9	9,44	4 - 7	S = 10m utilizand diagrama 4
Felnac II									
1,6	0,6	0,16	0,007	0,375	0,044	7,9	12,64	7 - 10	
Chisineu Cris									
1,6	0,6	0,098	0,007	0,375	0,071	5,9	9,45	4,4 - 7,2	S = 10m utilizand diagrama 4

Judetul Bihor

Tabelul 6.5

a [m]	m [m]	K [m ² /zi]	q [m/zi]	m/a	q/K	S/a	S [m]	L [m]	Obs.
Tileagd									
0,6	0,6	0,011	0,007	1	0,636	*	*	0,5 - 1	Raportul a/m=1,

									diagramele nu pot fi utilizate
Cheresig									
0,6	0,6	0,05	0,007	1	0,14	*	*	3,4 – 4,5	Raportul a/m=1, diagramele nu pot fi utilizate
Ciumeghiu									
0,6	0,6	0,07	0,007	1	0,1	5	3	4,4 – 4,5	Raportul a/m=1

In cazul judetului Bihor, datorita conductivitatii hidraulice foarte mici a solurilor analizate, cel putin la modul teoretic, nici una din cele 4 diagrame nu poate fi utilizata. Realizarea unui sistem de drenaj ar fi foarte costisitoare.

Judetul Satu Mare

Tabelul 6.6

a [m]	m [m]	K [m ² /zi]	q [m/zi]	m/a	q/K	S/a	S [m]	L [m]	Obs.
Turulung									
1,8	0,6	0,366	0,007	0,333	0,019	11,5	20,7	11 - 22	
Doba									
1	0,5	0,0045	0,007	0,5	1,55	*	*	0 – 23	
Carei									
0,6	0,5	0,078	0,007	0,833	0,089	9	5,4	3 - 20	a/m < 2

Judetul Maramures

Tabelul 6.7

a [m]	m [m]	K [m ² /zi]	q [m/zi]	m/a	q/K	S/a	S [m]	L [m]	Obs.
Ulmeni									
1,6	0,6	0,3335	0,007	0,375	0,021	12,5	22,5	2 - 3	
Salsig									
1,3	0,6	0,197	0,007	0,462	0,035	9	11,7	6 - 7	
Tamaia									
0,5	0,6	0,034	0,007	1,2	0,205	*	*	2 - 3	a/m < 2, inutilizabil datorita raportului q/K
Satu Lung									
1,6	0,6	0,0946	0,007	0,375	0,074	5,9	9,44	3 - 5	
Pribilesti									
1,3	0,6	0,032	0,007	0,462	0,22	*	*	1 - 3	Inutilizabil

									datorita raportului q/K
Suciu de Jos									
0,1	0,6	0,095	0,007	6	0,074	48	4,8	4 - 5	$a/m < 1$
Scalaseeni									
0,8	0,6	0,076	0,007	0,75	0,092	8,5	6,8	3 - 4	$a/m < 2$

Concluzii

În ciuda faptului ca aceasta metoda de calcul a distantei între drenuri nu este una foarte laborioasa, analizand foarte succint problema rezistentelor la deplasarea apei, ecuatia elipsei modificata poate reprezenta o modalitate rapida si simpla pentru determinarea relativa a costurilor economice a sistemului de drenaj proiectat.

Astfel, la valori mici ale distantei între drenuri coroborate cu valori foarte mici si mici ale conductivitatii hidraulice, se poate deduce ca sistemul de drenaj va presupune costuri foarte mari de realizare, fiind necesare calcule suplimentare pentru determinarea eficientei economice functie si de destinatia terenului.

6.2.2 Calculul distantei între drenuri pentru drenajul controlat folosind standardul ASAE EP479

Formularea problemei este prezentata schematic in figura urmatoare.

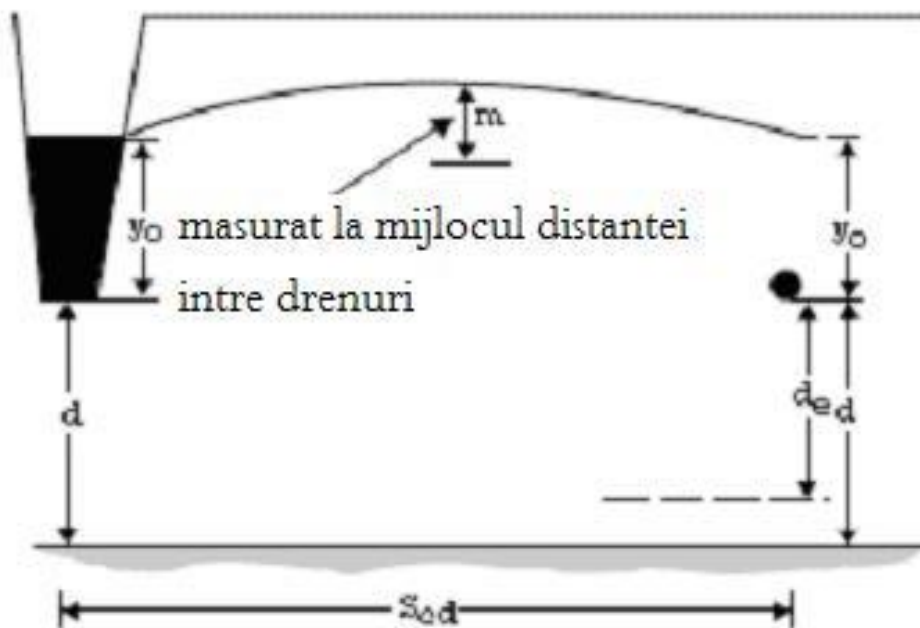


Fig. 6.10 Schema aferentă calculului distanței între drenuri în regim controlat

Aceasta este o variatie a formulei Hooghoudt for proiectarea drenajului, intr-o forma modificata propusa initial de Fox in 1956 si corectata in cele din urma la forma actuala de Ernst in 1975.

Metoda utilizeaza presupunerea Dupuit-Forcheimer a scurgerii orizontale, Skaggs aratand in 1975 ca aceasta este adecvata pentru modelarea scurgerii in cazul subirigatiei.

In aplicarea acestei abordari, se presupune ca scurgerea verticala este constransa de o bariera restrictiva in interiorul careia conductivitatea hidraulica verticala saturata este mai mica de 0,1 decat cea a solului de deasupra barierei.

Bariera este de fapt un strat impermeabil si se foloseste in sensul restrictiv al conductivitatii hidraulice saturate (figura 6.10).

$$S_{cd} = \sqrt{\frac{4K_e(2h_0 + m)}{q}} \quad (2)$$

$$h_0 = d_e + \gamma_0 \quad (3)$$

S_{cd} = distanta intre drenuri necesara pentru drenajul controlat; K_e = conductivitatea hidraulica echivalenta; m = distanta de la nivelul liniei drenurilor la nivelul freatic masurata la jumatatea distantei intre drenuri; d = distanta de la fundul drenurilor la stratul impermeabil; q = coeficientul de drenaj; d_e = distanta echivalenta de la fundul drenurilor la stratul impermeabil unde:

$$d_e = \frac{d}{1 + \frac{d}{S_{cd}} \left[\frac{8}{\pi} \ln \frac{d}{r_e} - 3.4 \right]} \quad (4)$$

r_e este raza efectiva, considerata mai mica decat raza tubului de dren, luata in considerare pentru rezistenta la intrare, datorita unui numar finit de deschideri din tubul de dren. Skaggs a calculat valorile pentru r_e si le-a prezentat tabelar.

Adaptand formula calculului distantei intre drenuri pentru drenajul controlat la terminologia utilizata in tara noastra obtinem urmatoarea expresie:

$$L^2 = \frac{4K(2d_e + h + \frac{d_{dren}}{2})}{q} \quad (5)$$

Ecuatia se poate rezolva prin incercari utilizand tabelul cu valorile stratului echivalent calculate de Hooghoudt.

Unul dintre standardele americane in domeniul drenajelor (EP 479, ASAE 1990) sugereaza utilizarea unor softuri de modelare in locul selectarii unor adancimi si distante intre drenuri in cazul proiectarii unui sistem de drenaj controlat.

Metoda de calcul a distantei intre drenuri pentru un sistem de drenaj controlat implica formule matematice utilizate in programul DRAINMOD.

Pentru calculul distantei intre drenuri, in vederea realizarii unui sistem controlat, standardul EP 479 propune urmatoarea formula de calcul:

$$L^2 = h_0 4K_L M \frac{2 - \frac{M}{D}}{ET} \quad (6)$$

Notatiile au urmatoarele semnificatii:

L – distanta intre drenuri; K_L – conductivitatea hidraulica orizontala efectiva;
 M – diferenta dintre nivelul apei masurat deasupra drenurilor si la mijlocul distantei
 intre drenuri;

$h_0 = y_0 + d_e$ – distanta de la nivelul apei deasupra drenurilor si stratul echivalent
 impermeabil;

y_0 – adancimea de la nivelul apei de deasupra drenului la centrul drenului;

d_e – adancimea de la centrul drenului la stratul echivalent impermeabil;

D – adancimea de la nivelul apei deasupra drenului la stratul impermeabil;

ET – evapotranspiratia.

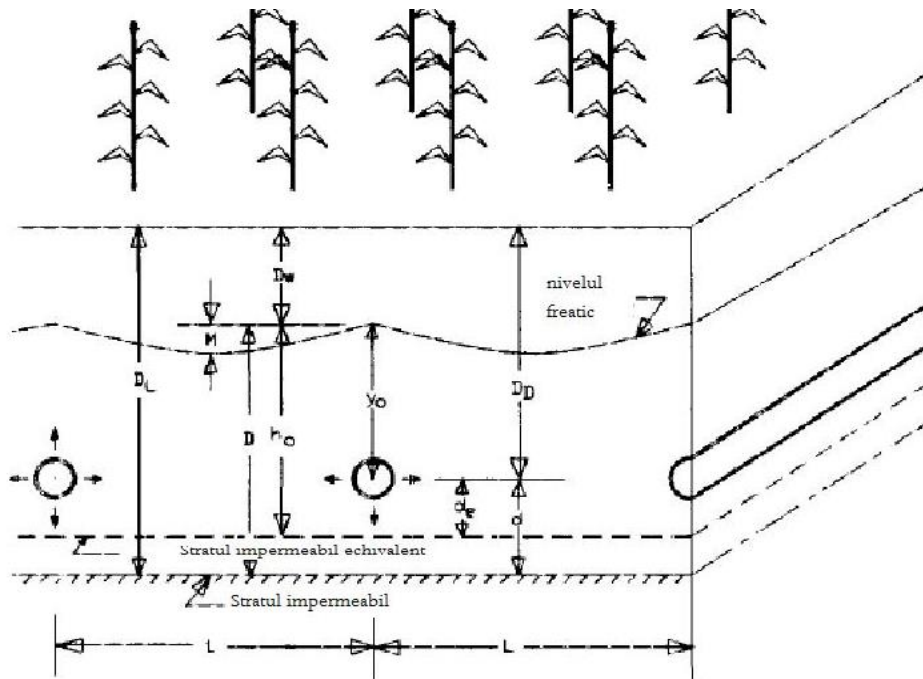


Fig. 6.11 Schema de calcul a distantei dintre drenuri in regim controlat conform EP 479/ ASAE

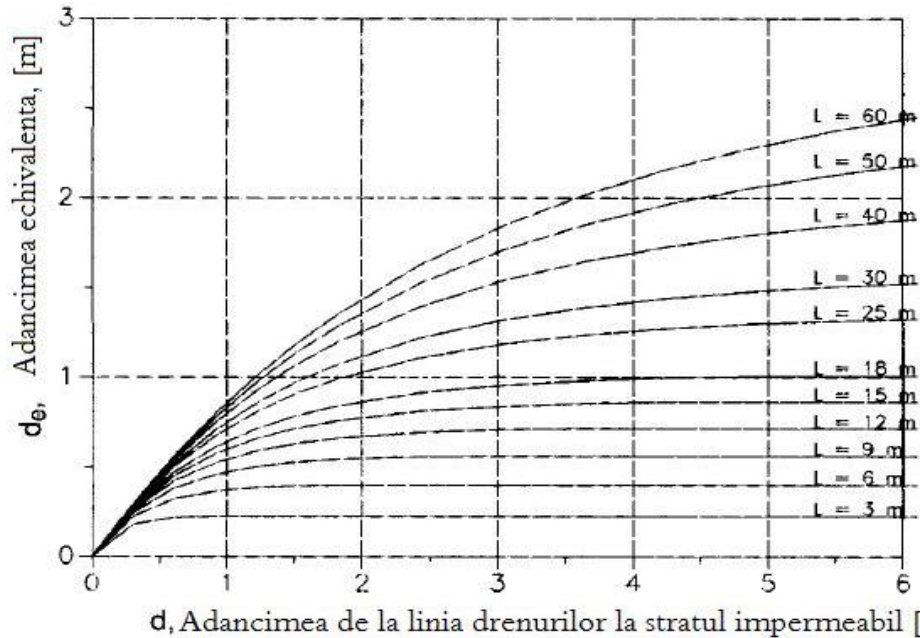


Fig. 6.12 Diagrama cu relația între adâncimea echivalentă și adâncimea de la linia drenurilor la stratul impermeabil pentru calculul distantei între drenuri în regim controlat (ASAE EP479)

Rezultatele calculului distantei între drenuri pentru județele Caras-Severin, Timis, Arad, Bihor, Satu Mare și Maramures

Tabelul 6.8

Judetul Caras-Severin								
Zona	M (m)	K_L (m/zi)	d_e (m)	h_0 (m)	D (m)	ET (m/zi)	L(m)	L(m) Ernst
Ticvanu Mare	0,25	1,99	0,95	1,55	2,2	0,035	12,89	44-45
Pescarie	0,25	0,29	0,55	1,15	2,2	0,035	4,31	13-14
Fineata	0,25	0,07	0,25	0,85	2,2	0,035	1,79	4-5
Judetul Timis								
Margina	0,25	0,1635	0,45	1,05	2,2	0,04	2,81	9
Faget	0,25	0,355	0,6	1,2	2,2	0,04	4,51	15-16
Folea	0,25	0,06	0,3	0,9	2,2	0,04	1,6	3-4
Sere Lovrin	0,25	0,02	0,2	0,8	2,2	0,04	0,87	1
Judetul Arad								
Felnac I	0,25	0,1	0,4	1	2,2	0,03	2,51	5
Felnac II	0,25	0,16	0,5	1,1	2,2	0,03	3,33	7
Chisineu Cris	0,25	0,098	0,4	1	2,2	0,03	2,51	4-7
Judetul Bihor								
Tileagd	0,25	0,011	0,1	0,7	1,2	0,03	0,68	0,5
Cheresig	0,25	0,05	0,3	0,9	1,2	0,03	1,64	0,6

Ciameghiu	0,25	0,07	0,3	0,9	1,2	0,03	1,94	3,5
Judetul Satu Mare								
Turulung	0,25	0,366	0,7	1,3	2,4	0,025	6,01	11
Doba	0,25	0,0045	0,1	0,6	1,5	0,025	0,44	0
Carei	0,25	0,078	0,3	0,8	1,1	0,025	2,13	3
Judetul Maramures								
Ulmeni	0,25	0,3335	0,6	1,2	2,2	0,02	6,11	2
Satu Lung	0,25	0,0946	0,45	1,05	2,2	0,02	2,98	6
Salsig	0,25	0,197	0,4	1	1,9	0,02	4,32	2
Pribilesti	0,25	0,03175	0,25	0,85	1,9	0,02	1,54	3
Tamaia	0,25	0,0946	0,3	0,9	1,1	0,02	2,68	1
Suciu de Jos	0,25	0,09485	0,05	0,65	0,7	0,02	2,19	4
Scalaseni	0,25	0,0759	0,3	0,9	1,4	0,02	2,56	3

Erori posibile in calculul distantei intre drenuri

Exista insa cateva situatii cand pot aparea diverse erori in calculul distantei intre drenuri pentru sistemele controlate. Una din situatii presupune proiectarea unui sistem de subirigatii in conditiile in care se asuma faptul ca spatierea drenurilor din zona respectiva este optima. Un singur comentariu este suficient si anume acela ca rareori putem discuta de o spatiere a drenuri cu adevarat optima.

O situatie mai complicata implica masurarea conductivitatii hidraulice verticale si asumarea ideii ca aceasta conductivitate hidraulica verticala este egala cu conductivitatea hidraulica orizontala. Aceasta situatie poate apare in stratul imediat de la suprafata terenului lucrat de utilajele agricole, stratul prelucrat continuu si care este relativ omogen.

O a treia situatie exista atunci cand conductivitatea hidraulica laterala este masurata prin metoda auger hole fara insa a penetra stratul impermeabil, sau cand adancimea pana la stratul permeabil nu este exact determinata.

Concluzii

Calculul distantei intre drenuri, in regim controlat, folosind standardul EP479 este o metoda expeditiva, usor de utilizat dar care nu ofera siguranta unor rezultate viabile date fiind atat complexitatea problemelor pe care le abordeaza cat si tipologia si numarul erorilor care pot aparea la calculul distantei intre drenuri.

Recomand pe aceasta cale ca aceasta metoda sa fie folosita doar pentru un calcul orientativ al distantei intre drenuri urmand ca valorile obtinute sa fie verificate cu ajutorul unor programe mai complexe de calcul.

6.3 Programe utilizate în calculul și proiectarea rețelelor de desecare drenaj din România

Programul DrenVSubIr reprezintă cea mai nouă aplicație din România utilizată în domeniul proiectării sistemelor de drenaj și a fost realizată de un grup de cercetători de la Universitatea din Oradea și Universitatea „Politehnica” din Timișoara. Aplicația **DrenVSubIR** este dezvoltată în mediul de programare Borland Delphi Pascal v7.0 și este destinată pentru a calcula mărimi caracteristice sistemelor

de drenaj cum ar fi determinarea distanței între drenuri cu verificarea funcționării la subirigație. [22]

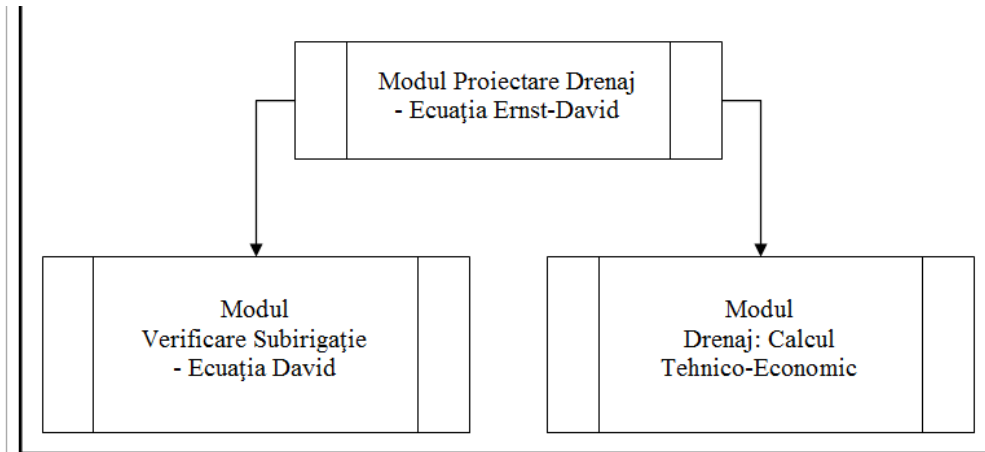


Fig. 6.13 Diagrama bloc a aplicației DrenVSubIr [22]

Diagrama bloc (fig. 6.13) conține trei module:

- Modulul „Proiectare Drenaj – Ecuția Ernst-David”,
- Modulul „Verificare Subirigație – Ecuția David”,
- Modulul „Drenaj: Calcul Tehnico-Economic”.

Fiecărui modul îi este atașată o fereastră grafică de lucru în care se introduc parametrii specifici de intrare și se afișează rezultatele aferente fiecărei etape de proiectare a drenajului și respectiv de verificare a subirigației.

Modulul destinat proiectării drenajului subteran are ca scop principal calculul distanței dintre drenuri, L_{dren} , cât și al altor mărimi caracteristice drenajului, pe baza relațiilor Ernst David I. și a rezultatelor experimentale de laborator efectuate în cadrul „studiilor de drenaj” în conformitate cu metodologia U.P.T. pentru principalele soluri cu exces de umiditate, care necesită amenajări de drenaj din vestul României. (jud. Timiș, Arad, Bihor, Satu-Mare, Maramureș și Caraș). Parametrii de intrare sunt dați în tabelele 6.9, 6.10.

Tabelul 6.9 Mărimile de intrare/ieșire specifice procesului de calcul a coeficientului pierderii de sarcină la intrarea în sistemul dren-filtru, ζ [22]

Calcul coeficient ζ	Mărimă	Valoare	UM	Descriere
Parametrii de intrare	n	6		număr de fante de pe circumferința drenului
	d_0	0,080	m	diametrul tubului de dren
	d_f	0,088	m	diametrul sistemului dren-filtru
	l	0,001	m	lungimea unei fante
	b	0,005	m	lățimea unei fante
	B	0,011	m	distanța longitudinală dintre fante

	K_{fc}	18,52	m/zi	coeficientul de conductivitate hidraulică al filtrului colmatat
	K	1,2	m/zi	coeficientul de conductivitate hidraulică al stratului de sol

Rezultate	δ	0,00400	m	grosimea filtrului
	χ	15,43333		raportul dintre K_f/K_{sol}
	α	0,10610		notații în relația I. David
	β	0,23343		notații în relația I. David
	A_1	1,55492		notații în relația I. David
	A_2	2,94704		notații în relația I. David
	B_1	9,89082		notații în relația I. David
	B_2	10,93176		notații în relația I. David
	Z	-0,17981		coeficientul (rezistența) pierderii la intrare în sistemul dren-filtru

Tabelul 6.10 Mărimile de intrare/ieșire specifice procesului de calcul a distanței dintre drenuri [22]

Proiectare Drenaj – Ecuția Ernst-David	Mărime	Valoare	UM	Descriere
Parametrii de intrare	q	0,007	m/zi	debitul specific de apă drenat
	h	0,6	m	norma de drenaj
	K_1	1,2	m/zi	coeficientul de conductivitate hidraulică al primului strat
	K_2	0,6	m/zi	coeficientul de conductivitate hidraulică al primului strat
	D_0	0,5	m	distanța dintre interfața straturilor de sol și dren
	D_2	2	m	grosimea celui de-al doilea strat de sol
	d_f	0,088	m	diametrul drenului cu filtru
	ζ	- 0,17981		coeficientul de rezistență hidraulică al pierderii de sarcină la intrarea apei în complexul dren-filtru

Rezultate	D_1	0,80000	m	grosimea din primul strat de sol pe care are loc curgerea orizontală
	a	5,26690		corecția Ernst pentru mișcarea radială
	α	0,86591		corecția David pentru mișcarea radială
	h_v	0,00350	m	pierderea de sarcină la curgerea verticală
	h_o	0,44920	m	pierderea de sarcină la curgerea orizontală

	h_r	0,18223	m	pierdere de sarcină la curgerea radială
	h_d	-0,03493	m	pierdere de sarcină la intrarea apei în sistemul dren-filtru
	L_{dren}	33,29994	m	distanța dintre drenuri

Acest modul de calcul al distanței între drenuri prezintă două procese:

- procesul de calcul al coeficientului pierderii de sarcină la intrarea în sistemul dren-filtru, ζ ;
- procesul de calcul a distanței dintre drenuri, L_{dren} , cărora le sunt atașate câte o fereastră grafică de lucru (figurile nr. 6.14, 6.15).

Fig. 6.14 Fereastra grafică de lucru a procesului de calcul a coeficientului pierderii de sarcină la intrarea în sistemul dren-filtru, ζ , din modulul Proiectare drenaj – Ecuația Ernst-David [22]

Procesul de calcul al coeficientului pierderii de sarcină la intrarea în sistemul dren-filtru, ζ , prevede implementarea acestuia prin două variante:

- prin introducerea parametrilor dren-sol și calculul implicit al coeficientului ζ cu formula dată de David; [46, 183]

$$\zeta_{if} = \alpha \cdot \left[\ln \frac{1}{\sin \frac{nb}{2d_0}} + \frac{1-\chi}{2\chi} \cdot \ln \left(A_1 + \sqrt{A_1^2 + 1} \right) \cdot \left(A_2 + \sqrt{A_2^2 + 1} \right) \right] +$$

$$+ \beta \cdot \left[\ln \frac{1}{\sin \frac{l}{2B}} + \frac{1-\chi}{2\chi} \cdot \ln \left(B_1 + \sqrt{B_1^2 + 1} \right) \cdot \left(B_2 + \sqrt{B_2^2 + 1} \right) \right]$$

(7)

- introducerea de către utilizator a unei valori numerice date.

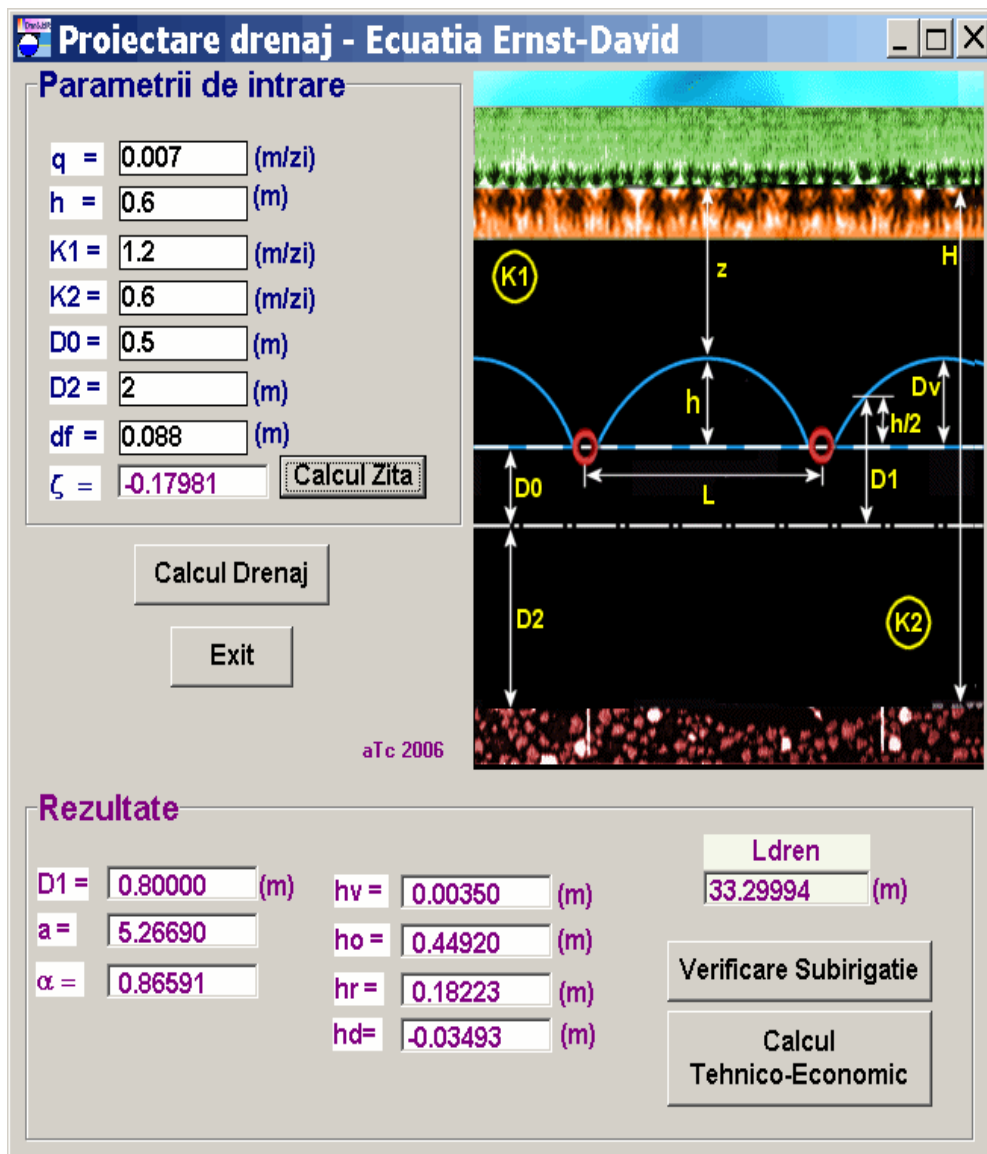


Fig. 6.15 Fereastra grafică de lucru a procesului de calcul a distanței dintre drenuri, L_{dren} , din modulul Proiectare drenaj – Ecuția Ernst-David [22]

Transferul rezultatului aferent coeficientului ζ este realizat prin acționarea butonului „Închide” din fereastra de lucru a acestui proces. Astfel acest rezultat este transferat ferestrei de lucru a procesului de calcul a distanței dintre drenuri, L_{dren} , și afișat aici ca parametru de intrare.

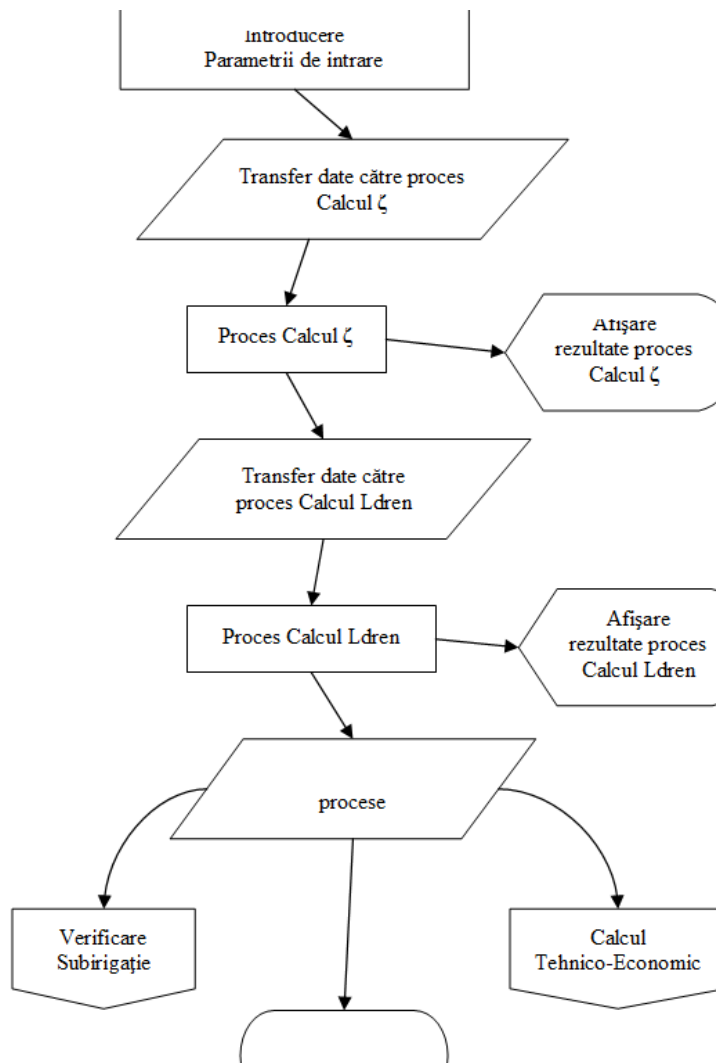


Fig. 6.16 Diagrama bloc a modului: Proiectare drenaj – Ecuția Ernst-David. [22]

Calculul efectiv și afișarea rezultatelor procesului de calcul al L_{dren} se realizează prin acționarea butonului „Calcul” din fereastra de lucru a acestui proces.

În acest moment atât căsuțele parametrilor de intrare cât și a celor cu rezultate ale acestui modul sunt completate numeric, iar butoanele „Verificare Subirigație” și „Calcul Tehnico-Economic” sunt activate în vederea apelării modulelor aferente. Pe de altă parte pentru ieșirea din aplicația DrenVSubIR se acționează butonul „Exit” din această fereastră de lucru.

Modulul destinat verificării posibilității de utilizare reversibilă a rețelei de drenaj, proiectată cu modulul anterior, are ca scop principal verificarea funcționării în subirigație deci, determinarea adâncimii canalului. $(H_c + z)$.

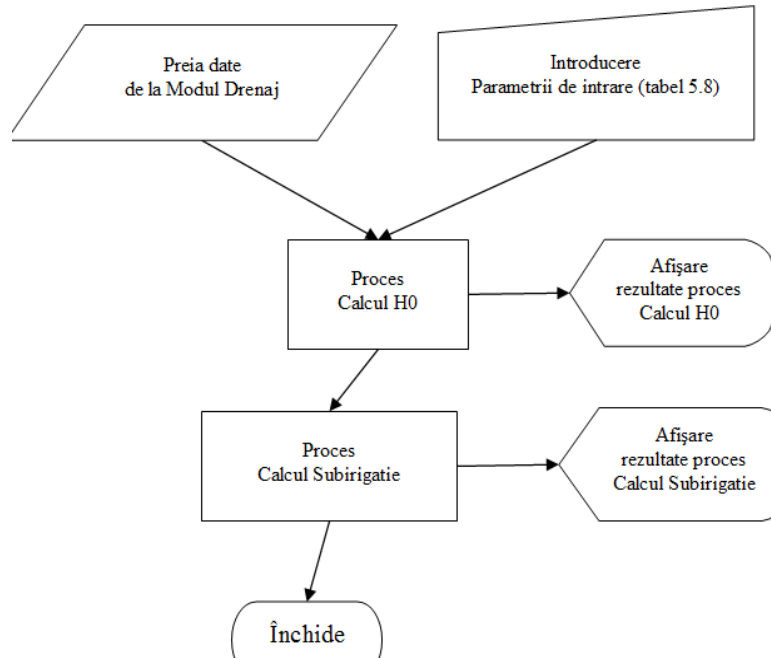


Fig. 6.17 Diagrama bloc a modului: Verificarea la SUBIRIGAȚIE – Ecuția David.[22, 46, 183]

Pentru aceasta este necesară determinarea pierderii de sarcină totală, h_{sub} . Parametrii de intrare sunt dați în tabelul urmator.

Tabelul 6.11 Mărimile de intrare/ieșire specifice procesului de verificare la funcționare reversibilă – subirigație, a sistemului de drenaj [22]

Verificare la SUBIRIGAȚIE – Ecuția David	Mărime	Valoare	UM	Descriere
Parametrii de intrare	q	0,00700	m/zi	debitul specific de drenaj
	r_0	0,04400	m	raza tubului de dren
	K	1,20000	m/zi	permeabilitatea stratului de sol
	ζ_i	-	-	pierderii de sarcină la intrarea în dren
	L_{dren}	33,29994	m	distanța dintre drenuri
	H	3,5	m	adâncimea stratului impermeabil
	p	1,6	m	adâncimea nivelului freatic
	z	0,8	m	norma de drenaj
	D_0	2,5	m	distanța dintre dren și stratul impermeabil
	i	0,002	%	panta tubului de dren
λ	0,040	-	coeficient de rugozitate	

	Q_t	25	l/zi	debitul total intrat în tub
	H_0	2,68711	m	distanța maximă dintre nivelul apei în sol și stratul impermeabil
Rezultate	H_m	1,90000	m	distanța minimă dintre nivelul apei în sol și stratul impermeabil
	H_0	2,68711	m	distanța maximă dintre nivelul apei în sol și stratul impermeabil
	T_e	2,29355	m	grosimea stratului echivalent pe care are loc curgerea orizontală
	α	1,41427	-	coeficient de corecție
	h_{ld}	0,03036	m	pierdere de sarcină la curgerea în lungul drenului
	h_{if}	- 0,01746	m	pierdere de sarcină la intrarea în sistemul dren-filtru
	h_o	0,35254	m	pierdere de sarcină la curgerea orizontală
	h_r	0,28920	m	pierdere de sarcină la curgerea radială
	h_{sub}	0,64174	m	distanța dintre nivelul maxim și nivelul minim al apei în sol
	H_c	2,55463	m	nivelul apei în canal
	(H_{c+z})	3,35463	m	adâncimea canalului
	H	3,50000	m	adâncimea stratului impermeabil
Concluzie		-		<i>'Din calcul rezultă că $(H_{c+z}) < H$, deci ESTE posibilă utilizarea SUBIRIGAȚIEI pe rețeaua de drenaj proiectată anterior'</i>

O parte din parametri de intrare necesită transferul de date de la modulul de calcul a drenajului. Preluarea acestor date se realizează prin acționarea butonului „Preia date” care are ca efect completarea cu numere a căsuțelor aferente. (figura nr. 6.18). După introducerea celorlalți parametri trebuie acționat butonul „Calcul H_0 ” care are ca rezultat afișarea valorii nivelului zonei saturate în dreptul drenului. Calculul mărimilor specifice subirigației se realizează prin acționarea butonului „Calcul Subirigație”, care are ca efect afișarea valorilor acestor mărimi și în funcție de acestea a uneia din concluzii:

- *'Din calcul rezultă că $(H_{c+z}) < H$, deci ESTE posibilă utilizarea SUBIRIGAȚIEI pe rețeaua de drenaj proiectată anterior'*
- *'Din calcul rezultă că $(H_{c+z}) > H$, deci NU ESTE posibilă utilizarea SUBIRIGAȚIEI pe rețeaua de drenaj proiectată anterior'.*

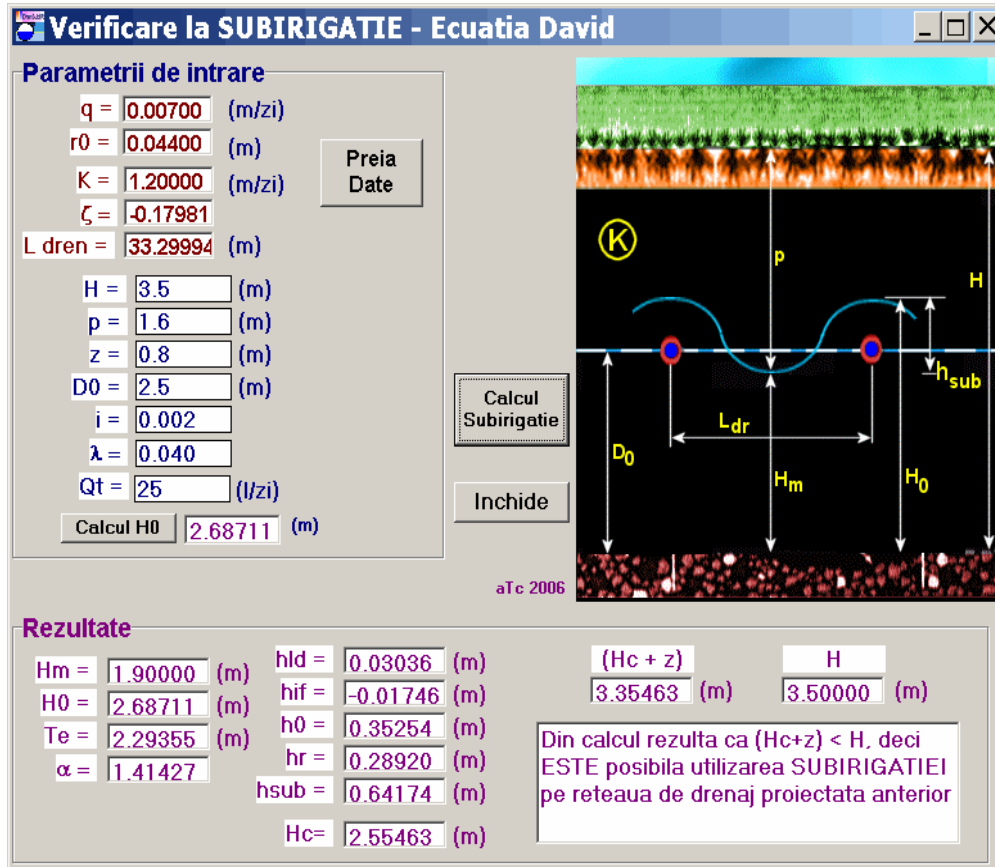


Fig. 6.18 Fereastra grafică de lucru a procesului de verificare la funcționare reversibilă din modulul: Verificarea la SUBIRIGATIE – Ecuția I. David. [22, 46, 183]

6.4 Proiectarea asistata de calculator a sistemelor de desecare-drenaj pe plan mondial.

6.4.1 Generalitati

Îndeosebi pe plan internațional, în ultimele decade, termenii de drenaj respectiv irigații au început să piardă teren ca și noțiuni independente de măsuri hidroameliorative. Noul concept, din ce în ce mai folosit pentru corectarea proprietăților hidrice ale solului, este cel de **Water Management System** (Sistem de Management al Apei) și în mod special noțiunea de **Water Table Management System** (Sistem de Management al Nivelului Freatic). Acești termeni înglobează, potrivit literaturii tehnicii de specialitate din vestul Europei și din Statele Unite, măsuri hidroameliorative precum irigarea, subirigarea, desecare, drenajul, drenajul controlat. Aceste noi noțiuni au câștigat teren mai ales datorită schimbării climatice din ce în ce mai evidente și care impune măsuri urgente și eficiente totodată de

6.4 - Proiectarea pe calculator a sistemelor de drenaj pe plan mondial....323

economisire a resurselor de apă care sunt tranzitate prin sistemele de îmbunătățiri funciare și nu numai.

Sistemul de management al nivelului freatic se referă mai mult la drenajul controlat cu posibilități de subirigare după cum este prezentat în figurile 6.19, 6.20 și 6.21.

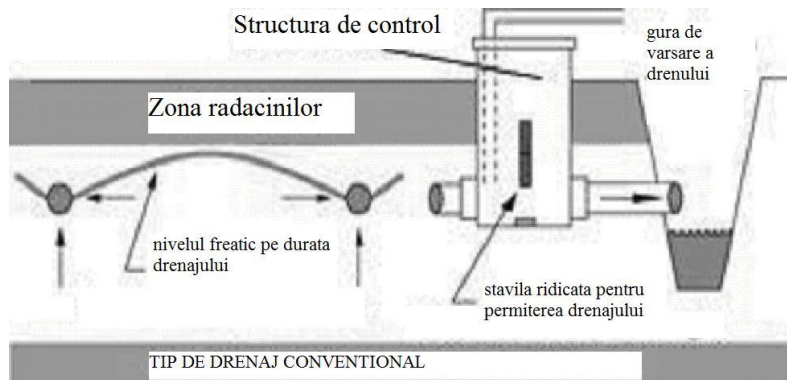


Fig. 6.19 Schema de functionare a drenajului necontrolat [79]

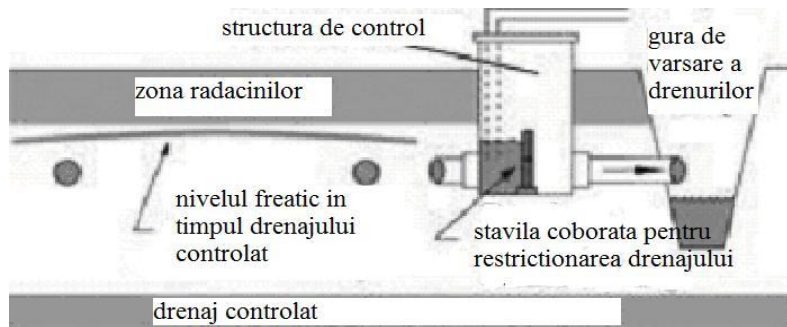


Fig. 6.20 Schema de functionare a drenajului controlat [79]

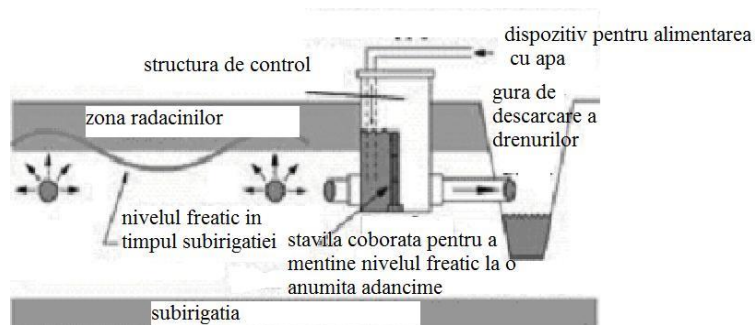


Fig. 6.21 Schema de functionare a subirigatiei [79]

Programele de modelare pentru sistemele de îmbunătățiri funciare, îndeosebi irigații și desecare-drenaj, prezintă diferite grade de complexitate și sunt specializate pe anumite fenomene și procese funcție de necesitățile și cerințele zonei luate în studiu și a celei care urmează să beneficieze de sisteme hidroameliorative bazate pe aceste modele.

Cele mai utilizate programe de simulare a fenomenelor hidrice și nu numai din profilul de sol sunt **DRAINMOD** (în Statele Unite) respectiv **SWATREN** (în Europa).

6.4.2. DRAINMOD (SUA, 1980)

În **Statele Unite** se folosește foarte mult modelul **Drainmod** care are ca obiectiv principal descrierea mișcării apei în sol, în vederea stabilirii cu precizie a stării hidrice a solului, a debitului specific de calcul al sistemului și a distanței între drenuri.

Sistemele de management al apei modelate cu ajutorul modelului **DRAINMOD** includ proceduri pentru: drenaj de suprafață și subsuprafață, subirigație, drenaj controlat și irigație de suprafață. O caracteristică importantă a programului este aceea de a oferi informații referitoare la influența excesului și respectiv deficitului de umiditate asupra dezvoltării culturilor agricole.

„**Drainmod**” simulează regimul hidric al terenurilor slab irigate sau cu nivelul freatic ridicat putând oferi prognoze zilnice și orare. La baza acestui model stau înregistrări climatice care se întind pe o perioadă de aproximativ 40 de ani. Programul poate prognoza deasemenea efectul drenajului și face corelări între sistemul de gestiune al apei și nivelul freatic respectiv între regimul hidric al solului și productivitatea recoltei obținute. Sistemul de gestiune poate cuprinde drenajul subteran, drenajul de suprafață, subirigația respectiv irigația localizată.

Modelul **Drainmod** este compus dintr-un număr de componente separate, încorporate sub forma unor subprograme (proceduri de calcul) folosite la evaluarea diferitelor metode de deplasare și stocare a apei în sol. Astfel, prin intermediul acestor subprograme, pot fi evaluate: infiltrația, drenajul subteran, drenajul de suprafață, evapotranspirația potențială, subirigația, distribuția apei în sol. [204]

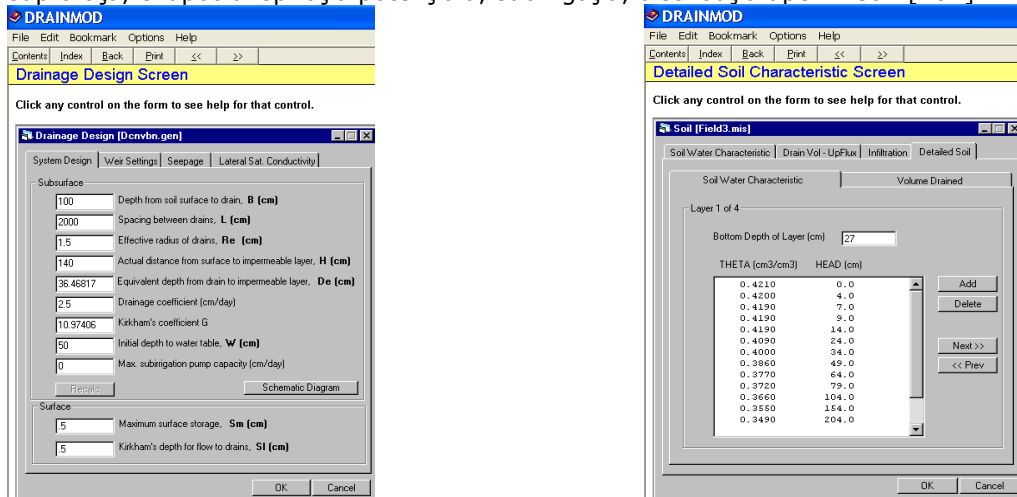


Fig. 6.22 Ferestre de lucru ale programului Drainmod [204]

Pentru a simplifica și a reduce numărul și complexitatea datelor cerute de către model se folosesc aproximații pentru fiecare componentă. Modelul a fost astfel conceput încât să se poată folosi aceste aproximări.

Calculul practic se poate conduce doar pentru o parte din suprafața propusă spre evaluare și ameliorare. Pentru calcul se va face bilanțul apei în sol într-un punct localizat la mijlocul distanței între două drenuri adiacente.

Prin adoptarea unei forme constante a variației adâncimilor apei între drenuri se poate conduce calculul pentru întregul sistem. Această formă este dependentă de distanța între drenuri, de variația evapotranspirației și de metoda de drenaj folosită.

Debitul obținut din drenajul de adâncime (drenaj orizontal) a fost calculat cu ajutorul ecuației lui **Hooghoudt**. Evapotranspirația zilnică este calculată stabilind în prealabil evapotranspirația zilnică potențială. Metoda **Thornthwaite** folosită pentru calculul evapotranspirației necesită ca date de bază doar temperaturile maximă și minimă zilnice. Metoda aceasta nu este parte integrantă a modelului **Drainmod** dar acest model are o opțiune care acceptă calculul evapotranspirației potențiale zilnice prin această metodă utilizând-o ca și dată de intrare.

Fiecare calcul al evapotranspirației implică verificări ale regimului hidric al solului. Când nivelul apei este aproape de suprafață sau când stratul superior al profilului are un conținut mare de apă, evapotranspirația zilnică va fi egală cu evapotranspirația potențială. Totuși, pentru un nivel coborât al apei și condiții de subsecetă, evapotranspirația poate fi limitată la cantitatea de apă absorbită de rădăcinile plantelor.

Metoda cea mai directă de a testa valabilitatea programului este de a compara datele furnizate de program cu cele obținute prin măsurători directe în câmp.

Prin evaluarea diferitelor soluții de proiectare, a diferitelor sisteme de drenaj propuse, se poate alege soluția și sistemul care asigură obiectivele dorite la un cost minim. [204]

6.4.3 SWATREN (SUA, 1983)

La proiectarea sistemelor de desecare-drenaj din Europa s-a folosit și se folosește în cea mai mare măsură programul **SWATREN** (Soil Water and Actual Transpiration Rate – drainage simulation model). Acesta se bazează pe ecuația Richards.

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left[D_w(\theta) \frac{\partial \theta}{\partial z} \right] + \frac{\partial K(\theta)}{\partial z} \quad (8)$$

Conductivitatea hidraulică este funcție de conținutul apei din sol θ și presiunea hidrostatică și este de obicei exprimată ca $K(\phi)$, funcție de presiunea hidrostatică, sau ca $K(\theta)$, funcție de conținutul apei din sol. O ecuație teoretică diferențială pentru scurgerea nesaturată este obținută prin combinarea ecuației Darcy cu ecuația de continuitate. Această ecuație este cunoscută ca ecuație de răspândire sau ecuația Richards.

Dificultatea rezolvării acestei ecuații stă în relația nonlineară dintre conductivitatea hidraulică, presiunea hidrostatică și conținutul de apă al solului.

Modelul **SWATREN** se ocupă de mișcarea apei pe verticală în profilul de sol. Workman și Skaggs (1989) au modificat **SWATREN** pentru a simula fluctuațiile nivelului freatic care se apropie și atinge suprafața solului. [14, 135]

6.4.4 PREFLO (SUA, 1985)

Un alt model este **PREFLO** dezvoltat de Workman și Skaggs pentru a studia mișcarea saturată și nesaturată a apei în profilul de sol. Un obiectiv în dezvoltarea acestui program a fost simularea scurgerii prin macropori a apei, de la suprafața solului direct către nivelul freatic. **PREFLO** are la bază tot ecuația Richards. Parametrii ceruți de **PREFLO** sunt similari cu cei necesari pentru **DRAINMOD**. [176, 177]

6.4.5 ADAPT (SUA, 1997)

ADAPT (Agricultural Drainage and Pesticide Transport) este un model cu situații zilnice în simularea cantității și calității (pesticide, sedimente, nutrienți) scurgerii apei din sistemele de management a apei. La data creării lui nu exista un program de simulare a managementului apei specializat pe transportul chimic. **ADAPT** este un program util pentru **BMP** (Best Management Practices – Bunele Practici Agricole) de minimizare a impactului agriculturii asupra mediului înconjurător. [2]

Tabelul 6.12 Tabel comparativ a tehnicilor de modelare realizate de **ADAPT, DRAINMOD, SWATREN și PREFLO [2, 51]**

	ADAPT	DRAINMOD	SWATREN	PREFLO
Abordarea modelului	Model 1D pentru bilanțul apei la mijlocul distanței între drenuri	Model 1D pentru bilanțul apei la mijlocul distanței între drenuri	Ecuția Richards	Ecuția Richards
Detalierea datelor utilizate	zilnic	orar	zilnic	orar
Profilul stratelor	5 profile ale stratelor și 9 strate de calcul	5 profile ale stratelor și 5 strate de calcul	5 profile ale stratelor cu spațiere uniformă	5 profile ale stratelor cu spațiere neuniformă
Date climatice	Precipitațiile zilnice, temperatura medie zilnică, radiația, calculul E.T.	Precipitații orare, temperatura minimă și maximă	Precipitații zilnice, date pentru calculul E.T.	Precipitații orare, temperatura minimă și maximă
Topirea zăpezii	Metoda Ricca (1988)	Nu are procedură de modelare	Nu are procedură de modelare	Nu are procedură de modelare
Scurgerea la suprafață		Ce rămâne după calculul cantității de apă strânse în profilul de sol	Ecuția Richards	Ce rămâne după calculul cantității de apă strânse în profilul de sol
	Crăpăturile de			Procent din

Scurgerea prin macropori	la suprafața solului datorate uscării	Fără modelare	Fără modelare	structura porilor deschiși la suprafața solului
Infiltrații	Ecuția Green-Ampt bazată pe suțiuinea solului	Ecuția Green-Ampt bazată pe adâncimea nivelului freatic	Ecuția Richards	Ecuția Richards
E.P.T	Doorenbos-Pruitt, Ritchie, prin măsurători	Thorntwaite, prin măsurători	Thorntwaite, prin măsurători	Thorntwaite, prin măsurători
Drenaj/subirigație	Ecuțiile Kirkham și Hooghoudt	Ecuțiile Kirkham și Hooghoudt	Ecuția Ernst	Ecuțiile Kirkham și Hooghoudt
Scurgerea în adâncime	Legea Darcy cu gradient unitar	Legea Darcy	Legea Darcy	Nemodelată
Transport chimic	Pesticide, Nutrienți și sedimente în scurgerea de suprafață și subsuprafață	Nemodelată în versiunile disponibile free cost	Nemodelată în versiunile disponibile free cost	Nemodelată

6.4.6 CROPWAT (SUA, 1992)

Modelul **CROPWAT** este folosit la calculul cerinței de apă a culturilor și oferă sprijin în proiectarea sistemelor de irigații. Utilizează metoda Penman-Monteith pentru calculul evaporației culturilor.

Datele necesare pentru folosirea programului **CROPWAT** sunt referitoare la climă și caracteristicile culturilor agricole. Rezultatele oferite de model sunt: cerințele de apă ale culturilor respectiv date legate de deficitul de umiditate al solului.

În timp s-au dezvoltat mai multe versiuni ale acestui model între care cele mai importante sunt **CROPWAT pentru Windows** și respectiv **CROPWAT 7.0**. Între cele două versiuni există diferențe la metodele de interpolare ajungându-se ca la aceleași date inițiale, rezultatele să prezinte diferențe de 2% și chiar mai mari. **CROPWAT pentru Windows** utilizează grafice și desene pentru afișarea rezultatelor și se bazează pe date climatice lunare. Permite adăugarea unor elemente ce țin de irigații și ajustări la calculul deficitului de umiditate al solului ceea ce conduce la flexibilitate în managementul umidității solului pe durata sezonului de creștere. Are însă și un dezavantaj și anume că nu poate calcula necesarul de apă la orez. **CROPWAT 7.0** lucrează cu date climatice zilnice sau lunare. [179]

6.4.7 SWAP (OLANDA, 1983)

Mișcarea apei în profilele superioare ale solului determină rata transpirației plantelor, evaporația solului, scurgerea la suprafață și reîncărcarea acviferelor. În acest fel scurgerea apei în profilul de sol nesaturat este un factor cheie în ciclul hidrologic și energetic. Datorită mării solubilități a apei, soluția solului transportă mari cantități de solubili, de la nutrienți la substanțe poluatoare. De aceea, o

descriere clară a mișcării apei în sol nesaturat este esențială pentru a obține condiții de management potrivite pentru creșterea vegetației și protecția mediului în sistemele agricole.

La aceste probleme se referă modelul **SWAP** (Soil-Water-Atmosphere-Plant System). Modelul este unul foarte complex dezbătând în 11 capitole probleme legate de scurgerea apei prin sol, interacțiunile între atmosferă, plantă și sol, interacțiunea între apa din sol și cea de la suprafața solului, creșterea și dezvoltarea plantelor, transportul nutrienților, temperatura solului, managementul apei. [119]

Schema de bază a modelului este prezentată în figura următoare:

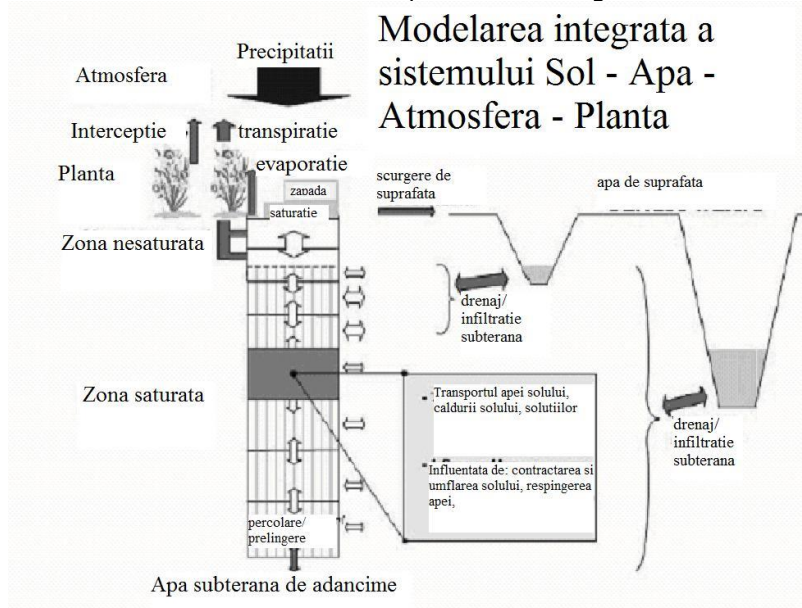


Fig. 6.23 Modelarea integrată a sistemului Sol-Apa-Atmosfera-Planta (SWAP)[10]

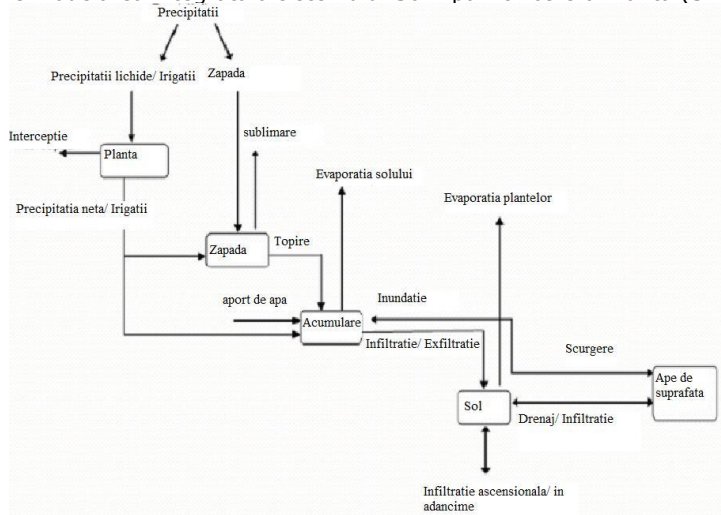


Fig. 6.24 Grafic cu principalele fluxuri de apă între subsisteme [10]

Evapotranspirația este calculată cu ajutorul ecuației Penman-Monteith. [10]
 Legat de problema drenajelor, modelul **SWAP** permite abordarea a 5 situații prezentate schematic:

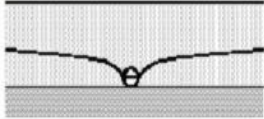
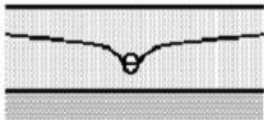
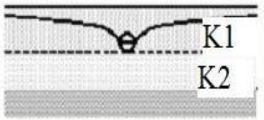
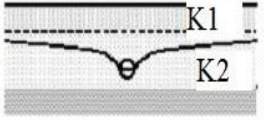
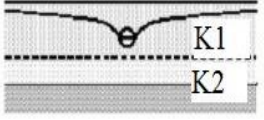
Schematizare	Profilul de sol	Pozitia drenurilor	Abordare
	omogen	la suprafata stratului impermeabil	Hooghoudt Donnan
	omogen	deasupra stratului impermeabil	Hooghoudt utilizand adancimea echivalenta
	doua straturi	la interfata celor doua straturi	Hooghoudt
	doua straturi $K1 > K2$	in stratul superior	Ernst
	doua straturi $K1 < K2$	in stratul inferior	Ernst

Fig. 6.25 Situațiile privind dispunerea drenurilor analizate de catre programul SWAP [10]

Complexitatea modelului este poate fi observată și din multitudinea de situații reale pe care la analizează, fiind astfel un program deosebit de util proiectanților și cercetărilor care se ocupă de problema îmbunătățirilor funciare și nu numai.

6.4.8 WASIM (ANGLIA, 1990)

WaSim este un model de simulare al bilanțului apei din sol. A fost realizat de HR Wallingford și Universitatea Cranfield cu sprijinul Departamentului pentru Dezvoltare Internațională al Marii Britanii. **WaSim** este un program pentru studiul și rezolvarea problemelor care implică managementul irigațiilor, drenajelor și al salinității. Simulează bilanțul apei, la nivel de 24 h, referindu-se la relația apa din sol – salinitate ca răspuns la diferite strategii manageriale (proiectarea drenajelor, practici ale managementului apei) și scenarii de mediu (date climatice, tipul solului, al culturii).

Modelul este unidimensional. Pot fi folosite în cadrul programului ca intrări ale apei în sistem precipitațiile și irigațiile iar ca ieșiri ale apei din sistem evapotranspirația, transpirația plantelor și drenajul.

Pentru bilanțul apei se folosesc două limite în calculul intrărilor și ieșirilor. Limita superioară luată în studiu este suprafața solului iar cea inferioară a intervalului este stratul impermeabil. Intervalul pe care se face bilanțul este format din 5 straturi:

- stratul de suprafață (0 – 0,15m);
- stratul profilului de sol activ, al rădăcinilor;
- stratul nesaturat de sub zona rădăcinilor;
- stratul saturat de deasupra drenurilor;
- stratul saturat de sub linia drenurilor. [43]

Granița dintre straturile 2 și 3 se va schimba în concordanță cu creșterea rădăcinilor. Înainte ca rădăcinile plantelor să atingă 0,15m, stratul 2 va avea grosimea 0. Similar, granița dintre straturile 3 și 4 va fluctua cu nivelul apei freatice. Apa solului va avea o mișcare descendentă, din straturile superioare către cele inferioare.

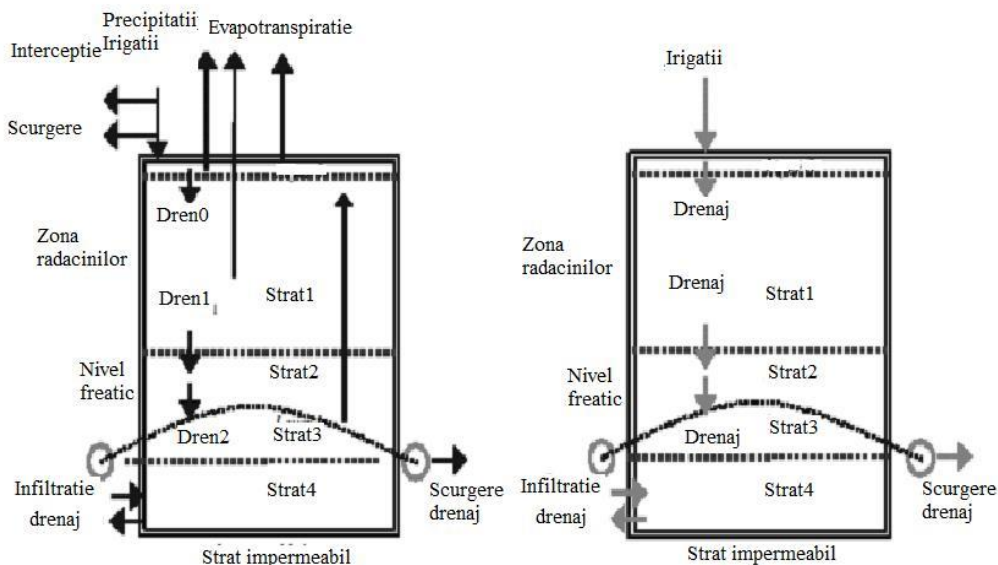


Fig. 6.26 Bilanțul apei și bilanțul sărurilor în modelul **WaSim** [43]

Sistemul de drenaj este utilizat la capitoul date introductive și participă la calcule prin următoarele valori: diametrul drenurilor, adâncimea lor și distanța dintre ele.

Modelul poate fi rulat și fără a se lua în considerare drenajul sau se poate considera drenaj natural. Drenajul poate fi luat în calcul și sub formă de drenaj controlat, utilizat la subirigație.

WaSim conține și 3 module suplimentare pentru proiectarea drenajelor. Cele 3 module se ocupă de: distanța dintre drenuri, dimensionarea tuburilor de drenaj și de drenurile colectoare și pot funcționa independent de programul **WaSim**. Modulul legat de distanța dintre drenuri se poate rula înainte de soft-ul **WaSim** pentru obținerea de date inițiale și pentru ca simularea ulterioară să se apropie cât mai mult de realitate. [43]

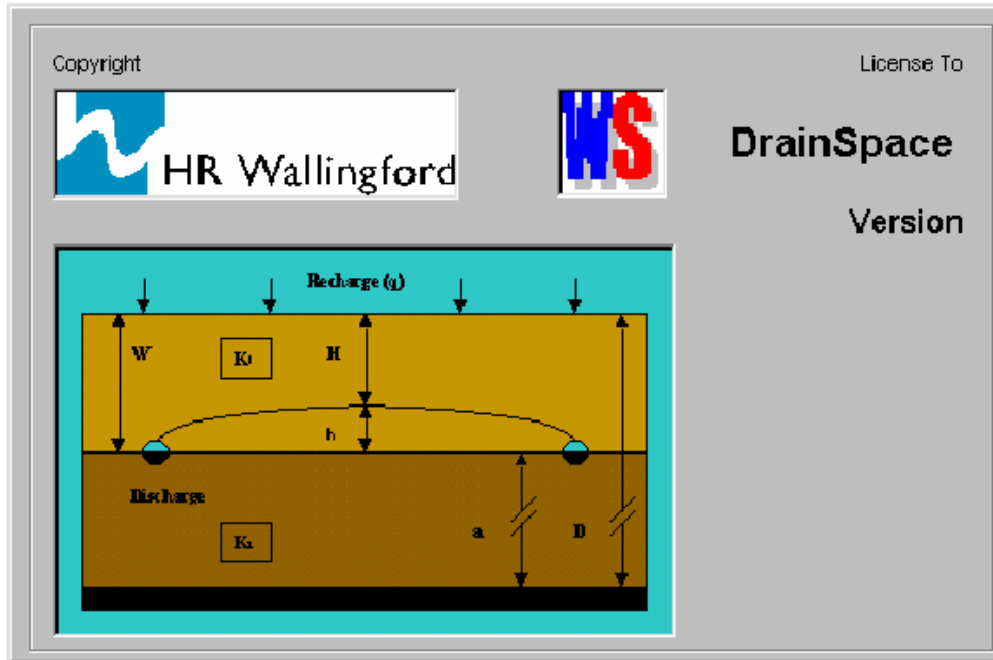


Fig. 6.27 Interfata programului DrainSpace [43]

Modulul legat de distanța dintre drenuri utilizează ecuațiile Hooghoudt și Glover-Dumm.



Fig. 6.28 Ferestra programului DrainSpace pentru introducerea datelor initiala [43]

Hooghoudt Results												
Run	Input Parameters									Intermediates		Results
	q(mm/day)	K1(m/day)	K2(m/day)	H(m)	W(m)	D(m)	U(m)	S(%)	h(m)	a(m)	L(m)	
1	7.0	4.00	4.00	1.00	2.00	6.00	0.30	100	1.00	4.00	132.41	
2	10.0	5.00	5.00	1.50	2.00	6.00	0.30	100	0.50	4.00	80.81	
3	10.0	5.00	5.00	0.50	2.50	8.00	0.30	100	2.00	5.50	211.91	

Glover Dumm Results													
Run	Input Parameters									Intermediates			Results
	T(days)	k(m/day)	P(%)	H0(m)	HT(m)	W(m)	D(m)	U(m)	S(%)	h0(m)	hT(m)	a(m)	L(m)
1	7	5.00	0.17	0.50	2.00	4.00	6.00	0.30	100	3.50	2.00	2.00	38.18
2	3	5.00	0.05	1.50	2.00	4.00	6.00	0.30	100	2.50	2.00	2.00	66.56
3	3	5.00	0.05	0.50	2.00	4.00	6.00	0.30	100	3.50	2.00	2.00	46.99

Fig. 6.29 Fereastra programului DrainSpace cu rezultatele rularii aplicatiei [43]

Pentru dimensionarea tuburilor de dren se utilizează ecuația Manning.

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} s^{1/2} \quad (9)$$

unde Q – debitul descărcat de drenuri, R – raza hidraulică, s – panta drenurilor, A – aria secțiunii transversale, n – rugozitatea.

Pentru scurgerea uniformă la 100% capacitate, formula lui Manning devine:

$$Q = 0,312 \frac{1}{n} d^{2,67} s^{1/2} \quad (10)$$

Cu ajutorul ei se pot calcula: diametrul minim necesar pentru tuburile de drenaj, gradientul hidraulic, debitul descărcat.

The screenshot shows a software window with two main sections: "Discharge Calculator" and "Pipe Design Parameters".

Discharge Calculator:

- Drainage Spacing (m): 50
- Field Length (m): 250
- Drainage Coefficient (mm/day): 5.0
- Discharge (l/s): [Empty field]
- Buttons: Evaluate, Run

Pipe Design Parameters:

- Discharge (l/s): [Empty field]
- Pipe Inside Diameter (mm): 100
- Hydraulic Gradient: 0.0010
- Roughness (n): 0.016
- Buttons: Run
- Radio buttons: "Choose parameter to be evaluated" (selected), "evaluated"

Fig. 6.30 Fereastra de lucru pentru determinarea debitului descărcat și a parametrilor proiectării tuburilor de dren [43]

De asemenea se poate calcula dimensiunile tubului de dren și în cazul scurgerii neuniforme.

Non-Uniform Flow Pipe Design Parameters (Draining Pipe Lines)				
Run	Discharge (l/s)	Pipe Diameter (mm)	Slope	Manning's n
1	1.32	100	0.0010	0.016
2	0.72	80	0.0010	0.016
3	0.72	100	0.0003	0.016

Uniform Flow Pipe Design Parameters (Transport Pipe Lines)				
Run	Discharge (l/s)	Pipe Diameter (mm)	Slope	Manning's n
1	0.76	100	0.0010	0.016
2	0.72	98	0.0010	0.016
3	0.72	100	0.0009	0.016

Fig. 6.31 Fereastra cu rezultatele dimensionării tuburilor de dren [43]

În cazul proiectării drenajelor colectoare se utilizează tot ecuația Manning.

Pipe Design Parameters

Drainage Spacing (m)

Drainage Coefficient (mm/day)

Hydraulic Gradient

Roughness (n)

Lateral Length (m)

Fig. 6.32 Fereastra de lucru pentru dimensionarea tuburilor de dren tinand cont si de drenurile laterale [43]

Uniform Flow Non-perforated Collector Drain Sizes						
Lateral Pipe Length (m)	Collector Pipe Length (m)	Collector Slope	Cumulative Area (ha.)	Cumulative Discharge (l/s)	Manning's n	Pipe Diameter (mm)
540	50	0.0010	2.700	2.694	0.0160	130.8
290	100	0.0010	5.600	5.588	0.0160	172.0
250	500	0.0010	18.100	17.962	0.0160	266.5
250	50	0.0010	19.350	19.187	0.0160	273.2

Fig. 6.33 Fereastra cu rezultatele dimensionării tuburilor de dren tinand cont si de drenurile laterale [43]

Datorită faptului că în timp drenurile se pot colmata, se utilizează în calcule un factor compensator R care este de 60% în cazul tuburilor cu diametrul sub 100mm și de 75% în cazul tuburilor de peste 100mm.

6.4.9 SPA (SCOTIA, 1986)

Un alt program de modelare folosit este **The Soil-Plant-Atmosphere model**, dezvoltat de Școala de Geostiințe din cadrul Universității din Edinburgh. **The Soil-Plant-Atmosphere Model (SPA)** simulează procesele de fotosinteză din cadrul ecosistemelor și bilanțul apei la intervale temporare și spațiale foarte fidele cu modelul real (intervale de 30 minute, 20 de profile de sol, etc.). Modelul este scris în limbaj FORTRAN 90. Fiecare parametru luat în calcul dispune de fișiere independente care pot fi trimise între utilizatori, încărcate în propriul model și apoi rulate. [81]

6.4.10 SPAW (OLANDA, 1985)

Soft-ul **SPAW (Soil-Plant-Air-Water) (sol - plantă - aer - apă)** simulează ciclul hidrologic zilnic pentru terenurile agricole utilizând două rutine: una pentru terenurile care au avut întotdeauna folosință agricolă și a doua rutină pentru terenuri câștigate de sub ape. Sunt necesare date legate de climă, sol și vegetație.

Hidrologia câmpului este reprezentată de: descrieri climatice zilnice referitoare la precipitații, temperatură și evaporație, profile de sol cu straturile aferente și cu gradele de stocare a apei, producția anuală obținută precum și managementul aplicat (rotația culturilor, irigația aplicată, substanțele nutritive). Simularea estimează variația apei precum și a cantității de apă pe adâncime oferind informații legate de scurgerea la suprafață, infiltrații, evapotranspirație, apa din profilele de sol și percolare. [154, 161]

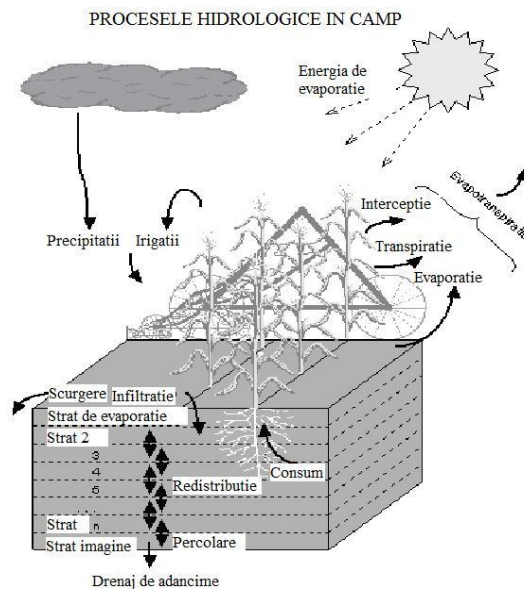


Fig. 6.34 Schema de lucru a S.P.A.W.[154]

6.4.11 SWAT (OLANDA, 1983)

S.W.A.T., acronimul pentru **S**oil and **W**ater **A**ssessment **T**ool, este un program de calcul la nivel de bazin și care a fost dezvoltat pentru a oferi prognoze referitoare la impactul managementului lucrărilor agricole asupra resurselor de apă, asupra sedimentelor în sisteme bazinale complexe cu diferite tipuri de soluri și sisteme de management diferite. Predicțiile pot fi realizate pe perioade mari de timp. Programul se bazează pe modele fizice și necesită informații specifice referitoare la vreme, proprietățile solurilor, topografie, vegetație și practicile managementului agricol care se află în aria studiată. Procesele fizice asociate cu mișcarea apei, mișcarea sedimentelor, creșterea culturilor, ciclul nutrienților sunt direct modelate de S.W.A.T. utilizând datele menționate mai sus. [128]

Se pot oferi prognoze și în cazul în care se schimbă practicile agricole, prognoze referitoare la impactul acestora asupra calității apei din bazinul studiat. Un avantaj al acestui program este că valorile cerute pot fi obținute relativ ușor de către cercetători. De asemenea, programul este foarte eficient, deoarece simulările la nivel de bazine mari cu strategii manageriale diferite pot fi obținute fără investiții financiare sau temporale mari.

Impactele pot fi studiate pe perioade lungi de timp. Aceasta prezintă însă și un dezavantaj. S.W.A.T. este un model temporal continuu și nu este eficient în a simula procese detaliate, singulare, exemple fiind evenimentele extreme precum viiturile rapide.

Problema desecărilor și a drenajelor nu este văzută singular ci în cadrul mai multor capitole, funcție de factorii și indicatorii studiați. Astfel, drenajul apare în următoarele capitole: Studiul nivelului freatic, Studiul managementului apei respectiv Studiul ciclului nutrienților din corpurile de apă. Un subcapitol al managementului apei este dedicat drenajului tubular. Pentru simularea drenajului tubular, utilizatorul trebuie să specifice adâncimea de la suprafața solului la drenuri, intervalul de timp pentru a fi drenat solul până la capacitatea de câmp, etc. În stratul solului unde drenajul tubular este instalat, cantitatea de apă care intră într-o zi în tuburile de dren este calculată cu formula:

$$tile_{wtr} = (SW_{ly} - FC_{ly}) \cdot \left(1 - \exp \left[\frac{-24}{t_{drain}} \right] \right) \text{ daca } SW_{ly} > FC_{ly} \quad (11)$$

Unde $tile_{wtr}$ este cantitatea de apă îndepărtată din stratul de sol într-o zi de tuburile de dren, (mm coloană de apă), SW_{ly} este conținutul de apă din stratul de sol în ziua respectivă (mm coloană de apă), FC_{ly} este capacitatea de câmp a stratului respectiv (mm coloană de apă), și t_{drain} este timpul necesar pentru ca drenurile să îndepărteze excesul până la nivelul capacității de câmp (ore). [126]

Programul S.W.A.T. este de altfel unul dintre cele mai complexe programe de simulare și prognoză a numeroase procese ce au loc la nivel bazinal. Structura lui permite studierea impactului proceselor agricole asupra corpurilor de apă, și este prezentată în continuare pe mai multe secțiuni:

Secțiunea 1. Climatologie organizată pe 4 capitole: Energia solară și temperaturile, Apa din atmosferă, Studii climatice zilnice, Noțiuni de schimbare climatică.

Secțiunea 2. Hidrologie și care are în componență tot 4 capitole după cum urmează: Scurgere la suprafață, Evapotranspirație, Apa solului, Nivelul freatic.

Secțiunea 3. Nutrienți și Pesticide cu 3 capitole: Azot, Fosfor, Pesticide.

Secțiunea 4. Eroziune formată din 4 capitole: Sedimente, Transportul nutrienților, Transportul pesticidelor, Parametrii de calitate a apei.

Secțiunea 5. Folosința terenului/ Culturi include 3 capitole: Ciclul de creștere, Creșterea optimă, Creșterea actuală.

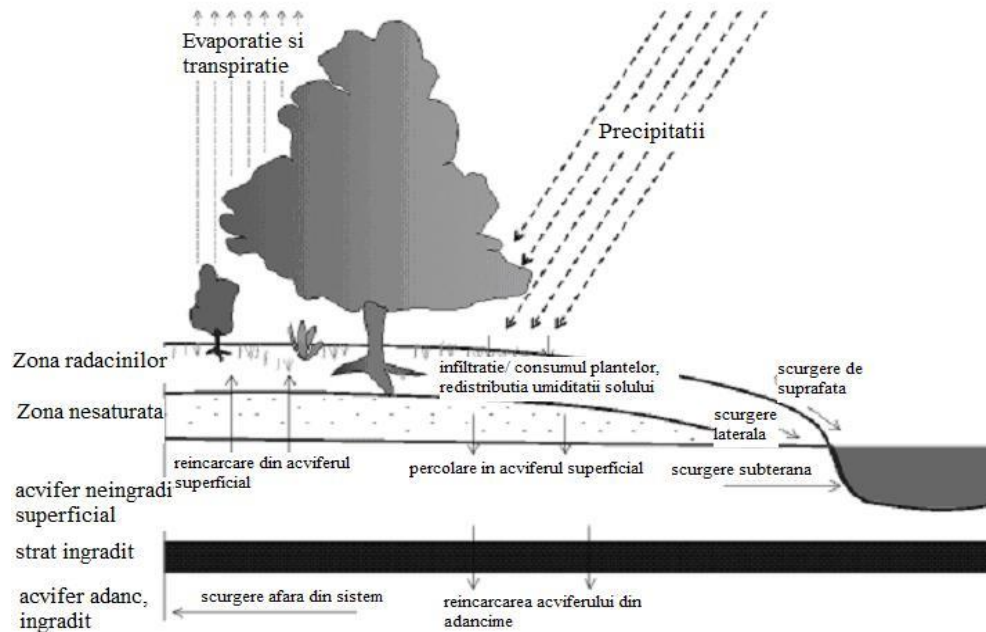


Fig. 6.35 Schema de calcul a S.W.A.T. [128]

Secțiunea 6. Practici manageriale formată din 3 capitole după cum urmează: Management general, Managementul apei, Zone urbane.

Secțiunea 7. Procese în canalele principale organizată pe 4 capitole: Traseul apei, Traseul sedimentelor, Procesele nutrienților în apele curgătoare, Pesticide.

Secțiunea 8. Corpuri de apă, este formată din 4 capitole: Structuri de stocare a apei, Sedimente în corpurile de apă, Nutrienți în corpurile de apă, Pesticide în corpurile de apă. [128]

Programele de modelare sunt foarte numeroase și pot rezolva o multitudine de probleme. Ele sunt în permanență perfecționate, apărând pe piață versiuni tot mai eficiente și mai complexe adaptate atot noilor condiții climatice cât și limbajelor de programare cu calități grafice și tehnice deosebite. Un dezavantaj al utilizării acestora este reprezentat de prețul uneori excesiv, dar care odată plătit se va amortiza în timp, datorită eficientizării etapelor de implementare a unui sistem de desecare-drenaj, începând cu etapa de proiectare și terminând cu întreținerea sistemului, extinderea lui și valorificarea recoltelor tot mai bogate obținute de pe arealul amenajat hidroameliorativ. Se mai pot menționa, în domeniul îmbunătățirilor funciare și a drenajului urban, programele S.W.I.M., S.W.M.M., S.W.B. respectiv WaterGap.

6.5 Aplicarea catorva programe de calcul specializate romanesti si straine pentru calculul distantei intre drenuri in regim nepermanent pentru solutiile de drenaj rezultate in urma studiilor de drenaj efectuate de U.P.T., Facultatea de Hidrotehnica, Catedra de Imbunatatiri Funciare si Dezvoltare Rurala pentru judetele Caras-Severin, Timis, Arad, Bihor, Satu Mare si Maramures

6.5.1 Aplicații pentru calculul distanței între drenuri în regim nepermanent utilizând programul DrainSpace (Wallingford University, U.K.)

În cazul regimului nepermanent, creșterea sau coborârea nivelului freatic are loc funcție de stocarea respectiv evacuarea apei din sol. Ecuația Glover-Dumm poate fi utilizată pentru a estima distanța dintre drenuri necesară coborârii nivelului freatic la nivelul dorit într-o perioadă dată. Prin introducerea în formula Glover-Dumm a adâncimii stratului echivalent a lui Hooghoudt, rezistența cauzată de convergența scurgerii apei către drenuri este luată în considerare.

Ecuația Glover-Dumm este de forma următoare:

$$L = n \left(\frac{Kd_r t}{\mu} \right)^{\frac{1}{2}} \left(\ln 1,16 \frac{h_0}{h_t} \right)^{-\frac{1}{2}} \quad (12)$$

unde:

L = distanța dintre drenuri (m);

K = conductivitatea hidraulică (m/zi);

d_r = adâncimea stratului echivalent a lui Hooghoudt (m);

t = durata necesară coborârii nivelului freatic;

μ = porozitatea drenabilă;

h_0 = înălțimea inițială a nivelului freatic deasupra drenurilor la timpul $t=0$

h_t = înălțimea finală a nivelului freatic deasupra drenurilor la timpul $t=t$

Pentru calculul adâncimii stratului echivalent a lui Hooghoudt, programul DrainSpace abordează două situații, pentru fiecare din ele oferind câte o formulă (LK Smedema, DW Ryecroft, Batsford.1983).

Astfel dacă $a/L < 0,25$ (unde a reprezintă adâncimea de la linia drenurilor la

stratul impermeabil) atunci $d_r = \frac{a}{1 + \left(\frac{8a}{nL} \right) \ln \left(\frac{a}{u} \right)}$ (13)

Dacă $a/L > 0,25$ atunci $d_r = \frac{nL}{8 \ln \frac{L}{u}}$ (14)

unde u reprezintă perimetrul udat.

Utilizând programul WaSim, aplicația DrainSpace, s-au calculat distanțele între drenuri în regim nepermanent, cu ecuația Glover-Dumm, pentru județele Caraș-Severin, Timiș, Arad, Bihor, Satu Mare și Maramureș. În calcule s-a considerat utilizarea unui dren cu diametrul de 8 cm.

Fereastra de lucru cu spațiile pentru introducerea datelor:

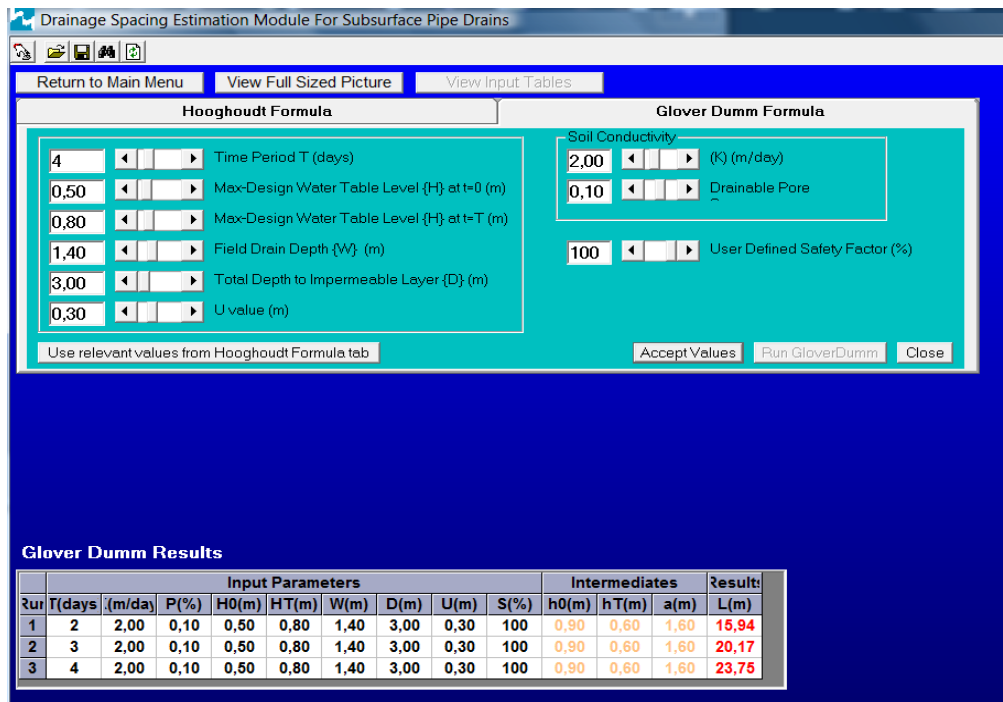


Fig. 6.36 Fereastra de lucru a DrainSpace

Notațiile din figura de mai sus au următoarele semnificații:

- Time period T (days) – numărul de zile în care se coboară nivelul freatic
- Max-Design Water Table Level {H} at t=0(m) – nivelul freatic maxim initial
- Max-Design Water Table Level {H} at t=T(m) – nivelul freatic maxim final
- Field Drain Depth {W} (m) – adâncimea drenurilor
- Total Depth to Impermeable Layer {D} (m) – adâncimea stratului impermeabil
- U value (m) – perimetrul udat
- (K) (m/day) – conductivitatea hidraulică (m/zi)
- Drainable Pore – porozitatea drenabilă (%)
- User Defined Safety Factor (%) – Factorul de siguranță al utilizatorului

Judetul Caraș-Severin

Tabelul 6.13 Ticvanu Mare

Datele primare									Intermediare			Calcul Drainsp	Calcul Ernst
T zile	K m/zi	P (%)	H0 (m)	HT (m)	W (m)	D m	U (m)	S (%)	h0 m	hT m	a m	L (m)	L (m)
2	1,99	14	0,6	0,8	1,4	3	0,13	100	0,8	0,6	1,6	13,07	45
3	1,99	14	0,6	0,8	1,4	3	0,13	100	0,8	0,6	1,6	17,64	45
4	1,99	14	0,6	0,8	1,4	3	0,13	100	0,8	0,6	1,6	20,99	45
15	1,99	14	0,6	0,8	1,4	3	0,13	100	0,8	0,6	1,6	44,72	45

Tabelul 6.14 Pescarie

Datele primare									Intermediare			Calcul Drainsp	Calcul Ernst
T zile	K m/zi	P (%)	H0 (m)	HT (m)	W (m)	D m	U (m)	S (%)	h0 (m)	hT (m)	a (m)	L (m)	L (m)
2	0,3	5	0,6	0,8	1,4	3	0,13	100	0,8	0,6	1,6	7,71	14
3	0,3	5	0,6	0,8	1,4	3	0,13	100	0,8	0,6	1,6	10,17	14

6.5 - Programe de calcul pentru calculul distantei intre drenuri 339

4	0,3	5	0,6	0,8	1,4	3	0,13	100	0,8	0,6	1,6	12,29	14
5	0,3	5	0,6	0,8	1,4	3	0,13	100	0,8	0,6	1,6	14,17	14

Tabelul 6.15 Fineata

Datele primare									Intermediare			Calcul Drainsp	Calcul Ernst
T zile	K m/zi	P %	H0 (m)	HT (m)	W (m)	D m	U (m)	S (%)	h0 (m)	hT (m)	a (m)	L (m)	L (m)
2	0,07	3	0,6	0,8	1,4	3	0,13	100	0,8	0,6	1,6	3,89	5
3	0,07	3	0,6	0,8	1,4	3	0,13	100	0,8	0,6	1,6	5,33	5
4	0,07	3	0,6	0,8	1,4	3	0,13	100	0,8	0,6	1,6	6,45	5

Judetul Timis

Tabelul 6.16 Margina

Datele primare									Intermediare			Calcul Drainsp	Calcul Ernst
T zile	K m/zi	P %	H0 (m)	HT (m)	W (m)	D m	U (m)	S (%)	h0 (m)	hT (m)	a (m)	L (m)	L (m)
2	0,16	4	0,6	0,8	1,4	3	0,13	100	0,8	0,6	1,6	5,77	9
3	0,16	4	0,6	0,8	1,4	3	0,13	100	0,8	0,6	1,6	7,71	9
4	0,16	4	0,6	0,8	1,4	3	0,13	100	0,8	0,6	1,6	9,4	9

Tabelul 6.17 Faget

Datele primare									Intermediare			Calcul Drainsp	Calcul Ernst
T (zile)	K m/zi	P %	H0 (m)	HT (m)	W (m)	D m	U (m)	S (%)	h0 (m)	hT (m)	a (m)	L (m)	L (m)
2	0,36	6	0,6	0,8	1,4	3	0,13	100	0,8	0,6	1,6	7,71	16
3	0,36	6	0,6	0,8	1,4	3	0,13	100	0,8	0,6	1,6	10,17	16
4	0,36	6	0,6	0,8	1,4	3	0,13	100	0,8	0,6	1,6	12,29	16
6	0,36	6	0,6	0,8	1,4	3	0,13	100	0,8	0,6	1,6	15,89	16

Tabelul 6.18 Folea Sipet Cerna

Datele primare									Intermediare			Calcul Drainsp	Calcul Ernst
T (zile)	K m/zi	P %	H0 (m)	HT (m)	W (m)	D m	U (m)	S (%)	h0 (m)	hT (m)	a (m)	L (m)	L (m)
2	0,06	2	0,6	0,8	1,4	3	0,13	100	0,8	0,6	1,6	4,72	4
3	0,06	2	0,6	0,8	1,4	3	0,13	100	0,8	0,6	1,6	6,28	4
4	0,06	2	0,6	0,8	1,4	3	0,13	100	0,8	0,6	1,6	7,71	4

Tabelul 6.19 Sere Lovrin

Datele primare									Intermediare			Calcul Drainsp	Calcul Ernst
T (zile)	K m/zi	P %	H0 (m)	HT (m)	W (m)	D m	U (m)	S (%)	h0 (m)	hT (m)	a (m)	L (m)	L (m)
2	0,02	1	0,6	0,8	1,4	3	0,13	60	0,8	0,6	1,6	4,07	1,4
3	0,02	1	0,6	0,8	1,4	3	0,13	60	0,8	0,6	1,6	5,4	1,4
4	0,02	1	0,6	0,8	1,4	3	0,13	60	0,8	0,6	1,6	6,54	1,4

Judetul Arad

Tabelul 6.20 Felnac I

Datele primare									Intermediare			Calcul Drainsp	Calcul Ernst
T (zile)	K m/zi	P %	H0 (m)	HT (m)	W (m)	D m	U (m)	S (%)	h0 (m)	hT (m)	a (m)	L (m)	L (m)
2	0,1	3	0,6	0,8	1,4	3	0,13	100	0,8	0,6	1,6	5,13	5
3	0,1	3	0,6	0,8	1,4	3	0,13	100	0,8	0,6	1,6	6,78	5
4	0,1	3	0,6	0,8	1,4	3	0,13	100	0,8	0,6	1,6	8,3	5

Tabelul 6.21 Felnac II

Datele primare									Intermediare			Calcul Drainsp	Calcul Ernst
T (zile)	K m/zi	P %	H0 (m)	HT (m)	W (m)	D m	U (m)	S (%)	h0 (m)	hT (m)	a (m)	L (m)	L (m)
2	0,16	4	0,6	0,8	1,4	3	0,13	100	0,8	0,6	1,6	5,77	5
3	0,16	4	0,6	0,8	1,4	3	0,13	100	0,8	0,6	1,6	7,71	5
4	0,16	4	0,6	0,8	1,4	3	0,13	100	0,8	0,6	1,6	9,4	5

Tabelul 6.22 Chisineu Cris

Datele primare									Intermediare			Calcul Drainsp	Calcul Ernst
T (zile)	K m/zi	P %	H0 (m)	HT (m)	W (m)	D m	U (m)	S (%)	h0 (m)	hT (m)	a (m)	L (m)	L (m)
2	0,1	3	0,6	0,8	1,4	3	0,13	100	0,8	0,6	1,6	5,13	7,2
3	0,1	3	0,6	0,8	1,4	3	0,13	100	0,8	0,6	1,6	6,78	7,2
4	0,1	3	0,6	0,8	1,4	3	0,13	100	0,8	0,6	1,6	8,3	7,2

Judetul Bihor

Tabelul 6.23 Tileagd

Datele primare									Intermediare			Calcul Drainsp	Calcul Ernst
T zile	K m/zi	P %	H0 (m)	HT (m)	W (m)	D m	U (m)	S (%)	h0 (m)	hT (m)	a (m)	L (m)	L (m)
2	0,011	1	0,6	0,8	1,4	2	0,13	20	0,8	0,6	0,6	1,1	0,63
3	0,011	1	0,6	0,8	1,4	2	0,13	20	0,8	0,6	0,6	1,39	0,63
4	0,011	1	0,6	0,8	1,4	2	0,13	20	0,8	0,6	0,6	1,64	0,63

Tabelul 6.24 Cheresig – Santaul Mare

Datele primare									Intermediare			Calcul Drainsp	Calcul Ernst
T zile	K (m/zi)	P %	H0 (m)	HT (m)	W (m)	D m	U (m)	S (%)	h0 (m)	hT (m)	a (m)	L (m)	L (m)
2	0,05	2	0,6	0,8	1,4	2	0,13	100	0,8	0,6	0,6	3,62	3,8
3	0,05	2	0,6	0,8	1,4	2	0,13	100	0,8	0,6	0,6	4,64	3,8
4	0,05	2	0,6	0,8	1,4	2	0,13	100	0,8	0,6	0,6	5,51	3,8

Tabelul 6.25 Ciumeghiu

Datele primare									Intermediare			Calcul Drainsp	Calcul Ernst
T zile	K (m/zi)	P %	H0 (m)	HT (m)	W (m)	D m	U (m)	S (%)	h0 (m)	hT (m)	a (m)	L (m)	L (m)
2	0,07	3	0,6	0,8	1,4	2	0,13	100	0,8	0,6	0,6	3,47	4,8
3	0,07	3	0,6	0,8	1,4	2	0,13	100	0,8	0,6	0,6	4,45	4,8
4	0,07	3	0,6	0,8	1,4	2	0,13	100	0,8	0,6	0,6	5,29	4,8

Judetul Satu Mare

Tabelul 6.26 Turulung – Ghetca Mare

Datele primare									Intermediare			Calcul Drainsp	Calcul Ernst
T zile	K m/zi	P %	H0 (m)	HT (m)	W (m)	D m	U (m)	S (%)	h0 (m)	hT (m)	a (m)	L (m)	L (m)
2	0,37	6	0,6	0,8	1,2	3	0,13	100	0,6	0,4	1,8	6,71	11
3	0,37	6	0,6	0,8	1,2	3	0,13	100	0,6	0,4	1,8	8,98	11
4	0,37	6	0,6	0,8	1,2	3	0,13	100	0,6	0,4	1,8	10,95	11

Tabelul 6.27 Carei – Tiream

Datele primare									Intermediare			Calcul Drainsp	Calcul Ernst
T zile	K m/zi	P %	H0 (m)	HT (m)	W (m)	D m	U (m)	S %	h0 (m)	hT (m)	a (m)	L (m)	L (m)
2	0,08	3	0,6	0,8	1	1,6	0,13	100	0,4	0,2	0,6	2,48	3
3	0,08	3	0,6	0,8	1	1,6	0,13	100	0,4	0,2	0,6	3,22	3
4	0,08	3	0,6	0,8	1	1,6	0,13	100	0,4	0,2	0,6	3,86	3

Judetul Maramures

Tabelul 6.28 Ulmeni

Datele primare									Intermediare			Calcul Drainsp	Calcul Ernst
T zile	K m/zi	P %	H0 (m)	HT (m)	W (m)	D (m)	U (m)	S (%)	h0 (m)	hT (m)	a (m)	L (m)	L (m)
2	0,33	6	0,6	0,8	1,2	2,8	0,13	100	0,6	0,4	1,6	6,11	2
3	0,33	6	0,6	0,8	1,2	2,8	0,13	100	0,6	0,4	1,6	8,15	2
4	0,33	6	0,6	0,8	1,2	2,8	0,13	100	0,6	0,4	1,6	9,91	2

Tabelul 6.29 Salsig

Datele primare									Intermediare			Calcul Drainsp	Calcul Ernst
T zile	K m/zi	P %	H0 (m)	HT (m)	W (m)	D (m)	U (m)	S (%)	h0 (m)	hT (m)	a (m)	L (m)	L (m)
2	0,2	4	0,6	0,8	1,2	2,5	0,13	100	0,6	0,4	1,3	5,58	6
3	0,2	4	0,6	0,8	1,2	2,5	0,13	100	0,6	0,4	1,3	7,37	6
4	0,2	4	0,6	0,8	1,2	2,5	0,13	100	0,6	0,4	1,3	8,92	6

Tabelul 6.30 Satu Lung

Datele primare									Intermediare			Calcul Drainsp	Calcul Ernst
T zile	K m/zi	P %	H0 (m)	HT (m)	W (m)	D (m)	U (m)	S (%)	h0 (m)	hT (m)	a (m)	L (m)	L (m)
2	0,09	3	0,6	0,8	1,2	2,8	0,13	100	0,6	0,4	1,6	3,92	3
3	0,09	3	0,6	0,8	1,2	2,8	0,13	100	0,6	0,4	1,6	5,38	3
4	0,09	3	0,6	0,8	1,2	2,8	0,13	100	0,6	0,4	1,6	6,51	3

Tabelul 6.31 Suci de Jos

Datele primare									Intermediare			Calcul Drainsp	Calcul Ernst
T zile	K m/zi	P %	H0 (m)	HT (m)	W (m)	D (m)	U (m)	S (%)	h0 (m)	hT (m)	a (m)	L (m)	L (m)
2	0,09	3	0,6	0,8	1,2	1,3	0,13	100	0,6	0,4	0,1	2,1	4
3	0,09	3	0,6	0,8	1,2	1,3	0,13	100	0,6	0,4	0,1	2,58	4
4	0,09	3	0,6	0,8	1,2	1,3	0,13	100	0,6	0,4	0,1	2,97	4
8	0,09	3	0,6	0,8	1,2	1,3	0,13	100	0,6	0,4	0,1	4,21	4

Tabelul 6.32 Scalaseni

Datele primare									Intermediare			Calcul Drainsp	Calcul Ernst
T zile	K m/zi	P %	H0 (m)	HT (m)	W (m)	D (m)	U (m)	S (%)	h0 (m)	hT (m)	a (m)	L (m)	L (m)
2	0,08	3	0,6	0,8	1,2	2	0,13	100	0,6	0,4	0,8	3,41	3
3	0,08	3	0,6	0,8	1,2	2	0,13	100	0,6	0,4	0,8	4,45	3
4	0,08	3	0,6	0,8	1,2	2	0,13	100	0,6	0,4	0,8	5,35	3

Observatii si concluzii

Programul DrainSpace, conceput de specialisti de la Wallingford, Marea Britanie, este un program de calcul, relativ nou, pentru determinarea distantei intre drenuri atat in regim permanent cat si nepermanent.

