

INTERACȚIUNEA IRIGAȚII DRENAJ ȘI IMPACTUL ACESTORA ASUPRA MEDIULUI ÎN BAZINUL CRIȘURILOR

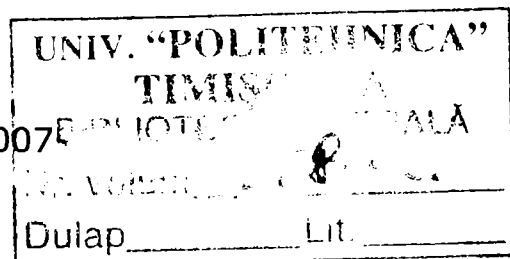
Teză destinată obținerii
titlului științific de doctor inginer
la
Universitatea "Politehnica" din Timișoara
în domeniul INGINERIE CIVILĂ
de către

Ing. Marinela Florica Bodog (Pașca)

Conducător științific:
Referenți științifici:

prof.dr.ing. Teodor Eugen Man
prof.univ.dr.ing. Ioan David
prof.univ.dr.ing. Ioan Cojocaru
prof.univ.dr.ing. Nicu Cornel Sabău

Ziua susținerii tezei: 30.10.2007



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, 2007

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

Lucrarea de față se înscrie în cadrul cercetărilor care au ca scop îmbunătățirea calității solului, prin aplicarea unor lucrări de îmbunătățiri funciare cum ar fi drenajul reversibil în subirigație, realizarea raionării pedo-hidro-ameliorative și a bazei de date aferentă județului Bihor, precum și realizarea unui program de calcul automat al distanței dintre drenuri prin utilizarea unor date și programe informatice avansate și adaptate cerințelor.

Studiile teoretice și cercetările experimentale cuprinse în lucrare au fost realizate, sub conducerea d-lui prof.dr.ing. Teodor Eugen **MAN**, din cadrul Facultății de Hidrotehnică din Universitatea „Politehnica” din Timișoara.

Amenajările de desecare drenaj din România, în suprafață totală de peste 3,2 milioane hectare, au fost dezvoltate în ultimii 200 de ani cu precădere în vestul țării (Banat și Câmpia Crișurilor) motiv pentru care am luat ca studiu de caz, pentru aplicarea modelelor matematice și a soft-ului realizat, județul Bihor.

Activitatea desfășurată în cadrul acestor cercetări în domeniul îmbunătățirilor funciare a contribuit la perfecționarea metodologiei de investigație și la acumularea unei bogate experiențe, dar și a unor date, care au permis inclusiv ilustrarea aspectelor teoretice prezentate în cadrul lucrării cu exemple obținute în urma cercetărilor proprii (baza de date aferentă hărții cu raionarea pedo-hidro-ameliorativă, calculul distanței între drenuri, verificarea funcționării sistemului de drenaj în subirigație, calcul tehnico-economic cu ajutorul aplicației DrenVSubIR, interpolarea 3D prin metoda RBF a coeficientului de corecție „a”, estimarea corelației dintre nivelul freatic și umiditate, studiul mărimilor caracteristice drenajului și subirigației în funcție de debitul specific de drenaj (q) și respectiv al diametrului tubului de dren (d_0), stabilirea ponderii diferitelor pierderi de sarcină în valoare totală a acestora, etc.).

Ing. Marinela Bodog (Pașca)

**Iubitului meu soț Radu,
scumpei mele fiice Bogdana și
dragilor mei părinți**

Bodog (Pașca), Marinela Florica

**Interacțiunea irigații drenaj și impactul acestora asupra
mediului în bazinul Crișurilor**

Teze de doctorat ale UPT, Seria 5, Nr.27, Editura Politehnica,
2007, 144 pagini, 101 figuri, 139 tabele.