Spre deosebire de literatura tehnica de specialitate din Romania si de metodele aplicate la noi in tara, programul DrainSpace pune un accent marit pe utilizarea drenurilor fara filtru respectiv pe aplicarea metodelor care utilizeaza in calcule stratul de sol echivalent a lui Hooghoudt. Acest element, considerat in calcule ca si functie de raportul dintre adancimea de la linia drenurilor la stratul impermeabil (a sau D) si distanta intre drenuri (L) reprezinta impreuna cu conductivitatea hidraulica factorii cheie care ofera informatii asupra eficientei sistemului de drenaj (scoborarea nivelului freatic in intervalul de timp impus).

In urma comparatiilor realizate intre valorile calculate cu programul DrainSpace respectiv formula lui Ernst s-au observat 3 tipuri de situatii posibile:

a) K are valori mari ($K > 0,5$ m/zi), în acest caz distanțele dintre drenuri calculate cu programul DrainSpace sunt mult mai mici decât cele obținute cu formula Ernst. Distanțele între drenuri calculate în regim permanent nu vor putea face față condițiilor impuse de literatura de specialitate și anume de a cobori nivelul freatic la adâncimea dorită în termenul de maxim 2 zile.

b) K are valori medii ($0,07$ m/zi $< K < 0,5$ m/zi), în acest caz distanțele dintre drenuri calculate cu programul DrainSpace sunt puțin mai mici decât cele obținute cu formula Ernst și indică faptul că distanțele între drenuri calculate în regim permanent vor putea respecta condiția coborârii nivelului freatic la adâncimea dorită în termenul de maxim 2 zile.

c) K are valori mici ($K < 0,07$ m/zi), în acest caz distanțele dintre drenuri calculate cu programul DrainSpace sunt mai mari decât cele obținute cu formula Ernst astfel că distanțele între drenuri calculate în regim permanent trebuie ajustate și făcute ulterior noi verificări pentru a se observa dacă noile distanțe vor respecta condițiile tehnice impuse.

Consider programul DrainSpace un program util pentru cercetătorii și proiectanții din domeniul drenajelor din România însă numai în combinație cu încă cel puțin un program specializat pentru calculul distanțelor între drenuri în regim nepermanent.

6.5.2 Calculul distanței între drenuri în regim nepermanent folosind aplicația GDZ RoDrain

Aplicația GDZ RoDrain a fost realizată ca urmare a studierii și utilizării programului DrainSpace. Constatând anumite diferențe (posibil chiar erori în calculul anumitor factori precum adâncimea stratului echivalent a lui Hooghoudt) între calculul distanței între drenuri în regim permanent și verificarea distanței în regim nepermanent – pentru intervale de 2 – 4 zile la unele grupe de sol cu conductivitățile hidraulice aferente am realizat o aplicație în Excel care pe baza formulei lui Glover-Dumm (prezentată în subcapitolul anterior – 6.5.1) respectiv a formulei lui Guyon realizează calculul distanței între drenuri în regim iterativ, utilizând în cadrul formulei și adâncimea stratului echivalent a lui Hooghoudt.

6.5.2.1 Calculul distanței între drenuri în regim nepermanent folosind aplicația GDZ RoDrain, formula Glover-Dumm

În cadrul acestui sub-capitol am realizat verificarea distanței între drenuri în regim ne-permanent pentru valorile obținute utilizând formula Ernst respectiv calculul distanței între drenuri folosind formula lui Glover-Dumm pentru cazul drenurilor fără filtru cu diametrul de 8 cm. Pentru realizarea acestor calcule am folosit aplicația GDZ RoDrain (aplicație realizată în Excel) a cărei fereastră de lucru este prezentată în figura următoare.

6.5 - Programe de calcul pentru calculul distantei intre drenuri 343

Criteriile de drenaj agricol			
adancimea minima admisa a nivelului freatic fata de suprafata solului (m)	adc	0,6	
intervalul dintre irigari (udari) (zile)	t	2	
pierderile prin percolare catre nivelul freatic (m)	R	0,2	
Criterii tehnice de proiectare			
adancimea drenurilor (m)	hd	1,4	
raza drenurilor (m)	r0	0,04	
Date privind solul			
adancimea stratului impermeabil (m)	Himp	3	
conductivitatea hidraulica (m/zi)	K	1,99	
porozitatea drenabila	p	0,141067	
perimetrul udat	u	0,125664	
Presupunand ca pierderile prin percolare din irigatii pot fi considerate ca si reincarcari instantanee ale nivelului freatic, cresterea acestuia va fi:			dh(m) = 0,2
Considerand ca dupa aplicarea irigatiilor nivelul freatic se ridica pana la adancimea maxim admisibila obtinem:			h0 (m) = 0,8
Nivelul freatic trebuie coborat cu	0,2 (m) in urmatoarele	2 zile	Rezulta deci: ht(m)= 0,6
Distanta de la linia drenurilor la stratul impermeabil este:			D(m)= 1,6
Distanta L intre drenuri se obtine prin incercari.			L estimat = 45
Se calculeaza adancimea stratului echivalent d=			1,300442
Se recalculeaza L			L = 28,81572
Completand adancimea stratului echivalent cu termenul (h0+ht)/4 care este egal cu=			0,35
Obtinem adancimea stratului unde apare scurgerea orizontala: Dh =			1,650442
Rezulta deci ca distanta intre drenuri va avea valoarea de			L = 32,46267
Durata necesara coborarii nivelului freatic de la h0 la ht cunoscand distanta intre drenuri L =			45 se poate realiza in timpul t = 3,843144 zile

Fig. 6.37 Foaia de lucru a GDZ RoDrain pentru calculul distantei intre drenuri folosind formula Glover-Dumm

Ecuatia Glover-Dumm utilizata in aceasta aplicatie este de forma urmatoare:

$$L = \pi \left(\frac{K d_r t}{\mu} \right)^{\frac{1}{2}} \left(\ln 1,16 \frac{h_0}{h_t} \right)^{-\frac{1}{2}} \quad (15)$$

unde:

L = distanta dintre drenuri (m);

K = conductivitatea hidraulica (m/zi);

d_r = adancimea stratului echivalent a lui Hooghoudt (m);

t = durata necesara coborarii nivelului freatic;

μ = porozitatea drenabila;

h_0 = inaltimea initiala a nivelului freatic deasupra drenurilor la timpul t=0

h_t = inaltimea finala a nivelului freatic deasupra drenurilor la timpul t=t

In plus, pentru calculul stratului echivalent a lui Hooghoudt (d_r) respectiv pentru calculul grosimii stratului de sol unde apare scurgerea orizontala (D_h) am folosit urmatoarele formule de calcul:

$$d_r = \frac{D}{\frac{8}{\pi} \cdot \frac{D}{L} \ln \frac{D}{u} + 1} \quad (16)$$

unde u reprezinta perimetrul udat, D reprezinta distanta de la linia drenurilor la stratul impermeabil, L distanta estimata dintre drenuri.

$$D_h = d_r + \frac{h_0 + h_t}{4} \quad (17)$$

In continuare se prezinta tabelar valorile obtinute pentru cele 6 judete din vestul Romaniei.

Judetul Caras-Severin

Ticvanu Mare

Tabel 6.33

t zile	h ₀ (m)	h _t (m)	H _{dr} (m)	K (m)	p (%)	r (m)	u (m)	D (m)	L _{est} (m)	d (m)	D _h (m)	L _{calc} (m)	t _{Lest} (zile)
2	0,8	0,6	1,4	1,99	14	0,04	0,13	1,6	45	1,3	1,65	32,46	3,84
3	0,8	0,6	1,4	1,99	14	0,04	0,13	1,6	45	1,3	1,65	39,75	3,84
4	0,8	0,6	1,4	1,99	14	0,04	0,13	1,6	45	1,3	1,65	45,91	3,84

Pescarie

Tabel 6.34

t zile	h ₀ (m)	h _t (m)	H _{dr} (m)	K (m)	p (%)	r (m)	u (m)	D (m)	L _{est} (m)	d (m)	D _h (m)	L _{calc} (m)	t _{Lest} (zile)
2	0,8	0,6	1,4	0,3	5	0,04	0,13	1,6	14	0,92	1,27	17,74	1,25
3	0,8	0,6	1,4	0,3	5	0,04	0,13	1,6	14	0,92	1,27	21,72	1,25
4	0,8	0,6	1,4	0,3	5	0,04	0,13	1,6	14	0,92	1,27	25,09	1,25

Faneata

Tabel 6.35

t zile	h ₀ (m)	h _t (m)	H _{dr} (m)	K (m)	p (%)	r (m)	u (m)	D (m)	L _{est} (m)	d (m)	D _h (m)	L _{calc} (m)	t _{Lest} (zile)
2	0,8	0,6	1,4	0,07	3	0,04	0,13	1,6	5	0,52	0,87	10,21	0,48
3	0,8	0,6	1,4	0,07	3	0,04	0,13	1,6	5	0,52	0,87	12,51	0,48
4	0,8	0,6	1,4	0,07	3	0,04	0,13	1,6	5	0,52	0,87	14,44	0,48

Concluzii

Pentru zona Ticvanu Mare se constata ca distanta dintre drenuri calculata in regim permanent este prea mare pentru a putea indeplini norma de drenaj in termen de maxim 2 zile (conform normativelor romanesti in vigoare). In consecinta se recomanda reducerea distantei intre drenuri la maxim 31,5 m.

Pentru zona Faneata, distanta dintre drenuri calculata in regim permanent este prea mica, norma de drenaj putand fi realizata in maxim 1,2 zile. In consecinta aceasta distanta poate fi marita pana la 18 m fara a depasi norma de drenaj impusa de 2 zile.

Pentru zona Pescarie, distanta dintre drenuri calculata in regim permanent este prea mica, norma de drenaj putand fi realizata in maxim 0,5 zile. In consecinta aceasta distanta poate fi marita pana la 12 m fara a depasi norma de drenaj impusa de 2 zile.

Judetul Timis

Margina

Tabel 6.36

t zile	h ₀ (m)	h _t (m)	H _{dr} (m)	K (m)	p (%)	r (m)	u (m)	D (m)	L _{est} (m)	d (m)	D _h (m)	L _{calc} (m)	t _{Lest} (zile)
2	0,8	0,6	1,4	0,16	4	0,04	0,13	1,6	9	0,74	1,09	14,07	0,81
3	0,8	0,6	1,4	0,16	4	0,04	0,13	1,6	9	0,74	1,09	17,23	0,81
4	0,8	0,6	1,4	0,16	4	0,04	0,13	1,6	9	0,74	1,09	19,9	0,81

Faget

Tabel 6.37

t zile	h ₀ (m)	h _t (m)	H _{dr} (m)	K (m)	p (%)	r (m)	u (m)	D (m)	L _{est} (m)	d (m)	D _n (m)	L _{calc} (m)	t _{lest} (zile)
2	0,8	0,6	1,4	0,36	6	0,04	0,13	1,6	16	0,97	1,32	18,94	1,43
3	0,8	0,6	1,4	0,36	6	0,04	0,13	1,6	16	0,97	1,32	23,2	1,43
4	0,8	0,6	1,4	0,36	6	0,04	0,13	1,6	16	0,97	1,32	26,79	1,43

Folea-Sipet-Cerna

Tabel 6.38

t zile	h ₀ (m)	h _t (m)	H _{dr} (m)	K (m)	p (%)	r (m)	u (m)	D (m)	L _{est} (m)	d (m)	D _n (m)	L _{calc} (m)	t _{lest} (zile)
2	0,8	0,6	1,4	0,06	2	0,04	0,13	1,6	4	0,45	0,8	9,39	0,36
3	0,8	0,6	1,4	0,06	2	0,04	0,13	1,6	4	0,45	0,8	11,5	0,36
4	0,8	0,6	1,4	0,06	2	0,04	0,13	1,6	4	0,45	0,8	13,28	0,36

Lovrin

Tabel 6.39

t zile	h ₀ (m)	h _t (m)	H _{dr} (m)	K (m)	p (%)	r (m)	u (m)	D (m)	L _{est} (m)	d (m)	D _n (m)	L _{calc} (m)	t _{lest} (zile)
2	0,8	0,6	1,4	0,02	1	0,04	0,13	1,6	1,4	0,19	0,54	5,88	0,11
3	0,8	0,6	1,4	0,02	1	0,04	0,13	1,6	1,4	0,19	0,54	7,2	0,11
4	0,8	0,6	1,4	0,02	1	0,04	0,13	1,6	1,4	0,19	0,54	8,32	0,11

Concluzii

Pentru zona Margina, distanta dintre drenuri calculata in regim permanent este prea mica, norma de drenaj putand fi realizata in maxim 0,81 zile. In consecinta aceasta distanta poate fi marita pana la 15 m fara a depasi norma de drenaj impusa de 2 zile.

Pentru zona Faget, distanta dintre drenuri calculata in regim permanent este prea mica, norma de drenaj putand fi realizata in maxim 1,43 zile. In consecinta aceasta distanta poate fi marita pana la 19,5 m fara a depasi norma de drenaj impusa de 2 zile.

Pentru zona Folea-Sipet-Cerna, distanta dintre drenuri calculata in regim permanent este prea mica, norma de drenaj putand fi realizata in maxim 0,36 zile. In consecinta aceasta distanta poate fi marita pana la 11,5 m fara a depasi norma de drenaj impusa de 2 zile.

Pentru zona Lovrin, distanta dintre drenuri calculata in regim permanent este prea mica, norma de drenaj putand fi realizata in maxim 0,11 zile. In consecinta aceasta distanta poate fi marita pana la 8 m fara a depasi norma de drenaj impusa de 2 zile.

Judetul Arad

Felnac

Tabel 6.40

t zile	h ₀ (m)	h _t (m)	H _{dr} (m)	K (m)	p (%)	r (m)	u (m)	D (m)	L _{est} (m)	d (m)	D _n (m)	L _{calc} (m)	t _{lest} (zile)
2	0,8	0,6	1,4	0,1	3	0,04	0,13	1,6	5	0,52	0,87	11,16	0,4
3	0,8	0,6	1,4	0,1	3	0,04	0,13	1,6	5	0,52	0,87	13,67	0,4
4	0,8	0,6	1,4	0,1	3	0,04	0,13	1,6	5	0,52	0,87	15,79	0,4

Felnac II

Tabel 6.41

t zile	h ₀ (m)	h _t (m)	H _{dr} (m)	K (m)	p (%)	r (m)	u (m)	D (m)	L _{est} (m)	d (m)	D _n (m)	L _{calc} (m)	t _{lest} (zile)
2	0,8	0,6	1,4	0,16	4	0,04	0,13	1,6	5	0,52	0,87	12,55	0,87

346 Programe de proiectare specializate pentru retele de desecare-drenaj - 6

3	0,8	0,6	1,4	0,16	4	0,04	0,13	1,6	5	0,52	0,87	15,38	0,87
4	0,8	0,6	1,4	0,16	4	0,04	0,13	1,6	5	0,52	0,87	17,76	0,87

Chisineu Cris

Tabel 6.42

t zile	h ₀ (m)	h _t (m)	H _{dr} (m)	K (m)	p (%)	r (m)	u (m)	D (m)	L _{est} (m)	d (m)	D _h (m)	L _{calc} (m)	t _{lest} (zile)
2	0,8	0,6	1,4	0,1	3	0,04	0,13	1,6	5	0,52	0,87	11,16	0,4
3	0,8	0,6	1,4	0,1	3	0,04	0,13	1,6	5	0,52	0,87	13,67	0,4
4	0,8	0,6	1,4	0,1	3	0,04	0,13	1,6	5	0,52	0,87	15,79	0,4

Pentru zonele Felnac si Chisineu Cris distanta dintre drenuri calculata in regim permanent este prea mica, norma de drenaj putand fi realizata in maxim 0,4 zile. In consecinta aceasta distanta poate fi marita pana la 13 m fara a depasi norma de drenaj impusa de 2 zile.

Pentru zona Felnac II, distanta dintre drenuri calculata in regim permanent este prea mica, norma de drenaj putand fi realizata in maxim 0,87 zile. In consecinta aceasta distanta poate fi marita pana la 15 m fara a depasi norma de drenaj impusa de 2 zile.

Judetul Bihor

Tileagd

Tabel 6.43

t zile	h ₀ (m)	h _t (m)	H _{dr} (m)	K (m)	p %	r (m)	u (m)	D (m)	L _{est} (m)	d (m)	D _h (m)	L _{calc} (m)	t _{lest} (zile)
2	0,8	0,6	1,4	0,011	1	0,04	0,13	0,6	0,63	0,12	0,47	4,75	0,03
3	0,8	0,6	1,4	0,011	1	0,04	0,13	0,6	0,63	0,12	0,47	5,82	0,03
4	0,8	0,6	1,4	0,011	1	0,04	0,13	0,6	0,63	0,12	0,47	6,72	0,03

Cheresig

Tabel 6.44

t zile	h ₀ (m)	h _t (m)	H _{dr} (m)	K (m)	p (%)	r (m)	u (m)	D (m)	L _{est} (m)	d (m)	D _h (m)	L _{calc} (m)	t _{lest} (zile)
2	0,8	0,6	1,4	0,05	2	0,04	0,13	0,6	3,8	0,37	0,72	8,52	0,4
3	0,8	0,6	1,4	0,05	2	0,04	0,13	0,6	3,8	0,37	0,72	10,44	0,4
4	0,8	0,6	1,4	0,05	2	0,04	0,13	0,6	3,8	0,37	0,72	12,06	0,4

Ciumeghiu

Tabel 6.45

t zile	h ₀ (m)	h _t (m)	H _{dr} (m)	K (m)	p (%)	r (m)	u (m)	D (m)	L _{est} (m)	d (m)	D _h (m)	L _{calc} (m)	t _{lest} (zile)
2	0,8	0,6	1,4	0,07	3	0,04	0,13	0,6	4,8	0,4	0,75	9,48	0,51
3	0,8	0,6	1,4	0,07	3	0,04	0,13	0,6	4,8	0,4	0,75	11,61	0,51
4	0,8	0,6	1,4	0,07	3	0,04	0,13	0,6	4,8	0,4	0,75	13,41	0,51

Pentru zona Tileagd, distanta dintre drenuri calculata in regim permanent este prea mica, norma de drenaj putand fi realizata in maxim 0,03 zile. In consecinta aceasta distanta poate fi marita pana la 6 m fara a depasi norma de drenaj impusa de 2 zile.

Pentru zona Cheresig, distanta dintre drenuri calculata in regim permanent este prea mica, norma de drenaj putand fi realizata in maxim 0,4 zile. In consecinta aceasta distanta poate fi marita pana la 9 m fara a depasi norma de drenaj impusa de 2 zile.

Pentru zona Ciumeghiu, distanta dintre drenuri calculata in regim permanent este prea mica, norma de drenaj putand fi realizata in maxim 0,51 zile. In consecinta

aceasta distanta poate fi marita pana la 10 m fara a depasi norma de drenaj impusa de 2 zile.

Judetul Satu Mare

Turulung-Ghetca Mare

Tabel 6.46

t zile	h ₀ (m)	h _t (m)	H _{dr} (m)	K (m)	p (%)	r (m)	u (m)	D (m)	L _{est} (m)	d (m)	D _h (m)	L _{calc} (m)	t _{lest} (zile)
2	0,8	0,6	1,2	0,37	6	0,04	0,13	1,8	11	0,85	1,1	15,47	1
3	0,8	0,6	1,2	0,37	6	0,04	0,13	1,8	11	0,85	1,1	18,94	1
4	0,8	0,6	1,2	0,37	6	0,04	0,13	1,8	11	0,85	1,1	21,87	1

Carei-Tiream

Tabel 6.47

t zile	h ₀ (m)	h _t (m)	H _{dr} (m)	K (m)	p (%)	r (m)	u (m)	D (m)	L _{est} (m)	d (m)	D _h (m)	L _{calc} (m)	t _{lest} (zile)
2	0,8	0,6	1	0,08	3	0,04	0,13	0,6	3	0,33	0,48	5,67	0,56
3	0,8	0,6	1	0,08	3	0,04	0,13	0,6	3	0,33	0,48	6,94	0,56
4	0,8	0,6	1	0,08	3	0,04	0,13	0,6	3	0,33	0,48	8,01	0,56

Pentru zona Turulung-Ghetca Mare, distanta dintre drenuri calculata in regim permanent este prea mica, norma de drenaj putand fi realizata in maxim o zi. In consecinta aceasta distanta poate fi marita pana la 16,5 m fara a depasi norma de drenaj impusa de 2 zile.

Pentru zona Carei-Tiream, distanta dintre drenuri calculata in regim permanent este prea mica, norma de drenaj putand fi realizata in maxim 0,56 zile. In consecinta aceasta distanta poate fi marita pana la 6 m fara a depasi norma de drenaj impusa de 2 zile.

Judetul Maramures

Ulmeni

Tabel 6.48

t zile	h ₀ (m)	h _t (m)	H _{dr} (m)	K (m)	p (%)	r (m)	u (m)	D (m)	L _{est} (m)	d (m)	D _h (m)	L _{calc} (m)	t _{lest} (zile)
2	0,8	0,6	1,2	0,33	6	0,04	0,13	1,6	2	0,26	0,51	10,21	0,07
3	0,8	0,6	1,2	0,33	6	0,04	0,13	1,6	2	0,26	0,51	12,5	0,07
4	0,8	0,6	1,2	0,33	6	0,04	0,13	1,6	2	0,26	0,51	14,43	0,07

Salsig

Tabel 6.49

t zile	h ₀ (m)	h _t (m)	H _{dr} (m)	K (m)	p (%)	r (m)	u (m)	D (m)	L _{est} (m)	d (m)	D _h (m)	L _{calc} (m)	t _{lest} (zile)
2	0,8	0,6	1,2	0,2	4	0,04	0,13	1,3	6	0,56	0,82	11,42	0,55
3	0,8	0,6	1,2	0,2	4	0,04	0,13	1,3	6	0,56	0,82	13,98	0,55
4	0,8	0,6	1,2	0,2	4	0,04	0,13	1,3	6	0,56	0,82	16,15	0,55

Satu Lung

Tabel 6.50

t zile	h ₀ (m)	h _t (m)	H _{dr} (m)	K (m)	p (%)	r (m)	u (m)	D (m)	L _{est} (m)	d (m)	D _h (m)	L _{calc} (m)	t _{lest} (zile)
2	0,8	0,6	1,2	0,09	3	0,04	0,13	1,6	3	0,35	0,61	8,07	0,27
3	0,8	0,6	1,2	0,09	3	0,04	0,13	1,6	3	0,35	0,61	9,88	0,27
4	0,8	0,6	1,2	0,09	3	0,04	0,13	1,6	3	0,35	0,61	11,41	0,27

Suciu de Jos

Tabel 6.51

t zile	h ₀ (m)	h _t (m)	H _{dr} (m)	K (m)	p (%)	r (m)	u (m)	D (m)	L _{est} (m)	d (m)	D _h (m)	L _{calc} (m)	t _{Lest} (zile)
2	0,8	0,6	1,2	0,09	3	0,04	0,13	0,1	4	0,1	0,35	6,13	0,85
3	0,8	0,6	1,2	0,09	3	0,04	0,13	0,1	4	0,1	0,35	7,51	0,85
4	0,8	0,6	1,2	0,09	3	0,04	0,13	0,1	4	0,1	0,35	8,67	0,85

Scalaseni

Tabel 6.52

t zile	h ₀ (m)	h _t (m)	H _{dr} (m)	K (m)	p (%)	r (m)	u (m)	D (m)	L _{est} (m)	d (m)	D _h (m)	L _{calc} (m)	t _{Lest} (zile)
2	0,8	0,6	1,2	0,08	3	0,04	0,13	0,8	3	0,35	0,6	7,81	0,29
3	0,8	0,6	1,2	0,08	3	0,04	0,13	0,8	3	0,35	0,6	9,56	0,29
4	0,8	0,6	1,2	0,08	3	0,04	0,13	0,8	3	0,35	0,6	11,04	0,29

Pentru zona Ulmeni, distanta dintre drenuri calculata in regim permanent este prea mica, norma de drenaj putand fi realizata in maxim 0,07 zile. In consecinta aceasta distanta poate fi marita pana la 15,5 m fara a depasi norma de drenaj impusa de 2 zile.

Pentru zona Salsig, distanta dintre drenuri calculata in regim permanent este prea mica, norma de drenaj putand fi realizata in maxim 0,55 zile. In consecinta aceasta distanta poate fi marita pana la 13 m fara a depasi norma de drenaj impusa de 2 zile.

Pentru zona Satu Lung, distanta dintre drenuri calculata in regim permanent este prea mica, norma de drenaj putand fi realizata in maxim 0,27 zile. In consecinta aceasta distanta poate fi marita pana la 10,5 m fara a depasi norma de drenaj impusa de 2 zile.

Pentru zona Suciu de Jos, distanta dintre drenuri calculata in regim permanent este prea mica, norma de drenaj putand fi realizata in maxim 0,85 zile. In consecinta aceasta distanta poate fi marita pana la 6 m fara a depasi norma de drenaj impusa de 2 zile.

Pentru zona Scalaseni, distanta dintre drenuri calculata in regim permanent este prea mica, norma de drenaj putand fi realizata in maxim 0,29 zile. In consecinta aceasta distanta poate fi marita pana la 9 m fara a depasi norma de drenaj impusa de 2 zile.

6.5.2.2 Calculul distantei intre drenuri in regim nepermanent folosind aplicatia GDZ RoDrain, formula Guyon

Ecuatia Guyon este de forma urmatoare:

$$L^2 = \frac{32Kdt}{n\mu} \left[\ln \frac{(2d + h_t)h_0}{(2d + h_0)h_t} \right]^{-1} \quad (17)$$

unde L – distanta dintre drenuri, K – permeabilitatea solului (m/zi); d – adancimea echivalenta a drenurilor (m); t – timpul de reincarcare (zile); μ – porozitatea drenabila; h₀ – inaltimea maxima a nivelului freatic; h_t – adancimea minima a curbei de depresie in la finalul procesului de coborare a nivelului freatic (m).

Metoda Guyon pentru calculul distantei intre drenuri in regim nepermanent			
Date necesare:			
Conductivitatea hidraulica $K(m/zi)$ =			0,3
durata coborarii nivelului freatic $t(zile)$ =			2
inaltimea initiala a nivelului freatic deasupra drenurilor $h_0(m)$ =			0,8
inaltimea dorita a nivelului freatic deasupra drenurilor $h_t(m)$ =			0,6
porozitatea drenabila p =			0,054772
adancimea dintre nivelul drenurilor si stratul impermeabil D =			1,6
raza drenurilor	$r =$		0,04
perimetrul udut	$u =$		0,125664
Distanta estimata intre drenuri $L_{est}(m) =$			15,5
adancimea stratului echivalent de sol $d(m) =$			0,958795
Distanta calculata intre drenuri $L_{calc}(m) =$		15,78438459	
adancimea stratului echivalent de sol recalculata $d(m) =$			0,965768
Distanta recalculata intre drenuri $L_{calc}(m) =$			15,81999
adancimea stratului echivalent de sol recalculata $d(m) =$			0,966631
Distanta intre drenuri calculata si adoptata $L(m) =$			15,82441

Fig. 6.38 Foaia de lucru a aplicatiei GDZ RoDrain, formula Guyon pentru verificarea respectiv calculul distantei intre drenuri in regim nepermanent

Judetul Caras-Severin

Ticvanu Mare

Tabel 6.53

Nr. Crt.	K m/zi	p %	h_0 m	h_t m	D m	r m	u m	t zile	L_{est} m	L_{calc} m	d_{calc}
1	1,99	14	0,8	0,6	1,6	0,04	0,13	2	45	27,11	1,16
2	1,99	14	0,8	0,6	1,6	0,04	0,13	3	45	34	1,22
3	1,99	14	0,8	0,6	1,6	0,04	0,13	4	45	39,85	1,27

Pescarie

Tabel 6.54

Nr. Crt.	K m/zi	p %	h_0 m	h_t m	D m	r m	u m	t zile	L_{est} m	L_{calc} m	d_{calc}
1	0,3	5	0,8	0,6	1,6	0,04	0,13	2	14	15,82	0,97
2	0,3	5	0,8	0,6	1,6	0,04	0,13	3	14	19,93	1,05
3	0,3	5	0,8	0,6	1,6	0,04	0,13	4	14	23,47	1,11

Faneata

Tabel 6.55

Nr. Crt.	K m/zi	p %	h ₀ m	h _t m	D m	r m	u m	t zile	L _{est} m	L _{calc} m	d _{calc}
1	0,07	3	0,8	0,6	1,6	0,04	0,13	2	5	10,49	0,81
2	0,07	3	0,8	0,6	1,6	0,04	0,13	3	5	13,17	0,9
3	0,07	3	0,8	0,6	1,6	0,04	0,13	4	5	15,51	0,96

Judetul Timis

Margina

Tabel 6.56

Nr. Crt.	K m/zi	p %	h ₀ m	h _t m	D m	r m	u m	t zile	L _{est} m	L _{calc} m	d _{calc}
1	0,16	4	0,8	0,6	1,6	0,04	0,13	2	9	13,22	0,89
2	0,16	4	0,8	0,6	1,6	0,04	0,13	3	9	16,65	0,98
3	0,16	4	0,8	0,6	1,6	0,04	0,13	4	9	19,62	1,04

Faget

Tabel 6.57

Nr. Crt.	K m/zi	p %	h ₀ m	h _t m	D m	r m	u m	t zile	L _{est} m	L _{calc} m	d _{calc}
1	0,36	6	0,8	0,6	1,6	0,04	0,13	2	16	16,67	0,98
2	0,36	6	0,8	0,6	1,6	0,04	0,13	3	16	21	1,07
3	0,36	6	0,8	0,6	1,6	0,04	0,13	4	16	24,71	1,13

Folea-Sipet-Cerna

Tabel 6.58

Nr. Crt.	K m/zi	p %	h ₀ m	h _t m	D m	r m	u m	t zile	L _{est} m	L _{calc} m	d _{calc}
1	0,06	2	0,8	0,6	1,6	0,04	0,13	2	4	10,07	0,79
2	0,06	2	0,8	0,6	1,6	0,04	0,13	3	4	12,63	0,88
3	0,06	2	0,8	0,6	1,6	0,04	0,13	4	4	14,87	0,95

Lovrin

Tabel 6.59

Nr. Crt.	K m/zi	p %	h ₀ m	h _t m	D m	r m	u m	t zile	L _{est} m	L _{calc} m	d _{calc}
1	0,02	1	0,8	0,6	1,6	0,04	0,13	2	1,4	7,51	0,67
2	0,02	1	0,8	0,6	1,6	0,04	0,13	3	1,4	9,3	0,76
3	0,02	1	0,8	0,6	1,6	0,04	0,13	4	1,4	10,89	0,82

Ecuatia Guyon este inaplicabila pentru verificarea distantei intre drenuri.

Judetul Arad

Felnac I

Tabel 6.60

Nr. Crt.	K m/zi	p %	h ₀ m	h _t m	D m	r m	u m	t zile	L _{est} m	L _{calc} m	d _{calc}
1	0,1	3	0,8	0,6	1,6	0,04	0,13	2	5	11,59	0,84
2	0,1	3	0,8	0,6	1,6	0,04	0,13	3	5	14,57	0,93
3	0,1	3	0,8	0,6	1,6	0,04	0,13	4	5	17,17	1

Felnac II

Tabel 6.61

Nr. Crt.	K m/zi	p %	h ₀ m	h _t m	D m	r m	u m	t zile	L _{est} m	L _{calc} m	d _{calc}
1	0,16	4	0,8	0,6	1,6	0,04	0,13	2	5	13,23	0,9
2	0,16	4	0,8	0,6	1,6	0,04	0,13	3	5	16,66	0,98
3	0,16	4	0,8	0,6	1,6	0,04	0,13	4	5	19,63	1,04

Chisineu Cris

Tabel 6.62

Nr. Crt.	K m/zi	p %	h ₀ m	h _t m	D m	r m	u m	t zile	L _{est} m	L _{calc} m	d _{calc}
1	0,1	3	0,8	0,6	1,6	0,04	0,13	2	5	11,59	0,84
2	0,1	3	0,8	0,6	1,6	0,04	0,13	3	5	14,57	0,93
3	0,1	3	0,8	0,6	1,6	0,04	0,13	4	5	17,17	1

Judetul Bihor

Tileagd

Tabel 6.63

Nr. Crt.	K m/zi	p %	h ₀ m	h _t m	D m	r m	u m	t zile	L _{est} m	L _{calc} m	d _{calc}
1	0,011	1	0,8	0,6	0,6	0,04	0,13	2	0,63	7,3	0,45
2	0,011	1	0,8	0,6	0,6	0,04	0,13	3	0,63	8,68	0,47
3	0,011	1	0,8	0,6	0,6	0,04	0,13	4	0,63	9,86	0,48

Ecuatia Guyon este inaplicabila pentru verificarea distantei intre drenuri.

Cheresig-Santaul Mare

Tabel 6.64

Nr. Crt.	K m/zi	p %	h ₀ m	h _t m	D m	r m	u m	t zile	L _{est} m	L _{calc} m	d _{calc}
1	0,05	2	0,8	0,6	0,6	0,04	0,13	2	3,8	10,17	0,48
2	0,05	2	0,8	0,6	0,6	0,04	0,13	3	3,8	12,23	0,5
3	0,05	2	0,8	0,6	0,6	0,04	0,13	4	3,8	13,98	0,51

Ciumeghiu

Tabel 6.65

Nr. Crt.	K m/zi	p %	h ₀ m	h _t m	D m	r m	u m	t zile	L _{est} m	L _{calc} m	d _{calc}
1	0,07	3	0,8	0,6	0,6	0,04	0,13	2	4,8	10,96	0,49
2	0,07	3	0,8	0,6	0,6	0,04	0,13	3	4,8	13,21	0,51
3	0,07	3	0,8	0,6	0,6	0,04	0,13	4	4,8	15,13	0,52

Judetul Satu Mare

Turulung-Ghetca Mare

Tabel 6.66

Nr. Crt.	K m/zi	p %	h ₀ m	h _t m	D m	r m	u m	t zile	L _{est} m	L _{calc} m	d _{calc}
1	0,37	6	0,8	0,6	1,8	0,04	0,13	2	11	17,13	1,04
2	0,37	6	0,8	0,6	1,8	0,04	0,13	3	11	21,72	1,15

3	0,37	6	0,8	0,6	1,8	0,04	0,13	4	11	25,67	1,21
---	------	---	-----	-----	-----	------	------	---	----	-------	------

Carei-Tiream

Tabel 6.67

Nr. Crt.	K m/zi	p %	h ₀ m	h _t m	D m	r m	u m	t zile	L _{est} m	L _{calc} m	d _{calc}
1	0,08	3	0,8	0,6	0,6	0,04	0,13	2	3	11,33	0,49
2	0,08	3	0,8	0,6	0,6	0,04	0,13	3	3	13,65	0,51
3	0,08	3	0,8	0,6	0,6	0,04	0,13	4	3	15,63	0,52

Judetul Maramures

Ulmeni

Tabel 6.68

Nr. Crt.	K m/zi	p %	h ₀ m	h _t m	D m	r m	u m	t zile	L _{est} m	L _{calc} m	d _{calc}
1	0,33	6	0,8	0,6	1,6	0,04	0,13	2	2	16,26	0,98
2	0,33	6	0,8	0,6	1,6	0,04	0,13	3	2	20,49	1,06
3	0,33	6	0,8	0,6	1,6	0,04	0,13	4	2	24,11	1,12

Ecuatia Guyon este inaplicabila pentru verificarea distantei intre drenuri.

Salsig

Tabel 6.69

Nr. Crt.	K m/zi	p %	h ₀ m	h _t m	D m	r m	u m	t zile	L _{est} m	L _{calc} m	d _{calc}
1	0,2	4	0,8	0,6	1,3	0,04	0,13	2	6	13,73	0,83
2	0,2	4	0,8	0,6	1,3	0,04	0,13	3	6	17,12	0,89
3	0,2	4	0,8	0,6	1,3	0,04	0,13	4	6	20,03	0,94

Satu Lung

Tabel 6.70

Nr. Crt.	K m/zi	p %	h ₀ m	h _t m	D m	r m	u m	t zile	L _{est} m	L _{calc} m	d _{calc}
1	0,09	3	0,8	0,6	1,6	0,04	0,13	2	3	11,33	0,86
2	0,09	3	0,8	0,6	1,6	0,04	0,13	3	3	14,26	0,95
3	0,09	3	0,8	0,6	1,6	0,04	0,13	4	3	16,79	1,01

Suciu de Jos

Tabel 6.71

Nr. Crt.	K m/zi	p %	h ₀ m	h _t m	D m	r m	u m	t zile	L _{est} m	L _{calc} m	d _{calc}
1	0,09	3	0,8	0,6	0,1	0,04	0,13	2	4	X	
2	0,09	3	0,8	0,6	0,1	0,04	0,13	3	4		
3	0,09	3	0,8	0,6	0,1	0,04	0,13	4	4		

Ecuatia nu permite verificarea distantei intre drenuri si nu poate fi utilizata la calculul distantei intre drenuri.

Scalaseni
Tabel 6.72

Nr. Crt.	K m/zi	p %	h_0 m	h_t m	D m	r m	u m	t zile	L_{est} m	L_{calc} m	d_{calc}
1	0,08	3	0,8	0,6	0,8	0,04	0,13	2	3	10,69	0,59
2	0,08	3	0,8	0,6	0,8	0,04	0,13	3	3	13,02	0,62
3	0,08	3	0,8	0,6	0,8	0,04	0,13	4	3	15,02	0,64

Concluzii

Aplicatia GDZ RoDrain este primul program romanesc dedicat calculului distantei intre drenuri in regim nepermanent si foloseste doua metode de calcul (respectiv de verificare a distantei intre drenuri): Glover-Dumm si respectiv Guyon.

Aplicatia GDZ RoDrain ofera valori comparabile cu programe specializate de calcul a distantei intre drenuri de pe plan international putand astfel deveni un instrument util cercetatorilor si proiectantilor din domeniul amenajarilor de desecare-drenaj. Pe viitor se urmareste dezvoltarea acestei aplicatii in vederea obtinerii unui program cu o interfata mai adecvata domeniului studiat.

6.5.3 Calculul distantei intre drenuri in regim nepermanent folosind programul Espadren

6.5.3.1 Introducere

Programul Espadren a fost realizat de catre profesorul M.V. Bejar de la Institutul Tehnologic din Costa Rica si este un software care permite calculul distantei intre drenuri atat in regim permanent (folosind formulele lui Donnan, Hooghoudt, Dagan, Ernst) cat si in regim nepermanent (folosind formulele Glover-Dumm, Jenab) pentru cazul canalelor de desecare respectiv a drenurilor ingropate. Calculele pot fi conduse atat pentru soluri omogene cat si pentru soluri cu strate diferite.

6.5.3.2 Calculul distantei intre drenuri in regim nepermanent folosind programul Espadren, formula Glover-Dumm

Judetul Caras-Severin

Ticvanu Mare

Tabel 6.73

Nr. Crt.	H_{imp} m	H_{dren} m	h_0 m	h_t m	t zile	K m/zi	r m	p %	L m	d
1	3	1,44	0,6	0,8	2	1,99	0,04	14	31,63	1,21
2	3	1,44	0,6	0,8	3	1,99	0,04	14	39,51	1,27
3	3	1,44	0,6	0,8	4	1,99	0,04	14	46,17	1,31

Pescarie

Tabel 6.74

Nr. Crt.	H_{imp} m	H_{dren} m	h_0 m	h_t m	t zile	K m/zi	r m	p %	L m	d
1	3	1,44	0,6	0,8	2	0,3	0,04	5	19,46	1,04
2	3	1,44	0,6	0,8	3	0,3	0,04	5	24,51	1,12
3	3	1,44	0,6	0,8	4	0,3	0,04	5	28,79	1,18

Faneata

Tabel 6.75

Nr. Crt.	H_{imp} m	H_{dren} m	h_0 m	h_t m	t zile	K m/zi	r m	p %	L m	d
----------	-------------	--------------	---------	---------	--------	--------	-----	-----	-----	---

354 Programe de proiectare specializate pentru retele de desecare-drenaj - 6

1	3	1,44	0,6	0,8	2	0,07	0,04	3	11,16	0,83
2	3	1,44	0,6	0,8	3	0,07	0,04	3	14,21	0,93
3	3	1,44	0,6	0,8	4	0,07	0,04	3	16,82	0,99

Judetul Timis

Margina

Tabel 6.76

Nr. Crt.	H _{imp} m	H _{dren} m	h ₀ m	h _t m	t zile	K m/zi	r m	p %	L m	d
1	3	1,44	0,6	0,8	2	0,16	0,04	4	15,38	0,96
2	3	1,44	0,6	0,8	3	0,16	0,04	4	19,46	1,04
3	3	1,44	0,6	0,8	4	0,16	0,04	4	22,93	1,1

Faget

Tabel 6.77

Nr. Crt.	H _{imp} m	H _{dren} m	h ₀ m	h _t m	t zile	K m/zi	r m	p %	L m	d
1	3	1,44	0,6	0,8	2	0,36	0,04	6	19,46	1,04
2	3	1,44	0,6	0,8	3	0,36	0,04	6	24,51	1,12
3	3	1,44	0,6	0,8	4	0,36	0,04	6	28,79	1,18

Folea-Sipet-Cerna

Tabel 6.78

Nr. Crt.	H _{imp} m	H _{dren} m	h ₀ m	h _t m	t zile	K m/zi	r m	p %	L m	d
1	3	1,44	0,6	0,8	2	0,06	0,04	2	12,97	0,89
2	3	1,44	0,6	0,8	3	0,06	0,04	2	16,47	0,98
3	3	1,44	0,6	0,8	4	0,06	0,04	2	19,46	1,04

Lovrin

Tabel 6.79

Nr. Crt.	H _{imp} m	H _{dren} m	h ₀ m	h _t m	t zile	K m/zi	r m	p %	L m	d
1	3	1,44	0,6	0,8	2	0,02	0,04	1	6,64	0,62
2	3	1,44	0,6	0,8	3	0,02	0,04	1	8,53	0,72
3	3	1,44	0,6	0,8	4	0,02	0,04	1	10,17	0,79

Judetul Arad

Felnac I

Tabel 6.80

Nr. Crt.	H _{imp} m	H _{dren} m	h ₀ m	h _t m	t zile	K m/zi	r m	p %	L m	d
1	3	1,44	0,6	0,8	2	0,1	0,04	3	13,81	0,91
2	3	1,44	0,6	0,8	3	0,1	0,04	3	17,51	1
3	3	1,44	0,6	0,8	4	0,1	0,04	3	20,67	1,07

Felnac II

Tabel 6.81

Nr. Crt.	H _{imp} m	H _{dren} m	h ₀ m	h _t m	t zile	K m/zi	r m	p %	L m	d
1	3	1,44	0,6	0,8	2	0,16	0,04	4	15,38	0,96
2	3	1,44	0,6	0,8	3	0,16	0,04	4	19,46	1,04
3	3	1,44	0,6	0,8	4	0,16	0,04	4	22,93	1,1

Chisineu Cris

Tabel 6.82

Nr. Crt.	H _{imp} m	H _{dren} m	h ₀ m	h _t m	t zile	K m/zi	r m	p %	L m	d
1	3	1,44	0,6	0,8	2	0,1	0,04	3	13,81	0,91
2	3	1,44	0,6	0,8	3	0,1	0,04	3	17,51	1
3	3	1,44	0,6	0,8	4	0,1	0,04	3	20,67	1,07

Judetul Bihor

Tileagd

Tabel 6.83

Nr. Crt.	H _{imp} m	H _{dren} m	h ₀ m	h _t m	t zile	K m/zi	r m	p %	L m	d
1	2	1,44	0,6	0,8	2	0,011	0,04	1	6,25	0,43
2	2	1,44	0,6	0,8	3	0,011	0,04	1	7,77	0,46
3	2	1,44	0,6	0,8	4	0,011	0,04	1	9,06	0,47

Cheresig-Santaul Mare

Tabel 6.84

Nr. Crt.	H _{imp} m	H _{dren} m	h ₀ m	h _t m	t zile	K m/zi	r m	p %	L m	d
1	2	1,44	0,6	0,8	2	0,05	0,04	2	9,7	0,48
2	2	1,44	0,6	0,8	3	0,05	0,04	2	12,02	0,50
3	2	1,44	0,6	0,8	4	0,05	0,04	2	13,97	0,51

Ciumeghiu

Tabel 6.85

Nr. Crt.	H _{imp} m	H _{dren} m	h ₀ m	h _t m	t zile	K m/zi	r m	p %	L m	d
1	2	1,44	0,6	0,8	2	0,07	0,04	3	9,35	0,48
2	2	1,44	0,6	0,8	3	0,07	0,04	3	11,59	0,50
3	2	1,44	0,6	0,8	4	0,07	0,04	3	13,48	0,51

Judetul Satu-Mare

Turulung-Ghetca Mare

Tabel 6.86

Nr. Crt.	H _{imp} m	H _{dren} m	h ₀ m	h _t m	t zile	K m/zi	r m	p %	L m	d
1	3	1,24	0,6	0,8	2	0,37	0,04	6	16,87	1,04
2	3	1,24	0,6	0,8	3	0,37	0,04	6	21,46	1,15
3	3	1,24	0,6	0,8	4	0,37	0,04	6	25,38	1,22

Carei-Tiream

Tabel 6.87

Nr. Crt.	H _{imp} m	H _{dren} m	h ₀ m	h _t m	t zile	K m/zi	r m	p %	L m	d
1	1,6	1,04	0,6	0,8	2	0,08	0,04	3	6,02	0,43
2	1,6	1,04	0,6	0,8	3	0,08	0,04	3	7,54	0,46
3	1,6	1,04	0,6	0,8	4	0,08	0,04	3	8,82	0,47

Judetul Maramures

Ulmeni

Tabel 6.88

Nr. Crt.	H _{imp} m	H _{dren} m	h ₀ m	h _t m	t zile	K m/zi	r m	p %	L m	d
1	2,8	1,24	0,6	0,8	2	0,33	0,04	6	15,37	0,96
2	2,8	1,24	0,6	0,8	3	0,33	0,04	6	19,51	1,04
3	2,8	1,24	0,6	0,8	4	0,33	0,04	6	23,03	1,1

Salsig

Tabel 6.89

Nr. Crt.	H _{imp} m	H _{dren} m	h ₀ m	h _t m	t zile	K m/zi	r m	p %	L m	d
1	2,5	1,24	0,6	0,8	2	0,2	0,04	4	13,91	0,84
2	2,5	1,24	0,6	0,8	3	0,2	0,04	4	17,55	0,9
3	2,5	1,24	0,6	0,8	4	0,2	0,04	4	20,64	0,95

Satu Lung

Tabel 6.90

Nr. Crt.	H _{imp} m	H _{dren} m	h ₀ m	h _t m	t zile	K m/zi	r m	p %	L m	d
1	2,8	1,24	0,6	0,8	2	0,09	0,04	3	10,65	0,81
2	2,8	1,24	0,6	0,8	3	0,09	0,04	3	13,63	0,91
3	2,8	1,24	0,6	0,8	4	0,09	0,04	3	16,19	0,98

Suciu de Jos

Tabel 6.91

Nr. Crt.	H _{imp} m	H _{dren} m	h ₀ m	h _t m	t zile	K m/zi	r m	p %	L m	d
1	1,3	1,24	0,6	0,8	2	0,09	0,04	3	6,13	0,1
2	1,3	1,24	0,6	0,8	3	0,09	0,04	3	7,5	0,1
3	1,3	1,24	0,6	0,8	4	0,09	0,04	3	8,66	0,1

Scalaseni

Tabel 6.92

Nr. Crt.	H _{imp} m	H _{dren} m	h ₀ m	h _t m	t zile	K m/zi	r m	p %	L m	d
1	2	1,24	0,6	0,8	2	0,08	0,04	3	8,77	0,56
2	2	1,24	0,6	0,8	3	0,08	0,04	3	10,98	0,6
3	2	1,24	0,6	0,8	4	0,08	0,04	3	12,85	0,62

Concluzii

Programul Espadren, realizat de catre Prof. M.V. Bejar din Costa Rica, prezinta o alta abordare a regimului nepermanent prin prisma faptului ca acest program nu face o verificare propriu-zisa a distantei intre drenuri obtinuta in regim permanent (conform metodologiei din Romania) ci realizeaza calculul distantei intre drenuri in regim nepermanent, folosind metoda Glover-Dumm si o tehnica de lucru iterativa. Astfel, acest program solicita utilizatorului informatii referitoare la caracteristicile solului si a drenurilor folosite urmand sa furnizeze ca si rezultat final atat distanta dintre drenuri in regim nepermanent (conform metodei Glover-Dumm – care contine in formula si stratul de sol echivalent a lui Hooghoudt) cat si grosimea stratului de sol echivalent.

Intrucat la realizarea acestui program s-a solicitat concursul specialistilor de la Universitati de prestigiu din Olanda, recomand utilizarea acestuia de catre personalul specializat din Romania.

6.5.3.3 Calculul distantei intre drenuri in regim nepermanent folosind programul Espadren, formula Jenab

Jenab a propus o formula pentru calculul distantei intre drenuri in regim nepermanent considerand urmatoarele ipoteze:

- solul este omogen;
- scurgerea este orizontala si radiala, in formula de calcul a distantei intre drenuri utilizandu-se si stratul echivalent a lui Hooghoudt;
- formula de calcul a distantei intre drenuri se bazeaza pe ecuatia fluxului de caldura;
- solutia ecuatiei descrie coborarea nivelului freatic functie de timp, distanta dintre drenuri si proprietatile solului.

O solutie grafica a formulei lui Jenab poate fi exprimata astfel:

$$L = \frac{1}{C} \sqrt{\frac{4tKD_h}{\Phi}} \quad (18)$$

care se poate scrie si astfel:

$$L = \frac{1}{C} \sqrt{\frac{4tK}{\Phi} \left(d + \frac{h_0 + h_t}{4} \right)} \quad (19)$$

unde:

L – distanta dintre drenuri;

K – conductivitatea hidraulica;

D_h – grosimea stratului de sol unde apare scurgerea orizontala;

$$D_h = d + \frac{h_0 + h_t}{4} \quad (20)$$

d – stratul echivalent a lui Hooghoudt.

$$d = \frac{D}{\frac{8}{\pi} \cdot \frac{D}{L} \ln\left(\frac{D}{\rho}\right) + 1} \quad (21)$$

D – adancimea de la nivelul drenurilor la stratul impermeabil

h_0 – inaltimea initiala a nivelului freatic deasupra drenurilor;

h_t – inaltimea finala a nivelului freatic deasupra drenurilor dupa timpul t

C – valoare care se obtine cu ajutorul nongramei functie de $D(U_n) = h_t/h_0$.

t – timpul necesar coborarii nivelului freatic de la h_0 la h_t

Φ – porozitatea drenabila.

Modul de calcul al distanței între drenuri L și al stratului echivalent d cunoscându-se valorile lui h_t și h_0 , se calculează raportul h_t/h_0 și se obține C cu ajutorul nomogramei.

Se cunosc următoarele ecuații:

$$L = \frac{1}{C} \sqrt{\frac{4tK}{\varphi} \left(d + \frac{h_0 + h_t}{4} \right)} \quad (22)$$

$$d = \frac{D}{\frac{8}{\pi} \cdot \frac{D}{L} \ln\left(\frac{D}{p}\right) + 1} \quad (23)$$

Pentru determinarea lui L și d se recomandă calculul iterativ după cum urmează:

- se propune o valoare pentru d după care se calculează L (L_{estimat})
- cu ajutorul L_{estimat} și D se obține din tabelul lui Hooghoudt d (d_{calculat})
- cu d calculat se recalculează L_{calculat}

Dacă L_{calculat} este egal cu L_{estimat} , problema este rezolvată. În caz contrar se reia calculul urmând aceleași etape.

Județul Caras-Severin

Ticvanu Mare

Tabel 6.93

Nr. Crt.	H_{imp} m	H_{dren} m	h_0 m	h_t m	t zile	K m/zi	r m	p %	L m	d
1	3	1,44	0,6	0,8	2	1,99	0,04	14	28,81	1,18
2	3	1,44	0,6	0,8	3	1,99	0,04	14	36,04	1,24
3	3	1,44	0,6	0,8	4	1,99	0,04	14	42,16	1,28

Pescarie

Tabel 6.94

Nr. Crt.	H_{imp} m	H_{dren} m	h_0 m	h_t m	t zile	K m/zi	r m	p %	L m	d
1	3	1,44	0,6	0,8	2	0,3	0,04	5	17,66	1,01
2	3	1,44	0,6	0,8	3	0,3	0,04	5	22,28	1,09
3	3	1,44	0,6	0,8	4	0,3	0,04	5	26,21	1,15

Faneata

Tabel 6.95

Nr. Crt.	H_{imp} m	H_{dren} m	h_0 m	h_t m	t zile	K m/zi	r m	p %	L m	d
1	3	1,44	0,6	0,8	2	0,07	0,04	3	10,08	0,79
2	3	1,44	0,6	0,8	3	0,07	0,04	3	12,86	0,89
3	3	1,44	0,6	0,8	4	0,07	0,04	3	15,25	0,95

Județul Timis

Margina

Tabel 6.96

Nr. Crt.	H_{imp} m	H_{dren} m	h_0 m	h_t m	t zile	K m/zi	r m	p %	L m	d
1	3	1,44	0,6	0,8	2	0,16	0,04	4	13,93	0,92

6.5 - Programe de calcul pentru calculul distantei intre drenuri 359

2	3	1,44	0,6	0,8	3	0,16	0,04	4	17,66	1,01
3	3	1,44	0,6	0,8	4	0,16	0,04	4	20,84	1,07

Faget

Tabel 6.97

Nr. Crt.	H _{imp} m	H _{dren} m	h ₀ m	h _t m	t zile	K m/zi	r m	p %	L m	d
1	3	1,44	0,6	0,8	2	0,36	0,04	6	17,66	1,01
2	3	1,44	0,6	0,8	3	0,36	0,04	6	22,28	1,09
3	3	1,44	0,6	0,8	4	0,36	0,04	6	26,21	1,15

Folea-Sipet-Cerna

Tabel 6.98

Nr. Crt.	H _{imp} m	H _{dren} m	h ₀ m	h _t m	t zile	K m/zi	r m	p %	L m	d
1	3	1,44	0,6	0,8	2	0,06	0,04	2	11,73	0,85
2	3	1,44	0,6	0,8	3	0,06	0,04	2	14,93	0,94
3	3	1,44	0,6	0,8	4	0,06	0,04	2	17,66	1,01

Sere Lovrin

Tabel 6.99

Nr. Crt.	H _{imp} m	H _{dren} m	h ₀ m	h _t m	t zile	K m/zi	r m	p %	L m	d
1	3	1,44	0,6	0,8	2	0,02	0,04	1	9,18	0,75
2	3	1,44	0,6	0,8	3	0,02	0,04	1	11,73	0,85
3	3	1,44	0,6	0,8	4	0,02	0,04	1	13,93	0,92

Judetul Arad

Felnac I

Tabel 6.100

Nr. Crt.	H _{imp} m	H _{dren} m	h ₀ m	h _t m	t zile	K m/zi	r m	p %	L m	d
1	3	1,44	0,6	0,8	2	0,1	0,04	3	12,5	0,87
2	3	1,44	0,6	0,8	3	0,1	0,04	3	15,88	0,97
3	3	1,44	0,6	0,8	4	0,1	0,04	3	18,76	1,03

Felnac II

Tabel 6.101

Nr. Crt.	H _{imp} m	H _{dren} m	h ₀ m	h _t m	t zile	K m/zi	r m	p %	L m	d
1	3	1,44	0,6	0,8	2	0,16	0,04	4	13,93	0,92
2	3	1,44	0,6	0,8	3	0,16	0,04	4	17,66	1,01
3	3	1,44	0,6	0,8	4	0,16	0,04	4	20,84	1,07

Chisineu Cris

Tabel 6.102

Nr. Crt.	H _{imp} m	H _{dren} m	h ₀ m	h _t m	t zile	K m/zi	r m	p %	L m	d
1	3	1,44	0,6	0,8	2	0,1	0,04	3	12,5	0,87
2	3	1,44	0,6	0,8	3	0,1	0,04	3	15,88	0,97

3	3	1,44	0,6	0,8	4	0,1	0,04	3	18,76	1,03
---	---	------	-----	-----	---	-----	------	---	-------	------

Judetul Bihor

Tileagd

Tabel 6.103

Nr. Crt.	H _{imp} m	H _{dren} m	h ₀ m	h _t m	t zile	K m/zi	r m	p %	L m	d
1	2	1,44	0,6	0,8	2	0,011	0,04	1	5,7	0,42
2	2	1,44	0,6	0,8	3	0,011	0,04	1	7,1	0,45
3	2	1,44	0,6	0,8	4	0,011	0,04	1	8,29	0,47

Cheresig-Santaul Mare

Tabel 6.104

Nr. Crt.	H _{imp} m	H _{dren} m	h ₀ m	h _t m	t zile	K m/zi	r m	p %	L m	d
1	2	1,44	0,6	0,8	2	0,05	0,04	2	8,87	0,47
2	2	1,44	0,6	0,8	3	0,05	0,04	2	11	0,49
3	2	1,44	0,6	0,8	4	0,05	0,04	2	12,79	0,51

Ciumeghiu

Tabel 6.105

Nr. Crt.	H _{imp} m	H _{dren} m	h ₀ m	h _t m	t zile	K m/zi	r m	p %	L m	d
1	2	1,44	0,6	0,8	2	0,07	0,04	3	8,55	0,47
2	2	1,44	0,6	0,8	3	0,07	0,04	3	10,6	0,49
3	2	1,44	0,6	0,8	4	0,07	0,04	3	12,34	0,5

Judetul Satu-Mare

Turulung-Ghetca Mare

Tabel 6.106

Nr. Crt.	H _{imp} m	H _{dren} m	h ₀ m	h _t m	t zile	K m/zi	r m	p %	L m	d
1	3	1,24	0,6	0,8	2	0,37	0,04	6	15,41	1
2	3	1,24	0,6	0,8	3	0,37	0,04	6	19,65	1,11
3	3	1,24	0,6	0,8	4	0,37	0,04	6	23,27	1,18

Carei-Tiream

Tabel 6.107

Nr. Crt.	H _{imp} m	H _{dren} m	h ₀ m	h _t m	t zile	K m/zi	r m	p %	L m	d
1	1,6	1,04	0,6	0,8	2	0,08	0,04	3	5,66	0,42
2	1,6	1,04	0,6	0,8	3	0,08	0,04	3	7,1	0,45
3	1,6	1,04	0,6	0,8	4	0,08	0,04	3	8,31	0,47

Judetul Maramures

Ulmeni

Tabel 6.108

Nr. Crt.	H _{imp} m	H _{dren} m	h ₀ m	h _t m	t zile	K m/zi	r m	p %	L m	d
1	2,8	1,24	0,6	0,8	2	0,33	0,04	6	14,06	0,92
2	2,8	1,24	0,6	0,8	3	0,33	0,04	6	17,88	1,01

3	2,8	1,24	0,6	0,8	4	0,33	0,04	6	21,14	1,07
---	-----	------	-----	-----	---	------	------	---	-------	------

Salsig

Tabel 6.109

Nr. Crt.	H _{imp} m	H _{dren} m	h ₀ m	h _t m	t zile	K m/zi	r m	p %	L m	d
1	2,5	1,24	0,6	0,8	2	0,2	0,04	4	12,75	0,81
2	2,5	1,24	0,6	0,8	3	0,2	0,04	4	16,12	0,88
3	2,5	1,24	0,6	0,8	4	0,2	0,04	4	18,98	0,92

Satu Lung

Tabel 6.110

Nr. Crt.	H _{imp} m	H _{dren} m	h ₀ m	h _t m	t zile	K m/zi	r m	p %	L m	d
1	2,8	1,24	0,6	0,8	2	0,09	0,04	3	9,71	0,77
2	2,8	1,24	0,6	0,8	3	0,09	0,04	3	12,46	0,87
3	2,8	1,24	0,6	0,8	4	0,09	0,04	3	14,81	0,94

Suciu de Jos

Tabel 6.111

Nr. Crt.	H _{imp} m	H _{dren} m	h ₀ m	h _t m	t zile	K m/zi	r m	p %	L m	d
1	1,3	1,24	0,6	0,8	2	0,09	0,04	3	5,69	0,1
2	1,3	1,24	0,6	0,8	3	0,09	0,04	3	6,96	0,1
3	1,3	1,24	0,6	0,8	4	0,09	0,04	3	8,04	0,1

Scalaseeni

Tabel 6.112

Nr. Crt.	H _{imp} m	H _{dren} m	h ₀ m	h _t m	t zile	K m/zi	r m	p %	L m	d
1	2	1,24	0,6	0,8	2	0,08	0,04	3	8,07	0,55
2	2	1,24	0,6	0,8	3	0,08	0,04	3	10,11	0,58
3	2	1,24	0,6	0,8	4	0,08	0,04	3	11,84	0,61

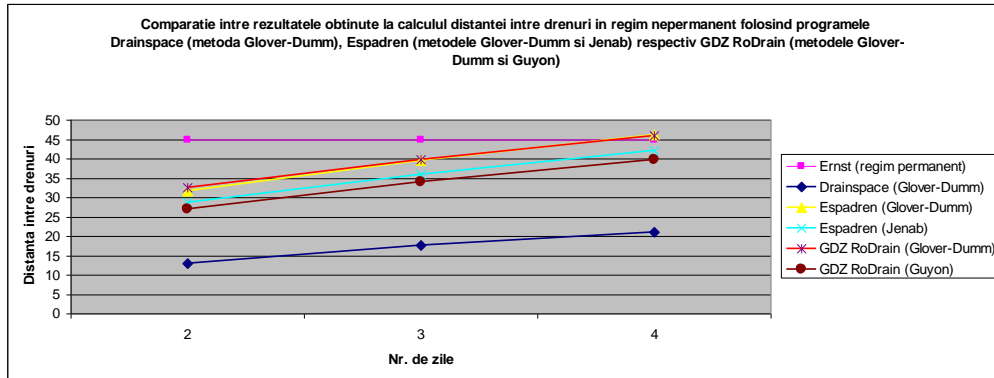
6.5.4 Compararea rezultatelor privind calculul distantei între drenuri în regim nepermanent obținute cu programele DrainSpace (metoda Glover-Dumm), GDZ RoDrain (metodele Glover-Dumm și Guyon) și Espadren (metodele Glover-Dumm și Jenab). Studiu de caz județele Caras-Severin și Timis

Judetul Caras-Severin

Tabel 6.113

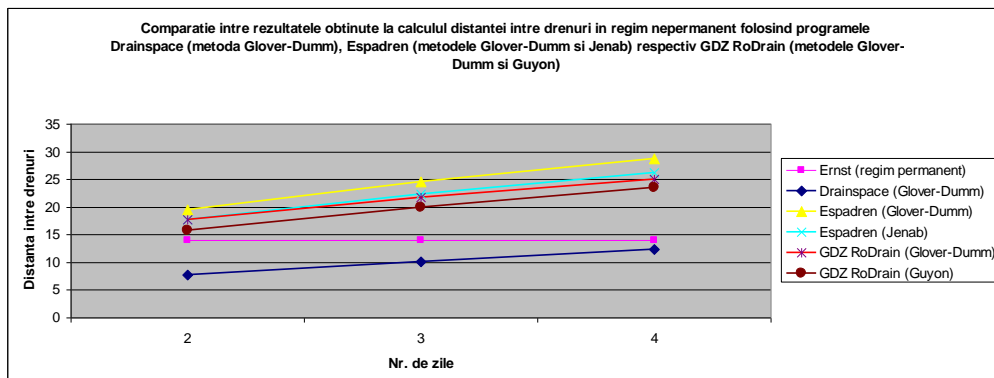
Ticvanu Mare	K=1,99 m/zi p = 14%	H _{dren} = 1,4 m u = 0,13 m	H _{imp} = 3 m r = 0,04 m	h ₀ = 0,8 m D = 1,6 m	h _t = 0,6 m L _{Ernst} = 45 m
Rezultatele calculului distantei între drenuri in regim nepermanent L (m)					
t (zile)	Drainspace (Glover-	Espadren (Glover-	Espadren (Jenab)	GDZ RoDrain	GDZ RoDrain

	Dumm)	Dumm)		(Glover-Dumm)	(Guyon)
2	13,07	31,63	28,81	32,46	21,11
3	17,64	39,51	36,04	39,75	34
4	20,99	46,17	42,16	45,91	39,85



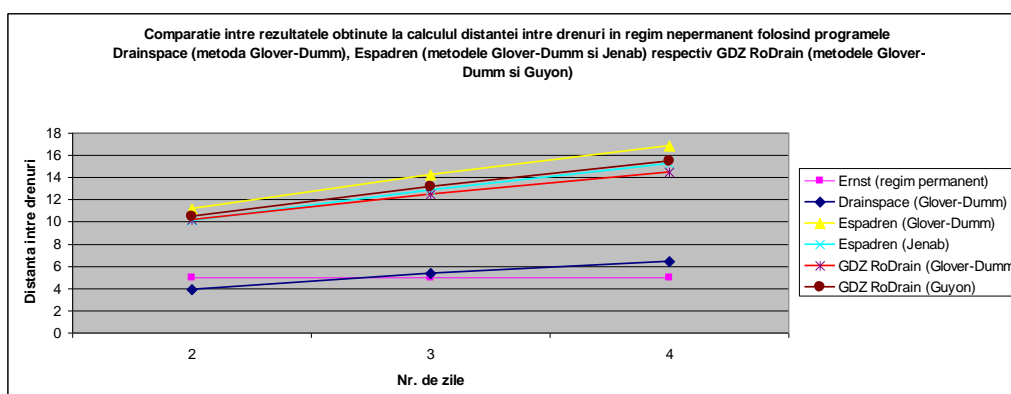
Tabel 6.114

Pescarie	$K=0,3 \text{ m/zi}$	$H_{\text{dren}} = 1,4 \text{ m}$	$H_{\text{imp}} = 3 \text{ m}$	$h_0 = 0,8 \text{ m}$	$h_t = 0,6 \text{ m}$
	$p = 5\%$	$u = 0,13 \text{ m}$	$r = 0,04 \text{ m}$	$D = 1,6 \text{ m}$	$L_{\text{Ernst}} = 14 \text{ m}$
Rezultatele calculului distantei intre drenuri in regim nepermanent L (m)					
t (zile)	Drainspace (Glover-Dumm)	Espadren (Glover-Dumm)	Espadren (Jenab)	GDZ RoDrain (Glover-Dumm)	GDZ RoDrain (Guyon)
2	7,71	19,46	17,66	17,74	15,82
3	10,17	24,51	22,28	21,72	19,93
4	12,29	28,79	26,21	25,09	23,47



Tabel 6.115

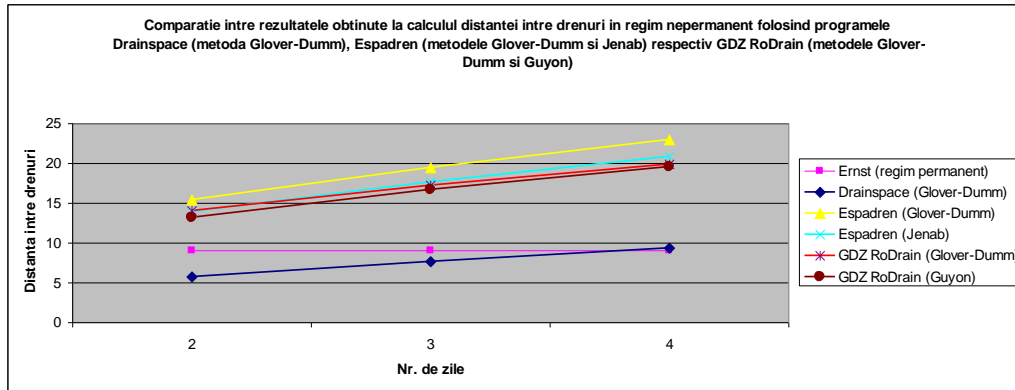
Faneata	$K=0,07$ m/zi	$H_{dren} = 1,4$ m	$H_{imp} = 3$ m	$h_0 = 0,8$ m	$h_t = 0,6$ m
	$p = 3\%$	$u = 0,13$ m	$r = 0,04$ m	$D = 1,6$ m	$L_{Ernst} = 5$ m
Rezultatele calculului distantei intre drenuri in regim nepermanent L (m)					
t (zile)	Drainspace (Glover-Dumm)	Espadren (Glover-Dumm)	Espadren (Jenab)	GDZ RoDrain (Glover-Dumm)	GDZ RoDrain (Guyon)
2	3,89	11,16	10,08	10,21	10,49
3	5,33	14,21	12,86	12,51	13,17
4	6,45	16,82	15,25	14,44	15,51



Judetul Timis

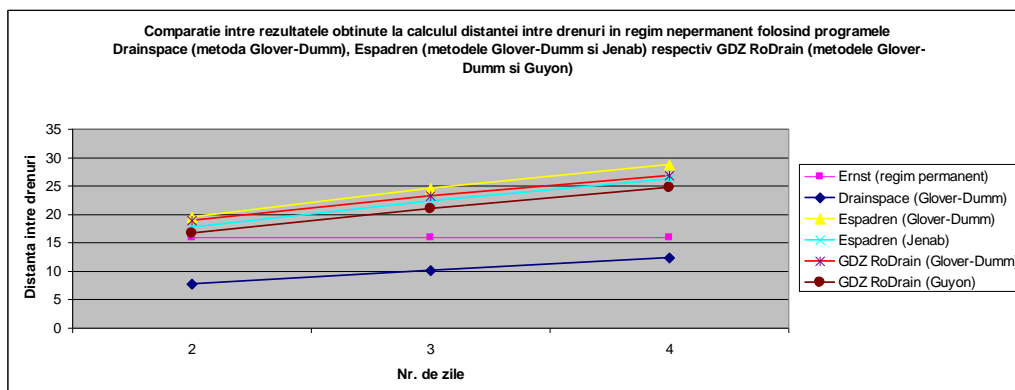
Tabel 6.116

Margina	$K=0,16$ m/zi	$H_{dren} = 1,4$ m	$H_{imp} = 3$ m	$h_0 = 0,8$ m	$h_t = 0,6$ m
	$p = 4\%$	$u = 0,13$ m	$r = 0,04$ m	$D = 1,6$ m	$L_{Ernst} = 9$ m
Rezultatele calculului distantei intre drenuri in regim nepermanent L (m)					
t (zile)	Drainspace (Glover-Dumm)	Espadren (Glover-Dumm)	Espadren (Jenab)	GDZ RoDrain (Glover-Dumm)	GDZ RoDrain (Guyon)
2	5,77	15,38	13,93	14,07	13,22
3	7,71	19,46	17,66	17,23	16,65
4	9,4	22,93	20,84	19,9	19,62



Tabel 6.117

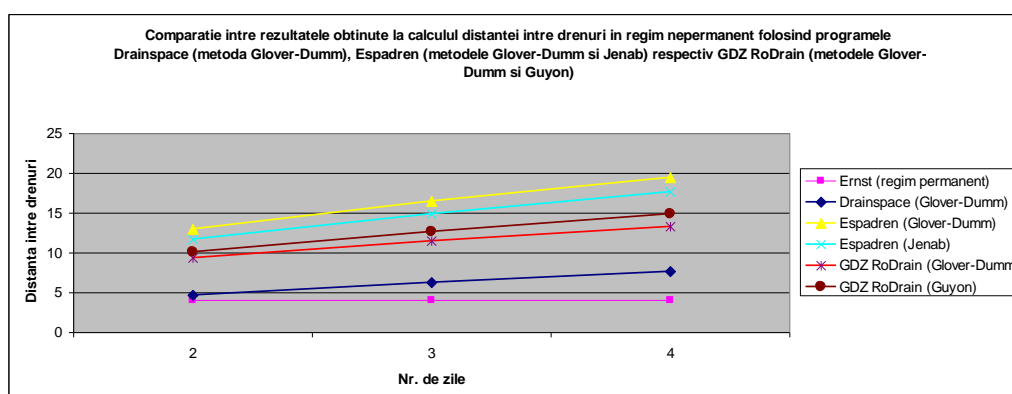
Faget	$K=0,36$ m/zi	$H_{dren} = 1,4$ m	$H_{imp} = 3$ m	$h_0 = 0,8$ m	$h_t = 0,6$ m
	$p = 6\%$	$u = 0,13$ m	$r = 0,04$ m	$D = 1,6$ m	$L_{Ernst} = 16$ m
Rezultatele calculului distantei intre drenuri in regim nepermanent L (m)					
t (zile)	Drainspace (Glover-Dumm)	Espadren (Glover-Dumm)	Espadren (Jenab)	GDZ RoDrain (Glover-Dumm)	GDZ RoDrain (Guyon)
2	7,71	19,46	17,66	18,94	16,67
3	10,17	24,51	22,28	23,2	21
4	12,29	28,79	26,21	26,79	24,71



Tabel 6.118

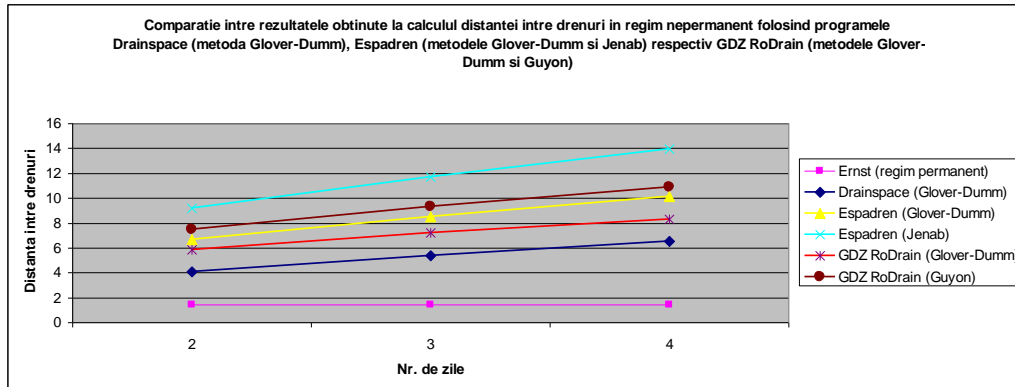
Folea-Sipet-Cerna	$K=0,06$ m/zi	$H_{dren} = 1,4$ m	$H_{imp} = 3$ m	$h_0 = 0,8$ m	$h_t = 0,6$ m
	$p = 2\%$	$u = 0,13$ m	$r = 0,04$ m	$D = 1,6$ m	$L_{Ernst} = 4$ m

Rezultatele calculului distantei intre drenuri in regim nepermanent L (m)					
t (zile)	Drainspace (Glover-Dumm)	Espadren (Glover-Dumm)	Espadren (Jenab)	GDZ RoDrain (Glover-Dumm)	GDZ RoDrain (Guyon)
2	4,72	12,97	11,73	9,39	10,07
3	6,28	16,47	14,93	11,5	12,63
4	7,71	19,46	17,66	13,28	14,87



Tabel 6.119

Sere Lovrin	$K=0,02$ m/zi	$H_{dren} = 1,4$ m	$H_{imp} = 3$ m	$h_0 = 0,8$ m	$h_t = 0,6$ m
	$p = 1\%$	$u = 0,13$ m	$r = 0,04$ m	$D = 1,6$ m	$L_{Ernst} = 1,4$ m
Rezultatele calculului distantei intre drenuri in regim nepermanent L (m)					
t (zile)	Drainspace (Glover-Dumm)	Espadren (Glover-Dumm)	Espadren (Jenab)	GDZ RoDrain (Glover-Dumm)	GDZ RoDrain (Guyon)
2	4,07	6,64	9,18	5,88	7,51
3	5,4	8,53	11,73	7,2	9,3
4	6,54	10,17	13,93	8,32	10,89



Concluzii

Din graficele de mai sus se pot trage mai multe concluzii după cum urmează:

- programul Espadren și aplicația GDZ RoDrain oferă rezultate relativ asemănătoare, cu diferențe foarte mici între ele;
- programul DrainSpace oferă valorile cele mai apropiate față de valorile obținute în regim permanent cu excepția cazului când K are valori mari;
- programele Espadren, GDZ RoDrain și DrainSpace folosesc la calculul distanței între drenuri în regim nepermanent aceeași formulă a lui Glover-Dumm, diferențele rezultate datorându-se formulilor diferite adoptate la calculul iterativ a stratului echivalent d ;
- diferențele dintre rezultatele obținute cu cele trei programe sunt dependente de variația valorilor conductivității hidraulice, obținându-se diferențe mai mari în cazul unui K mare respectiv diferențe mai mici în cazul unui K mediu sau mic.
- Se recomandă utilizarea tuturor celor trei programe cu mențiunea că, în cazul unui sol cu K mic, programul DrainSpace nu oferă rezultate de o acuratețe satisfăcătoare.

6.5.5 Compararea programelor DrenVSubIr și Espadren privind calculul pierderilor de sarcină, utilizând formula lui Ernst pentru calculul distanței între drenuri în regim permanent. Studiu de caz județele Caraș-Severin și Timiș

Tabel 6.120 Ticvanu Mare, Jud. Caraș-Severin, diametrul tubului de dren 0,05 m

	DrenVSubIr	Espadren	$V_{DrenVSubIr}/V_{Espadren}$
L(m)	40,85215	45,39	0,9000
h_0 (m)	0,38622	0,4768	0,8100
h_v (m)	0,00211	0,0021	1,0048
h_r (m)	0,13882	0,1211	1,1463
h_i (m)	0,07286	-	-
a	3,26676	3,2750	0,9975

Tabel 6.121 Ticvanu Mare, Jud. Caraș-Severin, diametrul tubului de dren 0,065 m

	DrenVSubIr	Espadren	$V_{DrenVSubIr}/V_{Espadren}$
L(m)	41,20301	45,94	0,8969

6.5 - Programe de calcul pentru calculul distantei intre drenuri 367

h_0 (m)	0,39288	0,4885	0,8043
h_v (m)	0,00211	0,0021	1,0048
h_r (m)	0,12790	0,1094	1,1691
h_i (m)	0,07711	-	-
A	3,26676	3,2750	0,9975

Tabel 6.122 Ticvanu Mare, Jud. Caraş-Severin, diametrul tubului de dren 0,08 m

	DrenVSubIr	Espadren	$V_{DrenVSubIr}/V_{Espadren}$
L(m)	41,14937	46,4	0,8868
h_0 (m)	0,39186	0,4983	0,7864
h_v (m)	0,00211	0,0021	1,0048
h_r (m)	0,11817	0,0996	1,1864
h_i (m)	0,08786	-	-
a	3,26676	3,2750	0,9975

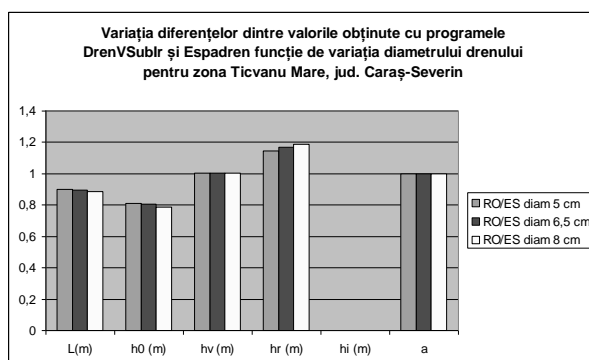


Fig. 6.39 Variația diferențelor dintre valorile obținute cu programele DrenVSubIr și Espadren funcție de variația diametrului drenului pentru zona Ticvanu Mare, jud. Caraş-Severin

Tabel 6.123 Fîneață, Jud. Caraş-Severin, diametrul tubului de dren 0,05 m

	DrenVSubIr	Espadren	$V_{DrenVSubIr}/V_{Espadren}$
L(m)	3,20670	4,97	0,6452
h_0 (m)	0,06765	0,1627	0,4158
h_v (m)	0,06	0,0600	1
h_r (m)	0,30977	0,3773	0,8210
h_i (m)	0,16258	-	-
a	3,26676	3,2750	0,9975

Tabel 6.124 Fîneață, Jud. Caraş-Severin, diametrul tubului de dren 0,065 m

	DrenVSubIr	Espadren	$V_{DrenVSubIr}/V_{Espadren}$
L(m)	3,30850	5,27	0,6278
h_0 (m)	0,07201	0,1829	0,3937
h_v (m)	0,06	0,0600	1
h_r (m)	0,29197	0,3571	0,8176
h_i (m)	0,17601	-	-
a	3,26676	3,2750	0,9975

Tabel 6.125 Fîneață, Jud. Caraș-Severin, diametrul tubului de dren 0,08 m

	DrenVSubIr	Espadren	$V_{DrenVSubIr}/V_{Espadren}$
L(m)	3,29264	5,54	0,5943
h_0 (m)	0,07133	0,2020	0,3531
h_v (m)	0,06	0,06	1
h_r (m)	0,26881	0,3380	0,7953
h_i (m)	0,19986	-	-
a	3,26676	3,2750	0,9975

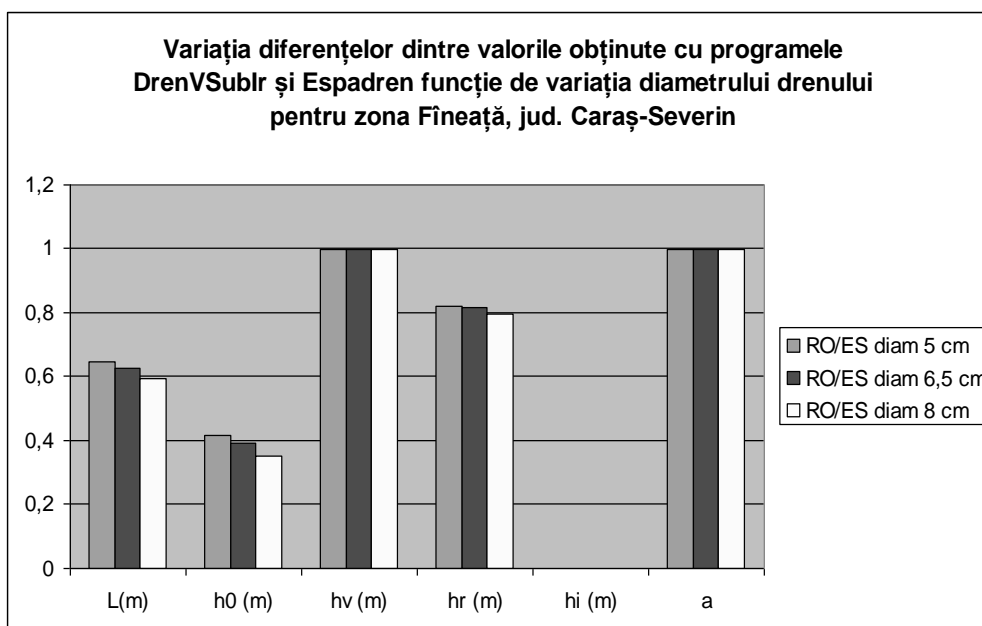


Fig. 6.40 Variația diferențelor dintre valorile obținute cu programele DrenVSubIr și Espadren funcție de variația diametrului drenului pentru zona Fîneață, jud. Caraș-Severin

Tabel 6.126 Margina, Jud. Timiș, diametrul tubului de dren 0,05 m

	DrenVSubIr	Espadren	$V_{DrenVSubIr}/V_{Espadren}$
L(m)	6,94962	9,63	0,721664
h_0 (m)	0,13604	0,2614	0,520428
h_v (m)	0,02569	0,0257	0,999611
h_r (m)	0,28742	0,3129	0,918568
h_i (m)	0,15085	-	-
a	3,26676	3,2750	0,997484

Tabel 6.127 Margina, Jud. Timiș, diametrul tubului de dren 0,065 m

	DrenVSubIr	Espadren	$V_{DrenVSubIr}/V_{Espadren}$
L(m)	7,12337	10,03	0,710206
h_0 (m)	0,14292	0,2835	0,504127
h_v (m)	0,02569	0,0257	0,999611
h_r (m)	0,26914	0,2908	0,925516
h_i (m)	0,16225	-	-

a	3,26676	3,2750	0,997484
---	---------	--------	----------

Tabel 6.128 Margina, Jud. Timiș, diametrul tubului de dren 0,08 m

	DrenVSubIr	Espadren	$V_{DrenVSubIr}/V_{Espadren}$
L(m)	7,09648	10,38	0,683669
h_0 (m)	0,14185	0,3033	0,467689
h_v (m)	0,02569	0,0257	0,999611
h_r (m)	0,24804	0,2710	0,915277
h_i (m)	0,18442	-	-
a	3,26676	3,2750	0,997484

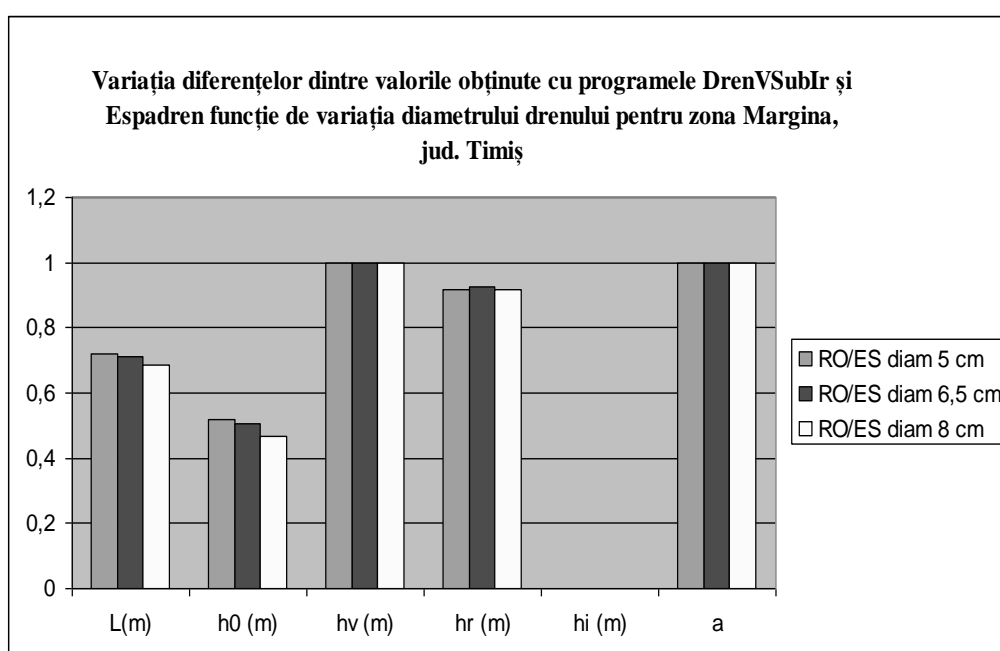


Fig. 6.41 Variația diferențelor dintre valorile obținute cu programele DrenVSubIr și Espadren funcție de variația diametrului drenului pentru zona Margina, jud. Timiș

Tabel 6.129 Făget, Jud. Timiș, diametrul tubului de dren 0,05 m

	DrenVSubIr	Espadren	$V_{DrenVSubIr}/V_{Espadren}$
L(m)	12,86173	16,29	0,789548
h_0 (m)	0,21460	0,3444	0,623113
h_v (m)	0,01183	0,0118	1,002542
h_r (m)	0,24499	0,2438	1,004881
h_i (m)	0,12858	-	-
a	3,26676	3,2750	0,997484

Tabel 6.130 Făget, Jud. Timiș, diametrul tubului de dren 0,065 m

	DrenVSubIr	Espadren	$V_{DrenVSubIr}/V_{Espadren}$
L(m)	13,10273	16,76	0,781786
h_0 (m)	0,22272	0,3644	0,611196
h_v (m)	0,01183	0,0118	1,002542
h_r (m)	0,22800	0,2238	1,018767
h_i (m)	0,13475	-	-
a	3,26676	3,2750	0,997484

Tabel 6.131 Făget, Jud. Timiș, diametrul tubului de dren 0,08 m

	DrenVSubIr	Espadren	$V_{DrenVSubIr}/V_{Espadren}$
L(m)	13,06562	17,16	0,7614
h_0 (m)	0,22146	0,3818	0,580042
h_v (m)	0,01183	0,0118	1,002542
h_r (m)	0,21033	0,2063	1,019535
h_i (m)	0,15638	-	-
a	3,26676	3,2750	0,997484

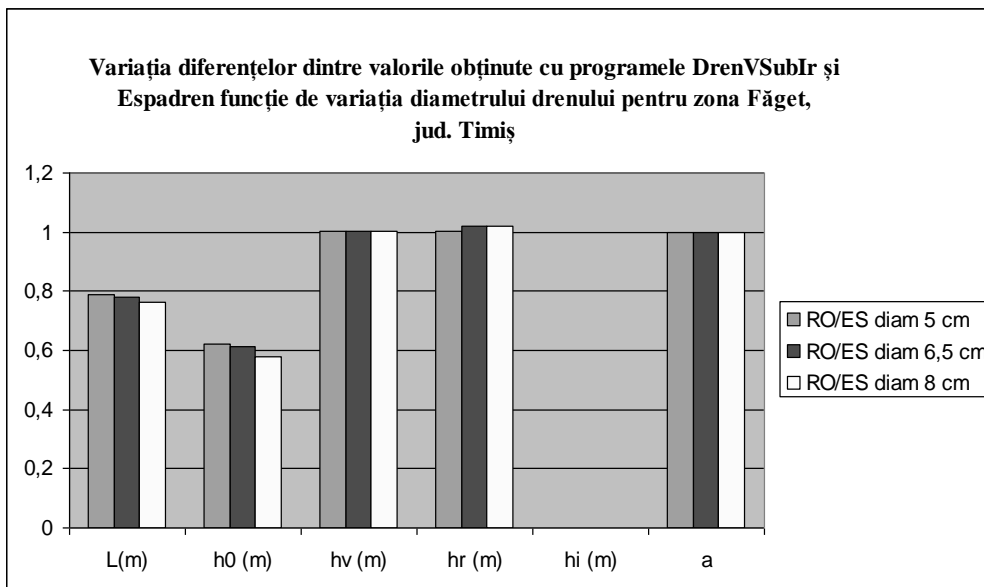


Fig. 6.42 Variația diferențelor dintre valorile obținute cu programele DrenVSubIr și Espadren funcție de variația diametrului drenului pentru zona Făget, jud. Timiș

Tabel 6.132 Folea - Șipet - Cerna, Jud. Timiș, diametrul tubului de dren 0,05 m

	DrenVSubIr	Espadren	$V_{DrenVSubIr}/V_{Espadren}$
L(m)	2,74703	4,35	0,631501
h_0 (m)	0,05792	0,1451	0,399173
h_v (m)	0,07000	0,0700	1
h_r (m)	0,30959	0,3849	0,804339

h_i (m)	0,16249	-	-
a	3,26676	3,2750	0,997484

Tabel 6.133 Folea - Șipet - Cerna, Jud. Timiș, diametrul tubului de dren 0,065 m

	DrenVSubIr	Espadren	$V_{DrenVSubIr}/V_{Espadren}$
L(m)	2,83724	4,63	0,612795
h_0 (m)	0,06179	0,1644	0,375852
h_v (m)	0,07000	0,0700	1
h_r (m)	0,29212	0,3656	0,799015
h_i (m)	0,17610	-	-
A	3,26676	3,2750	0,997484

Tabel 6.134 Folea - Șipet - Cerna, Jud. Timiș, diametrul tubului de dren 0,08 m

	DrenVSubIr	Espadren	$V_{DrenVSubIr}/V_{Espadren}$
L(m)	2,82317	4,88	0,578518
h_0 (m)	0,06118	0,1828	0,334683
h_v (m)	0,07000	0,0700	1
h_r (m)	0,26890	0,3472	0,774482
h_i (m)	0,19993	-	-
a	3,26676	3,2750	0,997484

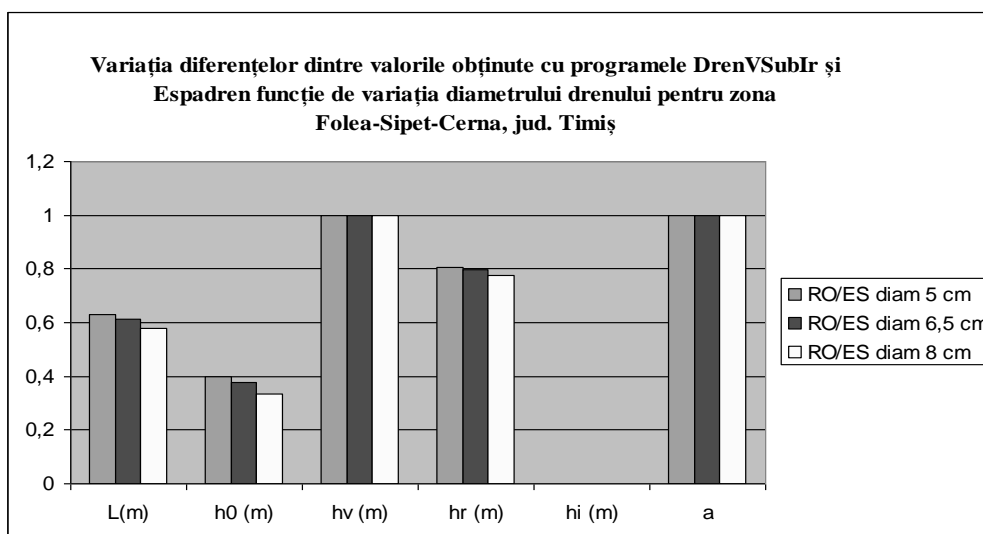


Fig. 6.43 Variația diferențelor dintre valorile obținute cu programele DrenVSubIr și Espadren funcție de variația diametrului drenului pentru zona Ticvanu Mare, jud. Caraș-Severin

Tabel 6.135 Sere Lovrin, Jud. Timiș, diametrul tubului de dren 0,05 m

	DrenVSubIr	Espadren	$V_{DrenVSubIr}/V_{Espadren}$
L(m)	1,10097	2,03	0,54235
h_0 (m)	0,14015	0,4765	0,294124
h_v (m)	0,2220	0,2220	1

h_r (m)	0,03131	-0,0985	-0,31787
h_i (m)	0,20653	-	-
A	1,99987	2	0,999935

Tabel 6.136 Sere Lovrin, Jud. Timiș, diametrul tubului de dren 0,065 m

	DrenVSubIr	Espadren	$V_{DrenVSubIr}/V_{Espadren}$
L(m)	1,15336	2,18	0,529064
h_0 (m)	0,15381	0,5496	0,279858
h_v (m)	0,2220	0,2220	1
h_r (m)	-0,00283	-0,1716	0,016492
h_i (m)	0,22703	-	-
A	1,99987	2	0,999935

Tabel 6.137 Sere Lovrin, Jud. Timiș, diametrul tubului de dren 0,08 m

	DrenVSubIr	Espadren	$V_{DrenVSubIr}/V_{Espadren}$
L(m)	1,14515	2,31	0,495736
h_0 (m)	0,15163	0,6174	0,245594
h_v (m)	0,2220	0,2220	1
h_r (m)	-0,03082	-0,2394	0,128739
h_i (m)	0,25719	-	-
a	1,99987	2	0,999935

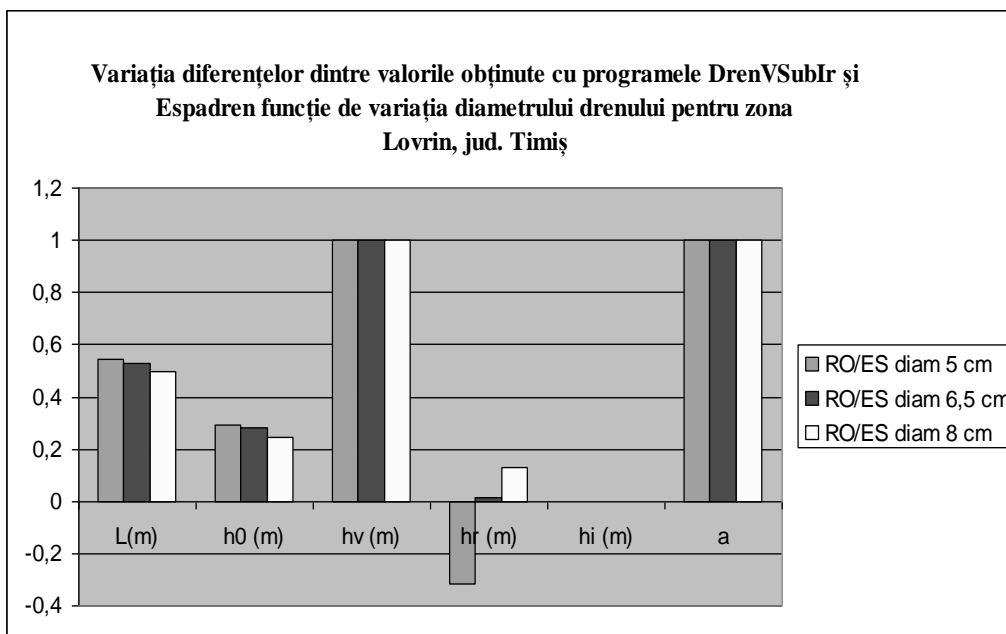


Fig. 6.44 Variația diferențelor dintre valorile obținute cu programele DrenVSubIr și Espadren funcție de variația diametrului drenului pentru zona Ticvanu Mare, jud. Caraș-Severin

Cele două programe utilizate pentru comparațiile realizate mai sus, DrenVSubIr respectiv Espadren, reprezintă programe noi în domeniul proiectării drenajelor.

Pentru calculul distanței între drenuri, am ales metoda Ernst, cazul profilului cu două strate de sol, planul de separare fiind sub linia drenurilor.

Pentru situațiile abordate mai sus, cazul județelor Caraș-Severin și Timiș, programul din România a calculat și pierderile de sarcină la intrarea apei în dren deși formulele propuse de Ernst nu prevăd necesitatea calculării acestui termen.

În general valorile obținute la calculul distanței între drenuri cu ajutorul Espadren au fost mai mari decât cele calculate cu DrenVSubIr, diferențele fiind mai mici (între 10 și 15%) în cazul solurilor cu K mare respectiv mari și foarte mari (40 – 50%) în cazul solurilor cu K foarte mic.

Deasemenea, referindu-ne tot la cazul solurilor cu K foarte mic (sub 0,15 m/zi) se observă ca maximum distanței între drenuri calculat cu DrenVSubIr se obține pentru diametrul de 0,065 m în timp ce, calculele efectuate cu Espadren, indică o creștere a distanței între drenuri, de la diametrul de 0,05 m la cel de 0,08 m.

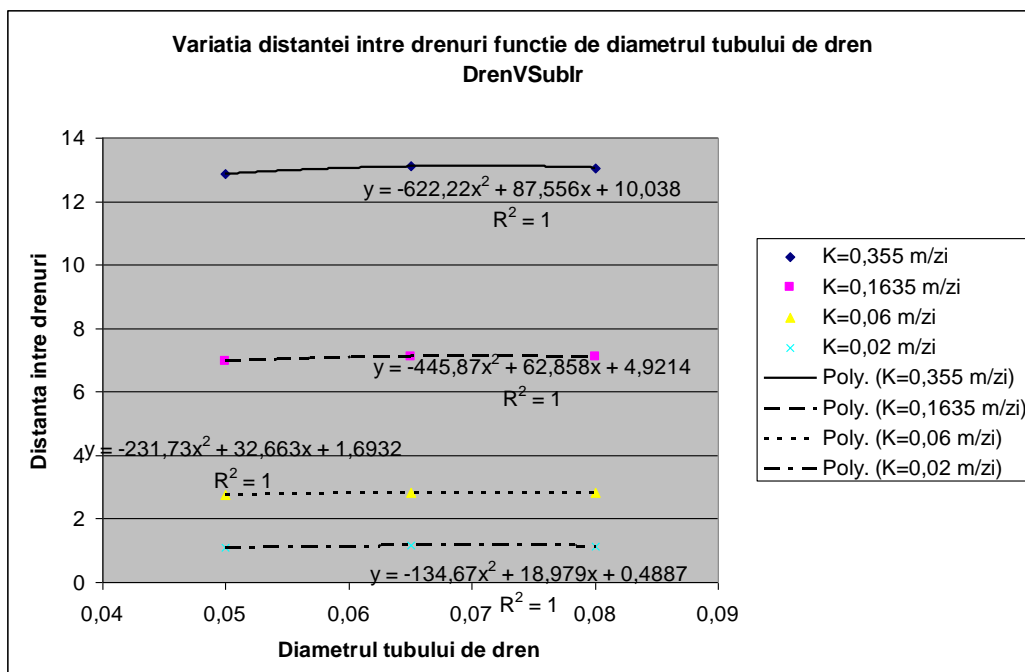


Fig. 6.45 Variația distanței între drenuri funcție de diametrul tubului de dren pentru județul Timiș, calculate cu programul DrenVSubIr

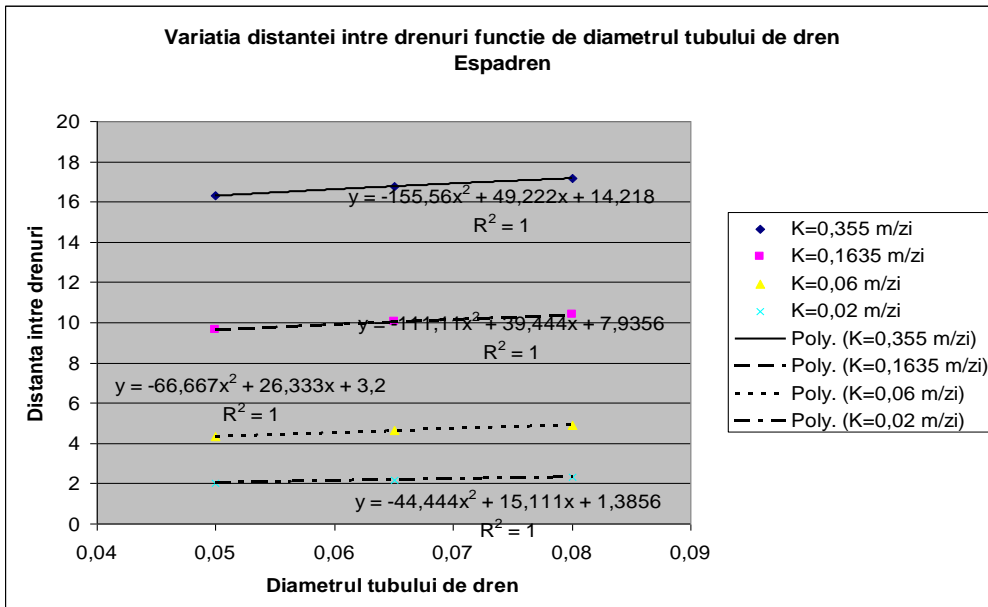


Fig. 6.46 Variația distanței între drenuri funcție de diametrul tubului de dren pentru județul Timiș, calculate cu programul DrenVSubIr

Diferențe foarte mari au fost sesizate și în cazul pierderilor de sarcină orizontale și mai ales a celor radiale, în special în cazul solurilor cu K foarte mic, diferențe ce au ajuns să varieze între 75% și respectiv 90%. Ponderile pierderilor de sarcină orizontale, verticale, radiale și la intrare în cadrul pierderilor de sarcină totale, funcție de diametrul tubului de dren și tipul programului utilizat la calculul acestora, sunt prezentate în continuare pentru cele două județe analizate.

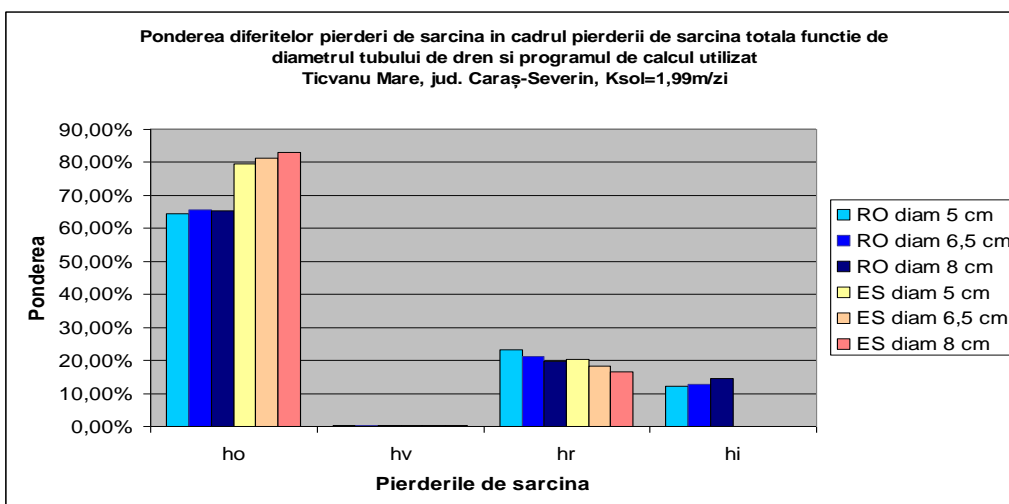


Fig. 6.47 Ponderele diferitelor pierderi de sarcină în cadrul pierderii de sarcină totale funcție de diametrul tubului de dren și programul de calcul utilizat

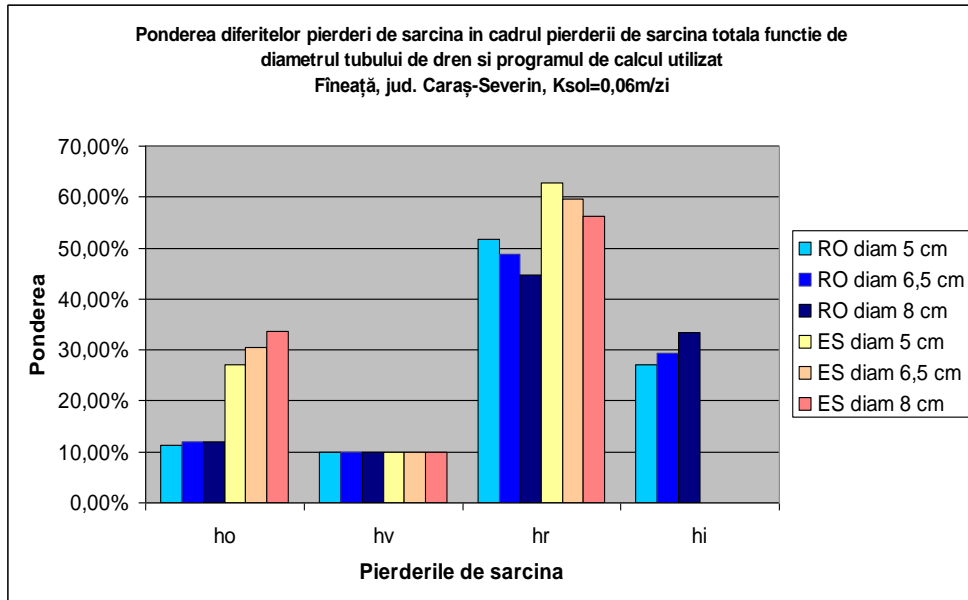


Fig. 6.48 Pondereea diferitelor pierderi de sarcină în cadrul pierderii de sarcină totale functie de diametrul tubului de dren si programul de calcul utilizat

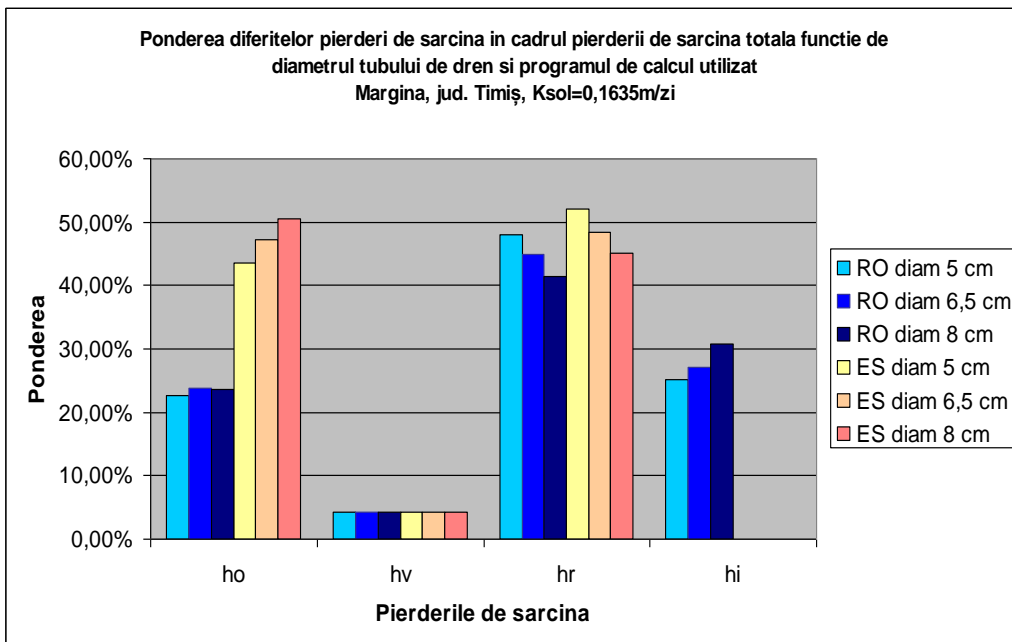


Fig. 6.49 Pondereea diferitelor pierderi de sarcină în cadrul pierderii de sarcină totale functie de diametrul tubului de dren si programul de calcul utilizat

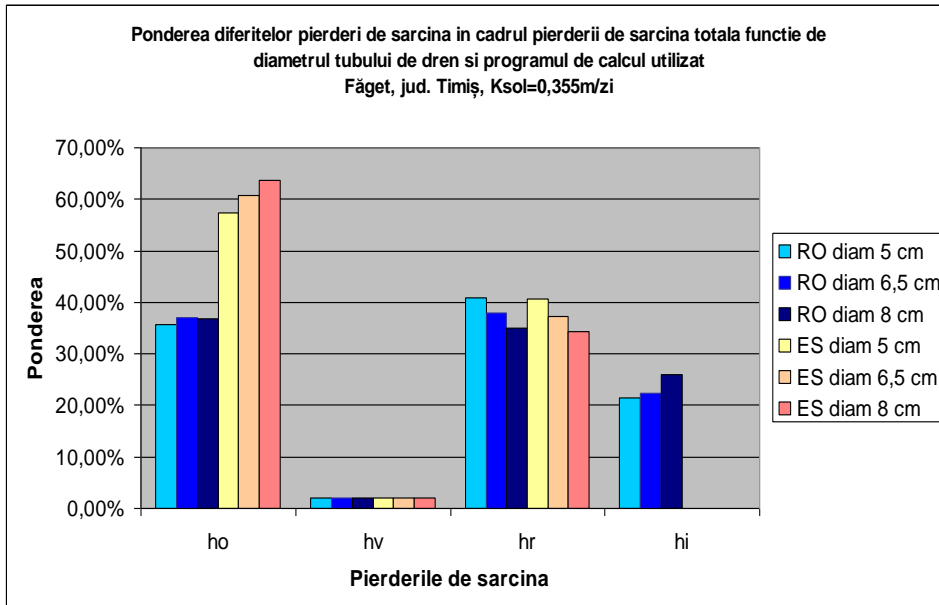


Fig. 6.50 Ponderea diferitelor pierderi de sarcină în cadrul pierderii de sarcină totală functie de diametrul tubului de dren și programul de calcul utilizat

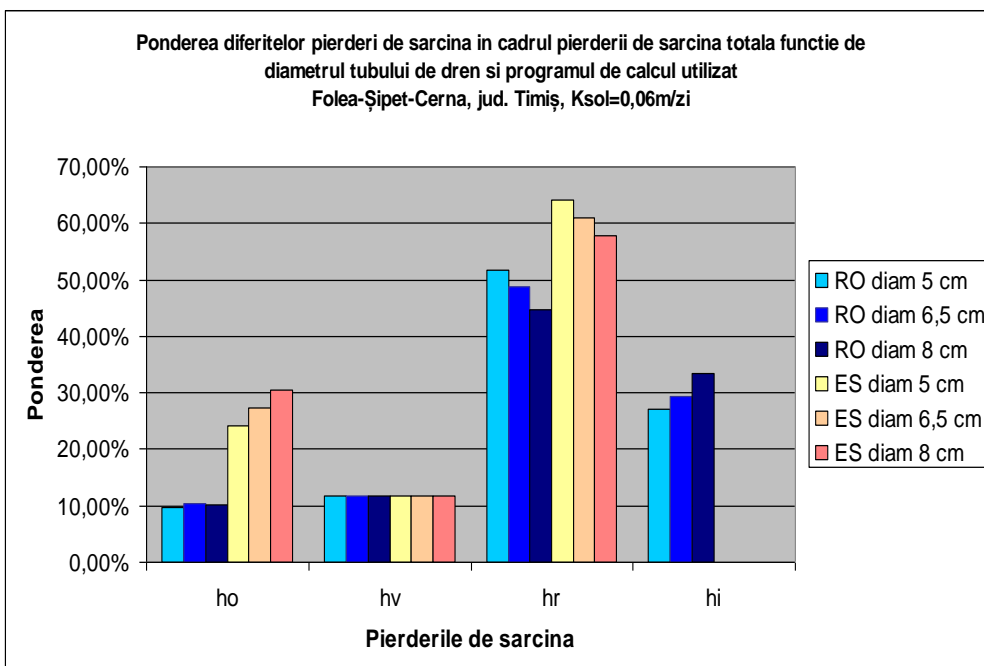


Fig. 6.51 Ponderea diferitelor pierderi de sarcină în cadrul pierderii de sarcină totală functie de diametrul tubului de dren și programul de calcul utilizat

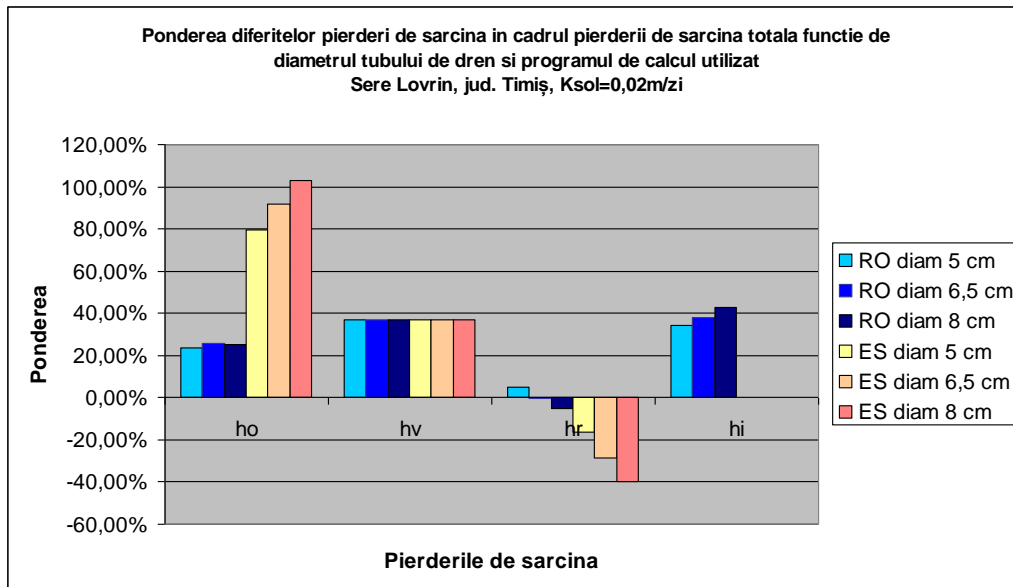


Fig. 6.52 Ponderea diferitelor pierderi de sarcină în cadrul pierderii de sarcină totale functie de diametrul tubului de dren si programul de calcul utilizat

6.6 Evaluarea debitului drenat functie de distanta între drenuri si determinarea diametrelor optime ale tuburilor de dren functie de debitul drenat

6.6.1 Evaluarea debitului drenat functie de distanta între drenuri si determinarea diametrelor optime ale tuburilor de dren folosind modulul DrainSpace din cadrul programului WaSim

Principiul de rulare precum si datele necesare precum si rezultatele oferite de acest modul DrainSpace au fost prezentate in cadrul subcapitolului 6.3

In cadrul acestui subcapitol vor fi utilizate date obtinute din studiul drenajelor corespunzatoare celor 6 judete:

- Caras-Severin,
- Timis,
- Arad,
- Bihor,
- Satu Mare
- Maramures.

Foia de lucru a DrainSpace pentru calculul debitului descarcat si a altor parametrii este:

The screenshot shows the 'Discharge Calculator' and 'Pipe Design Parameters' sections of the DrainSpace software. The 'Discharge Calculator' section has input fields for Drainage Spacing (m) set to 45, Field Length (m) set to 200, and Drainage Coefficient (mm/day) set to 7.0. An 'Evaluate' button is present. The 'Discharge' field shows a result of 0,73 (l/s). The 'Pipe Design Parameters' section has input fields for Discharge (l/s), Pipe Inside Diameter (mm) set to 80, Hydraulic Gradient set to 0,0010, and Roughness (n) set to 0,016. There are radio buttons for 'Choose parameter to be evaluated' and a 'Run' button.

Fig. 6.53 Foaia de lucru a DrainSpace pentru calculul debitului descarcat și a altor parametri

Drainage Spacing (m) – distanța dintre drenuri

Field length (m) – lungimea drenurilor

Drainage coefficient (mm/day) – debitul specific de drenaj (mm/zi)

Discharge – debitul descarcat (l/s)

Pipe Inside Diameter (mm) – diametrul interior al tubului de dren

Hydraulic Gradient – panta drenurilor

Roughness (n) – rugozitatea

Choose parameter to be evaluated – alegerea parametrului pentru evaluare

În partea inferioară a ferestrei se pot calcula: debitul descarcat (se cunosc diametrul interior al tubului de dren, gradientul hidraulic, rugozitatea), Diametrul interior al tubului de dren [mm] (se cunosc debitul descarcat, gradientul hidraulic, rugozitatea), Gradientul hidraulic (se cunosc debitul descarcat, diametrul interior al tubului de dren, rugozitatea) respectiv rugozitatea (se cunosc debitul descarcat, diametrul interior al tubului de dren, gradientul hidraulic).

Fereastra cu rezultatele rulării programului DrainSpace arată astfel :

The screenshot shows the 'View Pipe Design Results' window with an 'Exit View Results' button. It contains two tables: 'Uniform Flow Pipe Design Parameters (Transport Pipe Lines)' and 'Non-Uniform Flow Pipe Design Parameters (Draining Pipe Lines)'. Both tables have columns for Run, Discharge (l/s), Pipe Diameter (mm), Slope, Manning's n, and Safety (%).

Uniform Flow Pipe Design Parameters (Transport Pipe Lines)					
Run	Discharge (l/s)	Pipe Diameter (mm)	Slope	Manning's n	Safety (%)
1	0,21	50	0,0010	0,016	
2	0,42	65	0,0010	0,016	
3	0,73	80	0,0010	0,016	
4	0,73	80	0,0010	0,016	

Non-Uniform Flow Pipe Design Parameters (Draining Pipe Lines)					
Run	Discharge (l/s)	Pipe Diameter (mm)	Slope	Manning's n	Safety (%)
1	0,12	50	0,0010	0,016	
2	0,24	65	0,0010	0,016	
3	0,42	80	0,0010	0,016	
4	0,73	98	0,0010	0,016	

Fig. 6.54 Fereastra cu rezultatele rulării programului DrainSpace

Calculule pot fi realizate atat pentru curgerea uniforma in tuburi (cazul liniilor de tuburi care transporta apa) respectiv pentru curgerea in regim neuniform (cazul liniilor de tuburi drenante). Valorile in culoare rosie reprezinta valori calculate in timp ce valorile in culoare neagra reprezinta valori introduse de utilizator.

Județul Caraș-Severin

1. Ticvanu Mare

Tabelul 6.138

Calculul debitului descarcat						
Distanța dintre drenuri (m)		45	Debitul descarcat (l/s) 0,91			
Lungimea drenurilor (m)		200				
Debitul specific de drenaj (mm)/zi		7				
Parametrii proiectării tuburilor de dren				Alegerea parametrului care se dorește a fi evaluat (calculat)		
Debitul descarcat (l/s)			X			
Diametrul interior al tubului de dren (mm)		80				
Panta drenurilor		0,001				
Rugozitatea		0,016				
Parametrii proiectării tubului de dren pentru cazul regimului scurgerii neuniforme						
Nr. Crt.	Debitul descarcat (l/s)	Diametrul interior al tubului de dren (mm)	Panta	Rugozitatea	Coeficient de siguranță	
1	0,21	50	0,001	0,016		
2	0,42	65	0,001	0,016		
3	0,73	80	0,001	0,016		
4	0,91	87	0,001	0,016		
Parametrii proiectării tubului de dren pentru cazul regimului scurgerii uniforme						
Nr. Crt.	Debitul descarcat (l/s)	Diametrul interior al tubului de dren (mm)	Panta	Rugozitatea	Coeficient de siguranță	
1	0,12	50	0,001	0,016		
2	0,24	65	0,001	0,016		
3	0,42	80	0,001	0,016		
4	0,91	107	0,001	0,016		

2. Fineata

Tabelul 6.139

Calculul debitului descarcat						
Distanța dintre drenuri (m)		5	Debitul descarcat (l/s) 0,1			
Lungimea drenurilor (m)		250				
Debitul specific de drenaj (mm)/zi		7				
Parametrii proiectării tuburilor de dren				Alegerea parametrului care se dorește a fi evaluat (calculat)		
Debitul descarcat (l/s)			X			
Diametrul interior al tubului de dren (mm)		80				
Panta		0,001				
Rugozitatea		0,016				
Parametrii proiectării tubului de dren pentru cazul regimului scurgerii neuniforme						

380 Programe de proiectare specializate pentru rețele de desecare-drenaj - 6

Nr. Crt.	Debitul descarcat (l/s)	Diametrul interior al tubului de dren (mm)	Panta	Rugozitatea	Coeficient de siguranta
1	0,21	50	0,001	0,016	
2	0,42	65	0,001	0,016	
3	0,73	80	0,001	0,016	
4	0,1	38	0,001	0,016	
Parametrii proiectarii tubului de dren pentru cazul regimului scurgerii uniforme					
Nr. Crt.	Debitul descarcat (l/s)	Diametrul interior al tubului de dren (mm)	Panta	Rugozitatea	Coeficient de siguranta
1	0,12	50	0,001	0,016	
2	0,24	65	0,001	0,016	
3	0,42	80	0,001	0,016	
4	0,01	47	0,001	0,016	

B. Judetul Timis

1. Margina

Tabelul 6.140

Calculul debitului descarcat					
Distanța dintre drenuri (m)	10	Debitul descarcat (l/s)	0,2		
Lungimea drenurilor (m)	250				
Debitul specific de drenaj (mm)/zi	7				
Parametrii proiectarii tuburilor de dren			Alegerea parametrului care se dorește a fi evaluat (calculat)		
Debitul descarcat (l/s)		X			
Diametrul interior al tubului de dren (mm)	80				
Panta	0,001				
Rugozitatea	0,016				
Parametrii proiectarii tubului de dren pentru cazul regimului scurgerii neuniforme					
Nr. Crt.	Debitul descarcat (l/s)	Diametrul interior al tubului de dren (mm)	Panta	Rugozitatea	Coeficient de siguranta
1	0,21	50	0,001	0,016	
2	0,42	65	0,001	0,016	
3	0,73	80	0,001	0,016	
4	0,20	49	0,001	0,016	
Parametrii proiectarii tubului de dren pentru cazul regimului scurgerii uniforme					
Nr. Crt.	Debitul descarcat (l/s)	Diametrul interior al tubului de dren (mm)	Panta	Rugozitatea	Coeficient de siguranta
1	0,12	50	0,001	0,016	
2	0,24	65	0,001	0,016	
3	0,42	80	0,001	0,016	
4	0,20	60	0,001	0,016	

2. Făget

Tabelul 6.141

Calculul debitului descarcat	
------------------------------	--

Distanța dintre drenuri (m)		15	Debitul descărcat (l/s) 0,3			
Lungimea drenurilor (m)		250				
Debitul specific de drenaj (mm)/zi		7				
Parametrii proiectării tuburilor de dren				Alegerea parametrului care se dorește a fi evaluat (calculat)		
Debitul descărcat (l/s)			X			
Diametrul interior al tubului de dren (mm)		80				
Panta		0,001				
Rugozitatea		0,016				
Parametrii proiectării tubului de dren pentru cazul regimului scurgerii neuniforme						
Nr. Crt.	Debitul descărcat (l/s)	Diametrul interior al tubului de dren (mm)	Panta	Rugozitatea	Coeficient de siguranță	
1	0,21	50	0,001	0,016		
2	0,42	65	0,001	0,016		
3	0,73	80	0,001	0,016		
4	0,30	57	0,001	0,016		
Parametrii proiectării tubului de dren pentru cazul regimului scurgerii uniforme						
Nr. Crt.	Debitul descărcat (l/s)	Diametrul interior al tubului de dren (mm)	Panta	Rugozitatea	Coeficient de siguranță	
1	0,12	50	0,001	0,016		
2	0,24	65	0,001	0,016		
3	0,42	80	0,001	0,016		
4	0,3	70	0,001	0,016		

3. Folea-Sipet

Tabelul 6.142

Calculul debitului descărcat						
Distanța dintre drenuri (m)		5	Debitul descărcat (l/s) 0,1			
Lungimea drenurilor (m)		250				
Debitul specific de drenaj (mm)/zi		7				
Parametrii proiectării tuburilor de dren				Alegerea parametrului care se dorește a fi evaluat (calculat)		
Debitul descărcat (l/s)			X			
Diametrul interior al tubului de dren (mm)		80				
Panta		0,001				
Rugozitatea		0,016				
Parametrii proiectării tubului de dren pentru cazul regimului scurgerii neuniforme						
Nr. Crt.	Debitul descărcat (l/s)	Diametrul interior al tubului de dren (mm)	Panta	Rugozitatea	Coeficient de siguranță	
1	0,21	50	0,001	0,016		
2	0,42	65	0,001	0,016		
3	0,73	80	0,001	0,016		
4	0,10	38	0,001	0,016		
Parametrii proiectării tubului de dren pentru cazul regimului scurgerii uniforme						

382 Programe de proiectare specializate pentru rețele de desecare-drenaj - 6

Nr. Crt.	Debitul descarcat (l/s)	Diametrul interior al tubului de dren (mm)	Panta	Rugozitatea	Coeficient de siguranta
1	0,12	50	0,001	0,016	
2	0,24	65	0,001	0,016	
3	0,42	80	0,001	0,016	
4	0,10	47	0,001	0,016	

4. Sere Lovrin

Tabelul 6.143

Calculul debitului descarcat					
Distanța dintre drenuri (m)		5	Debitul descarcat (l/s)		
Lungimea drenurilor (m)		250	0,11		
Debitul specific de drenaj (mm)/zi		7,4			
Parametrii proiectării tuburilor de dren				Alegerea parametrului care se dorește a fi evaluat (calculat)	
Debitul descarcat (l/s)			X		
Diametrul interior al tubului de dren (mm)		80			
Panta		0,001			
Rugozitatea		0,016			
Parametrii proiectării tubului de dren pentru cazul regimului scurgerii neuniforme					
Nr. Crt.	Debitul descarcat (l/s)	Diametrul interior al tubului de dren (mm)	Panta	Rugozitatea	Coeficient de siguranta
1	0,21	50	0,001	0,016	
2	0,42	65	0,001	0,016	
3	0,73	80	0,001	0,016	
4	0,11	39	0,001	0,016	
Parametrii proiectării tubului de dren pentru cazul regimului scurgerii uniforme					
Nr. Crt.	Debitul descarcat (l/s)	Diametrul interior al tubului de dren (mm)	Panta	Rugozitatea	Coeficient de siguranta
1	0,12	50	0,001	0,016	
2	0,24	65	0,001	0,016	
3	0,42	80	0,001	0,016	
4	0,11	48	0,001	0,016	

C. Județul Arad

1. Felnac I

Tabelul 6.144

Calculul debitului descarcat					
Distanța dintre drenuri (m)		5	Debitul descarcat (l/s)		
Lungimea drenurilor (m)		250	0,1		
Debitul specific de drenaj (mm)/zi		7			
Parametrii proiectării tuburilor de dren				Alegerea parametrului care se dorește a fi evaluat (calculat)	
Debitul descarcat (l/s)			X		
Diametrul interior al tubului de dren (mm)		80			
Panta		0,001			

Rugozitatea		0,016			
Parametrii proiectarii tubului de dren pentru cazul regimului scurgerii neuniforme					
Nr. Crt.	Debitul descarcat (l/s)	Diametrul interior al tubului de dren (mm)	Panta	Rugozitatea	Coeficient de siguranta
1	0,21	50	0,001	0,016	
2	0,42	65	0,001	0,016	
3	0,73	80	0,001	0,016	
4	0,10	38	0,001	0,016	
Parametrii proiectarii tubului de dren pentru cazul regimului scurgerii uniforme					
Nr. Crt.	Debitul descarcat (l/s)	Diametrul interior al tubului de dren (mm)	Panta	Rugozitatea	Coeficient de siguranta
1	0,12	50	0,001	0,016	
2	0,24	65	0,001	0,016	
3	0,42	80	0,001	0,016	
4	0,10	47	0,001	0,016	

2. Felnac II
Tabelul 6.145

Calculul debitului descarcat					
Distanța dintre drenuri (m)	10	Debitul descarcat (l/s) 0,2			
Lungimea drenurilor (m)	250				
Debitul specific de drenaj (mm)/zi	7				
Parametrii proiectarii tuburilor de dren			Alegerea parametrului care se dorește a fi evaluat (calculat)		
Debitul descarcat (l/s)		X			
Diametrul interior al tubului de dren (mm)	80				
Panta	0,001				
Rugozitatea	0,016				
Parametrii proiectarii tubului de dren pentru cazul regimului scurgerii neuniforme					
Nr. Crt.	Debitul descarcat (l/s)	Diametrul interior al tubului de dren (mm)	Panta	Rugozitatea	Coeficient de siguranta
1	0,21	50	0,001	0,016	
2	0,42	65	0,001	0,016	
3	0,73	80	0,001	0,016	
4	0,20	49	0,001	0,016	
Parametrii proiectarii tubului de dren pentru cazul regimului scurgerii uniforme					
Nr. Crt.	Debitul descarcat (l/s)	Diametrul interior al tubului de dren (mm)	Panta	Rugozitatea	Coeficient de siguranta
1	0,12	50	0,001	0,016	
2	0,24	65	0,001	0,016	
3	0,42	80	0,001	0,016	
4	0,20	60	0,001	0,016	

D. Judetul Bihor
1. Cheresig – Santaul Mare

Tabelul 6.146

Calculul debitului descarcăt							
Distanța dintre drenuri (m)		5	Debitul descarcăt (l/s) 0,1				
Lungimea drenurilor (m)		250					
Debitul specific de drenaj (mm)/zi		7					
Parametrii proiectării tuburilor de dren			Alegerea parametrului care se dorește a fi evaluat (calculat)				
Debitul descarcăt (l/s)						X	
Diametrul interior al tubului de dren (mm)		80					
Panta		0,001					
Rugozitatea		0,016					
Parametrii proiectării tubului de dren pentru cazul regimului scurgerii neuniforme							
Nr. Crt.	Debitul descarcăt (l/s)	Diametrul interior al tubului de dren (mm)	Panta	Rugozitatea	Coeficient de siguranța		
1	0,21	50	0,001	0,016			
2	0,42	65	0,001	0,016			
3	0,73	80	0,001	0,016			
4	0,10	38	0,001	0,016			
Parametrii proiectării tubului de dren pentru cazul regimului scurgerii uniforme							
Nr. Crt.	Debitul descarcăt (l/s)	Diametrul interior al tubului de dren (mm)	Panta	Rugozitatea	Coeficient de siguranța		
1	0,12	50	0,001	0,016			
2	0,24	65	0,001	0,016			
3	0,42	80	0,001	0,016			
4	0,10	47	0,001	0,016			

2. Ciameghiu

Tabelul 6.147

Calculul debitului descarcăt							
Distanța dintre drenuri (m)		5	Debitul descarcăt (l/s) 0,1				
Lungimea drenurilor (m)		250					
Debitul specific de drenaj (mm)/zi		7					
Parametrii proiectării tuburilor de dren			Alegerea parametrului care se dorește a fi evaluat (calculat)				
Debitul descarcăt (l/s)						X	
Diametrul interior al tubului de dren (mm)		80					
Panta		0,001					
Rugozitatea		0,016					
Parametrii proiectării tubului de dren pentru cazul regimului scurgerii neuniforme							
Nr. Crt.	Debitul descarcăt (l/s)	Diametrul interior al tubului de dren (mm)	Panta	Rugozitatea	Coeficient de siguranța		
1	0,21	50	0,001	0,016			
2	0,42	65	0,001	0,016			
3	0,73	80	0,001	0,016			
4	0,10	38	0,001	0,016			
Parametrii proiectării tubului de dren pentru cazul regimului scurgerii uniforme							
Nr.	Debitul	Diametrul interior	Panta	Rugozitatea	Coeficient		

Crt.	descarcăt (l/s)	al tubului de dren (mm)			de siguranță
1	0,12	50	0,001	0,016	
2	0,24	65	0,001	0,016	
3	0,42	80	0,001	0,016	
4	0,10	47	0,001	0,016	

E. Județul Satu Mare

1. Turulung – Ghetca Mare

Tabelul 6.148

Calculul debitului descarcăt					
Distanța dintre drenuri (m)		10	Debitul descarcăt (l/s)		
Lungimea drenurilor (m)		250	0,2		
Debitul specific de drenaj (mm)/zi		7			
Parametrii proiectării tuburilor de dren				Alegerea parametrului care se dorește a fi evaluat (calculat)	
Debitul descarcăt (l/s)			X		
Diametrul interior al tubului de dren (mm)		80			
Panta		0,001			
Rugozitatea		0,016			
Parametrii proiectării tubului de dren pentru cazul regimului scurgerii neuniforme					
Nr. Crt.	Debitul descarcăt (l/s)	Diametrul interior al tubului de dren (mm)	Panta	Rugozitatea	Coefficient de siguranță
1	0,73	80	0,001	0,016	
2	0,20	49	0,001	0,016	
Parametrii proiectării tubului de dren pentru cazul regimului scurgerii uniforme					
Nr. Crt.	Debitul descarcăt (l/s)	Diametrul interior al tubului de dren (mm)	Panta	Rugozitatea	Coefficient de siguranță
1	0,42	80	0,001	0,016	
2	0,20	60	0,001	0,016	

2. Carei – Tiream

Tabelul 6.149

Calculul debitului descarcăt					
Distanța dintre drenuri (m)		5	Debitul descarcăt (l/s)		
Lungimea drenurilor (m)		250	0,1		
Debitul specific de drenaj (mm)/zi		7			
Parametrii proiectării tuburilor de dren				Alegerea parametrului care se dorește a fi evaluat (calculat)	
Debitul descarcăt (l/s)			X		
Diametrul interior al tubului de dren (mm)		80			
Panta		0,001			
Rugozitatea		0,016			
Parametrii proiectării tubului de dren pentru cazul regimului scurgerii neuniforme					
Nr. Crt.	Debitul descarcăt (l/s)	Diametrul interior al tubului de dren	Panta	Rugozitatea	Coefficient de

		(mm)			siguranta
1	0,21	50	0,001	0,016	
2	0,10	38	0,001	0,016	
Parametrii proiectarii tubului de dren pentru cazul regimului scurgerii uniforme					
Nr. Crt.	Debitul descarcat (l/s)	Diametrul interior al tubului de dren (mm)	Panta	Rugozitatea	Coeficient de siguranta
1	0,12	50	0,001	0,016	
2	0,10	47	0,001	0,016	

F. Judetul Maramures

1. Ulmeni

Tabelul 6.150

Calculul debitului descarcat					
Distanța dintre drenuri (m)	5	Debitul descarcat (l/s) 0,1			
Lungimea drenurilor (m)	250				
Debitul specific de drenaj (mm)/zi	7				
Parametrii proiectarii tuburilor de dren		Alegerea parametrului care se dorește a fi evaluat (calculat)			
Debitul descarcat (l/s)		X			
Diametrul interior al tubului de dren (mm)	80				
Panta	0,001				
Rugozitatea	0,016				
Parametrii proiectarii tubului de dren pentru cazul regimului scurgerii neuniforme					
Nr. Crt.	Debitul descarcat (l/s)	Diametrul interior al tubului de dren (mm)	Panta	Rugozitatea	Coeficient de siguranta
1	0,73	80	0,001	0,016	
2	0,10	38	0,001	0,016	
Parametrii proiectarii tubului de dren pentru cazul regimului scurgerii uniforme					
Nr. Crt.	Debitul descarcat (l/s)	Diametrul interior al tubului de dren (mm)	Panta	Rugozitatea	Coeficient de siguranta
1	0,42	50	0,001	0,016	
2	0,10	47	0,001	0,016	

2. Salsig

Tabelul 6.151

Calculul debitului descarcat					
Distanța dintre drenuri (m)	5	Debitul descarcat (l/s) 0,1			
Lungimea drenurilor (m)	250				
Debitul specific de drenaj (mm)/zi	7				
Parametrii proiectarii tuburilor de dren		Alegerea parametrului care se dorește a fi evaluat (calculat)			
Debitul descarcat (l/s)		X			
Diametrul interior al tubului de dren (mm)	80				
Panta	0,001				
Rugozitatea	0,016				

Parametrii proiectării tubului de dren pentru cazul regimului scurgerii neuniforme					
Nr. Crt.	Debitul descărcat (l/s)	Diametrul interior al tubului de dren (mm)	Panta	Rugozitatea	Coeficient de siguranță
1	0,73	80	0,001	0,016	
2	0,10	38	0,001	0,016	
Parametrii proiectării tubului de dren pentru cazul regimului scurgerii uniforme					
Nr. Crt.	Debitul descărcat (l/s)	Diametrul interior al tubului de dren (mm)	Panta	Rugozitatea	Coeficient de siguranță
1	0,42	50	0,001	0,016	
2	0,10	47	0,001	0,016	

3. Tamaia

Tabelul 6.152

Calculul debitului descărcat								
Distanța dintre drenuri (m)		5	Debitul descărcat (l/s) 0,1					
Lungimea drenurilor (m)		250						
Debitul specific de drenaj (mm)/zi		7						
Parametrii proiectării tuburilor de dren			Alegerea parametrului care se dorește a fi evaluat (calculat)					
Debitul descărcat (l/s)						X		
Diametrul interior al tubului de dren (mm)		80						
Panta		0,001						
Rugozitatea		0,016						
Parametrii proiectării tubului de dren pentru cazul regimului scurgerii neuniforme								
Nr. Crt.	Debitul descărcat (l/s)	Diametrul interior al tubului de dren (mm)	Panta	Rugozitatea	Coeficient de siguranță			
1	0,73	80	0,001	0,016				
2	0,10	38	0,001	0,016				
Parametrii proiectării tubului de dren pentru cazul regimului scurgerii uniforme								
Nr. Crt.	Debitul descărcat (l/s)	Diametrul interior al tubului de dren (mm)	Panta	Rugozitatea	Coeficient de siguranță			
1	0,42	50	0,001	0,016				
2	0,10	47	0,001	0,016				

4. Satu-Lung

Tabelul 6.153

Calculul debitului descărcat								
Distanța dintre drenuri (m)		5	Debitul descărcat (l/s) 0,1					
Lungimea drenurilor (m)		250						
Debitul specific de drenaj (mm)/zi		7						
Parametrii proiectării tuburilor de dren			Alegerea parametrului care se dorește a fi evaluat (calculat)					
Debitul descărcat (l/s)						X		
Diametrul interior al tubului de dren (mm)		80						
Panta		0,001						

388 Programe de proiectare specializate pentru rețele de desecare-drenaj - 6

Rugozitatea		0,016			
Parametrii proiectării tubului de dren pentru cazul regimului scurgerii neuniforme					
Nr. Crt.	Debitul descărcat (l/s)	Diametrul interior al tubului de dren (mm)	Panta	Rugozitatea	Coeficient de siguranță
1	0,73	80	0,001	0,016	
2	0,10	38	0,001	0,016	
Parametrii proiectării tubului de dren pentru cazul regimului scurgerii uniforme					
Nr. Crt.	Debitul descărcat (l/s)	Diametrul interior al tubului de dren (mm)	Panta	Rugozitatea	Coeficient de siguranță
1	0,42	50	0,001	0,016	
2	0,10	47	0,001	0,016	

5. Pribilești

Tabelul 6.154

Calculul debitului descărcat					
Distanța dintre drenuri (m)		5	Debitul descărcat (l/s) 0,1		
Lungimea drenurilor (m)		250			
Debitul specific de drenaj (mm)/zi		7			
Parametrii proiectării tuburilor de dren				Alegerea parametrului care se dorește a fi evaluat (calculat)	
Debitul descărcat (l/s)			X		
Diametrul interior al tubului de dren (mm)		80			
Panta		0,001			
Rugozitatea		0,016			
Parametrii proiectării tubului de dren pentru cazul regimului scurgerii neuniforme					
Nr. Crt.	Debitul descărcat (l/s)	Diametrul interior al tubului de dren (mm)	Panta	Rugozitatea	Coeficient de siguranță
1	0,73	80	0,001	0,016	
2	0,10	38	0,001	0,016	
Parametrii proiectării tubului de dren pentru cazul regimului scurgerii uniforme					
Nr. Crt.	Debitul descărcat (l/s)	Diametrul interior al tubului de dren (mm)	Panta	Rugozitatea	Coeficient de siguranță
1	0,42	50	0,001	0,016	
2	0,10	47	0,001	0,016	

6. Suci de Jos

Tabelul 6.155

Calculul debitului descărcat					
Distanța dintre drenuri (m)		5	Debitul descărcat (l/s) 0,1		
Lungimea drenurilor (m)		250			
Debitul specific de drenaj (mm)/zi		7			
Parametrii proiectării tuburilor de dren				Alegerea parametrului care se dorește a fi evaluat (calculat)	
Debitul descărcat (l/s)			X		
Diametrul interior al tubului de dren (mm)		80			

Panta		0,001			
Rugozitatea		0,016			
Parametrii proiectarii tubului de dren pentru cazul regimului scurgerii neuniforme					
Nr. Crt.	Debitul descarcat (l/s)	Diametrul interior al tubului de dren (mm)	Panta	Rugozitatea	Coeficient de siguranta
1	0,73	80	0,001	0,016	
2	0,10	38	0,001	0,016	
Parametrii proiectarii tubului de dren pentru cazul regimului scurgerii uniforme					
Nr. Crt.	Debitul descarcat (l/s)	Diametrul interior al tubului de dren (mm)	Panta	Rugozitatea	Coeficient de siguranta
1	0,42	50	0,001	0,016	
2	0,10	47	0,001	0,016	

7. Scalaseni

Tabelul 6.156

Calculul debitului descarcat						
Distanța dintre drenuri (m)		5	Debitul descarcat (l/s) 0,1			
Lungimea drenurilor (m)		250				
Debitul specific de drenaj (mm)/zi		7				
Parametrii proiectarii tuburilor de dren			Alegerea parametrului care se dorește a fi evaluat (calculat)			
Debitul descarcat (l/s)						X
Diametrul interior al tubului de dren (mm)		80				
Panta		0,001				
Rugozitatea		0,016				
Parametrii proiectarii tubului de dren pentru cazul regimului scurgerii neuniforme						
Nr. Crt.	Debitul descarcat (l/s)	Diametrul interior al tubului de dren (mm)	Panta	Rugozitatea	Coeficient de siguranta	
1	0,73	80	0,001	0,016		
2	0,10	38	0,001	0,016		
Parametrii proiectarii tubului de dren pentru cazul regimului scurgerii uniforme						
Nr. Crt.	Debitul descarcat (l/s)	Diametrul interior al tubului de dren (mm)	Panta	Rugozitatea	Coeficient de siguranta	
1	0,42	50	0,001	0,016		
2	0,10	47	0,001	0,016		

6.6.2 Evaluarea debitului drenat functie de distanta intre drenuri si determinarea diametrelor optime ale tuburilor de dren functie de debitul drenat folosind programul Espadren. Exemplu de calcul: judetul Caras-Severin

Judetul Caras-Severin
Ticvanu Mare
Tabel 6.157

DRENURI NETEDE				
<i>Calculul diametrului tubului de dren</i>				
q = 7 mm/zi	L = 45 m	B = 250 m	i = 0,001	
Capacitatea de functionare	Q [m ³ /zi]	Q [l/s]	A [ha]	d [cm]
C = 60%	78,75	0,91	1,1250	7,54
C = 75%	78,75	0,91	1,1250	6,95
C = 100%	78,75	0,91	1,1250	6,25
<i>Calculul ariei drenate</i>				
q = 7 mm/zi	L = 45 m	d = 8 cm	i = 0,001	
Capacitatea de functionare	Q [m ³ /zi]	Q [l/s]	A [ha]	B [m]
C = 60%	93,55	1,08	1,34	296,98
C = 75%	116,94	1,35	1,67	371,23
C = 100%	155,92	1,8	2,23	494,97
DRENURI CORUGATE				
<i>Calculul diametrului tubului de dren</i>				
q = 7 mm/zi	L = 45 m	B = 250 m	i = 0,001	
Capacitatea de functionare	Q [m ³ /zi]	Q [l/s]	A [ha]	d [cm]
C = 60%	78,75	0,91	1,1250	8,16
C = 75%	78,75	0,91	1,1250	7,51
C = 100%	78,75	0,91	1,1250	6,74
<i>Calculul ariei drenate</i>				
q = 7 mm/zi	L = 45 m	d = 8 cm	i = 0,001	
Capacitatea de functionare	Q [m ³ /zi]	Q [l/s]	A [ha]	B [m]
C = 60%	73,96	0,856	1,06	234,79
C = 75%	92,45	1,07	1,32	293,49
C = 100%	123,26	1,43	1,76	391,32

Faneata
Tabel 6.158

DRENURI NETEDE				
<i>Calculul diametrului tubului de dren</i>				
q = 7 mm/zi	L = 5 m	B = 250 m	i = 0,001	
Capacitatea de functionare	Q [m ³ /zi]	Q [l/s]	A [ha]	d [cm]
C = 60%	8,75	0,1	0,125	3,36
C = 75%	8,75	0,1	0,125	3,1
C = 100%	8,75	0,1	0,125	2,78
<i>Calculul ariei drenate</i>				
q = 7 mm/zi	L = 5 m	d = 8 cm	i = 0,001	
Capacitatea de functionare	Q [m ³ /zi]	Q [l/s]	A [ha]	B [m]
C = 60%	93,55	1,08	1,34	2672,84
C = 75%	116,94	1,35	1,67	3341,05
C = 100%	155,92	1,8	2,23	4454,74
DRENURI CORUGATE				

<i>Calculul diametrului tubului de dren</i>				
q = 7 mm/zi	L = 5 m	B = 250 m	i = 0,001	
Capacitatea de functionare	Q [m ³ /zi]	Q [l/s]	A [ha]	d [cm]
C = 60%	8,75	0,1	0,125	3,58
C = 75%	8,75	0,1	0,125	3,29
C = 100%	8,75	0,1	0,125	2,96
<i>Calculul ariei drenate</i>				
q = 7 mm/zi	L = 5 m	d = 8 cm	i = 0,001	
Capacitatea de functionare	Q [m ³ /zi]	Q [l/s]	A [ha]	B [m]
C = 60%	73,96	0,856	1,06	2113,1
C = 75%	92,45	1,07	1,32	2641,38
C = 100%	123,26	1,4267	1,76	3521,84

Pescarie
Tabel 6.159

DRENURI NETEDE				
<i>Calculul diametrului tubului de dren</i>				
q = 7 mm/zi	L = 14 m	B = 250 m	i = 0,001	
Capacitatea de functionare	Q [m ³ /zi]	Q [l/s]	A [ha]	d [cm]
C = 60%	24,5	0,28	0,35	4,91
C = 75%	24,5	0,28	0,35	4,52
C = 100%	24,5	0,28	0,35	4,07
<i>Calculul ariei drenate</i>				
q = 7 mm/zi	L = 14 m	d = 8 cm	i = 0,001	
Capacitatea de functionare	Q [m ³ /zi]	Q [l/s]	A [ha]	B [m]
C = 60%	93,55	1,08	1,34	954,59
C = 75%	116,94	1,35	1,67	1193,23
C = 100%	155,92	1,8	2,23	1590,97
DRENURI CORUGATE				
<i>Calculul diametrului tubului de dren</i>				
q = 7 mm/zi	L = 14 m	B = 250 m	i = 0,001	
Capacitatea de functionare	Q [m ³ /zi]	Q [l/s]	A [ha]	d [cm]
C = 60%	24,5	0,28	0,35	5,27
C = 75%	24,5	0,28	0,35	4,85
C = 100%	24,5	0,28	0,35	4,35
<i>Calculul ariei drenate</i>				
q = 7 mm/zi	L = 14 m	d = 8 cm	i = 0,001	
Capacitatea de functionare	Q [m ³ /zi]	Q [l/s]	A [ha]	B [m]
C = 60%	73,96	0,856	1,06	754,68
C = 75%	92,45	1,07	1,32	943,35
C = 100%	123,26	1,43	1,76	1257,80

6.6.3 Comparatii privind evaluarea debitului drenat functie de distanta intre drenuri si determinarea diametrelor optime ale tuburilor de dren functie de debitul drenat folosind programele Espadren si DrainSpace, cazul judetului Caras-Severin.

Cele doua programe utilizate prezinta anumite diferente referitor la metodele de calcul a debitului drenat.

Programul DrainSpace, primul utilizat in cadrul acestui capitol, ofera posibilitatea determinarii atat a debitului drenat cat si a diametrelor optime ai tuburilor de drenaj, a pantei respectiv a rugozitatii.

Merita mentionat faptul ca acest program abordeaza atat regimul permanent cat si regimul nepermanent.

Programul nu face insa distinctie, prin proceduri de calcul separate, intre drenurile netede si drenurilor corugate.

Spre deosebire de programul mentionat anterior, programul Espadren permite calculul debitului drenat respectiv a ariei drenate functie de diametrul tubului de dren utilizat atat pentru drenuri corugate cat si pentru drenuri netede.

Diferentele obtinute la calcule nu sunt mari, in unele cazuri fiind chiar identice.

Pentru a obtine insa date cat mai apropiate de cazul real se recomanda utilizarea in paralel a ambelor programe si adoptarea unor valori finale bazate pe corelatii intre valorile furnizate de programe dar si tinand cont de experienta utilizatorului (proiectantului).

6.7 Analiza variatiei nivelului freatic si a gradului de salinizare in cadrul drenajului zonelor irigate folosind programe complexe de simulare (programul SaltMod)

6.7.1 Generalitati

Saltmod este un program pentru prognoza salinitatii umiditatii solului, a apei subterane si a apei drenate, adancimii nivelului freatic, a debitului descarcat in zonele irigate utilizand conditii hidrologice si geohidrologice diferite, cu optiuni diverse privind managementul apei inclusiv utilizarea apei subterane pentru irigatii si diverse scheme de rotatie a culturilor.

Optiunile privind managementul apei includ irigatiile, drenajul precum si utilizarea apei din drenaj (de adancime, desecare, drenaj vertical) pentru irigatii. Programul a fost realizat in limbajul Fortran de catre R.J. Oosterbaan si Isabel Pedroso de Lima, din cadrul ILRI.

Programul a fost realizat astfel incat sa poata fi usor utilizat de catre tehnicieni si proiectanti. Acesta utilizeaza valori care sunt in mod general usor disponibile sau care pot fi estimate cu o acuratete suficienta respectiv care pot fi usor masurate.

Prezenta versiune este una extinsa in comparatie cu modelele precedente dar inca mai poate fi imbunatatita. Pentru a obtine o flexibilitate mai mare in urmarirea variatiei nivelului freatic se urmareste combinarea Saltmod cu un model specializat pe variatia adancimii nivelului freatic. O

versiune provizorie a acestei combinatii este disponibila prin programul Sahysmod (Model spatial agro-hidro-salin). Saltmod a fost testat si folosit in mod extins de catre numerosi cercetatori dar si de catre alte categorii profesionale implicate in aceste probleme.

Majoritatea modelelor disponibile pentru apa din sol si transportul solutiei solului (Swatre, Drainmod) se bazeaza pe ecuatia diferentiale a lui Richards referitoare la miscarea apei in soluri nesaturate in combinatie cu diferite ecuatii diferentiale ale dispersiei salinitatii. Modelele cer introducerea unor date referitoare la caracteristicile solului precum relatiile intre continutul de umiditate a solurilor nesaturate, tensiunea apei, conductivitatea hidraulica si dispersivitatea. Aceste relatii prezinta niste limite foarte extinse referitor la variatia termenilor. Modelele utilizeaza etape scurte de timp si necesita cel putin date zilnice referitoare la fenomenele hidrologice.

Saltmod are ca si scop prognoza hidro-salinitatii pe termen lung, in termeni ai trendului general, si mai putin in prognoze exacte ale scurgerii.

In plus, Saltmod ofera optiunea re-utilizarii apei drenate precum si a celei pompate din fantani si le poate lua in considerare pentru actiunile fermierilor ca raspuns la stagnarea apei, salinitatea solului, deficitul de apa si supra-pomparea din acvifer. Deasemenea ofera posibilitatea introducerii sistemelor subterane de drenaj la adancimi variabile si cu capacitati diferite pentru a putea fi optimizate. [127, 128, 129]

Metoda de calcul a Saltmod se bazeaza pe balanta apei pe sezoane pentru terenurile agricole.

Numarul de sezoane (N_s) poate fi ales intre 1 si 4. Aceste pot fi umede, uscate, reci etc. Cu cat numarul de sezoane creste cu atat va fi mai mare si numarul de date necesare pentru rulara programului. Durata fiecarui sezon (T_s) este data in luni unde ($0 < T_s < 12$). Balanta apei nu se calculeaza si nu este prognozata zilnic din urmatoarele motive:

- datele zilnice necesare ar cere informatii suplimentare si care nu pot fi usor obtinute;
- metoda a fost dezvoltata pentru prognoze pe termen lung, si nu zilnice, prognozele sunt mai usor de realizat la nivel sezonier datorita variabilitatii mari a indicatorilor necesari pentru prognozele zilnice;
- chiar daca precizia prognozelor pe termen lung nu este una foarte ridicata, un castig este reprezentat de obtinerea unui trend al valorilor suficient de clar.

Programul utilizeaza componente ale balantei apei sezoniere ca si input-uri. Aceste se refera la hidrologia de suprafata (precipitatiile, evaporatia, irigatiile, utilizarea drenurilor si a fantanilor pentru irigatii, scurgerea de suprafata) dar si la hidrologia acviferelor (infiltratia ascendenta, drenajul natural, pomparea din fantani). Celelalte componente ale balantei apei (percolarea, drenajul subteran, ridicarea capilara) sunt date ca si output-uri. Cantitatea apei drenate, ca si output, este determinata de doi factori si intensitatii drenajului, deasupra si sub nivelul drenurilor, de factorul reducerii drenajului (pentru a simula o operare limitata a sistemului de drenaj) si de inaltimea nivelului freatic rezultat din calculul balantei apei. Variatia factorilor intensitatii drenajului si factorului reducerii drenajului ofera oportunitatea simularii impactului a diferite optiuni a acestui sistem. [127, 128, 129]

Data de introducere pentru irigatii, evapotranspiratie si scurgerea de suprafata trebuie specificate pe sezon pentru trei tipuri de practici agricole, care pot fi alese conform optiunii utilizatorului:

A: teren irigat cu culturi din grupa A

B: teren irigat cu culturi din grupa B

U: teren neirigat sau necultivat

Aceste grupe sunt exprimate în procente din suprafața totală și pot forma diferite combinații de culturi sau pot reprezenta un singur tip de culturi. De asemenea trebuie specificată rotația culturilor

Asolamentul culturilor variază foarte larg în diferite părți ale lumii. Combinații ale procentelor ocupate de fiecare cultură, ale indicilor rotațiilor, cantităților de irigații precum și schimbările în input-urile anuale pot găzdui multe tipuri de practici agricole. Variația procentelor ocupate de fiecare cultură și/sau tipul de asolament folosit oferă oportunitatea simulării impactului diferitelor practici agricole asupra balanței apei și sărurilor.

Saltmod accepta patru tipuri de rezervoare, trei dintre ele fiind în profilul de sol:

1. un rezervor de suprafață
2. un rezervor superficial în zona rădăcinilor
3. un rezervor intermediar sau o zonă de tranziție
4. un rezervor de adâncime sau acvifer

Rezervorul din partea superioară a solului este definit de adâncimea solului de la care apa se poate evapora sau este preluată de rădăcinile plantelor. Poate fi asumată ca fiind zona rădăcinilor. Această zonă poate fi saturată, nesaturată, parțial saturată depinzând de balanța apei. Toate mișcările apei în această zonă sunt verticale.

Zona de tranziție poate de asemenea să fie saturată, nesaturată sau parțial saturată. Scurgerile din această zonă sunt verticale cu excepția scurgerilor către drenuri. Dacă este prezent un sistem de drenaj, acesta trebuie plasat în zona de tranziție care va fi împărțită în două părți: o zonă de tranziție superioară (deasupra nivelului drenurilor) și o zonă de tranziție inferioară (sub nivelul drenurilor). Dacă se dorește realizarea acestei împărțiri fără a fi prezent un sistem de drenaj, se va specifica în cadrul input-urilor un sistem de drenaj cu intensitate zero. [127, 128, 129]

Acviferul prezintă în principal scurgeri orizontale. Fantanile de pompă, dacă sunt prezente, primesc apă doar din acvifer. În modelul SAHYSMOD, scurgerea în acvifer este determinată funcție de variația adâncimilor nivelului freatic.

Balanța apei

Balanța apei se calculează pentru fiecare rezervor separat. Excesul de apă care parasitează un rezervor este convertit în surplus de apă pentru rezervorul următor. Cele trei rezervoare din sol pot avea diferite grosimi și coeficienți de stocare, data având statut de input. În situații particulare, zona de tranziție sau acviferul nu trebuie să fie prezente. În aceste situații acestea se presupun că au grosimea de minim 0,1m. Adâncimea nivelului freatic, calculată din balanța apei, se presupune a fi aceeași pentru toată zona. Dacă această presupunere nu este acceptabilă, aria trebuie împărțită în unități separate. În anumite condiții, adâncimea nivelului freatic influențează componentele balanței apei. De exemplu, o ridicare a nivelului freatic poate duce la o creștere a evaporatiei, a scurgerii de suprafață, respectiv a drenajului, sau la o scădere a pierderilor prin percolare din canale.

Aceste fenomene vor duce la rândul lor la schimbări în balanța apei ceea ce va influența din nou adâncimea nivelului freatic. Lanțul reacțiilor este unul continuu, ceea ce presupune calcule repetate pentru a găsi un echilibru corect a balanței apei. [127, 128, 129]

Drenaj orizontal, drenaj vertical, reutilizarea apei drenate

Drenajul subteran poate fi realizat prin drenuri sau fantani de pompare. Drenurile sunt caracterizate prin adancime si capacitate de drenaj si sunt localizate in zona de tranzitie. Facilitatile drenajului subteran pot fi aplicate unor sisteme de drenaj naturale sau artificiale. Functionarea unui sistem de drenaj artificial poate fi regularizata printr-un factor de control al drenajului. Cand nici un sistem de drenaj nu este prezent, drenurile cu capacitate de drenaj zero ofera posibilitatea obtinerii de balante a apei si sarurilor separat pentru partile superioara si inferioara a zonei de tranzitie.

Fantanile de pompare sunt localizate in acvifer. Functionarea lor este caracterizata de debitul descarcat. Apa drenurilor si a fantanilor poate fi utilizata pentru irigatii prin factorul de reutilizare. Aceasta poate avea impact asupra balantei sarurilor si a eficientei si suficientei irigatiilor. [127, 128, 129]

Balanta sarurilor

Balanta sarurilor se calculeaza pentru fiecare rezervor separat. Fiecare rezervor are propria balanta utilizand concentratia in saruri a apei care intra si iese din el. Unele concentratii trebuie date ca si input-uri, precum concentratia initiala in saruri a apei din rezervoare, a apei de irigatii precum si a apei din aportul subteran care intra in acvifer. Concentratiile se exprima in termeni ai conductivitatii electrice (EC in dS/m). Cand concentratiile sunt cunoscute in termeni de saruri/l, se aplica regula $1 \text{ g/l} \rightarrow 1.7 \text{ dS/m}$. De obicei, concentratiile in saruri ale solului sunt exprimate in ECe, conductivitatea electrica a extractului unei paste de sol saturate. In Saltmod, concentratia sarurilor este exprimata ca EC a umiditatii solului in conditiile de camp saturate. Ca si regula se poate utiliza urmatoarea conversie EC : $ECe = 2 : 1$. [127, 128, 129]

Concentratiile in saruri a apei care iese din sistem sunt calculate pe baza balantei sarurilor utilizand diferite eficiente a scurgerilor sau dizolvarii sarurilor, acestea fiind date ca si input-uri. Efectele diferitelor eficiente a scurgerilor pot fi simulate prin variatia input-urilor. Daca apa din drenuri sau fantani este utilizata pentru irigatii, metoda calculeaza concentratiile amestecului apei din irigatii in timp si impactul ulterior asupra solului si salinitatii apei subterane, ceea ce va influenta din nou concentratiile in saruri a apei din drenuri si fantani. Operand modificari la procentul de apa din drenaj utilizata pentru irigatii, impactul pe termen lung a acestor procente poate fi simulat prin Saltmod.

Reactia fermierilor

Daca este necesar, reactia fermierilor la stagnarea apei respectiv salinizare poate fi automat luata in considerare. Metoda poate decrete gradual:

1. cantitatea apei de irigatii aplicata cand nivelul freatic ajunge aproape de suprafata solului;
2. fractiunea de suprafata irigata cand apa disponibila scade ca si cantitate;
3. fractiunea de teren irigat cand creste salinizarea solului.

Reactia fermierilor influenteaza balanta apei si a sarurilor ceea ce, in schimb, va incetini procesele de stagnare si salinizare a apei. In final, se va gasi o solutie de echilibru.

Utilizatorul poate deasemenea introduce reactia fermierilor prin schimbari ale input-urilor relevante. [127, 128, 129]

Schimbari anuale ale input-urilor

Programul poate rula cu aceleasi input-uri pentru intreaga perioada (de mai multi ani) aleasa de utilizator. Aceasta optiuni poate fi utilizata pentru prognoza viitoarelor investitii bazate pe mediile multianuale a diverse input-uri precum precipitatiile.

Programul ofera deasemenea posibilitatea urmaririi unor seturi de valori cu schimbari anuale, calculele fiind realizate la nivel anual. Daca aceasta optiune este aleasa, programul creeaza fisiere de transfer prin care conditiile finale ale anului precedent sunt automat utilizate ca si conditiile initiale pentru perioada urmatoare. [127, 128, 129]

Daca aceste calcule sunt efectuate cu schimbari anuale, nu toti parametrii de la sectiunea input pot fi schimbari, in special grosimea rezervoarelor si porozitatile acestora.

Datele de iesire. Rezultatele

Rezultatele Saltmod sunt date pentru fiecare sezon al fiecarui an pe un anumit interval de ani, dupa cum se specifica in input-uri. Rezultatele contin date hidrologice si aspecte ale salinizarii. Datele sunt prezentate in tabele si pot fi citite direct sau prin intermediul programului. Interpretarea datelor este la atitudinea utilizatorului. Programul ofera posibilitatea dezvoltarii a numeroase relatii intre input-uri, output-uri si timp. Utilizatorii pot stabili diferite legaturi cauza-efect sau relatii corelationale. Programul ofera un numar limitat de grafice standard. [127, 128, 129]

Sugestii

Unele input-uri sunt interdependente. In situatiile unor combinatii ilogice a input-urilor Saltmod va oferi mesaje de avertizare. Corectarea valorilor reprezinta responsabilitatea userului.

Selectarea suprafetei ce urmeaza a fi analizata cu Saltmod trebuie guvernata de uniformitatea distributiei culturilor, a caracteristicilor irigatiilor si a drenajelor. Daca aceste caracteristici variaza neuniform in spatiu, este recomandata utilizarea unei suprafete mai mari si utilizarea unor valori medii ale input-urilor. Pe de alta parte, daca pot fi identificate sub-arii uniforme, este recomandabila utilizarea acestora pentru analize separate.

Daca utilizatorul doreste determinarea unor efecte in anumite conditii si cu parametrii specifici, modelul trebuie rulat repetat conform programului utilizatorului. Aceasta procedura poate fi utilizata pentru calibrarea modelului. [127, 128, 129]

6.7.2 Ecuatiile balantei apei

Conceptul de rezervor

Principiile balantei apei in Saltmod sunt reprezentate in figura urmatoare, unde apar cele 4 rezervoare pe care a fost construit modelul:

1. rezervorul de suprafata,
2. zona radacinilor,
3. zona de tranzitie si
4. acviferul.

Pentru fiecare rezervor poate fi realizata o balanta a apei utilizand componentele hidrologice. Toate cantitatile componentelor sunt exprimate ca volume sezoniere pe unitate de suprafata, oferind o adancime sezoniera a nivelului freatic cu dimensiunea L.

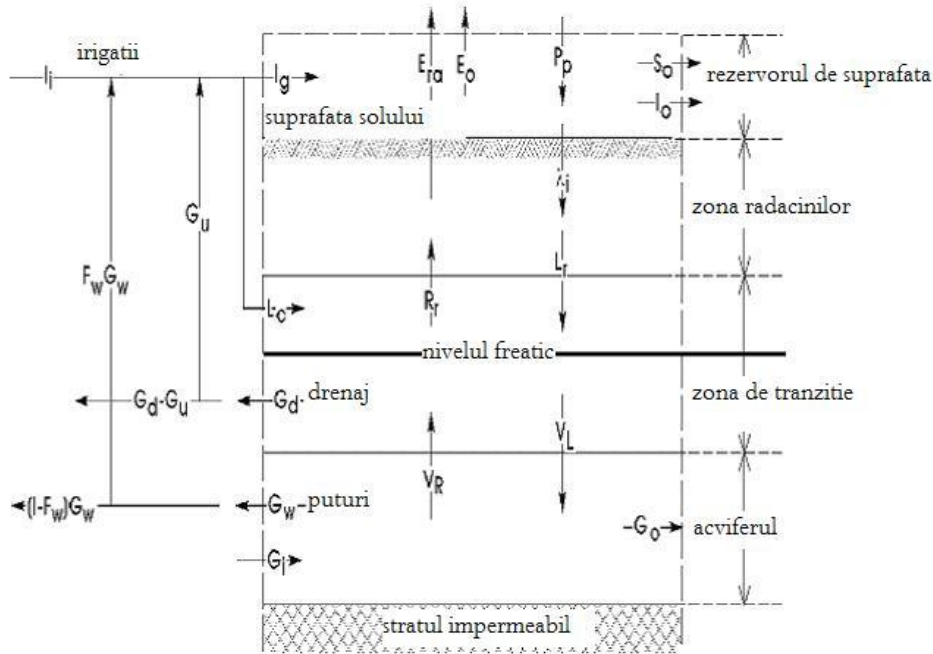


Fig. 6.55 Balanța apei în cadrul programului SaltMod [129]

O balanță a apei se bazează pe principiul conservării masei între limitele definite în timp și spațiu și poate fi definită astfel:

Influx = scurgere + stocare

Când valoarea stocării este pozitivă, conținutul de apă crește, respectiv când este negativă, scade.

În figura precedentă se presupune că toți factorii bilanței sunt uniform distribuiți pe aria luată în studiu iar nivelul freatic rămâne în zona de tranziție. Aceasta reprezintă un caz particular al Saltmod.

REZERVORUL DE SUPRAFATA

Acest rezervor este cel localizat la suprafața solului. Balanța apei pentru rezervorul de suprafață, pentru o anumită perioadă de timp, este:

$$P_p + I_g + \lambda_o = E_o + \lambda_i + I_o + S_o + \Delta W_s$$

Unde: P_p reprezintă cantitatea de apă care atinge suprafața solului prin mișcare verticală (precipitații, irigații prin aspersiune), I_g reprezintă aportul brut din irigații inclusiv aportul prin scurgere naturală, apa din drenaj și fântâni utilizată pentru irigații, dar fără pierderile prin percolare din rețeaua de canale, E_o reprezintă evapotranspirația din ape deschise, λ_o reprezintă cantitatea de apă infiltrată vertical prin profilul de sol din zona radacinilor în rezervorul de suprafață, λ_i reprezintă cantitatea de apă infiltrată prin profilul de sol în zona radacinilor, I_o reprezintă cantitatea de irigații care paraseste zona luată în studiu prin rețeaua de canale, S_o reprezintă scurgerea de suprafață sau drenajul de suprafață care iese din

zona iar ΔW_s reprezintă modificarea cantității de apă stocată în rezervorul de suprafață. [127, 128, 129]

ZONA RADACINILOR, A STRATULUI RADICULAR

Zona radacinilor corespunde adâncimii de sol de unde are loc fenomenul de evapotranspirație. Ecuația balanței apei va fi:

$$\lambda_i + R_r = \lambda_o + E_{ra} + L_r + \Delta W_f + \Delta W_r \quad (24)$$

unde: R_r reprezintă ridicarea capilară în zona radacinilor, E_{ra} reprezintă evapotranspirația din zona radacinilor, L_r reprezintă cantitatea pierdută prin percolare din zona radacinilor, ΔW_f reprezintă umiditatea din zona radacinilor aflată între capacitatea de câmp și plafonul minim de umiditate iar ΔW_r reprezintă cantitatea de apă din zona radacinilor situată între limitele capacității de câmp și saturației totale. Factorul R_r este diametral opus lui L_r , aceste componente neputând apărea simultan (când $R_r > 0$ atunci $L_r = 0$ și reciproc)

Când balanța apei este realizată pe o perioadă moderat de lungă de timp, de exemplu un sezon sau un an, cantitatea stocată ΔW_f este de obicei neglijabil de mică în comparație cu alte componente hidrologice. În Saltmod, asadar, stocarea este stabilită ca fiind 0 iar balanța apei devine:

$$\lambda_i + R_r = \lambda_o + E_{ra} + L_r + \Delta W_r \quad (25) \quad [127, 128, 129]$$

ZONA DE TRANZITIE

Zona de tranziție se situează între zona radiculară și acvifer. Limita inferioară poate fi stabilită în diferite moduri în conformitate cu condițiile locale: (a) la interfața dintre un strat de argilă deasupra unui nisipos, (b) la cea mai mare adâncime anuală a nivelului freatic, (c) la adâncimea cea mai mare la care se extinde influența sistemului de drenaj subteran, (d) la adâncimea la care curgerea subterană orizontală este convertită în scurgere verticală sau invers. Balanța apei din zona de tranziție este:

$$L_r + L_c + V_r = R_r + V_L + G_d + \Delta W_x \quad (26)$$

unde: L_c reprezintă pierderile prin percolare din rețeaua de canale, V_r reprezintă cantitatea de infiltrație pe verticală din acvifer în zona de tranziție, V_L reprezintă cantitatea de drenaj care coboară din zona de tranziție în acvifer, G_d reprezintă cantitatea de apă drenată prin tuburi sau canale de drenaj iar ΔW_x reprezintă cantitatea de apă stocată în zona de tranziție între capacitatea de câmp și plafonul minim.

Componenta V_r este opusă componentei V_L acestea neputând apărea simultan, când $V_r > 0$ atunci $V_L = 0$ și invers. [127, 128, 129]

ACVIFERUL

Balanța apei pentru acvifer poate fi scrisă astfel:

$$G_i + V_L = G_o + V_R + G_w + \Delta W_q \quad (27)$$

unde: G_i reprezintă aportul scurgerii orizontale în acvifer, G_o reprezintă cantitatea scurgerii orizontale care iese din acvifer, G_w reprezintă cantitatea de apă subterană

pompata din acvifer prin fantani, iar ΔW_q reprezinta cantitatea de apa subterana stocata in acvifer. [127, 128, 129]

BALANTA APEI IN PARTEA SUPERIOARA A SOLULUI

Cand nivelul freatic se afla in zona de tranzitie, balanta apei pentru rezervorul de suprafata si zona radacinilor poate fi realizata unitar in balanta apei pentru partea superioara a solului.

$$P_p + I_g + L_c = E_a + I_o + S_o + \Delta W_r + \Delta W_x \quad (28)$$

cu:

$$E_a = E_o + E_{ra} \quad (29)$$

unde E_a reprezinta evapotranspiratia actuala.

In acest caz, componenta infiltratiei λ_i nu este prezenta. Aceeasi situatie se mentine si pentru componentele R_r si L_r . Toate aceste componente reprezinta scurgerea verticala care leaga cele doua rezervoare superioare.

Utilizand:

$$I_f = I_g - I_o \quad (30)$$

$$V_s = P_p + I_f - S_o \quad (31)$$

unde V_s reprezinta resursele totale ale apei de la suprafata iar I_f reprezinta irigatia neta, putem reduce ecuatia balantei apei la:

$$V_s + L_c = E_a + \Delta W_r + \Delta W_x \quad (32) \text{ [127, 128, 129]}$$

BALANTA APEI PENTRU SUBSOL

Cand nivelul freatic este situat in zona radacinilor, ridicarea capilara R_r si percolarea L_r nu exista din cauza faptului ca zona de tranzitie este saturata. Deasemenea valorile parametrilor ΔW_x si ΔW_q sunt 0. In aceasta situatie este de preferat sa combinam balantele apelor pentru zona radacinilor, zona de tranzitie si acvifer obtinand balanta apei pentru subsol.

$$\lambda_i + L_c + G_i = \lambda_o + E_{ra} + G_o + G_d + G_w + \Delta W_r \quad (33) \text{ [127, 128, 129]}$$

BALANTA APEI AGRONOMICA

Cand balanta apei este in acvifer, zona radacinilor si zona de tranzitie sunt nesaturate iar componentele V_R si V_L vor fi inlocuite de R_r si L_r . In acest caz vom realiza balanta apei unitar pentru primele trei rezervoare obtinand balanta apei agronomica:

$$P_p + I_g + L_c = I_o + S_o + E_a + G_d + \Delta W_s + \Delta W_r + \Delta W_x \quad (34) \text{ [127, 128, 129]}$$

BALANTA APEI GEO-HIDROLOGICA

Cu nivelul freatic in zona de tranzitie, balanta pentru zona de tranzitie si acvifer poate fi combinata in balanta apei geo-hidrologica, in care stocarea ΔW_q poate fi considerata 0 intrucat acviferul este pe deplin saturat.

$$L_r + L_c + G_i = R_r + G_o + G_d + G_w + \Delta W_x \quad (35)$$

In acest caz, componentele de legatura V_R si V_L su disparut. [127, 128, 129]

BALANTA APEI GLOBALA

Cand nivelul freatic ramane la suprafata solului, valorile pentru ΔW_r , ΔW_x si ΔW_q sunt 0, intrucat tot solul este saturat. Aceasta situatie impune combinarea balantelor apei pentru toate cele 4 rezervoare:

$$P_p + I_g + L_c + G_i = E_a + I_o + S_o + G_o + G_d + G_w + \Delta W_s \quad (36)$$

In cadrul balantei apei globale, toate componentele de legatura dispar. [127, 128, 129]

CALCULELE MODELULUI IN PARTEA SUPERIOARA A SOLULUI

Irigatia totala aplicata in camp I_f (exprimata in m^3 /sezon pe aria totala [m^2]) poate fi scrisa astfel:

$$I_f = I_{aA} + I_{aB} \quad (37)$$

unde (fig.3): I_{aA} si I_{aB} reprezinta irigatia aplicata in camp culturilor din grupele A si B. [127, 128, 129]

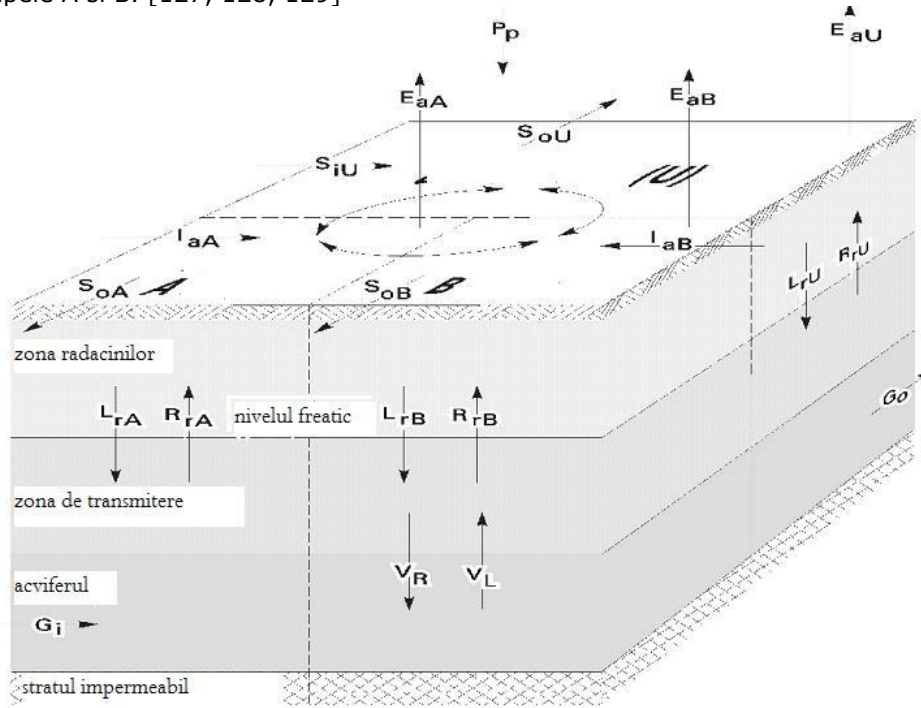


Fig. 6.56 Schema modelului SaltMod pentru partea superioară a solului [127]

Cantitatea apei de irigatii sau a scurgerii de suprafata care intra in suprafata luata in studiu I_i (m^3 /sezon/ m^2) se determina cu ecuatia:

$$I_i = I_f + I_o + L_c - F_w G_w - G_u \quad (38) \quad [127, 128, 129]$$

unde: F_w reprezinta procentul de apa pompata din fantani G_w utilizata pentru irigatii iar G_u reprezinta cantitatea de apa drenata utilizata pentru irigatii.

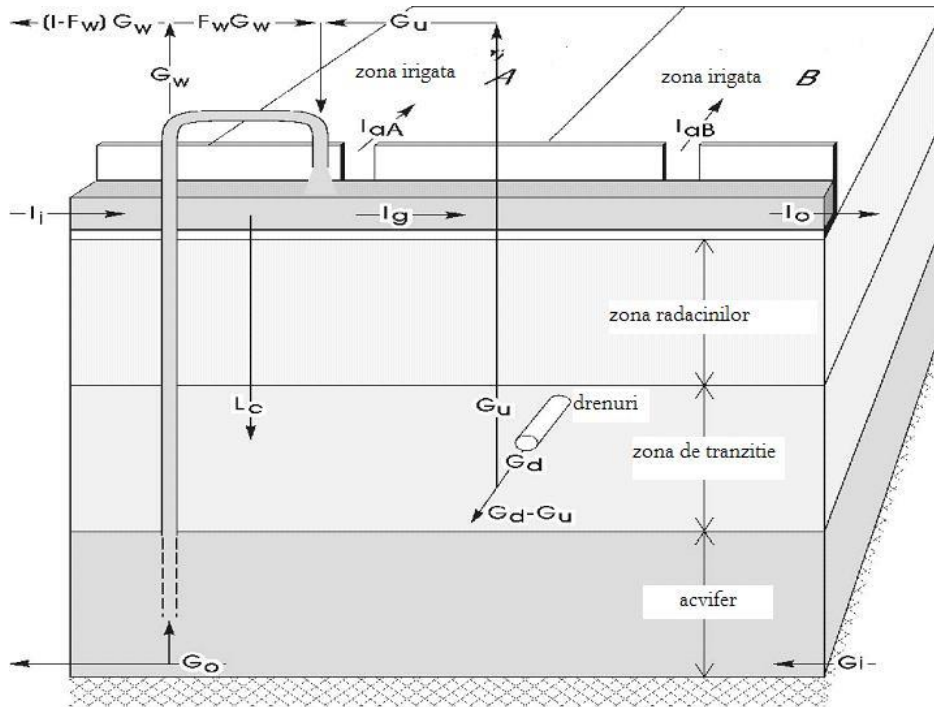


Fig. 6.57 Reprezentarea drenajului și a irigațiilor pentru partea superioară a solului în cadrul programului SaltMod [127]

Percolatia totala din zona radacinilor L_{rT} ($m^3 / \text{sezon} / m^2$) se calculeaza cu:

$$L_{rT} = L_{rA} + L_{rB} + L_{rU} \quad (39)$$

unde: L_{rA} , L_{rB} , si L_{rU} reprezinta cantitatile de apa percolata din zona radacinilor aferenta suprafetelor A, B si U.

$$L_{rA} = V_A - E_{aA} \quad (39a)$$

$$L_{rB} = V_B - E_{aB} \quad (39b)$$

$$L_{rU} = V_U - E_{aU} \quad (39c)$$

unde: V_A , V_B , V_U reprezinta cantitatile resurselor de apa de suprafata ale zonelor A, B, si iar E_{aA} , E_{aB} si E_{aU} reprezinta evapotranspiratiile. Toate acestea se masoara in $m^3 / \text{sezon} / m^2$. [127, 128, 129]

Totalul resurselor de suprafata V_s ($m^3 / \text{sezon} / m^2$) se pot calcula si astfel:

$$V_s = V_A + V_B + V_U \quad (20)$$

Unde:

$$V_A = P_p + I_{iA} - S_{oA} \quad (40a)$$

$$V_B = P_p + I_{iB} - S_{oB} \quad (40b)$$

$$V_U = P_p + S_{iU} - S_{oU} \quad (40c)$$

unde: S_{oA} , S_{oB} , S_{oU} reprezintă cantitățile scurgerii de suprafață sau ale drenajului de suprafață aferent zonelor A, B și U.

Ridicarea capilară R_r depinde de condițiile atmosferice, caracterizate de evapotranspirația potențială E_p , apa disponibilă V_s , și adâncimea nivelului freatic D_w . Procesele și calculele implicate sunt descrise în paragraful următor. Cu rezultatele obținute, ridicarea capilară totală R_{rT} ($m^3/\text{sezon}/m^2$) poate fi determinată astfel:

$$R_{rT} = R_{rA} + R_{rB} + R_{rU} \quad (41)$$

unde: R_{rA} , R_{rB} , și R_{rU} sunt creșterile capilare în zona rădăcinilor aferente suprafețelor A, B, și U.

Evapotranspirația actuală E_a depinde de condițiile atmosferice caracterizată de evapotranspirația potențială E_p , apa disponibilă V_s , și ridicarea capilară R_r cedată către zona rădăcinilor. Procesele și calculele implicate sunt descrise în paragraful următor. Cu rezultatele obținute, evapotranspirația actuală E_a ($m^3/\text{sezon}/m^2$) poate fi determinată astfel:

$$E_a = E_{aA} + E_{aB} + E_{aU} \quad (42) \quad [127, 128, 129]$$

ASCENSIUNEA CAPILARĂ ȘI EVAPOTRANSPIRAȚIA ACTUALĂ

Valoarea ascensiunii capilare depinde de adâncimea nivelului freatic (D_w , m), de evapotranspirația potențială (E_p , m/sezon), de resursele apei de suprafață (V_s , m/sezon) și de deficitul de umiditate (M_d , m/sezon), reprezentând uscaciunea din partea superioară a solului. În Saltmod, adâncimea medie sezonieră D_w determină factorul de ascensiune capilară (F_c). [127, 128, 129]

ADÂNCIMEA NIVELULUI FREATIC ȘI FACTORUL DE ASCENSIUNE CAPILARĂ

Când nivelul freatic este sub adâncimea critică (D_c , m), nu avem un potențial al ascensiunii capilare. Când nivelul freatic este mai puțin adânc decât jumătatea zonei radiculare ($2D_r$, m), viteza potențială a ascensiunii capilare este maximă, determinată de deficitul de umiditate dar nu mai mare de E_p . Influența adâncimii nivelului freatic între $2D_r$ și D_c este exprimată în Saltmod printr-un factor al ascensiunii capilare (F_c) care variază între 1, când $D_w < 1/2 2D_r$, și 0, când $D_w \geq D_c$. Între aceste limite există o relație liniară. [127, 128, 129]

EVAPOTRANSPIRAȚIA POTENȚIALĂ ȘI DEFICITUL DE UMIDITATE

Deficitul de umiditate (M_d , m/sezon) este definit astfel:

$$M_d = E_p - F_s V_s \text{ cu condiția } M_d > 0. \quad (43)$$

unde: E_p reprezintă evapotranspirația potențială (m/sezon), F_s reprezintă procentul din înmagazinare (-) a resurselor apelor de suprafață, reprezentând capacitatea de reținere a umidității iar V_s reprezintă resursele de apă de suprafață (m/sezon).

Când nu apare ascensiunea capilară, produsul $F_s V_s$ reprezintă resursele efective ale apei de suprafață, parte a resurselor disponibile pentru

evapotranspiratie unde cantitatea $(1-F_s)V_s$ reprezinta partea pierduta prin percolare. Cand ascensiunea capilara apare, Saltmod ajusteaza cantitatile efective si pierdute ale resurselor V_s . Cand termenul $E_p - F_s V_s$ este negativ, cantitatea efectiva de resurse V_s este mai mare decat evapotranspiratia E_p , si nu exista un deficit de umiditate, deci M_d este considerat egal cu zero. [127, 128, 129]

ASCENSIUNEA CAPILARA APARENTA SI EVAPOTRANSPIRATIA ACTUALA

In Saltmod, cantitatea aparenta a ascensiunii capilare (R_a , m pe sezon) se determina cu relatia:

$$R_a = F_c M_d \quad (44)$$

Evapotranspiratia actuala (E_a , m/sezon) se determina cu formula:

$$E_a = F_s V_s + R_a \quad (45)$$

Ecuatiile de mai sus asigura faptul ca evapotranspiratia E_a nu va fi niciodata mai mare decat evapotranspiratia potentiala E_p . [127, 128, 129]

ASCENSIUNEA CAPILARA

In Saltmod, valoarea ascensiunii capilare (R_r) este definita ca si contributia apei subterane la evapotranspiratie. Parte din evapotranspiratia aparenta R_a reprezinta intoarcerea pierderilor prin percolare din apa de suprafata din zona de tranzitie in zona radacinilor. Aceasta parte poate fi considerata ca recuperata dupa ce a fost temporar pierduta pe durata sezonului. Nu reprezinta o contributie a apei subterane.

$$R_r = E_a - V_s \quad (46)$$

Partea considerata temporar pierduta dar recuperata este:

$$I_c = R_a - R_r = (1-F_s)V_s \quad (47)$$

Adancimea nivelului freatic D_w influenteaza valoarea factorului F_c , al evaporatiei E_a si a cresterii capilare R_r , la randul lor acestea vor influenta adancimea D_w . [127, 128, 129]

DRENAJUL SUBTERAN

In Saltmod, prezenta drenajului subteran este indicata prin valoarea lui K_d , care poate lua valoarea 0 cand nu exista drenaj subteran respectiv valoarea 1 cand drenajul subteran este prezent si debitul descarcat se calculeaza pe baza ecuatiei lui Hooghoudt.

In Saltmod, drenurile se presupun a fi situate in zona de tranzitie astfel ca adancimea drenurilor D_d trebuie sa fie in intervalul $D_r < D_d < D_r + D_x$, unde D_r reprezinta grosimea zonei radacinilor (m) iar D_x reprezinta grosimea zonei de tranzitie (m).

Adancimea nivelului freatic influenteaza valoarea inaltimii H si a descarcarilor G_a , G_b and G_d , care la randul lor vor influenta adancimea D_w . De aceea Saltmod utilizeaza o metoda numerica de integrare a descarcarii drenurilor pe sezon, utilizand o procedura iterativa pana cand se obtine o balanta corecta. [127, 128, 129]

CALCULELE MODELULUI PENTRU ADANCIMEA APEI FREATICE

Percolarea din canalele sistemului de irigații L_c (asumată a fi cunoscută), percolatia totală din zona radacinilor L_{rT} , ascensiunea capilară totală R_r , drenajul subteran total (G_d), precum și intrările și ieșirile apei subterane în acvifer (G_i și G_o) formează balanța geo-hidrologică a apei. Stabilind înmagazinarea sezonieră totală egală cu:

$$\Delta W = \Delta W_s + \Delta W_r + \Delta W_s + \Delta W_q \quad (48)$$

Și combinând balanțele apei pentru cele patru rezervoare, ajungem la ecuația:

$$\Delta W = P_p + I_g + L_{rT} + G_i - E_a - I_o - S_o - G_d - G_o - G_w \quad (49)$$

Pentru a determina modificările adâncimii nivelului freatic datorită înmagazinării, înmagazinarea totală ΔW este desemnată pentru început rezervorului în care se află inițial nivelul freatic:

$$D_w = D_{wi} - \Delta W / P_{ei} \quad (50)$$

unde: D_w media sezonieră a adâncimii nivelului freatic (m), D_{wi} adâncimea inițială a nivelului freatic (m), P_{ei} spațiul sporilor drenabil sau alimentabil al rezervorului în care este inițial nivelul freatic, egal cu P_{eq} când nivelul freatic inițial se află în acvifer, P_{ex} când nivelul freatic este în zona de tranziție, P_{er} când nivelul freatic este în zona radacinilor respectiv $P_{es} = 1$ când îl găsim în rezervorul de suprafață. Volumul porilor se presupune a fi cunoscut.