ISSN: 1842-581X

ISBN: 978-973-625-544-1

Cuvinte cheie:

interacțiune, irigații, drenaj, subirigație, impact, raionare,
DrenVSubIR

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 interacțiunea dintre amenajările de irigații și cele de drenaj-subirigație pentru a evidenția rolul lor în protecția mediului înconjurător.

Intrarea României în cadrul țărilor U.E. a impus schimbarea legislației și practicilor în toate domeniile de activitate, implicit și în domeniul îmbunătățirilor funciare, ceea ce face actuală, oportună și importantă prezenta teză de doctorat în contextul în care erau previzibile aceste transformări.

Introducerea facilităților oferite de progresele informaticii în toate domeniile de activitate a fost un element pe care l-a avut în vedere această lucrare, încercându-se pe baza unor modele matematice să realizeze programe de calcul care să asigure, pe lângă rapiditate în efectuarea calculelor, realizarea unor progrese științifice în studiul unor elemente specifice domeniului drenaj-subirigație, în studiul cartării suprafețelor interesate în asemenea amenajări și respectiv în proiectarea (dimensionarea)/verificarea acestora.

Studiile întreprinse privind interacțiunea irigații-drenaje-subirigații presupun o cercetare interdisciplinară cuprinzând problematici legate de știința solului, cadastru și geodezie, irigații, drenaje, modelare matematică, informatică, etc. pentru realizarea cărora doctoranda a fost nevoită să-și însușească aceste domenii.

CUPRINS

Capitolul I. Lucrările de îmbunătățiri funciare. Stadiul cunoașterii ..	9
1.1. Îmbunătățirile funciare în context internațional. Primele cercetări.	9
1.2. Îmbunătățirile funciare din Bazinul Hidrografic Crișuri. Trecut, prezent și dezvoltări viitoare.....	15
1.3. Evaluarea și planificarea folosinței terenurilor în perspectivă	18
1.4. Măsuri de protecție a mediului.....	20
Capitolul II. Obiectivele tezei. Materialul și metoda de cercetare	22
2.1. Obiectivele tezei de doctorat	22
2.2. Materialul și metoda de cercetare	22
Capitolul III. Desecare – Drenaj - Subirigație.....	25
3.1. Generalități	25
3.2. Desecare – drenaj - subirigație, o metodă de a obține producții performante și stabile	26
3.2.1. Drenajul	28
3.2.2. Subirigația	29
3.2.3. Stabilirea nivelului apei subterane	30
3.2.4. Menținerea nivelului controlat de apă	31
3.2.4.1. Stăvilă	32
3.2.4.2. Plutitor	32
3.2.4.3. Instalarea stăvilărilor	33
3.2.5. Proiectarea sistemului reversibil	33
3.2.5.1. Adâncimea apei freatice	36
3.2.5.2. Mărimea conductelor	37
3.2.6. Monitorizarea nivelului de apă	38
3.2.6.1. Puțurile de monitorizare a nivelului de apă	38
3.2.6.2. Umezeala solului	42
3.2.6.3. Planificarea (calendaristică) irigației	42
3.2.7. Avantajele economice ale acestei metode	44
3.2.8. Beneficiile aduse mediului înconjurător	45
3.3. Interacțiunea irigației-drenaj.....	45
3.3.1. Impactul interacțiunii irigației-drenaj și subirigației asupra terenurilor	47
3.3.2. Evaluarea impactului irigației și strategiilor de drenaj în agricultura durabilă.....	48
Capitolul IV. Aspecte teoretice privind calculul drenajului și subirigației din cadrul amenajărilor cu funcționare reversibilă	49
4.1. Noțiuni generale de hidraulica scurgerii apei prin drenuri	49
4.1.1. Relația Donnan pentru un profil de sol omogen	49
4.1.2. Relația lui Hooghoudt pentru soluri cu profil stratificat	50
4.1.3. Relația lui Ernst pentru soluri cu profil stratificat	51
4.1.4. Relația lui I. David pentru soluri cu profil stratificat	52
4.2. Ipoteze și scheme de calcul utilizate în hidraulica drenajelor orizontale.....	57
4.2.1. Calculul drenajelor orizontale (tubulare) în soluri omogene.	62
4.2.2. Determinarea tipurilor de pierderi de sarcină la drenajul orizontal.....	64

4.2.3. Calculul pierderilor de sarcină la intrarea apei în tubul de dren.....	69
Capitolul V. Rezultate proprii obținute	71
5.1. Rezultate obținute cu privire la realizarea bazei de date aferentă hărții cu raionarea pedo-hidro-ameliorativă a județului Bihor.....	71
5.2. Rezultate obținute privind dezvoltarea programului de calcul automat al distanței dintre drenuri L	84
5.3. Rezultate obținute din studiile efectuate asupra valorii coeficientului de corecție a pentru pierderea de sarcină radială	90
5.3.1. Definierea numerică digitizată a coeficientului de corecție „a” după Ernst, pentru mișcarea radială	90
5.3.2. Interpolarea 3D prin metoda RBF a coeficientului de corecție „a” din relația lui Ernst	92
5.4. Rezultate obținute privind estimarea corelației dintre nivelul freatic și umiditatea la suprafață a solului.....	94
5.4.1. Localizarea studiului	94
5.4.2. Interpretarea rezultatelor	97
5.5. Rezultate obținute privind dezvoltarea programului automat de verificare a drenajului în subirigație	101
5.6. Rezultate obținute în vederea stabilirii variantei optime de proiectare tehnico-economică eficientă a drenajului, folosind programul de calcul DrenVSubIR	103
5.6.1. Calculul tehnico-economic al drenajului orizontal folosind programul DrenVSubIR, modulul: Calcul Tehnico-Economic.....	103
5.6.2 Studiul mărimilor caracteristice drenajului și subirigației în funcție de debitul specific de drenaj (q) și respectiv al diametrului tubului de dren (d_0)	106
5.7. Exemple practice de calcul a aplicației DrenVSubIR	113
5.7.1. Cazul solului unistratificat	113
5.7.2. Cazul solului bistratificat, cu dren ideal fără filtru	115
5.7.3. Cazul solului bistratificat, cu dren real fără filtru	117
5.7.4. Cazul solului bistratificat, cu sistem dren-filtru	119
5.8. Rezultate obținute privind stabilirea ponderii diferitelor pierderi de sarcină în valoare totală a acestora	121
Capitolul VI. Concluzii generale	132
6.1. Concluzii generale	132
6.2. Contribuții originale	135
Capitolul VII. Bibliografie	137

CONTENT:

Chapter I. Soil amelioration work. The present state of knowledge..	9
1.1. Soil amelioration in the international content. First research	9
1.2. Soil amelioration in Criş River Watershed. Past, present and future development	15
1.3. The evaluation and planning of land use in future perspective	18
1.4. Measures for environment protection	20
Chapter II. Thesis' objectives. Research material and methods	22
2.1. Doctoral thesis objectives	22
2.2. Research material and methods	22
Chapter III. Drainage – subirrigation	25
3.1. General matters	25
3.2. Drainage – subirrigation, a method to obtain performing and stable yield	26
3.2.1. The drainage	28
3.2.2. Subirrigation	29
3.2.3. Stabilization of the underground water level	30
3.2.4. Maintenance of the controlled water level	31
3.2.4.1. The flash board	32
3.2.4.2. The floater	32
3.2.4.3. The flash board installation	33
3.2.5. Reversible system design	33
3.2.5.1. The depth of the underground water	36
3.2.5.2. The pipe's size	37
3.2.6. Water level monitoring	38
3.2.6.1. Water level monitoring pits	38
3.2.6.2. Soil moisture	42
3.2.6.3. Irrigation timing	42
3.2.7. Economical advantages of the method	44
3.2.8. Benefits for the environment	45
3.3. Drainage - irrigation interaction	45
3.3.1. The impact of the drainage – irrigation interaction on land.	47
3.3.2. The evaluation of drainage irrigation interaction and of the drainage strategies in the context of sustainable agriculture	48
Chapter IV. Theoretical aspects on the drainage and irrigation calculations in the future of reversible functioning systems	49
4.1. Basic hydraulic principles of water flow through drainage system..	49
4.1.1. Donnan relationship for homogenous soil profile	49
4.1.2. Hooghoudt relationship for stratified soil profile	50
4.1.3. Ernst relationship for stratified soil profile	51
4.1.4. David I. relationship for stratified soil profile	52
4.2. Hypotheses and calculus schemes used in horizontal drainage hydraulics	57
4.2.1. The calculation of horizontal (tubular) drainages in homogenous soil	62