În cazul în care nivelul freatic inițial și cel nou se află în rezervoare diferite, înmagazinarea posibilă maximă ΔW_M în rezervorul inițial este scăzută din înmagazinarea totală ΔW , nivelul inițial este mutat către granița dintre rezervorul inițial și cel următor, iar adâncimea inițială a nivelului freatic este aleasă egală cu adâncimea granitei cu rezervorul următor (D_{Bn}). Înmagazinarea ramasă ΔW_D este desemnată următorului rezervor.

$$D_w = D_{Bn} - \Delta W_D / P_{ei} \quad (51)$$

cu:

$$\Delta W_D = \Delta W - \Delta W_M \quad (52)$$

și:

$$\Delta W_M = P_{ei} (D_{Bn} - D_{wi}) \quad (53)$$

Unde înmagazinarea ΔW este pozitivă, nivelul freatic se ridică iar adâncimea lui scade. Rezervorul următor este cel întâlnit imediat deasupra rezervorului inițial. Când înmagazinarea ΔW este negativă, nivelul freatic scade iar adâncimea acestuia crește. Următorul rezervor va fi cel găsit imediat sub rezervorul inițial.

Când nivelul freatic trece prin mai multe interfețe, procedura este repetată de atâtea ori de cât este necesar.

Adâncimile limitelor dintre suprafață și rezervorul zonei radacinilor D_1 , dintre zona radacinilor și zona de tranziție D_2 , dintre zona de tranziție și acvifer D_3 , respectiv adâncimea acviferului D_4 , sunt găsite cu relațiile:

$$D_1 = 0 \quad (54a)$$

$$D_2 = D_r \quad (54b)$$

$$D_3 = D_r + D_x \quad (54c)$$

$$D_4 = D_r + D_x + D_q \quad (54d)$$

where: D_r reprezinta grosimea zonei radacinilor (m), D_x reprezinta grosimea zonei de tranzitie (m), iar D_q reprezinta adancimea acviferului (m). Aceste valori determina adancimea limitei D_{Bn} urmatorului rezervor. [127, 128, 129]

EFICIENTA SI SUFICIENTA IRIGATIILOR

Eficienta in camp a irigatiei F_f este determinata ca raportul dintre cantitatea de apa evaporata raportata la cantitatea de irigatii aplicata in camp. Pentru culturile din grupa A avem urmatoarea ecuatie:

$$F_{fA} = (E_{aA} - R_{rA}) / (I_{aA} + P_p) \quad (55a)$$

Eficienta irigatiei pentru culturile din grupa B se determina in mod similar:

$$F_{fB} = (E_{aB} - R_{rB}) / (I_{aB} + P_p) \quad (55b)$$

Eficienta totala se determina cu relatia:

$$F_{ft} = [A \cdot (E_{aA} - R_{rA}) + B \cdot (E_{aB} - R_{rB})] / [I_t + P_p] \quad (56)$$

unde:

$$I_t = I_f + L_c \quad (57)$$

Suficienta in camp a irigatiei J_s se defineste ca raportul intre evapotranspiratia actuala si evapotranspiratia potentiala. Pentru culturile din grupa A avem ecuatie:

$$J_{sA} = E_{aA} / E_{pA} \quad (58a)$$

Suficienta irigatiei in camp pentru culturile din grupa B se determina similar:

$$J_{sB} = E_{aB} / E_{pB} \quad (58b)$$

Suficienta totala a irigatiei devine:

$$J_{st} = (J_{sA} + J_{sB}) / (A + B) \quad (58c)$$

Astfel irigatia poate fi:

- 1 eficienta si suficienta
- 2 ineficienta dar suficienta
- 3 eficienta dar insuficienta
- 4 ineficienta si insuficienta

Produsul dintre eficienta si suficienta ne da eficacitatea irigatiei.

Eficacitatea irigatiei in camp pentru culturile din grupa A este:

$$J_{eA} = F_{fA} \cdot J_{sA} \quad (59a)$$

Eficacitatea irigatiei in camp pentru culturile din grupa B este:

$$J_{eB} = F_{fB} \cdot J_{sB} \quad (59b)$$

Eficacitatea totala devine:

$$J_{et} = (A J_{eA} + B J_{eB}) / (A + B) \quad (60)$$

Suficienta, eficacitatea si eficienta irigatiei reprezinta instrumente pentru analiza variatiilor din practicile agricole respectiv managementului apei aplicat asupra performantei irigatiilor. [127, 128, 129]

6.7.3 Ecuatiile balantei sarurilor

Balanta sarurilor se bazeaza pe ecuatie:

Intrările de saruri = ieșirile de saruri + inmagazinarea sarurilor

In plus avem:

- intrările de saruri = aportul de apa x concentratia in saruri a aportului
- ieșirile de saruri = ieșirile de apa x concentratia in saruri a ieșirilor de apa
- concentratia in saruri a ieșirilor de apa = eficienta scurgerii x timpul mediu al concentratiei in saruri in scurgerea rezervorului
- schimbarea in concentratia de saruri = in magazinarea sarurilor impartita la cantitatea de apa din sol

Prin urmare, balanta sarurilor se bazeaza pe balanta apei.

In Saltmod, balanta sarurilor se calculeaza separat pentru fiecare rezervor si in plus pentru diferite tipuri ale rotatiei culturilor, indicate de termenul K_r care poate lua valori de la 0 la 4. $K_r = 0$ indica faptul ca nu exista o rotatie a culturilor. $K_r = 4$ indica o rotatie a culturilor pentru tot anul. Timpul mediu de concentrare a sarurilor in apa percolata se calculeaza conform teoriei prelingerii.

Toate concentratiile sarurilor sunt exprimate ca si conductivitati electrice (EC) in dS/m. Concentratiile de saruri ale umiditatii solului sunt date pe baza saturatiei solului. Cantitatile de saruri, fiind produsul unor cantitati de apa exprimate in m/sezon si a concentratiilor exprimate in dS/m, vor fi calculate in dS/sezon. [127, 128, 129]

6.7.4 Analiza catorva indicatori pentru judetul Timis, zona Timisoara utilizand programul Saltmod

Pentru acest exemplu de calcul am luat in considerare urmatoorii parametrii:

- suprafata 100 ha
- numarul de sezoane $N_s = 2$
- exista un sistem de drenaj $K_d = 1$
- N_y – numarul de ani pentru care se ruleaza modelul $N_y = 20$
- T_{s1} – durata primului sezon in luni, $T_{s1} = 9$
- T_{s2} – durata celui de-al doilea sezon in luni, $T_{s2} = 3$
- P_{p1} – precipitatiile din primul sezon ($m^3/sezon/m^2$) $P_{p1} = 0,45 m^3/sezon/m^2$
- E_{pU1} – evapotranspiratia potentiala din zone neirigata pentru primul sezon ($m^3/sezon/m^2$) $E_{pU1} = 0,53 m^3/sezon/m^2$
- P_{p2} – precipitatiile din al doilea sezon ($m^3/sezon/m^2$) $P_{p2} = 0,15 m^3/sezon/m^2$
- E_{pU2} – evapotranspiratia potentiala din zone neirigata pentru al doilea sezon ($m^3/sezon/m^2$) $E_{pU2} = 0,17 m^3/sezon/m^2$
- D_r – adancimea zonei radacinilor (m) $D_r = 1 m$
- P_{tr} – porozitatea totala a zonei radacinilor (m/m) $P_{tr} = 0,5 m/m$
- D_x – grosimea zonei de tranzitie $D_x = 2$
- P_{tx} – Porozitatea totala a zonei de tranzitie $P_{tx} = 0,5 m$
- D_q – Grosimea acviferului, $D_q = 3 m$
- P_{tq} – Porozitatea totala a acviferului, $P_{tq} = 0,5 m$
- P_{er} – Porozitatea drenabila a zonei radacinilor, $P_{er} = 0,05$
- F_{lr} – Eficienta prelingerii in zona radacinilor, $F_{lr} = 0,7$
- P_{ex} – Porozitatea drenabila a zonei de tranzitie, $P_{ex} = 0,05$
- F_{lx} – Eficienta prelingerii in zona de tranzitie, $F_{lx} = 0,8$
- P_{eq} – Porozitatea drenabila a acviferului, $P_{eq} = 0,08$
- F_{lq} – Eficienta prelingerii in zona acviferului, $F_{lq} = 0,9$
- C_{x0} – Concentratia initiala de saruri a apei in zona de tranzitie atunci cand aceasta este saturata, $C_{x0} = 1 dS/m$

- Cq0 – Concentratia initiala de saruri a apei in zona acviferului atunci cand acesta este saturat, Cq0 = 1 dS/m
- Cic – Concentratia de saruri a apei din irigatii, Cic = 0,5 dS/m
- Ch – Concentratia de saruri a apei venite prin intermediul acviferului, Ch = 0,5 dS/m
- Cp – Concentratia in saruri a apei din precipitatii, Cp = 0 dS/m
- Cu0 – Concentratia initiala de saruri a umiditatii solului a zonei radacinilor, cand aceasta este saturata, pentru zona neirigata, Cu0 = 2 dS/m
- Dw0 – Adancimea initiala a nivelului freatic, Dw0 = 0,8 m
- Dc – Adancimea critica a nivelului freatic pentru ridicarea capilara, Dc = 2 m
- Dd – Adancimea drenurilor, Dd = 1,4 m
- QH1 – Raportul dintre debitul descarcat si inaltimea nivelului freatic deasupra liniei drenurilor, QH1 = 0,007 m/zi/m²
- QH2 – Raportul dintre debitul descarcat si inaltimea la patrat a nivelului freatic deasupra liniei drenurilor, QH2 = 0,007 m/zi/m²
- Cxa0 – Concentratia initiala de saruri a apei subterane in partea superioara a zonei de tranzitie, Cxa0 = 1 dS/m
- Cxb0 – Concentratia initiala de saruri a apei subterane in partea inferioara a zonei de tranzitie, Cxb0 = 1

File C:\Users\Rares\Desktop\Saltyzip\timis.INP

Title1

Title2

Explanation of symbol Click in a data field to see the explanation

1	Area	Ns	Kd	Kf	Kr				
	100	2	1	0	0				
2	Ny	Ky							
	20	0							
3	Ts1	Ts2	Ts3	Ts4					
	9	3	0	0					
4	A1	B1	A2	B2	A3	B3	A4	B4	
	0	0	0	0	0.4	0.3	0.4	0.3	
5	RcA1	RcB1	RcA2	RcB2	RcA3	RcB3	RcA4	RcB4	
	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	LcA1	IoA1	LcA2	IoA2	LcA3	IoA3	LcA4	IoA4	
	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	IaA1	EpA1	IaA2	EpA2	IaA3	EpA3	IaA4	EpA4	
	0	0	0	0	0	0	0	0	

Fig. 6.58 Fereastra de lucru pentru introducerea datelor pentru programul Saltmod

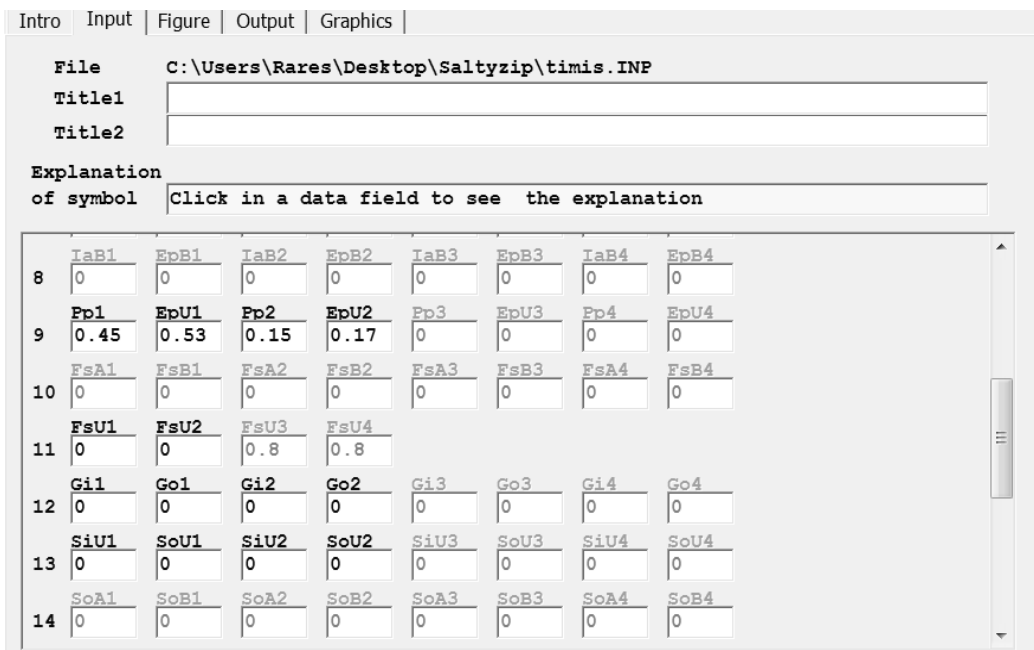


Fig. 6.59 Fereastra de lucru pentru introducerea datelor pentru programul Saltmod

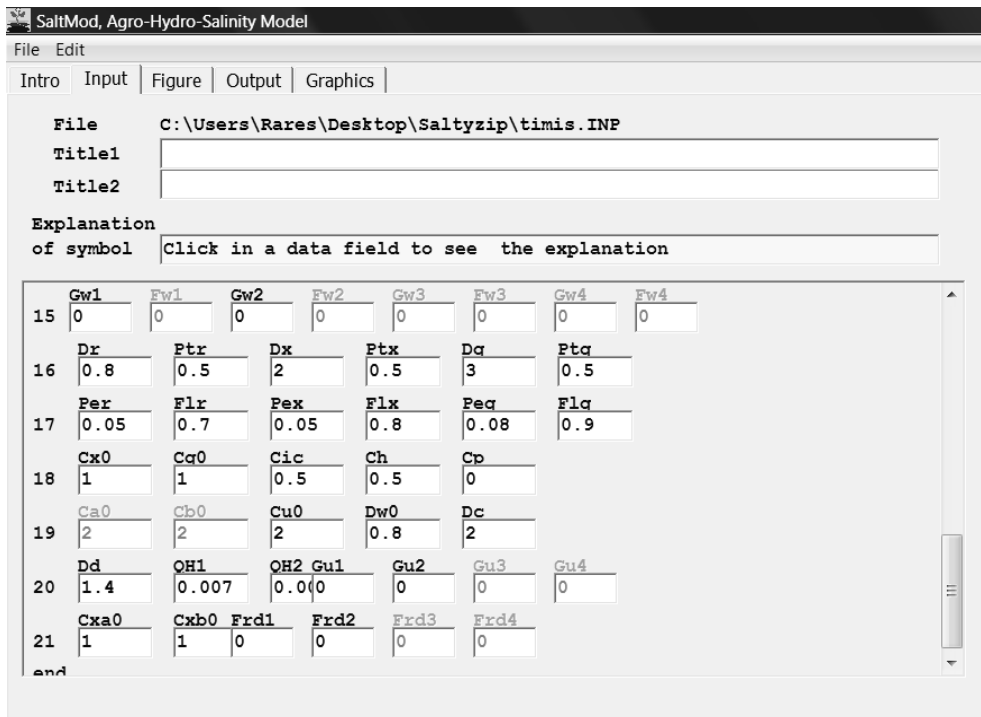


Fig. 6.60 Fereastra de lucru pentru introducerea datelor pentru programul Saltmod

Rezultatele obținute cu ajutorul programului SaltMod:

1. Descarcările din drenaj (Gd, Ga, Gb) și fantani (Gw) în m/sezon

Ga și Gb reprezintă debitele drenate deasupra și sub nivelul drenurilor. Gd reprezintă cantitatea totală de apă drenată.

An	Sezon	Gd	Ga	Gb	Gw
0	1	n.a.	1	1	0.5
	2	n.a.	1	1	0.5
1	1	n.a.	1.23	1.04	-
	2	n.a.	1.06	1.05	-
2	1	n.a.	0.604	0.955	-
	2	n.a.	0.489	0.891	-
3	1	n.a.	0.249	0.675	-
	2	n.a.	0.197	0.605	-
4	1	n.a.	0.0967	0.421	-
	2	n.a.	0.0753	0.37	-
5	1	n.a.	0.0362	0.245	-
	2	n.a.	0.0281	0.212	-
6	1	n.a.	0.0132	0.136	-
	2	n.a.	0.0102	0.117	-
7	1	n.a.	0.00473	0.0741	-
	2	n.a.	0.00365	0.0633	-
8	1	n.a.	0.00169	0.0397	-
	2	n.a.	0.00131	0.0338	-
9	1	n.a.	0.00062	0.021	-
	2	n.a.	0.000477	0.0178	-
10	1	n.a.	0.000223	0.011	-
	2	n.a.	0.000172	0.00932	-
11	1	n.a.	8E-5	0.00572	-
	2	n.a.	6.15E-5	0.00485	-
12	1	n.a.	2.86E-5	0.00297	-
	2	n.a.	2.2E-5	0.00251	-
13	1	n.a.	1.02E-5	0.00153	-
	2	n.a.	7.85E-6	0.0013	-
14	1	n.a.	3.65E-6	0.000793	-
	2	n.a.	2.81E-6	0.000672	-
15	1	n.a.	1.3E-6	0.000409	-
	2	n.a.	1E-6	0.000347	-
16	1	n.a.	4.66E-7	0.000211	-
	2	n.a.	3.58E-7	0.000179	-
17	1	n.a.	1.66E-7	0.00011	-
	2	n.a.	1.28E-7	9.29E-5	-
18	1	n.a.	5.94E-8	5.69E-5	-
	2	n.a.	4.57E-8	4.82E-5	-
19	1	n.a.	2.12E-8	2.96E-5	-
	2	n.a.	1.63E-8	2.5E-5	-
20	1	n.a.	7.58E-9	1.53E-5	-
	2	n.a.	5.83E-9	1.3E-5	-

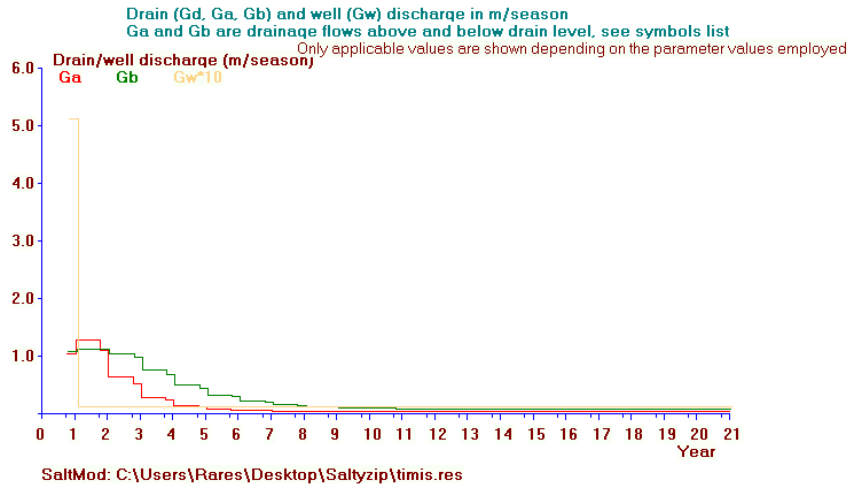


Fig. 6.61 Descărcarea drenurilor

2. Adancimea nivelului freatic Dw in m

Cand nivelul freatic este sub suprafata solului, adancimea este data ca si valoare negativa.

An	Sezon	Dw
0	1	0
	2	0
1	1	-0.818
	2	-0.839
2	1	-0.798
	2	-0.728
3	1	-0.61
	2	-0.501
4	1	-0.395
	2	-0.308
5	1	-0.235
	2	-0.177
6	1	-0.132
	2	-0.0982
7	1	-0.0723
	2	-0.0531
8	1	-0.0389
	2	-0.0284
9	1	-0.0206
	2	-0.015
10	1	-0.0109
	2	-0.00785
11	1	-0.00566
	2	-0.00408
12	1	-0.00294
	2	-0.00212
13	1	-0.00152

	2	-0.00109
14	1	-0.00078
	2	-0.00056
15	1	-0.00040
	2	-0.00029
16	1	-0.00021
	2	-0.00015
17	1	-0.00010
	2	-7.82E-5
18	1	-5.63E-5
	2	-4.06E-5
19	1	-2.93E-5
	2	-2.11E-5
20	1	-1.52E-5
	2	-1.09E-5

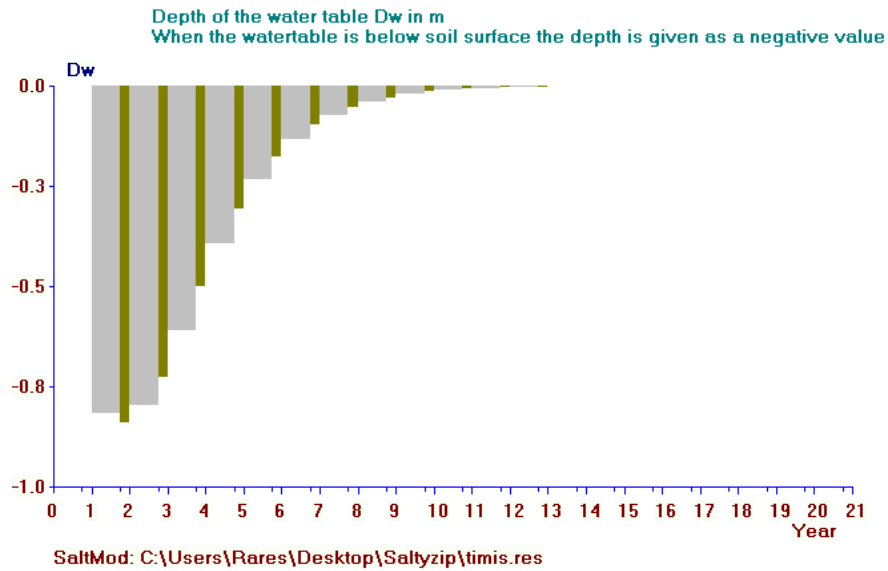


Fig. 6.62 Variația adâncimii nivelului freatic

3. Percolarea apei către nivelul freatic pentru terenurile din zona A (LrA), zona B (LrB), zona neirigată (LrU), respectiv media totală (Lr) în m/sezon

An	Sezon	LrA	LrB	LrU	Lr
0	1	0	0	2	n.a.
	2	0	0	2	n.a.
1	1	0	0	0.929	n.a.
	2	0	0	0.714	n.a.
2	1	0	0	0.332	n.a.
	2	0	0	0.255	n.a.
3	1	0	0	0.119	n.a.
	2	0	0	0.0912	n.a.
4	1	0	0	0.0423	n.a.

412 Programe de proiectare specializate pentru rețele de desecare-drenaj - 6

	2	0	0	0.0326	n.a.
5	1	0	0	0.0151	n.a.
	2	0	0	0.0116	n.a.
6	1	0	0	0.0054	n.a.
	2	0	0	0.00415	n.a.
7	1	0	0	0.00193	n.a.
	2	0	0	0.00148	n.a.
8	1	0	0	0.000689	n.a.
	2	0	0	0.00053	n.a.
9	1	0	0	0.000246	n.a.
	2	0	0	0.000189	n.a.
10	1	0	0	8.79E-5	n.a.
	2	0	0	6.76E-5	n.a.
11	1	0	0	3.14E-5	n.a.
	2	0	0	2.42E-5	n.a.
12	1	0	0	1.12E-5	n.a.
	2	0	0	8.63E-6	n.a.
13	1	0	0	4.01E-6	n.a.
	2	0	0	3.08E-6	n.a.
14	1	0	0	1.43E-6	n.a.
	2	0	0	1.1E-6	n.a.
15	1	0	0	5.11E-7	n.a.
	2	0	0	3.93E-7	n.a.
16	1	0	0	1.83E-7	n.a.
	2	0	0	1.4E-7	n.a.
17	1	0	0	6.53E-8	n.a.
	2	0	0	5.02E-8	n.a.
18	1	0	0	2.33E-8	n.a.
	2	0	0	1.79E-8	n.a.
19	1	0	0	8.33E-9	n.a.
	2	0	0	6.4E-9	n.a.
20	1	0	0	2.97E-9	n.a.
	2	0	0	2.29E-9	n.a.

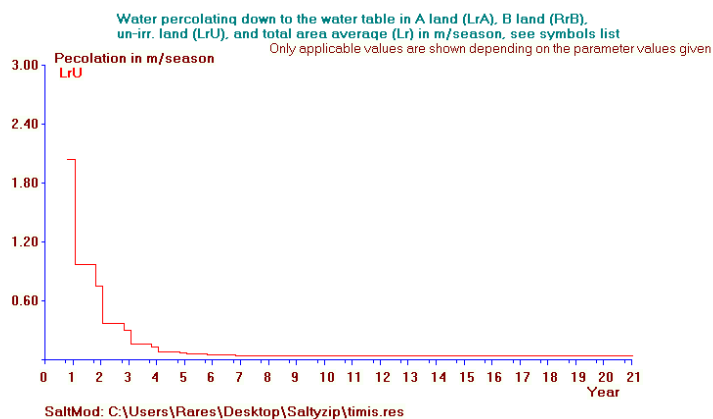


Fig. 6.63 Variația apei percolate către nivelul freatic

4. Cantitatea de apa din irigatii (m/sezon), It = total, Is = net, Io = bypass,
IaA si IaB reprezinta cantitatile aplicate in camp pentru terenurile din zonele A si B.

An	Sezon	It	Is	Io	IaA	IaB
0	1	0	0	0	0	0.8
	2	0	0	0	0	0.8
1	1	0.467	0.0154	0.452	0	1.16
	2	0.15	0.0048	0.146	0	1.17
2	1	0.449	0.0143	0.435	0	1.17
	2	0.15	0.0048	0.146	0	1.17
3	1	0.449	0.0143	0.435	0	1.17
	2	0.15	0.0048	0.146	0	1.17
4	1	0.449	0.0143	0.435	0	1.17
	2	0.15	0.0048	0.146	0	1.17
5	1	0.449	0.0143	0.435	0	1.17
	2	0.15	0.0048	0.146	0	1.17
6	1	0.449	0.0143	0.435	0	1.17
	2	0.15	0.0048	0.146	0	1.17
7	1	0.449	0.0143	0.435	0	1.17
	2	0.15	0.0048	0.146	0	1.17
8	1	0.449	0.0143	0.435	0	1.17
	2	0.15	0.0048	0.146	0	1.17
9	1	0.449	0.0143	0.435	0	1.17
	2	0.15	0.0048	0.146	0	1.17
10	1	0.449	0.0143	0.435	0	1.17
	2	0.15	0.0048	0.146	0	1.17
11	1	0.449	0.0143	0.435	0	1.17
	2	0.15	0.0048	0.146	0	1.17
12	1	0.449	0.0143	0.435	0	1.17
	2	0.15	0.0048	0.146	0	1.17
13	1	0.449	0.0143	0.435	0	1.17
	2	0.15	0.0048	0.146	0	1.17
14	1	0.449	0.0143	0.435	0	1.17
	2	0.15	0.0048	0.146	0	1.17
15	1	0.449	0.0143	0.435	0	1.17
	2	0.15	0.0048	0.146	0	1.17
16	1	0.449	0.0143	0.435	0	1.17
	2	0.15	0.0048	0.146	0	1.17
17	1	0.449	0.0143	0.435	0	1.17
	2	0.15	0.0048	0.146	0	1.17
18	1	0.449	0.0143	0.435	0	1.17
	2	0.15	0.0048	0.146	0	1.17
19	1	0.449	0.0143	0.435	0	1.17
	2	0.15	0.0048	0.146	0	1.17
20	1	0.449	0.0143	0.435	0	1.17
	2	0.15	0.0048	0.146	0	1.17

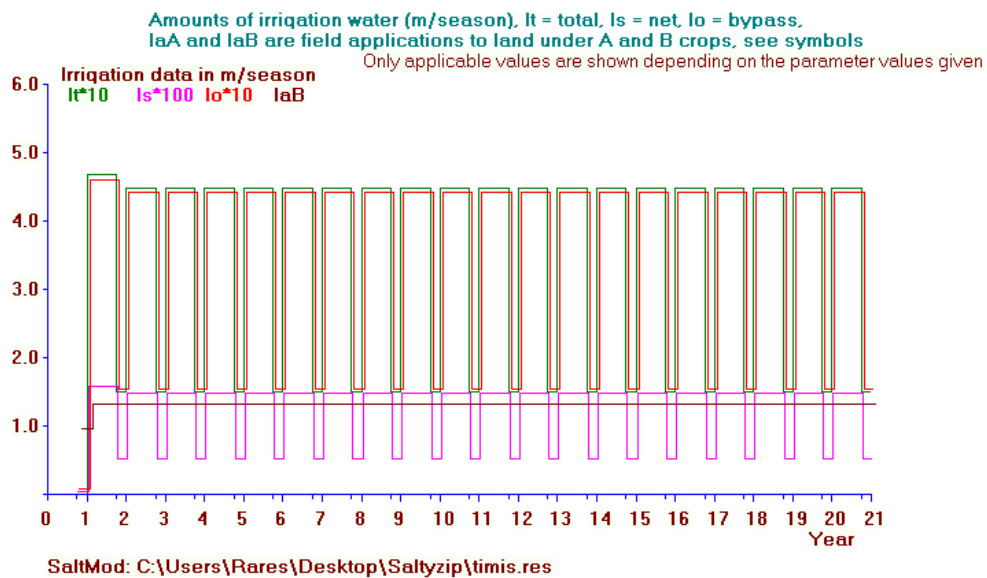


Fig. 6.64 Cantitățile de irigații aplicate

6.8 Analiza variației nivelului freatic folosind aplicația GDZ RoDrain

Analiza variației nivelului freatic folosind aplicația GDZ RoDrain se bazează pe ecuația De Zeeuw-Heilinga prezentată în această teză în capitolul 3, punctul 3.2.2.3.1 B.

În subcapitolul 6.8 a fost studiată variația nivelului freatic pentru 4 zone din județul Timis cunoscând distanța dintre drenuri calculată în regim nepermanent, conductivitatea hidraulică, porozitatea drenabilă, valoarea stratului echivalent a lui Hooghoudt, înălțimea inițială a nivelului freatic precum și valorile medii a precipitațiilor pentru lunile aprilie, mai și iunie calculate pe intervalul 1950-1999.

6.8.1 Analiza variației nivelului freatic folosind aplicația GDZ RoDrain pentru zona Margina, județul Timis

6.8.1.1 Analiza variației nivelului freatic folosind aplicația GDZ RoDrain pentru zona Margina, județul Timis, luna aprilie

Precipitații cazute = 54,4 mm

Tabel 6.160

Date necesare:

K (m/zi)
= 0,16 (conductivitatea hidraulică)

p =	0,03	(porozitatea drenabila)
L (m) =	15	(distanta dintre drenuri)
d (m) =	0,74	(adancimea echivalenta a stratului de sol sub linia drenurilor)
h0 (m) =	0,6	(inaltimea initiala a nivelului freatic la timpul t=0)
alfa (1/zi) =	0,173120172	(factorul de reactie)
q0 (m/zi) =	0,002525867	(debitul descarcat)

Tabel 6.161

Rezultate:

Ziua	debitul de reincarcare (m/zi) qr	inaltimea nivelului freatic deasupra drenurilor (m) h	debitul descarcat de drenuri (m/zi) qe
0	0	0,6	0,002525867
1	0,005	0,695919028	0,002919163
2	0,01	0,967887539	0,004044758
3	0,01	1,196622995	0,004991424
4	0,002	1,082922505	0,004515897
5	0,001	0,949036817	0,003956998
6	0	0,798174641	0,003327979
7	0	0,671294038	0,002798952
8	0	0,564582815	0,002354021
9	0	0,474834777	0,001979818
10	0	0,399353398	0,001665099
11	0	0,3358708	0,001400409
12	0	0,282479615	0,001177795
13	0	0,237575678	0,000990569
14	0	0,199809826	0,000833105
15	0	0,168047365	0,000700671
16	0,002	0,217852816	0,000907217
17	0,005	0,374519282	0,00155782
18	0,01	0,697578609	0,002899818
19	0,003	0,701467362	0,002915743
20	0	0,589959683	0,002452247
21	0	0,49617765	0,002062429

22	0	0,417303534	0,001734578
23	0	0,35096752	0,001458844
24	0	0,295176509	0,001226941
25	0	0,24825423	0,001031902
26	0	0,208790878	0,000867867
27	0	0,175600758	0,000729908
28	0,002	0,224205495	0,000931806
29	0,002	0,265083856	0,00110161
30	0,002	0,29946405	0,001244421

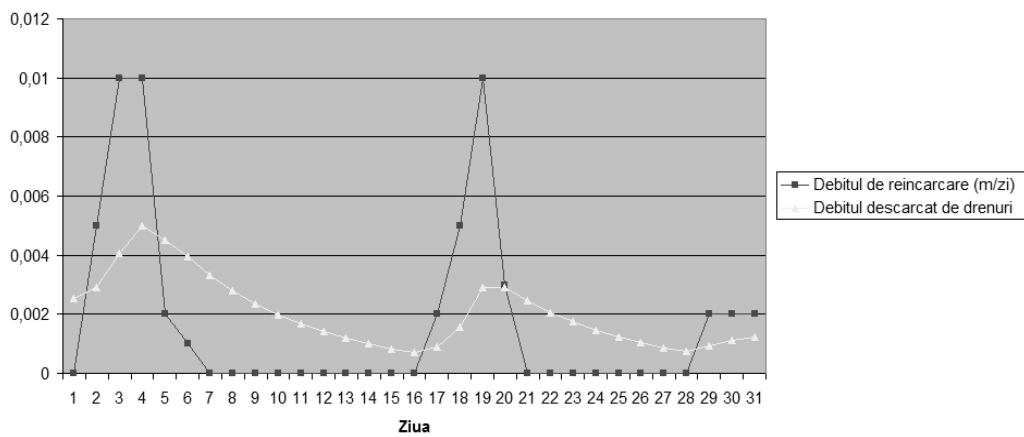


Fig. 6.65

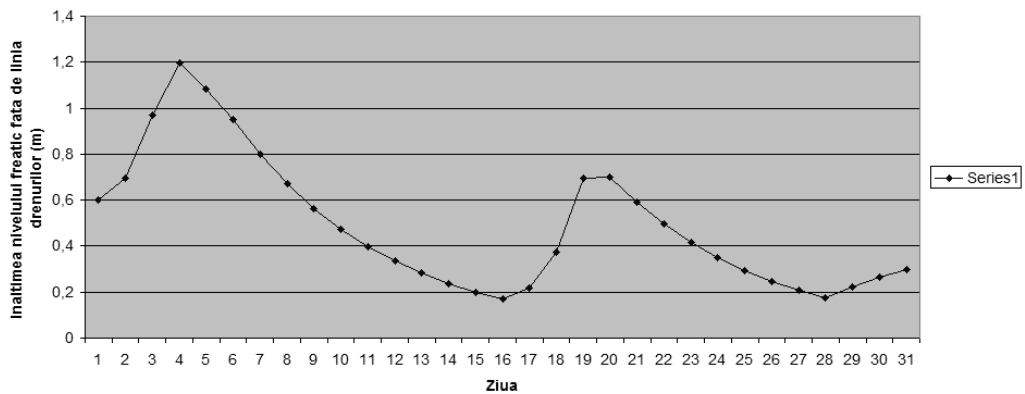


Fig. 6.66

6.8.1.2 Analiza variatiei nivelului freatic folosind aplicatia GDZ RoDrain pentru zona Margina, judetul Timis, luna mai

Precipitatii cazute = 71,5 mm

Tabel 6.162

Rezultate:

Ziua	debitul de reincarcare (m/zi) qr	inaltimea nivelului freatic deasupra drenurilor (m) h	debitul descarcat de drenuri (m/zi) qe
0	0	0,6	0,002525867
1	0,005	0,695919028	0,002919163
2	0,01	0,967887539	0,004044758
3	0,006	1,043585312	0,00435557
4	0,001	0,9159528	0,003822157
5	0	0,770349774	0,003214574
6	0	0,647892308	0,002703574
7	0	0,544901105	0,002273804
8	0	0,45828174	0,001912353
9	0	0,385431689	0,001608358
10	0	0,324162134	0,001352688
11	0	0,272632199	0,00113766
12	0	0,229293641	0,000956814
13	0	0,192844331	0,000804715
14	0	0,162189129	0,000676795
15	0	0,136406984	0,000569209
16	0,002	0,191242099	0,000796653
17	0,005	0,352138697	0,001464831
18	0,01	0,67875572	0,002821611
19	0,005	0,762155466	0,003167896
20	0,003	0,755778858	0,003141206
21	0	0,635637636	0,002641869
22	0	0,534594478	0,002221909
23	0	0,44961349	0,001868706
24	0	0,378141373	0,00157165
25	0	0,318030712	0,001321815
26	0	0,26747545	0,001111695
27	0	0,224956627	0,000934976
28	0,007	0,457012689	0,001899093

29	0,009	0,728699158	0,003027878
30	0,009	0,957197405	0,003977227

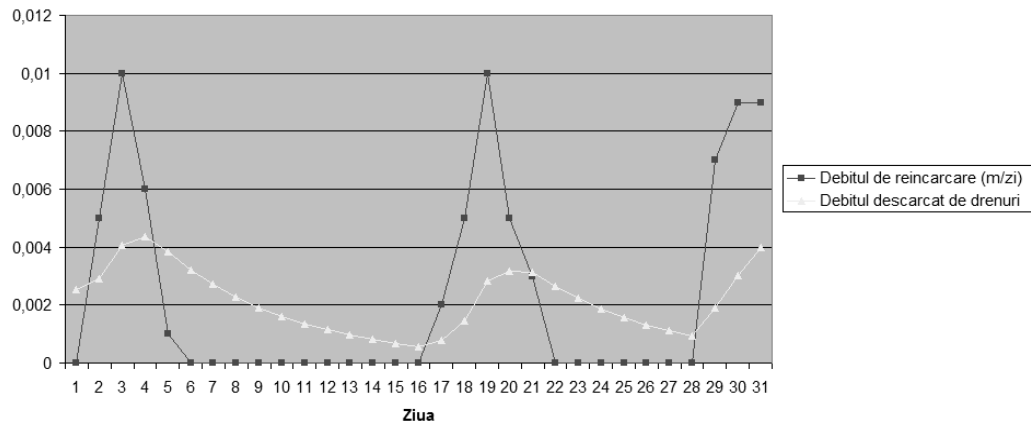


Fig. 6.67

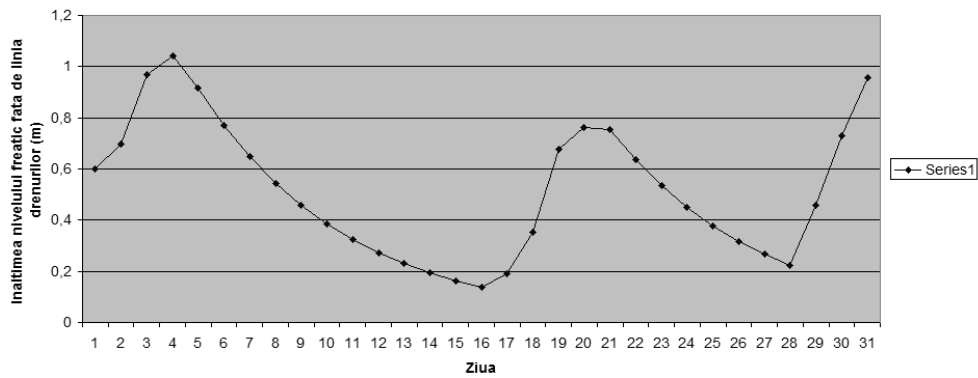


Fig. 6.68

6.8.1.3 Analiza variatiei nivelului freatic folosind aplicatia GDZ RoDrain pentru zona Margina, judetul Timis, luna iunie

Precipitatii cazute = 79,8 mm

Tabel 6.163

Rezultate:

Ziua	debitul de reincarcare (m/zi) qr	inaltimea nivelului freatic deasupra drenurilor (m) h	debitul descarcat de drenuri (m/zi) qe
------	-------------------------------------	--	---

0	0	0,6	0,002525867
1	0,005	0,695919028	0,002919163
2	0,01	0,967887539	0,004044758
3	0,005	1,005325891	0,004196606
4	0,005	1,036812913	0,004324317
5	0	0,871997544	0,003636908
6	0	0,733381797	0,003058773
7	0	0,616800889	0,00257254
8	0	0,518752085	0,0021636
9	0	0,436289459	0,001819667
10	0	0,366935377	0,001530406
11	0	0,30860606	0,001287127
12	0	0,259548973	0,001082521
13	0	0,21829017	0,00091044
14	0	0,183590009	0,000765713
15	0	0,154405906	0,000643993
16	0,005	0,321158113	0,001336439
17	0,01	0,652699916	0,002713628
18	0,01	0,931538687	0,003871895
19	0,005	0,974755178	0,004051223
20	0	0,819804722	0,003407226
21	0	0,689485727	0,002865602
22	0	0,57988269	0,002410076
23	0	0,487702531	0,002026962
24	0	0,410175649	0,001704749
25	0	0,344972708	0,001433756
26	0	0,290134653	0,001205841
27	0	0,244013845	0,001014157
28	0,007	0,473040505	0,001965687
29	0,009	0,742179137	0,003083886
30	0,009	0,96853456	0,004024332

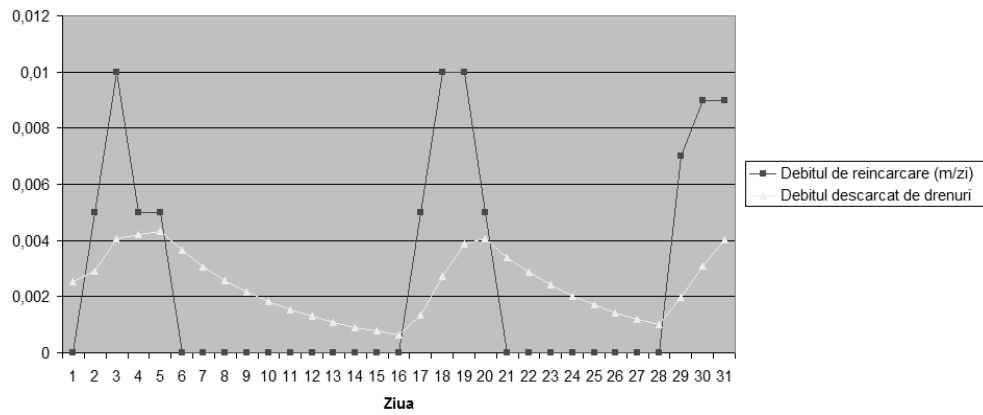


Fig. 6.69

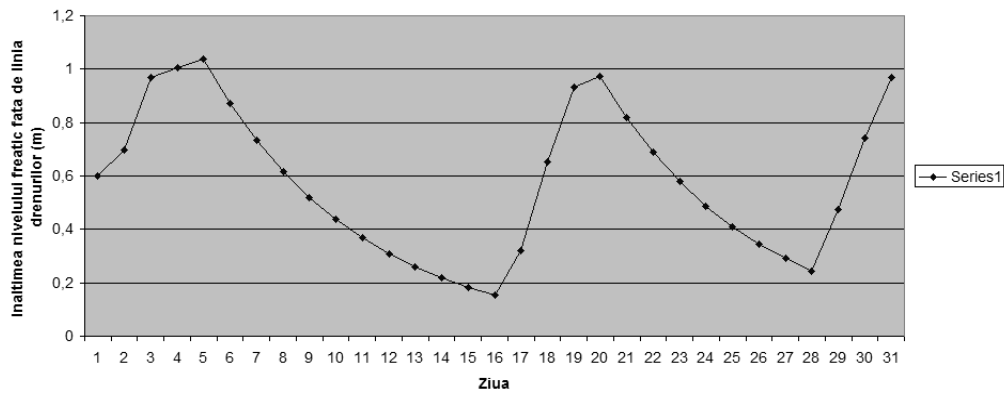


Fig. 6.70

6.8.2 Analiza variatiei nivelului freatic folosind aplicatia GDZ RoDrain pentru zona Faget, judetul Timis

6.8.2.1 Analiza variatiei nivelului freatic folosind aplicatia GDZ RoDrain pentru zona Faget, judetul Timis, luna aprilie

Precipitatii cazute = 69,1 mm

Tabel 6.164

Date necesare:

K (m/zi)		
=	0,36	(conductivitatea hidraulica)
p =	0,06	(porozitatea drenabila)
L (m) =	19	(distanța dintre drenuri)

d (m) =	0,97	(adancimea echivalenta a stratului de sol sub linia drenurilor)
h_0 (m) =	0,6	(inaltimea initiala a nivelului freatic la timpul $t=0$)
alfa		
$(1/zi) =$	0,159116614	(factorul de reactie)
q_0		
$(m/zi) =$	0,004643102	(debitul descarcat)

Tabel 6.165

Rezultate:

Ziua	debitul de reincarcare (m/zi) q_r	inaltimea nivelului freatic deasupra drenurilor (m) h	debitul descarcat de drenuri (m/zi) q_e
0	0	0,6	0,004643102
1	0,003	0,569519306	0,004401397
2	0,005	0,582043198	0,004489453
3	0,007	0,631245566	0,004858763
4	0,003	0,596168552	0,004585333
5	0,002	0,546991086	0,004205022
6	0	0,466526998	0,00358645
7	0	0,397899428	0,003058872
8	0	0,339367186	0,002608903
9	0	0,289445219	0,002225125
10	0	0,246866928	0,001897802
11	0	0,210552036	0,00161863
12	0	0,179579177	0,001380524
13	0	0,153162522	0,001177445
14	0	0,13063184	0,001004239
15	0	0,11141549	0,000856512
16	0,004	0,172067486	0,001318929
17	0,007	0,281578555	0,002154632
18	0,01	0,432761375	0,00330871
19	0,006	0,484663173	0,003704607
20	0,002	0,451888495	0,003453854
21	0	0,385414294	0,002945782
22	0	0,328718654	0,002512448
23	0	0,280363119	0,002142859
24	0	0,239120833	0,001827638

25	0	0,203945416	0,001558787
26	0	0,173944411	0,001329484
27	0,005	0,244658598	0,001869429
28	0,007	0,343491289	0,002624152
29	0,004	0,370004214	0,002826543
30	0,002	0,354096225	0,002704956

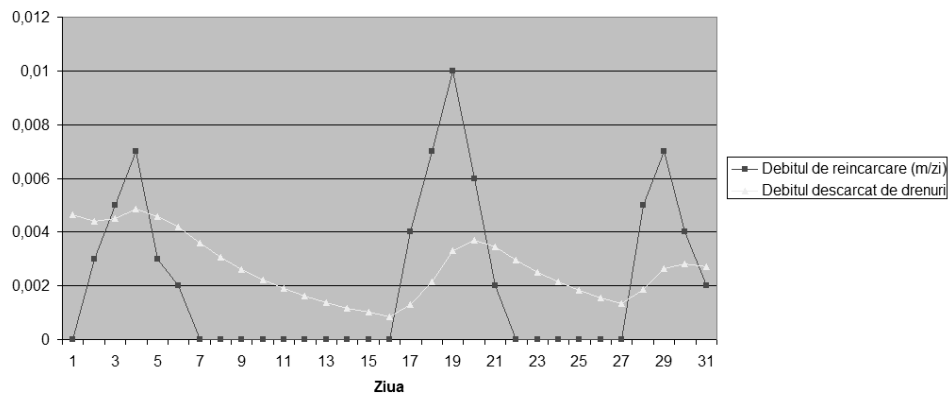


Fig. 6.71

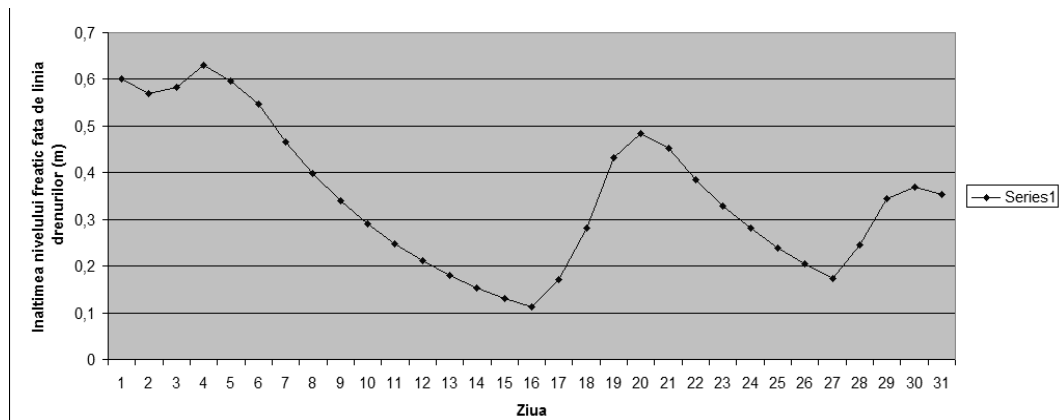


Fig. 6.72

6.8.2.2 Analiza variatiei nivelului freatic folosind aplicatia GDZ RoDrain pentru zona Margina, judetul Timis, luna mai

Precipitatii cazute = 94,2 mm

Tabel 6.166

Rezultate:

debitul de reincarcare (m/zi)	inaltimea nivelului freatic deasupra	debitul descarcat de drenuri
-------------------------------------	--	------------------------------------

Ziua	qr	h	drenurilor (m)	(m/zi)	qe
0	0	0	0,6	0,004643102	
1	0,005	0,608040087	0,004695603		
2	0,006	0,634157841	0,004887484		
3	0,007	0,675693983	0,005198242		
4	0,007	0,71112003	0,005463286		
5	0,005	0,702814015	0,005395135		
6	0	0,59942789	0,004601494		
7	0	0,511250185	0,0039246		
8	0	0,436043695	0,003347279		
9	0	0,371900313	0,002854884		
10	0	0,317192622	0,002434922		
11	0	0,270532602	0,002076737		
12	0	0,230736415	0,001771243		
13	0	0,196794372	0,001510687		
14	0	0,167845309	0,001288461		
15	0	0,143154742	0,001098924		
16	0,005	0,218398185	0,001672784		
17	0,007	0,321093864	0,002456434		
18	0,01	0,46646386	0,003566116		
19	0,006	0,513407918	0,003924148		
20	0,006	0,553446359	0,004229512		
21	0	0,47203268	0,003607338		
22	0	0,402595206	0,003076687		
23	0	0,343372201	0,002624097		
24	0	0,292861084	0,002238084		
25	0	0,249780308	0,001908855		
26	0,005	0,309338799	0,002363572		
27	0,006	0,379396442	0,002898502		
28	0,007	0,458408777	0,003501845		
29	0,007	0,525798152	0,004016435		
30	0,005	0,544753561	0,00416112		

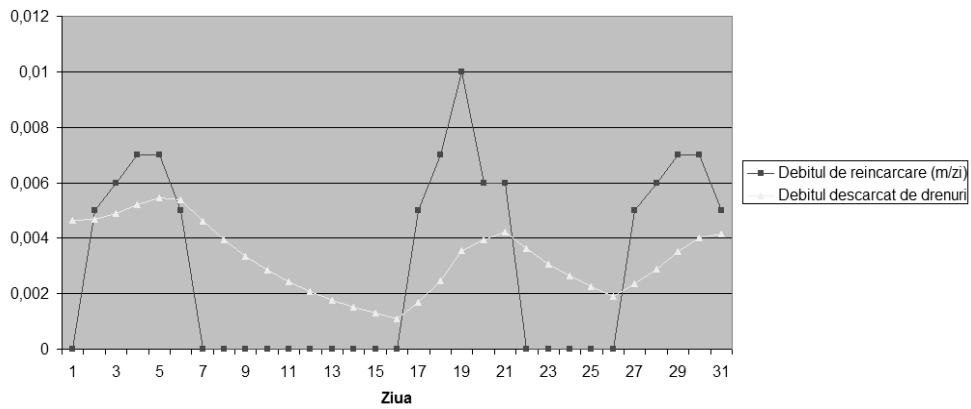


Fig. 6.73

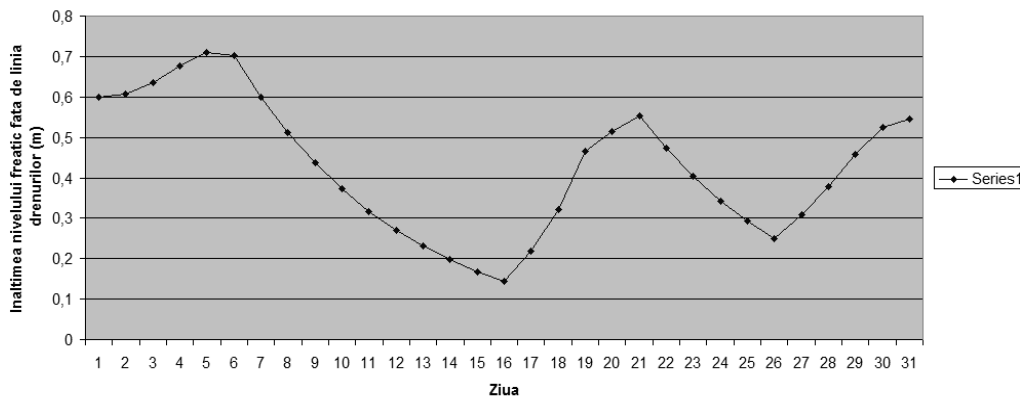


Fig. 6.74

6.8.2.3 Analiza variatiei nivelului freatic folosind aplicatia GDZ RoDrain pentru zona Margina, judetul Timis, luna iunie

Precipitatii cazute = 113,4 mm

Tabel 6.167

Rezultate:

Ziua	debitul de reincarcare (m/zi) qr	inaltimea nivelului freatic deasupra drenurilor (m) h	debitul descarcat de drenuri (m/zi) qe
0	0	0,6	0,004643102
1	0,005	0,608040087	0,004695603
2	0,007	0,653418231	0,005034587

3	0,01	0,749902281	0,005765015
4	0,008	0,793672446	0,006093788
5	0,005	0,773222714	0,005932888
6	0	0,659479251	0,005060142
7	0	0,562467805	0,00431578
8	0	0,479727043	0,003680915
9	0	0,409157705	0,003139441
10	0	0,348969335	0,002677619
11	0	0,297634862	0,002283733
12	0	0,253851849	0,001947789
13	0	0,216509454	0,001661263
14	0	0,184660241	0,001416886
15	0	0,157496145	0,001208458
16	0,005	0,230629924	0,001766205
17	0,009	0,370047056	0,002830319
18	0,015	0,604517836	0,004620517
19	0,008	0,669674505	0,005117649
20	0,006	0,686725645	0,005247446
21	0	0,58570617	0,00447553
22	0	0,499546973	0,003817166
23	0	0,426062061	0,003255649
24	0	0,363387008	0,002776733
25	0	0,309931651	0,002368267
26	0	0,264339742	0,002019887
27	0,005	0,321756495	0,002458271
28	0,008	0,428508236	0,003273477
29	0,015	0,654379194	0,004998485
30	0,007	0,692940713	0,005292914

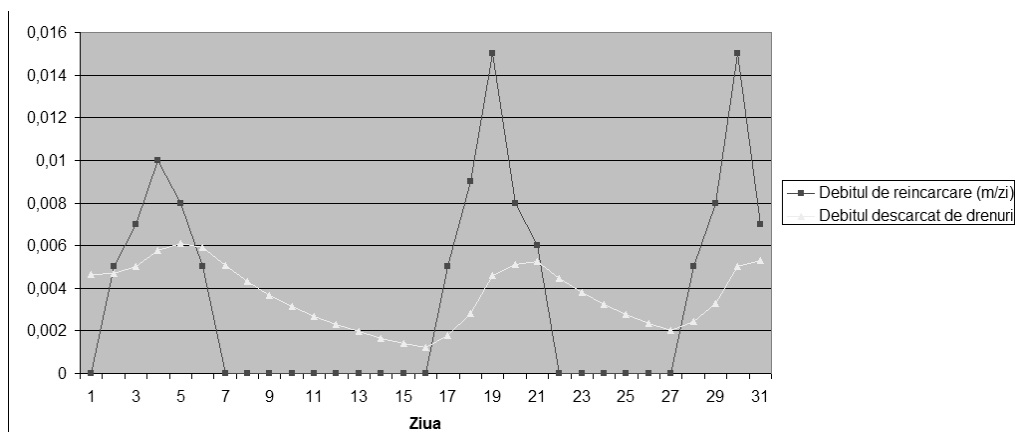


Fig. 6.75

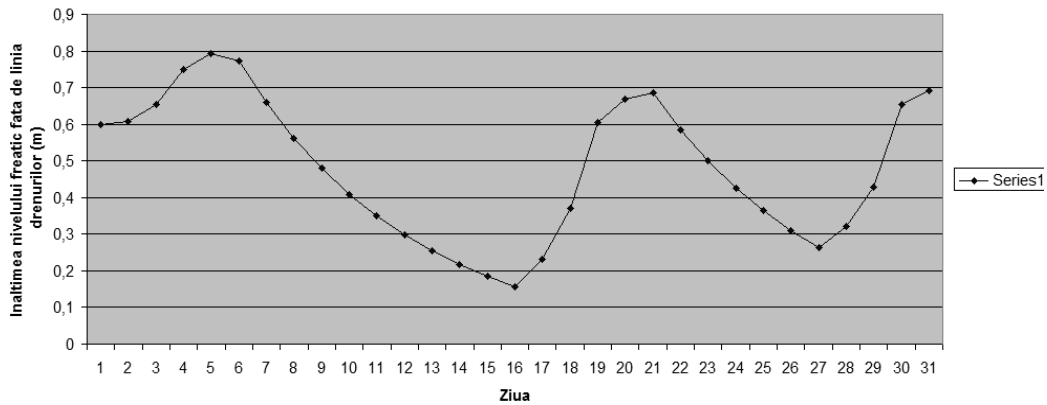


Fig. 6.76

6.8.3 Analiza variatiei nivelului freatic folosind aplicatia GDZ RoDrain pentru zona Folea-Sipet-Cerna, judetul Timis

6.8.3.1 Analiza variatiei nivelului freatic folosind aplicatia GDZ RoDrain pentru zona Folea-Sipet-Cerna, judetul Timis, luna aprilie

Tabel 6.168

Date necesare:

K (m/zi)		(conductivitatea hidraulica)
=	0,06	(porozitatea drenabila)
p =	0,02	(distanța dintre drenuri)
L (m) =	10	(adancimea echivalenta a stratului de sol sub linia drenurilor)
d (m) =	0,45	(inaltimea initiala a nivelului freatic la timpul t=0)
h0 (m)		
=	0,6	
alfa		
(1/zi) =	0,133239659	(factorul de reactie)
q0		
(m/zi) =	0,001296	(debitul descarcat)

Precipitatii cazute = 47 mm

Tabel 6.169

Rezultate:

Ziua	debitul de reincarcare (m/zi) qr	inaltimea nivelului freatic deasupra drenurilor (m) h	debitul descarcat de drenuri (m/zi) qe
0	0	0,6	0,001296
1	0,003	0,700698742	0,001508565
2	0,003	0,788835849	0,001694614
3	0,003	0,86597832	0,001857454
4	0,003	0,933497677	0,00199998
5	0,003	0,992594352	0,002124727
6	0	0,868773471	0,001859679
7	0	0,760398589	0,001627694
8	0	0,665542898	0,001424648
9	0	0,582519951	0,00124693
10	0	0,509853677	0,001091382
11	0	0,446252135	0,000955238
12	0	0,390584548	0,000836077
13	0	0,341861197	0,000731781
14	0	0,299215826	0,000640495
15	0	0,261890239	0,000560597
16	0,003	0,40476638	0,0008649
17	0,003	0,52981948	0,001131242
18	0,005	0,756303242	0,001613849
19	0,003	0,837503983	0,001786764
20	0,003	0,908575363	0,001938109
21	0	0,795235405	0,00169634
22	0	0,696034006	0,001484731
23	0	0,609207455	0,001299518
24	0	0,533212056	0,00113741
25	0	0,46669668	0,000995524
26	0,003	0,584024304	0,001245572
27	0,003	0,686715929	0,001464428
28	0,003	0,776597319	0,001655982
29	0,003	0,855266481	0,001823641
30	0,003	0,924122083	0,001970386

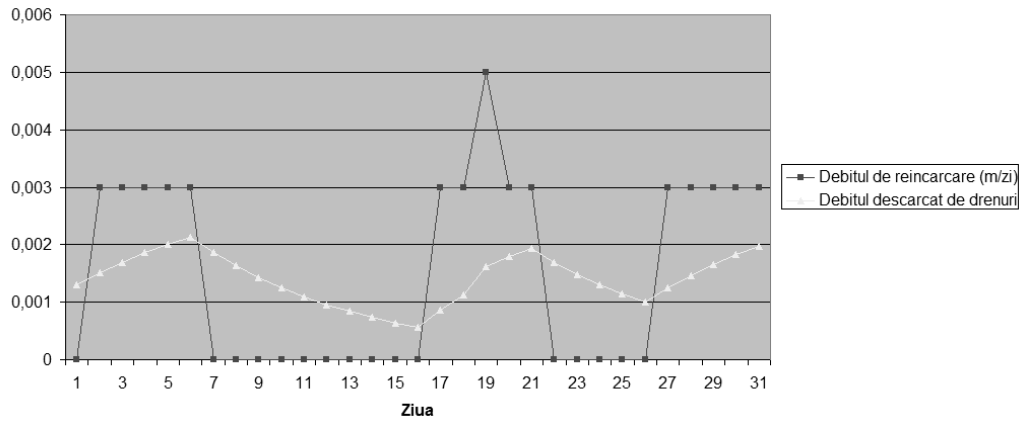


Fig. 6.77

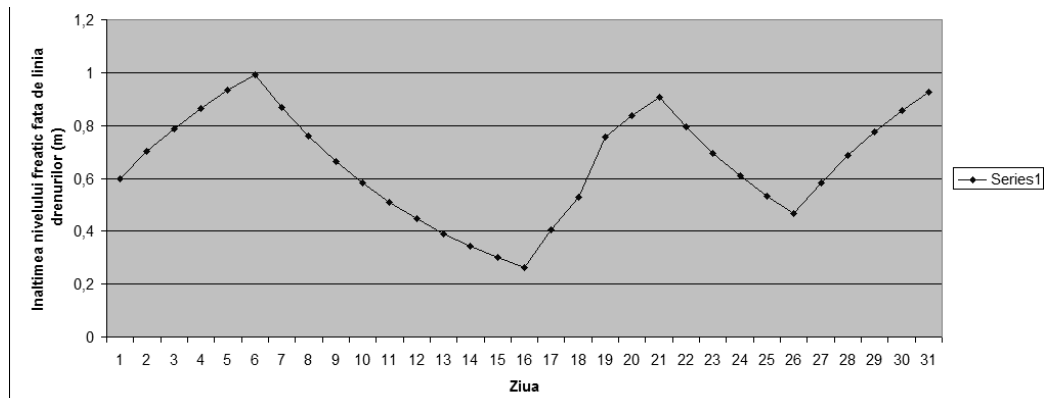


Fig. 6.78

6.8.3.2 Analiza variatiei nivelului freatic folosind aplicatia GDZ RoDrain pentru zona Folea-Sipet-Cerna, judetul Timis, luna mai

Precipitatii cazute = 64 mm

Tabel 6.170

Rezultate:

Ziua	debitul de reincarcare (m/zi) qr	inaltimea nivelului freatic deasupra drenurilor (m) h	debitul descarcat de drenuri (m/zi) qe
0	0	0,6	0,001296
1	0,004	0,759213928	0,00163331

2	0,004	0,898566763	0,001928542
3	0,004	1,020536071	0,002186945
4	0,004	1,127290355	0,002413114
5	0,004	1,220727608	0,00261107
6	0	1,068448313	0,002285353
7	0	0,935165053	0,002000267
8	0	0,818508172	0,001750744
9	0	0,716403619	0,001532348
10	0	0,627036067	0,001341196
11	0	0,548816644	0,001173889
12	0	0,480354678	0,001027452
13	0	0,42043298	0,000899283
14	0	0,367986195	0,000787102
15	0	0,322081869	0,000688916
16	0,004	0,51596461	0,001101956
17	0,005	0,744176694	0,001588216
18	0,006	1,002435717	0,002138563
19	0,005	1,16996311	0,002495512
20	0,004	1,258077163	0,002683189
21	0	1,10113871	0,002348475
22	0	0,963777496	0,002055515
23	0	0,843551365	0,001799101
24	0	0,738322806	0,001574672
25	0	0,646220952	0,00137824
26	0,004	0,799669061	0,001705291
27	0,004	0,933975333	0,001991544
28	0,004	1,05152761	0,002242088
29	0,004	1,154415863	0,002461378
30	0,004	1,244469353	0,002653313

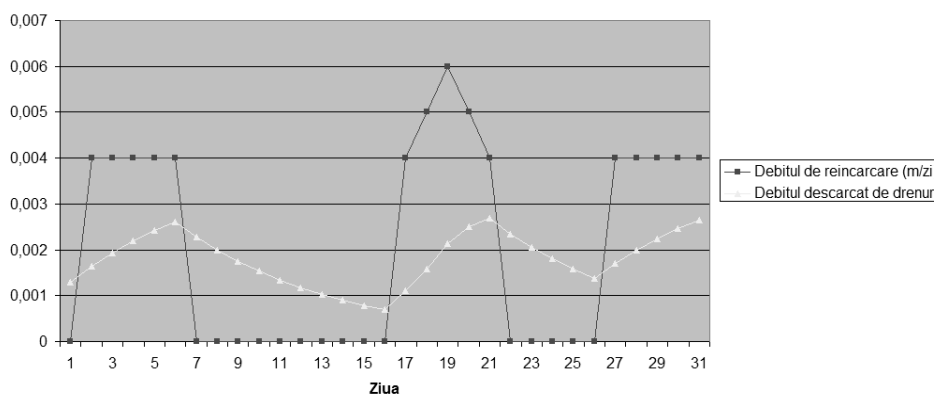


Fig. 6.79

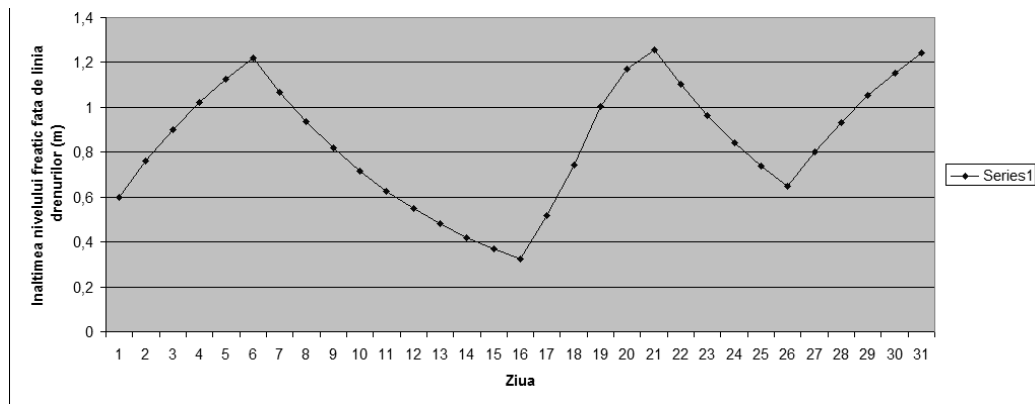


Fig. 6.80

6.8.3.3 Analiza variatiei nivelului freatic folosind aplicatia GDZ RoDrain pentru zona Folea-Sipet-Cerna, judetul Timis, luna iunie

Precipitatii cazute = 76,4 mm

Tabel 6.171

Rezultate:

Ziua	debitul de reincarcare (m/zi) qr	inaltimea nivelului freatic deasupra drenurilor (m) h	debitul descarcat de drenuri (m/zi) qe
0	0	0,6	0,001296
1	0,005	0,817729115	0,001758054
2	0,005	1,008297677	0,00216247
3	0,005	1,175093822	0,002516437
4	0,005	1,321083032	0,002826248
5	0,005	1,448860863	0,003097412
6	0	1,268123155	0,002711026
7	0	1,109931517	0,00237284
8	0	0,971473447	0,002076841
9	0	0,850287287	0,001817766
10	0	0,744218458	0,001591009
11	0	0,651381152	0,001392539
12	0	0,570124808	0,001218828
13	0	0,499004762	0,001066785
14	0	0,436756565	0,000933709
15	0	0,3822735	0,000817234

16	0,005	0,62716284	0,001339012
17	0,005	0,841503535	0,001795701
18	0,0064	1,111027625	0,002370063
19	0,005	1,265008754	0,002698133
20	0,005	1,399781553	0,002985279
21	0	1,225166229	0,002612881
22	0	1,07233324	0,002286938
23	0	0,938565356	0,002001655
24	0	0,821484305	0,001751959
25	0	0,719008495	0,001533411
26	0,005	0,921891931	0,00196585
27	0,005	1,099466735	0,002344344
28	0,005	1,254890023	0,002675623
29	0,005	1,390925081	0,002965577
30	0,005	1,509990486	0,00321936

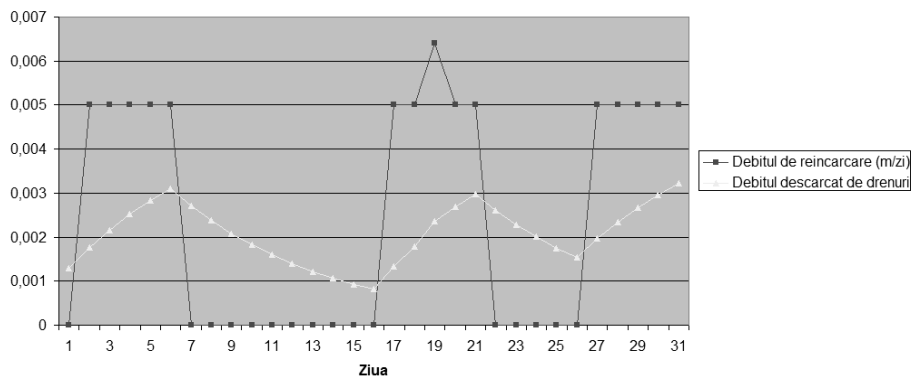


Fig. 6.81

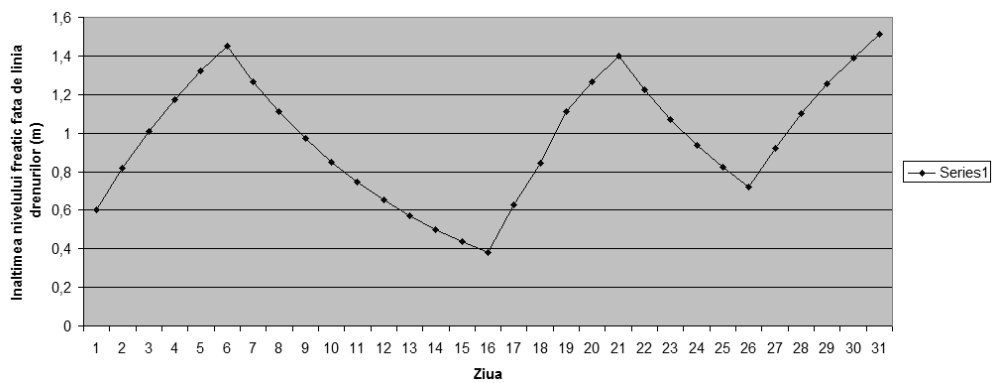


Fig. 6.82

6.8.4 Analiza variației nivelului freatic folosind aplicația GDZ RoDrain pentru SERE Lovrin, județul Timiș

Serele fiind spații închise și cu un regim controlat de aplicare a irigațiilor, s-a renunțat la analiza variației nivelului freatic folosind aplicația GDZ RoDrain pentru Sere Lovrin considerându-se eliminate hazardele ce pot apărea ca urmare a unei distribuții inechitabile, din punct de vedere spațial și temporal, a precipitațiilor.

Concluzii

Aplicația GDZ RoDrain este primul program de calcul din România, care pe baza formulelor lui De Zeeuw-Heillinga oferă o estimare a adâncimii nivelului freatic respectiv a debitelor descărcate de către drenuri. Din analiza graficelor de mai sus se observă faptul că distanțele între drenuri propuse (calculate în regim nepermanent) satisfac condiția coborârii nivelului freatic în 2 zile pentru zonele Margina, Faget și Folea-Sipet-Cerna.

Pentru zona Lovrin, datorită unei conductivități hidraulice foarte mici a solului, s-au adoptat corecții la distanțele între drenuri, valorile finale fiind mai mici decât cele obținute în regim nepermanent și mai mari decât cele obținute în regim permanent.

Această aplicație va fi în viitorul apropiat îmbunătățită pentru a fi transformată într-un program specializat în domeniul drenajelor, pentru regimul nepermanent.

6.9 Calculul distanței între drenuri folosind ecuația balanței energiei și determinarea pantei liniei piezometrice aferente nivelului freatic

6.9.1 Generalități

Pentru calculul distanței între drenuri folosind ecuația balanței energiei și determinarea pantei liniei piezometrice aferente nivelului freatic am folosit programul EnDrain realizat de prof. Oosterbaan din Olanda.

Programul de calcul EnDrain calculează debitul descărcat de către drenuri, pierderile de sarcină respectiv distanța dintre drenuri prezentând și curba pe care o descrie nivelul freatic. Aceste calcule sunt necesare pentru proiectarea unui sistem de desecare-drenaj din cadrul unui sistem de irigații pentru controlul nivelului freatic, a sarurilor respectiv a saturației cu apă a solului. EnDrain poate fi utilizat pentru ameliorarea (remedierea, reabilitarea, restaurarea) solurilor saturate. Calculul distanței între drenuri se bazează pe conceptul balanței energiei scurgerii subterane. De asemenea sunt utilizate conceptele tradiționale bazate pe teoriile (ecuațiile) lui Darcy, a balanței apei respectiv a conservării masei. Programul permite utilizarea a trei strate diferite de sol, cu conductivități hidraulice și permeabilități diferite: un strat deasupra și două sub nivelul drenurilor. Balanța energiei scurgerii subterane dezvoltată de Oosterbaan, Boonstra și Rao (1994) și utilizată în cazul scurgerii subterane în acvifere nelimitate se aplică drenajului subteran (realizat prin tuburi de drenaj) cu posibilitatea introducerii rezistenței la intrare și/sau soluri cu conductivități hidraulice anizotropice. Datorită energiei asociate cu aportul de apă din percolare, s-a descoperit că utilizarea balanței energiei conduce la niveluri freatice mai joase decât în cazul când aceasta este ignorată. Balanța energiei nu poate fi rezolvată analitic fiind necesară o metodă

numerica computerizata de calcul. Un avantaj al acestei metode este acela ca poate fi descrisa curba nivelului freatic, curba care poate fi descrisa cu metodele traditionale numai in situatii particulare cum ar fi cazul drenurilor fara rezistenta la intrare si care sunt asezate pe un strat impermeabil. [132]

Oosterbaan, Boonstra si Rao (1994) au introdus balanta energiei scurgerii subterane. Aceasta se bazeaza pe echivalarea schimbului fluxului energiei hidraulice deasupra unei distante orizontale cu rata de conversie a energiei hidraulice in frictiunea scurgerii pe aceeasi distanta. Fluxul de energie este calculat pe baza multiplicarii potentialului hidraulic si a vitezei scurgerii, integrand pe intreaga adancime a scurgerii. Rata de conversie este determinata in analogie cu ecuatia pierderii de caldura a unui curent electric. [132]

Presupunand fluxuri in regim permanent, scurgere verticala bidimensionala, componenta orizontala a scurgerii constanta intr-o sectiune transversala verticala si faptul ca solul are conductivitatea hidraulica constanta din loc in loc, Oosterbaan, Boonstra si Rao (1994) au descoperit ca:

$$\frac{dJ}{dX} = -\frac{Vx}{Kx} - \frac{R(J - Jr)}{Vx \cdot J} \quad (61)$$

unde:

J – adancimea nivelului freatic la distanta x functie de adancimea bazei impermeabile a acviferului (m);

Jr – valoarea de referinta a lui J (m);

X – distanta pe orizontala (m);

Vx – viteza aparenta a scurgerii la distanta x pe orizontala (m/zi);

Kx – conductivitatea hidraulica orizontala (m/zi);

R – aportul permanent prin percolare din precipitatii sau irigatii (m/zi);

dX – incrementul mic al distantei x (m);

dJ – incrementul nivelului J pe incrementul dX (m);

dJ/dX – panta nivelului freatic la distanta x (m/m). [132]

Ultimul termen al ecuatiei reprezinta energia asociata cu debitul specific de drenaj R. Cand debitul specific de drenaj este 0, ecuatia rezulta in ecuatia Darcy. Semnul minus inaintea lui Vx indica faptul ca scurgerea este pozitiva atunci cand gradientul dJ/dX este negativ.

Metodologia de calcul a distantei intre drenuri precum si obtinerea curbei nivelului freatic sunt descrise pe larg in lucrarea realizata de R.J. Oosterbaan, J. Boonstra si K.V.G.K. Rao numita "The energy balance of groundwater flow" publicata in cartea scrisa de V.P.Singh si B.Kumar (editori) in 1996, denumita Subsurface-Water Hydrology, paginile 153-160, Volumul 2 al Proceedings of the International Conference on Hydrology and Water Resources, New Delhi, India, 1993. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. ISBN: 978-0-7923-3651-8. [132]

6.9.2 Calculul distantei intre drenuri folosind ecuatia balantei energiei si determinarea pantei liniei piezometrice aferente nivelului freatic pentru solurile cu exces de umiditate din judetul Caras-Severin

1 Ticvanu Mare

1.1 Ticvanu Mare, diametrul drenului 5 cm

Timpul mediu de incarcare

R (m/zi) :

0.0070

434 Programe de proiectare specializate pentru retele de desecare-drenaj - 6

Adancimea primului strat	D1	(m) :	3.00
Adancimea celui de-al doilea strat	D2	(m) :	3.00
Adancimea pana la nivelul apei din dren	Dw	(m) :	1.42
Adancimea pana la fundul drenurilor	Db	(m) :	1.45
Rezistenta la intrarea in dren	E	(zi/m) :	0.507
Diametrul drenului	W	(m) :	0.050
Permeabilitatea hidraulica deasupra liniei drenurilor	Ka	(m/zi) :	1.990
Permeabilitatea orizontala a primului strat	Kb1	(m/zi) :	1.990
Permeabilitatea verticala a primului strat	Kv1	(m/zi) :	1.990
Permeabilitatea orizontala a stratului doi	Kb2	(m/zi) :	0.0000
Permeabilitatea verticala a stratului doi	Kv2	(m/zi) :	0.0000
Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri	Dm	(m) :	0.80

Secventa de iesire a rezultatelor:

X	F*	G*/p	F	G/p	T1	T2
Datele de iesire:						
0.03	0.1838	0.4063	0.1837	0.3888	0.4063	-0.0176
0.50	0.2594	0.0843	0.2521	0.0699	0.0849	-0.0150
1.00	0.2900	0.0462	0.2756	0.0322	0.0466	-0.0143
2.00	0.3344	0.0430	0.3066	0.0300	0.0436	-0.0136
4.00	0.4150	0.0377	0.3630	0.0265	0.0387	-0.0122
6.00	0.4856	0.0330	0.4127	0.0233	0.0342	-0.0109
8.00	0.5472	0.0287	0.4563	0.0203	0.0300	-0.0097
10.00	0.6007	0.0248	0.4942	0.0176	0.0261	-0.0085
12.00	0.6465	0.0211	0.5267	0.0150	0.0223	-0.0073
14.00	0.6852	0.0176	0.5543	0.0126	0.0187	-0.0062
16.00	0.7172	0.0143	0.5770	0.0102	0.0153	-0.0050
18.00	0.7426	0.0111	0.5952	0.0079	0.0119	-0.0039
20.00	0.7617	0.0080	0.6088	0.0057	0.0086	-0.0029
22.00	0.7747	0.0050	0.6181	0.0036	0.0053	-0.0018
24.00	0.7817	0.0020	0.6231	0.0014	0.0021	-0.0007
25.32	0.7830	0.0000	0.6240	0.0000	0.0000	0.0012

#

Distanța între drenuri (ecuația energiei, m) este: 50.66

Unde: X – distanța de la dren, p – incrementul lui X, F* - sarcina piezometrică în conformitate cu ecuația Darcy, G*/p – gradientul lui F*, F – sarcina piezometrică în conformitate cu ecuația energiei, G/p – gradientul lui F, T1 – pierderea de energie / p, T2 – corecția pentru aportul de energie / p, unde $G/p = T1 + T2$.

Sarcina piezometrică la mijlocul distanței între drenuri (ec. energiei, m) este:

0.624

Sarcina piezometrică la mijlocul distanței între drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.783

Adâncimea nivelului freatic la mijlocul distanței între drenuri (ec. energiei, m) este:

0.801

Adâncimea nivelului freatic la mijlocul distanței între drenuri (ec. Darcy, m) este:

0.642

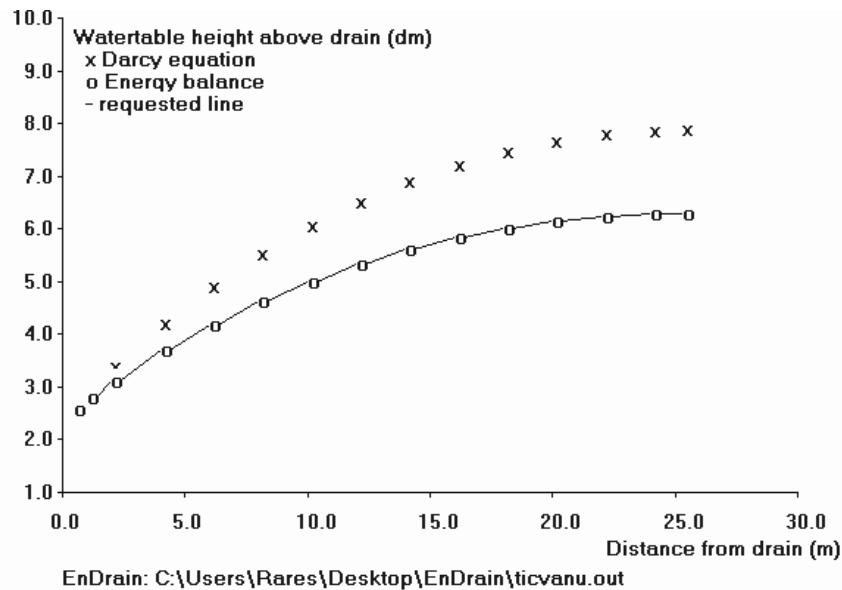


Fig. 6.83 Variația nivelului freatic conform ecuației energiei

1.2 Ticvanu Mare diametrul drenului 6,5 cm

Timpu mediu de incarcare	R (m/zi) :	0.0070
Adancimea primului strat	D1 (m) :	3.00
Adancimea celui de-al doilea strat	D2 (m) :	3.00
Adancimea pana la nivelul apei din dren	Dw (m) :	1.43
Adancimea pana la fundul drenurilor	Db (m) :	1.46
Rezistenta la intrarea in dren	E (zi/m) :	0.532
Diametrul drenului	W (m) :	0.062
Permeabilitatea hidraulica deasupra liniei drenurilor	Ka (m/zi) :	1.990
Permeabilitatea orizontala a primului strat	Kb1 (m/zi) :	1.990
Permeabilitatea verticala a primului strat	Kv1 (m/zi) :	1.990
Permeabilitatea orizontala a stratului doi	Kb2 (m/zi) :	0.0000
Permeabilitatea verticala a stratului doi	Kv2 (m/zi) :	0.0000
Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri	Dm (m) :	0.80

Secventa de iesire a rezultatelor:

X	F*	G*/p	F	G/p	T1	T2
Datele de iesire:						
0.04	0.1928	0.3654	0.1926	0.3480	0.3654	-0.0174
0.50	0.2641	0.0841	0.2569	0.0696	0.0847	-0.0150
1.00	0.2946	0.0462	0.2804	0.0322	0.0466	-0.0144
2.00	0.3392	0.0431	0.3114	0.0301	0.0438	-0.0136
4.00	0.4200	0.0378	0.3680	0.0266	0.0389	-0.0123
6.00	0.4909	0.0331	0.4179	0.0234	0.0343	-0.0110
8.00	0.5527	0.0288	0.4617	0.0204	0.0301	-0.0097
10.00	0.6064	0.0249	0.4997	0.0177	0.0262	-0.0085
12.00	0.6524	0.0212	0.5324	0.0151	0.0224	-0.0073
14.00	0.6913	0.0177	0.5601	0.0126	0.0188	-0.0062

16.00	0.7235	0.0144	0.5830	0.0103	0.0154	-0.0051
18.00	0.7491	0.0112	0.6013	0.0080	0.0120	-0.0040
20.00	0.7684	0.0081	0.6151	0.0058	0.0087	-0.0029
22.00	0.7815	0.0051	0.6245	0.0036	0.0054	-0.0018
24.00	0.7887	0.0021	0.6296	0.0015	0.0022	-0.0007
25.38	0.7901	0.0000	0.6306	0.0000	0.0000	0.0001

#

Distanța între drenuri (ecuația energiei, m) este: 50.78

Sarcina piezometrică la mijlocul distanței între drenuri (ec. energiei, m) este: 0.631

Sarcina piezometrică la mijlocul distanței între drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.790

Adâncimea nivelului freatic la mijlocul distanței între drenuri (ec. energiei, m) este: 0.800

Adâncimea nivelului freatic la mijlocul distanței între drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.641

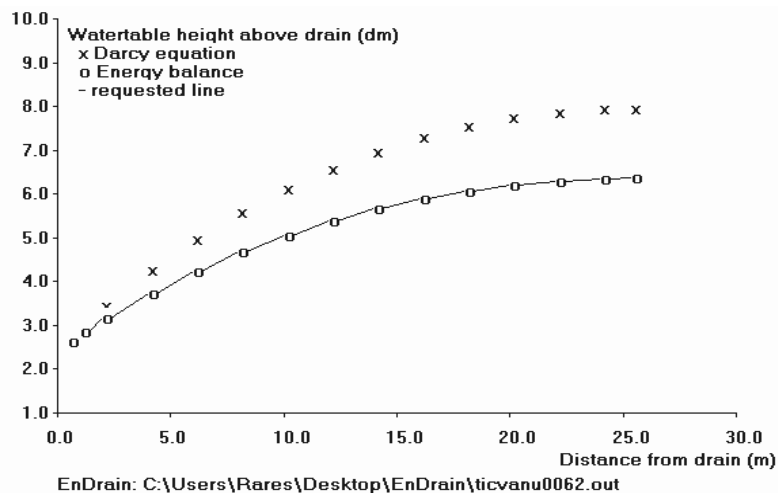


Fig. 6.84 Variația nivelului freatic conform ecuației energiei

1.3 Ticvanu Mare, diametrul drenului 8 cm

Timpu mediu de încărcare	R (m/zi) :	0.0070
Adâncimea primului strat	D1 (m) :	3.00
Adâncimea celui de-al doilea strat	D2 (m) :	3.00
Adâncimea până la nivelul apei din dren	Dw (m) :	1.44
Adâncimea până la fundul drenurilor	Db (m) :	1.48
Rezistența la intrarea în dren	E (zi/m) :	0.607
Diametrul drenului	W (m) :	0.080
Permeabilitatea hidraulică deasupra liniei drenurilor	Ka (m/zi) :	1.990
Permeabilitatea orizontală a primului strat	Kb1 (m/zi) :	1.990
Permeabilitatea verticală a primului strat	Kv1 (m/zi) :	1.990
Permeabilitatea orizontală a stratului doi	Kb2(m/zi) :	0.0000
Permeabilitatea verticală a stratului doi	Kv2(m/zi) :	0.0000

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri D_m (m) : 0.80

Secventa de iesire a rezultatelor:

X	F*	G*/p	F	G/p	T1	T2
Datele de iesire:						
0.05	0.2168	0.3105	0.2166	0.2935	0.3105	-0.0170
0.50	0.2816	0.0819	0.2747	0.0676	0.0824	-0.0148
1.00	0.3115	0.0454	0.2976	0.0316	0.0457	-0.0142
2.00	0.3554	0.0425	0.3282	0.0297	0.0431	-0.0135
4.00	0.4351	0.0373	0.3839	0.0262	0.0383	-0.0121
6.00	0.5049	0.0326	0.4330	0.0230	0.0338	-0.0108
8.00	0.5659	0.0284	0.4760	0.0201	0.0296	-0.0096
10.00	0.6186	0.0245	0.5134	0.0173	0.0257	-0.0084
12.00	0.6638	0.0208	0.5454	0.0148	0.0220	-0.0072
14.00	0.7019	0.0173	0.5725	0.0123	0.0184	-0.0061
16.00	0.7333	0.0140	0.5948	0.0100	0.0149	-0.0049
18.00	0.7581	0.0109	0.6126	0.0077	0.0116	-0.0038
20.00	0.7767	0.0078	0.6258	0.0055	0.0083	-0.0028
22.00	0.7892	0.0047	0.6347	0.0034	0.0050	-0.0017
24.00	0.7956	0.0017	0.6393	0.0012	0.0018	-0.0006
25.14	0.7966	0.0000	0.6400	0.0000	0.0000	0.0000

#

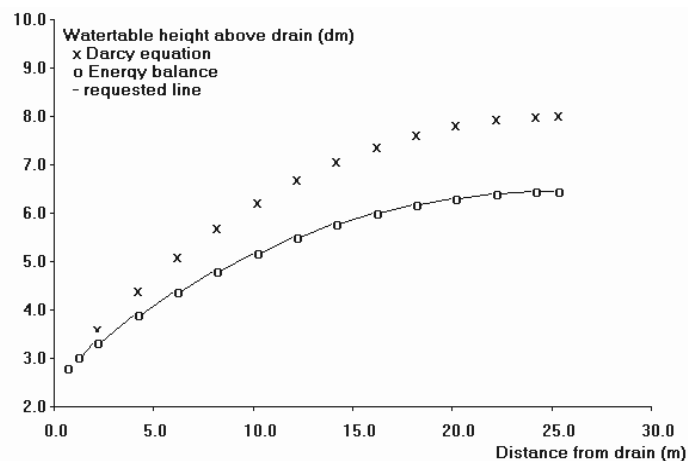
Distanta intre drenuri (ecuatia energiei, m) este: 50.29

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.640

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.797

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.800

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.643



EnDrain: C:\Users\Pares\Desktop\EnDrain\ticvanu008.out

Fig. 6.85 Variația nivelului freatic conform ecuației energiei

2 Fîneață

2.1 Fineata 5 cm

Timpul mediu de incarcare	R (m/zi):	0.0070
Adancimea primului strat	D1 (m):	3.00
Adancimea celui de-al doilea strat	D2 (m):	3.00
Adancimea pana la nivelul apei din dren	Dw (m):	1.42
Adancimea pana la fundul drenurilor	Db (m):	1.45
Rezistenta la intrarea in dren	E (zi/m):	0.507
Diametrul drenului	W (m):	0.050
Permeabilitatea hidraulica deasupra liniei drenurilor	Ka (m/zi):	0.070
Permeabilitatea orizontala a primului strat	Kb1 (m/zi):	0.070
Permeabilitatea verticala a primului strat	Kv1 (m/zi):	0.070
Permeabilitatea orizontala a stratului doi	Kb2 (m/zi):	0.0000
Permeabilitatea verticala a stratului doi	Kv2(m/zi):	0.0000
Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri	Dm (m):	0.80

Secventa de iesire a rezultatelor:

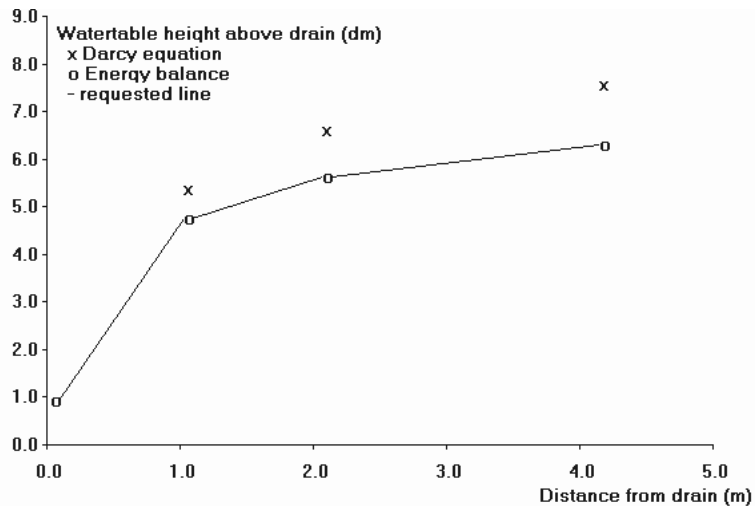
X	F*	G*/p	F	G/p	T1	T2
Datele de iesire:						
0.03	0.0896	6.0061	0.0881	5.8620	6.0061	-0.1441
1.03	0.5306	0.1487	0.4702	0.1036	0.1531	-0.0495
2.07	0.6556	0.0937	0.5575	0.0658	0.0980	-0.0323
4.15	0.7511	0.0004	0.6247	0.0005	0.0005	0.0013
Distanta intre drenuri (ecuatia energiei, m) este:						8.31

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.625

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.751

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.800

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.674



EnDrain: C:\Users\Rares\Desktop\EnDrain\Fineata5.out

Fig. 6.86 Variația nivelului freatic conform ecuației energiei

2.2 Fineata 6,2 cm

Timpu mediu de incarcare	R (m/zi) :	0.0070
Adancimea primului strat	D1 (m) :	3.00
Adancimea celui de-al doilea strat D2	(m) :	3.00
Adancimea pana la nivelul apei din dren	Dw (m) :	1.43
Adancimea pana la fundul drenurilor	Db (m) :	1.46
Rezistenta la intrarea in dren	E (zi/m) :	0.532
Diametrul drenului W	(m) :	0.062
Permeabilitatea hidraulica deasupra liniei drenurilor	Ka (m/zi) :	0.070
Permeabilitatea orizontala a primului strat	Kb1 (m/zi) :	0.070
Permeabilitatea verticala a primului strat	Kv1 (m/zi) :	0.070
Permeabilitatea orizontala a stratului doi	Kb2 (m/zi) :	0.0000
Permeabilitatea verticala a stratului doi	Kv2(m/zi) :	0.0000
Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri	Dm(m) :	0.80

Secventa de iesire a rezultatelor:

X	F*	G*/p	F	G/p	T1	T2
0.04	0.0806	4.8795	0.0792	4.7380	4.8795	-0.1416
1.06	0.5307	0.1532	0.4679	0.1069	0.1579	-0.0510
2.13	0.6628	0.0961	0.5605	0.0676	0.1007	-0.0331
4.26	0.7631	0.0006	0.6312	0.0006	0.0007	-0.0001

#

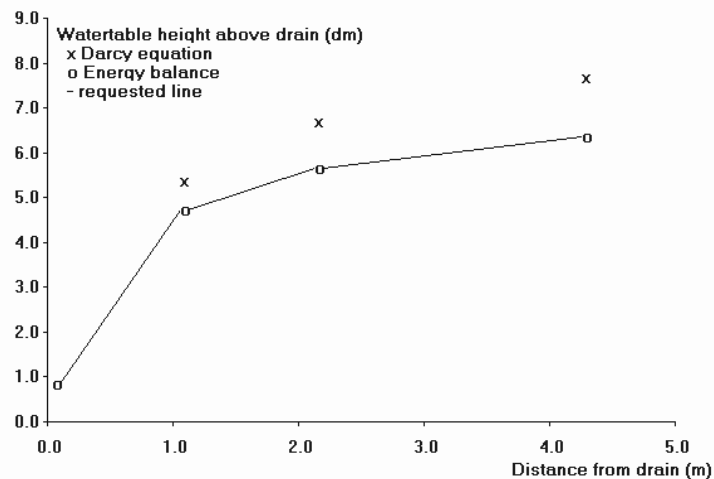
Distanta intre drenuri (ecuatia energiei, m) este: 8.54

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.631

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.763

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.800

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.668



EnDrain: C:\Users\Rares\Desktop\EnDrain\Fineata62.out

Fig. 6.87 Variația nivelului freatic conform ecuației energiei

2.3 Fineata 8 cm

Timpul mediu de incarcare	R (m/zi) :	0.0070
Adancimea primului strat	D1 (m) :	3.00
Adancimea celui de-al doilea strat	D2 (m) :	3.00
Adancimea pana la nivelul apei din dren	Dw (m) :	1.44
Adancimea pana la fundul drenurilor	Db (m) :	1.48
Rezistenta la intrarea in dren	E (zi/m) :	0.607
Diametrul drenului	W (m) :	0.080
Permeabilitatea hidraulica deasupra liniei drenurilor	Ka (m/zi) :	0.070
Permeabilitatea orizontala a primului strat	Kb1 (m/zi) :	0.070
Permeabilitatea verticala a primului strat	Kv1 (m/zi) :	0.070
Permeabilitatea orizontala a stratului doi	Kb2(m/zi):	0.0000
Permeabilitatea verticala a stratului doi	Kv2(m/zi):	0.0000
Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri	Dm (m) :	0.80