4.2.2. Determination of hydraulic heads losses on horizontal drainage	64
4.2.3. The calculation of hydraulic heads losses to the enter in to the drain tube	69
Chapter V. Results	71
5.1. Results concerning the realization of the date base for the pedo-hidro-amelioration map of the Bihor county	71
5.2. Results concerning the development of the program on automatic calculation of the distance between drainage L	84
5.3. Results obtained from the studies on the value of the correction coefficient a for the radial heads losses	90
5.3.1. Digital numeric definition of the correction coefficient a according to Ernst for radial movement	90
5.3.2. 3D interpolation according to RBF method of the correction coefficient a (Ernst relationship)	92
5.4. Results concerning the estimation of the correlation between the underground water level and surface soil moisture.....	94
5.4.1. Study location	94
5.4.2. Interpolation of the results	97
5.5. Results concerning the development of the program on the automatic check of the drainage under subirrigation conditions	101
5.6. Results concerning the choice of the optimal design alternative of the economic and technical efficiency of the drainage using DrenVSubIR program	103
5.6.1. Economical and technical calculations for the horizontal drainage and subirrigation on function of specific drainage flow (q) and the diameter of the drain pipe	103
5.7. Practical calculation examples of the DrenVSubIR application	113
5.7.1. The case of one layer soil	113
5.7.2. The case of two layer soil with ideal drainage without filter.	115
5.7.3. The case of two layer soil with real drainage without filter..	117
5.7.4. The case of two layer soil with a filter drainage system	119
5.8. Results concerning the establishment of the weight for different expressed in their total value	121
Chapter VI. General conclusions	132
6.1. General conclusions	132
6.2. Original contribution	135
Chapter VII. Bibliography	137

Capitolul I.

Lucrările de îmbunătățiri funciare. Stadiul cunoașterii

1.1. Îmbunătățirile funciare în context internațional. Primele cercetări

Extinderea continuă a terenurilor agricole, îndeosebi prin despădurire și deștelenire, a redus simțitor biotopurile. Acestor factori li se adaugă inundațiile, desecările, eroziunea, incendiile și multe alte cauze de acest gen care și-au adus contribuția la reducerea efectivelor sau chiar la dispariția speciilor.

Bineînțeles, această extindere a terenurilor agricole reprezintă un factor obiectiv, o necesitate impusă de însăși dezvoltarea economico-socială a omenirii, de nevoia de a asigura hrana unei populații din ce în ce mai numeroase. Se impune însă, în orice circumstanțe menținerea unor zone cu biotopuri naturale, adevărate insule de refugiu și, totodată de preservare a speciilor. Există exemple încurajatoare în acest sens, de pildă în Olanda, țară în care, datorită luptei contra mării - circa o treime din suprafața ei a fost „cucerită” din apa mării - și intensificării foarte puternice a agriculturii, au fost reduse foarte mult o serie de biotopuri. Ca urmare, olandezii au constituit rezervații naturale pe o suprafață de 100 000 ha ceea ce înseamnă foarte mult dacă raportăm la suprafața totală a țării (3,5 milioane ha). Această realizare este foarte importantă, întrucât Olanda se află în calea unuia dintre cele mai importante drumuri de pasaj ale păsărilor migratoare [9].

Cataclismul natural, favorizat de acțiunea antropică, care s-a abătut asupra câmpiilor din partea centrală a Statelor Unite ale Americii, pe fondul unei secete prelungite (anii 1931-1934) și a unui sol uscat, vântul, de o violență fără precedent, a smuls solul transformat în pulbere de pe un vast teritoriu aparținând statelor Kansas, Texas, Oklahoma și Colorado (regiunea estică) purtându-l spre ținuturile răsărite, sub forma unor nori negri care au parcurs astfel mai mult de jumătate din lățimea Americii de Nord. Marea catastrofă din câmpiile centrale nord-americane s-a datorat intervenției nesăbuite a omului care a defrișat, deștelenit și desecat întinderi nemărginite pe care a practicat apoi monocultura (porumb, bumbac, tutun, etc.). În acest fel în calea vântului nu a mai existat nici un fel de obstacol natural important, iar solul dezgolit a fost o „pradă” ușoară.

În ultimele decenii s-au realizat numeroase amenajări de irigații, desecări, drenaje dintre care în S.U.A. (care folosește pentru agricultură mai mult de 1/5 din cantitatea de îngrășăminte azotoase, fosfatice și potasice folosite în lume) suprafețele irigate, concentrate mai ales în statele vestice, sunt de fapt terenuri cultivate cu bumbac în Arizona, în bazinul fluviului Columbia au fost irigate 400 000 ha, în urma construirii barajului Grand Coulec. Alte terenuri cultivate se află în valea Tennessee și în delta fluviului Mississippi, etc.

La ora actuală, în S.U.A. se folosește cel mai mult sistemul reversibil de drenaj subirigație. De aceea vom exemplifica următoarele state care se mândresc cu realizările lor:

- **OHIO** - Un personal numeros de cercetători, ingineri, agricultori afiliat sucursalei Colegiului de Alimentație, Agriculturii și Știința Mediului de pe lângă Universitatea de Stat din Ohio sunt implicați activ în rezolvarea diferitelor aspecte legate de gospodărirea apelor freactice în statul Ohio. Multe din aceste aspecte au fost rezolvate în cooperare cu agențiile locale sau statale depinzând de domeniul în care apăreau aceste probleme: agricol, alimentar, de mediu sau chiar industrial și dacă era cazul se apela la specialiști din alte centre universitare. Astfel, câteva din studiile desfășurate în câmpurile experimentale din incinta universității precum și localizarea acestora pe teren sunt prezentate în cele ce urmează:

- subirigarea culturilor de porumb și soia – Sucursala de Nord Vest a centrului de Cercetare și dezvoltare Ohio, districtul Wood;
- subirigarea culturilor de porumb și soia – sucursala Wooster, districtul Wayne;
- irigații/drenaj subteran, arat și semănat în cazul porumbului și soiei - Sucursala de Nord Vest a centrului de Cercetare și dezvoltare Ohio, districtul Wood;
- subirigație și reducerea umidității de pe terenurile umede cultivate cu porumb și soia, producție și remedierea nitraților, sucursala Piketon (PREC), districtul Pike;
- subirigație, terenuri umede și rezervoare de apă pentru producția de porumb și soia – ferme demonstrative în districtul Defiance, Fulton, Van Wert County.
- Irigație/drenaj subteran și microirigație în cultura afinului, Districtul Pike.
- Drenaj controlat în culturile de porumb, soia, ardei și pepene – fermă demonstrativă în districtul Union, Pike

- **CAROLINA DE NORD** – la cererea mai multor persoane fizice, cercetătorii de la Universitatea din Carolina de Nord, Departamentul de Inginerie Biologică și Agricolă, au proiectat un sistem cu funcționare reversibilă drenaj-subirigație iar producția a crescut cu 30% față de anul precedent. Pentru reducerea stresului legat de lipsa apei asupra recoltelor, mulți fermieri din câmpia joasă de coasta din Carolina de Nord iau în considerare instalarea unui sistem cu scop dublu de tubaj subteran care poate fi utilizat atât pentru drenajul subteran cât și pentru subirigație.