Secventa de iesire a rezultatelor:

X	F*	G*/p	F	G/p	T1	T2
0.05	0.0775	4.0195	0.0761	3.8805	4.0195	-0.1390
1.09	0.5332	0.1577	0.4681	0.1103	0.1627	-0.0524
2.19	0.6728	0.0985	0.5661	0.0694	0.1034	-0.0340
4.38	0.7781	0.0004	0.6405	0.0004	0.0004	0.0017

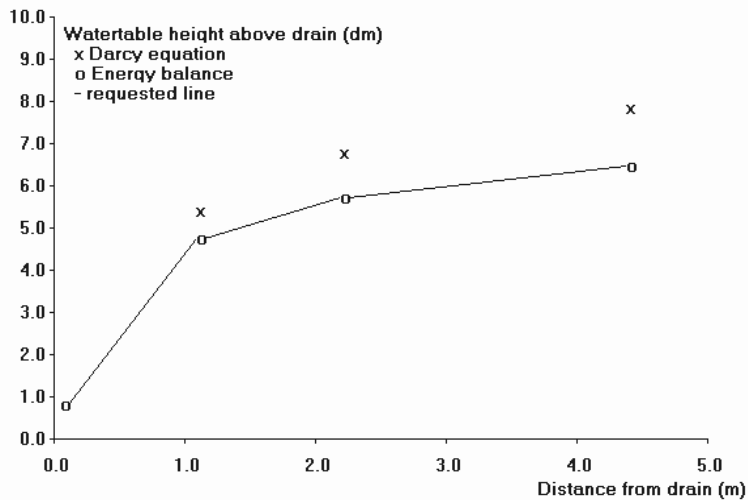
Distanta intre drenuri (ecuatia energiei, m) este: 8.77

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.641

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.778

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.799

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.662



EnDrain: C:\Users\Rares\Desktop\EnDrain\Fineata8.out

Fig. 6.88 Variația nivelului freatic conform ecuației energiei

6.9.3 Calculul distantei intre drenuri folosind ecuatia balantei energiei si determinarea pantei liniei piezometrice aferente nivelului freatic pentru solurile cu exces de umiditate din judetul Timis

1 Margina

1.1 Margina 5 cm

Timpul mediu de incarcare		R (m/zi) :	0.0070
Adancimea primului strat		D1 (m) :	3.00
Adancimea celui de-al doilea strat	D2	(m) :	3.00
Adancimea pana la nivelul apei din dren		Dw (m) :	1.42
Adancimea pana la fundul drenurilor		Db (m) :	1.45
Rezistenta la intrarea in dren		E (zi/m) :	0.507
Diametrul drenului	W	(m) :	0.050
Permeabilitatea hidraulica deasupra liniei drenurilor		Ka(m/zi) :	0.164
Permeabilitatea orizontala a primului strat		Kb1(m/zi):	0.164
Permeabilitatea verticala a primului strat		Kv1(m/zi):	0.163
Permeabilitatea orizontala a stratului doi		Kb2(m/zi):	0.0000
Permeabilitatea verticala a stratului doi		Kv2(m/zi):	0.0000
Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri		Dm (m) :	0.80

Secventa de iesire a rezultatelor:

X	F*	G*/p	F	G/p	T1	T2
0.03	0.0821	3.3225	0.0812	3.2386	3.3225	-0.0839
1.72	0.5115	0.1058	0.4429	0.0742	0.1094	-0.0352
3.44	0.6578	0.0659	0.5460	0.0466	0.0694	-0.0228
6.88	0.7685	0.0002	0.6244	0.0002	0.0002	0.0000

Distanta intre drenuri (ecuatia energiei, m) este: 13.77

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.624

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.768

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.801

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.657

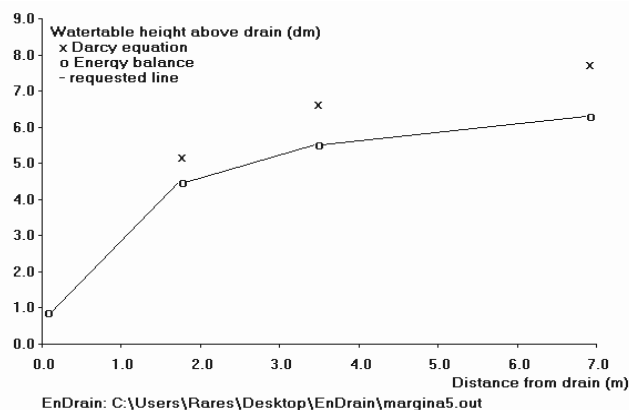


Fig. 6.89 Variația nivelului freatic conform ecuației energiei

1.2 Margina 6,5 cm

Timpul mediu de incarcare	R (m/zi) :	0.0070
Adancimea primului strat	D1 (m) :	3.00
Adancimea celui de-al doilea strat	D2 (m) :	3.00
Adancimea pana la nivelul apei din dren	Dw (m) :	1.43
Adancimea pana la fundul drenurilor	Db (m) :	1.47
Rezistenta la intrarea in dren	E (zi/m) :	0.532
Diametrul drenului	W (m) :	0.065
Permeabilitatea hidraulica deasupra liniei drenurilor	Ka (m/zi) :	0.164
Permeabilitatea orizontala a primului strat	Kb1 (m/zi) :	0.164
Permeabilitatea verticala a primului strat	Kv1(m/zi):	0.163
Permeabilitatea orizontala a stratului doi	Kb2(m/zi):	0.0000
Permeabilitatea verticala a stratului doi	Kv2(m/zi):	0.0000
Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri	Dm (m) :	0.80

Secventa de iesire a rezultatelor:

X	F*	G*/p	F	G/p	T1	T2
0.04	0.0801	2.7733	0.0793	2.6904	2.7733	-0.0829
1.75	0.5130	0.1086	0.4422	0.0763	0.1124	-0.0361
3.51	0.6665	0.0675	0.5505	0.0478	0.0712	-0.0234
7.03	0.7823	0.0002	0.6328	0.0002	0.0002	-0.0001

#

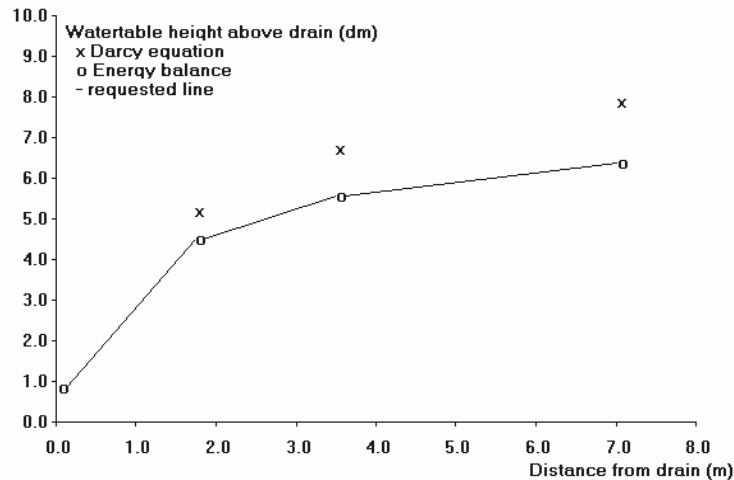
Distanta intre drenuri (ecuatia energiei, m) este: 14.07

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.633

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.782

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.800

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.651



EnDrain: C:\Users\Rares\Desktop\EnDrain\marqina65.out

Fig. 6.90 Variatia nivelului freatic conform ecuatiei energiei

1.3 Margina 8 cm

Timpu mediu de incarcare	R (m/zi) :	0.0070
Adancimea primului strat	D1 (m) :	3.00
Adancimea celui de-al doilea strat	D2 (m) :	3.00
Adancimea pana la nivelul apei din dren	Dw (m) :	1.44
Adancimea pana la fundul drenurilor	Db (m) :	1.48
Rezistenta la intrarea in dren	E (zi/m) :	0.607
Diametrul drenului	W (m) :	0.080
Permeabilitatea hidraulica deasupra liniei drenurilor	Ka(m/zi) :	0.164
Permeabilitatea orizontala a primului strat	Kb1(m/zi):	0.164
Permeabilitatea verticala a primului strat	Kv1(m/zi):	0.163
Permeabilitatea orizontala a stratului doi	Kb2(m/zi):	0.0000
Permeabilitatea verticala a stratului doi	Kv2(m/zi):	0.0000
Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri	Dm(m) :	0.80

Secventa de iesire a rezultatelor:

X	F*	G*/p	F	G/p	T1	T2
0.05	0.0838	2.3066	0.0830	2.2251	2.3066	-0.0815
1.78	0.5154	0.1104	0.4428	0.0777	0.1144	-0.0367
3.57	0.6738	0.0684	0.5548	0.0485	0.0722	-0.0237
7.14	0.7926	0.0001	0.6393	0.0002	0.0002	0.0005

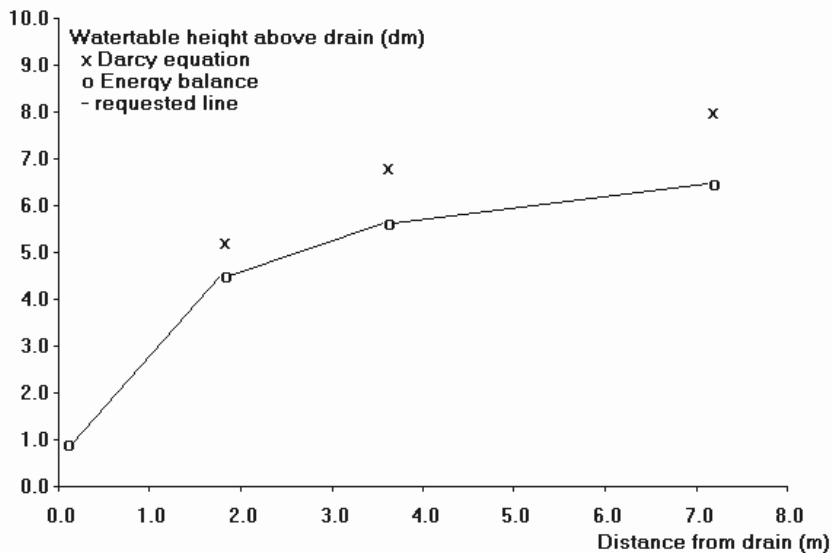
Distanta intre drenuri (ecuatia energiei, m) este: 14.29

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.639

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.793

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.801

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.647



EnDrain: C:\Users\Rares\Desktop\EnDrain\marqina8.out

Fig. 6.91 Variația nivelului freatic conform ecuației energiei

2 Faget

2.1 Faget 5 cm

Timpu mediu de incarcare	R (m/zi) :	0.0070
Adancimea primului strat	D1 (m) :	3.00
Adancimea celui de-al doilea strat	D2 (m) :	3.00
Adancimea pana la nivelul apei din dren	Dw (m) :	1.42
Adancimea pana la fundul drenurilor	Db (m) :	1.45
Rezistenta la intrarea in dren	E (zi/m) :	0.034
Diametrul drenului	W (m) :	0.050
Permeabilitatea hidraulica deasupra liniei drenurilor	Ka(m/zi) :	0.355
Permeabilitatea orizontala a primului strat	Kb1(m/zi):	0.355
Permeabilitatea verticala a primului strat	Kv1(m/zi):	0.355
Permeabilitatea orizontala a stratului doi	Kb2(m/zi):	0.0000
Permeabilitatea verticala a stratului doi	Kv2(m/zi):	0.0000
Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri	Dm (m) :	0.80

Secventa de iesire a rezultatelor:

X	F*	G*/p	F	G/p	T1	T2
Datele de iesire:						
0.03	0.0533	4.8141	0.0527	4.7569	4.8141	-0.0571
0.25	0.2054	0.3562	0.2048	0.3566	0.3566	0.0000
0.50	0.2695	0.1957	0.2690	0.1958	0.1958	0.0000
1.00	0.3388	0.1025	0.3383	0.1025	0.1025	0.0000
2.00	0.4331	0.0872	0.4327	0.0873	0.0873	0.0000
3.00	0.5138	0.0744	0.5133	0.0744	0.0744	0.0000
4.00	0.5823	0.0629	0.5819	0.0629	0.0629	0.0000
5.00	0.6398	0.0524	0.6394	0.0524	0.0524	0.0024
6.00	0.6872	0.0426	0.6868	0.0426	0.0426	0.0126
7.00	0.7250	0.0333	0.7246	0.0333	0.0333	0.0256
8.00	0.7538	0.0244	0.7534	0.0244	0.0244	0.0445
9.00	0.7739	0.0158	0.7735	0.0158	0.0158	0.0788
10.00	0.7854	0.0074	0.7850	0.0074	0.0074	0.1812
10.87	0.7886	0.0001	0.7882	0.0001	0.0001	12.7439

#

Distanta intre drenuri (ecuatia energiei, m) este: 21.76

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.788

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.789

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.800

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.636

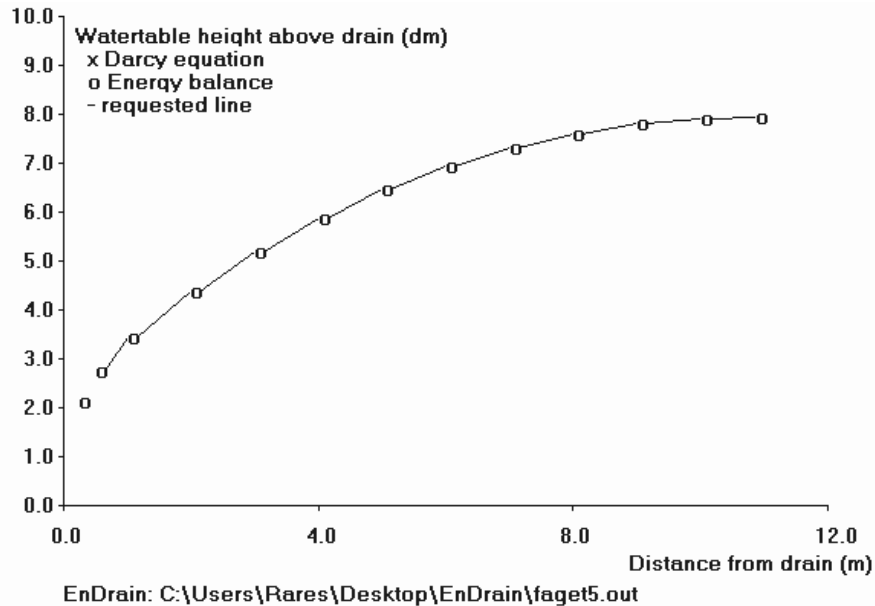


Fig. 6.92 Variația nivelului freatic conform ecuației energiei

2.2 Faget 6,5 cm

Timpul mediu de incarcare	R (m/zi) :	0.0070	
Adancimea primului strat	D1 (m) :	3.00	
Adancimea celui de-al doilea strat	D2 (m) :	3.00	
Adancimea pana la nivelul apei din dren	Dw (m) :	1.43	
Adancimea pana la fundul drenurilor	Db (m) :	1.47	
Rezistenta la intrarea in dren	E (zi/m) :	0.054	
Diametrul drenului	W (m) :	0.065	
Permeabilitatea hidraulica deasupra liniei drenurilor	Ka(m/zi) :	0.355	
Permeabilitatea orizontala a primului strat	Kb1(m/zi):	0.355	
Permeabilitatea verticala a primului strat	Kv1(m/zi):	0.355	
Permeabilitatea orizontala a stratului doi	Kb2(m/zi):	0.0000	
Permeabilitatea verticala a stratului doi	Kv2(m/zi):	0.0000	
Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri	Dm (m) :	0.80	

Secventa de iesire a rezultatelor:

X	F*	G*/p	F	G/p	T1	T2
0.04	0.0426	3.4215	0.0421	3.3652	3.4215	-0.0563
0.25	0.1917	0.3728	0.1832	0.3367	0.3783	-0.0415
0.50	0.2584	0.2024	0.2412	0.1688	0.2057	-0.0370
1.00	0.3298	0.1055	0.2965	0.0741	0.1074	-0.0333
2.00	0.4273	0.0902	0.3652	0.0637	0.0931	-0.0294
3.00	0.5108	0.0771	0.4243	0.0547	0.0805	-0.0257
4.00	0.5819	0.0654	0.4748	0.0466	0.0688	-0.0222
5.00	0.6418	0.0547	0.5176	0.0391	0.0579	-0.0189
6.00	0.6914	0.0448	0.5530	0.0320	0.0477	-0.0157
7.00	0.7314	0.0354	0.5817	0.0254	0.0379	-0.0125

8.00	0.7623	0.0265	0.6038	0.0190	0.0284	-0.0094
9.00	0.7844	0.0178	0.6196	0.0128	0.0192	-0.0064
10.00	0.7979	0.0094	0.6294	0.0067	0.0101	-0.0034
11.00	0.8031	0.0011	0.6331	0.0007	0.0011	-0.0004
11.12	0.8031	0.0001	0.6331	0.0001	0.0001	0.0000

#

Distanța între drenuri (ecuația energiei, m) este: 22.24

Sarcina piezometrică la mijlocul distanței între drenuri (ec. energiei, m) este: 0.633

Sarcina piezometrică la mijlocul distanței între drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.803

Adâncimea nivelului freatic la mijlocul distanței între drenuri (ec. energiei, m) este: 0.800

Adâncimea nivelului freatic la mijlocul distanței între drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.630

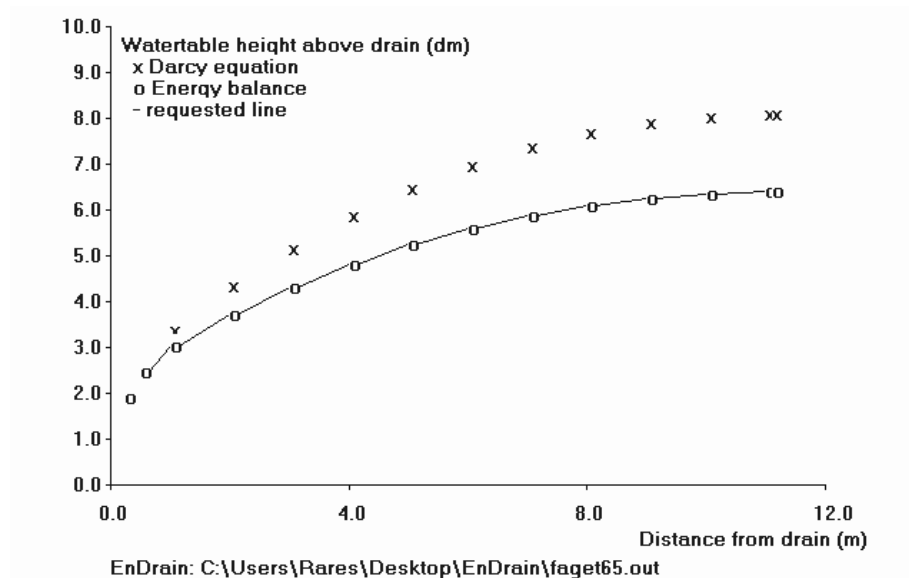


Fig. 6.93 Variația nivelului freatic conform ecuației energiei

2.3 Faget 8 cm

Timpul mediu de încărcare	R (m/zi) :	0.0070
Adâncimea primului strat	D1 (m) :	3.00
Adâncimea celui de-al doilea strat	D2 (m) :	3.00
Adâncimea până la nivelul apei din dren	Dw (m) :	1.44
Adâncimea până la fundul drenurilor	Db (m) :	1.48
Rezistența la intrarea în dren	E (zi/m) :	0.084
Diametrul drenului	W (m) :	0.080
Permeabilitatea hidraulică deasupra liniei drenurilor	Ka(m/zi) :	0.355
Permeabilitatea orizontală a primului strat	Kb1(m/zi):	0.355
Permeabilitatea verticală a primului strat	Kv1(m/zi):	0.355
Permeabilitatea orizontală a stratului doi	Kb2(m/zi):	0.0000
Permeabilitatea verticală a stratului doi	Kv2(m/zi):	0.0000

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri Dm(m): 0.80

Secventa de iesire a rezultatelor:

X	F*	G*/p	F	G/p	T1	T2
Datele de iesire:						
0.05	0.0397	2.6434	0.0392	2.5878	2.6434	-0.0557
0.25	0.1818	0.3861	0.1735	0.3493	0.3917	-0.0424
0.50	0.2504	0.2075	0.2333	0.1733	0.2110	-0.0377
1.00	0.3236	0.1080	0.2900	0.0759	0.1099	-0.0340
2.00	0.4235	0.0926	0.3605	0.0655	0.0956	-0.0301
3.00	0.5092	0.0792	0.4213	0.0563	0.0827	-0.0264
4.00	0.5823	0.0673	0.4733	0.0480	0.0709	-0.0229
5.00	0.6440	0.0565	0.5175	0.0404	0.0599	-0.0195
6.00	0.6954	0.0464	0.5542	0.0333	0.0495	-0.0162
7.00	0.7370	0.0370	0.5841	0.0266	0.0396	-0.0131
8.00	0.7694	0.0280	0.6074	0.0201	0.0301	-0.0100
9.00	0.7930	0.0194	0.6244	0.0139	0.0208	-0.0069
10.00	0.8081	0.0109	0.6352	0.0078	0.0118	-0.0039
11.00	0.8148	0.0026	0.6400	0.0019	0.0028	-0.0009
11.30	0.8152	0.0001	0.6403	0.0001	0.0001	0.0012

#

Distanta intre drenuri (ecuatia energiei, m) este: 22.61

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.640

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.815

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.800

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.625

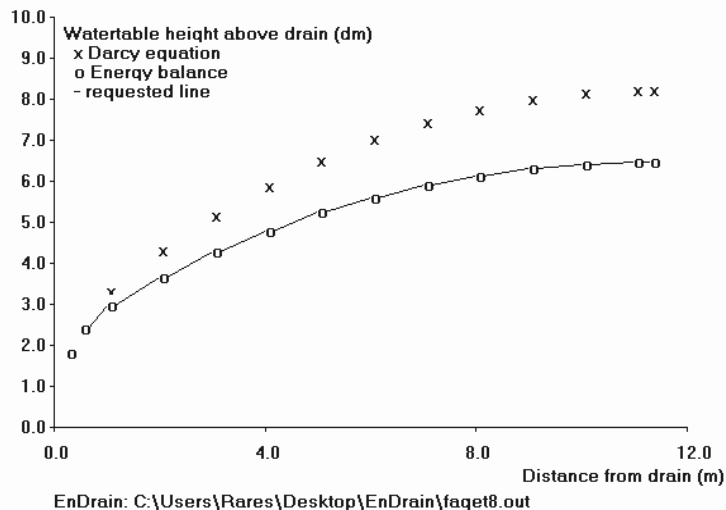


Fig. 6.94 Variația nivelului freatic conform ecuației energiei

3 Folea – Sipet – Cerna

3.1 Folea – Sipet – Cerna 5 cm

Timpul mediu de incarcare	R (m/zi) :	0.0070
Adancimea primului strat	D1 (m) :	3.00
Adancimea celui de-al doilea strat	D2 (m) :	3.00
Adancimea pana la nivelul apei din dren	Dw (m) :	1.42
Adancimea pana la fundul drenurilor	Db (m) :	1.45
Rezistenta la intrarea in dren	E (zi/m) :	0.507
Diametrul drenului	W (m) :	0.050
Permeabilitatea hidraulica deasupra liniei drenurilor	Ka(m/zi) :	0.060
Permeabilitatea orizontala a primului strat	Kb1(m/zi):	0.060
Permeabilitatea verticala a primului strat	Kv1(m/zi):	0.060
Permeabilitatea orizontala a stratului doi	Kb2(m/zi):	0.0000
Permeabilitatea verticala a stratului doi	Kv2(m/zi):	0.0000
Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri	Dm(m) :	0.80

Secventa de iesire a rezultatelor:

X	F*	G*/p	F	G/p	T1	T2
---	----	------	---	-----	----	----

Datele de iesire:

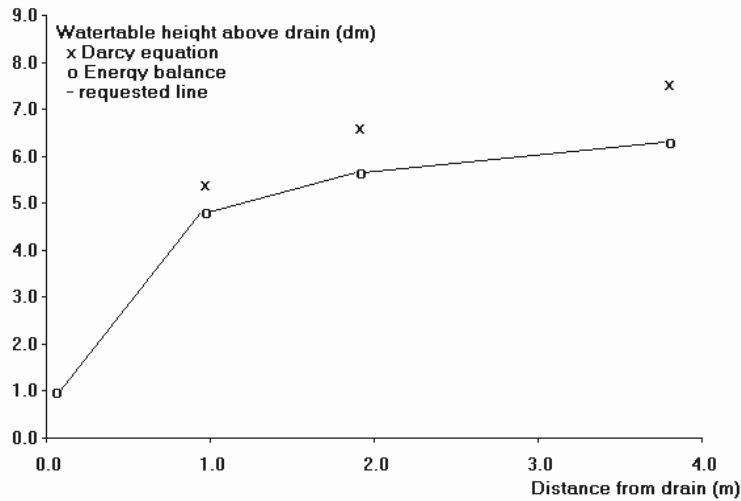
0.03	0.0931	6.6291	0.0915	6.4699	6.6291	-0.1592
0.94	0.5352	0.1658	0.4757	0.1183	0.1709	-0.0526
1.89	0.6562	0.0992	0.5604	0.0695	0.1037	-0.0341
3.78	0.7479	0.0003	0.6248	0.0004	0.0004	0.0022

Distanta intre drenuri (ecuatia energiei, m) este: 7.56

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.625

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.748

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.800
 Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.677



EnDrain: C:\Users\Rares\Desktop\EnDrain\folea5.out

Fig. 6.95 Variația nivelului freatic conform ecuației energiei

3.2 Folea – Sipet – Cerna 6,5 cm

Timpul mediu de incarcare	R (m/zi) :	0.0070
Adancimea primului strat	D1 (m) :	3.00
Adancimea celui de-al doilea strat	D2 (m) :	3.00
Adancimea pana la nivelul apei din dren	Dw (m) :	1.43
Adancimea pana la fundul drenurilor	Db (m) :	1.47
Rezistenta la intrarea in dren	E (zi/m) :	0.532
Diametrul drenului	W (m) :	0.065
Permeabilitatea hidraulica deasupra liniei drenurilor	Ka(m/zi) :	0.060
Permeabilitatea orizontala a primului strat	Kb1(m/zi):	0.060
Permeabilitatea verticala a primului strat	Kv1(m/zi):	0.060
Permeabilitatea orizontala a stratului doi	Kb2(m/zi):	0.0000
Permeabilitatea verticala a stratului doi	Kv2(m/zi):	0.0000
Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri	Dm (m) :	0.80

Secventa de iesire a rezultatelor:

X	F*	G*/p	F	G/p	T1	T2
0.04	0.0825	5.3378	0.0809	5.1816	5.3378	-0.1562
0.97	0.5361	0.1671	0.4743	0.1180	0.1723	-0.0543
1.95	0.6651	0.1024	0.5646	0.0719	0.1072	-0.0353
3.90	0.7627	0.0004	0.6333	0.0005	0.0005	0.0021

#

Distanta intre drenuri (ecuatia energiei, m) este: 7.81

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.633

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.763

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.800

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.670

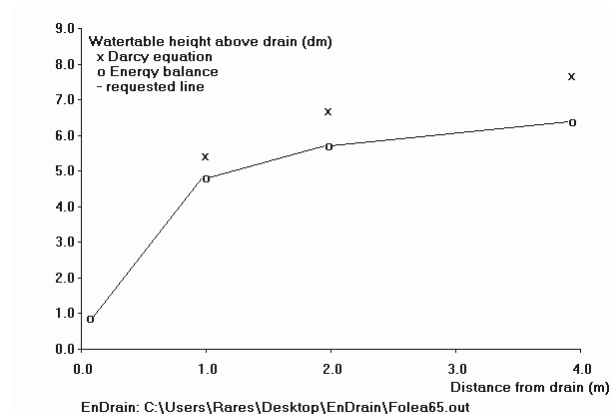


Fig. 6.96 Variația nivelului freatic conform ecuației energiei

3.3 Folea – Sipet – Cerna 8 cm

Timpul mediu de incarcare	R (m/zi) :	0.0070
Adancimea primului strat	D1 (m) :	3.00
Adancimea celui de-al doilea strat	D2 (m) :	3.00
Adancimea pana la nivelul apei din dren	Dw (m) :	1.44
Adancimea pana la fundul drenurilor	Db (m) :	1.48
Rezistenta la intrarea in dren	E (zi/m) :	0.607
Diametrul drenului	W (m) :	0.080
Permeabilitatea hidraulica deasupra liniei drenurilor	Ka(m/zi) :	0.060
Permeabilitatea orizontala a primului strat	Kb1(m/zi):	0.060
Permeabilitatea verticala a primului strat	Kv1(m/zi):	0.060
Permeabilitatea orizontala a stratului doi	Kb2(m/zi):	0.0000
Permeabilitatea verticala a stratului doi	Kv2(m/zi):	0.0000
Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri	Dm (m) :	0.80

Secventa de iesire a rezultatelor:

X	F*	G*/p	F	G/p	T1	T2
Datele de iesire:						
0.05	0.0781	4.4098	0.0766	4.2565	4.4098	-0.1533
1.00	0.5379	0.1673	0.4738	0.1169	0.1726	-0.0557
2.00	0.6728	0.1049	0.5684	0.0739	0.1101	-0.0362
4.00	0.7752	0.0004	0.6407	0.0001	0.0004	-0.0003

#

Distanta intre drenuri (ecuatia energiei, m) este: 8.01

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.641

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.775

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.799

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.665

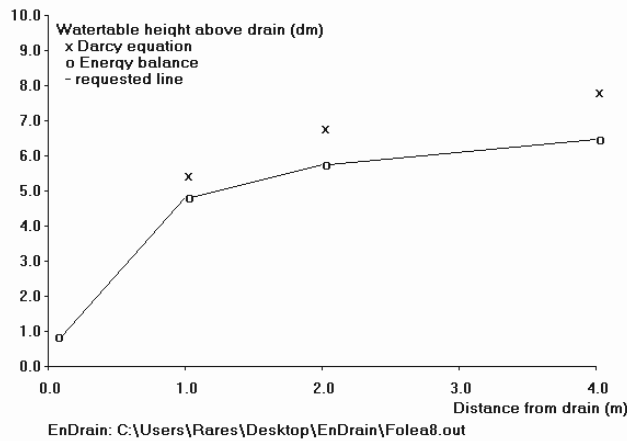


Fig. 6.97 Variația nivelului freatic conform ecuației energiei

4 Sere Lovrin

4.1 Sere Lovrin 5 cm

Timpul mediu de incarcare	R (m/zi) :	0.0074
Adancimea primului strat	D1 (m) :	2.00
Adancimea celui de-al doilea strat	D2 (m) :	2.00
Adancimea pana la nivelul apei din dren	Dw (m) :	1.92
Adancimea pana la fundul drenurilor	Db (m) :	1.95
Rezistenta la intrarea in dren	E (zi/m) :	0.507
Diametrul drenului	W (m) :	0.050
Permeabilitatea hidraulica deasupra liniei drenurilor	Ka(m/zi) :	0.020
Permeabilitatea orizontala a primului strat	Kb1(m/zi):	0.020
Permeabilitatea verticala a primului strat	Kv1(m/zi):	0.020
Permeabilitatea orizontala a stratului doi	Kb2(m/zi):	0.0000
Permeabilitatea verticala a stratului doi	Kv2(m/zi):	0.0000
Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri	Dm(m) :	1.30

Secventa de iesire a rezultatelor:

X	F*	G*/p	F	G/p	T1	T2
0.03	0.1089	9.8811	0.1042	9.4138	9.8811	-0.4672
0.33	0.4646	0.7025	0.4618	0.7062	0.7062	0.0000
0.67	0.6344	0.3545	0.6323	0.3555	0.3555	0.0069
1.34	0.7440	0.0036	0.7422	0.0036	0.0036	14.5782

#

Distanta intre drenuri (ecuatia energiei, m) este: 2.69

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.742

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.744

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 1.299

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 1.181

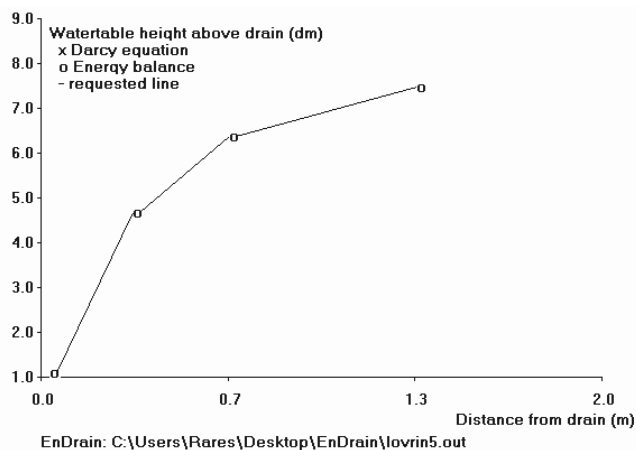


Fig. 6.98 Variația nivelului freatic conform ecuației energiei

4.2 Sere Lovrin 6,5 cm

Timpul mediu de incarcare	R (m/zi) :	0.0070
Adancimea primului strat	D1 (m) :	2.00
Adancimea celui de-al doilea strat	D2 (m) :	2.00
Adancimea pana la nivelul apei din dren	Dw (m) :	1.93
Adancimea pana la fundul drenurilor	Db (m) :	1.97
Rezistenta la intrarea in dren	E (zi/m) :	0.532
Diametrul drenului	W (m) :	0.065
Permeabilitatea hidraulica deasupra liniei drenurilor	Ka(m/zi) :	0.020
Permeabilitatea orizontala a primului strat	Kb1(m/zi):	0.020
Permeabilitatea verticala a primului strat	Kv1(m/zi):	0.020
Permeabilitatea orizontala a stratului doi	Kb2(m/zi):	0.0000
Permeabilitatea verticala a stratului doi	Kv2(m/zi):	0.0000
Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri	Dm (m):	1.30

Secventa de iesire a rezultatelor:

X	F*	G*/p	F	G/p	T1	T2
0.04	0.0831	7.2660	0.0786	6.8110	7.2660	-0.4550
0.35	0.4650	0.7005	0.4627	0.7037	0.7037	0.0000
0.70	0.6388	0.3522	0.6370	0.3531	0.3531	0.0028
1.40	0.7524	0.0038	0.7509	0.0038	0.0038	13.1302

#

Distanta intre drenuri (ecuatia energiei, m) este: 2.81

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.751

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.752

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 1.300

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 1.181

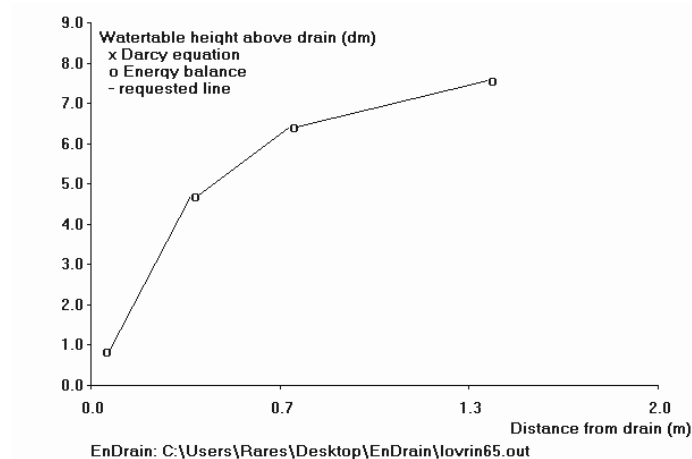


Fig. 6.99 Variația nivelului freatic conform ecuației energiei

6.9.4 Calculul distantei intre drenuri folosind ecuatia balantei energiei si determinarea pantei liniei piezometrice aferente nivelului freatic pentru solurile cu exces de umiditate din judetul Arad

1 Felnac I

1.1 Felnac I 5 cm

Timpu mediu de incarcare	R (m/zi) :	0.0070
Adancimea primului strat	D1 (m) :	3.00
Adancimea celui de-al doilea strat	D2 (m) :	3.00
Adancimea pana la nivelul apei din dren	Dw (m) :	1.42
Adancimea pana la fundul drenurilor	Db (m) :	1.45
Rezistenta la intrarea in dren	E (zi/m) :	0.507
Diametrul drenului	W (m) :	0.050
Permeabilitatea hidraulica deasupra liniei drenurilor	Ka(m/zi) :	0.100
Permeabilitatea orizontala a primului strat	Kb1(m/zi):	0.100
Permeabilitatea verticala a primului strat	Kv1(m/zi):	0.100
Permeabilitatea orizontala a stratului doi	Kb2(m/zi):	0.0000
Permeabilitatea verticala a stratului doi	Kv2(m/zi):	0.0000
Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri	Dm (m) :	0.80

Secventa de iesire a rezultatelor:

X	F*	G*/p	F	G/p	T1	T2
Datele de iesire:						
0.03	0.0839	4.7328	0.0828	4.6181	4.7328	-0.1147
1.28	0.5219	0.1295	0.4582	0.0905	0.1336	-0.0431
2.57	0.6566	0.0812	0.5527	0.0572	0.0852	-0.0280
5.15	0.7590	0.0003	0.6249	0.0003	0.0003	0.0004
#						

Distanta intre drenuri (ecuatia energiei, m) este: 10.31

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.625

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.759

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.800

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.666

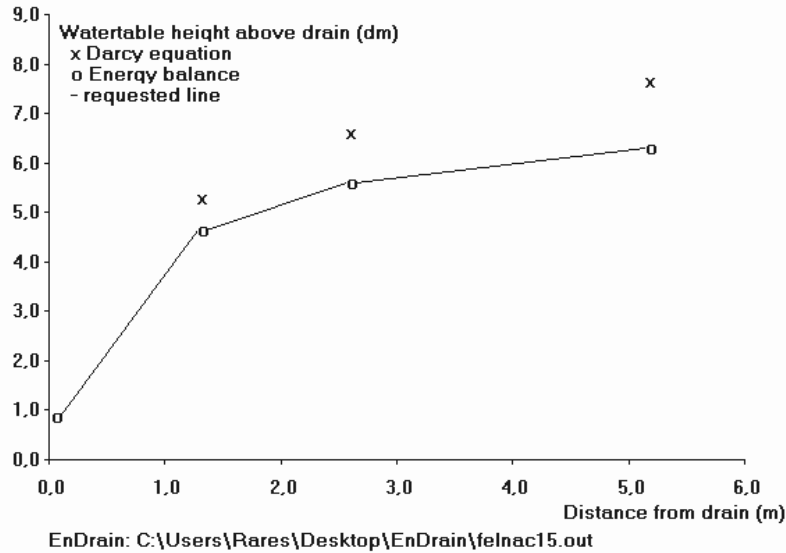


Fig. 6.100 Variația nivelului freatic conform ecuației energiei

1.2 Felnac I 6,5 cm

Timpul mediu de incarcare	R (m/zi) :	0.0070
Adancimea primului strat	D1 (m) :	3.00
Adancimea celui de-al doilea strat	D2 (m) :	3.00
Adancimea pana la nivelul apei din dren	Dw (m) :	1.43
Adancimea pana la fundul drenurilor	Db (m) :	1.47
Rezistenta la intrarea in dren	E (zi/m) :	0.532
Diametrul drenului	W (m) :	0.065
Permeabilitatea hidraulica deasupra liniei drenurilor	Ka(m/zi) :	0.100
Permeabilitatea orizontala a primului strat	Kb1(m/zi):	0.100
Permeabilitatea verticala a primului strat	Kv1(m/zi):	0.100
Permeabilitatea orizontala a stratului doi	Kb2(m/zi):	0.0000
Permeabilitatea verticala a stratului doi	Kv2(m/zi):	0.0000
Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri	Dm(m) :	0.80

Secventa de iesire a rezultatelor:

X	F*	G*/p	F	G/p	T1	T2
0.04	0.0781	3.8740	0.0770	3.7610	3.8740	-0.1129
1.32	0.5236	0.1329	0.4572	0.0930	0.1372	-0.0442
2.64	0.6648	0.0831	0.5565	0.0586	0.0873	-0.0287
5.28	0.7718	0.0003	0.6322	0.0003	0.0003	0.0025

#

Distanța între drenuri (ecuația energiei, m) este: 10.57

Sarcina piezometrică la mijlocul distanței între drenuri (ec. energiei, m) este: 0.632

Sarcina piezometrică la mijlocul distanței între drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.772

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distanței între drenuri (ec. energiei, m) este: 0.801

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.661

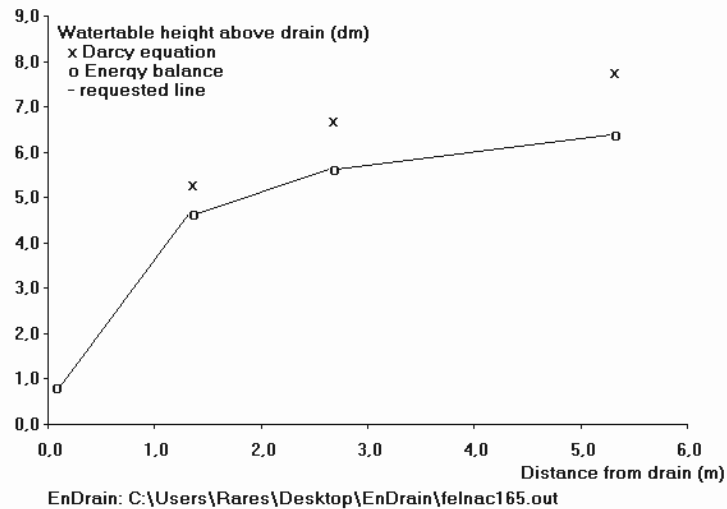


Fig. 6.101 Variația nivelului freatic conform ecuației energiei

1.3 Felnac I 8 cm

Timpul mediu de incarcare	R (m/zi) :	0.0070
Adancimea primului strat	D1 (m) :	3.00
Adancimea celui de-al doilea strat	D2 (m) :	3.00
Adancimea pana la nivelul apei din dren	Dw (m) :	1.44
Adancimea pana la fundul drenurilor	Db (m) :	1.48
Rezistenta la intrarea in dren	E (zi/m) :	0.607
Diametrul drenului	W (m) :	0.080
Permeabilitatea hidraulica deasupra liniei drenurilor	Ka(m/zi) :	0.100
Permeabilitatea orizontala a primului strat	Kb1(m/zi):	0.100
Permeabilitatea verticala a primului strat	Kv1(m/zi):	0.100
Permeabilitatea orizontala a stratului doi	Kb2(m/zi):	0.0000
Permeabilitatea verticala a stratului doi	Kv2(m/zi):	0.0000
Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri	Dm(m) :	0.80

Secventa de iesire a rezultatelor:

X	F*	G*/p	F	G/p	T1	T2
0.05	0.0779	3.2117	0.0768	3.1006	3.2117	-0.1110
1.34	0.5242	0.1362	0.4560	0.0956	0.1408	-0.0453
2.69	0.6720	0.0849	0.5601	0.0600	0.0893	-0.0293
5.39	0.7835	0.0002	0.6392	0.0002	0.0002	0.0024

#

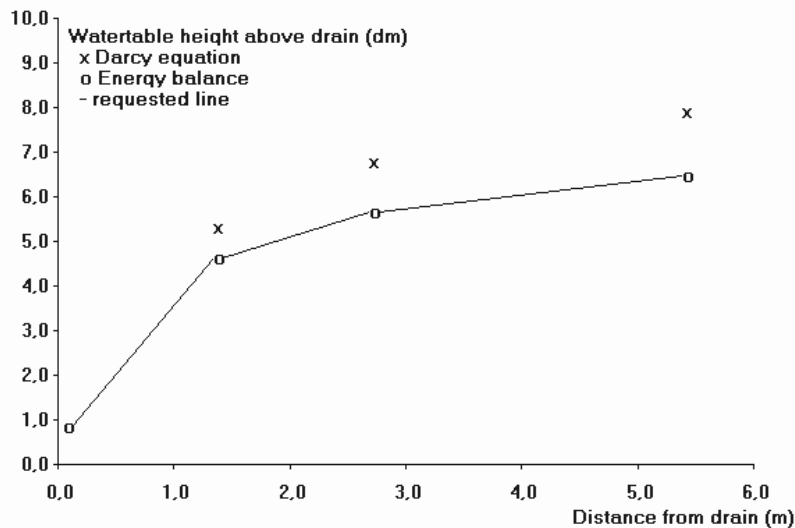
Distanta intre drenuri (ecuatia energiei, m) este: 10.78

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.639

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.784

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.801

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.656



EnDrain: C:\Users\Rares\Desktop\EnDrain\felnac18.out

Fig. 6.102 Variația nivelului freatic conform ecuației energiei

2 Felnac III

2.1 Felnac III 5 cm

Timpul mediu de incarcare	R (m/zi) :	0.0070
Adancimea primului strat	D1 (m) :	3.00
Adancimea celui de-al doilea strat	D2 (m) :	3.00
Adancimea pana la nivelul apei din dren	Dw (m) :	1.42
Adancimea pana la fundul drenurilor	Db (m) :	1.45
Rezistenta la intrarea in dren	E (zi/m) :	0.507
Diametrul drenului	W (m) :	0.050
Permeabilitatea hidraulica deasupra liniei drenurilor	Ka(m/zi) :	0.160
Permeabilitatea orizontala a primului strat	Kb1(m/zi):	0.160
Permeabilitatea verticala a primului strat	Kv1(m/zi):	0.160
Permeabilitatea orizontala a stratului doi	Kb2(m/zi):	0.0000
Permeabilitatea verticala a stratului doi	Kv2(m/zi):	0.0000
Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri	Dm (m) :	0.80

Secventa de iesire a rezultatelor:

X	F*	G*/p	F	G/p	T1	T2
0.03	0.0821	3.3842	0.0812	3.2990	3.3842	-0.0852
1.69	0.5116	0.1071	0.4433	0.0751	0.1107	-0.0356
3.39	0.6580	0.0668	0.5464	0.0472	0.0703	-0.0231
6.79	0.7687	0.0001	0.6249	0.0001	0.0001	0.0000

#

Distanța între drenuri (ecuația energiei, m) este: 13.59

Sarcina piezometrică la mijlocul distanței între drenuri (ec. energiei, m) este: 0.625

Sarcina piezometrică la mijlocul distanței între drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.769

Adâncimea nivelului freatic la mijlocul distanței între drenuri (ec. energiei, m) este: 0.800

Adâncimea nivelului freatic la mijlocul distanței între drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.656

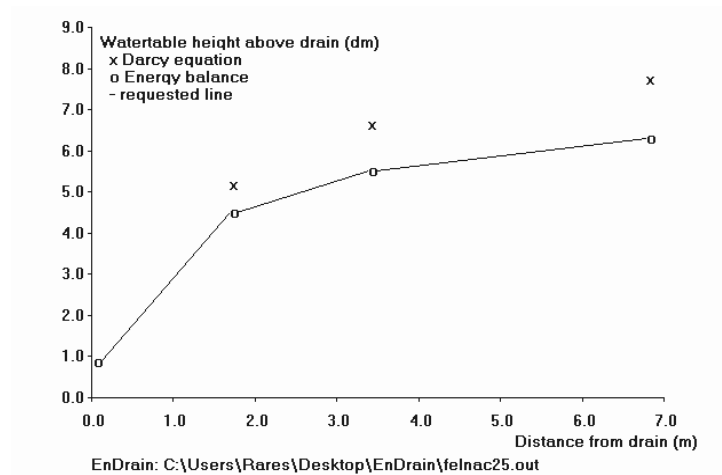


Fig. 6.103 Variația nivelului freatic conform ecuației energiei

2.2 Felnac II 6,5 cm

Timpu mediu de încărcare	R (m/zi) :	0.0070
Adâncimea primului strat	D1 (m) :	3.00
Adâncimea celui de-al doilea strat	D2 (m) :	3.00
Adâncimea până la nivelul apei din dren	Dw (m) :	1.43
Adâncimea până la fundul drenurilor	Db (m) :	1.47
Rezistența la intrarea în dren	E (zi/m) :	0.532
Diametrul drenului	W (m) :	0.065
Permeabilitatea hidrolică deasupra liniei drenurilor	Ka(m/zi) :	0.160
Permeabilitatea orizontală a primului strat	Kb1(m/zi):	0.160
Permeabilitatea verticală a primului strat	Kv1(m/zi):	0.160
Permeabilitatea orizontală a stratului doi	Kb2(m/zi):	0.0000
Permeabilitatea verticală a stratului doi	Kv2(m/zi):	0.0000
Adâncimea nivelului freatic la mijlocul distanței între drenuri	Dm (m):	0.80

Secvența de ieșire a rezultatelor:

X	F*	G*/p	F	G/p	T1	T2
0.04	0.0799	2.8198	0.0791	2.7356	2.8198	-0.0842
1.73	0.5141	0.1097	0.4433	0.0771	0.1136	-0.0365
3.47	0.6674	0.0681	0.5515	0.0483	0.0719	-0.0236

6.94 0.7826 0.0002 0.6333 0.0002 0.0002 0.0008

#

Distanța între drenuri (ecuația energiei, m) este: 13.89

Sarcina piezometrică la mijlocul distanței între drenuri (ec. energiei, m) este: 0.633

Sarcina piezometrică la mijlocul distanței între drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.783

Adâncimea nivelului freatic la mijlocul distanței între drenuri (ec. energiei, m) este: 0.800

Adâncimea nivelului freatic la mijlocul distanței între drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.650

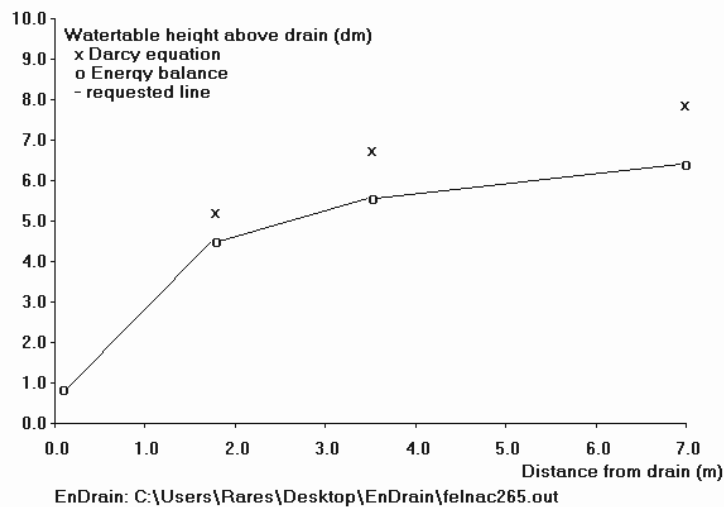


Fig. 6.104 Variația nivelului freatic conform ecuației energiei

2.3 Felnac II 8 cm

Timpu mediu de încărcare	R (m/zi) :	0.0070
Adâncimea primului strat	D1 (m) :	3.00
Adâncimea celui de-al doilea strat	D2 (m) :	3.00
Adâncimea până la nivelul apei din dren	Dw (m) :	1.44
Adâncimea până la fundul drenurilor	Db (m) :	1.48
Rezistența la intrarea în dren	E (zi/m) :	0.607
Diametrul drenului	W (m) :	0.080
Permeabilitatea hidraulică deasupra liniei drenurilor	Ka(m/zi) :	0.160
Permeabilitatea orizontală a primului strat	Kb1(m/zi):	0.160
Permeabilitatea verticală a primului strat	Kv1(m/zi):	0.160
Permeabilitatea orizontală a stratului doi	Kb2(m/zi):	0.0000
Permeabilitatea verticală a stratului doi	Kv2(m/zi):	0.0000
Adâncimea nivelului freatic la mijlocul distanței între drenuri	Dm (m) :	0.80

Secventa de iesire a rezultatelor:

X	F*	G*/p	F	G/p	T1	T2
0.05	0.0834	2.3468	0.0826	2.2640	2.3468	-0.0828
1.76	0.5165	0.1116	0.4439	0.0786	0.1157	-0.0371
3.52	0.6741	0.0693	0.5553	0.0492	0.0732	-0.0240
7.05	0.7930	0.0001	0.6399	0.0001	0.0001	-0.0001

#

Distanta intre drenuri (ecuatia energiei, m) este: 14.10

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.640

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.793

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.800

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.647

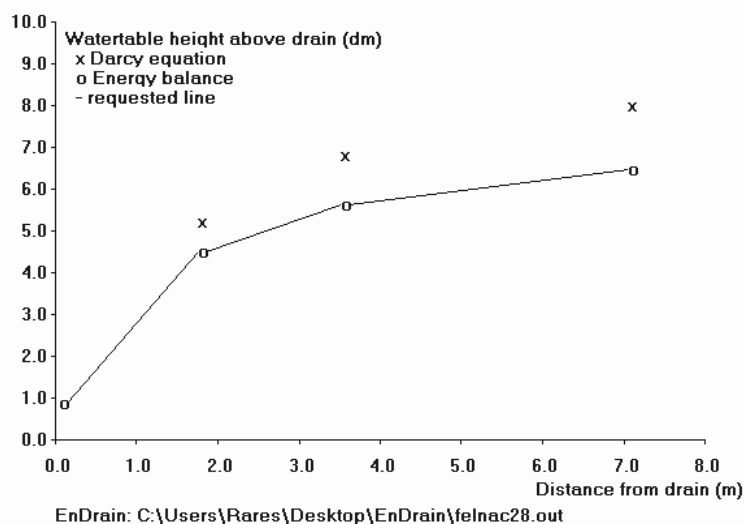


Fig. 6.105 Variația nivelului freatic conform ecuației energiei

6.9.5 Calculul distantei intre drenuri folosind ecuatia balantei energiei si determinarea pantei liniei piezometrice aferente nivelului freatic pentru solurile cu exces de umiditate din judetul Bihor

1 Tileagd

1.1 Tileagd 5 cm

Timpul mediu de incarcare

Adancimea primului strat

Adancimea celui de-al doilea strat

Adancimea pana la nivelul apei din dren

R (m/zi) : 0.0070

D1 (m) : 2.00

D2 (m) : 2.00

Dw (m) : 1.42

Adancimea pana la fundul drenurilor	Db (m) :	1.45
Rezistenta la intrarea in dren	E (zi/m) :	0.507
Diametrul drenului	W (m) :	0.050
Permeabilitatea hidraulica deasupra liniei drenurilor	Ka (m/zi) :	0.011
Permeabilitatea orizontala a primului strat	Kb1(m/zi):	0.011
Permeabilitatea verticala a primului strat	Kv1(m/zi):	0.011
Permeabilitatea orizontala a stratului doi	Kb2(m/zi):	0.0000
Permeabilitatea verticala a stratului doi	Kv2(m/zi):	0.0000
Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri	Dm (m) :	0.80

Secventa de iesire a rezultatelor:

X	F*	G*/p	F	G/p	T1	T2
Datele de iesire:						
0.03	0.1701	16.1246	0.1650	15.6190	16.1246	-0.5056
0.31	0.5135	0.6037	0.5096	0.6061	0.6061	0.0000
0.62	0.6476	0.3278	0.6442	0.3287	0.3287	0.0278
1.24	0.7451	0.0043	0.7419	0.0043	0.0043	13.1284

#

Distanta intre drenuri (ecuatia energiei, m) este: 2.49

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.742

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.745

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.800

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.680

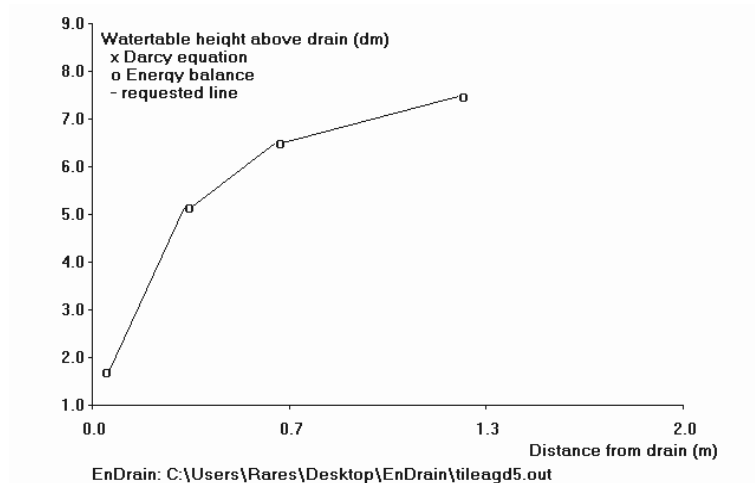


Fig. 6.106 Variația nivelului freatic conform ecuației energiei

1.2 Tileagd 6,5 cm

Timpul mediu de incarcare	R (m/zi) :	0.0070
Adancimea primului strat	D1 (m) :	2.00
Adancimea celui de-al doilea strat	D2 (m) :	2.00
Adancimea pana la nivelul apei din dren	Dw (m) :	1.43

Adancimea pana la fundul drenurilor	Db (m) :	1.47
Rezistenta la intrarea in dren	E (zi/m) :	0.532
Diametrul drenului	W (m) :	0.065
Permeabilitatea hidraulica deasupra liniei drenurilor	Ka(m/zi) :	0.011
Permeabilitatea orizontala a primului strat	Kb1(m/zi):	0.011
Permeabilitatea verticala a primului strat	Kv1(m/zi):	0.011
Permeabilitatea orizontala a stratului doi	Kb2(m/zi):	0.0000
Permeabilitatea verticala a stratului doi	Kv2(m/zi):	0.0000
Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri	Dm(m) :	0.80

Secventa de iesire a rezultatelor:

X	F*	G*/p	F	G/p	T1	T2
0.04	0.1340	12.4253	0.1291	11.9354	12.4253	-0.4899
0.32	0.5022	0.6358	0.4985	0.6382	0.6382	0.0000
0.65	0.6539	0.3463	0.6507	0.3472	0.3472	0.0230
1.30	0.7621	0.0065	0.7591	0.0066	0.0066	9.1675

#

Distanta intre drenuri (ecuatia energiei, m) este: 2.62

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.759

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.762

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.799

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.671

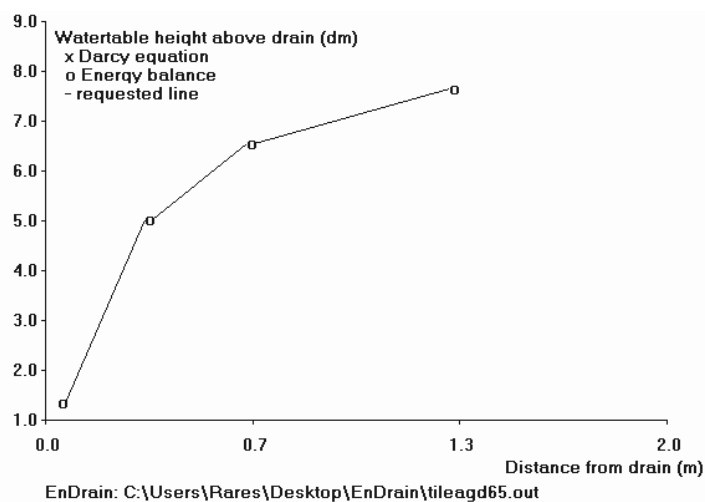


Fig. 6.107 Variația nivelului freatic conform ecuației energiei

1.3 Tileagd 8 cm

Timpu mediu de incarcare	R (m/zi) :	0.0070
Adancimea primului strat	D1 (m) :	2.00
Adancimea celui de-al doilea strat	D2 (m) :	2.00

Adancimea pana la nivelul apei din dren	Dw (m) :	1.44
Adancimea pana la fundul drenurilor	Db (m) :	1.48
Rezistenta la intrarea in dren	E (zi/m) :	0.607
Diametrul drenului	W (m) :	0.080
Permeabilitatea hidraulica deasupra liniei drenurilor	Ka(m/zi) :	0.011
Permeabilitatea orizontala a primului strat	Kb1(m/zi) :	0.011
Permeabilitatea verticala a primului strat	Kv1(m/zi):	0.011
Permeabilitatea orizontala a stratului doi	Kb2(m/zi):	0.0000
Permeabilitatea verticala a stratului doi	Kv2(m/zi):	0.0000
Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri	Dm (m) :	0.80

Secventa de iesire a rezultatelor:

X	F*	G*/p	F	G/p	T1	T2
0.05	0.1129	10.1364	0.1081	9.6568	10.1364	-0.4796
0.33	0.4937	0.6544	0.4901	0.6567	0.6567	0.0000
0.67	0.6568	0.3611	0.6537	0.3620	0.3620	0.0181
1.35	0.7737	0.0045	0.7709	0.0045	0.0045	13.9605

#

Distanta intre drenuri (ecuatia energiei, m) este: 2.71

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.771

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.774

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.801

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.666

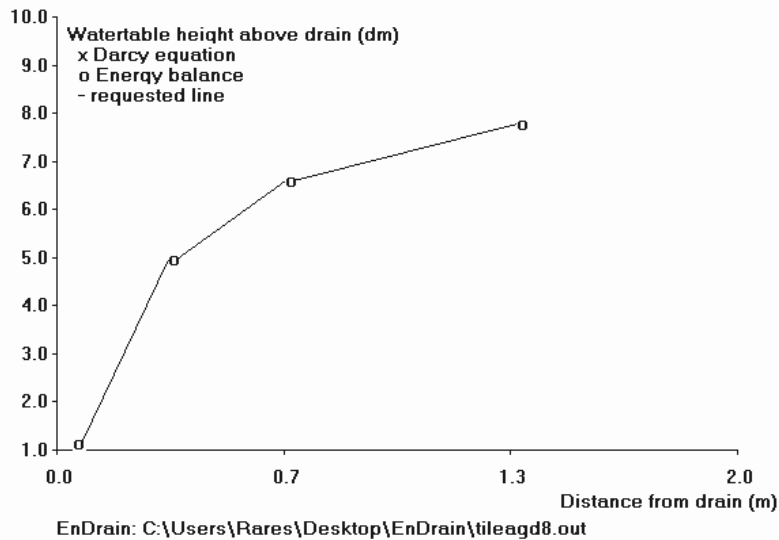


Fig. 6.108 Variația nivelului freatic conform ecuației energiei

2 Cheresig

2.1 Cheresig 5 cm

Timpul mediu de incarcare	R (m/zi) :	0.0070
Adancimea primului strat	D1 (m) :	2.00
Adancimea celui de-al doilea strat	D2 (m) :	2.00
Adancimea pana la nivelul apei din dren	Dw (m) :	1.42
Adancimea pana la fundul drenurilor	Db (m) :	1.45
Rezistenta la intrarea in dren	E (zi/m) :	0.507
Diametrul drenului	W (m) :	0.050
Permeabilitatea hidraulica deasupra liniei drenurilor	Ka(m/zi) :	0.050
Permeabilitatea orizontala a primului strat	Kb1(m/zi):	0.050
Permeabilitatea verticala a primului strat	Kv1(m/zi):	0.050
Permeabilitatea orizontala a stratului doi	Kb2(m/zi):	0.0000
Permeabilitatea verticala a stratului doi	Kv2(m/zi):	0.0000
Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri	Dm(m) :	0.80

Secventa de iesire a rezultatelor:

X	F*	G*/p	F	G/p	T1	T2
0.03	0.0885	6.7676	0.0864	6.5592	6.7676	-0.2084
0.73	0.4871	0.2908	0.4856	0.2912	0.2912	0.0000
1.46	0.6509	0.1684	0.6496	0.1686	0.1686	0.0156
2.92	0.7684	0.0014	0.7672	0.0014	0.0014	10.6260

#

Distanta intre drenuri (ecuatia energiei, m) este: 5.86

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.767

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.768

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.799

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.657

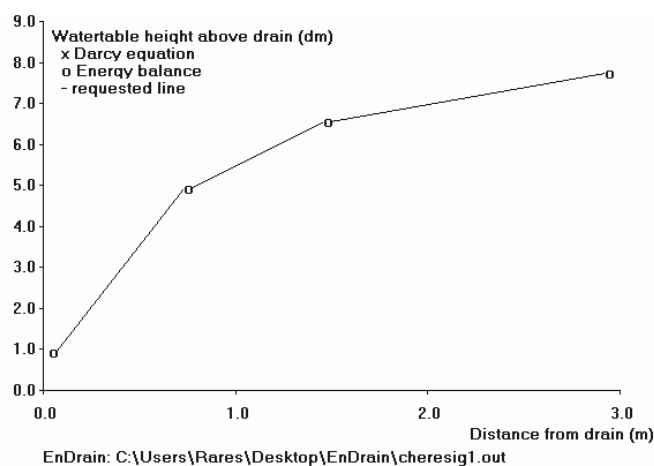


Fig. 6.109 Variația nivelului freatic conform ecuației energiei

2.2 Cheresig 6,5 cm

Timpul mediu de incarcare	R (m/zi) :	0.0070
Adancimea primului strat	D1 (m) :	2.00
Adancimea celui de-al doilea strat	D2 (m) :	2.00
Adancimea pana la nivelul apei din dren	Dw (m) :	1.43
Adancimea pana la fundul drenurilor	Db (m) :	1.47
Rezistenta la intrarea in dren	E (zi/m) :	0.532
Diametrul drenului	W (m) :	0.065
Permeabilitatea hidraulica deasupra liniei drenurilor	Ka(m/zi) :	0.050
Permeabilitatea orizontala a primului strat	Kb1(m/zi):	0.050
Permeabilitatea verticala a primului strat	Kv1(m/zi):	0.050
Permeabilitatea orizontala a stratului doi	Kb2 (m/zi) :	0.0000
Permeabilitatea verticala a stratului doi	Kv2 (m/zi) :	0.0000
Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri	Dm (m) :	0.80

Secventa de iesire a rezultatelor:

X	F*	G*/p	F	G/p	T1	T2
0.04	0.0756	5.3295	0.0736	5.1235	5.3295	-0.2060
0.74	0.4824	0.3021	0.4098	0.2255	0.3244	-0.0989
1.49	0.6562	0.1731	0.5398	0.1296	0.1913	-0.0617
2.99	0.7798	0.0012	0.6324	0.0014	0.0014	-0.0007

#

Distanta intre drenuri (ecuatia energiei, m) este: 5.99

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.632

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.780

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.801

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.653

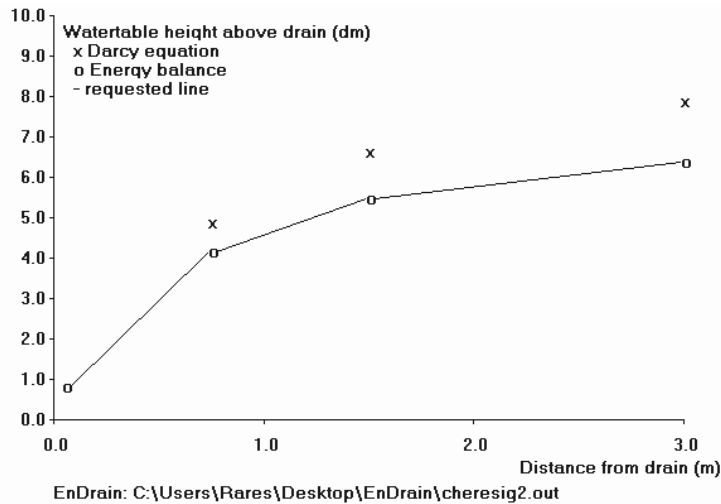


Fig. 6.110 Variația nivelului freatic conform ecuației energiei

2.3 Cheresig 8 cm

Timpu mediu de incarcare	R (m/zi) :	0.0070
Adancimea primului strat	D1 (m) :	2.00
Adancimea celui de-al doilea strat	D2 (m) :	2.00
Adancimea pana la nivelul apei din dren	Dw (m) :	1.44
Adancimea pana la fundul drenurilor	Db (m) :	1.48
Rezistenta la intrarea in dren	E (zi/m) :	0.607
Diametrul drenului	W (m) :	0.080
Permeabilitatea hidraulica deasupra liniei drenurilor	Ka(m/zi) :	0.050
Permeabilitatea orizontala a primului strat	Kb1(m/zi) :	0.050
Permeabilitatea verticala a primului strat	Kv1(m/zi):	0.050
Permeabilitatea orizontala a stratului doi	Kb2 (m/zi) :	0.0000
Permeabilitatea verticala a stratului doi	Kv2 (m/zi) :	0.0000
Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri	Dm(m) :	0.80

Secventa de iesire a rezultatelor:

X	F*	G*/p	F	G/p	T1	T2
0.05	0.0696	4.3628	0.0676	4.1590	4.3628	-0.2038
0.76	0.4832	0.3095	0.4083	0.2322	0.3334	-0.1012
1.52	0.6633	0.1767	0.5435	0.1328	0.1959	-0.0630
3.05	0.7918	0.0013	0.6402	0.0015	0.0015	0.0001

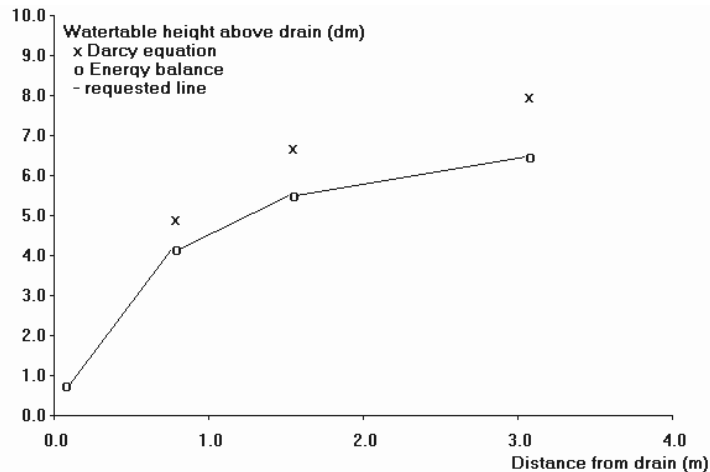
Distanta intre drenuri (ecuatia energiei, m) este: 6.12

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.640

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.792

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.800

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.648



EnDrain: C:\Users\Rares\Desktop\EnDrain\cheresig3.out

Fig. 6.111 Variația nivelului freatic conform ecuației energiei

3 Ciameghiu

3.1 Ciameghiu 5 cm

Timpu mediu de incarcare	R (m/zi) :	0.0070
--------------------------	------------	--------

Adancimea primului strat	D1	(m) :	2.00
Adancimea celui de-al doilea strat	D2	(m) :	2.00
Adancimea pana la nivelul apei din dren	Dw	(m) :	1.42
Adancimea pana la fundul drenurilor	Db	(m) :	1.45
Rezistenta la intrarea in dren	E	(zi/m) :	0.507
Diametrul drenului	W	(m) :	0.050
Permeabilitatea hidraulica deasupra liniei drenurilor	Ka	(m/zi) :	0.070
Permeabilitatea orizontala a primului strat	Kb1	(m/zi):	0.070
Permeabilitatea verticala a primului strat	Kv1	(m/zi):	0.070
Permeabilitatea orizontala a stratului doi	Kb2	(m/zi) :	0.0000
Permeabilitatea verticala a stratului doi	Kv2	(m/zi) :	0.0000
Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri	Dm	(m) :	0.80

Secventa de iesire a rezultatelor:

X	F*	G*/p	F	G/p	T1	T2
Datele de iesire:						
0.03	0.0793	5.4342	0.0776	5.2621	5.4342	-0.1722
0.87	0.4812	0.2512	0.4082	0.1873	0.2698	-0.0825
1.75	0.6512	0.1444	0.5353	0.1080	0.1595	-0.0515
3.51	0.7723	0.0008	0.6259	0.0008	0.0008	-0.0003

#

Distanta intre drenuri (ecuatia energiei, m) este: 7.03

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.626

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.772

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.799

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.653

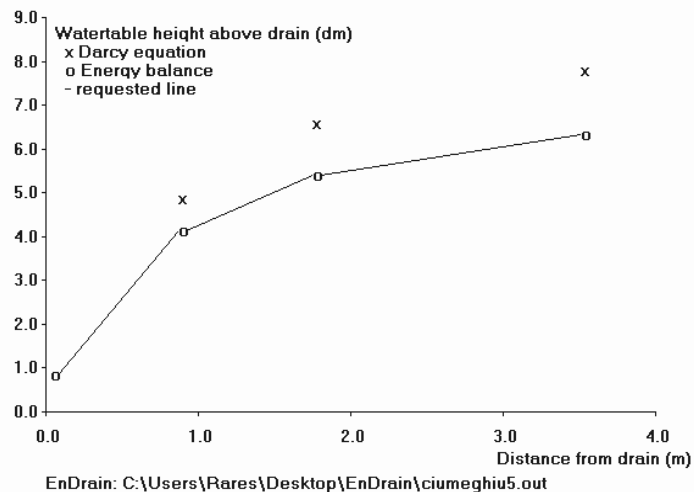


Fig. 6.112 Variația nivelului freatic conform ecuației energiei

3.2 Ciameghiu 6,5 cm

Timpul mediu de incarcare	R (m/zi) :	0.0070
Adancimea primului strat	D1 (m) :	2.00
Adancimea celui de-al doilea strat	D2 (m) :	2.00
Adancimea pana la nivelul apei din dren	Dw (m) :	1.43
Adancimea pana la fundul drenurilor	Db (m) :	1.47
Rezistenta la intrarea in dren	E (zi/m) :	0.532
Diametrul drenului	W (m) :	0.065
Permeabilitatea hidraulica deasupra liniei drenurilor	Ka(m/zi) :	0.070
Permeabilitatea orizontala a primului strat	Kb1(m/zi):	0.070
Permeabilitatea verticala a primului strat	Kv1(m/zi):	0.070
Permeabilitatea orizontala a stratului doi	Kb2 (m/zi) :	0.0000
Permeabilitatea verticala a stratului doi	Kv2 (m/zi) :	0.0000
Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri	Dm (m) :	0.80

Secventa de iesire a rezultatelor:

X	F*	G*/p	F	G/p	T1	T2
0.04	0.0700	4.3247	0.0683	4.1541	4.3247	-0.1706
0.89	0.4807	0.2585	0.4054	0.1938	0.2784	-0.0847
1.79	0.6588	0.1474	0.5391	0.1107	0.1633	-0.0526
3.59	0.7847	0.0005	0.6336	0.0005	0.0005	-0.0005

#

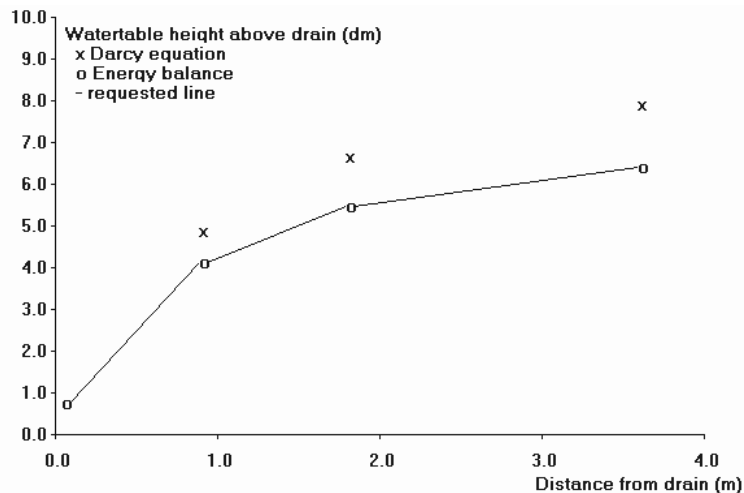
Distanta intre drenuri (ecuatia energiei, m) este: 7.18

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.634

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.785

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.799

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.648



EnDrain: C:\Users\Rares\Desktop\EnDrain\ciameghiu65.out

Fig. 6.113 Variația nivelului freatic conform ecuației energiei

3.3 Ciumeghiu 8 cm

Timpul mediu de incarcare	R (m/zi) :	0.0070
Adancimea primului strat	D1 (m) :	2.00
Adancimea celui de-al doilea strat	D2 (m) :	2.00
Adancimea pana la nivelul apei din dren	Dw (m) :	1.44
Adancimea pana la fundul drenurilor	Db (m) :	1.48
Rezistenta la intrarea in dren	E (zi/m) :	0.607
Diametrul drenului	W (m) :	0.080
Permeabilitatea hidraulica deasupra liniei drenurilor	Ka(m/zi) :	0.070
Permeabilitatea orizontala a primului strat	Kb1(m/zi):	0.070
Permeabilitatea verticala a primului strat	Kv1(m/zi):	0.070
Permeabilitatea orizontala a stratului doi	Kb2 (m/zi) :	0.0000
Permeabilitatea verticala a stratului doi	Kv2 (m/zi) :	0.0000
Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri	Dm (m) :	0.80

Secventa de iesire a rezultatelor:

X	F*	G*/p	F	G/p	T1	T2
0.05	0.0665	3.5459	0.0648	3.3769	3.5459	-0.1690
0.91	0.4818	0.2640	0.4045	0.1988	0.2851	-0.0864
1.82	0.6654	0.1500	0.5428	0.1131	0.1667	-0.0536
3.65	0.7955	0.0005	0.6408	0.0006	0.0006	-0.0003

#

Distanta intre drenuri (ecuatia energiei, m) este: 7.30

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.641

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.796

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.799

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.644

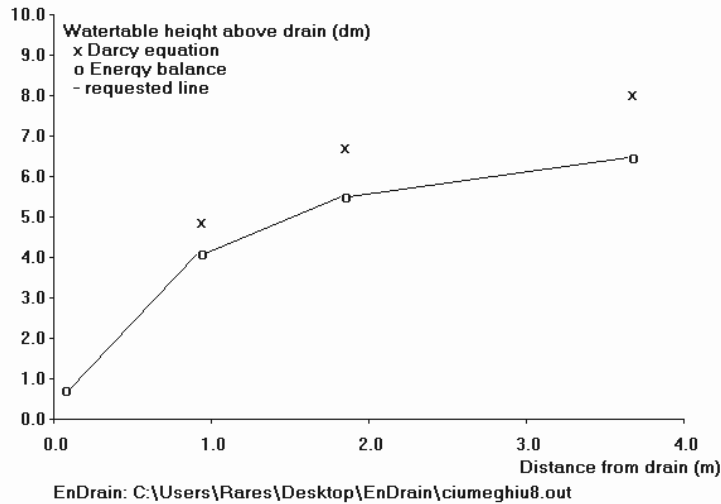


Fig. 6.114 Variația nivelului freatic conform ecuației energiei

6.9.6 Calculul distantei intre drenuri folosind ecuatia balantei energiei si determinarea pantei liniei piezometrice aferente nivelului freatic pentru solurile cu exces de umiditate din judetul Satu-Mare

1 Turulung – Ghetca Mare

Timpu mediu de incarcare	R (m/zi) :	0.0070
Adancimea primului strat	D1 (m) :	3.00
Adancimea celui de-al doilea strat	D2 (m) :	3.00
Adancimea pana la nivelul apei din dren	Dw (m) :	1.24
Adancimea pana la fundul drenurilor	Db (m) :	1.28
Rezistenta la intrarea in dren	E (zi/m) :	2.294
Diametrul drenului	W (m) :	0.080
Permeabilitatea hidraulica deasupra liniei drenurilor	Ka(m/zi) :	0.366
Permeabilitatea orizontala a primului strat	Kb1(m/zi):	0.366
Permeabilitatea verticala a primului strat	Kv1(m/zi):	0.366
Permeabilitatea orizontala a stratului doi	Kb2 (m/zi) :	0.0000
Permeabilitatea verticala a stratului doi	Kv2 (m/zi) :	0.0000
Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri	Dm(m) :	0.60

Secventa de iesire a rezultatelor:

X	F*	G*/p	F	G/p	T1	T2
0.05	0.0669	1.8756	0.0664	1.8248	1.8756	-0.0508
0.25	0.1989	0.3764	0.1911	0.3421	0.3815	-0.0393
0.50	0.2664	0.2055	0.2504	0.1738	0.2086	-0.0348
1.00	0.3392	0.1077	0.3080	0.0784	0.1095	-0.0310
2.00	0.4307	0.0848	0.3722	0.0595	0.0871	-0.0276
3.00	0.5096	0.0734	0.4277	0.0517	0.0761	-0.0244
4.00	0.5777	0.0631	0.4758	0.0446	0.0659	-0.0213
5.00	0.6359	0.0535	0.5170	0.0380	0.0563	-0.0184
6.00	0.6849	0.0446	0.5517	0.0317	0.0472	-0.0155
7.00	0.7252	0.0362	0.5804	0.0258	0.0385	-0.0127
8.00	0.7574	0.0282	0.6033	0.0201	0.0300	-0.0099
9.00	0.7816	0.0204	0.6205	0.0145	0.0217	-0.0072
10.00	0.7981	0.0128	0.6323	0.0091	0.0136	-0.0045
11.00	0.8070	0.0053	0.6387	0.0038	0.0056	-0.0019
11.70	0.8089	0.0000	0.6400	0.0000	0.0000	0.0013

#

Distanta intre drenuri (ecuatia energiei, m) este: 23.40

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.640

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.809

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.600

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.431

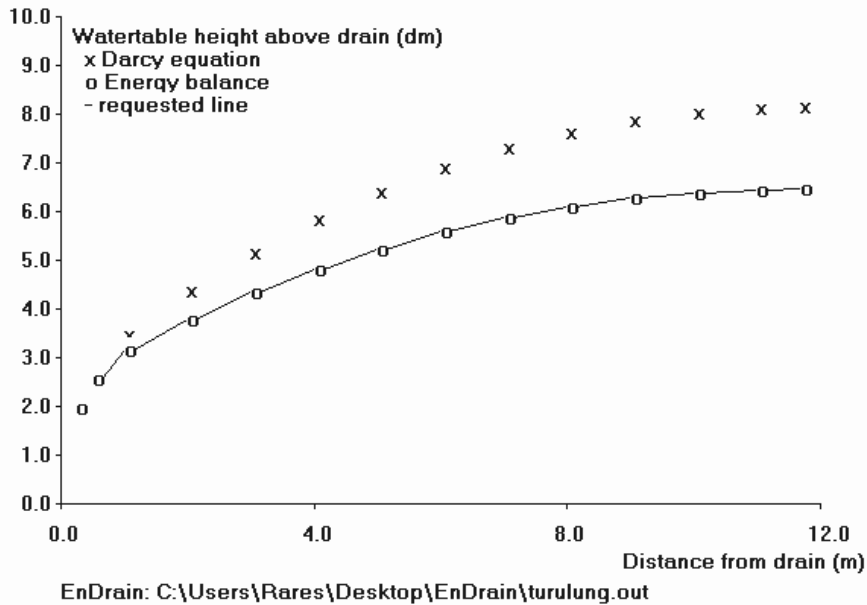


Fig. 6.115 Variația nivelului freatic conform ecuației energiei

2 Carei – Tiream

Timpu mediu de incarcare	R (m/zi) :	0.0070
Adancimea primului strat	D1 (m) :	1.60
Adancimea celui de-al doilea strat	D2 (m) :	1.60
Adancimea pana la nivelul apei din dren	Dw (m) :	1.04
Adancimea pana la fundul drenurilor	Db (m) :	1.08
Rezistenta la intrarea in dren	E (zi/m) :	1.722
Diametrul drenului	W (m) :	0.080
Permeabilitatea hidraulica deasupra liniei drenurilor	Ka(m/zi) :	0.078
Permeabilitatea orizontala a primului strat	Kb1(m/zi):	0.078
Permeabilitatea verticala a primului strat	Kv1(m/zi):	0.078
Permeabilitatea orizontala a stratului doi	Kb2 (m/zi) :	0.0000
Permeabilitatea verticala a stratului doi	Kv2 (m/zi) :	0.0000
Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri	Dm(m) :	0.50

Secventa de iesire a rezultatelor:

X	F*	G*/p	F	G/p	T1	T2
0.05	0.0629	2.8619	0.0614	2.7109	2.8619	-0.1510
0.84	0.4065	0.2378	0.3414	0.1770	0.2549	-0.0780
1.69	0.5620	0.1367	0.4574	0.1021	0.1508	-0.0487
3.39	0.6726	0.0006	0.5400	0.0007	0.0007	0.0009

#

Distanta intre drenuri (ecuatia energiei, m) este: 6.79

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.540

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.673
 Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.500
 Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.367

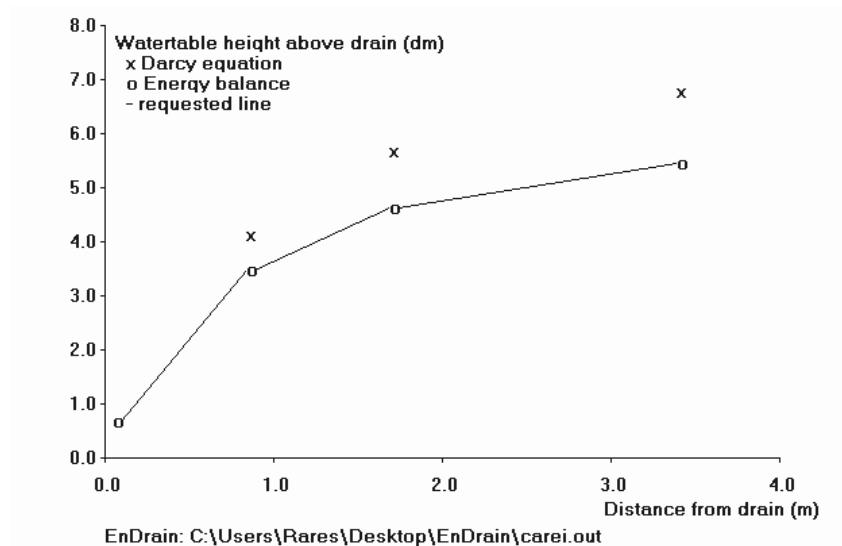


Fig. 6.116 Variația nivelului freatic conform ecuației energiei

6.9.7 Calculul distantei intre drenuri folosind ecuația balantei energiei și determinarea pantei liniei piezometrice aferente nivelului freatic pentru solurile cu exces de umiditate din județul Maramureș

1 Ulmeni

Timpu mediu de incarcare	R (m/zi) :	0.0070
Adancimea primului strat	D1 (m) :	2.80
Adancimea celui de-al doilea strat	D2 (m) :	2.80
Adancimea pana la nivelul apei din dren	Dw (m) :	1.24
Adancimea pana la fundul drenurilor	Db (m) :	1.28
Rezistenta la intrarea in dren	E (zi/m) :	0.697
Diametrul drenului	W (m) :	0.080
Permeabilitatea hidraulica deasupra liniei drenurilor	Ka(m/zi) :	0.334
Permeabilitatea orizontala a primului strat	Kb1(m/zi):	0.334
Permeabilitatea verticala a primului strat	Kv1(m/zi):	0.333
Permeabilitatea orizontala a stratului doi	Kb2 (m/zi) :	0.0000
Permeabilitatea verticala a stratului doi	Kv2 (m/zi) :	0.0000
Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri	Dm(m) :	0.60

Secvența de ieșire a rezultatelor:

X F* G*/p F G/p T1 T2

Datele de ieșire:

0.05	0.1148	1.2639	0.1143	1.2123	1.2639	-0.0516
0.25	0.2291	0.3500	0.2207	0.3136	0.3548	-0.0412
0.50	0.2927	0.1955	0.2757	0.1620	0.1987	-0.0366
1.00	0.3623	0.1033	0.3292	0.0722	0.1051	-0.0328
2.00	0.4577	0.0880	0.3962	0.0620	0.0908	-0.0288
3.00	0.5388	0.0746	0.4534	0.0528	0.0778	-0.0250
4.00	0.6073	0.0626	0.5019	0.0444	0.0658	-0.0214
5.00	0.6642	0.0516	0.5424	0.0367	0.0545	-0.0178
6.00	0.7105	0.0413	0.5754	0.0294	0.0439	-0.0145
7.00	0.7468	0.0315	0.6013	0.0225	0.0337	-0.0111
8.00	0.7736	0.0222	0.6205	0.0159	0.0238	-0.0079
9.00	0.7912	0.0131	0.6331	0.0094	0.0141	-0.0047
10.00	0.7998	0.0042	0.6392	0.0030	0.0045	-0.0015
10.46	0.8008	0.0001	0.6399	0.0001	0.0001	0.0012

#

Distanța între drenuri (ecuația energiei, m) este: 20.93

Sarcina piezometrică la mijlocul distanței între drenuri (ec. energiei, m) este: 0.640

Sarcina piezometrică la mijlocul distanței între drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.801

Adâncimea nivelului freatic la mijlocul distanței între drenuri (ec. energiei, m) este: 0.600

Adâncimea nivelului freatic la mijlocul distanței între drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.439

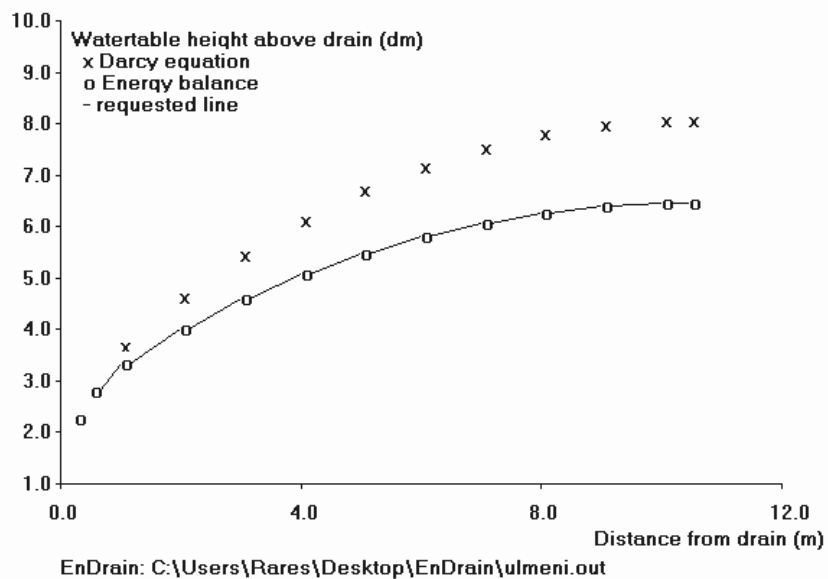


Fig. 6.117 Variația nivelului freatic conform ecuației energiei

2 Salsig

Timpul mediu de încărcare
Adâncimea primului strat

R (m/zi) : 0.0070
D1 (m) : 2.50

Adancimea celui de-al doilea strat	D2 (m) :	2.50
Adancimea pana la nivelul apei din dren	Dw (m) :	1.24
Adancimea pana la fundul drenurilor	Db (m) :	1.28
Rezistenta la intrarea in dren	E (zi/m) :	0.697
Diametrul drenului	W (m) :	0.080
Permeabilitatea hidraulica deasupra liniei drenurilor	Ka (m/zi) :	0.197
Permeabilitatea orizontala a primului strat	Kb1(m/zi):	0.197
Permeabilitatea verticala a primului strat	Kv1(m/zi):	0.197
Permeabilitatea orizontala a stratului doi	Kb2 (m/zi) :	0.0000
Permeabilitatea verticala a stratului doi	Kv2 (m/zi) :	0.0000
Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri	Dm(m) :	0.60

Secventa de iesire a rezultatelor:

X	F*	G*/p	F	G/p	T1	T2
0.05	0.0919	1.8441	0.0911	1.7682	1.8441	-0.0758
1.88	0.5048	0.1138	0.4277	0.0812	0.1190	-0.0377
3.76	0.6747	0.0692	0.5495	0.0498	0.0740	-0.0242
7.52	0.8007	0.0002	0.6404	0.0002	0.0002	-0.0001

#

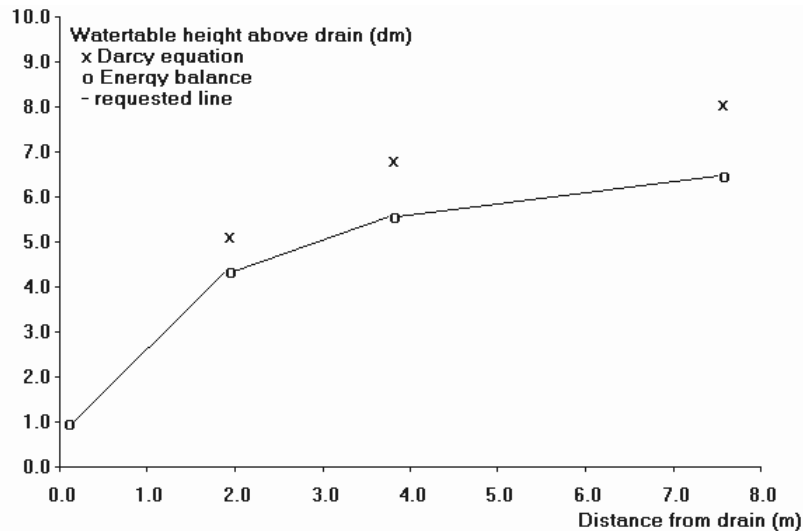
Distanta intre drenuri (ecuatia energiei, m) este: 15.05

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.640

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.801

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.600

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.439



EnDrain: C:\Users\Rares\Desktop\EnDrain\salsig.out

Fig. 6.118 Variația nivelului freatic conform ecuației energiei

3 Tamaia

Timpu mediu de incarcare	R (m/zi) :	0.0070
Adancimea primului strat	D1 (m) :	1.70
Adancimea celui de-al doilea strat	D2 (m) :	1.70
Adancimea pana la nivelul apei din dren	Dw (m) :	1.24
Adancimea pana la fundul drenurilor	Db (m) :	1.28
Rezistenta la intrarea in dren	E (zi/m) :	0.697
Diametrul drenului	W (m) :	0.080
Permeabilitatea hidraulica deasupra liniei drenurilor	Ka(m/zi) :	0.039
Permeabilitatea orizontala a primului strat	Kb1(m/zi):	0.039
Permeabilitatea verticala a primului strat	Kv1(m/zi):	0.039
Permeabilitatea orizontala a stratului doi	Kb2 (m/zi) :	0.0000
Permeabilitatea verticala a stratului doi	Kv2 (m/zi) :	0.0000
Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri	Dm(m) :	0.60

Secventa de iesire a rezultatelor:

X	F*	G*/p	F	G/p	T1	T2
0.05	0.0727	4.7446	0.0703	4.5029	4.7446	-0.2417
0.64	0.4771	0.3750	0.4034	0.2850	0.4068	-0.1219
1.29	0.6612	0.2090	0.5433	0.1586	0.2335	-0.0749
2.58	0.7890	0.0020	0.6402	0.0023	0.0023	0.0004

#

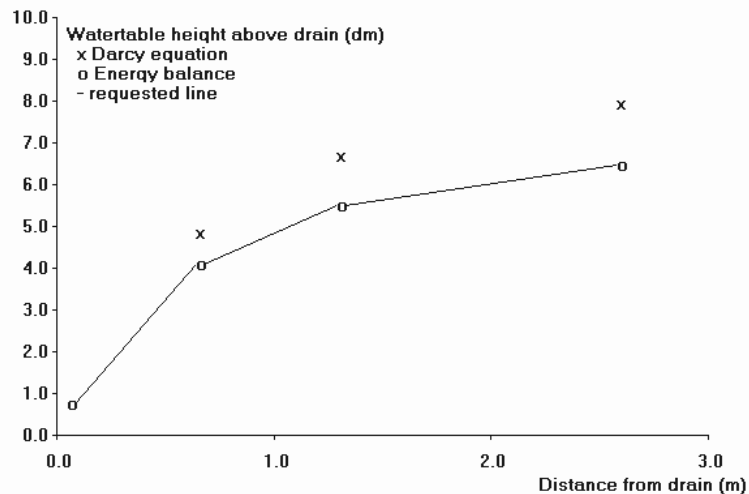
Distanța între drenuri (ecuația energiei, m) este: 5.18

Sarcina piezometrică la mijlocul distanței între drenuri (ec. energiei, m) este: 0.640

Sarcina piezometrică la mijlocul distanței între drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.789

Adâncimea nivelului freatic la mijlocul distanței între drenuri (ec. energiei, m) este: 0.600

Adâncimea nivelului freatic la mijlocul distanței între drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.451



EnDrain: C:\Users\Rares\Desktop\EnDrain\tamaia.out

Fig. 6.119 Variația nivelului freatic conform ecuației energiei

4 Satu-Lung

Timpul mediu de incarcare	R (m/zi) :	0.0070
Adancimea primului strat	D1 (m) :	2.80
Adancimea celui de-al doilea strat	D2 (m) :	2.80
Adancimea pana la nivelul apei din dren	Dw (m) :	1.24
Adancimea pana la fundul drenurilor	Db (m) :	1.28
Rezistenta la intrarea in dren	E (zi/m) :	0.697
Diametrul drenului	W (m) :	0.080
Permeabilitatea hidraulica deasupra liniei drenurilor	Ka(m/zi) :	0.095
Permeabilitatea orizontala a primului strat	Kb1(m/zi):	0.095
Permeabilitatea verticala a primului strat	Kv:(m/zi):	0.095
Permeabilitatea orizontala a stratului doi	Kb2 (m/zi) :	0.0000
Permeabilitatea verticala a stratului doi	Kv2 (m/zi) :	0.0000
Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri	Dm (m) :	0.60

Secventa de iesire a rezultatelor:

X	F*	G*/p	F	G/p	T1	T2
Datele de iesire:						
0.05	0.0823	3.1375	0.0812	3.0238	3.1375	-0.1138
1.30	0.5269	0.1387	0.4594	0.0972	0.1433	-0.0461
2.61	0.6729	0.0864	0.5622	0.0610	0.0909	-0.0299
5.22	0.7828	0.0002	0.6400	0.0002	0.0002	0.0012

#

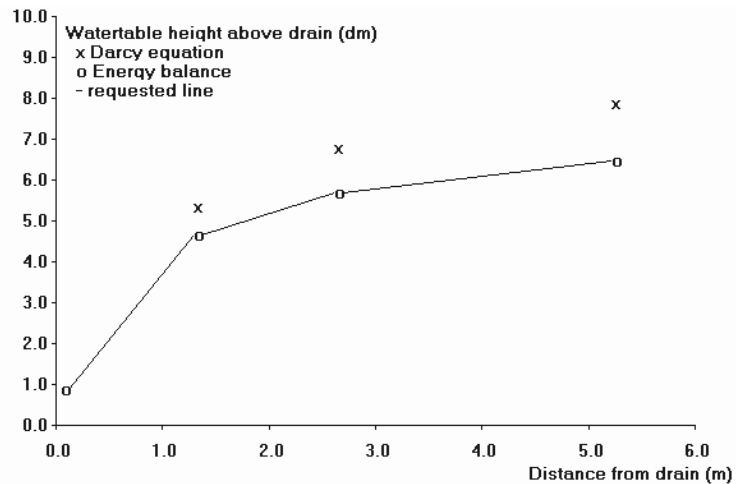
Distanta intre drenuri (ecuatia energiei, m) este: 10.44

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.640

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.783

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.600

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.457



EnDrain: C:\Users\Rares\Desktop\EnDrain\satulung.out

Fig. 6.120 Variatia nivelului freatic conform ecuatiei energiei

6.5 Pribilesti

Timpul mediu de incarcare	R (m/zi) :	0.0070
Adancimea primului strat	D1 (m) :	2.50
Adancimea celui de-al doilea strat	D2 (m) :	2.50
Adancimea pana la nivelul apei din dren	Dw (m) :	1.24
Adancimea pana la fundul drenurilor	Db (m) :	1.28
Rezistenta la intrarea in dren	E (zi/m) :	0.697
Diametrul drenului	W (m) :	0.080
Permeabilitatea hidraulica deasupra liniei drenurilor	Ka(m/zi) :	0.032
Permeabilitatea orizontala a primului strat	Kb1(m/zi):	0.032
Permeabilitatea verticala a primului strat	Kv1(m/zi):	0.032
Permeabilitatea orizontala a stratului doi	Kb2 (m/zi) :	0.0000
Permeabilitatea verticala a stratului doi	Kv2 (m/zi) :	0.0000
Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri	Dm (m) :	0.60

Secventa de iesire a rezultatelor:

X	F*	G*/p	F	G/p	T1	T2
0.05	0.0860	5.9776	0.0837	5.7454	5.9776	-0.2322
0.67	0.5355	0.2814	0.4734	0.2097	0.2929	-0.0832
1.34	0.6702	0.1539	0.5692	0.1091	0.1623	-0.0533
2.69	0.7711	0.0008	0.6410	0.0008	0.0008	-0.0004

Distanța între drenuri (ecuația energiei, m) este: 5.38

Sarcina piezometrică la mijlocul distanței între drenuri (ec. energiei, m) este: 0.641

Sarcina piezometrică la mijlocul distanței între drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.771

Adâncimea nivelului freatic la mijlocul distanței între drenuri (ec. energiei, m) este: 0.599

Adâncimea nivelului freatic la mijlocul distanței între drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.469

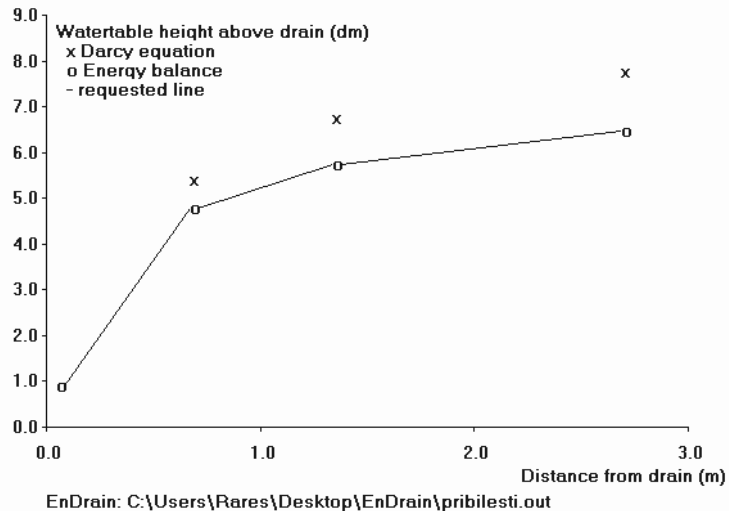


Fig. 6.121 Variația nivelului freatic conform ecuației energiei

6.6 Scalaseni

Timpul mediu de incarcare	R (m/zi) :	0.0070
Adancimea primului strat	D1 (m) :	2.00
Adancimea celui de-al doilea strat	D2 (m) :	2.00
Adancimea pana la nivelul apei din dren	Dw (m) :	1.24
Adancimea pana la fundul drenurilor	Db (m) :	1.28
Rezistenta la intrarea in dren	E (zi/m) :	0.453
Diametrul drenului	W (m) :	0.080
Permeabilitatea hidraulica deasupra liniei drenurilor	Ka(m/zi) :	0.076
Permeabilitatea orizontala a primului strat	Kb1(m/zi) :	0.076
Permeabilitatea verticala a primului strat	Kv1(m/zi) :	0.076
Permeabilitatea orizontala a stratului doi	Kb2 (m/zi) :	0.0000
Permeabilitatea verticala a stratului doi	Kv2 (m/zi) :	0.0000
Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri	Dm(m) :	0.60

Secventa de iesire a rezultatelor:

X	F*	G*/p	F	G/p	T1	T2
0.05	0.0642	3.8380	0.0626	3.6851	3.8380	-0.1529
1.01	0.4904	0.2255	0.4142	0.1659	0.2401	-0.0742
2.03	0.6688	0.1315	0.5458	0.0973	0.1439	-0.0466
4.06	0.7965	0.0005	0.6404	0.0005	0.0006	-0.0001

#

Distanta intre drenuri (ecuatia energiei, m) este: 8.13

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.640

Sarcina piezometrica la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.796

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. energiei, m) este: 0.600

Adancimea nivelului freatic la mijlocul distantei intre drenuri (ec. Darcy, m) este: 0.444

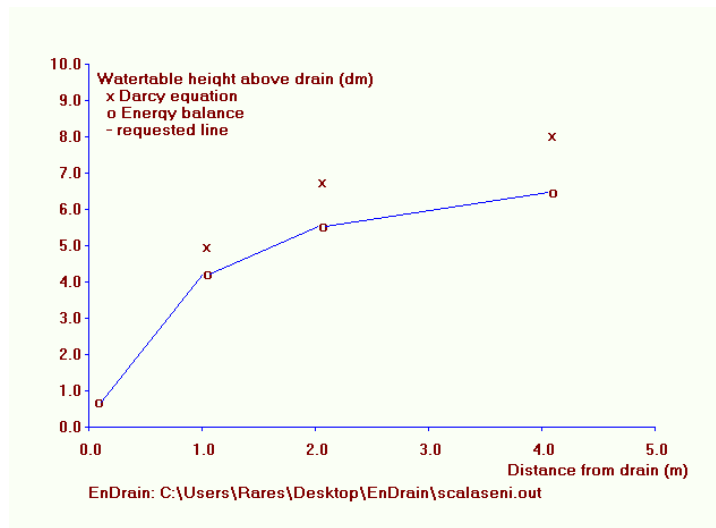


Fig. 6.122 Variația nivelului freatic conform ecuației energiei

6.9.8 Concluzii

Aplicarea balantei energiei scurgerii subterane la drenuri subterane conduce la valori mai mici ale nivelului freatic sau, dacă nivelul freatic este fix, la distanțe în drenuri mai mari. De asemenea această metodă poate oferi forma curbei nivelului freatic. Mai mult, în calcule, metoda amintită consideră și rezistența la intrare în drenuri precum și anizotropia conductivității hidraulice a solurilor.