- **GUELPH** – subirigația este considerată o tendință ireversibilă de aceea numeroși horticultori au folosit-o la creșterea și cultivarea plantelor și arbuștilor decorativi.

Ca rezultat la metodele alternative care folosesc agricultura organică, biodinamică, controlul biologic și cel natural este agricultura durabilă care se concentrează asupra dezvoltării unei agriculturi cu cât mai puține daune asupra mediului și sănătății umane.

Potrivit organizației mondiale pentru sănătate aproximativ 20000 de oameni mor anual și milioane sunt otrăviți direct și indirect de efectul substanțelor toxice folosite în agricultură. Mai mult, pământul care este utilizat în scopuri agricole devine nefolositor din cauza contaminării datorate folosirii repetate a substanțelor chimice, iar acest lucru reprezintă unul dintre factorii reducerii capacității sale de producție, pe lângă faptul că pesticidele compromit sănătatea umană, contaminatează apa, atacă ecosistemele și fac bolile mai rezistente. Amplificându-se eroziunea, salinizarea, deșertificarea și implicit dispariția produselor nutritive s-a ajuns la cea mai mare problemă a agriculturii.

Acest lucru arată necesitatea modificării fermelor agricole, dându-se naștere unei agriculturi bazate pe mediu și agro-mediu. În acest context biotehnologia a dezvoltat noi concepte, creând insecticide biologice, mai mult biologia moleculară a reușit să obțină culturi mai rezistente la boli și diferiți agenți nocivi.

Agricultura organică: S-a dezvoltat foarte mult prin folosirea insecticidelor biologice, agricultura sezonieră și folosirea animalelor pentru fertilizarea câmpurilor optând pentru o agricultură care să nu distrugă solul. Se știe, de asemenea, că unele companii multinaționale produc deja enzime care măresc disoluția mineralelor folosite drept hrană pentru animale, astfel se va diminua contaminarea pământului și a apei când dejecțiile se folosesc ca și îngrășământ.

Preocuparea globală referitoare la securitatea alimentației și la calitatea vieții generațiilor viitoare, precum și conștientizarea degradării mediului creează întrebări pentru știință. Conferința de la Rio de Janeiro a UNCED din 1992 conduce la concluzia că sursa folosinței susținute a terenului merită o atenție interdisciplinară, recunoscându-i complexitatea. În urma Capitolului 10 al agendei 21 intitulat „Program de acțiune pentru dezvoltarea susținută”, FAO a sugerat o „abordare integrată a planificării și managementului resurselor solului”. Această abordare cere ca informațiile referitoare la folosința terenului să fie disponibile la o scară adecvată, care variază de la terenurile individuale până la regiunile agro-ecologice.

FAO (1994) stabilește următoarele:

→ „Lumea, ca întreg, a suferit o dublare a populației în ultima jumătate de secol... costurile planetei au fost foarte ridicate, în ceea ce privește distrugerea resurselor de bază, degradarea mediului și efectele asupra sistemelor globale”.

→ „Dacă nu se va adopta o abordare radical schimbată asupra managementului resurselor, scenariul cel mai probabil este o creștere a sărăciei, revoltă, instabilitate socială, războaie...”

→ „Luarea deciziilor referitoare la folosința resurselor depinde de existența informațiilor asupra factorilor fizici ca, de exemplu, clima, solul, apa și folosința actuală a terenului, factorii sociali și economici”.