Calcululele bazate pe metoda balantei energiei trebuie conduse cu ajutorul unui calculator deoarece sunt necesare calcule complexe, iterative.

6.10 Concluzii și propuneri

Un proiect de drenaj este în mod frecvent o componentă a unui proiect de management al apei din agricultură și în care este prevăzută o componentă de drenaj (lucrări de drenaj). Integrarea diferitelor componente naturale ale proiectului (apa, sol) devine astfel esențială. Componenta de drenaj a unui astfel de proiect trebuie să includă (și să parcurgă) următoarele faze:

- identificarea, caracterizarea și prioritizarea problemelor zonei studiate;
- planificarea și proiectarea sistemelor;
- implementarea și controlul calității lucrărilor;
- exploatarea și întreținerea;
- evaluarea performanțelor sistemului.

În cadrul acestor faze, multe decizii esențiale trebuie luate la diferite nivele guvernamentale sau locale asupra propunerilor planificatorilor și proiectanților.

Programele de calcul prezentate în acest capitol se referă la primele două puncte cu accent pe aspectele tehnice. Ele au fost propuse pentru a servi ca instrumente de calcul avansat în cadrul proceselor de planificare și proiectare integrată a amenajărilor de desecare-drenaj data fiind și atenția ce trebuie acordată problemelor de durabilitate, sustenabilitate, de mediu precum și socio-economice.

Modelele au o aplicabilitate foarte largă ele putând fi utilizate atât în cercetare cât și în proiectare. Instituțiile de învățământ superior (printre care și Facultatea de Hidrotehnică din cadrul Universității „Politehnica” din Timișoara) au realizat modele de calcul și prognoza mai mult sau mai puțin elaborate din domeniul drenajelor. Acestea, coroborate cu aplicațiile din domeniul desenului tehnic și topografic s-au constituit în programe larg utilizate de către firme implicate în procese de proiectare.

În domeniul drenajelor cele mai importante programe utilizate la ora actuală în România sunt DrainSpace (parte a programului WaSim), Espadren, GDZ RoDrain, EnDrain, SaltMod și respectiv DrenVSubIr, fiecare din acestea având avantaje și dezavantaje, unele prezentate anterior în acest capitol.

Scopul acestui capitol nu a fost acela de a clarifica detaliat teoria care a stat la baza acestor programe ci de a facilita aplicarea acestora în proiectarea drenajelor, în condiții practice.

Literatura tehnică de specialitate din străinătate oferă numeroase informații asupra programelor de calcul din domeniul drenajelor. Astfel sunt recomandate publicații ale autorilor Smedema, Vlotman și Rycroft (2004), Nijland, Croon și Ritzema (2005) (care oferă informații bogate asupra implementării, exploatarei și întreținerii sistemelor de desecare-drenaj inclusiv aprecierea calității lucrărilor realizate), ILRI (1994), Skaggs și Van Schilfgaarde (1999), Oosterbaan (1994) etc.,

parte din acesti autori realizand si programe de calcul cu diferite grade de complexitate.

6.11 Bibliografie utilizata si conexa

- 1) Abenney-Mickson, S., A. Yomota, and T. Miura, 1997. Water balance of field plots planted with soybean and pumpkin. *Trans. ASAE*, 40: 899-909.
- 2) ADAPT Version 4.2, Agricultural Drainage And Pesticide Transport Model (with Nutrients), The Ohio State University, Agricultural Engineering Department, August, 1997;
- 3) Alberts, R.R., E.H. Stewart, and J.S. Rogers. 1971. Ground water recession in modified profiles of Florida Flatwood soils. *Soil and Crop Science Soc. FL Proceed.* 31:216-217.
- 4) Allen, R., L. S. Pereira, Raes, D and Smith, M., 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements, Irrigation and drainage paper 56. FAO, Rome.
- 5) Allen, R.G., M.E. Wright and R.D. Burman, 1989. Operational estimates of evapotranspiration. *Agron. J.*, 81, 650-662.
- 6) Allen, R.G., 1991. REF-ET Reference evapotranspiration calculator, version 2.1. Utah State University, Logan, 39 pp.
- 7) Allmaras, R.R., A.L. Black, and R.W. Rickman. 1973. Tillage, soil environment and root growth. *Proc., Natl. Conserv. Tillage Conf., Des Moines, IA*, pp. 62-86.
- 8) Anat, A., H.R. Duke, and A.T. Corey. Steady upward flow from water tables. *Hydrol. Pap. No. 7. CO State Univ., Fort Collins, CO.*
- 9) Aromovici, V. S., Donnan, W. W., 1946. Soil permeability as a criterion for drainage design. *Trans. Amer. Geophys. Un.* 27: 27-141
- 10) Ashby, M., A.J. Dolman, P. Kabat, E.J. Moors and M.J. Ogink-Hendriks, 1996. SWAPS version 1.0. Technical reference manual. Technical document 42, Winand Staring Centre, Wageningen.
- 11) Baver, L.D., W.H. Gardner, and W.R. Gardner. 1972. *Soil Physics*, 4 ed., John Wiley & Sons, NY.
- 12) Bear, J., 1972. *Dynamics of fluids in porous media*. Elsevier, Amsterdam.
- 13) Belmans, C., J.G. Wesseling and R.A. Feddes, 1983. Simulation of the water balance of a cropped soil: SWATRE. *J. Hydrol.*, 63, 271-286.
- 14) Belmans, C., 1983. Simulation model of the water balance of a cropped soil: SWATRE. *J. Hydrol.* 63:271-286.
- 15) Beltman, W.H.J., J.J.T.I. Boesten and S.E.A.T.M. van der Zee, 1995. Analytical modelling of pesticide transport from the soil surface to a drinking water well. *J. Hydrol.*, 169, 209-228.
- 16) Beven, K. and P. Germann, 1982. Macropores and water flow in soils. *Water Resour. Res.*, 18: 1311-1325.
- 17) Biggar, J.W. and D.R. Nielsen, 1976. The spatial variability of the leaching characteristics of a field soil. *Water Resour. Res.*, 12, 78-84.
- 18) Black, T.A., W.R. Gardner and G.W. Thurtell, 1969. The prediction of evaporation, drainage, and soil water storage for a bare soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 33, 655-660.
- 19) Blaney, H.F., and W.D. Criddle. 1947. A method of estimating water requirements in irrigated areas from climatological data. *USDA Soil Conserv. Serv. report (rev.)*.

- 20) Bloodworth, M.E., C.A. Burlison, and W.R. Cowley. 1958. Root distribution of some irrigated crops using undisturbed soil cores. *Agron. J.*, vol. 50:317-320.
- 21) Boast, C.W. and Don Kirkham. 1971. Auger hole seepage theory. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 35:365-374.
- 22) Bodog Pasca Marinela, Teza de doctorat,
- 23) Boons-Prins, E.R., G.H.J. de Koning, C.A. van Diepen and F.W.T. Penning de Vries, 1993. Crop specific simulation parameters for yield forecasting across the European Community. *Simulation Rep. 32*, CABO-DLO and SC-DLO, Wageningen, The Netherlands.
- 24) Borg, H. and Grimes, D. W., 1986. Depth development of roots with time: An empirical description. *Trans. ASAE* 29:194-197.
- 25) Bos, M.G., J. Vos and R.A. Feddes, 1996. CRIWAR 2.0. A simulation model on crop irrigation water requirements. ILRI publ. 46, Wageningen, The Netherlands.
- 26) Bouma, J. and J.L. Anderson, 1973. Relationships between soil structure characteristics and hydraulic conductivity. p. 77-105. In: R.R. Bruce (ed.). *Field soil moisture regime*. SSSA Special Publ. no. 5. Am. Soc. of Agron. Madison, Wis.
- 27) Boumans, J.H. (1979). Drainage calculations in stratified soils using the anisotropic soil model to simulate hydraulic conductivity conditions. In: J. Wesseling (Ed.), *Proceedings of the International Drainage Workshop*, p. 108-123. Publ. 25, ILRI, Wageningen, The Netherlands.
- 28) Boussinesq, I., 1903. Su rune mode simple d'écoulement des nappes d'eaux d'un infiltration à lit horizontale avec rebords vertical tout autour lorsqu'une partie de ce rebord est enlevée depuis la surface jusqu'au fond. *C. R. Acad. Sci., Paris*, 137: 5-11
- 29) Bouwer, H. 1955. Tile drainage of sloping fields. *Agricultural Engineering* 36,6 p.
- 30) Bouwer, H. 1963. Theoretical effect of unequal water levels on the infiltration rate determined with buffered cylindrical infiltrometers. *J. Hydrol.* 1:29-34.
- 31) Bouwer, H. 1964. Measuring horizontal and vertical hydraulic conductivity of soil with the doubletube method. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 28:19-23.
- 32) Bouwer, H. 1966. Rapid field measurement of air-entry value and hydraulic conductivity of soil as significant parameters in flow system analysis. *Water Resource. Res.* 2:729-738.
- 33) Bouwer, H. 1969. Infiltration of water into nonuniform soil. *J. Irrigation and Drainage Division, Amer. Soc. Agric. Eng.* 95(IR4):451-462.
- 34) Bouwer, H. 1974. Developing drainage design criteria. *In Drainage for Agriculture*, ch. 5, J. van Schilfgaarde, ed., Amer. Soc. of Agron., Madison, WI.
- 35) Bouwer, H., and J. van Schilfgaarde. 1963. Simplified method of predicting the fall of water table in drained land. *Amer. Soc. Agric. Eng.* 6(4):288-291, 295.
- 36) Bouwer, H., and R. D. Jackson. 1974. Determining soil properties. *In Drainage for Agriculture*, J. Van Schilfgaarde (ed.), Amer. Soc. of Agron., Madison, WI, pp. 611-672.
- 37) Brakensiek, D.L. 1977. Estimating the effective capillary pressure in the Green-Ampt infiltration equation. *Water Resource. Res.* 13(3):680-682.

- 38) Braşoveanu N., Eficienţa intensificării agriculturii şi economia de energie, Ed. Ceres, Bucureşti, 1983.
- 39) Bresler, E., and G. Dagan, 1983. Unsaturated flow in spatially variable fields. 2. Application of water flow models to various fields. *Water Resour. Res.*, 19: 421-428.
- 40) Brisson, N., 1998. An analytical solution for the estimation of the critical available soil water fraction for a single layer water balance model under growing crops. *Hydrology and Earth Science Systems*, 2:221-231.
- 41) Brown L.C., Andy Ward, Norman R. Fausey, *Agricultural Water Table Management Systems*, AEX 321-97.
- 42) Buhociu L., Creangă L., Îmbunătăţirile funciare în România (Realizări şi perspective), *Buletinul AGIR nr. 3/2000*, Bucureşti, pg. 2-7;
- 43) Counsell C., Tim Hess, *WaSim User Manual*, Project R6879, HR Wallingford, Cranfield University;
- 44) Dagan, G. 1964. Spacings of drains by an approximate method. *Journal of the Irrigation and Drainage Division ASCE* 90, pp. 41-46.
- 45) David I., *Grundwasserhydraulik. Stromungs und Transportvorgange*, Mit 84 Abbildungen;
- 46) David I., Model de calcul pentru drenajul subteran ireversibil in subirigatie, *St. Cerc. Mec. Apl.*, Tom 44, nr. 4, 1985, pg 2376-383;
- 47) David I., *Über Ein Berechnungsverfahren der Verlusthohe Beim Eintrittswiderstand des Wassers in die Drainrohre*, *Revue Roumaine des Sciences Techniques, Serie de Mecanique Appliquee* No. 1, Tome 28, Editura Academiei Romane, 1983;
- 48) DeJong, R. and R.P. Zentner. 1985. Assessment of the SPAW model for semi-arid growing conditions with minimal local calibration. *Agric. Water Mgt.*, 10(1985):31-46.
- 49) Denmead, O.T. and R.H. Shaw. 1960. The effects of soil moisture stress at different stages of growth on the development and yield of corn. *Agron. J.* 52:272-274.
- 50) Denmead, O.T. and R.H. Shaw. 1962. Availability of soil water to plants as affected by soil moisture content and meteorological conditions. *Agron. J.* 45:385-390.
- 51) Desmond Eric David, *Studies Including Hydrologic Modeling and Data Analysis at the Ohio Management Systems Evaluation Area*, Dissertation Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Doctor of Philosophy in the Graduate School of The Ohio State University, The Ohio State University, 2003;
- 52) Deemter, J. J. van, 1950, Theoretische en numerieke behandeling van ontwaterings-en infiltratie-stromingsproblemen. *Versl. Landb. Onderz. No. 56 (7): 1-67*
- 53) Dewit, C.T. 1958. Transpiration and crop yields. *Institute of Biological and Chemical Research on Field Crops and Herbage*, Wageningen, the Netherlands, *Verse-Landbouwk*, onder 2. No. 64,65 Gravenhage.
- 54) De Zeeuw, J.W., and F. Hellinga 1958. Neerslag en afvoer. *Landbouwkundig Tijdschrift*. 70, pp. 405-422, (in Dutch with English summary).
- 55) Dirksen, C., 1987. Water and salt transport in daily irrigated root zone. *Neth. J. Agric. Sci.*, 35: 395-406.
- 56) Dirksen, C., 1991. Unsaturated hydraulic conductivity. In 'Soil analysis, physical methods', K.A. Smith and C.E. Mullins (eds), Marcel Dekker, New York, p. 209-269.

- 57) Dirksen, C., J.B. Kool, P. Koorevaar and M.Th. van Genuchten, 1993. Hyswasor: simulation model of hysteretic water and solute transport in the root zone. In: D. Russo and G. Dagan (Eds.), *Water flow and solute transport in soils*. Springer-Verlag, Adv. Series in Agric. Sci., 20, 99-122.
- 58) Dirksen, C. and S. Matula, 1994. Automatic atomized water spray system for soil hydraulic conductivity measurements. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 58, 319-325.
- 59) Diserens, E., 1935. Les moyens permettant de déterminer la mode d'action des travaux d'assainissement, canaux et drainages. *Trans. 3rd. Int. Congr. Soil Sci., Oxford, vol. 3: 45-69*
- 60) Donnan, W.W. 1946. Model tests of a tile-spacing formula. *Soil Science Society of America Proceedings II*, pp. 131-136.
- 61) Donnan, W. W., Bradshaw, G.B., Blaney, H. F., 1954. Drainage investigations in Imperial Valley, California, 1941-1951 (A 10-year summary) *U.S.D.A. Soil Cons. Serv. Techn. Pub. 120*
- 62) Donnan, W.W. 1959. Drainage of agricultural land using interceptor lines. *Journal of the Irrigation and 8, Wageningen*, 46 p.
- 63) Doorenbos, J. and W.O. Pruitt, 1977. Guidelines for predicting crop water requirements. *Irrigation and Drainage Paper 24, FAO, Rome, Italy*.
- 64) Doorenbos, J. and A.H. Kassam, 1979. Yield response to water. *FAO Irrigation and Drainage Paper 33, FAO, Rome, Italy*.
- 65) Dumm, L. D., 1954. Drain-spacing formula. *Agric. Eng. 35: 726-730*.
- 66) Dumm, L. D., 1960. Validity and use of the transient-flow concept in sub-surface drainage. *Paper presented before A.S.A.E. meeting, Memphis, Tennessee. Dec. 4-7*
- 67) Elrick, D.E. and W.D. Reynolds, 1992. Infiltration from constant-head well permeameters and infiltrometers. In 'Advances in measurement of soil physical properties: bringing theory into practice', G.C. Topp, W.D. Reynolds and R.E. Green (eds.), *SSSA special publication no. 30*, p. 1-24.
- 68) Ernst, L. F, 1954. Het berekenen van stationaire grondwaterstormingen , welk in een vertikaal vlak afgebeeld kunnen worden. *Rapport Bodemk. Inst. Groningen* (mimeo)
- 69) Ernst, L. F, 1956. Calculation of the steady flow of ground water in vertical cross sections. *Neth. J. Agric. Sci., 4: 126-131*
- 70) Ernst, L. F, Westerhof, J.J., 1956. Le development de la recherche hydrologique et son application aux drainage aux Pays-Bas. Publ. no. 41 de l'Association Intern. d'Hydrol. *Symposia Darcy (Dijon)*, Tome II, Eaux souterraines, p. 149-164
- 71) Ernst, L. F, 1963. Grondwaterstormingen in de verzadigde zone en hun berekeningen aanwezigheid horizontale evenwijdige open leidingen. *Versl. Landb. Onderz. No. 67. 15* (English summary)
- 72) Ernst, L.F. 1950. A new formula for the calculation of the permeability factor with the auger hole method. *Agricultural Experiment Station T.N.O. Groningen, the Netherlands*.
- 73) Ernst, L.F., 1956. Calculation of the steady flow of groundwater in vertical cross-sections. *Netherlands Journal of Agricultural Science 4*, 126-131.
- 74) Ernst, L.F. 1962. Groundwater flow in the saturated zone and its calculation when parallel open conduits are present. Thesis (Dutch with English summary), *University of Utrecht*, 189 pp.

- 75) Ernst, L.F., 1973. The determination of residence times in case of groundwater flow. Nota 755 I.C.W., now Winand Staring Centre, Wageningen (in Dutch).
- 76) Ernst, L.F. 1978. Drainage of undulating sandy soils with high groundwater tables. I en II. Journal of Hydrology 39, 1-50.
- 77) Ernst, L.F. and R.A. Feddes, 1979. Invloed van grondwateronttrekking voor beregening en drinkwater op de grondwaterstand. Report 1116, ICW (currently Winand Staring Centre), Wageningen, The Netherlands.
- 78) Evans, R.O., J.W. Gilliam, and R.W. Skaggs. 1989. Managing water table management systems for water quality. ASAE/CSAE paper 89-2339.
- 79) Evans, R.O., R.W. Skaggs and R.E. Sneed. 1986. Economic feasibility of controlled drainage and subirrigation. NC Agric. Coop. Ext. Serv. AG397.
- 80) Feddes, R.A. and P.E. Rijtema. 1972. Water withdrawals by plant roots. Tech. Bulletin 83, Institute for Land and Water Management Research, Wageningen the Netherlands. 59 pp.
- 81) Feddes, R.A., G.P. Wind and L.L.M. van Wijk. 1980. Soil-Plant-Atmosphere Systems. Chapt. III, In: Research Digest, E.W. Schierbeek (Ed.), Tech. Bull. No 117, Instituut Voor Cultuurtechniek en waterhuishouding, Wageningen, The Netherlands.
- 82) Feddes, R.A., 1971. Water, heat and crop growth. Ph.D. thesis, Wageningen Agricultural University, The Netherlands.
- 83) Feddes, R.A., P.J. Kowalik and H. Zaradny, 1978. Simulation of field water use and crop yield. Simulation Monographs. Pudoc. Wageningen. 189 pp.
- 84) Feddes, R.A. and K.J. Lenselink, 1994. Evapotranspiration. In 'Drainage principles and applications', H.P. Ritzema (ed.), ILRI publication 16, second ed., Wageningen, p. 145-174. Hargreaves, G.L., and Z.A. Samani, 1985. Reference crop evapotranspiration from temperature. Applied Engineer. In Agric., 1, 2, 96-99.
- 85) Fipps, G. and R.W. Skaggs 1989. Influence of slope on subsurface drainage of hillsides. Water Resources Research 25 (7), pp. 1717-1726.
- 86) Fouss, J.L. 1985. Simulated feedback—Operation of controlled drainage/subirrigation systems. Amer. Soc. Agric. Eng. 28(3):839-847.
- 87) Fouss, J.L., and J.R. Cooper. 1988. Weather forecasts as control input for water table management in coastal areas. Amer. Soc. Agric. Eng. 81(1):161- 167.
- 88) Gardner, W. R., 1958. Some steady state solutions of the unsaturated moisture flow equation with an application to evaporation from a water table. Soil Sci. 85:244-249.
- 89) Garen, D., 1996. "Technical description for logical module: Curve_Number_Parameters" and "Technical description for logical module: runoff." Draft chapters. Natural Resources Conservation Service, National Water and Climate Center, Portland, OR., USA.
- 90) Gustafsson, 1946, Untersuchungen über die Strömungsverhältnisse in gedräntem Boden. *Acta Agric. Suecana 2(1): 1: 157(Stockholm)*
- 91) Hall, H.W. 1976. Reservoir water losses as affected by groundwater mounds. ASAE pap. 76-2021. Presented at the 1976 annual ASAE meeting, Lincoln, NE.
- 92) Haret C., Stanciu I., Tehnica drenajului pe terenurile agricole, Ed. Ceres, București, 1978;

- 93) Harrison, L.P., 1963. Fundamental concepts and definitions relating to humidity. In 'Humidity and moisture', A. Wexler (Ed.), Vol. 3, Reinhold Publishing Company, New York.
- 94) Haverkamp, R., M. Vauclin, J. Touma, P.J. Wierenga and G. Vachaud, 1977. A comparison of numerical simulation models for one-dimensional infiltration. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 41, 285-294.
- 95) Hawkins, R. H., Hjelmfelt, A. T. and Zevenbergen, A.W., 1985. Runoff probability, storm depth, and curve numbers. *J. Irrig. and Drain. Engrg.*, ASCE 111(4):330-340.
- 96) Heggen, R.J. (Ed.). 1996. Infiltration, Chapter 3 in *Hydrology Handbook*, Amer. Soc. Civil Engr., 345 E. 47th St., NY, NY. 10017, pp 75-124.
- 97) Hijmans, R.J., I.M. Guiking-Lens and C.A. van Diepen, 1994. User's guide for the WOFOST 6.0 crop growth simulation model. Technical Document 12, Winand Staring Centre, Wageningen, The Netherlands, 144 p.
- 98) Hillel, D., 1980. Fundamentals of soil physics. Academic Press, San Diego, CA, 412 p. Kim, R., 1995. The water budget of heterogeneous areas. Doctoral thesis. Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands, 182 pp.
- 99) Hillel D., 1998. *Environmental Soil Physics*. Academic Press, San Diego 771 pp.
- 100) Hooghoudt, S. B., 1940. Bijdrage tot de kennis van enige natuurkundige grootheden van de grond. . *Versl. Landb. Onderz. No. 46(14)B: 515-707*
- 101) Hooghoudt, S.B. 1940. Algemeene beschouwing van het probleem van de detailontwatering en de infiltratie door middel van parallel loopende drains, greppels, slooten, en kanalen. *Versl. Landbouwk. Onderz. 46 (14)B. Algemeene Landsdrukkerij, 's-Gravenhage, 193 p.*
- 102) Ioanițoaia H., Stadiul actual și perspectiva lucrărilor de prevenire și combatere a excesului de umiditate, *Buletinul AGIR nr. 3/2000, București, pg. 14-17;*
- 103) Israelsen, O. W, Hansen, V. E., 1962. Irrigation principles and practices. 3rd edition. *John Wiley and Sons, New York.*
- 104) Ivan C., *Calculul sistemelor de drenaj*, Ed. Tehnică, București, 1985;
- 105) Jensen, M.E., R.D. Burman and R.G. Allen (Eds.). 1990. *Evapotranspiration and Irrigation Water Requirements*. Amer. Soc. Civil Engr., 345 E. 47th St., NY, NY. 332 pp.
- 106) Kabat P., Beekma J., 1994, Water in the unsaturated zone, in: H.P. Ritzema, *Drainage Principles and Applications*, pg. 263-304, Publ. 16, ILRI, Wageningen, The Netherlands;
- 107) Kabat, P., B.J. Broek, van den and R.A. Feddes, 1992. SWACROP: A water management and crop production simulation model. *ICID Bulletin 92*, vol. 41 No. 2, 61-84.
- 108) Kraijenhoff van de Leur, D. A., 1958. A study of non-steady groundwater flow with special reference to a reservoir coefficient. *Part I, De Ingenieur, 70: B 87-94; Part II De Ingenieur, 1962. B 285-292*
- 109) Kraijenhoff van de Leur, D.A. 1962. A study of non-steady groundwater flow. 11. *De Ingenieur, 74*, pp. B285-292.
- 110) Kraijenhoff van de Leur, D. A., 1962. Some effects of the unsaturated zone of non-steady free surface. Groundwater flow as study in a scaled granular model. *J. Geoph. Res.* 67: 4347-4362

- 111) Kirkham, D., 1958. An upper limit for the height of the water table in drainage design formulas. *7th Int. Congr. Soil Sci. Madison, USA*.
- 112) Kirkham, D. 1958. Seepage of steady rainfall through soil into drains. *Transactions American Geophysical Union* 39 (3, pp. 892-908.
- 113) Kool, J.B., J.C. Parker and M.Th. van Genuchten, 1985. Determining soil hydraulic properties from One-step outflow experiments by parameter estimation: I. Theory and numerical studies. *Soil Sci. Soc. Am. J.*,49, 1348-1354.
- 114) Kool, J.B., and J.C. Parker, 1987. Development and evaluation of closed form expressions for hysteretic soil hydraulic properties. *Water Resour. Res.*, 23, 105-114.
- 115) Kool, J.B., J.C. Parker and M.Th. van Genuchten, 1987. Parameter estimation for unsaturated flow and transport models - a review. *J. Hydrol.*, 91, 255-293.
- 116) Kool, J.B., and M.Th. van Genuchten, 1991. HYDRUS, One-dimensional variably saturated flow and transport model including hysteresis and root water uptake. Research Report 124, U.S. Salinity Laboratory, USDA, ARS, Riverside, CA.
- 117) Koorevaar, P., G. Menelik and C. Dirksen, 1983. Elements of soil physics. *Developments in Soil Science* 13, Elsevier, Amsterdam, p. 223.
- 118) Kozeny, T., 1932. Hidrologische Grundlagen des Dränversuchen. *Trans. 6th Comm. Int. Soc. Soil Sci. Groningen*. Vol. A: 42-47
- 119) Kroes, J.G. and J.C. van Dam (eds), 2003. Reference Manual SWAP version 3.0.3. Wageningen, Alterra, Green World Research.. Alterra-report 773. Reference Manual SWAP version 3.0.3.doc. 211 pp.
- 120) Labye, J., 1960, Note sur la formulae Hooghoudt. *Bull. techn. du Génie rural. (Min. de l' Agr.)*, no. 49-1.
- 121) Leij, F.J., W.J. Alves, M. Th. van Genuchten and J.R. Williams, 1996. The UNSODA Unsaturated Soil Hydraulic Database. User's manual Version 1.0, Soil Salinity Laboratory, Riverside, California.
- 122) Lovell, C.J. and E.G. Youngs 1984. A comparison of steady-state land drainage equations. *Agricultural Water Management* 9, 1, pp. 1-21.
- 123) Luthin, J. N., 1957, Drainage of Agricultural land. *Am. Soc. of Agron., Madison, Wisconsin*
- 124) Maasland, M., 1956. The relationship between permeability and the discharge, depth and spacing of the drains. *Bull. no. 1. Groundwater and drainage series. Water Cons. and Irr. Comm. New South Wales, Austr.*
- 125) Maasland, M., 1959. Water table fluctuations introduced by intermittent recharge. *J. Geoph. Res.* 64: 549-589
- 126) Maticic, B., L. Avbelj, M. Feges, and K.E. Saxton. 1992a. Water management and nitrogen yield fertilization effects on sugar beets and nitrate and nitrite. Proc. International Winter Meeting of ASAE, Chicago, IL. Dec. 1992. Paper No. 92-8003.
- 127) Maticic, B., M. Feges, and K.E. Saxton. 1992b. Comparing measured and simulated daily water balance of a grass covered lysimeter. *ICID Bulletin*, 41(2), pp. 163-172.
- 128) Neitsch S.L et all., Soil and Water Assessment Tool User's Manual, Version 2000
- 129) Oprea C.V., Opreșan N., Lupei N., Ameliorarea solurilor cu exces de umiditate, Ed. Facla, Timișoara, 1974;

- 130) Oosterbann R.J., Abu Senna M., Using SaltMod to predict drainage and salinity in Nile delta, In: Annual Report 1989, pg. 63 - 74, ILRI, Wageningen, The Netherlands;
- 131) Oosterbann R.J., 1997, Saltmod, A tool for interweaving of irrigation and drainage for salinity control. In W.B. Snellen (Ed.) Towards integration of Irrigation and Drainage Management. Proceedings of the Jubilee Symposium at the Occasion of the 40th Anniversary of ILRI, PG. 43 - 49, Wageningen, ILRI, Netherlands;
- 132) Oosterbaan, R.J., J.Boonstra and K.V.G.K.Rao (1996). The energy balance of groundwater flow. In: V.P.Singh and B.Kumar (Eds.), *Subsurface-Water Hydrology*, p. 153-160. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.
- 133) Osborn, H.B., L.J. Lane, C.W. Richardson and M. Molnau. 1982. Precipitation. Chapter 3: In *Hydrologic Modeling of small Watersheds*. ASAE monograph No. 5, C.T. Hahn, H.P. Johnson and D.L. Brakensiek (Eds.).
- 134) Peck, A.J., R.J. Luxmoore and J.L. Stolzy, 1977. Effects of spatial variability of soil hydraulic properties in water budget modeling. *Water Resour. Res.*, 13, 348-354.
- 135) Peerboom, J. 1987. Adaptions of the model SWATRE in order to simulate the behaviour of swelling and shrinking clay soils. MSc-thesis, Subdep. Water Resources, Wageningen University, 104 p.
- 136) Planul Național de Dezvoltare 2007 - 2013;
- 137) Pullan, A.J., 1990. The quasilinear approximation for unsaturated porous media flow. *Water Resources Research*, 22:1219-1066.
- 138) Raes, D. D. and van Aelst, P., 1985. The field parameters of the BUDGET model. Internal note, Lab of Soil & Water Engng, University of Leuven, Belgium.
- 139) Rao, A.S. and K.E. Saxton. 1995. Analysis of soil water and water stress for pearl millet in an Indian arid region using the SPAW model. *Indian J. of Arid Environments* 29:155-167.
- 140) Rao, A.S., N.L. Joshi, and K.E. Saxton. 1997. Monitoring of productivity and crop water stress of pearl millet using SPAW. IAHS Fifth Scientific Assembly, Rabat, Morocco, April 23-May 3, 1997.
- 141) Rawls, W.J., D.L. Brakensiek, and K.E. Saxton. 1982. Soil water characteristics. *Trans. ASAE* 25(5):1316-1328.
- 142) Rawls, W.J., L.R. Ahuja, D.L. Brakensiek and A. Shirmohammadi. 1992. Infiltration and soil water movement. Chapter. 5 In: *Handbook of Hydrology*, D. R. Maidment (Ed.), McGraw-Hill, Inc., New York, NY, pp. 5.1-5.51
- 143) Rawls, W.J., D. Gimenez, and R. Grossman. 1998. Use of soil texture, bulk density and slope of the water retention curve to predict saturated hydraulic conductivity. *Trans. of ASAE* 41(4):983-988.
- 144) Reynolds, W.D. and Elrick, E.E., 1991. Determination of hydraulic conductivity using a tension infiltrometer. *Soil Science Society of America Journal*, 55:633-639.
- 145) Ritchie J. T., 1972. Model for predicting evaporation from a row crop with incomplete cover. *Water Resources Res.*, 8:1204-1213.

- 146) Ritsema, C.J., L.W. Dekker, J.M.H. Hendrickx and W. Hamminga, 1993. Preferential flow mechanism in a water repellent sandy soil. *Water Resour. Res.*, 29, 2183-2193.
- 147) Ritsema, C.J., and L.W. Dekker, 1994. How water moves in a water repellent sandy soil. 2. Dynamics of fingered flow. *Water Resour. Res.*, 30, 2519-2531.
- 148) Ritsema, C.J., 1998. Flow and transport in water repellent sandy soils. PhD-thesis Wageningen University, 213 p.
- 149) Ritzema, H.P., 1994. Subsurface flow to drains. In 'Drainage principles and applications', H.P. Ritzema (Ed. in Chief), ILRI publication 16, second edition, Wageningen, p. 263-304.
- 150) Roe, H. B., Ayers, Q. C., 1954. Engineering for Agricultural Drainage. *Mc. Graw Hill – New York*.
- 151) Ross, P.J., 1990. Efficient numerical methods for infiltration using Richards' equation. *Water Resour. Res.*, 26, 279-290.
- 152) Rothe, J., 1924. Die Strangentfernung bei Dränungen. *Landw. Jahrb.* 59: 453-490
- 153) Russo, D., E. Bresler, U. Shani and J. Parker, 1991. Analysis of infiltration events in relation to determining soil hydraulic properties by inverse problem methodology. *Water Resour. Res.*, 27, 1361-1373.
- 154) Saxton E.K., Patrick H. Willey, The SPAW Model for Agricultural Field and Pond Hydrologic Simulation;
- 155) Saxton, K.E. 1971. Sensitivity analyses of the combination evapotranspiration equation. *Agric. Meteorology.* 15:343-353.
- 156) Saxton, K.E. 1985. Soil water hydrology: Simulation for water balance computations. IAHS Pub. No. 148, pp. 47-59
- 157) Saxton, K.E. 1989. Models for predicting water and energy relationships in soils under limited rainfall conditions. Proc. Inter. Symp. on Managing Sandy Soils, Jodhpur, India, Feb. 6-10, 1989.
- 158) Saxton, K.E. and G.C. Bluhm. 1982. Regional prediction of crop water stress by soil water budgets and climatic demand. *Trans. of Am. Soc. Agric. Engr.* 25(1):105-110.
- 159) Saxton, K.E. and J.L. McGuinness. 1982. Evapotranspiration. In: C. T. Haan, H. P. Johnson and D. L. Brakensiek (eds.) *Hydrologic modeling of Small Watersheds*. Monograph of Am. Soc. Agric. Engr. No. 5, ASAE St. Joseph Michigan. pp. 229-273.
- 160) Saxton, K.E. and P.H. Willey. 1999. Agricultural Wetland and Pond Hydrologic Calculations Using the SPAW-II Model. Paper No. 992030, Proc., Amer. Soc. Agric. Eng. Meeting, Toronto, ON, July 18-21, 1999.
- 161) Saxton, K.E. and P.H. Willey. 2004. Agricultural Wetland and Pond Hydrologic Analyses Using the SPAW model. Proc. Self-Sustaining Solutions for Streams, watersheds and Wetlands Conf., Amer. Soc. Agric. Engr., Sept. 12-15, 2004, St. Paul, MN.
- 162) Saxton, K.E. and W.J. Rawls. 2004. Soil water characteristic estimates by texture and organic matter for hydrologic solutions. Proc. , Soil Sci. Soc. Amer. International Conference, Seattle, WA Nov. 1-3, 2004.
- 163) Saxton, K.E., H.P. Johnson, and R.H. Shaw. 1974a. Modeling evapotranspiration and soil moisture. *Trans. Am. Soc. Agric. Engr.* 17(4):673-677.

- 164) Saxton, K.E., H.P. Johnson, and R.H. Shaw. 1974b. Watershed evapotranspiration estimated by the combination method. *Trans. of Am. Soc. Agric. Engr.* 17(4):668-672.
- 165) Saxton, K.E., G.E. Schuman, and R.E. Burwell. 1977. Modeling nitrate movement and dissipation in fertilized soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 41(2):265-271.
- 166) Saxton, K.E., W.J. Rawls, J.S. Romberger, and R.I. Papendick. 1986. Estimating generalized soil water characteristics from texture. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 50(4):1031-1036.
- 167) Saxton, K.E., C.O. Stockle, and G.C. Bluhm. 1992a. Soil water and nitrate budgets with the enhanced SPAW model. *Proc. Amer. Water Res. Assoc.*, Nov.1-5, 1992, Reno, NV., pp. 269-270.
- 168) Saxton, K.E., M.A. Porter, and T.A. McMahon. 1992b. Climatic impacts on dryland winter wheat yields by daily soil water and crop stress simulations. *Agric. and Forest Meteor.* 58(1992):177-192.
- 169) Schilfgaarde, J. van, Kirkham, D., Frevert, R. K., 1956. Physical and mathematical theories of tile and ditch drainage and their usefulness in design. *Research Bull. 436. Iowa Agr. Exp. Sta.*
- 170) Schmidt, P. and J.N. Luthin 1964. The drainage of sloping lands. *Journal of Geophysical Research* 69, pp. 1525-1529.
- 171) Shuttleworth, W.J. 1992. Evaporation. Chapter 4 In: *Handbook of Hydrology*, D.R. Maidment (Ed.), McGraw-Hill, Inc., New York, NY, pp. 4.1- 4.53
- 172) Site-ul Administrației Naționale a Îmbunătățirilor Funciare;
- 173) Site-ul Comisiei Europene, Centrul de Cercetare Joint Research Center, Institutul pentru Mediu și Sustenabilitate.
- 174) Skaggs, R.W. 1979. Water movement factors important to design and operation of subirrigation systems. ASAE pap. 79-2543, Amer. Soc. Agric. Eng., St. Joseph, MI.
- 175) Skaggs, R.W. 1980. DRAINMOD reference report. Method for design and evaluation of drainage - water management systems for soil with high water tables. Rep. USDA, Soil Conserv. Serv., ch. 5 and pref.
- 176) Skaggs, R.W., and Nassehzadeh-Tabrizi. 1986. Design drainage rates for estimating optimum drain spacing. *Trans. Amer. Soc. Agric. Eng.*, Vol. 29(6):1631-1640.
- 177) Skaggs, R.W., Nassehzadeh-Tabrizi, and R.O. Evans. 1985. Simplified methods for determining subirrigation drain spacings. *Amer. Soc. Agric. Eng. pap. no. 85-2054. St. Joseph, MI.*
- 178) Smedema, L.K. and D.W. Rycroft 1983. *Land drainage: planning and design of agricultural drainage systems.* Batsford, London, 376 p.
- 179) Smith, M., 1992. CROPWAT, a computer program for irrigation planning and management. *FAO Irrigation and Drainage Paper 46.* Rome, Italy.
- 180) Soil conservation service: U.S.D.A. 1959. *Natural Engineering Handbook*, Section 16, Drainage.
- 181) Sudar, R.A., K.E. Saxton, and R.G. Spomer. 1981. A predictive model of water stress in corn and soybeans. *Trans. of Am. Soc. Agric. Engr.* 24(1):97-102.
- 182) Tanji, K.K., 1990. *Agricultural Salinity Assessment and Management.* Amer. Soc. Civil Engr, New York, NY., 619 pp.

- 183) Teuşdea, A. C., David, I., Mancia, A., *Subsurface drainage and its reversible facilities in subirrigation*, DAAD Annals, Wien, ISBN 978-3-90150-958-X;
- 184) Toksöz, S., Kirkham, D., 1961. Graphical solution and an interpretation of a new drain spacing formula, *J. Geoph. Res.* 66: 509-516
- 185) Toksöz, S. and D. Kirkham 1971. Steady drainage of layered soils : theory and nomographs. *Journal of the Irrigation and Drainage Division ASCE* 97 (IN)p,p . 1-37.
- 186) USDA-NRCS. 1997. Part 630, *Hydrology, National Engineering Handbook*. Natural Resources Conservation Service, Washington, D.C.
- 187) United States Department of Agriculture, Soil Conservation Service. 1971. Drainage of agriculture land. *Natl. Eng. Handb.*, sec. 16, pp. 4-43.
- 188) United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. *Eng. Field Handb. (EFH)*.
- 189) United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. Hydrology tools for wetland determination workbook. National Employee Development Center. p227.
- 190) United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. *National Handbook of conservation practices. Practice Standard 606, Subsurface Drain*.
- 191) van Bavel, C.H.M. and Don Kirkham. 1948. Field measurement of soil permeability using auger holes. *Soil Science Society of America Proceedings*, vol.13, pp. 90-96.
- 192) Van Beers, W.F.J. 1979. Some nomographs for the calculation of drain spacings. 3rd ed. *ILRI Bulletin* 8, Wageningen, 46 p.
- 193) Van den Broek, B.J., J.C. van Dam, J.A. Elbers, R.A. Feddes, J. Huygen, P. Kabat and J.G. Wesseling, 1994. SWAP 1993, input instructions manual. Report 45, Dep. Water Resources, Wageningen Agricultural University.
- 194) Van der Molden, W.H., and J. Wesseling, 1991, A solution in closed form and a series solution to replace the tables for the thickness of the equivalent layer in Hooghoudt's drain spacing formula. *Agricultural Water Management* 19, pp. 1-16.
- 195) van Genuchten M. Th., 1980. A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Sci. Am. J.* 44:892-898.
- 196) Van Hoorn J.W., van Alphen J.G., 1974, Salinity control, In H.P. Rithema, *Drainage Principles and Application*, pg. 533 - 600, Publ. 16, ILRI, Wageningen, Netherlands;
- 197) Van Hoorn, J.W. 1960. Grondwaterstroming in komgrond en de bepaling van enige hydrologische grootheden in verband met het ontwateringssysteem. *Versl. Landbouwk. Onderz.* 66 (IO). Pudoc, Wageningen, 136 p.
- 198) Villón, Máximo. *Estudio de Reconocimiento de los Problemas de Drenaje: en las Áreas Sembradas de Palma; Coto y Quepos, Costa Rica y San Alejo, Honduras*. Cartago: United Brands Company; 1981.
- 199) Villón, Máximo. *Apuntes de clase del curso Drenaje II*. Cartago: Instituto Tecnológico de Costa Rica; 1985.
- 200) Visser, W. C., 1954. Tile drainage in the Netherlands. *Neth. J. Agric. Sci.:* 69-87
- 201) Vlotman W.V., Safwat Abdel Ziem, Performance assessment of subsurface drainage systems, ILRI, Wageningen and Drainage Research Institute (DRI), El Kanater, Cairo, Egypt;

- 202) Walczak, R.T, R.R. van der Ploeg, and D. Kirkham 1988. An algorithm for the calculation of drain spacing for layered soils. Soil Science Society of America Journal 52, pp. 336-340.
- 203) Wesseling, J. (1973). Subsurface flow into drains. In: Drainage Principles and Applications, Vol. II: Theories of Field Drainage and Watershed Runoff, p. 1-56. Publ 16, ILRI, Wageningen, The Netherlands.
- 204) xxx – Drainmod, North Carolina University site, USA;
- 205) Youngs, E. G., Leeds-Harrison, P.B. and Chapman, J.M., 1989. Modelling water-table movement in flat low-lying lands. Hydrological Processes 3:301-315

7. PERSPECTIVELE AMENAJĂRILOR DE DESECARE-DRENAJ ÎN ROMÂNIA ȘI PE PLAN MONDIAL

7.1 Strategia României în dezvoltarea, reabilitarea și modernizarea amenajărilor de desecare-drenaj

Inundațiile din 2005 au arătat necesitatea abordării problemelor existente în sistemele de desecare-drenaj din România, având în vedere și aceste fenomene.

Fiind proiectate conform unui debit specific de desecare calculat la nivelul anilor 1960 – 1970, și ca urmare a schimbărilor globale care au adus în unele zone un aport mărit de precipitații, aceste sisteme nu mai fac față evacuării apelor în exces. De asemenea, stațiile de pompare aferente acestor sisteme trebuie să fie adaptate acestor noi condiții de lucru pentru a putea evacua nu numai apa provenită de la precipitații ci și o parte a celei din inundații.

Se impun măsuri de reabilitare și modernizare a acestora, de mărire a debitului instalat prin adaptarea pompelor existente. O altă soluție care deja a fost pusă în aplicare este adăugarea de noi pompe submersibile care să funcționeze în paralel cu cele existente. Soluția este una costisitoare și nu dă întotdeauna randamentul necesar. O soluție ingenioasă, propusă de cercetători din România, prevede modificarea constructivă a motorului și a pompei prin capsularea acestora, putând astfel funcționa și în condiții de inundare.

Data fiind ponderea importantă pe care o au terenurile cu exces de umiditate în cadrul agriculturii, precum și din cauza numărului mare de obiective social-economice aflate pe aceste terenuri, problema lucrărilor de desecare-drenaj este una de importanță majoră.

Zonarea terenurilor afectate de exces de umiditate este un prim pas necesar în timpul procesului de cunoaștere la nivel detaliat a condițiilor naturale și antropice de formare și dezvoltare a acestui fenomen. Se vor stabili măsuri și planuri de ameliorare a acestor zone la nivele de sistem și bazin hidrografic ținându-se seama de interdependența dintre lucrările ce formează un complex de îmbunătățiri funciare. Date fiind studiile obținute prin cercetarea caracteristicilor zonelor afectate de exces de umiditate, de proiectele propuse pentru reabilitarea acestor zone, se va putea stabili ulterior o strategie de dezvoltare a lucrărilor de drenaj, precum și oportunitatea aplicării acestora.

Strategia în domeniul desecării-drenajelor va trebui să abordeze mai multe aspecte:

- aspectul ecologic pentru amenajările noi dar și a celor existente cu luarea măsurilor necesare pentru ecologizarea acestora (despotmolirea canalelor, distrugerea vegetației etc.);
- reevaluarea amenajărilor existente în vederea stabilirii oportunității re tehnologizării acestora dar și prin prisma interacțiunii drenaj-irigații în condițiile creșterii randamentului celor din urmă;

- analiza din punct de vedere economic a zonelor sărăturate, cu alunecări de teren respectiv nisipoare pentru stabilirea oportunității aplicării lucrărilor de îmbunătățiri funciare;
- stabilirea oportunității prevederii, finanțării și implementării lucrărilor de monitorizare a sistemelor de îmbunătățiri funciare.
- Se va acorda o atenție deosebită amenajărilor deja existente pentru exploatarea lor prin intermediul unui regulament adaptat periodic cerințelor, efectuarea de reparații și de lucrări de întreținere conform cu actele normative în vigoare precum și organizarea unui sistem eficient de supraveghere și pază a lucrărilor existente în cadrul ANIF RA;
- Lucrările de desecare-drenaj se vor corela cu planurile de dezvoltare rurală prin restructurarea folosințelor și comasarea terenului agricol;
- Lucrările proiectate cu mai mult de 8-10 ani în urmă și încă nerealizate vor trebui adaptate la situația actuală înainte de a se trece la executarea lor;
- Eficiența trebuie să fie termenul care să guverneze toate activitățile din domeniul lucrărilor de desecare-drenaj;
- Campurile experimentale vor trebui reintroduse sau după caz reabilitate pentru a da mai multă acuratețe cercetărilor din domeniu;
- De asemenea legislația în domeniu va trebui restructurată din punct de vedere economico-financiar pentru a se putea permite abordarea finanțării lucrărilor de desecare-drenaj din cât mai multe surse posibile și într-un mod cât mai eficient.

Pentru realizarea acestei strategii, se vor elabora studii ample care vor trebui să fie realizate de instituții specializate, implicate direct în elaborarea acestei strategii.

Perspectiva drenajelor pe plan mondial

În timpul congresului ICID din 2002 s-au prezentat direcțiile de dezvoltare în domeniul drenajelor și al irigațiilor. Aceste tendințe se vor regăsi sau deja se regăsesc în deciziile politice la nivel local și guvernamental, în standarde de proiectare, implementare, operare, întreținere și management.

Trebuie totuși menționate câteva principii de bază aflate la baza acestor tendințe:

- managementul integrat al apei;
- dezvoltare, inovație în drenaje și irigații;
- planificare integrată;
- dezvoltare durabilă;
- impact de mediu în limite acceptabile.

Din tabelele prezentate în capitolul 2 se poate observa că cea mai mare parte din suprafața arabilă a lumii nu dispune de nici un sistem de management al apei. Explozia demografică cere noi resurse de hrană care vor trebui acoperite în proporție de 90% din suprafețele cultivate deja existente în timp ce numai 10% se vor acoperi din noi amenajări. Pentru realizarea acestui deziderat va trebui să crească numărul terenurilor cu amenajări de îmbunătățiri funciare prin instalarea de noi sisteme respectiv devine necesar modernizarea sistemelor deja existente.

În relație cu dezvoltarea și creșterea suprafețelor amenajate cu irigații și drenaje mai sunt câteva aspecte importante. Țările dezvoltate au reușit să ducă la îndeplinire aceste deziderate în timp ce în țările în curs de dezvoltare acestea sunt departe de a fi rezolvate.

Aceste aspecte constă în:

- creșterea eficienței în utilizarea apei;

- reforme instituționale la nivel guvernamental și local pentru crearea de mecanisme financiare care să permită și să faciliteze modernizarea sistemelor de îmbunătățiri funciare existente;
- creșterea participării în luarea deciziilor a factorului public;
- recuperarea costurilor;
- creșterea productivității muncii;
- eficientizarea sistemelor de îmbunătățiri funciare.

Aspectul economico-financiar în modernizarea sistemelor de drenaje și pentru crearea unui climat care să permită existența și rularea unui management fiabil presupune:

- determinarea celei mai bune metode de modernizare;
- costurile modernizării;
- costurile și forța de muncă necesară pentru operarea și întreținerea sistemelor modernizate;
- recuperarea costurilor respectiv recuperarea durabilă a costurilor;
- distribuția costurilor;
- capacitatea de plată.

Va trebui acordată deci o atenție majoră în următoarele decade modernizării sistemelor existente. Aspectul recuperării costurilor investite este cel mai important din perspectiva durabilității sistemelor modernizate.

Planificarea integrată presupune conștientizarea și aplicarea în consecință a legăturilor între irigații, drenaje și protecția contra inundațiilor, securitatea alimentară, dezvoltarea rurală și nivelul de trai. De asemenea aceste planificări se vor realiza la nivel de bazin/ sistem pentru managementul și dezvoltarea integrată.

Impactul de mediu acceptabil recunoaște că toate proiecte au efecte adverse asupra naturii dar impunând păstrarea acestor efecte în anumite limite. Se vor avea în vedere: controlul aplicării fertilizanților și pesticidelor; criteriul calitativ și controlul calitativ pentru apele drenate; prevenirea salinizării secundare.

Se observă așadar că și pe plan mondial problema drenajelor este una care presupune în continuare noi inovații în modernizarea sistemelor pentru obținerea de producții agricole durabile și asigurarea necesarului de hrană, necesar care se află în continuă creștere.

România are o îndelungată experiență în domeniul lucrărilor de desecare-drenaj, acest tip de amenajări fiind practicate încă din secolul XIII, deși canale de desecare, pentru evacuarea apelor de pe terase, erau folosite din vremea dacilor. În timp, amploarea sistemelor de acest tip a crescut considerabil, mari suprafețe cu exces de umiditate din țara noastră beneficiind de avantajele acestor lucrări hidroameliorative.

Secolul XX a fost acela, care pe fondul unei dezvoltări economice continue, a permis un avânt deosebit în sectorul hidroameliorativ. Datorită unor surse de finanțare generoase s-au realizat multe studii de drenaj care ulterior au fost puse în operă.

Apariția calculatoarelor și pătrunderea acestora în toate ramurile economice cu avantajele pe care le oferă, a condus la o abordare mai amplă și mai eficientă a problematicii proiectării amenajărilor de desecare-drenaj.

Statisticile referitoare la indicii fizico-chimici ai solului, la datele climatice precum și la alți factori implicați în proiectarea lucrărilor de desecare-drenaj au fost mutate, în ultimele decade, pe suport magnetic ceea ce a permis o utilizare mai ușoară a acestora datorită programelor specializate în lucrul cu baze de date. Cu toate acestea, în ciuda infrastructurii tehnice de calcul care s-a îmbunătățit de la an

la an, programele de calcul automat în domeniul drenajelor au rămas la un nivel deficitar, aproape ineficient din punct de vedere tehnico-economic.

Cele câteva programe existente calculează doar anumiți termeni, nu identifică posibilele erori ale datelor de intrare, nu identifică anomaliile climatice, nu oferă o imagine largă și de perspectivă a fenomenului studiat și sunt predispuși la a oferi soluții eronate. Partea grafică a acestor programe este deosebit de deficitară sau inexistentă, astfel că un utilizator nu poate urmări eșalonat fenomenul pe care îl are în studiu, respectiv pașii pe care i-a făcut și pe care îi mai are până la obținerea rezultatelor dorite.

În urma întâlnirii din ianuarie 2006 de la Călimănești-Vâlcea, unde a avut loc „Consfătuire națională a specialiștilor de îmbunătățiri funciare” organizată de Administrația Națională a Îmbunătățirilor Funciare, s-a adoptat o strategie pentru perioada 2006 – 2008 care are două componente esențiale: reabilitarea infrastructurii de îmbunătățiri funciare, în condiții de calitate și eficiență, precum și de asigurare a unor standarde de calitate a serviciilor respectiv schimbarea profundă a structurii organizaționale și de management pentru funcționarea eficientă a administrației.

Prioritate vor avea lucrările de desecare-drenaj împreună cu cele de combatere a eroziunii solului. Lucrările de administrare, întreținere, reparare și exploatare până în anul 2008 pentru amenajările de desecare au fost estimate la peste 868.140 RON.

Se observă din paragrafele de mai sus că în strategia ANIF apare noțiunea de eficiență atât în sectorul infrastructură cât și cel administrativ. România va avea deci de nominalizat și definit o serie de indicatori ai eficienței proiectării, exploatarei și întreținerii sistemelor de desecare-drenaj precum și eficientizarea acestor indicatori prin crearea de programe specializate care să ofere grafice și hărți cu gradul de eficiență al amenajărilor.

Bazele de date vor trebui îmbunătățite pentru a include cât mai mulți parametri. Soft-urile internaționale existente pe piață vor fi inițial adaptate la condițiile din România, urmate în cel mai scurt timp de crearea unor produse românești, cu aceleași calități sau chiar îmbunătățite, compatibile cu programele externe, pentru a se ajunge la o proiectare eficientă atât tehnic cât și economic.

Ținând cont de integrarea iminentă a României în structurile europene, aceste programe care să ajute la eficientizarea drenajelor (ținând cont de suprafața mare a sectorului agricol afectată de exces de umiditate – după date recente peste 8 milioane hectare) sunt indispensabile unei agriculturi durabile. Frecvența anilor ploioși urmați de multe ori de ani foarte secetoși arată că un program de modelare și prognoză a nivelului freatic este absolut necesar. Programe de prognoză și gestionare a secetei sunt deja existente pe piața românească, unele din ele fiind produse autohtone realizate de specialiști români. Trebuie însă rezolvată și problema excesului de umiditate, o problemă la fel de actuală ca și cea a secetei.

Calificarea tot mai bună a cadrelor din sistemele de îmbunătățiri funciare împreună cu implementarea atât a sistemelor GIS cât și a unei infrastructuri moderne de citire și redare a unor parametri specifici pe bază senzorială constituie o bună bază de plecare către realizarea unui asemenea program eficient de proiectare a drenajelor și de simulare și prognoză a fenomenelor care au loc.

Institutul de Geografie al Academiei Române (IGAR) împreună cu Centrul Român pentru Utilizarea Teledetecției în Agricultură (CRUTA) și Institutul de Cercetări pentru Pedologie și Agrochimie (ICPA) au demarat programul de inventariere tematică a fondului funciar bazată pe teledetecție, G.I.S. și G.P.S. Proiectul urmărește analiza modificărilor survenite în timp asupra modului de

utilizare/acoperire a terenurilor din România, reactualizarea bazei de date referitoare la structura fondului funciar, determinarea pe baza imaginilor satelitare și a materialelor cartografice existente a arealelor care au suferit modificări structurale ca urmare a redistribuirii funciare, creșterea posibilității de ameliorare a productivității agricole printr-un proces de planificare a agriculturii, adecvat condițiilor locale.

Una din noutățile tematicii abordării proiectului este utilizarea acestor informații pentru determinarea și actualizarea unor parametri utili în activitatea de prognoză și planificare în scopul revitalizării sectorului agricol. Principalele obiective pe care le are acest proiect sunt: dezvoltarea bazei științifice multidisciplinare în domeniul inventarierii tematice a fondului funciar, crearea unei baze de date spațiale pentru zonele caracteristice în care s-au produs sau se pot produce fenomene de degradare a terenurilor inventariate, elaborarea unor metodologii de integrare a datelor-imagine și a măsurătorilor GPS într-un Sistem Informațional Geografic unitary, elaborarea unor metodologii de supraveghere și gestiune a dezastrelor, posibilitatea integrării datelor produse la nivel național cu bazele de date realizate de alte țări în vederea interoperabilității, obținerea din prelucrarea imaginilor satelitare a unor hărți actualizate cu diferite nivele de precizie geometrică referitoare la acoperirea/utilizarea terenului.

Rezultatele și beneficiile proiectului vor fi reprezentate de: Baza de date GIS în format compatibil cu al organizațiilor internaționale de profil și al altor organizații românești în domeniu, Utilizarea bazei de date create într-o gamă largă de aplicații (inventarierea fondului forestier, monitorizarea degradării solului, etc.), Hărți detaliate de utilizare/acoperire a terenurilor la nivel național (1:50 000) și la nivelul unor zone de interes particular (1:25 000, 1:10 000). Printre potențialii beneficiari se numără Administrația Națională a Îmbunătățirilor Funciare.

Se pot trage numeroase concluzii referitoare la utilitatea acestui program.

- Baza de date rezultată are aplicabilități multiple, iar hărțile tematice și modelele statistice/matematice obținute permit predicția recoltelor și analiza pretabilității terenurilor pentru activități agricole;
- Tehnicile utilizate în elaborarea proiectului (imagini satelitare, teledetecție, GIS și GPS) permit obținerea unei imagini complete, actualizate și competente a modificărilor structurale ca urmare a redistribuirii funciare în România;
- Cunoașterea obiectivă a modificărilor survenite în timp în structura fondului funciar nu este valoroasă numai pentru dezvoltarea planificată a sectorului agricol, cât mai ales pentru dezvoltarea economică și socială la nivelul întregii țări;
- Tematica proiectului este complementară studiilor și cercetărilor în derulare, ceea ce va permite promovarea tehnologiilor avansate experimentale și asimilate la nivel internațional.

Perspectiva programelor de proiectare eficientă a sistemelor de desecare-drenaj în România este una frumoasă și datorită fondurilor existente pentru cercetare. Programele deja existente vor fi îmbunătățite sau chiar refăcute de la bază prin utilizarea unor alte limbaje de programare, prin abordarea unor scheme logice care să permită studierea fenomenelor de exces de umiditate și de îndepărtare a acestuia din cât mai multe puncte de vedere, inclusiv prin utilizarea unor interfețe grafice complexe, la nivel 2D și 3D.

Cercetările românești anterioare pot oferi intervale de valori pentru stabilirea indicatorilor de eficiență iar ulterior pentru compararea rezultatelor obținute cu date similare preluate de la colaboratori externi.

7.2 Automatizarea rețelelor de desecare-drenaj

Automatizarea rețelelor de desecare-drenaj reprezintă una dintre problemele curente prevăzute în planurile de modernizare, rezultat al necesităților practice, de exploatare, de asigurarea a unei reglări optime a umidității solului, toate acestea ținând seama de complexitatea proceselor apă-sol-plante. Încă din anii 1980 programe specializate pentru proiectarea sistemelor de desecare-drenaj precum și mașini de subsolaj cu echipamente automate, respectiv alte echipamente bazate pe tehnologii laser, și-au făcut apariția pe plan internațional cu impact pozitiv în cadrul amenajărilor de desecare-drenaj.

Teritoriul României fiind încadrat într-o zonă climatică complexă și cu numeroase tipuri de hazarduri se remarcă printr-un bilanț instabil al umidității. În acest condiții toate amenajările hidroameliorative trebuie abordate dintr-un punct de vedere integrat care să permită fie completarea deficitului de apă din sol, fie evacuarea acesteia conform necesităților. În principiu, pentru asigurarea unui reglaj optim al umidității în sol, sistemele de irigații trebuie prevăzute cu instalații de colectare și evacuare a surplusului de apă, iar sistemele de desecare, cu instalații de oprirea și reglarea scurgerii și chiar de aducere a apei în scop de irigare. Pe plan internațional, aceste principii au fost integrate în așa numitul drenaj controlat și care a fost dezbătut anterior în teză. În România, marile complexe irigabile necesită includerea în schema amenajării complexe și a soluției drenajului. Drenajul are rolul de a realiza un echilibru corespunzător între conținutul de apă, săruri, aer și temperatură. Drenajul este indispensabil în acțiunea de tehnicizare și modernizare a agriculturii în marea majoritate a zonelor globului, pe terenuri cu exces de umiditate, cu exces de umiditate și săruri, terenuri din zone aride unde introducerea irigațiilor poate duce la salinizări secundare. Pentru o exploatare normală a terenurilor irigate se impune un control atent al salinității, alcalinității, condițiilor de drenaj al terenurilor respectiv calitatea apei de irigat. Sunt necesare studii hidrogeologice pentru obținerea unor prognoze asupra ridicării nivelului freatic în vederea stabilirii momentului de intrare în funcțiune a sistemului de drenaj ca și o măsură de prevenire a salinizării solului. Se poate deduce astfel importanța bilanțului salin din sol, ținând cont și de faptul că salinizarea este una din principalele forme de degradare a solurilor cu efecte negative asupra complexului apă-sol-plantă.

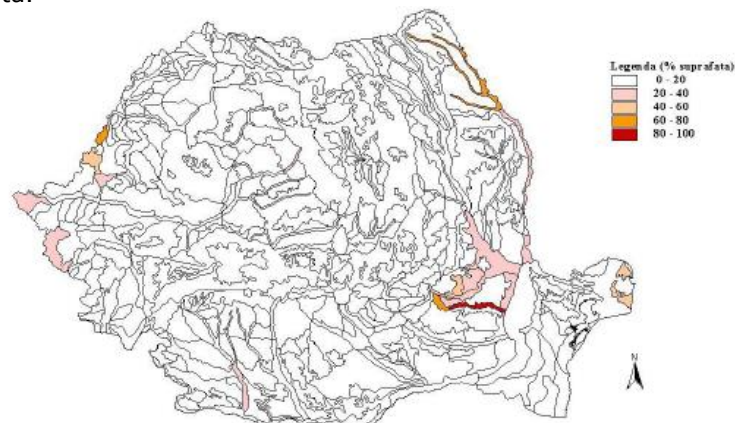


Fig. 7.1 Harta sărăturării solurilor din România (după microzone). Sursă: I.C.P.A.

Ameliorarea complexă a acestor soluri presupune ca și tehnici de bază drenajul, spălarea și irigarea pentru a se asigura durabilitatea și iversibilitatea bonificării acestor soluri salinizate. Costul bonificării fiind unul ridicat, automatizarea acestor procese primește un rol și o atenție deosebită.

Măsurile de desecare-drenaj sunt așadar indispensabile ținând cont nu numai de prezența excesului de apă dar și de necesitatea desalinizării solurilor salinizate, de importanța creșterii capacității portante a solurilor, a randamentului culturilor agricole, toate acestea ducând la progrese remarcabile prin prisma intensității și durabilității producțiilor obținute.

Sistemele de automatizare folosite în amenajărilor de drenaj obișnuite pot fi concepute în circuit deschis, respectiv circuit închis de reglare funcție de condiții și necesități. La rețelele de tip gravitațional se urmărește în principal corelarea nivelului apei în rețeaua de evacuare cu nivelul din emisar. În cazul sistemelor cu evacuarea apei prin pompare în emisar automatizarea de tip electric se poate realiza în cel mai facil mod prin dispecerizare centralizată la stația de pompare. Automatizarea electrică pe rețelele de canale deschise de desecare regularizare- evacuare urmărește reglarea nivelului în canale după necesități (se ține cont de nivelul apei freatice în terenuri, nivelul în emisar, calitatea apei, cerințele sistemului și poziția în schemă). Sisteme sunt asemănătoare celor folosite la automatizarea canalelor deschise de irigații, canalele deschise de desecare fiind deasemenea împărțite în biefuri printr-un număr de dispozitive de reglare automată. Cel mai utilizat tip de stăvilă este de tip PSA (podeț stăvilă automatizat) prevăzut cu stavile plane acționate electric (se prevede și acționare manuală în caz de avarii).

7.3 Impactul amenajărilor de desecare-drenaj asupra mediului și perspectivele dezvoltării din acest punct de vedere

În întreaga lume, introducerea sistemelor de drenaj a dus la conservarea și îmbunătățirea a peste 1 milion de hectare teren pentru agricultura sau în alte scopuri. Beneficiile drenajului (castigarea de teren, îmbunătățirea calitatii terenului, sustenabilitatea terenurilor irigate) sunt asociate cu câteva dezavantaje. În unele cazuri, unele beneficii precum castigarea de teren agricol pot însemna și crearea de dezavantaje – dispariția unui ecosistem. Mai concret, un avantaj castigat într-o anumită zonă poate aduce dezavantaje în același areal sau în altul. Exemple pot fi problemele de mediu create de distribuția efluenților de drenaj poluați cu saruri, nitrati, ierbicide, pesticide sau alte elemente precum seleniul.

Obiectivele amenajărilor de drenaj

Drenajul agricol are 3 obiective majore:

- prevenirea sau reducerea stagnerii apei;
- controlul salinității;
- obținerea de terenuri noi pentru agricultura.

Primele două obiective tind să conserve sau îmbunătățească arealele agricole existente (expansiune pe verticală – calitativă) în timp ce al treilea obiectiv introduce noi arii în circuitul agricol (expansiune pe orizontală – cantitativă).

Instalarea unui sistem de drenaj are două efecte directe:

- reduce cantitatea de apă stocată pe sau în sol;
- introduce un debit de apă prin sistemul de drenaj.

Aceste două efecte directe nu reprezintă în mod uzual obiectivele principale ale drenajului. Cu toate acestea ele duc la efecte indirecte, acestea reprezentând deseori adevăratele motive pentru aplicarea drenajelor.

Obiectivele variate ale drenajelor sunt:

1. Îndepărtarea apei în exces de la suprafața sau din sol pentru a obține:
 - a. O aerare mai bună a solului care duce la creșterea productivității prin:
 - rădăcini mai adânci ale plantelor;
 - restricții mai puține la alegerea culturilor;
 - o utilizare mai bună a fertilizanților;
 - denitrificare mai redusă;
 - creștere a calității gazonului.
 - b. solurile mai uscate conduc la:
 - accesibilitate mai bună a terenului;
 - capacitate portantă mai mare a terenului;
 - lucrabilitate mai bună a terenului;
 - extinderea perioadei în care pot fi executate lucrările agricole;
 - creșterea activității microfaunei ceea ce duce la îmbunătățirea permeabilității;
 - structura mai bună a solului care are ca rezultat îmbunătățirea permeabilității acestuia;
 - creșterea temperaturii solului având ca rezultat dezvoltarea mai devreme a culturilor, în special a celor din domeniul horticol.
2. Percolarea pentru controlul salinității
 - a. pentru prevenirea creșterii salinității din sol în zona radiculară și astfel realizând sustenabilitatea terenurilor irigate pe termen lung;
 - b. îndepărtarea sărurilor pentru introducerea de plante sensibile la acestea sau pentru a permite o gamă mai largă de culturi;
 - c. pentru a castiga solurile salin și/sau sodice
3. Percolarea pentru controlul acidității
 - a. prevenirea creșterii acidității în zona radiculară a solurilor potențial acid sulfat
 - b. castigarea de soluri acid sulfat.

În afara de aceste obiective de ordin agricol, mai pot fi și alte motive pentru instalarea unui sistem de drenaj. Putem menționa drenajul pentru condiții sanitare, drenajul pentru stabilirea sau îmbunătățirea zonelor cu caracter recreational și, mai rar, drenaj pentru dezvoltarea de zone specifice habitatelor sălbatice.

Impactul de mediu

În momentul introducerii unui sistem de drenaj într-o zonă se produce „manipularea” mediului. Putem defini mediul ca fiind totalitatea ecosistemelor de scări diferite – de la nivel local, regional, la cel global. Un ecosistem (sau sistem natural) este o amenajare dinamică de plante și animale cu cadrul lor înconjurător format din apă, aer, sol, nutrienți și energie. Lacurile, pădurile de mangrove, mlăștinile sau pajistile sunt exemple de ecosisteme. De asemenea sunt orezăriile, polderele, amenajările piscicole, iazurile, și chiar grădinile. O categorie următoare, modificată de acțiunile umane, este reprezentată de ecosistemele manageriate, acestea fiind mai simple în comparație cu diversitatea vieții din ecosistemele nealterate.

Dezvoltarea cu succes a acestora depinde de o utilizare rațională a resurselor naturale și de minimizarea sau eliminarea oricărui impacte adverse asupra mediului prin îmbunătățirea planificării, proiectării și implementării proiectelor. Dorim ca utilizarea terenurilor în arealele respective să fie durabilă ceea

ce inseamna ca dorim sa manipulam mediul in asa maniera incat productivitatea, respectiv fertilitatea acestora nu se vor diminua in timp in detrimentul bunastarii umane.

Comisia pentru Ecologie Cooperare si Dezvoltare distinge trei categorii ale impactului de mediu:

- alterarea si/sau poluarea mediului;
- epuizarea si/sau supraexploatarea resurselor naturale;
- distrugerea si/sau degradarea grava a ecosistemelor naturale.

Perturbarea/ alterarea

Un mediu perturbat (alterat) si/sau poluat este categoria distructiva cu impactul cel mai redus care rezulta din interventia omului in ecosistemele naturale. O planificare atenta poate pastra impactele asupra mediului in limitele acceptabile. Drenajul reprezinta in principal reglarea sistemelor de management a apei. Sunt construite canale deschise, scurgerea pe cursurile naturale este alterata iar efluentul salin drenat este deversat in cursurile de apa. Toate aceste activitati au un anumit efect asupra mediului. Aceste efecte sunt dificil de prevazut in totalitate dar studiile ecologice pot oferi o imagine asupra consecintelor asupra mediului, consecinte produse de sistemul de drenaj planificat. Daca aceste sisteme sunt planificate atent, schimbarile in ecosistemele existente pot fi pastrate in limitele propuse.

Epuizarea

Epuizarea sau exploatarea intensiva a resurselor naturale este deseori un proces gradual, care la inceput nu pare a fi grav, dar care in final produce repercusiuni grave. Evenimente produse la scara mica pot sa se produca si la scara regionale. Eroziunea stratului de sol fertil de la suprafata datorita scurgerii de suprafata precum si scurgerea materiei organice si a nutrientilor reprezinta doar cateva exemple ale acestui tip de impact asupra mediului.

Distrugerea

Distrugerea si/sau degradarea grava (crearea de handicapuri) a ecosistemelor naturale reprezinta cea mai grava categorie de impact asupra mediului. Cand schimbarile in ecosisteme sunt ireversibile, o atentie extrema trebuie acordata inainte de declansarea oricarei activitati care poate crea aceste situatii. Exemple pot fi reclamarea mlasinilor care vor rezulta in contractarea ireversibila a solurilor nou castigate sau oxidarea solurilor turboase dupa coborarea nivelului freatic. Un alt exemplu este acidifierea solurilor potential acid sulfurice.

Pentru aprecierea impactelor de mediu a doua efecte directe ale drenajului, acestea pot fi categorisite in previzibile si neprevizibile, primare si secundare, in aval sau in amonte de aria desemnata si chiar in aria propusa pentru drenaj.

Predictabilitatea impactului, in termeni de efecte intentionate si neintentionate, creste cand cercetarile sunt realizate prioritar asupra executiei proiectului. Surprize pot aparea insa oricand, nu pot fi intotdeauna prevenite, in special in cazul drenajului aplicat in zonele aride irigate. „Irigarea terenurilor aride aduce schimbari majore in utilizarea terenului si in distributia si utilizarea apei. Aceste schimbari duc in schimb la o redistribuire a sarurilor, cu consecinte neintentionate si uneori neanticipabile. Aceste impacte ale redistributiei sarurilor sunt deseori initial minore, dar ele tind sa devina din ce in ce mai importante de-a lungul timpului” (Comisia asupra Problemelor Calitatii Apei Induse de Irigatii, 1989).

Efecte secundare in cadrul ariei aferente proiectului

Pierderea de terenuri umede

Terenurile umede sunt terenurile unde saturarea cu apa este factorul dominant care determina natura dezvoltarii solului precum si tipurile de plante si comunitatile de animale care traiesc in sol si la suprafata acestuia. Cand terenurile

umede sunt revendicate pentru agricultura, acestea își pierd funcția originală de terenuri care adăpostesc comunități specifice de plante și animale. În trecut, pierderea acestor tipuri de terenuri cauză puțină îngrijorare. Din fericire însă, în ultimii ani, oamenii au început să realizeze că dispariția zonelor umede nu este motiv de îngrijorare doar pentru ornitologi și alte persoane interesate de mediile naturale ci trebuie să constituie motiv de îngrijorare pentru întreaga societate.

Înainte de drenaj, valoarea agricolă a acestor terenuri este în general foarte scăzută. Din punct de vedere agricol, pierderea unor astfel de terenuri atât de puțin productive este ușor compensată de productivitatea crescută datorată aplicării drenajelor. Pe de altă parte, terenurile umede sunt deosebit de valoroase ca habitate a vieții sălbatice, zone de atenuare a viiturilor, zone de reîncărcare a acviferelor, bazine de namol, filtre ecologice, zone ecologice recreative.

Dacă pierderea de terenuri umede este acceptabilă sau nu va depinde de o balanță între castigurile obținute din agricultura și valoarea pe care zona umedă o are în cadrul natural sau ca zonă recreativă. Întrucât efectele mai târzii nu pot fi exprimate în termeni financiari, este dificil de apreciat costul introducerii drenajului. În multe țări în curs de dezvoltare, care fac eforturi pentru a crește producția agricolă, balanța înclină în favoarea productivității crescute din agricultura pe când în multe țări dezvoltate, care își permit să valorifice aceste tipuri de zone, balanța va înclina pentru natură. Poate fi adoptată și o atitudine pragmatică. Până la o limită bine stabilită, pierderea de terenuri umede, deseori singurele areale neocupate de om, este acceptabilă dacă se dovedește că terenurile reclamate sunt într-adevăr productive și că acea producție este necesară pentru hrană sau alte scopuri sociale care nu pot fi obținute prin mijloace mai ieftine. Aceste condiții sunt rareori întâlnite în zonele turboase tropicale, planosoluri, solurile acid sulfice care, din motive variate, sunt dificil de recuperat și sunt sărace în productivitate, astfel că posibilele efecte ale recuperării sunt deseori umbrite de efectele negative.

Recuperarea terenurilor joase aluviale din deltele râurilor, care în general sunt mai fertile decât solurile anterior menționate, prezintă mai multe avantaje dar în aceste situații trebuie realizată balanța între castiguri și pierderi. În secolele trecute, în Olanda, areale vaste au fost recuperate în dauna spațiului marin sau a lacurilor și au fost încredințate agriculturii. În prezent, activitățile hidroameliorative au ajuns la un nivel stagnant rezultat al combinării mai multor factori precum preocupările față de mediu, absența cererii pentru mai mult teren agricol, costurile foarte mari.

Schimbări în habitate

Îmbunătățirea drenajului terenurilor care deja sunt utilizate pentru agricultură poate duce la modificări ale mediului mai mici decât cele care ar apărea prin convertirea terenurilor umede în teren agricol. În zonele umede și în regiunile aride, îmbunătățirea drenajului poate duce la schimbări drastice ale habitatului. Ca și consecință, viața plantelor și a animalelor poate fi afectată în mod considerabil.

Coborârea nivelului freatic

Un efect direct al sistemelor de drenaj este reprezentat de o coborâre medie a nivelului freatic. Coborârea sistematică a acestuia crește producția agricolă dar poate avea efecte adverse serioase asupra aceleiași producții, asupra conservării naturii, a mediului (prin cauzarea subsidenței). O metodă de a reduce aceste efecte negative se bazează pe realizarea unui nivel de drenaj variabil în decursul unui an. Astfel, pentru unele perioade care nu sunt critice pentru agricultură sau prezintă un deficit în umiditate se pot păstra nivelele freatice mai ridicate. În Olanda, nivelul apei în canalele deschise este în general mai ridicat pe durata verii (perioade cu deficit în precipitații) comparativ cu sezonul rece (perioade cu surplus de precipitații).

Subsidenta

Un efect foarte cunoscut al drenajului este reprezentat de subsidenta suprafeței terenului. În mod special, subsidenta ireversibilă a terenurilor turboase ca rezultat al oxidării are repercusiuni majore asupra mediului. Rata oxidării este legată de adâncimea nivelului freatic și de temperatura: cu un nivel freatic ridicat și temperatura scăzută, rata oxidării este mică. Pentru a conserva stratul turbos, un nivel freatic ridicat trebuie menținut. Un nivel freatic ridicat însă implică o capacitate portantă scăzută a terenului. În aceste condiții acest tip de soluri nu este potrivit pentru culturi arabile care necesită un nivel aerat relativ adânc și o capacitate portantă potrivită pentru a suporta mașinile agricole, cu excepția cazurilor când se acceptă o rată a subsidenței ridicată și există resurse financiare pentru costuri de pompare ridicate pentru a se păstra nivelul freatic suficient de adânc.

Deși majoritatea terenurilor turboase au fost hidroameliorate pentru agricultură, terenuri arabile pe soluri turboase sunt rare în zilele noastre în Olanda. Majoritatea solurilor turboase sunt folosite în horticultură sau pasuni.

În climatele uscate, un alt pericol este reprezentat de vânt care erodează suprafața acestor soluri.

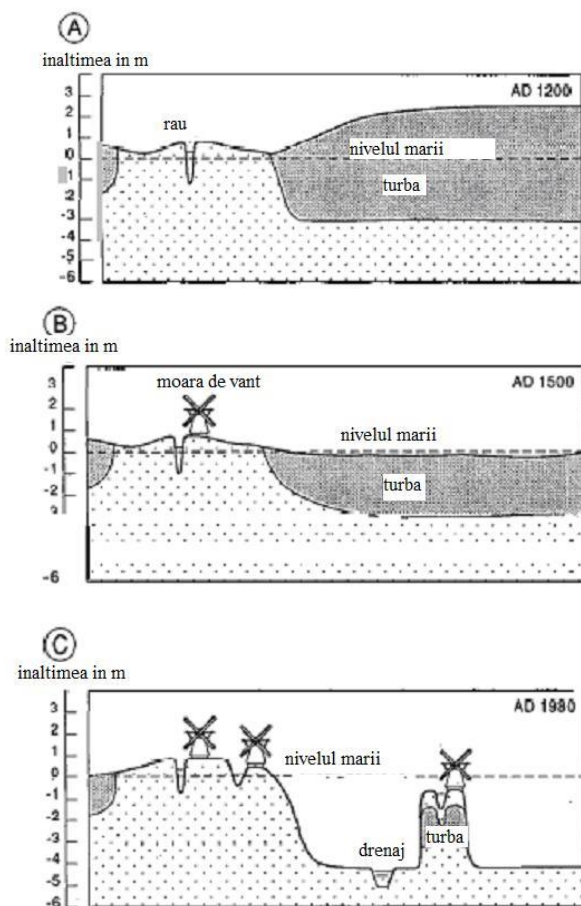


Fig. 7.2 Subsidenta solurilor turboase în vestul Olandei (de Bakker, 1982) A - înainte de hidroameliorare, B - după aplicarea drenajelor, C - situația prezentă cu dispariția acestor soluri ca urmare a oxidării și excavării

Salinizarea

În agricultura irigată, irigația însăși este sursa principală de săruri. Aproximativ o treime din suprafața totală irigată (270 milioane hectare) este afectată într-o anumită măsură de salinizare. Chiar dacă apa din irigație este de bună calitate, aceasta aduce un aport important de săruri. În regiunile aride și semi-aride, irigațiile pot cauza salinizare secundară prin ridicarea capilară din nivelul freatic. Pentru prevenirea salinizării, toate aceste săruri trebuie îndepărtate prin drenaj. Drenajul este pretul care trebuie plătit pentru o agricultură durabilă în zonele irigate. Uneori, îmbunătățirea drenajelor poate fi o sursă suplimentară de săruri, exemplul fiind situația când coborârea nivelului freatic induce scurgeri salinice din zonele inconjurate sau când scurgerea drenajului aduce în soluție săruri din stratele adânci ale solului. Ambele efecte cresc salinitatea efluentului drenat cu efecte asupra mediului atât în cadrul zonei drenate cât și în aval.

Acidifierea

Multe zone umede de coastă, valoroase pentru mediul inconjurator, sunt pierdute datorită hidroameliorării improprii a solurilor care conțin pirita. Straturile subsolului aduse în contact cu aerul prin drenaj se oxidează, ducând la formarea de acid sulfuric. Declanșată de drenaj, acidifierea solurilor poate fi așa de pronunțată, cu valori ale pH-ului sub 3, încât plantele și animalele sunt serios afectate.

Un management judicios și atent al apei împreună cu măsuri agricole pot ajuta la reabilitarea zonelor abandonate și pot permite o utilizare sustenabilă a zonelor rămase. Prevenirea oxidării piritei se poate realiza prin menținerea unui nivel freatic ridicat. Alte măsuri care pot ajuta la reducerea acidității includ și distribuția efluentului acid drenat.

Pe lângă faptul că drenajul solurilor acide pentru agricultură este dificil, poate avea de asemenea impact major negativ asupra mediului:

- pierderea habitatelor: solurile acide sunt găsite deseori în zonele costiere, baza a lanțurilor trofice locale. Impactul ecologic al drenajului nu este limitat la drenarea zonei.
- Pierderea peisajelor (valori recreative);
- Schimbări în sedimentare și eroziune: reclamarea reduce funcțiile de burete ale ariei (stocarea temporară a apei, înlăturarea sedimentelor și a aluviunilor)
- Schimbări în chimismul apei: drenajul solurilor acide inevitabil crește aciditatea apei drenate. Aceasta poate duce la schimbări ale faunei și populației piscicole atât în cadrul ariei drenate cât și în aval și poate face efluentul nepotrivit pentru utilizarea în irigație;
- Boli: schimbarea dintr-un mediu salin sau salmastru într-unul de apă proaspătă poate crește riscul apariției de boli.

Infiltrațiile

Un nivel freatic coborât în zona amenajată poate duce la creșterea infiltrațiilor în aria menționată din cauza creșterii gradientului hidraulic. Dacă infiltrațiile sunt de apă dulce, singurul efect este reprezentat de creșterea debitului drenat și, în unele cazuri, de scăderea nivelului freatic în amonte de aria amenajată. Dacă infiltrațiile sunt sărate sau salmastre, sărurile aduse în cadrul ariei amenajate cresc riscul salinizării, ceea ce poate avea efecte în aval.

Eroziunea

Drenajul poate crește sau reduce eroziunea. Un nivel freatic scăzut va rezulta într-un sol mai uscat ceea ce în anumite condiții poate duce la creșterea eroziunii datorată vântului. Pe de altă parte, un sistem de drenaj de subsuprafață va

reduce scurgerea de suprafață și va reduce eroziunea. În zonele în pantă (pantă > 2%) drenajul de suprafață este strans legat de controlul eroziunii.

Percolarea nutrienților, a pesticidelor și a altor elemente

Unul din efectele directe ale drenajului este acela că introduce o deversare prin sistemul de drenaj. Apa acționează astfel ca un căruș pentru toate tipurile de elemente solubile care sunt stocate în sol. Aceste elemente pot fi percolate din sol și pot polua efluentul drenat. Uneori această acțiune este intenționată pentru a se realiza îndepărtarea sărurilor dar există și cazuri în care reprezintă un efect advers nedorit. Efectele pe care aceste elemente le au asupra mediului depind, printre altele, de condițiile climatice, practicile agricole, și tipul de sol. Uneori, efectul poate fi pozitiv (când pierderile de nutrienți pot fi reduse), uneori negativ (când aplicarea fertilizantilor este excesivă). Dacă efectele sunt negative, măsuri preventive de reducere a scurgerii apei drenate sunt deseori singurele opțiuni deoarece măsurile de tratare a poluării non-punctuale sunt foarte scumpe. Bouwer și Bowman au analizat aceste cazuri în amănunțime (1989).

Sanatate

Drenajul terenului agricol poate avea de asemenea efecte asupra condițiilor de locuit din zona respectivă. Drenajul pentru îmbunătățirea condițiilor sanitare a fost practicat în antichitate de Greci și Romani care au drenat mlaștinile sau alte corpuri de apă stagnante pentru a controla marea, cu mult înainte ca Ross să descopere în 1889 rolul tantarilor în transmiterea acestei boli. Drenajul fiind practicat cu un oarecare succes, cauza bolii, mecanismul de transmitere și modul în care drenajul afectează acest mod nu au fost înțelese: Românii utilizau termenul „mal aria” – aer nesănătos pentru a indica boala pe care ei o credeau cauzată de inhalarea aerului infestat din zona mlaștinilor și a corpurilor de apă stagnante.

Bolile legate de apă au fost clasificate astfel (Birley, 1989):

- a) boli ce pot fi prevenite prin spălare și imbaiere;
- b) boli prevenite prin existența unui sursă de apă curată precum și de existența sistemelor sanitare;
- c) boli contactate prin contactul cu apă;
- d) boli contactate ca urmare a muscăturilor insectelor de apă.

Bolile de la punctele a și b aparțin domeniului sanitar (alimentării cu apă și canalizării). Activitățile inginerilor din domeniul drenajelor vor avea un impact mare asupra bolilor de la punctele c și d. Aceste boli sunt deseori denumite vectori declanșatori ai bolilor.

Proiectele de dezvoltare agricolă, în special cele de irigații, pot avea un impact negativ asupra sănătății umane dacă ele cresc suprafața și numărul habitatelor acestor vectori. Drenajul poate realiza un control al vectorilor declanșatori prin eliminarea sau reducerea corpurilor de apă de suprafață în care acești vectori trăiesc și se hrănesc.

Rezistența din ce în ce mai crescută a acestor organisme la chimicalele utilizate pentru eliminarea lor a impus adoptarea unei strategii cu măsuri mai ample și mai complexe. O strategie de succes încorporează 3 elemente de bază pentru controlul acestor declanșatori:

- tratament medical;
- reducerea contactului om – vectori;
- reducerea vectorilor.

Drenajul joacă un rol important în ceea ce privește ultimele două elemente prin incorporarea măsurilor de control a bolilor în proiectarea, construcția și operarea sistemului de drenaj. Măsurile care implică drenajul tind spre:

- eliminarea apei stagnante prin imbunatatirea drenajului, reducerea infiltratiilor;
- cresterea vitezei apei in canale, drenuri, rezervoare;
- curatarea vegetatiei de pe taluze, canale, drenuri.

Drenajul poate avea insa si impact negativ asupra sanatatii umane prin deversarea de elemente cu concentratie toxica mare. Concentratiile mari ale acestor elemente pot polua emisarii si pot deveni pericole reale la adresa societatii umane.

Efectele adverse din aval

1. Eliminarea efluentului drenat

Apa din drenaj trebuie sa fie evacuata gravitational sau prin pompare, printr-un canal sau direct intr-un rau, sau mai rar intr-o incinta interioara, aceasta fiind in general un lac de evaporare sau o serie de astfel de lacuri, mai rar ea fiind trimisa in adancime. Pe drumul catre destinatie, apa drenata poate influenta zonele inconjuratoare in mai multe moduri. Problemele asociate cu evacuarea apei nu sunt aceleasi peste tot. In acest caz putem face o distinctie a acestor probleme functie de zona climatica.

Zonele temperate umede

Tehnic vorbind, drenajul in multe tari din zonele temperate nu reprezinta o problema. O problema mai recenta si inca nerezolvata este cea a poluarii apelor de suprafata si subterane ca rezultat al aplicarii excesive a fertilizantilor, pesticidelor, ierbicidelor, etc. In principiu, aceste probleme reprezinta rezultatul aplicarii unei agriculturi intensive si nu sunt cauzate de drenaj. Cand sunt aplicate in exces, substantele mai sus mentionate se scurg partial de pe sol. Ca si consecinta, apa scursa va ajunge intr-un corp de apa de suprafata sau subteran provocand in ambele cazuri probleme de mediu.

Azotul si fosfatii care se scurg de pe terenurile intens fertilizate sunt elemente majore care cauzeaza eutrofizarea apelor de suprafata. Din cauza faptului ca multi nutrienti sunt disponibili, eutrofizarea conduce la o productivitate inalta care include cresterea excesiva a algelor si ulterior o turbiditate inalta cu efecte negative asupra faunei. Deasemenea, pesticidele si ierbicidele scurse de pe terenurile agricole pot avea un efect toxic.

Zonele umede tropicale

In zonele de coasta a multor tari tropicale exista terenuri turboase si acide. Daca cele turboase sunt drenate rezulta subsidenta ireversibila. In cazul terenurilor acide, drenarea acestora va duce la deteriorarea calitatii apei drenate. Efectele negative se extind deseori si in afara zonelor ameliorate din cauza pierderii functiilor acestor zone si ca urmare a raspandirii efluentului drenat.

Zonele aride si semi-aride

Scopul principal al drenajului din zonele aride este acela de a controla salinizarea. In foarte multe cazuri inasa, evacuarea debitului drenat fara impact negativ asupra mediului reprezinta o actiune foarte scumpa. Din aceasta cauza, multe sisteme de irigatii in zonele aride si semi-aride nu au un sistem de drenaj, sau daca acesta exista, apa drenata este evacuata cat mai aproape, deseori intr-un rau care este folosit in aval pentru irigatii sau alte scopuri. Deoarece drenajul zonelor irigate este esential pentru sustenabilitatea irigatiilor, problemele cost-eficienta si cea a evacuarii fara impact asupra mediului trebuie abordate si rezolvate de urgenta. Provocarea rezolvarii acestor probleme este mare chiar si pentru tari bine dezvoltate.

Din cauza precipitatiilor limitate, multe soluri din zonele aride si semi-aride contin mari cantitati de materiale solubile sub zona radacinilor. Cand solurile sunt irigate, concentratii de saruri daunatoare se pot dezvolta in zona radacinilor, atat din

cauza surplusului de saruri din irigatii cat si datorita aportului provenit prin ridicarea capilara. Prin supra-irigare, sustinuta de drenaj, aceste concentratii nu vor mai aparea in zona radacinilor in forme daunatoare. Consecinta acestei metode o reprezinta concentratia mare de saruri din efluentul drenat, apa devenind un risc potential fiind nepotrivita pentru irigatii, dezvoltarea de habitate, respectiv nepotabila.

Reducerea gravitatii problemei prin utilizarea unor cantitati de apa de irigatii si mai mari sau combinarea efluentului drenat cu apa proaspata pentru coborarea concentratiilor de saruri la nivele acceptabile este in general imposibila datorita faptului ca nu sunt disponibile volumele de apa proaspata necesare.

Optiuni de evacuare

Optiunile pentru minimizarea problemei evacuarii sunt reprezentate de reducerea cantitatii de apa drenata prin masuri preventive respectiv de reducerea efectelor evacuarii apei drenate. Masurile preventive trebuie sa tinteasca imbunatatirea eficientei irigatiilor si drenajelor. Masurile pentru reducerea efectelor din aval ale evacuarii debitului drenat sunt:

- reutilizarea apei drenate;
- descarcarea in ape de suprafata;
- bazinele de evaporare;
- desalinizarea;
- injectarea in puturi adanci.

Imbunatatirea eficientei irigatiilor

Wolters, intr-un studiu care a acoperit 5% din suprafata mondiala irigata, a descoperit ca eficienta irigatiilor variaza intre 10 si 80%. Uneori, eficiente scazute sunt acceptabile sau inevitabile, dar in alte circumstante poate fi necesara cresterea unor eficiente care deja au valori inalte. Daca eficienta irigatiei poate fi crescuta, cantitatea de apa percolata va fi redusa, in consecinta crescand si eficienta drenajului.

Masurile tehnice pentru rezolvarea problemelor legate de irigatii – evacuarea efluentului rareori pot fi considerate probleme „interne”. Ele trebuie sa fie sprijinite de masuri financiare: taxe, subsidii, cadru legislativ precum si alte categorii de masuri.

Taxele si subsidiile reprezinta stimulente financiare eficiente pentru incurajarea populatiei in aplicarea de activitati sigure respectiv in descurajarea aplicarii altora. Taxele pot fi instrumente eficiente pentru controlul utilizarii si evacuarii apei. In multe tari, taxele actuale sunt mult sub costul dezvoltarii, ceea ce inseamna ca nu exista stimulente pentru economisirea apei. Prin ridicarea preturilor, se pot realiza premisele pentru stimulul economisirii apei.

Imbunatatirea eficientei drenajelor

Uneori, eficienta drenajelor poate fi imbunatatita prin instalarea unui drenaj la mica adancime sau prin mentinerea unui nivel freatic mai inalt pe durata unor sezoane. Aceste masuri nu numai ca reduc deficitul de apa dar previn drenajul acviferelor saline care pot deteriora calitatea apei drenate.

Apa uzata, care este deseori poluata intr-un mod sau altul, nu poate fi evacuata fara taxe. „Poluatorul plateste” este sintagma sub care sunt taxati consumatorii. In multe tari insa, apa uzata provenita din sistemele de drenaj poate fi evacuata in corpurile de apa fara nicio taxa. Prin instituirea unei taxe legata de cantitatea si calitatea efluentului evacuat, poluatorii din agricultura vor plati pentru prevenirea si eliminarea pagubelor produse mediului.

Reutilizarea apei drenate

Reutilizarea apei drenate este practică peste tot în lume, mai ales în zonele aride și semi-aride unde apa pentru irigații este o resursă redusă cantitativ, dar și în zone temperate, unde reutilizarea este practică pe durata lunilor calde. Reutilizarea poate fi practică la nivel de fermă, proiect respectiv regional. Apa drenată nu poate fi reutilizată complet deoarece sarurile din apă trebuie îndepărtate. Este necesară întotdeauna realizarea unei balanțe a apei și a sarurilor pentru calcularea efectelor pe termen lung ca urmare a reutilizării apei drenate.

Reutilizarea la nivel de fermă poate fi practică când apa drenată este de bună calitate. Fermierii pot pompa apa pentru irigații direct din canalele deschise sau pot utiliza fantani puțin adânci pentru pomparea apei subterane.

Reutilizarea la nivel de proiect sau regional este practică când apa drenată este pompată înapoi în sistemul de irigații. În acest tip de reutilizare, apa drenată este automat amestecată cu apă de calitate mai bună pentru irigații. Cantitatea și calitatea celor două tipuri de apă folosite determină în ce procent poate fi reutilizată apa drenată. Acest tip impune însă costuri ridicate și din cauza faptului că efectele asupra salinizării solului sunt dificil de prezis, se impune o planificare deosebit de atentă. Utilizarea softurilor pentru simulări poate ajuta la prevederea schimbărilor viitoare.

Evacuarea în ape de suprafață

În general, apa drenată este evacuată în râuri sau lacuri. Dacă această apă este utilizată iarăși în aval pentru irigații, ea poate fi clasificată ca reutilizată. Scurgerea naturală în albia râului, cantitativ și calitativ, determină câtă apă poate primi din evacuarea drenurilor. Modelele pot fi utilizate pentru simularea efectelor evacuării apelor reutilizate asupra regimului râurilor.

Bazinele de evaporare

Dacă nu există o posibilitate de evacuare sigură a efluentului drenat, se pot utiliza bazinele de evaporare. În aceste bazine, efluentul drenat se evaporă lăsând în urmă sarurile și alte urme de elemente solubile.

Dimensiunea unui bazin de evaporare trebuie să satisfacă necesitățile unei suprafețe drenate, ceea ce înseamnă că trebuie să se bazeze pe volumele drenate respectiv pe viteza de evaporare specifică regiunii. Depresiunile naturale prezintă avantajul scurgerii gravitaționale a efluentului iar singurele construcții necesare sunt reprezentate de digurile necesare închiderii bazinului respectiv de un deversor pentru regularizarea nivelului apei în bazin. Bazinele artificiale în general necesită facilități pentru pompare în vederea dirijării efluentului.

Dezavantajele unui bazin de evaporare sunt: pierderea de teren, scurgerile și infiltrațiile, eliminarea cantităților de saruri rămase. Experiențele din California au arătat că aria necesară pentru un bazin de evaporare reprezintă 10 – 14% din totalul ariei drenate. Scurgerile din bazin către acvifere trebuie evitate deoarece implică importante cantități de saruri și alte elemente solubile. În special în solurile cu textură grosieră, bazinele trebuie capturate. Uneori bazinele de evaporare pot fi utilizate pentru stocarea sarurilor pe durata perioadelor cu debit redus pe albiile râurilor, când deversarea efluentului drenat poate crea efecte neacceptabile în aval. Bazinele sunt spalate pe durata apelor mari, realizându-se o descărcare sigură a sarurilor către mari și oceane. Dacă nu sunt posibile aceste spalări, îndepărtarea sarurilor devine o problemă, mai ales când efluentul drenat conține urme de elemente toxice.

Apa de suprafață în exces

Instalarea unui sistem de drenaj de subsuprafață poate reduce scurgerea de suprafață în cadrul ariei proiectate dar de asemenea poate duce la un exces de apă de suprafață în aval. La scară mică, această situație apare când un fermier drenează

terenul sau si evacueaza apa pe terenul vecinului. La scara larga, arile din aval pot suferi de exces de apa ca urmare a drenarii din amonte. Cea mai comuna situatie apare cand infiltratiile se reduc in amonte (defrisarea padurilor in exces, reducandu-se infiltratiile pe durata ploilor mari). Cresterea varfurilor de viitura apare ca urmare a acestor actiuni producand inundatii in zonele din aval ale bazinelor raurilor.

Scurgerile din canalele de drenaj

Pentru a reduce costurile de constructie, drenurile principale, care evacueaza efluentul drenat din zonele din amonte, au deseori nivelul apei aproape de suprafata solului. Daca nu se iau masurile potrivite, productivitatea terenului din vecinatatea canalelor de drenaj poate fi afectata negativ de scurgerile cu concentratii saline mai mici sau mai mari. Intrucat scurgerile depind de panta hidraulica si de permeabilitate, acestea pot fi prevenite prin captusirea canalelor sau de alte metode care vor reduce permeabilitatea. Magnitudinea scurgerilor si eventuala salinizare produsa, determina actiunile necesare preventive.

Efecte adverse in amonte

Coborarea nivelului freatic in aria proiectata de obicei conduce la cresterea scurgerilor/ infiltratiilor in arealul zonei precum si scaderea nivelului freatic in amonte de aria proiectata. In zonele neirigate, coborarea nivelului freatic poate afecta negativ cresterea plantelor deoarece contactul intre nivelul freatic si zona radacinilor este rupt.

Evaluarea impactului de mediu

Drenajul poate prezenta multe tipuri de impact asupra mediului si are o relatie complexa cu agricultura. Evaluarea impactului de mediu este utilizata ca si instrument pentru identificarea optiunilor pe durata fazei de fezabilitate a proiectului si pentru determinarea impactului asupra mediului a tuturor acestor optiuni. Reprezinta o predictie a ceea ce se poate intampla daca proiectul este implementat, un scenariu care poate ajuta persoanele implicate in procesul decizional.

Scopul unei evaluari a impactului de mediu este de a ne asigura ca optiunile de dezvoltare se vor derula in concordanta cu principiile de mediu si vor fi sustenabile, si ca toate consecintele asupra mediului sunt recunoscute in ciclul proiectului si vor fi luate in considerare in fazele de proiectare. O evaluare a impactului de mediu (EIM) este caracterizata de urmatoorii pasi (figura 7.3):

- definirea obiectivelor proiectului si selectarea criteriilor de evaluare;
- formularea optiunilor alternative de dezvoltare;
- aprecierea efectelor asupra mediului;
- selectarea metodei de evaluare;
- evaluarea;
- rezultatele evaluarii/ concluzii.

Obiective si criterii

In multe tari, exista obligatia realizarii unui EIM inainte de luarea deciziei asupra implementarii unui proiect. La acest nivel, trebuie sa fie clar cine este responsabil pentru EIM, care va fi scopul studiului, cum vor fi prezentate rezultatele EIM si cine va utiliza aceste rezultate. Este important de stiut ca EIM se va concentra asupra problemelor principale. Intrarea prea amanuntita in detalii va face extrem de dificila evaluarea unor optiuni alternative. Pentru a obtine o EIM de buna calitate, obiectivele proiectului propus trebuie sa fie bine definite, iar criteriile care vor fi utilizate la compararea optiunilor alternative sunt clar stabilite.

Optiunile alternative

Optiunile alternative pot include optiuni privind locurile desemnate proiectarii, tehnologii alternative, sau faze alternative. Numai problemele principale trebuie considerate, optiunile selectate netrebuind sa fie detaliate. O intrebare

dificila este legata de numarul optiunilor care trebuie luate in considerare. Prea multe optiuni pot face comparatiile dificile dar trebuie evitat eliminarea optiunilor care la prima vedere par nereale. Deasemenea, optiunile selectate nu trebuie sa fie influentate de diversi factori (orientarea profesionala a persoanelor implicate in procesul de selectare).

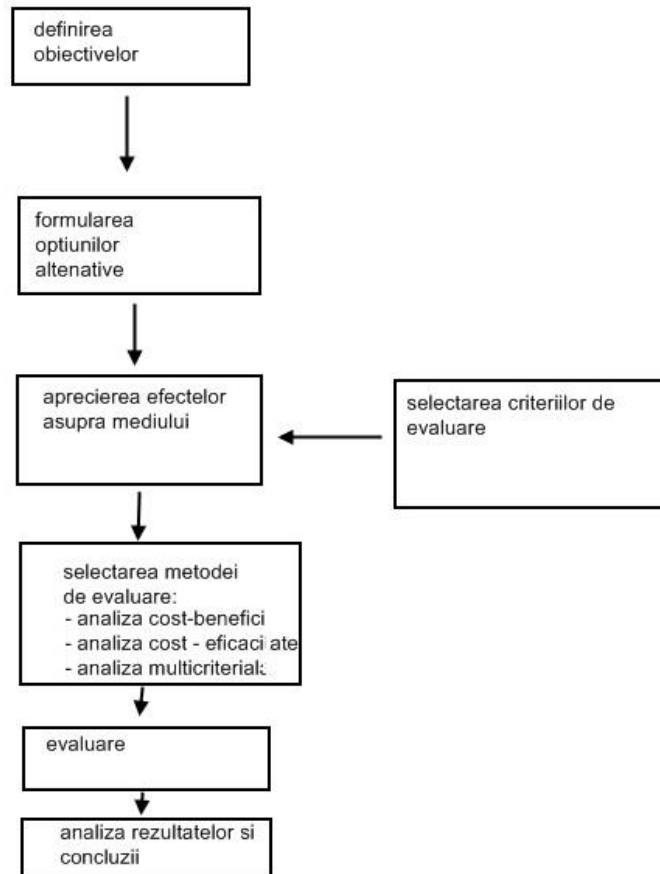


Fig. 7.3 Pasii realizarii unei evaluari a impactului de mediu [EIM] [40]

Evaluarea efectelor

La acest nivel, efectele asupra mediului ale proiectului trebuie identificate si cuantificate. Parametrii utilizati la cuantificarea acestor efecte pot fi tehnici (salinitatea nivelului freatic, subsidenta) dar deasemenea pot fi si socio-economici (venitul fermelor, sanatate). Unele impacte pot fi greu de cuantificat si pot fi doar evaluate intr-o forma cuantificabila. Datele de baza trebuie adunate iar schimbarile care vor rezulta din activitatii proiectului trebuie evaluate.

Metode de evaluare

Pentru a selecta cea mai buna optiune, efectele combinate ale fiecarei optiuni trebuie comparate. Intr-o evaluare economica, aceasta comparatie se realizeaza prin translatarea efectelor in termeni financiari. Cand impactul nu poate fi astfel translatat, aceste impacte trebuie retinute in analiza intr-o maniera calitativa.

Trei metode de evaluare vor fi prezentate in continuare: Analiza cost-beneficii, analiza cost-eficacitate si analiza multi-criteriala. Analiza cost-beneficiu (ACB) este o metoda de evaluare economica in care beneficiile monetizate ale proiectului si costurile acestuia sunt comparate pentru a verifica fezabilitatea economica. ACB include trei pasi:

- toate efectele pozitive si negative sunt cuantificate in valori monetare;
- pentru fiecare efect, valoarea prezenta este calculata;
- cea mai buna optiune este selectata utilizand valoarea actuala neta (VAN), raportul cost-beneficiu (RCB) sau norma interna de intoarcere (NII).

Metodele VAN si RCB utilizeaza oportunitatea de cost a capitalului, o valoare a profitului preselectata. NII nu necesita o astfel de valoare dar aceeaasi judecata se aplica pentru a determina daca proiectul este atractiv din punct de vedere economic.

Avantajele ACB sunt acelea ca toate efectele sunt exprimate in aceeaasi unitate monetara ceea ce faciliteaza o comparatie directa intre optiuni.

Limitarile ACB sunt:

- efectele trebuie sa fie monetizate, efectele care nu pot suferi aceasta transformare nu pot fi luate in considerare;
- distributia beneficiilor si costurilor asupra diferitelor parti implicate nu este luata in considerare daca nu se utilizeaza preturi sociale;
- efectele pe termen lung care sunt evaluate in conformitate cu procesul de scontare reduce beneficiile nete viitoare.

In special cand efectele pe termen lung asupra mediului sunt nesigure sau ireversibile, conceptul economic al scontarii este controversat. In practica masurarea si evaluarea problemelor au impiedicat deseori o tratare cuprinzatoare a efectelor de mediu in ACB.

Analiza cost-eficacitate investigheaza calea cea mai ieftina sau cea mai buna in obtinerea obiectivului dorit prin compararea costurilor interventiilor posibile. Beneficiile nu se exprima in termeni monetari si doar intr-un criteriu reprezentativ care cuantifica efectele proiectului. Avantajul acestei metode este acela ca efectele non-monetare pot fi incluse. Este dificil de atribuit toate efectele unui singur criteriu si deseori efectele adverse nu sunt luate in considerare. Mai mult, deoarece beneficiile nu sunt exprimate in termeni monetari, nu este posibil sa includem factorul timp si astfel sa comparam efecte ce apar la diferite intervale.

Analiza multi-criteriala este un exemplu de evaluare non-monetara in care optiunile alternative sunt comparate utilizand criterii de diferite dimensiuni. Pentru a calcula importanta relativa a fiecarui criteriu, acestuia i se atribuie o valoare. Aceasta analiza a fost dezvoltata pentru a depasi limitarile metodei de evaluare economica, prin care toate efectele erau monetizate. Intrucat este dificil de judecat importanta fiecarui criteriu precum si selectarea ponderii fiecarui factor, rezultatele metodei de analiza multi-criteriala sunt deseori ambigue.

Rezultatele evaluarii

Evaluarea trebuie sa rezulte intr-un clasament al optiunilor si bazat pe acest clasament trebuie aleasa una din acestea. La acest nivel este important de stiut nivelul de incredere al evaluarii, necesitatea colectarii de noi date, analize, etc.

In general, se poate spune ca evaluarea impactelor de mediu face posibila compararea diferitelor optiuni alternative si aprecierea impactului acestora asupra mediului. Mai mult, metoda cere ca obiectivele si criteriile selectate sa fie clar stabilite si ca rezultatele sa fie prezentate clasificat. Metoda impune obiectivitate dar in realitate fiecare pas cere alegeri subiective (selectarea criteriilor, selectarea optiunilor, selectarea parametrilor etc.)

7.4. Concluzii

Sistemele de desecare-drenaj au ca rezultate in sectorul socio-economic crearea de conditii favorabile agriculturii, hidroameliorarea terenurilor cu exces de umiditate, cresterea productiilor agricole, incurajarea introducerii in circuitul agricol a unor tipuri de culturi cu valoare economica mare, imbunatatirea accesibilitatii in zonele rurale si respectiv imbunatatirea conditiilor sanitare.

Cu toate acestea, proiectele de drenaj pot prezenta si o serie de efecte adverse asupra resurselor naturale (sol, apa). Tipurile de impact negativ a sistemelor de drenaj asupra mediului includ:

- modificari ale debitelor cursurilor de apa cu impact asupra zonelor din aval;
- descarcarea efluentilor salini in cursurile de apa de suprafata;
- transportul diferitelor substante organice, toxice cu impact asupra gradului de eutrofizare si a mediului acvatic;
- crearea de surse potentiale de poluare prin realizarea bazinelor de evaporare si de tratare a apei drenate;
- incurajarea fenomenului de eroziune prin lipsa intretinerii adecvate a taluzelor canalelor de desecare;
- oxidarea solurilor turboase si subsidenta acestora;
- formarea solurilor acid-sulfurice;
- coborarea nivelului freatic in zonele adiacente unor terenuri inalte, drenate.

Multe din aceste tipuri de impact negativ sunt strans legate de operatiunile realizate la nivel de ferma inclusiv in ceea ce priveste managementul apei la nivelul fermei.

Aplicarea bunelor practici agricole devine astfel prima actiune necesara reducerii acestor impacte. Trebuie luata in considerare conservarea si reciclarea resurselor de apa la nivel de ferma precum si o distribuire in conditii de siguranta a apei provenita din sistemele de desecare-drenaj.

Imbunatatirile aduse in cadrul sistemelor de desecare-drenaj in ceea ce priveste structurile de control a apei precum si modul de distributie si aliniere a drenurilor pot avea efecte considerabile asupra utilizatorilor de apa din aval.

Reabilitarea si modernizarea sistemelor de desecare-drenaj trebuie realizate cu respect fata de mediul inconjurator, potentialele conflicte intre dezvoltarea rurala si protectia mediului necesitand o rezolvare rapida din faza de planificare si proiectare. Eventualele efecte negative asupra mediului, odata determinate, trebuie minimizezate la dimensiuni acceptabile.

7.5 Bibliografie utilizata si conexa

1. Abdalla, M.A., M.S. Abdel Dayem and H.P. Ritzema 1990. Subsurface drainage rates and salt leaching for typical field crops in Egypt. In: Symposium on land drainage for salinity control in and and semi-arid regions. Drainage Research Institute, Cairo, pp. 383-392.
2. Abdel Gawad, S.T., M.A. Abdel Khalek, D. Boek, D.E. ElQuosy, C.W.J. Roest, P.E. Rijtema and M.F.R. Smit 1991. Analysis of water management in the Eastern Nile Delta. Re-Use of Drainage Water Project Report 30. The Winand Staring Centre, Wageningen, 245 p.
3. Abdel-Dayem, S. 2000. Drainage experiences in arid and semi-arid regions. In Proceedings, 8th ICID International Drainage Workshop. New Delhi.

4. Agency for Agricultural Research and Development and Land and Water Research Group 1992. Acid sulphate soils in the humid tropics: Water management and soil fertility. AARD, Jakarta, 283 p.
5. Armstrong, A.C., Mathews, A.M. & Castle, D.A. 1992. Drainage models to predict soil water regimes in drained soils, ADAS Soil and Water Research Centre. Cambridge, UK.
6. Bălteanu D., Programul "INVENTARIEREA TEMATICĂ A FONDULUI FUNCİAR BAZATĂ PE TELEDETECȚIE, G.I.S. ȘI G.P.S.", Institutul de Geografie al Academiei Române (IGAR), Centrul Român pentru Utilizarea Teledeteccției în Agricultură (CRUTA), Institutul de Cercetări pentru Pedologie și Agrochimie (ICPA); Sesiunea științifică AEROSPAȚIAL 2004, București 1 - 2 iulie 2004;
7. Beesen, van der, A.H.G.C. & Schultz, B. 1999. Water for food and rural development. Country position paper, Ministry of Transport, Public Works and Water Management. The Hague, Netherlands.
8. Bengtson, R.L., C.E. Carter, H.F. Morris and S.A. Bartkiewicz 1988. The influence of subsurface drainage practices on nitrogen and phosphorus losses in a warm, humid climate. Transactions of the ASAE, 31, pp. 729 - 733;
9. Bhutta, M.N. & Wolters, W. 1997. IWASRI research: value for money. GRID #10, IPTRID Network, H.R. Wallingford Oxford, UK.
10. Birley, M.H. 1989. Guidelines for forecasting the vector-borne disease implications of water resources development. PEEM Guidelines, Series 2, Geneva, 71 p.
11. Biswas, A.K. and Q. Geping (eds.) 1987. Environmental impact assessment for developing countries. Tycooly, London, 232 p.
12. Bouwer, H. and R.S. Bowman (eds.) 1989. Effects of agriculture on groundwater. Agriculture, Ecosystems, and Environment 26, pp. 161-394.
13. Chuah, J.H. & Lim, K.H. 1989. Water management of oil palm on coastal soils: Sime Darby's experience. The Planter, 65: 334-344. (In op. cit. Keizrul, Experiences in agricultural drainage development in the humid tropics region.)
14. Commission on Ecology and Development Cooperation/CEDC 1986. Report on environment and development cooperation. Royal Tropical Institute, Amsterdam.
15. Committee on Irrigation-Induced Water-Quality Problems 1989. Irrigation-induced water quality problems: what can be learned from the San Joaquin Valley experience. National Academy Press, Washington, 157 p.
16. De Bakker, H. 1982. Soils and their geography. In: H. de Bakker and M.W. van den Berg(eds.), Proceedings of the symposium on peat lands below sea level. ILRI Publication 30, Wageningen, pp. 85-97.
17. Dent, D. 1986. Acid Sulphate Soils : A baseline for research and development. ILRI Publication 39, Wageningen, 204 p.
18. Dixon, J.A., R.A. Carpenter, L.A. Fallon, P.B. Sherman and S. Manopimoke 1988. Economic analysis of the environmental impacts of development projects. Earthscan, London, 134 p.
19. EI Quosy, D.E. 1989. Drainage water re-use projects in the Nile Delta : The past, the present, and the future. In: M.H. Amer and N.A. de Ridder (eds.), Land drainage in Egypt. Drainage Research Institute, Cairo, pp. 163-175.
20. FAO. 1984. Environmental management for vector control in rice fields, by T.H. Mather & Trinh Ton That. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 41. Rome.

21. FAO. 1992. The use of saline waters for crop production, by J.D. Rhoades, A. Kandiah & A.M. Mashali. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 48. Rome.
22. FAO and ICID. 1997. Management of agricultural drainage water quality, by C.A. Madramootoo, W.R. Johnson & L.S. Williardson. FAO Water Report No. 13. Rome.
23. Grismer, M.E. 1989. Drainage efficiency and drain water quality. In: V.A. Dodd and P.M. Grace (eds.), Agricultural engineering : Proceedings of the Eleventh International Congress. Vol. I. Balkema, Rotterdam, pp. 285-290.
24. Hornsby, A.G. 1990. Pollution and public health problems related to irrigation. In: B.A. Stewart and D.R. Nielsen (eds.), Irrigation of agricultural crops. American Society of Agronomy, Madison, Agronomy 30, pp 1173 – 1186;
25. IUCN. 1990. Wetland conservation: a review of current issues and required action, Patrick Dugan (ed.)
26. Keizrul Abdullah. 2000. Experiences in agricultural drainage development in the humid tropics region. In Proceedings, 8th ICID International Drainage Workshop, p.125-143. New Delhi.
27. Klepper, O., Gt. Chairuddin and Gt. M. Hatta 1992. Ecological aspects of the development of acid sulphate in the humid tropics. Agency for Agricultural Research and Development, Jakarta, 100 p.
28. Lee, E. W. 1994. Drainage water treatment and disposal: management of water use in agriculture. Advanced Series in Agriculture. Science, 22.
29. Lees, M. 1995. Optimizing freshwater data monitoring networks. In Proceedings, European Network of Fresh Water Research Organizations. Paris.
30. McCready, W. 1987. Left Bank outfall drain in Pakistan. ICID Bulletin 36, I , pp. 15-19.
31. Meister, A.D. 1990. Economic analysis of environmental impacts and issues : A survey of analytical techniques. Discussion Paper in Natural Resource Economics 14. Department of Agricultural Economics and Business, Massey University, Palmerston North, 72 p.
32. Mian, A.M. and T. van Remmen 1991. Evaporation ponds for disposal of saline drainage effluent in Pakistan (Feasibility Study, Part I, Data Collection). International Waterlogging and Salinity Research Institute, Lahore, Pakistan. Publication 66,52 p.
33. Mock J.F. and P. Bolton. 1993. The ICID environmental checklist. To identify environmental effects of irrigation, drainage, and flood control projects. Hydraulic Research, Wallingford, 143 p.
34. Molden, W.H. van der, Beltrán, J. Martínez, W.J. Ochs, Guidelines and computer programs for the planning and design of land drainage systems, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, Rome, 2007
35. Morris, J., Hess, T.M., Ryan, A.M. & Leeds Harrison, P.B. 1994. Drainwater benefits and farmer uptake. Underdrainage design and costing, Annex vi. United Kingdom, Severn Trent Water Authority, Silsoe College.
36. Oomen, J.M.V., J. de Wolfand W.R. Jobin 1988 and 1990. Health and irrigation: Incorporation of disease control measures in irrigation, a multi-faceted task in design, construction, operation. Volumes 1 and 2. ILRI Publication 45, Wageningen, 304 p. and 119 p.
37. Overseas Development Administration 1992. Manual of environmental appraisal. Rev. Ed. ODA, London, 146p.

38. Pavelis C.A. 1987. Farm drainage in the United States: History, status, and prospects. Miscellaneous Publication 1455. USDA, Washington, 170 p.
39. Pearce, G. 2000. Role of drainage in development: UK perspective. In Proceedings, 8th ICID International Drainage Workshop. New Delhi.
40. Ritzema, H.P., H.M.H. Braun, 1994. Environmental aspects of drainage, In 'Drainage principles and applications', H.P. Ritzema (Ed. in Chief), ILRI publication 16, second edition, Wageningen, p. 263-304.
41. Rolf, H.L.M. 1989. Verlaging van de grondwaterstanden in Nederland : analyse periode 1950-1986. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 's-Gravenhage, 65 p.
42. Rossi, N., C. Ciavatta and L.V. Antisari 1991. Seasonal pattern of nitrate losses from cultivated soil with subsurface drainage. *Water, Air, and Soil Pollution*, 60, pp. 1-10,
43. Schultz, E. 1983. From natural to reclaimed land : Land and water management in the polders of The Netherlands. *Water International*, 8, pp. 55-60.
44. Scott, S.F. 1993. Water and sustainable agricultural development. In: Ecologically-sound resources management in irrigation. DVWK Bulletin 19, Parey, Hamburg, pp. 19-50.
45. Smedema, L.K. 2000. Global drainage needs and challenges: the role of drainage in today's world. In Proceedings, 8th ICID International Drainage Workshop. New Delhi.
46. Smedema, L.K. & Ochs, W.J. 1996. The state of land drainage in the world. In A.M. Shady, ed. *Subsurface drainage of irrigated land in India*, ICID, New Delhi.
47. Smedema, L.K., W. Wolters and P.J. Hoogenboom 1992. Re-use simulation in irrigated river basin. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 118,6, pp. 841-851.
48. Snellen, W.B. 1987. Malaria control by engineering measures: pre-World War II examples from Indonesia. In ILRI Annual Report. ILRI, Wageningen, the Netherlands.
49. Summers, J.B. and S.S. Anderson (eds.) 1986. Toxic substances in agricultural water supply and drainage: Defining the problem. Proceedings of the 1986 Regional Meetings. U.S. Committee on Irrigation and Drainage, Denver, 358 p.
50. Summers, J.B. and S.S. Anderson (eds.) 1988. Toxic substances in agricultural water supply and drainage: Searching for solutions. Report of the 1987 Panel of experts and Papers from the 1987 National Meeting at Las Vegas. U.S. Committee on Irrigation and Drainage, Denver, 167 p.
51. Summers, J.B. and S.S. Anderson (eds.) 1989. Toxic substances in agricultural water supply and drainage: An international environmental perspective. Papers from the Second Pan-American Regional Conference of the International Committee on Irrigation and Drainage in Canada. U.S. Committee on Irrigation and Drainage, Denver, 424 p.
52. Tanji, K.K. (ed.) 1990. Agricultural salinity assessment and management. ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice 71, New York, 619 p.
53. Thomson, A.J., Chimbari, M., Chandiwana, S.K., Ndlela, B. & Chitsiko, R.J. 1996. Control of schistosomiasis: a practical guide for irrigation development. Report OD/TN 78, H.R. Wallingford, Oxford, UK.
54. United Nations Environmental Programme 1988. Assessment of multiple objective water resources projects: Approaches for developing countries. UNEP, New York, 125 p.

55. USDA. 1987. Farm drainage in the United States: history, status and prospects. Economic Research Service, Miscellaneous Paper No. 1 455. USDA, Washington, DC.

56. Van der Molen, W.H. 1982. Water management in the Western Netherlands. In: H. de Bakker and M.W. van den Berg (eds.), Proceedings of the Symposium on peat lands below sea level. ILRI Publication 30, Wageningen, pp. 106- 121.

57. Vlotman, W.F. Bhutta, M.N., Reymat Ali, S. and Bhatti, A.K. 1993. Fourth drainage project, Faisalabad, 1981 - 1992. International Waterlogging and Salinity Research Institute, Lahore, Pakistan. Publication No. 159, Jun. 93, (draft).

58. Winpenny, J.T. 1991. Values for the environment : A guide to economic appraisal. Overseas Development Institute, London, 277 p.

59. Wolters, W. 1992. Influences on the efficiency of irrigation water use. ILRI Publication 51, Wageningen, 150 p;

60. World Bank 1989. World Bank environmental assessment guidelines. World Bank Operational Manual, Operative Directive 4.00, Annex A. Washington, 14 p.

61. World Health Organization 1982. Manual on environmental management for mosquito control. Offset Publication 66. WHO, Geneva.

62. Zimmer, D. 2000. Drainage in western Europe. In Proceedings, 8th ICID International Drainage Workshop. New Delhi.

8. CONTRIBUȚII PERSONALE

Teza de doctorat cu titlul „STUDII DE DRENAJ EFICIENTE TEHNICO-ECONOMIC PENTRU TERENURILE CU EXCES DE UMIDITATE” este structurată pe 9 capitole din care primele 7 includ și contribuțiile personale ale autorului.

Capitolul 1 dezbate probleme generale privind definirea sistemelor de desecare-drenaj, noțiuni introductive, clasificări și caracteristici ale acestor amenajări hidroameliorative dar și referiri asupra cadrului legislativ din domeniul îmbunătățirilor funciare. Ca și contribuții personale menționez în cadrul acestui capitol realizarea hartilor climatice actualizate pentru județele Timis și Caraș-Severin respectiv realizarea climogramelor pentru anii 2000 – 2006 privind zona Timisoara.

În Capitolul 2 am realizat o monografie a amenajărilor de desecare-drenaj precum și a abordării excesului de umiditate de-a lungul istoriei. Această monografie este cea mai cuprinzătoare de până acum din literatura tehnică de specialitate din România. Monografia analizează managementul excesului de umiditate și tehnica drenajului începând cu perioada pre-română și până în zilele noastre, acoperind perioade mai puțin analizate până acum cum ar fi perioada evului mediu. Consider Capitolul 2 ca fiind în întregime, prin metoda abordării precum și prin scopul propus, o contribuție proprie importantă.

Capitolul 3 sintetizează stadiul actual de cercetare-realizare a studiilor de drenaj pentru proiectarea eficientă tehnico-economică a amenajărilor de desecare-drenaj din România. Contribuțiile personale din cadrul acestui capitol sunt: dezvoltarea elementelor integrante unui sistem de drenaj prin analiză detaliată a acestora, preluarea din literatura tehnică din străinătate și introducerea în literatura românească de specialitate a conceptului de drenaj controlat, preluarea și adaptarea din literatura străină tehnică a formulelor necesare calculului distanței între drenuri în regim controlat precum și metodologia de proiectare a structurilor necesare drenajului controlat.

În cadrul Capitolului 4 am prezentat studii și soluții de drenaj eficiente tehnico-economic realizate pentru suprafețele cu exces de umiditate din vestul României. La acest capitol menționez ca și contribuții personale calculul sistematizarea studiilor de drenaj pentru județul Caraș-Severin împreună cu realizarea hărții excesului de umiditate la nivel NUTS V, respectiv a unor hărți care includ mai mulți indicatori climatici. Totodată, mai pot menționa la contribuții personale și reprezentarea digitală a evoluției în timp a debitelor scurse prin D.P.E. Ø 80mm produs la Buzău fără filtru și cu filtru din saci uzați din polipropilenă și terasin înfășurat în jurul tubului de dren în cele 3 probe de sol testate din cadrul amenajării Caraș mal stâng, zona Greoni – Ticvanu Mare, județul Caraș-Severin respectiv a curbilor înfășurătoare ale evoluției în timp a debitelor scurse prin D.P.E. Ø 80mm produs la Buzău fără filtru și cu filtru din saci uzați din polipropilenă și terasin înfășurat în jurul tubului de dren în cele 3 probe de sol testate din cadrul amenajării Caraș mal stâng, zona Greoni – Ticvanu Mare, județul Caraș-Severin.

Capitolul 5 al tezei se referă la introducerea în literatura tehnică de specialitate a unui set de indicatori de exprimare a eficienței unei amenajări de desecare-drenaj. Acest capitol poate fi considerat în întregime ca și contribuție personală și originală întrucât la această oră, literatura românească tehnică de specialitate nu abordează aceste aspecte. În cadrul acestui capitol, am propus un

numar limitat de indicatori pentru exprimarea eficientei unei amenajari de desecare-drenaj pentru care am oferit si potentiale formule de calcul. Acesti indicatori se bazeaza pe studiile de drenaj si pot fi considerati ca indispensabili realizarii unor studii de drenaj eficiente tehnico-economic. Studiile de drenaj ofera valori pentru indicatorii utilizati iar analiza acestor indicatori poate sta la baza realizarii unui studiu de drenaj. Interdependenta studiilor de drenaj eficiente – indicatori de exprimare a eficientei unui sistem de drenaj este esentiala pentru un management atat eficient cat si eficace a drenajelor.

Capitolul 6 include pe langa analiza mai multor programe de modelare si proiectare romanesti si straine din domeniul drenajelor, o serie de calcule utilizand aplicatii si nomograme din strainatate. Astfel au fost utilizate programe precum EnDrain, DrainSpace, SaltMod, dar si standardul american EP479 pentru calculul distantei intre drenuri in regim controlat. Contributiile personale sunt: aplicarea programelor EnDrain, DrainSpace, SaltMod pentru calculul distantei intre drenuri precum si traducerea partiala a metodologiei de utilizare a acestora, calculul distantei intre drenuri in regim controlat utilizand standardul EP479, calculul distantei intre drenuri utilizand nomogramele aferente ecuatiei elipsei, descrierea si realizarea de comparatii intre mai multe programe de modelare si proiectare romanesti si straine. Toate softurile utilizate au la baza studii de drenaj realizate in diferite conditii si sub anumite metodologii. Complexitatea fiecarui program precum si eficienta si relevanta rezultatelor depinde de eficienta studiului de drenaj care sta la baza programului, implicit de numarul si complexitatea indicatorilor si elementelor analizate in cadrul studiului de drenaj efectuat.

Capitolul 7 analizeaza perspectivele amenajarilor de desecare-drenaj din Romania precum si impactul acestor amenajari asupra mediului. Impactul sistemelor de desecare-drenaj asupra mediului este inca insuficient abordata in tara noastra. In cadrul acestui capitol, ca si contributie doresc sa mentionez o analiza a eventualelor impacte pe care amenajarile de desecare-drenaj le pot avea asupra mediului inconjurator.

Capitolul 9 incheie teza cu o serie de concluzii si propuneri referitoare la domeniul drenajelor aducand in prim-plan si noua abordare a tehnicii drenajului DrainFrame inca neanalizata in tara noastra. DrainFrame aduce o noua perspectiva asupra realizarii unui studiu de drenaj eficient tehnico-economic.

Ca si concluzie, lista contributiilor personale este:

- realizarea hartilor climatice actualizate pentru judetele Timis si Caras-Severin;
- realizarea climogramelor pentru anii 2000 – 2006 privind zona Timisoara;
- realizarea unui istoric amplu privind amenajarilor de desecare-drenaj din Romania;
- introducerea in literatura romaneasca de specialitate a conceptului de drenaj controlat;
- introducerea in literatura tehnica de specialitate din Romania a formulelor necesare calculului distantei intre drenuri in regim controlat precum si metodologia de proiectare a structurilor necesare drenajului controlat;
- prelucrarea si sistematizarea studiilor de drenaj pentru judetul Caras-Severin impreuna cu realizarea hartii excesului de umiditate la nivel NUTS V, respectiv a unor harti care includ mai multi indicatori climatici;
- reprezentarea digitala si prelucrarea grafica a evoluției în timp a debitelor scurse prin D.P.E. Ø 80mm produs la Buzău fără filtru și cu filtru din saci uzați din polipropilenă și terasin înfășurat în jurul tubului de dren în cele 3

probe de sol testate din cadrul amenajării Caraș mal stâng, zona Greoni – Ticvanu Mare, județul Caraș-Severin;

- reprezentarea digitala si prelucrarea grafica a curbelor înfășurătoare ale evoluției în timp a debitelor scurse prin D.P.E. Ø 80mm produs la Buzău fără filtru și cu filtru din saci uzați din polipropilenă și terasin înfășurat în jurul tubului de dren în cele 3 probe de sol testate din cadrul amenajării Caraș mal stâng, zona Greoni – Ticvanu Mare, județul Caraș-Severin;
- sintetizarea si propunerea introducerii in literatura tehnica de specialitate din Romania a unui set de indicatori de exprimare a eficientei unei amenajari de desecare-drenaj pentru aprecierea performantei acestora;
- aplicarea programelor EnDrain, DrainSpace, SaltMod, Espadren pentru calculul distantei între drenuri in regim permanent si nepermanent, estimarea respectiv calculul debitului descarcat de drenuri precum si prezentarea sintetica a metodologiei de utilizare a acestora;
- realizarea aplicatiei GDZ RoDrain pentru calculul distantei între drenuri in regim nepermanent utilizand formulele Glover-Dumm si Guyon precum si urmarirea variatiei nivelului freatic in regim nepermanent cu ajutorul ecuatiilor De Zeeuw-Heilinga;
- urmarirea variatiei nivelului freatic între drenuri utilizand programul EnDrain;
- proiectarea diametrului tuburilor de drenaj utilizand programul DrainSpace;
- calculul distantei între drenuri in regim controlat utilizand standardul EP479;
- calculul distantei între drenuri utilizand nomogramele aferente ecuatiei modificate elipsei;
- descrierea si realizarea de comparatii între programele de proiectare romanesti si straine precum: Espadren, EnDrain, Saltmod, DrenVSubIr, DrainSpace, GDZ RoDrain, inclusiv propuneri referitoare la aceste programe;
- introducerea in literatura romaneasca tehnica de specialitate a unui subcapitol care include enumerarea, descrierea si scurta analiza a eventualelor impacte pe care amenajarile de desecare-drenaj le pot avea asupra mediului inconjurator;
- introducerea si analiza succinta a conceptului DrainFrame;
- realizarea de comparații calitative si cantitative între programul DrenVSubIr și Espadren privind rezultatele obținute la calculul distanței între drenuri cu formula Ernst, respectiv analiza ponderii pe care o au diferitele pierderi de sarcină în cadrul pierderii de sarcină totale (subcapitolul 6.5.5);
- compararea rezultatelor obținute la calculul distanței între drenuri in regim nepermanent utilizând formulele Glover-Dumm, Guyon și Jenab din cadrul programelor DrainSpace, Espadren si GDZ RoDrain (subcapitolul 6.5.4);
- urmărirea variației distanței între drenuri funcție de diametrul tubului de dren utilizat și conductivitatea hidraulică a solului folosind programele DrenVSubIr, DrainSpace și Espadren (subcapitolul 6.5.5).

Toate aceste contributii au ca si rezultat final al tezei eficientizarea din punct de vedere tehnico-economic a studiilor de drenaj pentru terenurile cu exces de umiditate.

9. CONCLUZII SI PROPUNERI

In 2005 FAO a estimat potentialul agricol al lumii la aproape 5000 milioane hectare din care acoperite cu culturi erau 1561 milioane hectare. Din acestea aproximativ 18% erau dotate cu instalatii pentru irigatii. Zona cu drenaj imbunatatit se ridica la aproximativ 14% din totalul suprafetei ocupate cu culturi, din care 50-75% reprezinta terenuri fara sisteme de irigatii iar diferenta terenuri cu sisteme de irigatii. Aceste statistici sunt relativ superficiale deoarece terenurile sunt dotate cu sisteme de drenaj de diferite categorii si intensitati tot odata incluzand si arealele care dispun de facilitati pentru controlul inundatiilor si nu de sisteme de drenaj propriu-zise.

Necesitatea pentru drenaj reprezinta un atribut dinamic al solului si care in general prezinta o tendinta crescatoare in contextul cresterii gradului de dezvoltare a agriculturii. Statisticile disponibile la aceasta ora prezinta la scara globala un procent de 2/3 din totalul terenului cultivat care este drenat in mod natural la un nivel suficient, necesitand doar in situatii speciale suport minim din partea drenajului artificial. Cealalta treime presupune necesitatea existentei unui sistem de drenaj artificial. Astfel, aproximativ 400 milioane hectare necesita imbunatatirea drenajului prin diverse metode in timp ce doar 100 – 150 milioane hectare dispun de aceste sisteme hidroameliorative. Referitor la terenurile irigate, doar un procent cuprins intre 10 si 20% dispune de sisteme de drenaj, un procent mult sub necesarul actual.

Tabelul 9.1 Suprafete agricole care necesita aplicarea drenajului la nivel mondial [FAO, 2005]

	Necesita imbunatatirea drenajului		Drenaj natural adecvat [mil. ha]	Total [mil. ha]
	Deja drenate [mil. ha]	Inca nedrenate [mil. ha]		
Terenuri irigate	25 – 50	100 – 150	50 – 100	> 250
Terenuri neirigate	100 - 150	250 – 300	800	> 1300
Total	125 - 200	350 - 450	850 - 950	> 1550

Drenajul agricol ca si practica de imbunatatire a umiditatii solului prin sustinerea drenajului natural are o vechime de aproximativ 200 ani. Chiar daca unele popoare din antichitate si ulterior erau constiente de beneficiile imbunatatirii drenajului si exista date privind aplicarea unor asemenea masuri, acestea au fost reduse ca si numar si de multe ori cu motivatie mai mult strategica decat agricola. Utilizarea tehnicilor de drenaj a ramas astfel foarte limitata pana in a doua jumatate a secolului XVIII cand, ca parte a nasterii unei agriculturi moderne, prin imbunatatirea acestor tehnici s-a demarat atragerea de investitii pentru punerea lor in aplicare la scara larga.

Drenajul a devenit in timp un instrument foarte diversificat. Daca pana in urma ca cateva decade acesta se concentra aproape exclusiv pe indepartarea

excesului de apa, drenajul modern a devenit parte a managementului integrat al apei, indepartand sau conservand volumele de apa necesare si fiind deasemenea preocupat de calitatea apei si valorile mediului.

Dezvoltarea drenajului din zilele noastre nu reprezinta doar o metoda de crestere a productiilor ci si un mijloc pentru reducerea costurilor de productie, de indepartare a constrangerilor din cadrul managementului fermelor, de protectie a mediului precum si de avansare in ceea ce priveste standardul de viata in mediul rural. Scopurile largi ale drenajului, in majoritatea lor, evolueaza in paralel functie de schimbarile ce au loc in agricultura si societate. Multe terenuri au perioade in care sunt afectate de excesul de umiditate. Aceste perioade nu sunt intotdeauna daunatoare deoarece excesul este limitat, perioadele cu exces de umiditate sunt scurte sau apar in perioade care nu dauneaza sau nu au efecte daunatoare pe durata sezonului de crestere. O buna parte din terenuri dispun la randul lor de un drenaj natural adecvat. Numai in situatiile in care excesul apare pe durate lungi de timp si cu efecte negative, se impune aplicarea unui sistem de drenaj artificial.

Drenajul agricol se aplica pentru urmatoarele scopuri: reabilitarea unor terenuri natural saturate pentru introducerea lor in circuitul agricol (drenaj pentru expansiune orizontala); imbunatatirea conditiilor de drenaj pe terenuri deja introduse in sistemul agricol

Drenajul pentru expansiunea orizontala a reprezentat principala activitate pana la finalul secolului XIX dar in zilele noastre a devenit mai putin importanta deoarece in majoritatea tarilor aceasta forma hidroameliorativa a ajuns la un punct mort, partial datorita lipsei terenurilor, partial datorita dorintei societatii de a pastra nealterate resursele de mediu. Desi acest tip de drenaj inca se mai practica in Sud-Estul Asiei si America de Sud, drenajul s-a orientat catre scopurile ce pot fi atinse prin expansiunea pe verticala.

In contextul celor deja prezentate in teza precum si in literatura de specialitate deosebit de ampla si complexa, ca si concluzii putem distinge cel putin urmatoarele obiective specifice si aditionale ale drenajului:

Concluzii pentru drenajul agricol

1. **Controlul saturatiei cu apa:** in zonele slab drenate, unde exista un grad mare al saturatiei cu apa, o parte importanta a spatiului porilor din zona radacinilor este ocupat de apa, ca si consecinta aerul fiind in cantitate redusa. Cresterea culturilor poate fi imbunatatita prin drenajul excesului de apa. Saturatia cu apa restrange utilizarea utilajelor pentru muncile agricole scazand eficienta operatiunilor din cadrul fermelor si impunand constrangeri in alegerea culturilor si in calendarul fermei.

2. **Controlul salinizarii:** riscul salinizarii terenurilor irigate din zonele aride datorita acumularii in exces a sarurilor in zona radacinilor se datoreaza in general combinatiei dintre scurgerea insuficienta a sarurilor din aportul de apa din irigatii si ridicarea capilara a sarurilor din zona freaticului subteran. Desi culturile prezinta tolerante variate la concentratia de saruri, cresterea si dezvoltarea multor culturi de baza pot fi sever afectate odata ce aceste acumulari de saruri din zona radacinilor depasesc anumite limite. Pentru a preveni aceste acumulari se impune mentinerea unui debit drenat din sol prin care sarurile sunt indepartate din zona radiculara si se mentine un control asupra nivelului freatic.

3. **Controlul eroziunii:** pierderile de sol prin eroziune ameninta productivitatea si sustenabilitatea terenurilor agricole. Lipsa vegetatiei constituie pe durata ploilor intense o conditie favorabila dezvoltarii acestor fenomene de eroziune. Imbunatatirea drenajului poate ajuta la reducerea acestor pierderi prin controlul

scurgerii de la suprafata terenului respectiv prin prevenirea atingerii vitezei de eroziune.

4. **Controlul inundatiilor:** problemele de drenaj pot fi cauzate nu doar de sursele de apa locale (precipitatii, infiltratii, irigatii) ci si de ape straine. Unele forme de inundare locala pot fi controlate prin sistemele obisnuite de drenaj.

Concluzii pentru drenajul destinat infrastructurii

5. **Sanatate publica si igiena rurala:** imbunatatirea drenajului, prin restrangerea zonelor de hrana a insectelor, contribuie in mod semnificativ la controlul unor boli periculoase. Drenajul ajuta deasemenea la imbunatatirea conditiilor sanitare in zonele cu apa stagnanta si poluata si ofera oportunitati de imbunatatire a acestor amenajari in zonele rurale unde nu exista canalizari adecvate.

6. **Protectia infrastructurii:** inundatiile produc disturbare ale activitatilor economice si afecteaza considerabil drumurile precum si alte sectoare ale infrastructurii. Cresterea nivelului freatic in zonele irigate afecteaza traficabilitatea drumurilor, cresc costurile de intretinere, distrug fundatiile cladirilor precum si structurile din materiale mai putin calitative.

7. **Dezvoltare rurala si siguranta alimentara:** natura si gama larga a obiectivelor si impactelor drenajului fac din aceasta masura hidroameliorativa un instrument propice dezvoltarii rurale. Drenajul a fost utilizat intens pentru dezvoltare rurala incepand cu a doua jumătate a secolului XX. A adus o contributie majora la dezvoltarea agriculturii si standardului de viata din zonele rurale precum si la siguranta alimentara de la nivel national si global.

Drenajul este astfel o parte vitala a managementului integrat al resurselor de apa. Managementul integrat al resurselor de apa reprezinta un proces care promoveaza coordonarea dezvoltarii si managementului apei, solului si resurselor care relationeaza cu acestea pentru a maximiza sectoarele social si economic intr-o maniera echitabila si fara a compromite sustenabilitatea ecosistemelor vitale. In acest sens, este necesar ca si drenajul sa realizeze un echilibru intre controlul saturatiei cu apa si conservarea umiditatii solului.

Drenajul modern serveste astazi nu numai sectorului agricol ci unui spectru mai larg de obiective si activitati economice, unele din ele fiind deja prezentate. Obiectivele si rezultatele aplicarii sistemelor de drenaj trebuie insa cuantificate atat din punct de vedere calitativ cat si cantitativ. Sistemele de apreciere a performantei unui sistem de desecare-drenaj cunosc inca doar o faza incipienta, o etapa care presupune continuarea cercetarilor din acest domeniu. Experienta globala cu aprecierea performantei sistemelor de desecare-drenaj este relativ saraca si ceea ce exista la ora actuala se bazeaza pe cercetari locale, orientate. Chiar si indicatorii utilizati sunt comuni atat pentru cercetare cat si pentru aprecierea performantei.

Parcurgand literatura de specialitate disponibila in domeniul aprecierii performantei drenajului se poate observa cu usurinta faptul ca nu exista o metoda simpla sau un instrument disponibil determinarii tuturor factorilor care evidentiaza performanta drenajului. Determinarea unor factori corespunzatori se face mai ales pe baza cercetarilor si expertizelor locale. Performanta slaba a drenajelor poate rezulta din deficientele legate de proiectare, materiale, constructie, exploatare. Desi o diagnoza pe termen lung, actualizata, a acestor elemente nu este usoara, aceasta examinare este necesara.

Un sistem de referinta in domeniul performantei drenajelor poate fi totusi realizat. Prin utilizarea unei serie de indicatori simpli (directi), masurabili, se indeplineste regula de aur pentru un sistem de succes. Numarul de variabile care caracterizeaza functionarea unui sistem de drenaj este mare dar numai cele care pot

fi obtinute direct, independent de altele, sunt potrivite pentru includerea lor intr-un sistem de referinta. Variabilele care descriu comportamentul nivelului freatic si distributia spatiala a acestuia sunt usor de masurat si descriu foarte bine functionarea sistemelor de drenaj. Din aceasta cauza, indicatorii inclusi in aprecierea performantei si care fac obiectul realizarii unui sistem de referinta trebuie sa se bazeze pe masuratori ale nivelului freatic. Desi nivelul freatic este usor de masurat, costurile pe care le presupune pot atinge valori mari. Pana in 1990 si putin dupa, IEELIF-urile au efectuat aceste masuratori care au fost prelucrate insa doar ocazional de catre instituturile de cercetare si universitati. Exista astfel o baza de date buna dar nevalorificata impunandu-se totodata continuarea efectuarii masuratorilor. Asociatiile utilizatorilor de apa respectiv organizatiile/ asociatiile preocupate de managementul apei (existente doar in cazul irigatiilor) pot insa suporta aceste costuri si pot furniza un volum de munca suficient pentru a se ajunge in final la un sistem de referinta a performantei standardizat. La ora actuala exista cadrul legislativ necesar formarii asociatiilor din domeniul desecarii-drenajelor.

Un proiect de drenaj este in mod frecvent componenta a unui sistem de management agricol al apei unde practicile drenajului sunt necesare. In aceasta situatie se impune integrarea diferitelor componente ale apei si solului.

Componenta drenaj din cadrul unor asemenea proiecte ample trebuie sa includa mai multe faze dintre care trebuie distinse urmatoarele: - identificarea, caracterizarea si prioritizarea problemelor zonei; - planificarea si proiectarea sistemelor; - implementarea si controlul calitatii muncii; - exploatare si intretinere; - evaluarea performantelor sistemului.

In cadrul acestui proces, multe decizii esentiale trebuie luate la diferite niveluri ale autoritatilor pe baza propunerilor venite din partea planificatorilor si proiectantilor. Nijland, Croon si Ritzema (2005) au oferit un cadru de idei privind implementarea, exploatarea si intretinerea sistemelor de drenaj subteran, inclusiv aprecierea calitatii amenajarilor realizate. FAO (2005) a realizat deasemenea un indrumator privind selectarea si proiectarea celor mai potrivite materiale (tuburi si filtre) pentru sistemele de drenaj agricol. Viitoarele aparitii ale FAO vor dezbate evaluarea performantelor sistemelor de drenaj existente. Chiar daca exista carti actuale privind drenajul agricol, precum ILRI (1994), Skaggs si Van Schilfgaarde (1999), Smedema, Vlotman si Rycroft (2004), indrumatoare specifice si concise precum si programe de calcul explicite si usor de utilizat (bazate pe un numar limitat de parametrii simpli) pot facilita munca inginerilor de drenaje pentru planificarea si proiectarea acestui tip de amenajari.

Acestea intentioneaza a servi ca si instrumente pentru planificarea si proiectarea integrata a drenajelor, data fiind importanta acordata sustenabilitatii, factorilor de mediu si socioeconomici. Rezultatele beneficiilor socio-economice prin crearea de conditii pentru productii agricole sustenabile respectiv obtinerea de noi terenuri prin drenaj agricol se gasesc in productiile agricole prin cantitati mai mari ale recoltelor, introducerea de culturi mai valoroase, obtinerea de venituri mai mari la nivelul fermelor, imbunatatirea accesibilitatii in zonele rurale si conditii mai bune de locuit. Mai mult, prin drenaj agricol se pot asigura conservarea si imbunatatirea calitatii resurselor de sol. Dezvoltarea irigatiilor in zonele aride si semi-aride fara facilitati adecvate privind drenajul a cauzat salinizarea excesiva, rezultand in cazuri extreme de deteriorare a terenurilor agricole. Salinizarea afecteaza aproximativ 10% din terenurile irigate. Acest procent va continua sa creasca daca nu se va accelera minimizarea pierderilor de apa precum si daca scaderea disponibilului de apa de buna calitate va depasi un anumit procent necesar stabilizarii salinitatii solului ca urmare a unor percolari insuficiente. Salinizarea este controlata de

percolarea sarurilor in exces din zona radacinilor. Sistemele de drenaj vor asigura sustenabilitatea procesului de miscare a apei in sol, cu o magnitudine suficient de mare pentru a evacua sarurile acumulate prin aportul apei din irigatii respectiv datorita ridicarii capilare.

Pierderile excesive din canale, rezervoare respectiv ferme supra-irigate deseori contribuie la incarcarea acviferelor astfel incat se va produce fenomenul de saturare cu apa, devenind astfel mai mult decat necesar instalarea unui sistem de drenaj artificial. Minimizand judicios pierderile din sistemele de irigatii, se vor realiza conditiile pentru instalarea unor amenajari de drenaj eficiente din punct de vedere economic. Mai mult decat atat, drenajele pot fi de real folos in prevenirea desertificarii solurilor. In zonele temperate umede, sistemele de drenaj pot facilita managementul nivelurilor apelor subterane in conformitate cu conditiile de mediu dorite. In unele regiuni, sistemele de drenaj publice ajuta la evacuarea apelor poluate din zonele urbane si industriale. Totusi, potentialele efecte negative ale proiectelor de drenaj asupra mediului nu sunt putine si aici putem enumera urmatoarele: schimbari ale varfurilor hidrologice cu impact asupra zonelor din aval, descarcarea de efluentii salini in zonele din aval, descarcarea de substante solubile care pot cauza eutrofizarea sau chiar poluarea cursurilor de apa, zonele cu instalatii pentru tratarea apei drenate pot constitui surse de poluare, subsidenta solurilor turboase datorita unui drenaj necorespunzator, scaderea nivelurilor freaticice din zonele umede protejate sau din zonele inalte, impact negativ asupra vegetatiei naturale ripariene. Deoarece problemele de mediu sunt legate de operatiunile de la nivelul fermelor respectiv de managementul apei din camp, aplicarea de bune practici agricole reprezinta prima actiune care trebuie luata pentru reducerea impactelor nefavorabile. Conservarea apei, reciclarea ei in cadrul ariei proiectate precum si evacuarea sigura a acesteia sunt actiuni care trebuie considerate.

Proiectele de drenaj trebuie astfel sa ia in considerare atat imbunatatirea sectorului socio-economic cat si respectarea normelor de mediu. Potentialele conflicte intre dezvoltarea rurala si mediul inconjurator trebuie evitate, micorate sau rezolvate. Astfel trebuie pastrata o atentie deosebita in planificarea, proiectarea, implementarea, exploatarea si intretinerea unui sistem de drenaj, in toate fazele de dezvoltare, pentru a ne asigura ca impactul asupra mediului, odata determinat, este minimizat la dimensiuni acceptabile din toate punctele de vedere.

Programele de modelare sunt cele care pot oferi cele mai bune informatii referitoare la evolutia in timp a componentelor mediului ca urmare a aplicarii unui sistem de desecare-drenaj. Industria programelor de acest tip a cunoscut in ultimul timp o dezvoltare majora, numerosi cercetatori aducandu-si contributiile la realizarea de platforme care reprezinta tot mai fidel procesele si componentele din cadrul amenajarilor de desecare-drenaj. Aplicatii precum EnDrain, DrainSpace abordeaza numai calcule relativ simple din cadrul proiectelor de desecare-drenaj in timp ce alte programe mai evolute precum SaltMod, SahysMod sau Drainmod pot oferi prognoze ale evolutiei nivelului freatic, a debitului drenat dar ating si probleme de mediu precum prognoza salinitatii solului sau a eficientei irigatiilor. Foarte important este si faptul ca o buna parte din aceste programe abordeaza in cadrul proiectarii amenajarilor de desecare-drenaj cazul drenajelor in regim nepermanent, de altfel cazul intalnit in practica. Programele din Romania au din pacate o complexitate deosebit de redusa, atat prin problematica abordata cat si prin rezultatele oferite, rezumandu-se doar la dimensionarea/ proiectarea tehnico-economica eficienta/ calculul mai rapid al unor elemente de dimensionare ale drenajelor. Deducem deci ca si in cazul drenajului, o abordare integrata este mai mult decat necesara. Pentru a fi posibila o asemenea analiza, a fost elaborata o

noua metodologie: Drainframe. Drainframe reprezinta un instrument analitic de planificare care permite realizarea unei aprecieri asupra apei drenate si reutilizarii ei intr-un cadru integrat al managementului resurselor (figura 9.1).

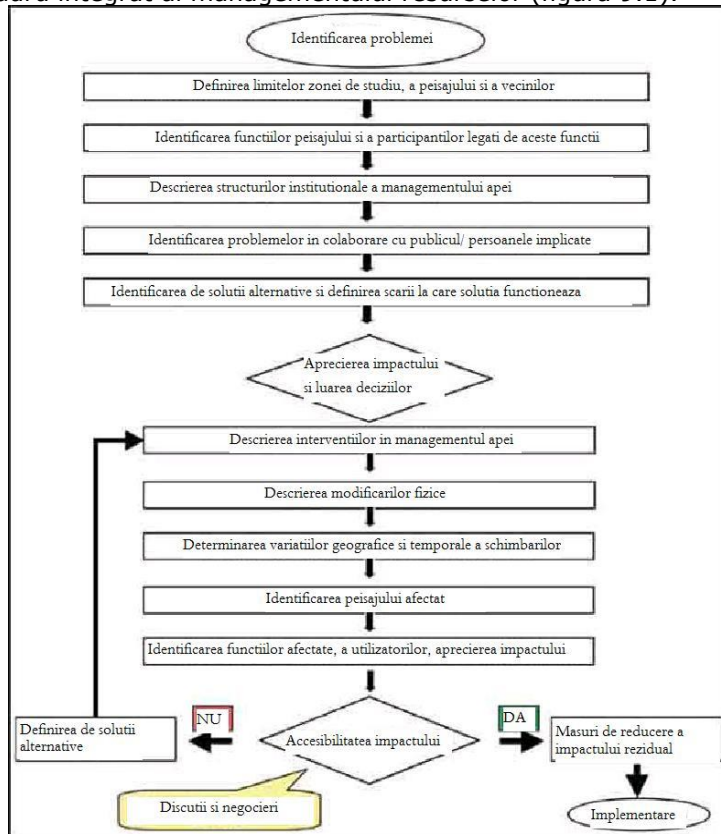


Fig. 9.1 Schema Drainframe [IPTRID, 2005]

Metodologia de planificare participativa examineaza toate aspectele ale resurselor sistemului, ale utilizatorilor si persoanelor cu putere decizie in acest domeniu, analizeaza individual impactele, costurile si beneficiile, prioritizeaza investitiile, localizeaza beneficiile si reduce efectele adverse.

Definitile curente ale drenajului implica un singur obiectiv. ICID ofera urmatoarea definitie: „Drenajul agricol reprezinta indepartarea excesului de apa de la suprafata si din subteran inclusiv a sarurilor solubile, pentru a asigura dezvoltarea si cresterea culturilor.” O definitie mult mai potrivita ar fi urmatoarea: „Drenajul reprezinta managementul apei si al solului prin procesele de indepartare a excesului de apa si de management a nivelelor freatice superficiale – prin retinerea sau indepartarea apei – pentru a se obtine un ansamblu optim de beneficii sociale si economice cu protejarea functiilor ecologice cheie. Aceasta definitie permite o perspectiva integrata a drenajului pentru a fi dezvoltata. Integrarea nu reprezinta dezvoltarea unui model pe deplin articulat al managementului ideal al resurselor de apa fara vreo pierdere in final ci reprezinta o inaintare in dezvoltarea de alianta cu interese compatibile in managementul resurselor de apa si crearea de spatii pentru negocieri in cadrul aparitiei de conflicte de interese. Drenajul nu trebuie sa

reprezinta o structura izolata in cadrul agriculturii ci sa devina instrument cheie in atingerea anumitor obiective si interese. Integrarea va avea diferite sensuri in diferite contexte, dar oricare ar fi acest context, drenajul va beneficia fiind privit dintr-o perspectiva integrata.

Managementul integrat al drenajului poate insemna:

- cunoasterea si intelegerea multiplelor obiective servite de managementul nivelului freatic ridicat precum si de distributia apei de suprafata in exces, impreuna cu necesitatea mentinerii sustenabilitatii resurselor;
- adaptarea interventiilor in domeniul drenajelor la resursele naturale din sistem, luarea in considerare a diversitatii situatiilor care necesita drenaj si incercarea de a optimiza bunurile si serviciile produse de resursele naturale ale sistemului (planificarea si managementul diversitatii si multifunctionalitatii);
- instituirea de forme guvernamentale si decizionale cu reprezentarea diferitilor participanti din domeniul drenajelor;
- imbunatatirea bazei de cunostinte stiintifice printr-o schimbare in obiectivele comunitatii stiintifice catre sustenabilitate, multifunctionalitate precum si reprezentarea participativa a tuturor persoanelor implicate in domeniul drenajelor.
- cunoasterea si intelegerea diversitatii situatiilor din domeniul drenajelor precum si necesitatea pentru planificare locala si regionala cu interventii in domeniul tehnologiei si al administratiei;
- realizarea de harti sistematice privind multifunctionalitatea mediului influentat de drenaj impreuna cu pluralitatea valorilor atribuite acestor functii de diferite grupuri de interese;
- abordarea din punct de vedere multifunctional si al pluralitatii valorilor de catre institutiile guvernamentale, de management si financiare inclusiv regandirea interventiilor fizice tehnice asupra infrastructurii;
- politici pentru crearea unor medii favorabile in vederea realizarii schimbarilor necesare in domeniul desecarii-drenajelor.

Drenajul este astfel parte a sistemului national de management a resurselor. El nu mai trebuie privit doar ca un instrument cu un singur scop cu impact pozitiv sau negativ asupra agriculturii ci trebuie apreciat in termeni ai optimizarii multiplelor functii si valori produse de resursele naturale ale sistemului, odata cu schimbare in perspectiva, unitatea de analiza necesitand a fi marita la „sisteme de productie agricola” dincolo de obiectivul conventional al „sistemului de drenaj”.

Pentru o dezvoltare sustenabila a agriculturii romanesti in contextul actual al schimbarilor climatice dar si ca stat membru al Uniunii Europene, in domeniul desecarii-drenajelor propun urmatoarele:

- abordarea problemei excesului de umiditate in cadrul managementului integrat al resurselor de apa prin cunoasterea amanuntita atat a avantajelor cat si a dezavantajelor oferite de sistemele de desecare-drenaj si luarea acestora in considerare in vederea mentinerii sustenabilitatii resurselor de apa;
- planificarea si proiectarea integrata a sistemelor de desecare-drenaj cu respect pentru valorile mediului (controlul si minimizarea impactelor negative pe care amenajarile de desecare-drenaj le pot avea asupra mediului);
- introducerea in literatura de specialitate romaneasca a ultimelor aparitii la nivel mondial din domeniul drenajelor, in special a acelor care abordeaza problema drenajelor moderne, multifunctionale (lucrurile Prof. Skaggs, Smedema, Cooke etc.);
- introducerea in procesul de proiectare din Romania a celor mai noi si mai complexe programe de simulare, modelare si proiectare a sistemelor de desecare-drenaj, inclusiv prin modernizarea si adaptarea programelor romanesti actuale;

- realizarea unui sistem de referinta complex pentru crearea posibilitatii de implementare a unor standarde de calitate in domeniul drenajelor, inclusiv realizarea de indicatori pentru aprecierea performantei unei amenajari de drenaje;
- introducerea pe scara larga a sistemelor tip GIS pentru realizarea de harti complexe a zonelor care necesita diferite tipuri de sisteme de drenaj;
- crearea unui cadru legislativ favorabil investitiilor in domeniul managementului integrat al resurselor de apa cu aplicabilitate larga in sectorul hidroameliorativ;
- initierea de cursuri de perfectionare privind cunoasterea si intelegerea multiplelor rolori si obiective a sistemelor de desecare-drenaj;
- crearea de zone de studiu, campuri experimentale, cu infrastructura moderna atat pentru cercetatorii, proiectantii, utilizatorii din domeniu cat si pentru cadrul de invatamant universitar;
- modernizarea curriculei si a syllabus-urilor actuale de la nivel universitar care privesc problema drenajelor;
- implicarea mai larga a diferitelor institutii si organizatii interesate de problematica excesului de apa in procesele de planificare, proiectare si evaluare a sistemelor de desecare-drenaj (universitati tehnice, universitati agronomice, centre meteorologice, ONG-uri, institute de cercetare etc.).

In Romania, desi s-a demarat un proces amplu de reabilitare si modernizare a S.P. de desecare, numarul lucrarilor noi de reparatii si intretinere a retelelor de canale de desecare in vederea evitarii infestarii cu vegetatie si a colmatarii a ramas din pacate destul de mic. Cu toate acestea, datorita unor masuri importante luate precum: reformarea structurii organizatorice a Administrației, în contextul prevederilor Legii îmbunătățirilor funciare nr.138/2004, cu modificările ulterioare; organizarea activității de administrare, întreținere, reparare și exploatare în perimetre zonale coordonate de inspectori zonali, pentru sporirea eficienței acesteia, creșterea responsabilizării personalului și a vitezei de intervenție în situațiile de urgență provocate de calamitățile naturale; realizarea începând cu anul 2006 a unor structuri organizatorice elastice la nivelul unităților de administrare, urmare transferului de responsabilități către personalul tehnic din teritoriu; preluarea de către sucursalele teritoriale a unor atribuții ale unităților de administrare pentru desfășurarea în condiții normale și eficiente a activității, în aria teritorială a acestora; realizarea în anul 2006 a sistemului de management informațional (MIS) și a rețelei virtuale private a ANIF (VPN) pentru asigurarea în timp real (on-line) a informațiilor privind activitățile din teritoriu; **problema lucrarilor de desecare-drenaj ramane una de actualitate in Romania si cu perspective pozitive in ceea ce priveste domeniul investitiilor, al legislatiei dar si al resurselor umane.**

10. BIBLIOGRAFIE GENERALA

1. Abbott C.L., et all, 2002, Review of the Potential for Controlled Drainage Around the World, KAR Project R7133, Report OD 146, 42 pages, H.R. Wallingford, Department for International Development, England;
2. Abdalla, M.A., M.S. Abdel Dayem and H.P. Ritzema 1990. Subsurface drainage rates and salt leaching for typical field crops in Egypt. In: Symposium on land drainage for salinity control in and semi-arid regions. Drainage Research Institute, Cairo, pp. 383-392.
3. Abdel Gawad, S.T., M.A. Abdel Khalek, D. Boek, D.E. ElQuosy, C.W.J. Roest, P.E. Rijtema and M.F.R. Smit 1991. Analysis of water management in the Eastern Nile Delta. Re-Use of Drainage Water Project Report 30. The Winand Staring Centre, Wageningen, 245 p.
4. Abdel-Dayem, S. 2000. Drainage experiences in arid and semi-arid regions. In Proceedings, 8th ICID International Drainage Workshop. New Delhi.
5. Abenney-Mickson, S., A. Yomota, and T. Miura, 1997. Water balance of field plots planted with soybean and pumpkin. Trans. ASAE, 40: 899-909.
6. Abramov, Bindeman, Bocever - 1960 - Vlianic vodohrahslici na ghudroghiolghiceskie uslovia prilagaiushch teritorii Gostoizdat
7. Adameşteanu D. -1983 - Civilizații antice din Italia meridională - Ed. Didactică și Enciclopedică
8. ADAPT Version 4.2, Agricultural Drainage And Pesticide Transport Model (with Nutrients), The Ohio State University, Agricultural Engineering Department, August, 1997;
9. Agency for Agricultural Research and Development and Land and Water Research Group 1992. Acid sulphate soils in the humid tropics: Water management and soil fertility. AARD, Jakarta, 283 p.
10. Agenția de Protecția Mediului, Starea Mediului 2006 pentru județul Timiș
11. Agricultura României, 1944 - 1964, Ed. Agro-Silvică, București, 1964;
12. Alberts, R.R., E.H. Stewart, and J.S. Rogers. 1971. Ground water recession in modified profiles of Florida Flatwood soils. Soil and Crop Science Soc. FL Proceed. 31:216-217.
13. Allen, R., L. S. Pereira, Raes, D and Smith, M., 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements, Irrigation and drainage paper 56. FAO, Rome.
14. Allen, R.G., M.E. Wright and R.D. Burman, 1989. Operational estimates of evapotranspiration. Agron. J., 81, 650-662.
15. Allen, R.G., 1991. REF-ET Reference evapotranspiration calculator, version 2.1. Utah State University, Logan, 39 pp.
16. Allmaras, R.R., A.L. Black, and R.W. Rickman. 1973. Tillage, soil environment and root growth. Proc., Natl. Conserv. Tillage Conf., Des Moines, IA, pp. 62-86.
17. Ami S. R., Drainage Pipe Testing Manual, Canadian International Development Agency (CIDA), 1987, Hull, Quebec, Canada;
18. Anat, A., H.R. Duke, and A.T. Corey. Steady upward flow from water tables. Hydrol. Pap. No. 7. CO State Univ., Fort Collins, CO.

19. Armstrong, A.C., Mathews, A.M. & Castle, D.A. 1992. Drainage models to predict soil water regimes in drained soils, ADAS Soil and Water Research Centre. Cambridge, UK.
20. Aromovici, V. S., Donnan, W. W., 1946. Soil permeability as a criterion for drainage design. *Trans. Amer. Geophys. Un.* 27: 27-141
21. ASAS, Comisia de elaborare a programului național de lucrări privind eliminarea excesului de apă de pe terenurile agricole și combaterea inundațiilor, Grupa I, Câmpia de Vest, Sinteza privind cauzele naturale și antropice ale excesului de apă și inundațiilor, 1973;
22. Ashby, M., A.J. Dolman, P. Kabat, E.J. Moors and M.J. Ogink-Hendriks, 1996. SWAPS version 1.0. Technical reference manual. Technical document 42, Winand Staring Centre, Wageningen.
23. Barbu Ion, Popa Ionel – The monitoring of drought appearance risk in Romania's forests, *Bucovina Forestieră IX*, 1-2;
24. Bastiaanssen, W.G.M. and Bos, M.G. (1999) Irrigation performance indicators based on remotely sensed data: a review of literature. *Irrigation and Drainage Systems* 13, 291–311.
25. Bastiaanssen, W.G.M., Brito, R.A.L., Bos, M.G., Souza, R., Cavalcanti, E.B. and Bakker, .M. (2001) Low cost satellite data applied to performance monitoring of the Nilo Coelho irrigation scheme, Brazil. *Irrigation and Drainage Systems* 15, 53–79.
26. Baver, L.D., W.H. Gardner, and W.R. Gardner. 1972. *Soil Physics*, 4 ed., John Wiley & Sons, NY.
27. Băeștean G., *Apa la romani*, Ed. Napoca Star, Cluj Napoca, 2003;
28. Bălțeanu D., Programul "INVENTARIEREA TEMATICĂ A FONDULUI FUNCİAR BAZATĂ PE TELEDETECȚIE, G.I.S. ȘI G.P.S.", Institutul de Geografie al Academiei Române (IGAR), Centrul Român pentru Utilizarea Teledetecției în Agricultură (CRUTA), Institutul de Cercetări pentru Pedologie și Agrochimie (ICPA); Sesiunea științifică AEROSPAȚIAL 2004, București 1 – 2 iulie 2004;
29. Băltescu M. și colab., *Țara Bârsei*, Ed. Academiei R.S.R., București, 1972;
30. Bără C., Chirilă A., Ghidul hidroamelioratorului, Ed. Ceres, București, 1994;
31. Bear, J., 1972. *Dynamics of fluids in porous media*. Elsevier, Amsterdam.
32. Beesen, van der, A.H.G.C. & Schultz, B. 1999. Water for food and rural development. Country position paper, Ministry of Transport, Public Works and Water Management. The Hague, Netherlands.
33. Bejan A., *Banatul în secolele IV – XII*, Editura de Vest, Timișoara 1995;
34. Belmans, C., J.G. Wesseling and R.A. Feddes, 1983. Simulation of the water balance of a cropped soil: SWATRE. *J. Hydrol.*, 63, 271-286.
35. Belmans, C., 1983. Simulation model of the water balance of a cropped soil: SWATRE. *J. Hydrol.* 63:271-286.
36. Beltman, W.H.J., J.J.T.I. Boesten and S.E.A.T.M. van der Zee, 1995. Analytical modelling of pesticide transport from the soil surface to a drinking water well. *J. Hydrol.*, 169, 209-228.
37. Benes S., Peters D., Grattan S., 1999, *Integrated On-Farm Drainage Management: Using Plant Transpiration to Reduce Drainage Volumes*, CATI Publication, U.S.A.;
38. Bengtson, R.L., C.E. Carter, H.F. Morris and S.A. Bartkiewicz 1988. The influence of subsurface drainage practices on nitrogen and phosphorus losses in a warm, humid climate. *Transactions of the ASAE*, 31, pp. 729 – 733;

39. Beudant F.S. – 1822 – Voyage mineralogique et geologique en Hongrie pendant l’annee 1818 – I – IV Paris
40. Beven, K. and P. Germann, 1982. Macropores and water flow in soils. *Water Resour. Res.*, 18: 1311-1325.
41. Bhutta, M.N. & Wolters, W. 1997. IWASRI research: value for money. GRID #10, IPTRID Network, H.R. Wallingford Oxford, UK.
42. Birley, M.H. 1989. Guidelines for forecasting the vector-borne disease implications of water resources development. PEEM Guidelines, Series 2, Geneva, 71 p.
43. Biswas, A.K. and Q. Geping (eds.) 1987. Environmental impact assessment for developing countries. Tycooly, London, 232 p.
44. Biggar, J.W. and D.R. Nielsen, 1976. The spatial variability of the leaching characteristics of a field soil. *Water Resour. Res.*, 12, 78-84.
45. Black, T.A., W.R. Gardner and G.W. Thurtell, 1969. The prediction of evaporation, drainage, and soil water storage for a bare soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 33, 655-660.
46. Blaney, H.F., and W.D. Criddle. 1947. A method of estimating water requirements in irrigated areas from climatological data. USDA Soil Conserv. Serv. report (rev.).
47. Blenesi-Dima A., Tehnici și metode optime de utilizare a materialelor geosintetice în lucrările de îmbunătățiri funciare, Teză de doctorat, UP Timișoara, 2007;
48. Bloodworth, M.E., C.A. Burleson, and W.R. Cowley. 1958. Root distribution of some irrigated crops using undisturbed soil cores. *Agron. J.*, vol. 50:317-320.
49. Blidaru V., Pricop Gh., Wehry A. – 1981 - Irigații și drenaje, Ed. Didactică și Pedagogică, București;
50. Blidaru V., Wehry A., Pricop Gh. - 1997 - Amenajări de irigații și drenaje, Ed. Interprint, București;
51. Boast, C.W. and Don Kirkham. 1971. Auger hole seepage theory. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 35:365-374.
52. Bodog M.F., Interacțiunea irigații-drenaj și impactul acestora asupra mediului din bazinul Crișurilor, Teză de doctorat, UP Timișoara, 2007;
53. Bold I., Buciuman, Spațiul Rural, Ed. Mirton;
54. Boons-Prins, E.R., G.H.J. de Koning, C.A. van Diepen and F.W.T. Penning de Vries, 1993. Crop specific simulation parameters for yield forecasting across the European Community. Simulation Rep. 32, CABO-DLO and SC-DLO, Wageningen, The Netherlands.
55. Borg, H. and Grimes, D. W.,. 1986. Depth development of roots with time: An empirical description. *Trans. ASAE* 29:194-197.
56. Bos, M.G. (1996) Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop on the Interrelationship between Irrigation, Drainage and the Environment in the Aral Sea Basin. Kluwer, Dordrecht, The Netherlands.
57. Bos, M.G. (1997) Performance indicators for irrigation and drainage. *Irrigation and Drainage Systems* 11, 119–137.
58. Bos, M.G. (2001) Why would we use a GIS DataBase and Remote Sensing in irrigation management? In: van Dijk, A. and Bos, M.G. (eds) GIS and Remote Sensing Techniques in Land and Water Management. Kluwer, Dordrecht, The Netherlands, pp. 1–8.

59. Bos, M.G. and Nugteren, J. (1990) On Irrigation Efficiencies, 4th edn. ILRI publication 19. International Institute for Land Reclamation and Improvement, Wageningen, The Netherlands.
60. Bos, M.G., Wolters, W., Drovandi, A. and Morabito, J.A. (1991) The Viejo Retamo secondary canal – performance evaluation case study: Mendoza, Argentina. *Irrigation and Drainage Systems* 5, 77–88.
61. Bos, M.G., Abdel-Dayem, S. and Abdel-Rahman Attia, F. (1994a) Assessing performance of irrigation and drainage: examples from Egypt. Proceedings 8th IWRA World Congress on Water Resources, Cairo, November 1994. Volume 1, T4-S1, pp. 6.1–6.18.
62. Bos, M.G., Murray-Rust, D.H., Merrey, D.J., Johnson, H.G. and Snellen, W.B. (1994b) Methodologies for assessing performance of irrigation and drainage management. *Irrigation and Drainage Systems* 7, 231–261.
63. Bos, M.G., Vos, J. and Feddes, R.A. (1996) CRIWAR 2.0: A Simulation Model on Crop Irrigation Water Requirements. ILRI publication 46. International Institute for Land Reclamation and Improvement, Wageningen, The Netherlands.
64. Bos, M.G., Salatino, S.S. and Billoud, C.G. (2001) The water delivery performance within the Chivilcoy Tertiary Unit. *Irrigation and Drainage Systems* 15, 311–325.
65. Bos, M. G. (1994). Suggested Indicators for Assessing Irrigation and Drainage Performance in Egypt. Report to the Drainage Panel. Wageningen, The Netherlands, ILRI: 28.
66. Bos, M. G. (1996). Performance indicators for irrigation and drainage. Workshop on the evaluation of the performance of subsurface drainage systems, 16th ICID Congress, Cairo, Egypt, ICID-Cemagref.
67. Botzan M., Începuturile hidrotehnicii pe teritoriul României , Ed. Tehnică, București, 1994;
68. Bouma, J. and J.L. Anderson, 1973. Relationships between soil structure characteristics and hydraulic conductivity. p. 77-105. In: R.R. Bruce (ed.). Field soil moisture regime. SSSA Special Publ. no. 5. Am. Soc. of Agron. Madison, Wis.
69. Boumans, J.H. (1979). Drainage calculations in stratified soils using the anisotropic soil model to simulate hydraulic conductivity conditions. In: J.Wesseling (Ed.), Proceedings of the International Drainage Workshop, p. 108-123. Publ. 25, ILRI, Wageningen, The Netherlands.
70. Boussinesq, I., 1903. Su rune mode simple d'écoulement des nappes d'eaux d'un infiltration à lit horizontale avec rebords vertical tout autour lorsqu'une partie de ce rebord est enlevée depuis la surface jusqu'au fond. *C. R. Acad. Sci., Paris*, 137: 5-11
71. Bouwer, H. 1955. Tile drainage of sloping fields. *Agricultural Engineering* 36,6 p.
72. Bouwer, H. 1963. Theoretical effect of unequal water levels on the infiltration rate determined with buffered cylindrical infiltrometers. *J. Hydrol.* 1:29-34.
73. Bouwer, H. 1964. Measuring horizontal and vertical hydraulic conductivity of soil with the doubletube method. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 28:19-23.
74. Bouwer, H. 1966. Rapid field measurement of air-entry value and hydraulic conductivity of soil as significant parameters in flow system analysis. *Water Resource. Res.* 2:729-738.

75. Bouwer, H. 1969. Infiltration of water into nonuniform soil. *J. Irrigation and Drainage Division, Amer. Soc. Agric. Eng.* 95(IR4):451-462.
76. Bouwer, H. 1974. Developing drainage design criteria. In *Drainage for Agriculture*, ch. 5, J. van Schilfgaarde, ed., Amer. Soc. of Agron., Madison, WI.
77. Bouwer, H., and J. van Schilfgaarde. 1963. Simplified method of predicting the fall of water table in drained land. *Amer. Soc. Agric. Eng.* 6(4):288-291, 295.
78. Bouwer, H., and R. D. Jackson. 1974. Determining soil properties. In *Drainage for Agriculture*, J. Van Schilfgaarde (ed.), Amer. Soc. of Agron., Madison, WI, pp. 611-672.
79. Bouwer, H. 1962. Field Determination of Hydraulic Conductivity Above a Water Table with the Double-Tube Method. *Soil Science Society of America Proceedings*, Vol. 26, No. 4, July-August 1962.
80. Bouwer, H. and R.S. Bowman (eds.) 1989. Effects of agriculture on groundwater. *Agriculture, Ecosystems, and Environment* 26, pp. 161-394.
81. Brakensiek, D.L. 1977. Estimating the effective capillary pressure in the Green-Ampt infiltration equation. *Water Resource. Res.* 13(3):680-682.
82. Braşoveanu N., Eficienţa intensificării agriculturii şi economia de energie, Ed. Ceres, Bucureşti, 1983.
83. Bresler, E., and G. Dagan, 1983. Unsaturated flow in spatially variable fields. 2. Application of water flow models to various fields. *Water Resour. Res.*, 19: 421-428.
84. Brisson, N., 1998. An analytical solution for the estimation of the critical available soil water fraction for a single layer water balance model under growing crops. *Hydrology and Earth Science Systems*, 2:221-231.
85. Brown L.C. - 1993 - *Agricultural Drainage and Subirrigation Systems: Designing Systems for Production and Environmental Balance*, Overholt Drainage School Reference Notebook. Department of Food, Agric. and Biol. Engineering. Ohio State University.
86. Brown L.C., Ward A., Fausey N.R. - 1993 - *Agricultural water table management system*, Department of Food, Agric. and Biol. Engineering, Ohio State University.
87. Buhociu L., Creangă L., Îmbunătăţirile funciare în România (Realizări şi perspective), *Buletinul AGIR* nr. 3/2000, Bucureşti, pg. 2-7;
88. Buhociu L., Îmbunătăţirile funciare în România - un trecut cu tradiţie, experienţă şi realizări care îndeamnă la reflecţie pentru prezent şi viitor, *Rev. A.I.F.C.R.*, nr. 3/1992, pg. 39 - 43;
89. Buhociu L., Probleme actuale şi de perspectivă ale amenajărilor de drenaj din România, *Rev. A.I.F.C.R.*, nr. 2/1992, pg. 23 - 27;
90. Bustos, R.M., Marre, M., Salatino, S., Chambouleyron, J. and Bos, M.G. (1997) Performance of water users associations in the lower Tunuyan area. Submitted for publication to *Irrigation and Drainage Systems*.
91. Cazacu E. şi colaboratorii., *Desecări*, Ed. Ceres, Bucureşti, 1985;
92. CEC. 1985. Explanatory text and map sheets of the 1: 1.000.000 soil map of the European Communities. Directorate- General for Agriculture. Office for official publications of the European Communities, Luxembourg, Luxembourg
93. Chambouleyron, J. (1994) Determining the optimal size of water users' associations. *Irrigation and Drainage Systems* 8, 189-199.

94. Christen E.W., J.E. Ayars, Subsurface Drainage System Design and Management in Irrigation Agriculture: Best Management Practices for Reducing Drainage Volume and Salt Board, CSIRO Land and Water, 2001;
95. Chuah, J.H. & Lim, K.H. 1989. Water management of oil palm on coastal soils: Sime Darby's experience. *The Planter*, 65: 334-344. (In op. cit. Keizrul, Experiences in agricultural drainage development in the humid tropics region.)
96. Clemmens, A.J. and Bos, M.G. (1990) Statistical methods for irrigation system water delivery performance evaluation. *Irrigation and Drainage Systems* 4, 345-365.
97. Comisia Europeană, Primul raport asupra lipsei de apă și secetei, Noiembrie 2006;
98. Commission on Ecology and Development Cooperation/CEDC 1986. Report on environment and development cooperation. Royal Tropical Institute, Amsterdam.
99. Committee on Irrigation-Induced Water-Quality Problems 1989. Irrigation-induced water quality problems: what can be learned from the San Joaquin Valley experience. National Academy Press, Washington, 157 p.
100. Cooke R., 2000, Bio-Filters for Edge-of-Field Water Quality Management, Agronomy Day 2000 Field Presentations, University of Illinois Extension;
101. Corfus Ilie, *Agricultura în Țările Române, 1848 - 1864*, Ed. Științifică și Enciclopedică, București, 1982;
102. Counsell C., Tim Hess, *WaSim User Manual*, Project R6879, HR Wallingford, Cranfield University;
103. Cseko G., Hayde L., *Danube Valley, History of Irrigation, Drainage and Flood Control*, 2004, ICID;
104. Dagan, G. 1964. Spacings of drains by an approximate method. *Journal of the Irrigation and Drainage Division ASCE* 90, pp. 41-46.
105. David I., *Grundwasserhydraulik. Stromungs und Transportvorgänge*, Mit 84 Abbildungen;
106. David I., Model de calcul pentru drenajul subteran ireversibil in subirigație, *St. Cerc. Mec. Apl.*, Tom 44, nr. 4, 1985, pg 2376-383;
107. David I., *Über Ein Berechnungsverfahren der Verlusthöhe Beim Eintrittswiderstand des Wassers in die Drainrohre*, *Revue Roumaine des Sciences Techniques, Serie de Mecanique Appliquee* No. 1, Tome 28, Editura Academiei Romane, 1983;
108. De Bakker, H. 1982. Soils and their geography. In: H. de Bakker and M.W. van den Berg(eds.), *Proceedings of the symposium on peat lands below sea level*. ILRI Publication 30, Wageningen, pp. 85-97.
109. Deemter, J. J. van, 1950, *Theoretische en numerieke behandeling van ontwaterings-en infiltratie-stromingsproblemen*. *Versl. Landb. Onderz. No. 56 (7): 1-67*
110. DeJong, R. and R.P. Zentner. 1985. Assessment of the SPAW model for semi-arid growing conditions with minimal local calibration. *Agric. Water Mgt.*, 10(1985):31-46.
111. Delumeau J., *Civilizația Renașterii*, Vol. I-II, Ed. Meridiane, București, 1995;
112. Denmead, O.T. and R.H. Shaw. 1960. The effects of soil moisture stress at different stages of growth on the development and yield of corn. *Agron. J.* 52:272-274.

113. Denmead, O.T. and R.H. Shaw. 1962. Availability of soil water to plants as affected by soil moisture content and meteorological conditions. *Agron. J.* 45:385-390.
114. Dent, D. 1986. *Acid Sulphate Soils : A baseline for research and development.* ILRI Publication 39, Wageningen, 204 p.
115. Desmond Eric David, *Studies Including Hydrologic Modeling and Data Analysis at the Ohio Management Systems Evaluation Area, Dissertation Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Doctor of Philosophy in the Graduate School of The Ohio State University, The Ohio State University, 2003;*
116. Dewit, C.T. 1958. *Transpiration and crop yields.* Institute of Biological and Chemical Research on Field Crops and Herbage, Wageningen, the Netherlands, *Verse-Landbouwk*, onder 2. No. 64,65 Gravenhage.
117. De Zeeuw, J.W., and F. Hellinga 1958. Neerslag en afvoer. *Landbouwkundig Tijdschrift.* 70, pp. 405-422, (in Dutch with English summary).
118. Dieleman, P. J. and B. D. Trafford (1976). *Drain Testing.* FAO Irrigation and Drainage Paper 28. Rome, Italy, Food and Agriculture Organisation of the United Nations: 10-20.
119. Dirksen, C., 1987. Water and salt transport in daily irrigated root zone. *Neth. J. Agric. Sci.*, 35:
120. 395-406.
121. Dirksen, C., 1991. Unsaturated hydraulic conductivity. In 'Soil analysis, physical methods', K.A. Smith and C.E. Mullins (eds), Marcel Dekker, New York, p. 209-269.
122. Dirksen, C., J.B. Kool, P. Koorevaar and M.Th. van Genuchten, 1993. Hyswasor: simulation model of hysteretic water and solute transport in the root zone. In: D. Russo and G. Dagan (Eds.), *Water flow and solute transport in soils.* Springer-Verlag, Adv. Series in Agric. Sci., 20, 99-122.
123. Dirksen, C. and S. Matula, 1994. Automatic atomized water spray system for soil hydraulic conductivity measurements. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 58, 319-325.
124. Diserens, E., 1935. Les moyens permettant de déterminer la mode d'action des travaux d' assainissement, canaux et drainages. *Trans. 3rd. Int. Congr. Soil Sci., Oxford, vol. 3: 45-69*
125. Dixon, J.A., R.A. Carpenter, L.A. Fallon, P.B. Sherman and S. Manopimoke 1988. *Economic analysis of the environmental impacts of development projects.* Earthscan, London, 134 p.
126. Dobre V., Mihăescu O., *Lucrările de hidroameliorații în România, Rev. Hidrotehnica, Vol. 29 (1984), nr. 8;*
127. Donnan, W.W. 1946. Model tests of a tile-spacing formula. *Soil Science Society of America Proceedings II*, pp. 131-136.
128. Donnan, W.W. 1959. Drainage of agricultural land using interceptor lines. *Journal of the Irrigation and Drainage Division ASCE.* pp. 13-23.
129. Dumm, L.D. 1954. Drain spacing formula. *Agricultural Engineering* 35, pp. 726-730.
130. Dumm, L.D. 1960. Validity and use of the transient flow concept in subsurface drainage. Paper presented at ASAE meeting, Memphis, December, pp. 4-7.

131. Donnan, W.W. 1976. An overview of drainage worldwide. In: Third National Drainage Symposium; proceedings. ASAE Publication 1-77, St. Joseph, pp. 6-9.
132. Donnan, W. W., Bradshaw, G.B., Blaney, H. F., 1954. Drainage investigations in Imperial Valley, California, 1941-1951 (A 10-year summary) *U.S.D.A. Soil Cons. Serv. Techn. Pub. 120*
133. Doorenbos, J. and W.O. Pruitt, 1977. Guidelines for predicting crop water requirements. Irrigation and Drainage Paper 24, FAO, Rome, Italy.
134. Doorenbos, J. and A.H. Kassam, 1979. Yield response to water. FAO Irrigation and Drainage Paper 33, FAO, Rome, Italy.
135. Dudaş V., Haţegan I., Berghian S., Gomboş C. C., Cernicova M., Din cronologia judeţului Timiş, Ed. Marineasa, Timişoara, 2004;
136. Dumm, L. D., 1954. Drain-spacing formula. *Agric. Eng. 35: 726-730.*
137. Dumm, L. D., 1960. Validity and use of the transient-flow concept in sub-surface drainage. *Paper presented before A.S.A.E. meeting, Memphis, Tennessee. Dec. 4-7*
138. EC 2001. Soil Map for Europe. Derived from the scale 1:1.000.000. European Soil Database. Joint Research Centre, European Commission
139. EC 2003. European Soil Database (distribution version v2.0). European Commission Joint Research Centre, Italy
140. EC 2006. COM 2006/231 2006. Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions - Thematic Strategy for Soil Protection. Commission of the European Communities. Brussels, 22.9.2006;
141. Eissa, M. (2000). Watertable Indicators for Pilot Area Research. Drainage Research Project. Cairo, Egypt, Drainage Research Institute.
142. EI Quosy, D.E. 1989. Drainage water re-use projects in the Nile Delta : The past, the present, and the future. In: M.H. Amer and N.A. de Ridder (eds.), Land drainage in Egypt. Drainage Research Institute, Cairo, pp. 163-175.
143. Elrick, D.E. and W.D. Reynolds, 1992. Infiltration from constant-head well permeameters and infiltrometers. In 'Advances in measurement of soil physical properties: bringing theory into practice', G.C. Topp, W.D. Reynolds and R.E. Green (eds.), SSSA special publication no. 30, p. 1-24.
144. Eriksson J. 1979. Soil functions and drainage. In: J. Wesseling (ed.), Proceedings of the International Drainage Workshop. ILRI Publication 25, Wageningen, pp. 180-212.
145. Ernst, L. F, 1954. Het berekenen van stationaire grondwaterstormingen , welk in een vertikaal vlak afgebeeld kunnen worden. *Rapport Bodemk. Inst. Groningen (mimeo)*
146. Ernst, L. F, 1956. Calculation of the steady flow of ground water in vertical cross sections. *Neth. J. Agric. Sci., 4: 126-131*
147. Ernst, L. F, Westerhof, J.J., 1956. Le developement de la recherche hydrologique et son application aux drainage aux Pays-Bas. Publ. no. 41 de l'Association Intern. d'Hydrol. *Symposia Darcy (Dijon)*, Tome II, Eaux souterraines, p. 149-164
148. Ernst, L. F, 1963. Grondwaterstormingen in de verzadigde zone en hun berekeningen aanwezigheid horizontale evenwijdige open leidingen. *Versl. Landb. Onderz. No. 67. 15* (English summary)

149. Ernst, L.F. 1962. Groundwater flow in the saturated zone and its calculation when parallel open conduits are present. Thesis (Dutch with English summary), University of Utrecht, 189 pp.
150. Ernst, L.F., 1973. The determination of residence times in case of groundwater flow. Nota 755 I.C.W., now Winand Staring Centre, Wageningen (in Dutch).
151. Ernst, L.F. 1978. Drainage of undulating sandy soils with high groundwater tables. I en II. Journal of Hydrology 39, 1-50.
152. Ernst, L.F. and R.A. Feddes, 1979. Invloed van grondwateronttrekking voor beregening en drinkwater op de grondwaterstand. Report 1116, ICW (currently Winand Staring Centre), Wageningen, The Netherlands.
153. Ernst, L.F. 1950. A new formula for the calculation of the permeability factor with the auger hole method. Agricultural Experiment Station T.N.O. Groningen, the Netherlands.
154. Ernst, L.F. 1956. Calculation of the steady flow of groundwater in vertical cross-sections. Netherlands Journal of Agricultural Science 4, pp. 126-131.
155. Ernst, L.F. 1962. Grondwaterstromingen in de verzadigde zone en hun berekening bij aanwezigheid van horizontale evenwijdige open leidingen. Versl. Landbouwk. Onderz. 67-15. Pudoc, Wageningen. 189 p.
156. ESNB-EC (European Soil Bureau Network of the European Commission) 2005. Soil Atlas of Europe. Office for Official Publications of the European Communities. (Principal editors A. Jones, L. Montanarella, and R. Jones) Luxembourg. 128pp;
157. Euroconsult 1976. Technical and economic evaluation of different drainage techniques. Euroconsult, Arnhem.
158. European Soil Bureau Research Report No.9, EUR 20559 EN, 420pp. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg;
159. Evans, R.O., J.W. Gilliam, and R.W. Skaggs. 1989. Managing water table management systems for water quality. ASAE/CSAE paper 89-2339.
160. Evans, R.O., R.W. Skaggs and R.E. Sneed. 1986. Economic feasibility of controlled drainage and subirrigation. NC Agric. Coop. Ext. Serv. AG397.
161. Evans, C. V., and D. P. Franzmeier. 1986. Saturation, aeration, and color patterns in a toposequence of soils in north-central Indiana. Soil Sci. Soc. Am. J. 50:975-980.
162. Evans, R., Gilliam, J.W. and Skaggs, W. - 1991 - Controlled Drainage Management Guidelines for Improving Drainage Water Quality, Pub. AG-433, North Carolina State University Agricultural Extension Service. 16 pp.
163. Evans, R. and Skaggs, W. - 1988 - Economics of Controlled Drainage and Subirrigation Systems. North Carolina Extension Service. AG 397. Raleigh, N.C.
164. Evans, R. and Skaggs, W. - 1996 - Operating Controlled Drainage and Subirrigation Systems. North Carolina Extension Service. AG 356
165. FAO. 1974. Soil map of the world, volume 1: Legend. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome;
166. FAO. 1990. Soil map of the world: revised legend. World Soil Resources Report 60. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome;
167. FAO 2001. Lecture notes on the major soils of the world. World soil resources reports 94. Edited by: Driessen, P., Deckers, J., Spaargaren, O. and Nachtergaele, F. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome;

168. FAO 1998. World reference base for soil resources. World Soil Resources Report 84. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome;
169. FAO 2006. World reference base for soil resources. A framework for international classification correlation and communication. World Soil Resources Report 103. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome;
170. FAO. 1984. Environmental management for vector control in rice fields, by T.H. Mather & Trinh Ton That. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 41. Rome.
171. FAO. 1992. The use of saline waters for crop production, by J.D. Rhoades, A. Kandiah & A.M. Mashali. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 48. Rome.
172. FAO and ICID. 1997. Management of agricultural drainage water quality, by C.A. Madramootoo, W.R. Johnson & L.S. Williardson. FAO Water Report No. 13. Rome.
173. Favrot, J. C. (1984). Acquisition des données nécessaires au drainage par la méthode des secteurs de références. 12th ICID Congress, Colorado USA, ICID.
174. Favrot, J. C., et Lesaffre, B., (1987). Défautes de fonctionnement et réhabilitation des réseaux de drainage souterrains. 13 th ICID Congress,, Csablanca, Morocco, ICID.
175. Feddes, R.A. and P.E. Rijtema. 1972. Water withdrawals by plant roots. Tech. Bulletin 83, Institute for Land and Water Management Research, Wageningen the Netherlands. 59 pp.
176. Feddes, R.A., G.P. Wind and L.L.M. van Wijk. 1980. Soil-Plant-Atmosphere Systems. Chapt. III, In: Research Digest, E.W. Schierbeek (Ed.), Tech. Bull. No 117, Instituut Voor Cultuurtechniek en waterhuishouding, Wageningen, The Netherlands.
177. Feddes, R.A., 1971. Water, heat and crop growth. Ph.D. thesis, Wageningen Agricultural University, The Netherlands.
178. Feddes, R.A., P.J. Kowalik and H. Zaradny, 1978. Simulation of field water use and crop yield. Simulation Monographs. Pudoc. Wageningen. 189 pp.
179. Feddes, R.A. and K.J. Lenselink, 1994. Evapotranspiration. In 'Drainage principles and applications', H.P. Ritzema (ed.), ILRI publication 16, second ed., Wageningen, p. 145-174. Hargreaves, G.L., and Z.A. Samani, 1985. Reference crop evapotranspiration from temperature. Applied Engineer. In Agric., 1, 2, 96-99.
180. Ferrante, J. E. T. (1995). "Situation of remote sensing in Brazil and its application to irrigation, drainage and salinity problems." Water report 4: 165-172.
181. Fipps, G. and R.W. Skaggs 1989. Influence of slope on subsurface drainage of hillsides. Water Resources Research 25 (7), pp. 1717-1726.
182. Fouss, J.L. 1985. Simulated feedback—Operation of controlled drainage/subirrigation systems. Amer. Soc. Agric. Eng. 28(3):839-847.
183. Fouss, J.L., and J.R. Cooper. 1988. Weather forecasts as control input for water table management in coastal areas. Amer. Soc. Agric. Eng. 81(1):161- 167.
184. Franzmeier, D. P., J. E. Yahner, G. C. Steinhardt, and H. R. Sinclair, Jr. 1984. Water table levels and water contents of some Indiana soils. RB 976. Agricultural Experiment Station, Purdue Univ.

185. Franzmeier D. P., E. J. Kladviko, B.J. Jenkinson, Drainage and wet soil management. Wet soils of Indiana, Departament of Agronomy, Purdue University, June 2001;
186. Frejefond, E. (1993). Evaluation des performances des réseaux de drainage. Mise au point d'une méthode combinant télédétection et diagnostic de terrain dans la plaine du Gharb-Maroc. Strasbourg, ENGEES: 139.
187. French H. Henry, Farm Drainage. The Principles, Processes and Effects of Drainage Land with Stones, Wood, Plows, and open ditches, and especially with tiles, including Tables of Rainf-Fall, evaporation, filtration, excavation, capacity of pipes: cost and number to the acre, of tiles, C.M. Saxton, Barker and C.O., Agricultural Book Publishers, No 25 Park Row, 1860;
188. Found W.C., Hill A.R., Spence E.S., Economic and environmental impact of agricultural land drainage in Ontario, Journal of Soil and Water Conservation 31(1), pg. 20 - 24, 1976;
189. Fouss, J.L. 1985. Simulated feedback—Operation of controlled drainage/subirrigation systems. Amer. Soc. Agric. Eng. 28(3):839-847.
190. Fouss, J.L., and J.R. Cooper. 1988. Weather forecasts as control input for water table management in coastal areas. Amer. Soc. Agric. Eng. 81(1):161-167.
191. Gardner, W. R., 1958. Some steady state solutions of the unsaturated moisture flow equation with an application to evaporation from a water table. Soil Sci. 85:244-249.
192. Garen, D., 1996. "Technical description for logical module: Curve_Number_Parameters" and "Technical descripton for logical module: runoff." Draft chapters. Natural Resources Conservation Service, National Water and Climate Center, Portland, OR., USA.
193. GISCO 2001. The GISCO Database manual. Eurostat, GISCO Project, Rue Alcide Gasperi, Batiment Bech D3/704, L-2920 Luxembourg, edition November, 2001. http://eusoils.jrc.it/gisco_dbm/dbm/p1ch3_5.htm;
194. Global Water Partnership (GWP), Technical Committee, Norway's Ministry of Foreign Affairs, A handbook for developing integrated water resources management (IWRM) and water efficiency strategies, 2004.
195. Glodariu Ioan, Eugen Iaroslavschi, Adriana Rusu-Pescaru, Florin Stănescu, Sarmizegetusa Regia, Capitala Daciei Romane Antice, Ed. Acta Musei Devensis, Deva, 1996;
196. Grisellini F., Încercare de istorie politica și naturală a Banatului Timișoarei, Ed. Facla, Timișoara, 1984;
197. Grismer, M.E. 1989. Drainage efficiency and drain water quality. In: V.A. Dodd and P.M. Grace (eds.), Agricultural engineering : Proceedings of the Eleventh International Congress. Vol. I. Balkema, Rotterdam, pp. 285-290.
198. Grupul de lucru pe lipsa apei, Raportul: Managementul lipsei de apă în contextul Directivei Cadru a Apei, MED Joint Process WFD /EUWI, 2006;
199. Hall, H.W. 1976. Reservoir water losses as affected by groundwater mounds. ASAE pap. 76-2021. Presented at the 1976 annual ASAE meeting, Lincoln, NE.
200. Haret C., Stanciu I., Tehnica drenajului pe terenurile agricole, Ed. Ceres, București, 1978;
201. Harrison, L.P., 1963. Fundamental concepts and definitions relating to humidity. In 'Humidity and moisture', A. Wexler (Ed.), Vol. 3, Reinhold Publishing Company, New York.

202. Haverkamp, R., M. Vauclin, J. Touma, P.J. Wierenga and G. Vachaud, 1977. A comparison of numerical simulation models for one-dimensional infiltration. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 41, 285-294.
203. Hawkins, R. H., Hjelmfelt, A. T. and Zevenbergen, A.W., 1985. Runoff probability, storm depth, and curve numbers. *J. Irrig. and Drain. Engrg.*, ASCE 111(4):330-340.
204. HĂLBAC-COTOARĂ R., The legislation from Romanian space regarding water from roman law to Framework Directive and Law 310/2004, The 2nd International Symposium "Preventing and Fighting Hydrological Disasters", Timișoara, 29 June – 1 July 2006, ISBN – 10: 973-638-263-X, ISBN – 13: 978-973-638-263-5, Proceedings: Ed. Orizonturi Universitare, Timișoara, pp. 86;
205. HĂLBAC-COTOARĂ R., Surface Drainage and Drainage Arrangements Evolution in Romania, *Scientific Bulletin of Hydrotechnical Engineering Faculty Timișoara*, Tom 51(65), Fascicola 1-2, 2006;
206. HĂLBAC-COTOARĂ R., Studies regarding aridity in Timiș County, Romania, *Scientific Bulletin of Hydrotechnical Engineering Faculty Timișoara*, Tom 51(65), Fascicola 1-2, 2006;
207. HĂLBAC-COTOARĂ R., Drainage arrangements management for nutrients control, *Zilele Academice Timișorene*, 24 – 25 Mai 2007, *Buletinul Științific al Facultății de Hidrotehnică*, Tom 52(66), Fascicola 1,2/2007, ISSN 1024-6042;
208. HĂLBAC-COTOARĂ R., Efficiency and effectiveness in drought-irrigation integrated approach. Study Case: Timiș County, *Zilele Academice Timișorene*, 24 – 25 Mai 2007, *Buletinul Științific al Facultății de Hidrotehnică*, Tom 52(66), Fascicola 1,2/2007, ISSN 1024-6042;
209. HĂLBAC-COTOARĂ R., Drought and aridity phenomenon in Romania's Timiș County, International Conference DISASTER AND POLLUTION MONITORING PROGRAM - Third Edition , Iași, November 1 - 2, 2007, ISBN 978-973-730-406-3;
210. HĂLBAC-COTOARĂ R., A theory regarding drainage arrangements future in Romania. Study case: Timiș County, The American Romanian Academy of Arts and Sciences, The 31st Annual Congress of the American Romanian Academy of Arts and Sciences "Pro-Active Partnership in Creativity for the Next Generation", 31 July – 5 August 2007, Transylvania University Brașov, Romania, Presses Internationales Polytechnique, ISBN 978-2-553-01412-3, Quebec, Canada;
211. HĂLBAC-COTOARĂ R., C. ZAMFIR, A comparative analysis between Romania's strategy for drought phenomenon effects mitigation and similarly measures applied at European level, Scientific Symposium "Management of sustainable rural development", USAMV Timișoara, Agricultural Management Faculty, Scientific Papers, Series I, vol. X, ISSN 1453-1410, pg. 317-324;
212. HĂLBAC-COTOARĂ R., Drought and aridity phenomenon's in South-Western Romania, XXIVth Conference of the Danubian Countries Bled, Slovenia, 2 - 4 June 2008;
213. HĂLBAC-COTOARĂ R., Romania's western part (Timiș County) between humidity excess and water scarcity. The future of drainage arrangements and wet areas, Third International Scientific Conference on Water Observation and Information System for Decision Support, BALWOIS 2008, Ohrid, Republic of Macedonia, 27-31 May 2008;

214. HĂLBAC-COTOARĂ R., Software for drainage arrangements design, The 7th International Symposium "Prospects for the 3rd Millenium Agriculture", 2 – 4 octombrie 2008, Cluj Napoca, Buletinul USAMVCN nr. 65(1-2) (ISSN 1454-2382), Buletinul este cotat ISI Master Journal List (actualmente Thomson Reuters Master Journal List si ISI Proceedings (Web of Knowledge), CAB Abstracts
215. HĂLBAC-COTOARĂ-ZAMFIR R., A.I. COSTESCU, N. NEMEȘ, Sustainable rural development strategy from natural and technological risks, accessibility and population needs maps, THE 6th International Conference Management of Technological Changes Alexandroupolis, Greece, 3 – 5 September 2009;
216. HĂLBAC-COTOARĂ-ZAMFIR R., The complex role of land drainage in a sustainable agriculture, THE 6th International Conference Management of Technological Changes Alexandroupolis, Greece, 3 – 5 September 2009;
217. HĂLBAC-COTOARĂ-ZAMFIR R., EURURALIS – A tool used for the study of EU27 rural areas future, International Symposium "The Management of Sustainable Rural Development", 14 – 15 May 2009, Scientific papers, Series I, Vol. XI(1), ISSN 1453-1410, pg. 277 – 284;
218. HĂLBAC-COTOARĂ-ZAMFIR R., Results obtained in drainage arrangements design by using DrainSpace application, 3rd International Symposium "Trends in European Agriculture Development", 14 – 15 May 2009, Research Journal of Agricultural Science, Vol. 41(1) Ed. Agroprint, ISSN 2066-1843, pg. 426 – 431;
219. HĂLBAC-COTOARĂ-ZAMFIR R., A short monograph of drainage arrangements in Romania, The 33rd Annual Congress of the American Romanian Academy of Arts and Sciences (ARA), 2 – 7 June 2009, Proceedings, Vol. II, ISBN 978-2-553-01433-8, pg. 23 –26, Polytechnic International Press, Montreal, Quebec, 2009;
220. Heggen, R.J. (Ed.). 1996. Infiltration, Chapter 3 in *Hydrology Handbook*, Amer. Soc. Civil Engr., 345 E. 47th St., NY, NY. 10017, pp 75-124.
221. Hijmans, R.J., I.M. Guiking-Lens and C.A. van Diepen, 1994. User's guide for the WOFOST 6.0 crop growth simulation model. Technical Document 12, Winand Staring Centre, Wageningen, The Netherlands, 144 p.
222. Hillel, D., 1980. Fundamentals of soil physics. Academic Press, San Diego, CA, 412 p. Kim, R., 1995. The water budget of heterogeneous areas. Doctoral thesis. Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands, 182 pp.
223. Hillel D., 1998. *Environmental Soil Physics*. Academic Press, San Diego 771 pp.
224. Holman I.P., T.M. Hess, P.B. Leeds-Harrelson, R.C. Palmer, I. Truckell, Investigating the Effects of Land Drainage Activities on Natural Recharge to Groundwater, 2002;
225. Hooghoudt, S. B., 1940. Bijdrage tot de kennis van enige natuurkundige grootheden van de grond. . *Versl. Landb. Onderz. No. 46(14)B: 515-707*
226. Hooghoudt, S.B. 1940. Algemeene beschouwing van het probleem van de detailontwatering en de infiltratie door middel van parallel loopende drains, greppels, slooten, en kanalen. *Versl. Landbouwk. Onderz. 46 (14)B. Algemeene Landsdrukkerij, 's-Gravenhage, 193 p.*
227. Hornbuckle, J.W., Christen, E.W and Faulkner, R. (2002). Preliminary Investigations of a Multi-level Subsurface Drainage System for Improving

- Drainage Water Quality. Irrigation 2002, Irrigation Association of Australia Conference, 21-23 May 2002, Sydney.
228. Hornsby, A.G. 1990. Pollution and public health problems related to irrigation. In: B.A. Stewart and D.R. Nielsen (eds.), Irrigation of agricultural crops. American Society of Agronomy, Madison, Agronomy 30, pp 1173 – 1186;
229. Ianoș Gheorghe, Pușcă I., Goian M. – Banat Soils, Natural Conditions and Fertility, Mirton Publishing House, Timișoara, 1997;
230. Ianoș Gh., Riscuri naturale și tehnogene pe terenurile agricole ale Banatului, Ed. Universității de Vest., Timișoara, 2006;
231. ICID (1978) Standards for the calculation of irrigation efficiencies. ICID Bulletin 27, 91–101.
232. I.E.E.L.I.F. Timiș, Proposals for land reclamation and improvement works for period 1988 – 1990 and 1991 – 1995 in Timiș county;
233. Iiri. Principios y Aplicaciones del Drenaje. Wageningen: International Institute for Land Reclamation and Improvement; 1977.
234. International Irrigation Management Institute (IIMI) (1989) Efficient irrigation management and system turnover. Final Report. Volume 2. ADB Technical Assistance TA 937-INO, Indonesia.
235. Ioanițoaia H., Stadiul actual și perspectiva lucrărilor de prevenire și combatere a excesului de umiditate, Buletinul AGIR nr. 3/2000, București, pg. 14-17;
236. Iorga N., Istoria Bucureștilor, București, 1939;
237. IPTRID, Drainage and sustainability, FAO, Rome, Italy, 2001;
238. Irrigation Management Policy Support Activity (IMPISA) (1991) Modernizing the Irrigated Agriculture Sector: Transformations at the Macro-institutional Level. Policy paper no. 4. IMPISA Secretariat, Colombo, Sri Lanka.
239. Israelsen, O. W, Hansen, V. E., 1962. Irrigation principles and practices. 3rd edition. *John Wiley and Sons, New York.*
240. IUCN. 1990. Wetland conservation: a review of current issues and required action, Patrick Dugan (ed.)
241. Ivan C., Calculul sistemelor de drenaj, Ed. Tehnică, București, 1985;
242. Jenkinson, B. J. 1998. Wet soil monitoring project on two till plains in south and west-central Indiana. M.S. Thesis, Dept. of Agronomy, Purdue Univ.
243. Jensen, M.E., R.D. Burman and R.G. Allen (Eds.). 1990. *Evapotranspiration and Irrigation Water Requirements.* Amer. Soc. Civil Engr., 345 E. 47th St., NY, NY. 332 pp.
244. Jones, R.J.A., Houšková, B., Bullock P. and Montanarella L. (eds) 2005. Soil Resources of Europe, second edition;
245. JRC 2008. MEUSIS in the European Soil Portal: <http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/projects/meusis/>;
246. Jurriens, M., Zerihun, D., Boonstra, J. and Feyen, J. (2001) SURDEV: Surface Irrigation Software. International Institute for Land Reclamation and Improvement, Wageningen, The Netherlands.
247. Jurriens M., K.P. Jain, Maintenance of Irrigation and Drainage Systems. Practices and experiences in India and Netherlands, 1993;
248. Kabat P., Beekma J., 1994, Water in the unsaturated zone, in: H.P. Ritzema, Drainage Principles and Applications, pg. 263-304, Publ. 16, ILRI, Wageningen, The Netherlands;

249. Kabat, P., B.J. Broek, van den and R.A. Feddes, 1992. SWACROP: A water management and crop production simulation model. *ICID Bulletin* 92, vol. 41 No. 2, 61-84.
250. Kahlown M. A., A.D. Khan, *Tile Drainage Manual*, Pakistan Council of Research in Water Resources, Ministry of Science and Technology, Government of Pakistan, Islamabad, 2004;
251. Keizrul Abdullah. 2000. Experiences in agricultural drainage development in the humid tropics region. In *Proceedings, 8th ICID International Drainage Workshop*, p.125-143. New Delhi.
252. Kielen, B. M., J. (2002). "New FAO Irrigation and Drainage Paper on Water Quality."
253. Kijne, J., Barker, R. and Molden, D. (eds) (2003) *Water Productivity in Agriculture: Limits and Opportunities for Improvement*. CAB International, Wallingford, UK.
254. Kirkham, D. 1972. Problems and trends in drainage research, mixed boundary conditions. *Soil Science* 113,4, pp. 285-293;
255. Kirkham, D. 1958. Seepage of steady rainfall through soil into drains. *Transactions American Geophysical Union* 39 (5), pp. 892-908.
256. Kirkham, Don. 1965. Saturated Conductivity as a Characterizer of Soil for Drainage Design. *Journal Paper No. 5-5310*, Iowa Agricultural Experiment Station, Ames, Iowa. *Conference Proceedings, Drainage for Efficient Crop Production*, American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, Michigan 49085.
257. Kirkham D. – 1966 – Steady-state theories for drainage, *Journal of the Irrigation and drainage ASCE*
258. Kirkham, D., 1958. An upper limit for the height of the water table in drainage design formulas. *7th Int. Congr. Soil Sci. Madison, USA*.
259. kiskereki.ro
260. Kiss A., *Rezervația ornitologică Satchinez*, Ed. Excelsior, Timișoara, 2002;
261. Kiss A., 1999, *Avifauna din zonele umede ale Banatului*, Ed. Mirton, Timișoara;
262. Kiss A., 2000, *Păsările acvatice și schimbările ecosistemelor umede din Banat*, *Armonii naturale*, Vol.III, p.375-383, Arad;
263. Kiss A., 2000, *Efectele presiunii antropice asupra avifaunei acvatice*, *Armonii naturale*, Vol.III, p.384-390, Arad;
264. Kiss A., 2002, *Rezervația Ornitologică Satchinez*, Ed. Excelsior, Timișoara;
265. Klepper, O., Gt. Chairuddin and Gt. M. Hatta 1992. Ecological aspects of the development of acid sulphate in the humid tropics. *Agency for Agricultural Research and Development*, Jakarta, 100 p.
266. Klippart John H., *The Principles and Practice of Land Drainage*, Second Edition, Cincinnati, 1867, U.S.A,
267. Kool, J.B., J.C. Parker and M.Th. van Genuchten, 1985. Determining soil hydraulic properties from One-step outflow experiments by parameter estimation: I. Theory and numerical studies. *Soil Sci. Soc. Am. J.*,49, 1348-1354.
268. Kool, J.B., and J.C. Parker, 1987. Development and evaluation of closed form expressions for hysteretic soil hydraulic properties. *Water Resour. Res.*, 23, 105-114.
269. Kool, J.B., J.C. Parker and M.Th. van Genuchten, 1987. Parameter estimation for unsaturated flow and transport models - a review. *J. Hydrol.*, 91, 255-293.

270. Kool, J.B., and M.Th. van Genuchten, 1991. HYDRUS, One-dimensional variably saturated flow and transport model including hysteresis and root water uptake. Research Report 124, U.S. Salinity Laboratory, USDA, ARS, Riverside, CA.
271. Koorevaar, P., G. Menelik and C. Dirksen, 1983. Elements of soil physics. Developments in Soil Science 13, Elsevier, Amsterdam, p. 223.
272. Kozeny, T., 1932. Hidrologische Grundlagen des Dränversuchen. *Trans. 6th Comm. Int. Soc. Soil Sci. Groningen*. Vol. A: 42-47
273. Kraijenhoff van de Leur, D.A. 1958. A study of non-steady groundwater flow with special reference to a reservoir-coefficient. I. *De Ingenieur*, 70, pp. B87-94.
274. Kraijenhoff van de Leur, D.A. 1962. A study of non-steady groundwater flow. 11. *De Ingenieur*, 74, pp. B285-292.
275. Kraijenhoff van de Leur, D. A., 1962. Some effects of the unsaturated zone of non-steady free surface. Groundwater flow as study in a scaled granular model. *J. Geoph. Res.* 67: 4347-4362
276. Krasilnikov, P. (comp.) 2002. Soil Terminology and Correlation. Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences. Petrozavodzk. 2nd Edition van Liedekerke, M., Panagos, P., Montanarella L., Filippi N. 2004. Towards a Multi-scale European Soil Information System. 13th EC-GIS Symposium. Porto;
277. Kroes, J.G. and J.C. van Dam (eds), 2003. Reference Manual SWAP version 3.0.3. Wageningen, Alterra, Green World Research.. Alterra-report 773. Reference Manual SWAP version 3.0.3.doc. 211 pp.
278. Labye, J., 1960, Note sur la formulae Hooghoudt. *Bull. techn. du Génie rural. (Min. de l' Agr.)*, no. 49-1.
279. Lalonde, V. and Hughes-Games, G. – 1997 - BC Agricultural Drainage Manual. B.C. Ministry of Agriculture Fisheries and Food, Resource Management Branch. Victoria, B.C.
280. Legea 138/2004 – legea îmbunătățirilor funciare;
281. Lee, E. W. 1994. Drainage water treatment and disposal: management of water use in agriculture. Advanced Series in Agriculture. Science, 22.
282. Lees, M. 1995. Optimizing freshwater data monitoring networks. In Proceedings, European Network of Fresh Water Research Organizations. Paris.
283. Leij, F.J., W.J. Alves, M. Th. van Genuchten and J.R. Williams, 1996. The UNSODA Unsaturated Soil Hydraulic Database. User's manual Version 1.0, Soil Salinity Laboratory, Riverside, California.
284. Lesaffre, B. (1990). Fench programm for technology research in drainage. Some illustrations. 7th Annual World Bank Seminar, Baltimore, USA, World bank.
285. Lesch, S.M., J.D. Rhoades, and D.L. Corwin. 2000. The ESAP-95 version 2.0 R. user manual and tutorial guide. USSL Research Report # 146.
286. Lovell, C.J. and E.G. Youngs 1984. A comparison of steady-state land drainage equations. *Agricultural Water Management* 9, 1, pp. 1-21.
287. Luthin, James N. 1957. Drainage of Agricultural Lands. Vol. VII of Agronomy Monographs, American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.
288. Maas, E.V. and G.J. Hoffman. 1977. Crop salt tolerance – current assessment. *Irrigation and Drainage Divison, ASCE*. 103, pg 115-134.
289. Maasland, M. 1959. Watertable fluctuations induced by intermittent recharge. *Journal of Geophysical Research* 64, pp. 549-559

290. Maasland, M., 1956. The relationship between permeability and the discharge, depth and spacing of the drains. *Bull. no. 1. Groundwater and drainage series. Water Cons. and Irr. Comm. New South Wales, Austr.*
291. Maior G., *Economia rurală*, București, 1900;
292. Malano, H. (2003). Report of Task Force (TF4) on Benchmarking of Irrigation and Drainage Projects. New Dehli, India, ICID: 19 pp.
293. Malano, H., Burton, M. (2001). Guidelines for benchmarking performance in the irrigation and drainage sector. Rome, FAO-IPTRID.
294. Man T.E., 1978, Materiale filtrante noi pentru drenajul orizontal, eficiente și ieftine, Referat la contractul de cercetare științifică nr.116, I.P. Traian Vuia Timișoara.
295. Man T.E., 1983, Exploatarea sistemelor de îmbunătățiri funciare Lit. U.T. Timișoara;
296. Man T.E., 1983, Studiul rezistențelor hidraulice ale drenurilor agricole, Teză doctorat IPTV Timișoara;
297. Man T.E., 1991, Exploatarea și întreținerea lucrărilor de îmbunătățiri funciare -îndrumător pentru lucrări practice și de laborator, Universitatea Tehnică Timișoara;
298. Man T.E., 1993, Exploatarea sistemelor de îmbunătățiri funciare (curs I), Universitatea Tehnică din Timișoara;
299. Man T.E., 1977, Studiul comportării filtrului de paie de orz la drenajul orizontal închis, IPTVT, *Lucrari Tehnico-Stiintifice*, nr. 26, Fasc. Constructii de drumuri si hidrotehnice, Vol. I;
300. Man T.E., M. Man, M. Miloia, 1979, Cercetari de laborator asupra zgurilor de furnal si termocentrala ca material filtrant pentru drenaj, Simpozionul National „Tehnici si metode noi cu implicatii in proiectarea, realizarea si exploatarea sistemelor de I.F., ICITID, ASAS, Bucuresti;
301. Man T.E., 1980, Cercetari comparative privind folosirea geotextilelor in cadrul lucrarilor de drenaj agricol, Simpozionul National „Utilizarea geotextilelor in hidrotehnica, transporturi si alte domenii ale tehnicii constructiilor”, Bucuresti;
302. Man T.E., Szolosi O., 1989, Folosirea deseurilor textile sintetice ca material filtrant si protector la drenajul orizontal inchis, cu tuburi, *Rev. Hidrotehnica* nr. 9;
303. Man T.E., Blenesi-Dima A., 1999, Solutii tehnice privind folosirea materialelor geosintetice in hidroamelioratii, *Analele Universitatii din Oradea, Facultatea de Constructii si Instalatii Hidroedilitare*;
304. Man T.E., Blenesi-Dima A., 1999, Folosirea materialelor geosintetice in lucrarile de hidroamelioratii, Programul Sesiunii de Comunicari Stiintifice „Resursele de mediu si dezvoltarea durabila”, Oradea;
305. Man T.E., Blenesi-Dima A., Stoica F., 2001, Aspecte privind utilizarea materialelor geosintetice in lucrarile de drenaj prezente in diverse lucrari din tehnica constructiilor, Simpozionul cu participare internationala „Imbunatatirile funciare intre prezent si viitor”, Timisoara;
306. Man T.E., Blenesi-Dima A., 2005, Techniques and methods to establish the permeability of the geotextile materials for land reclamation works, *The Annals of USAMVB, Tom XXXVII*, Timisoara;
307. Man T.E., Blenesi-Dima A., 2005, Geotextile materials and technical solution used in construction, *Timis Academic Days, IXth Edition*, Faculty of Civil Engineering, Timisoara;

308. Man T.E., R. HĂLBAC-COTOARĂ, Carmen Dorina IOSIP, Cristina MODRA, Humidity Excess Zones Management for Achieving Sustainable Agricultural Productions, Scientific Symposium "Management of the Agricultural Production Intensification", USAMV Timișoara, Agricultural Management Faculty, Scientific Papers, Series I, vol. VIII, ISSN 1453-1420;
309. Man T.E., R. HĂLBAC-COTOARĂ, Carmen Dorina IOSIP, Cristina MODRA, Land Reclamation and Improvement - Infrastructure of the Rural Area to Ensure Agricultural Productions, Scientific Symposium "Management of the Agricultural Production Intensification", USAMV Timișoara, Agricultural Management Faculty, Scientific Papers, Series I, vol. VIII, ISSN 1453-1420;
310. Man T.E., I. Kovacs, V. Bedreag, R. HĂLBAC-COTOARĂ, I. Lauer, The rehabilitation and modernization of pumping stations from land reclamation arrangements (drainage - surface drainage) affected by flooding from April-May 2005, The 2nd International Symposium "Preventing and Fighting Hydrological Disasters", Timișoara, 29 June - 1 July 2006, ISBN - 10: 973-638-263-X, ISBN - 13: 978-973-638-263-5, Proceedings: Ed. Orizonturi Universitare, Timișoara, pp. 40;
311. MAN T.E., A. KISS, R. HĂLBAC-COTOARĂ, ALINA COSTESCU, CRISTINA MODRA, Preservation of humidity excess areas in order with European Laws. Case study of "Satchinez Swamps" natural reservation, Timiș county, The 2nd International Symposium "Preventing and Fighting Hydrological Disasters", Timișoara, 29 June - 1 July 2006, ISBN - 10: 973-638-263-X, ISBN - 13: 978-973-638-263-5, Proceedings: Ed. Orizonturi Universitare, Timișoara, pp.88;
312. MAN T.E., A. BLENESI-DIMA, R. HĂLBAC-COTOARĂ, Studies and Researches Regarding the Permeability of Some Geosynthetic Clay Liners (Bentonitic Geocomposites), International Conference Advanced Composite Engineering Materials "COMAT 2006", Transilvania University of Brașov, Mechanical Engineering Faculty, 19 - 22 octombrie 2006, Brașov, ISBN 973-635-821-8, ISBN 978-973-635-821-0;
313. MAN T.E., MATEOC-SARB N., HĂLBAC-COTOARĂ R., Rural development infrastructure - decisive factor for a sustainable rural development, Scientific Bulletin of Hydrotechnical Engineering Faculty Timișoara, Tom 51(65), Fascicola 1-2, 2006;
314. MAN T.E., F. STOICA, R. HĂLBAC-COTOARĂ, Drainage solutions for the main soils with humidity excess from Satu Mare and Maramureș Counties, resulted from the drainage studies effectuated, Lucrările celei de a XVIII-a Conferințe Naționale pentru Știința Solului, Cluj-Napoca, 20-26 august 2006;
315. Man T.E., Wehry A., David I., Popescu F., Drainage Studies for Ground Arrangement Solutions of Soils with Humidity Excess from the Western Part of Romania (Timiș, Arad, Bihor, Maramureș and Satu-Mare Counties), International Drainage Symposium of ASAE Sheraton Grand Hotel & Sacramento Convention Center Sacramento USA, 21-24.03.2004, pp. 272 - 280;
316. Manson, P. W. and Blaisdell, F. W. 1956. Energy Losses at Drain Tile Junctions, Agr. Eng. 37:249
317. Marre, M., Bustos, R., Chambouleyron, J. and Bos, M.G. (1997) Irrigation water rates in Mendoza's decentralized irrigation administration. In: van Hofwegen, P.J.M. and Schultz, E. (eds) Financial Aspects of Water

- Management. Balkema Publishers, Rotterdam, pp. 25–40. Revised edition: Irrigation and Drainage Systems 12, 67–83.
318. Maticic, B., L. Avbelj, M. Feges, and K.E. Saxton. 1992a. Water management and nitrogen yield fertilization effects on sugar beets and nitrate and nitrite. Proc. International Winter Meeting of ASAE, Chicago, IL. Dec. 1992. Paper No. 92-8003.
319. Maticic, B., M. Feges, and K.E. Saxton. 1992b. Comparing measured and simulated daily water balance of a grass covered lysimeter. ICID Bulletin, 41(2), pp. 163-172.
320. McCready, W. 1987. Left Bank outfall drain in Pakistan. ICID Bulletin 36, I , pp. 15-19.
321. McNeil, J.D., (1986), Geonics EM 38 ground conductivity meter. Operating instructions and survey interpretation techniques. Technical Note TN-21, Geonics Ltd., Canada
322. Meister, A.D. 1990. Economic analysis of environmental impacts and issues : A survey of analytical techniques. Discussion Paper in Natural Resource Economics 14. Department of Agricultural Economics and Business, Massey University, Palmerston North, 72 p.
323. Merrey, D.J., de Silva, N.G.R. and Sakthivadivel, R. (1992) A participatory approach to building policy consensus: the relevance of the Irrigation Management Policy Support Activity of Sri Lanka for other countries. IIMI Review 6, 3–13.
324. Mian, A.M. and T. van Remmen 1991. Evaporation ponds for disposal of saline drainage effluent in Pakistan (Feasibility Study, Part I, Data Collection). International Waterlogging and Salinity Research Institute, Lahore, Pakistan. Publication 66,52 p.
325. Mock J.F. and P. Bolton. 1993. The ICID environmental checklist. To identify environmental effects of irrigation, drainage, and flood control projects. Hydraulic Research, Wallingford, 143 p.
326. Molden, D.J. (1997) Accounting for Water Use and Productivity. SWIM (System Wide Initiative on Water Management) report number 1. International Irrigation Management Institute, Colombo, Sri Lanka.
327. Molden, D.J. and Gates, T.K. (1990) Performance measures for evaluation of irrigation water delivery systems. ASCE Journal of Irrigation and Drainage Engineering 116.
328. Molden, D.J., Sakthivadivel, R., Perry, C.J., de Fraiture, C. and Kloezen, W.H. (1998) Indicators for Comparing Performance of Irrigated Agricultural Systems. Research report 20. International Irrigation Management Institute, Colombo, Sri Lanka.
329. Monitorul Oficial din 30 iunie 1921
330. Morabito, J., Bos, M.G., Vos, S. and Brouwer, R. (1998) The quality of service provided by the Irrigation Department to the users associations, Tunuyan system, Mendoza, Argentina. Irrigation and Drainage Systems 12, 49–65.
331. Moraru N., Mîndru R., Mihnea I., Ioanițoaia H., Desecare terenurilor agricole, Ed. Agro-silvică, București, 1967
332. Morris, J., Hess, T.M., Ryan, A.M. & Leeds Harrison, P.B. 1994. Drainwater benefits and farmer uptake. Underdrainage design and costing, Annex vi. United Kingdom, Severn Trent Water Authority, Silsoe College.

333. Murray-Rust, D.H. and Snellen, W.B. (1993) Irrigation System Performance Assessment and Diagnosis. (Joint publication of IIMI, ILRI and IHE.) IIMI, Colombo, Sri Lanka.
334. Nedelcu R., Impactul lucrărilor hidroameliorative și alte surse asupra calității apelor transfrontaliere în spațiul hidrografic Banat, Teză de doctorat, UP Timișoara, 2008;
335. Negrescu M., Pura D., Navigația pe Bega – Secvențe istorice, Consiliul Județean Timiș, Centrul de Cultură și Artă al Județului Timiș, Direcția Județeană Timiș a Arhivelor Naționale, Editura Brumar, Timișoara, 2006;
336. Neitsch S.L et all., Soil and Water Assessment Tool User's Manual, Version 2000
337. Nicolau C., 25 de ani de realizări în domeniul lucrărilor de îmbunătățiri funciare, Rev. Hidrotehnica, Gospodărirea Apelor, Meteorologia, vol. 14 (1969), nr. 8;
338. Nicolau C. și colab., Îmbunătățiri funciare, Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1970;
339. Nicolau T., Două erori istorice – Cum a făcut prizonier Vlad Țepeș pe Hamza pașa?, București, 1934, pg. 17-19;
340. Nijland H.J., F.W. Croon, H.P. Ritzema, Subsurface Drainage Practices, Guidelines for the implementation, operation and maintenance of subsurface pipe drainage systems, I.L.R.I. Publication 60, 2005;
341. Nosenko, P.P. and **I.S.** Zonn 1976. Land drainage in the world. ICID Bulletin, 25, 1, pp. 65-70;
342. Oprea C.V., Opreșan N., Lupei N., Ameliorarea solurilor cu exces de umiditate, Ed. Facla, Timișoara, 1974;
343. Oomen, J.M.V., J. de Wolfand W.R. Jobin 1988 and 1990. Health and irrigation: Incorporation of disease control measures in irrigation, a multi-faceted task in design, construction, operation. Volumes 1 and 2. ILRI Publication 45, Wageningen, 304 p. and 119 p.
344. Oosterbaan R.J., Abu Senna M., Using SaltMod to predict drainage and salinity in Nile delta, In: Annual Report 1989, pg. 63 – 74, ILRI, Wageningen, The Netherlands;
345. Oosterbaan R.J., 1997, Saltmod, A tool for interweaving of irrigation and drainage for salinity control. In W.B. Snellen (Ed.) Towards integration of Irrigation and Drainage Management. Proceedings of the Jubilee Symposium at the Occasion of the 40th Anniversary of ILRI, PG. 43 – 49, Wageningen, ILRI, Netherlands;
346. Oosterbaan, R.J., J.Boonstra and K.V.G.K.Rao (1996). The energy balance of groundwater flow. In: V.P.Singh and B.Kumar (Eds.), Subsurface-Water Hydrology, p. 153-160. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.
347. Oosterbaan, R. J. (1994). Agricultural Drainage Criteria. Drainage Principles and Applications, ILRI Publication 16. H. P. Ritzema. Wageningen, The Netherlands, ILRI: 635-690.
348. Oosterbaan R.J., Agricultural Drainage Criteria, Drainage Principles and Applications, ILRI Publication 16, second edition, Wageningen, Olanda, 1974;
349. Oosterbaan J.R., Agricultural Land Drainage: a wider application through caution and restraint, I.L.R.I. Annual Report, International Institute for Land Reclamation and Improvement, Wageningen, Olanda, 1991, pg. 21 – 36;
350. Oosterbaan, R.J. 1988. Agricultural criteria for subsurface drainage: a systems analysis. Agricultural Water Management, 14, pp. 79-88;

351. Osborn, H.B., L.J. Lane, C.W. Richardson and M. Molnau. 1982. Precipitation. Chapter 3: In *Hydrologic Modeling of small Watersheds*. ASAE monograph No. 5, C.T. Hahn, H.P. Johnson and D.L. Brakensiek (Eds.).
352. Oster, J.D. and J.D. Rhoades. 1990. Steady state root zone salt balance. In K.K. Tanji (ed) *Agricultural Salinity Assessment and Management*. ASCE Manuals and Reports on Engineering No. 71 pg. 469 - 481. New York, N.Y.
353. Overseas Development Administration 1992. *Manual of environmental appraisal*. Rev. Ed. ODA, London, 146p.
354. Panagos, P., Van Liedekerke, M., Filippi, N. and Montanarella, L., 2006. MEUSIS: Towards a new Multi-scale European Soil Information System. *ECONGEO, 5th European Congress on Regional Geoscientific Cartography and Information Systems, Barcelona (Spain) June 13th-15th 2006*. pp 175-177;
355. Pavelis C.A. 1987. *Farm drainage in the United States : History, status, and prospects*. Miscellaneous Publication 1455. USDA, Washington, 170 p.
356. Pătăchie I., Eftimescu M., Unele încercări de aplicare a climogramelor în agrometeorologie, *Rev. Hidrotehnica*, Vol. 15 (pg. 540 - 545), Nr. 10, București, 1970;
357. Pearce, G. 2000. Role of drainage in development: UK perspective. In *Proceedings, 8th ICID International Drainage Workshop*. New Delhi.
358. Peck, A.J., R.J. Luxmoore and J.L. Stolzy, 1977. Effects of spatial variability of soil hydraulic properties in water budget modeling. *Water Resour. Res.*, 13, 348-354.
359. Peerboom, J. 1987. Adaptions of the model SWATRE in order to simulate the behaviour of swelling and shrinking clay soils. MSc-thesis, Subdep. Water Resources, Wageningen University, 104 p.
360. Pillsbury A. F. 1967. Observations on Tile Drain Performance, *Journal of the Irrigation and Drainage Division, ASCE, Proceedings Paper 5447, IR3, September 1967*.
361. Pizarro, Fernando. *Drenaje Agrícola y Recuperación de Suelos Salinos*. Madrid: Editorial Agrícola Española S.A; 1978.
362. Planul de Amenajare Teritorială al Județului Arad;
363. Planul de Amenajare Teritorială al Județului Bihor;
364. Planul de Amenajare Teritorială al Județului Caraș-Severin;
365. Planul de Amenajare Teritorială al Județului Maramureș;
366. Planul de Amenajare Teritorială al Județului Satu Mare;
367. Planul de Amenajare Teritorială al Județului Timiș;
368. Planul Național de Dezvoltare Rurală 2007 - 2013;
369. Powers W.L., *Land drainage*, Corvallis, Oregon, 1921, S.U.A.;
370. Pullan, A.J., 1990. The quasilinear approximation for unsaturated porous media flow. *Water Resources Research*, 22:1219-1066.
371. Rady, M. A. (1993). *Main policies and guideline for rehabilitation of tile drainage networks*. Cairo, Egypt, Egyptian Authority for Drainage Projects: 24.
372. Raes, D. D. and van Aelst, P., 1985. The field parameters of the BUDGET model. Internal note, Lab of Soil & Water Engng, University of Leuven, Belgium.
373. Rajad Project Staff (1995). "Analysis of Subsurface Drainage Design Criteria, 1995 Edition. Rajasthan Agricultural Drainage Research Project (Rajad), Chambal Command Area Development, Rajasthan, India. Sep 95."

374. Ramsar Convention Secretariat, 2006, The Ramsar Convention Manual: a guide to the Convention on Wetlands (Ramsar, Iran, 1971), 4th ed. Ramsar Convention Secretariat, Gland, Switzerland;
375. Rao, A.S. and K.E. Saxton. 1995. Analysis of soil water and water stress for pearl millet in an Indian arid region using the SPAW model. *Indian J. of Arid Environments* 29:155-167.
376. Rao, A.S., N.L. Joshi, and K.E. Saxton. 1997. Monitoring of productivity and crop water stress of pearl millet using SPAW. IAHS Fifth Scientific Assembly, Rabat, Morocco, April 23-May 3, 1997.
377. Raportul de mediu pe anul 2005 al județului Arad;
378. Raportul de mediu pe anul 2005 al județului Bihor;
379. Raportul de mediu pe anul 2005 al Județului Caraș-Severin;
380. Raportul de mediu pe anul 2005 al județului Maramureș;
381. Raportul de mediu pe anul 2005 al județului Satu Mare;
382. Raportul de mediu pe anul 2005 al județului Timiș;
383. Rattan Lal, Manoj K.Shukla, Principles of soil physics, Ohio State University Columbus Ohio USA, 2004;
384. Rawls, W.J., D.L. Brakensiek, and K.E. Saxton. 1982. Soil water characteristics. *Trans. ASAE* 25(5):1316-1328.
385. Rawls, W.J., L.R. Ahuja, D.L. Brakensiek and A. Shirmohammadi. 1992. Infiltration and soil water movement. Chapter. 5 In: *Handbook of Hydrology*, D. R. Maidment (Ed.), McGraw-Hill, Inc., New York, NY, pp. 5.1-5.51
386. Rawls, W.J., D. Gimenez, and R. Grossman. 1998. Use of soil texture, bulk density and slope of the water retention curve to predict saturated hydraulic conductivity. *Trans. of ASAE* 41(4):983-988.
387. Renault, D., Hemakumara, M. and Molden, D.J. (2001) Importance of water consumption by perennial vegetation in irrigated areas of the humid tropics: evidence from Sri Lanka. *Agricultural Water Management* 46, 215-230.
388. Reynolds, W.D. and Elrick, E.E., 1991. Determination of hydraulic conductivity using a tension infiltrometer. *Soil Science Society of America Journal*, 55:633-639.
389. Rhoades, J.D., Chanduvi, F. and Lesch, S (1999) Soil salinity assessment Methods and interpretation of electrical conductivity measurements. FAO Irrigation and Drainage Paper no. 57. Rome.
390. Ritchie J. T., 1972. Model for predicting evaporation from a row crop with incomplete cover. *Water Resources Res.*, 8:1204-1213.
391. Ritsema, C.J., L.W. Dekker, J.M.H. Hendrickx and W. Hamminga, 1993. Preferential flow mechanism in a water repellent sandy soil. *Water Resour. Res.*, 29, 2183-2193.
392. Ritsema, C.J., and L.W. Dekker, 1994. How water moves in a water repellent sandy soil. 2. Dynamics of fingered flow. *Water Resour. Res.*, 30, 2519-2531.
393. Ritsema, C.J., 1998. Flow and transport in water repellent sandy soils. PhD-thesis Wageningen University, 213 p.
394. Ritzema, H.P., 1994. Subsurface flow to drains. In 'Drainage principles and applications', H.P. Ritzema (Ed. in Chief), ILRI publication 16, second edition, Wageningen, p. 263-304.

395. Ritzema H.P., Drainage Principles and Applications, ILRI Publication 16, second edition (completely revised), Wageningen, Olanda, 1994;
396. H.P. Ritzema, R.A.L. Kselik, F. Chanduvi, Drainage of Irrigated Lands, FAO, Rome, 1996;
397. Roe, H. B., Ayers, Q. C., 1954. Engineering for Agricultural Drainage. *Mc. Graw Hill - New York*.
398. Rolf, H.L.M. 1989. Verlaging van de grondwaterstanden in Nederland : analyse periode 1950-1986. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 's-Gravenhage, 65 p.
399. Ross, P.J., 1990. Efficient numerical methods for infiltration using Richards' equation. *Water Resour. Res.*, 26, 279-290.
400. Rossi, N., C. Ciavatta and L.V. Antisari 1991. Seasonal pattern of nitrate losses from cultivated soil with subsurface drainage. *Water, Air, and Soil Pollution*, 60, pp. 1-10,
401. Rothe, J., 1924. Die Strangentfernung bei Dränungen. *Landw. Jahrb.* 59: 453-490
402. Russell, J.L. 1934. Scientific research in soil drainage. *Journal Agricultural Science* 24, pp. 544-573;
403. Russo, D., E. Bresler, U. Shani and J. Parker, 1991. Analysis of infiltration events in relation to determining soil hydraulic properties by inverse problem methodology. *Water Resour. Res.*, 27, 1361-1373.
404. Sabău N. C., Impactul lucrărilor hidroameliorative asupra solurilor din perimetrul Valea Ier, Ed. Universităţii din Oradea, 1997, Oradea.
405. Sakthivadivel, R., de Fraiture, C., Molden, D.J., Perry, C. and Kloesen, W. (1999) Indicators of land and water productivity in irrigated agriculture. *Water Resources Development* 15, 161-179.
406. Salman, A. F. (1995). Rehabilitation policies and priorities of field drainage. Cairo, Egypt, Egyptian Authority for Drainage Projects: 18.
407. Salvan Florin, Viaţa satelor din Țara Bârsei în Evul Mediu (secolele XIII - XVII), Ed. Academiei Române, 1996, Bucureşti;
408. Sandu Gh., Caracteristicile solurilor cu exces de umiditate din punct de vedere ameliorative, Rev, Hidrotehnica, Gospodărirea Apelor, Meteorologia 9 (1964);
409. Sava I., Wehry A., Hidromaeliorații, E.D.P., București, 1967;
410. Saxton E.K., Patrick H. Willey, The SPAW Model for Agricultural Field and Pond Hydrologic Simulation;
411. Saxton, K.E. 1971. Sensitivity analyses of the combination evapotranspiration equation. *Agric. Meteorology*. 15:343-353.
412. Saxton, K.E. 1985. Soil water hydrology: Simulation for water balance computations. IAHS Pub. No. 148, pp. 47-59
413. Saxton, K.E. 1989. Models for predicting water and energy relationships in soils under limited rainfall conditions. Proc. Inter. Symp. on Managing Sandy Soils, Jodhpur, India, Feb. 6-10, 1989.
414. Saxton, K.E. and G.C. Bluhm. 1982. Regional prediction of crop water stress by soil water budgets and climatic demand. *Trans. of Am. Soc. Agric. Engr.* 25(1):105-110.
415. Saxton, K.E. and J.L. McGuinness. 1982. Evapotranspiration. In: C. T. Haan, H. P. Johnson and D. L. Brakensiek (eds.) *Hydrologic modeling of Small Watersheds*. Monograph of Am. Soc. Agric. Engr. No. 5, ASAE St. Joseph Michigan. pp. 229-273.

416. Saxton, K.E. and P.H. Willey. 1999. Agricultural Wetland and Pond Hydrologic Calculations Using the SPAW-II Model. Paper No. 992030, Proc., Amer. Soc. Agric. Eng. Meeting, Toronto, ON, July 18-21, 1999.
417. Saxton, K.E. and P.H. Willey. 2004. Agricultural Wetland and Pond Hydrologic Analyses Using the SPAW model. Proc. Self-Sustaining Solutions for Streams, watersheds and Wetlands Conf., Amer. Soc. Agric. Engr., Sept. 12-15, 2004, St. Paul, MN.
418. Saxton, K.E. and W.J. Rawls. 2004. Soil water characteristic estimates by texture and organic matter for hydrologic solutions. Proc. , Soil Sci. Soc. Amer. International Conference, Seattle, WA Nov. 1-3, 2004.
419. Saxton, K.E., H.P. Johnson, and R.H. Shaw. 1974a. Modeling evapotranspiration and soil moisture. Trans. Am. Soc. Agric. Engr. 17(4):673-677.
420. Saxton, K.E., H.P. Johnson, and R.H. Shaw. 1974b. Watershed evapotranspiration estimated by the combination method. Trans. of Am. Soc. Agric. Engr. 17(4):668-672.
421. Saxton, K.E., G.E. Schuman, and R.E. Burwell. 1977. Modeling nitrate movement and dissipation in fertilized soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 41(2):265-271.
422. Saxton, K.E., W.J. Rawls, J.S. Romberger, and R.I. Papendick. 1986. Estimating generalized soil water characteristics from texture. Soil Sci. Soc. Amer. J. 50(4):1031-1036.
423. Saxton, K.E., C.O. Stockle, and G.C. Bluhm. 1992a. Soil water and nitrate budgets with the enhanced SPAW model. Proc. Amer. Water Res. Assoc., Nov.1-5, 1992, Reno, NV., pp. 269-270.
424. Saxton, K.E., M.A. Porter, and T.A. McMahon. 1992b. Climatic impacts on dryland winter wheat yields by daily soil water and crop stress simulations. Agric. and Forest Meteor. 58(1992):177-192.
425. Schilfgaarde, J. van, Kirkham, D., Frevert, R. K., 1956. Physical and mathematical theories of tile and ditch drainage and their usefulness in design. *Research Bull. 436. Iowa Agr. Exp. Sta.*
426. Schmidt, P. and J.N. Luthin 1964. The drainage of sloping lands. *Journal of Geophysical Research* 69, pp. 1525-1529.
427. Schultz, E. 1983. From natural to reclaimed land : Land and water management in the polders of The Netherlands. *Water International*, 8, pp. 55-60.
428. Scott, S.F. 1993. Water and sustainable agricultural development. In: *Ecologically-sound resources management in irrigation*. DVWK Bulletin 19, Parey, Hamburg, pp. 19-50.
429. Scott A.H., *Handbook of Irrigation and Drainage*, Department of Agriculture and Industries, Perth, Australia, 1913;
430. Shuttleworth, W.J. 1992. Evaporation. Chapter 4 In: *Handbook of Hydrology*, D.R. Maidment (Ed.), McGraw-Hill, Inc., New York, NY, pp. 4.1-4.53
431. Site-ul Administrației Naționale a Îmbunătățirilor Funciare;
432. Site-ul Comisiei Europene, Centrul de Cercetare Joint Research Center, Institutul pentru Mediu și Sustenabilitate.
433. Skaggs, R.W. 1979. Water movement factors important to design and operation of subirrigation systems. ASAE pap. 79-2543, Amer. Soc. Agric. Eng., St. Joseph, MI.

434. Skaggs, R.W. 1980. DRAINMOD reference report. Method for design and evaluation of drainage - water management systems for soil with high water tables. Rep. USDA, Soil Conserv. Serv., ch. 5 and pref.
435. Skaggs, R.W., and Nassehzadeh-Tabrizi. 1986. Design drainage rates for estimating optimum drain spacing. *Trans. Amer. Soc. Agric. Eng.*, Vol. 29(6):1631-1640.
436. Skaggs, R.W., Nassehzadeh-Tabrizi, and R.O. Evans. 1985. Simplified methods for determining subirrigation drain spacings. *Amer. Soc. Agric. Eng. pap. no. 85-2054*. St. Joseph, MI.
437. Skaggs, R.W. 1980. Combination surface-subsurface drainage systems for humid region soils. *Journal Irrigation and Drainage Division, Proceedings American Society of Civil Engineers*, 106, IR4, pp. 265-283;
438. Small, L. (1992) Evaluating Irrigation System Performance with Measures of Irrigation Efficiencies. ODI Irrigation Management Network Paper No. 22. Overseas Development Institute, London.
439. Small, L.E. and Svendsen, M. (1990) A framework for assessing irrigation performance. *Irrigation and Drainage Systems* 4, 283-312. Revised edition as: Working Paper on Irrigation Performance 1. International Food Policy Research Institute, Washington, DC.
440. Smedema, L.K., Vlotman, W.F and Rycroft, D.W. 2004. *Modern Land Drainage. Planning, Design and Management of Agricultural Drainage Systems*. A.A. Balkema Publishers, Leiden, The Netherlands, 446 pp.
441. Smedema, L. K., S. M. Abdel Dayem, et al. (1996). Performance assessment of land drainage systems. Workshop on the Evaluation of Performance of Subsurface Drainage Systems, 16th ICID Congress, Cairo, Egypt, ICID-Cemagref.
442. Smedema, L. K. and W. F. Vlotman, Eds. (1996). Workshop on Performance Assessment of Drainage Systems. Cairo, Egypt, Drainage Research Institute (DRI) and Egyptian Public Authority for Drainage Projects (EPADP).
443. Smedema, L.K. 1988: Watertable control indices for drainage of agricultural land in humid climates. *Agricultural Water Management* 14, p 69-77.
444. Smedema, L. K., Abdel Dayem, S.M., Vlotman, W.F., Abdel Aziz, A., Van Leeuwen, H. (1996). Key note address for Performance assessment of land drainage systems. Workshop on the Evaluation of Performance of Subsurface Drainage Systems,, Cairo, Egypt, CIID-Cemagref.
445. Smedema, L.K. and D.W. Rycroft 1983. *Land drainage : planning and design of agricultural drainage systems*. Batsford, London, 376 p.
446. Smedema, L.K. 2000. Global drainage needs and challenges: the role of drainage in today's world. In *Proceedings, 8th ICID International Drainage Workshop*. New Delhi.
447. Smedema, L.K. & Ochs, W.J. 1996. The state of land drainage in the world. In A.M. Shady, ed. *Subsurface drainage of irrigated land in India*, ICID, New Delhi.
448. Smedema, L.K., W. Wolters and P.J. Hoogenboom 1992. Re-use simulation in irrigated river basin. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 118,6, pp. 841-851.
449. Smith, M., 1992. CROPWAT, a computer program for irrigation planning and management. FAO Irrigation and Drainage Paper 46. Rome, Italy.

450. Snellen, W.B. 1987. Malaria control by engineering measures: pre-World War II examples from Indonesia. In ILRI Annual Report. ILRI, Wageningen, the Netherlands.
451. Snellen W.B, Towards integration of Irrigation and Drainage Management, I.L.R.I. Wageningen, Netherlands, April 1997;
452. Soil conservation service: U.S.D.A. 1959. Natural Engineering Handbook, Section 16, Drainage.
453. Soil Science Society of America. 1975. Soil Conditioners, SSSA, Madison, WI. Soil Survey Division Staff. 1951. Soil Survey Manual, USD A Handbook No. 18, Washington, D.C;
454. Soil Survey Staff. 1993. Soil survey manual. U.S. Department of Agriculture Handbook No. 18. Natural Resources Conservation Service, U.S. Department of Agriculture. U.S. Government Printing Office, Washington, D. C
455. Soil Survey Staff. 1999. Soil taxonomy, second ed. Agriculture Handbook 436. Natural Resources Conservation Service, U.S. Department of Agriculture. U.S. Government Printing Office, Washington, D. C.
456. Someșan L., Micu E., Pop V., Depresiunea Întorsurii Buzăului. Studiu geografic, istoric și economic, 1947, București;
457. Spangzer, M. G. 1951. Soil Engineering. International Textbook Co., Scranton.
458. Stanciu Eugenia - Atmospheric precipitations from Banat Area, Eurostampa Publishing House, Timișoara, 2005;
459. Standardul ASAE EP 479;
460. Stoian E., Vlad Țepeș, Mit și realitate istorică, Ed. Albatros, București, 1989;
461. Stuyt L.C.P.M., Dierickx W., Beltran Martinez J., Materials for subsurface land drainage systems, F.A.O., Irrigation and Drainage Paper, 60 Rev.1, Rome, 2005;
462. Sudar, R.A., K.E. Saxton, and R.G. Spomer. 1981. A predictive model of water stress in corn and soybeans. Trans. of Am. Soc. Agric. Engr. 24(1):97-102
463. Summers, J.B. and S.S. Anderson (eds.) 1986. Toxic substances in agricultural water supply and drainage: Defining the problem. Proceedings of the 1986 Regional Meetings. U.S. Committee on Irrigation and Drainage, Denver, 358 p.
464. Summers, J.B. and S.S. Anderson (eds.) 1988. Toxic substances in agricultural water supply and drainage: Searching for solutions. Report of the 1987 Panel of experts and Papers from the 1987 National Meeting at Las Vegas. U.S. Committee on Irrigation and Drainage, Denver, 167 p.
465. Summers, J.B. and S.S. Anderson (eds.) 1989. Toxic substances in agricultural water supply and drainage: An international environmental perspective. Papers from the Second Pan-American Regional Conference of the International Committee on Irrigation and Drainage in Canada. U.S. Committee on Irrigation and Drainage, Denver, 424 p.
466. SURFER, 1986. Reference Manual. Golden Software Inc. Golden, CO.
467. Tanji, K.K. (ed.) 1990. Agricultural salinity assessment and management. ASCE Manuals and Reports on Engineering Practice 71, New York, 619 p.
468. K.K. Tanji, N.C. Kielen, Agricultural drainage water management in arid and semi-arid areas, FAO Irrigation and Drainage Paper, Rome, 2002;

469. Thomson, A.J., Chimbari, M., Chandiwana, S.K., Ndlela, B. & Chitsiko, R.J. 1996. Control of schistosomiasis: a practical guide for irrigation development. Report OD/TN 78, H.R. Wallingford, Oxford, UK.
470. Thornthwaite, C. W. 1948. An approach to a rational classification of climate. *Geographical Review* 38:55- 94.
471. Till, M.R. and Bos, M.G. (1985) The influence of uniformity and leaching on the field application efficiency. *ICID Bulletin* 34.
472. Toksöz, S. and D. Kirkham 1961. Graphical solution and interpretation of new drain-spacing formula. *Journal of Geophysical Research* 66 (2), pp. 509-516.
473. Toksöz, S. and D. Kirkham 1971. Steady drainage of layered soils: theory and nomographs. *Journal of the Irrigation and Drainage Division ASCE* 97 pp . 1-37.
474. United States Department of Agriculture, Soil Conservation Service. 1971. Drainage of agriculture land. *Natl. Eng. Handb.*, sec. 16, pp. 4-43.
475. United Nations Environmental Programme 1988. Assessment of multiple objective water resources projects: Approaches for developing countries. UNEP, New York, 125 p.
476. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. *Eng. Field Handb. (EFH)*.
477. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. Hydrology tools for wetland determination workbook. National Employee Development Center. p227.
478. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. National Handbook of conservation practices. Practice Standard 606, Subsurface Drain.
479. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, Part 624 Drainage National Engineering Handbook, Chapter 10 Water Table Control, 2001
480. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, Part 650 Engineering Field Handbook, National Engineering Handbook, Water Management (Drainage)
481. United States Department of Agriculture, Soil Conservation Service, National Engineering Handbook, Section 16, Drainage of Agricultural Land;
482. U.S. Bureau of Reclamation, 1963. Earth Manual. U. S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation.
483. USDA-NRCS. 1997. Part 630, *Hydrology, National Engineering Handbook*. Natural Resources Conservation Service, Washington, D.C.
484. U.S.D.A., Design of Open Channels, October, 1997;
485. USDA. 1987. Farm drainage in the United States: history, status and prospects. Economic Research Service, Miscellaneous Paper No. 1 455. USDA, Washington, DC.
486. van Bavel, C.H.M. and Don Kirkham. 1948. Field measurement of soil permeability using auger holes. *Soil Science Society of America Proceedings*, vol. 13, pp. 90-96.
487. Van Beers, W.F.J. 1979. Some nomographs for the calculation of drain spacings. 3rd ed. *ILRI Bulletin* 8, Wageningen, 46 p.
488. Van Beers, W. F. J. 1958. The Auger Hole Method. Bulletin 1, International Institute for Land Reclamation and Improvement, Wageningen, the Netherlands.

489. Van den Broek, B.J., J.C. van Dam, J.A. Elbers, R.A. Feddes, J. Huygen, P. Kabat and J.G. Wesseling, 1994. SWAP 1993, input instructions manual. Report 45, Dep. Water Resources, Wageningen Agricultural University.
490. Van der Molden, W.H., and J. Wesseling, 1991, A solution in closed form and a series solution to replace the tables for the thickness of the equivalent layer in Hooghoudt's drain spacing formula. *Agricultural Water Management* 19, pp. 1-16.
491. Van der Molen, W.H. 1982. Water management in the Western Netherlands. In: H. de Bakker and M.W. van den Berg (eds.), *Proceedings of the Symposium on peat lands below sea level*. ILRI Publication 30, Wageningen, pp. 106- 121.
492. W.H. van der Molden, J.M. Beltran, W.J. Ochs, *Guidelines and computer programs for the planning and design of land drainage systems*, FAO, Rome, 2007;
493. van Genuchten M. Th., 1980. A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Sci. Am. J.* 44:892-898.
494. Van Hoorn J.W., van Alphen J.G., 1974, Salinity control, In H.P. Rithema, *Drainage Principles and Application*, pg. 533 – 600, Publ. 16, ILRI, Wageningen, Netherlands;
495. Van Hoorn, J.W. 1960. Grondwaterstroming in komgrond en de bepaling van enige hydrologische grootheden in verband met het ontwateringssysteem. *Versl. Landbouwk. Onderz.* 66 (IO). Pudoc, Wageningen, 136 p.
496. van Joolen E., *Evaluarea terenurilor arheologice*, Amsterdam, Olanda, 2003;
497. Van Schilfgaarde, J. 1979. Progress and problems in drainage design. In: J. Wesseling (ed.), *Proceedings of the International Drainage Workshop*. ILRI Publication 25, Wageningen, pp. 633-644;
498. Vaughan E. R., *Agricultural drainage ditches: soils and implications for phosphorus transport and retention*, PhD. Thesys, Faculty of the Graduate School of the University of Maryland, USA, 2005;
499. Villón, Máximo. *Estudio de Reconocimiento de los Problemas de Drenaje: en las Áreas Sembradas de Palma; Coto y Quepos, Costa Rica y San Alejo, Honduras*. Cartago: United Brands Company; 1981.
500. Villón, Máximo. *Apuntes de clase del curso Drenaje II*. Cartago: Instituto Tecnológico de Costa Rica; 1985.
501. Vincent, B., A. Vidal, et al. (1996). Use of satellite remote sensing as an indication for the assessment of waterlogging or salinity as an indication of the performance of drained systems. *Workshop on the Evaluation of Performance of Subsurface Drainage Systems*, 16th ICID Congress, Cairo, Egypt, ICIDCemagref.
502. Vincent, B., Vlotman W.F., Zimmer D. (2002). *Performance assessment and potential indicators for drainage systems*; Draft Publication ICID Working Group on Drainage. http://www.icid.org/w_body.html#22, then go to DRAINLINE.
503. Visser, W. C., 1954. Tile drainage in the Netherlands. *Neth. J. Agric. Sci.*: 69-87
504. Vlotman, W. F. (1999). *Drain envelopes*. Wageningen, ILRI: 10-29.
505. Vlotman, W. F., Jansen H. J., Snellen, W. B. (2002). *Controlled Drainage; an additional paradigm for integrated water management* (in press). 7th Netherlands ICID meeting, April 2002, Nijmegen, The Netherlands.

506. Vlotman W.V., Safwat Abdel Ziem, Performance assessment of subsurface drainage systems, ILRI, Wageningen and Drainage Research Institute (DRI), El Kanater, Cairo, Egypt;
507. Vlotman, W.F. Bhutta, M.N., Reymat Ali, S. and Bhatti, A.K. 1993. Fourth drainage project, Faisalabad, 1981 - 1992. International Waterlogging and Salinity Research Institute, Lahore, Pakistan. Publication No. 159, Jun. 93, (draft).
508. Vlotman W., L.S. Willardson, W. Dierickx, Envelope design for subsurface drains, Wageningen, Netherlands, 2000;
509. Vos J., Twenty-Five Years of Drainage Experiences, Symposium 25th International Course and Land Drainage, Wageningen, 1986;
510. Walczak, R.T, R.R. van der Ploeg, and D. Kirkham 1988. An algorithm for the calculation of drain spacing for layered soils. Soil Science Society of America Journal 52, pp. 336-340.
511. Wehry A., David I., Man T.E. - 1982 - Probleme actuale în tehnica drenajului, Ed. Facla, Timișoara;
512. Wehry A., Man T.E., 1978, Cercetari asupra materialelor filtrante de drenaj, Comunicarile sesiunii jubiliare a I.P. Iasi;
513. Wehry A., Man T.E., Buhociu L., 1978, Rezultate preliminare privind unele materiale filtrante pentru drenaj, Analele ICITID;
514. Wehry A., Man T.E., 1979, Studii si cercetari privind filtrele drenajelor agricole, Rev. Hidrotehnica nr. 7;
515. Wesseling, J. 1974. Crop growth and wet soils. In: J. van Schilfgaarde (ed.), Drainage for agriculture. Agronomy 17, American Society of Agronomy, Madison, pp. 7-38;
516. Wesseling, J. (1973). Subsurface flow into drains. In: Drainage Principles and Applications, Vol. II: Theories of Field Drainage and Watershed Runoff, p. 1-56. Publ 16, ILRI, Wageningen, The Netherlands.
517. Wiersma, D. 1984. Soil water characteristic data for some Indiana soils. Purdue Univ. Agric. Exp. Stn. Bull 452.
518. Winpenny, J.T. 1991. Values for the environment : A guide to economic appraisal. Overseas Development Institute, London, 277 p.
519. Wolters, W. (1992) Influences on the Efficiency of Irrigation Water Use. ILRI publication no. 51. International Institute for Land Reclamation and Improvement, Wageningen, The Netherlands.
520. Wolters, W. and Bos, M.G. (1990) Irrigation Performance Assessment and Irrigation Efficiency. 1989 Annual Report. International Institute for Land Reclamation and Improvement, Wageningen, The Netherlands, pp. 25-37.
521. World Bank 1989. World Bank environmental assessment guidelines. World Bank Operational Manual, Operative Directive 4.00, Annex A. Washington, 14 p.
522. World Health Organization 1982. Manual on environmental management for mosquito control. Offset Publication 66. WHO, Geneva.
523. www.ramsar.org;
524. wikipedia.org
525. wikipedia.org/wiki/Flood_control_in_the_Netherlands
526. www.anif.ro;
527. www.icid.org
528. www.mysteriousetruscans.com
529. www.ro.wikipedia.org
530. www.paradoxplace.com/Insights/Cistercians/Cistercians.htm

531. www.bedfordbasin.ca/canal2003/webimages
532. www.theotherside.co.uk/tm-heritage/background/flanders-medieval.htm
533. www.norfolkmills.co.uk
534. www.sannicolaumarebanat.blogspot.com
535. www.meteoromania.ro
536. www.ramsar.org;
537. www.snm.inmh.ro
538. xxx – Water Management (Drainage), Chapter 14, Part 650 Engineering Field Handbook, National Engineering Handbook, U.S.D.A, N.R.C.S.;
539. xxx – Drainmod, North Carolina University site, USA;
540. xxx - Arhiva tehnică și actele normative de funcționare al SNIF SA București, Sucursala Timișoara
541. xxx - Eliminarea excesului de umiditate din zona D.N. Vârșand-Chișineu Criș, Responsabil contract: **V. Gheorghiu**, Colectiv: V. Gheorghiu, A. Wehry, I. David, D. Chivereanu, Beneficiar: D.R.D.P. Timișoara, Contract 1865/2.02.1971, Valoare 25000 lei;
542. xxx - Determinarea coeficientului de filtrație în situ (metoda augerhole) în vederea aplicării drenajelor în sistemul Aranca, Responsabil contract: **A. Wehry**, Colectiv: A. Wehry, I. David, P. Boeru, D. Chivereanu, E.T. Man, Beneficiar: D.I.F. București – T.C.I.F. Timișoara, sectorul de proiectare, Contract 319/7.03.1972, Valoare 50000 lei;
543. xxx - Stabilirea elementelor tehnice ale drenajului prin metode analogice și analitice în sistemul Aranca, Responsabil contract: **V. Gheorghiu**, Colectiv: V. Gheorghiu, A. Wehry, I. David, D. Chivereanu, D. Arsenie, P. Boeru, Beneficiar: D.I.F. București – T.C.I.F. Timișoara, sectorul de proiectare, Contract 3046/25.02.1972, Valoare 10000 lei;
544. xxx - Studiul sistemelor de drenaj de interceptie, în variantă cu puțuri autodeversante în canale cu efect drenant în zona lacului de acumulare Turnu Măgurele – Nicopole, Responsabil contract: **V. Gheorghiu**, Colectiv: V. Gheorghiu, A. Wehry, I. David, D. Arsenie, Beneficiar: I.S.P.I.F. București, Contract 1885/10.02.1973, Valoare 100000 lei;
545. xxx - Studii pentru determinarea coeficientului de filtrație în situ pentru completarea sistemului de desecare Tur – mal drept, sistem II est, județul Satu Mare, Responsabil contract: **A. Wehry**, Colectiv: A. Wehry, P. Boeru, E.T. Man, Beneficiar: T.C.I.F. Timișoara, sectorul de proiectare, Contract 583/10.02.1973, Valoare 75000 lei;
546. xxx - Studii în sistemele hidroameliorative din județul Timiș privind etalonarea unor lucrări de artă, Responsabil contract: **A. Wehry**, Colectiv: A. Wehry, D. Chivereanu, studenți, Beneficiar: I.E.I.L.I.F. Timișoara, Contract 149/21.05.1975, Valoare 100.000 lei;
547. xxx - Stabilirea conductivității hidraulice pe solurile ce urmează a fi drenate în sistemul Aranca, compartimentele I, II și III, Responsabil contract: **A. Wehry**, Colectiv: A. Wehry, D. Chivereanu, studenți, Beneficiar: T.C.I.F. Timișoara, sectorul de proiectare, Contract 180/01.07.1975, Valoare 40000 lei;
548. xxx - Studiul permeabilității solurilor în vederea introducerii drenajului la stațiunea didactică experimentală a Institutului Agronomic Timișoara, Responsabil contract: **A. Wehry**, Colectiv: A. Wehry, D. Chivereanu, S. Garici, N. Ionescu, E.T. Man, studenți, Beneficiar: T.C.I.F. Timișoara, sectorul de proiectare, Contract 214/20.08.1975, Valoare 20000 lei;

549. xxx - Studiul permeabilității solurilor în vederea introducerii drenajului în zona Țeba-Timiș, județul Timiș, Responsabil contract: **A. Wehry**, Colectiv: A. Wehry, D. Chivoreanu, S. Garici, S. Duvlea, N. Ionescu, F. Heler, E.T. Man, studenți, Beneficiar: T.C.I.F. Timișoara, sectorul de proiectare, Contract 215/20.08.1975, Valoare 94866 lei;
550. xxx - Studii și cercetări în câmpul experimental de la Dinaș în scopul găsirii celor mai bune metode tehnico-economice privind ameliorarea solurilor sărăturate și de prevenire a sărăturării solurilor în zona Țeba-Timiș, județul Timiș, Responsabil contract: **A. Wehry**, Colectiv: A. Wehry, E.T. Man, D. Chivoreanu, Gh. Rogobete, S. Garici, Beneficiar: T.C.I.F. Timișoara, sectorul de proiectare, Contract 226/11.09.1975, Valoare 50000 lei;
551. xxx - Stabilirea conductivității hidraulice pe solurile ce urmează a fi drenate în sistemul Aranca, compartimentele I, II și III, Responsabil contract: **A. Wehry**, Colectiv: A. Wehry, D. Chivoreanu, studenți, Beneficiar: T.C.I.F. Timișoara, sectorul de proiectare, Contract 180/01.07.1975, Valoare 40000 lei;
552. xxx - Proiect (faza P.F.U.) pentru amenajarea de drenaje a pășunii de 50 ha la S.C.A. Lovrin, Responsabil contract: **A. Wehry**, Colectiv: A. Wehry, D. Chivoreanu, E.T. Man, studenți, Beneficiar: S.C.A. Lovrin, Contract 85/23.03.1976, Valoare 3000 lei;
553. xxx - Stabilirea celor mai corespunzătoare materiale filtrante pentru drenajul orizontal în condițiile zonelor din țara noastră ce necesită asemenea măsuri, Responsabil contract: **A. Wehry**, Colectiv: A. Wehry, D. Chivoreanu, E.T. Man, studenți, Beneficiar: I.C.I.F. Băneasa-Giurgiu, Contract 154/04.08.1976, Valoare 150000 lei;
554. xxx - Studii și proiect (faza P.F.U.) pentru irigații cu dejecții lichide la I.A.S. Banloc, jud. Timiș, Responsabil contract: **A. Wehry**, Colectiv: A. Wehry, D. Chivoreanu, E.T. Man, S. Garici, S. Duvlea, N. Ionescu, F. Heler, Gh. Rogobete, Beneficiar: I.A.S. Banloc, Contract 189/18.11.1976, Valoare 30000 lei;
555. xxx - Studii pedologice în câmpurile experimentale de drenaj de la Beregsău - Berini - Găvojdia, jud. Timiș, Responsabil contract: **Gh. Rogobete**, Colectiv: Gh. Rogobete, S. Duvlea, F. Heler, studenți, Beneficiar: S.C.A. Lovrin, Contract 100/08.06.1977, Valoare 25000 lei;
556. xxx - Stabilirea tehnologiei de realizarea lucrărilor de drenaj de suprafață în asociere cu irigația precum și a necesității refacerii acestor lucrări în timp, Responsabil contract: **S. Garici**, Colectiv: S. Garici, N. Ionescu, studenți, Beneficiar: S.C.A. Lovrin, Contract 98/08.06.1977, Valoare 15000 lei;
557. xxx - Materiale filtrante noi pentru drenajul orizontal, eficiente și mai ieftine, Responsabil contract: **E.T. Man**, Colectiv: E.T. Man, Gh. Rogobete, A. Wehry, I. David, N. Ionescu, Beneficiar: I.C.I.T.I.D., Contract 116/16.06.1978, Valoare 115000 lei;
558. xxx - Determinarea indirectă decadală a umidității solului a prognozei decdale a acesteia, a volumului apelor excedentare și a timpului de evacuare cu ajutorul calculatorului electronic, Responsabil contract: **A. Wehry**, Colectiv: A. Wehry, E.T. Man, Beneficiar: S.C.A. Lovrin, Contract 117/16.06.1978, Valoare 15000 lei;
559. xxx - Studii pedoameliorative în câmpurile experimentale de drenaj de la Beregsău - Berini și Timișoara, jud. Timiș, Responsabil contract: **Gh.**

- Rogobete**, Colectiv: Gh. Rogobete, F. Heler, L. Fărcașiu, Beneficiar: I.C.A. Lovrin, Contract 89/05.05.1978, Valoare 25000 lei;
560. xxx - Programe de calcul necesare creerii și exploatării bazei de date pentru: combaterea eroziunii solului, calculul asigurării nivelelor și debitelor, nivelarea și modelarea suprafețelor agricole în vederea amenajării lucrărilor de irigații și drenaje din vestul țării, Responsabil contract: **E.T. Man**, Colectiv: E.T. Man, A. Wehry, L. Fărcașiu, studenți, Beneficiar: T.C.I.F. Timișoara (oficiul de calcul), Contract 219/20.01.1979, Valoare 150000 lei;
561. xxx - Program de calcul pentru prognoza apelor interne excedentare și deficitare la sistemul hidroameliorativ Cărpiniș, Responsabil contract: **E.T. Man**, Colectiv: E.T. Man, A. Wehry, D. Chivereanu, Beneficiar: S.C.A. Lovrin, Laborator I.F. Timișoara, Contract 305/03.05.1979, Valoare 25000 lei;
562. xxx - Studii pedoameliorative în câmpurile experimentale de drenaj de la Găvojdia, Berini și Timișoara, jud. Timiș, Responsabil contract: **Gh. Rogobete**, Colectiv: Gh. Rogobete, F. Heler, L. Fărcașiu, Beneficiar: I.C.I.T.I.D. Băneasa-Giurgiu, Contract 304/03.05.1979, Valoare 52000 lei;
563. xxx - Verificarea prin experimentări în laborator și în teren a caracteristicilor hidraulice a unor materiale filtrante noi în vederea folosirii la lucrările de drenaj inclusiv stabilirea tehnologiilor de execuție a drenajelor cu aceste materiale, Responsabil contract: **E.T. Man**, Colectiv: E.T. Man, A. Wehry, I. David, N. Ionescu, Gh. Rogobete, D. Chivereanu, L. Fărcașiu, studenți, Beneficiar: I.C.I.T.I.D. Băneasa - Giurgiu, Contract nr. 351/17.07.1979, Valoare: 150.000 lei;
564. xxx - Strat filtrant pentru drenajul orizontal cu tuburi, din materiale locale și deșeuri industriale, Responsabil contract: **E.T. Man**, Colectiv: E.T. Man, A. Wehry, I. David, Gh. Rogobete, studenți, Beneficiar: I.C.I.T.I.D. Băneasa-Giurgiu, Contract 207/19.07.1980, Valoare 40000 lei;
565. xxx - Studii de drenaj pentru proiectarea amenajărilor de drenaj de la complexe de porci Pădureni, Grabaț, Voiteni și sistemul de desecare Sânicolau - Saravale, Responsabil contract: **A. Wehry**, Colectiv: Wehry A, E.T. Man, Gh. Rogobete, L. Fărcașiu, M. Ciora, Beneficiar: T.C.I.F. Timișoara, Contract 19/02.02.1981, Valoare 143046 lei;
566. xxx - Extinderea cercetărilor de laborator asupra geotextilelor folosite ca material filtrant la drenajul agricol, Responsabil contract: **E.T. Man**, Colectiv: E.T. Man, A. Wehry, M. Ciora, Beneficiar: I.C.I.T.I.D. Băneasa-Giurgiu, Contract 127/15.03.1981, Valoare 47123 lei;
567. xxx - Studii pedoameliorative în câmpurile experimentale de drenaj de la Găvojdia, Berini și Peciu Nou, jud. Timiș, Responsabil contract: **Gh. Rogobete**, Colectiv: Gh. Rogobete, L. Fărcașiu, Beneficiar: I.C.I.T.I.D. Băneasa-Giurgiu, Contract 50/14.03.1981, Valoare 37410 lei;
568. xxx - Studiu hidraulic și realizarea unei instalații de spălarea depunerilor din tuburile de drenaje agricole, Responsabil contract: **A. Wehry**, Colectiv: A. Wehry, E.T. Man, S. Garici, M. Ciora, L. Fărcașiu, Beneficiar: I.E.L.I.F. Timiș, Contract 21/11.02.1982, Valoare 150791 lei;
569. xxx - Studiu de drenaj privind alegerea materialelor filtrante în zona Grindu - Cocora, Responsabil contract: **A. Wehry**, Colectiv: A. Wehry, E.T. Man, Gh. Rogobete, M. Ciora, L. Fărcașiu, Beneficiar: I.S.P.I.F. București, Contract 66/05.04.1982, Valoare 70000 lei;
570. xxx - Studii pedoameliorative în câmpurile experimentale de drenaj de la Timișoara, Berini, Peciu Nou și Lovrin, Responsabil contract: **Gh. Rogobete**,

- Colectiv: Gh. Rogobete, L. Fărcașiu, Beneficiar: I.C.I.T.I.D. Băneasa-Giurgiu, Contract 35/01.03.1982, Valoare 49000 lei;
571. xxx - Urmărirea comportării și eficienței materialelor filtrante noi în amenajări experimentale și de producție, Responsabil contract: **A. Wehry**, Colectiv: A. Wehry, Gh. Rogobete, M. Ciora, L. Fărcașiu, studenți, Beneficiar: I.C.I.T.I.D. Băneasa-Giurgiu, Contract 106/12.05.1982, Valoare 73215 lei;
572. xxx - Studiu de drenaj privind alegerea materialelor filtrante în zona Someș-Crasna, Responsabil contract: **A. Wehry**, Colectiv: A. Wehry, E.T. Man, Beneficiar: I.S.P.I.F. București, Contract 36/11.02.1983, Valoare 100000 lei;
573. xxx - Utilizarea reversibilă a sistemului de desecare-drenaj și irigații, Responsabil contract: **A. Wehry**, Colectiv: A. Wehry, E.T. Man, M. Orlescu, Beneficiar: I.C.I.T.I.D. Băneasa-Giurgiu, Contract 110/25.04.1984, Valoare 139388 lei;
574. xxx - Stabilirea oportunității utilizării tuburilor cu diametru mare fără strat filtrant, în drenajul orizontal, Responsabil contract: **E.T. Man**, Colectiv: E.T. Man, A. Wehry, I. David, Beneficiar: I.C.I.T.I.D. Băneasa-Giurgiu, Contract 136/05.06.1984, Valoare 57840 lei;
575. xxx - Determinarea parametrilor hidraulici ai Filtexului produs la întreprinderea textilă „Libertatea” Sibiu în vederea folosirii lui ca material filtrant la drenajul agricol, Responsabil contract: **E.T. Man**, Colectiv: E.T. Man, A. Wehry, M. Orlescu, Beneficiar: I.T. „Libertatea” Sibiu, Contract 181/11.12.1984, Valoare 20000 lei;
576. xxx - Determinarea parametrilor hidraulici ai filtrului realizat din saci uzați din polipropilenă folosiți la ambalarea legumelor și fructelor pentru drenajul agricol, Colectiv: A. Wehry, E.T. Man, Beneficiar: C.E.C.H.I.M. București, Contract 54/27.02.1985, Valoare 20000 lei;
577. xxx - Studiu de drenaj pentru județele Timiș, Arad, Bihor și Caraș-Severin, Responsabil contract: **A. Wehry**, Colectiv: A. Wehry, E.T. Man, M. Orlescu, Gh. Rogobete, Beneficiar: I.E.E.L.I.F. Timiș, Contract 27/10.02.1986, Valoare 300000 lei;
578. xxx - Experimentarea unor noi tipuri de regulatoare hidraulice pentru îmbunătățirea distribuției apei pe rețeaua de canale deschise pentru irigații și desecări, Responsabil contract: **A. Wehry**, Colectiv: A. Wehry, E.T. Man, M. Orlescu, Beneficiar: I.C.I.T.I.D. Băneasa-Giurgiu, Contract 58/05.07.1986, Valoare 80000 lei;
579. xxx - Studiu de drenaj pentru amenajările din bazinul hidrografic Barcău versant drept și stâng amonte Marghitaș și B.H. Peța și Hidișel, jud. Bihor, Responsabil contract: **E.T. Man**, Colectiv: E.T. Man, A. Wehry, M. Orlescu, Beneficiar: I.E.E.L.I.F. Bihor, Contract 153/12.06.1986, Valoare 100000 lei;
580. xxx - Stabilirea de soluții și tehnologii pentru creșterea eficienței în amenajările de irigații și desecare-drenaj existente, Responsabil contract: **A. Wehry**, Colectiv: A. Wehry, E.T. Man, M. Orlescu, Beneficiar: I.C.I.T.I.D. Băneasa-Giurgiu, Contract 72/19.03.1987, Valoare 58834 lei;
581. xxx - Studiu de drenaj pentru amenajarea de C.E.S. în bazinul hidrografic Barcău, versant drept, s.b.h. Valea Făncica, jud. Bihor, Responsabil contract: **E.T. Man**, Colectiv: E.T. Man, A. Wehry, I. David, Gh. Rogobete, M. Orlescu, L. Constantinescu, Beneficiar: C.U.A.S.C. Timișoara, Contract 109/19.02.1988, Valoare 80000 lei;

582. xxx - Studiu de drenaj pentru amenajarea de C.E.S. în b.h. Barcău, Valea Sînicolau, jud. Bihor, Responsabil contract: **E.T. Man**, Colectiv: E.T. Man, A. Wehry, I. David, Gh. Rogobete, M. Orlescu, L. Constantinescu, Beneficiar: C.U.A.S.C. Timișoara, Contract 110/19.02.1988, Valoare 70000 lei;
583. xxx - Studiu de drenaj pentru amenajarea de C.E.S. în B. H. Eger, versant drept, s.b.h. Valea Lighet, jud. Bihor, Responsabil contract: **E.T. Man**, Colectiv: E.T. Man, A. Wehry, I. David, Gh. Rogobete, M. Orlescu, L. Constantinescu, Beneficiar: I.E.E.L.I.F. Bihor, Contract 111/19.02.1988, Valoare 60000 lei;
584. xxx - Determinarea parametrilor hidraulici ai deșeurilor textile de la Fabrica de Confecții Bega Timișoara, în vederea folosirii lor ca material filtrant la drenaj în cadrul amenajării Teba-Timișoara, jud. Timiș, Responsabil contract: **E.T. Man**, Colectiv: E.T. Man, A. Wehry, M. Orlescu, Beneficiar: I.E.E.L.I.F. Timiș, Contract 56/09.03.1988, Valoare 100000 lei;
585. xxx - Determinarea parametrilor hidraulici ai deșeurilor textile de la Fabrica de Confecții Bega Timișoara, în vederea folosirii lor ca material filtrant la drenaj în cadrul amenajării Teba-Timișoara, jud. Timiș, Responsabil contract: **E.T. Man**, Colectiv: E.T. Man, A. Wehry, M. Orlescu, Beneficiar: I.E.E.L.I.F. Timiș, Contract 56/09.03.1988, Valoare 100000 lei;
586. xxx - Studii de fundamentare a soluției de amenajare pentru drenaj a zonei Jicău – Lăpuș mal stâng și drept al râului Someș și zona Suciul de Jos – Groșii Jibleșului, Jud. Maramureș, Responsabil contract: **E.T. Man**, Colectiv: E.T. Man, A. Wehry, M. Orlescu, Beneficiar: I.E.E.L.I.F. Maramureș, Contract 30/15.11.1988, Valoare 200000 lei;
587. xxx - Criterii și soluții pentru folosirea apei și rețelei de desecare-drenaj la irigarele culturilor în condițiile Câmpiei Banatului, Director contract: **Schimek Norbert**, Colectiv: Schimek Norbert, Beneficiar: I.C.I.T.I.D. Băneasa-Giurgiu, Contract 96/17.09.1991, Valoare 50000 lei;
588. xxx - Procedee de stocare a datelor privind regulatoarele de nivele și debite pe canale de irigații și desecare, Director contract: **E.T. Man**, Colectiv: E.T. Man, A. Wehry, M. Orlescu, G. Eleș, Beneficiar: I.C.I.T.I.D. Băneasa-Giurgiu, Contract 44/13.04.1993, Valoare 100000 lei;
589. xxx - Studii de drenaj cu propuneri de soluții de drenaj pentru zone cu exces de umiditate din vestul țării, Grant 4004/1995, Tema 13, Director contract: **E.T. Man**, Colectiv: E.T. Man, A. Wehry, M. Orlescu, G. Eleș, Beneficiar: Ministerul Învățământului, Valoare: 1600000 lei;
590. xxx - Studii de drenaj cu propuneri de tuburi de drenaj, materiale filtrante și soluții de drenaj pentru zone cu exces de umiditate în vestul țării, Grant 5004/1996, Tema 320, Director contract: **E.T. Man** Colectiv: E.T. Man, A. Wehry, M. Orlescu, G. Eleș, Beneficiar: C.N.C.S.U., Valoare: 4000000 lei;
591. xxx - Studii de drenaj cu propuneri de tuburi de drenaj, materiale filtrante și soluții de drenaj pentru zone cu exces de umiditate din vestul țării, jud. Bihor, Grant 249/1998, Tema 16, Director contract: **E.T. Man**, Colectiv: E.T. Man, A. Wehry, Gh. Rogobete, M. Orlescu, L. Constantinescu, G. Eleș, F. Stoica, Beneficiar: C.N.C.S.U., Valoare: 20000000 lei;
592. xxx - Studii de drenaj cu propuneri de tuburi de drenaj, materiale filtrante și soluții de drenaj pentru zone cu exces de umiditate în vestul țării, jud. Maramureș, Grant 35034/1999, Tema 635, Director contract: **E.T. Man**, Colectiv: E.T. Man, A. Wehry, Gh. Rogobete, M. Orlescu, L. Constantinescu, F. Stoica, A. Bleneși-Dima, Beneficiar: C.N.C.S.I.S., Valoare: 32500000 lei;

593. xxx - Studii și cercetări asupra materialelor geosintetice folosite în hidroameliorații, Grant tip A 879/2001, Tema 23, Director contract: **E.T. Man**, Colectiv: E.T. Man, A. Wehry, Gh. Rogobete, M. Orlescu, F. Stoica, A. Bleneși-Dima, Beneficiar: C.N.C.S.I.S., Valoare: 42500000 lei;
594. xxx - Studii de drenaj cu propuneri de tuburi de drenaj, materiale filtrante și soluții de drenaj pentru zone cu exces de umiditate din județul Satu Mare, Grant 33501/2002, Tema 26, Colectiv: Director contract: **E.T. Man**, E.T. Man, A. Wehry, Gh. Rogobete, M. Orlescu, F. Boța, L. Constantinescu, F. Popescu, Beneficiar: C.N.C.S.I.S./M.E.C., Valoare: 50000000 lei;
595. xxx - Sinteză studii de drenaj cu propuneri de tuburi de drenaj, materiale filtrante și soluții de drenaj pentru zone cu exces de umiditate din vestul țării, județele Timiș, Arad, Bihor, Satu Mare și Maramureș, Grant 40535/2003, Tema 6, Director contract: **E.T. Man**, Colectiv: E.T. Man, A. Wehry, Gh. Rogobete, M. Orlescu, L. Constantinescu, G. Eleș, F. Popescu, R. Hălbac-Cotoară, Beneficiar: C.N.C.S.I.S./M.E.C., Valoare: 50000000 lei;
596. xxx - Studii și cercetări asupra materialelor geosintetice folosite în diferite lucrări din tehnica îmbunătățirilor funciare. Interpretări fizice, scheme de soluționare, metode și tehnologii, Grant 27688/2005, Tema 17, Cod 708, Director contract: **E.T. Man**, Colectiv: E.T. Man, A. Wehry, M. Orlescu, A. Bleneși-Dima, F. Popescu, C.M. Mărieș, R. Hălbac-Cotoară, Beneficiar: C.N.C.S.I.S./ M.C.T., Valoare: 120000000 lei.
597. xxx – Metoda pentru determinarea coeficientului de rezistența hidraulică la intrarea apei în tuburi perforate, Certificat de Inventator, Colectiv: David Ioan, Man Teodor Eugen, Wehry Andrei, Chivereanu Dumitru, Stanciu Ionel, Buhociu Liviu;
598. xxx – Filtru protector pentru drenajul agricol din deseuri textile, sintetice și material granular cu rol filtrant, Certificat de inovator, Colectiv Man Teodor Eugen, Szolosi Otto;
599. xxx – Metoda și stand pentru determinarea gradului de colmatare în timp a complexului tub de dren cu material filtrant pentru drenajul agricol, Certificat de inovator, Colectiv: Wehry Andrei, Man Teodor Eugen, David Ioan;
600. xxx – Debitgraf pentru drenajele agricole, Certificat de inovator, Colectiv: Wehry Andrei, Man Teodor Eugen;
601. xxx – Metoda și stand pentru determinarea coeficientului de rezistența hidraulică, Certificat de inovator, Colectiv: Man Teodor Eugen.
602. xxx, Advanced Tile Drainage Topics, Agriculture and Agri-Food Canada, Bio-systems and Agricultural Engineering, University of Minnesota, 2004, www.gov.mb.ca/agriculture/soilwater/soil/pdf/fbg05s05.pdf;
603. xxx, Shaping the Future of Water for Agriculture, A Sourcebook for Investment in Agricultural Water Management, World Bank, Agricultural and Rural Development Department, 2005, 322 pages.
604. xxx – Capacity development in irrigation and drainage. Issues, challenges and the way ahead, Proceedings of the International Workshop 2003, 54th Irrigation and Drainage International Executive Council Meeting, Montpellier, France;
605. Young, T.C. and J.T. Ligon 1972. Watertable and soil moisture probabilities with tile drainage. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, 15,3, pp. 448-451.

606. Youngs, E. G., Leeds-Harrison, P.B. and Chapman, J.M., 1989. Modelling water-table movement in flat low-lying lands. *Hydrological Processes* 3:301-315.
607. Zimmer, D. and B. Lesaffre (1989). Subsurface drainage flow patterns and soil types. ASAE summer meeting, Quebec, ASAE.
608. Zimmer, D. (1996). Lessons gained from the land drainage performance assessment programs in France during the 80's. Workshop on the Evaluation of Performance of Subsurface Drainage Systems, 16th ICID Congress, Cairo, Egypt, ICID-Cemagref
609. Zimmer, D. 2000. Drainage in western Europe. In *Proceedings, 8th ICID International Drainage Workshop*. New Delhi.