O analiză detaliată a performanțelor unui anumit sistem de folosință a terenului (de exemplu, productivitatea biofizică și ecologică, fezabilitatea și susținerea, cu acordarea atenției cuvenite fezabilității socio-economice și impactului) poate fi făcută numai dacă este disponibilă o cantitate adecvată de informații referitoare la folosința terenului.

Informațiile colectate de proiectele de dezvoltare agricolă și regională sunt adesea ascunse în rapoarte de surse, iar atunci când sunt disponibile, sunt dificil de folosit deoarece descrierile standard referitoare la folosința terenurilor sunt lacunare. Pentru a depozita informațiile esențiale în mod eficient și consistent, astfel încât informațiile, care sunt costisitor de colectat, să rămână disponibile pentru studiile viitoare este necesară crearea unei baze de date universale.[1, 2, 13]

În multe studii de evaluare a terenurilor informațiile referitoare la folosința terenurilor sunt procurate prin intermediul tipurilor de folosință a terenurilor care cuprind clasele descriptive de folosință a terenurilor, iar accentul este pus pe aspectele socio-economice. Descrierile acestea sunt folosite în primul rând pentru selectarea opțiunilor de folosință a terenurilor și pentru comunicarea acestora deținătorilor terenurilor.

Evoluția recentă în domeniul tehnologiei informației și comunicării a făcut posibilă integrarea informațiilor referitoare la folosința terenurilor în diverse structuri sau rețele și deschide posibilitatea de îmbunătățire a planificării folosinței terenurilor.

Impactul negativ asupra sectorului de îmbunătățiri funciare, al agriculturii necompetitive practicată de cei 4 milioane de proprietari de teren agricol cărora li s-a restituit pământul la începutul anilor 1990, prăbușirea piețelor de desfacere, proprietățile cu suprafețe mici fragmentate, creșterea costului pomării apei au

redus interesul pentru îmbunătățiri funciare, au deteriorat infrastructura de îmbunătățiri funciare atât datorită subfinanțării sectorului cât și furturilor și distrugerilor.

Îmbunătățirile funciare reprezintă pentru agricultura României – cu 15 milioane ha teren agricol, din care 10 milioane ha teren arabil – un adevărat scut protector evidențiat prin amplele lucrări determinate de factorii principali de cauzalitate. Astfel:

- secetele de lungă durată au impus amenajarea unei suprafețe irigate de peste 3 mil. ha (din cele 7 mil. pretabile la irigații);
- ploile torențiale căzute peste terenurile cu pante mari și neprotejate, cu consecințe nefavorabile prin fenomenele de eroziuni și alunecări declanșate, au condus la amenajarea antierozională a unei suprafețe de peste 2,2 mil. ha (din cele 5 mil. ha ce reclamă amenajări antierozionale);
- inundațiile și excesul de umiditate al zonelor joase agricole au reclamat amenajări de apărare – îndiguire și desecări pe suprafețe ce depășesc 3,1 mil. ha (din cele 4 mil. ha necesare);
- cerințele redistribuirii și regularizării unor scurgeri de ape locale au condus la o salbă de lacuri de acumulare colinare, ce au rol de folosințe complexe (pentru irigații, piscicultură și alimentări cu apă a unor unități agricole), cu implicații fundamentale asupra echilibrului ecologic, protecția mediului;
- valorificarea terenurilor ocupate de sărături (peste 520 mii ha); de nisipuri (peste 380 mii ha), de halde de steril (peste 30 mii ha), de turbării și lăcoviști (peste 800 mii ha), etc., au condus de asemenea la ample amenajări, cu o mare diversitate de soluții;
- bălțile și lacurile de slabă productivitate, din perimetrele agricole (peste 20 mii ha), au fost aduse la o eficiență cu un grad acceptabil, prin amenajări agro-piscicole și piscicole;
- protecția terenurilor agricole (și a satelor aferente) față de o serie de procese poluante provocate de industrie (minieră, petrolieră, chimică) și chiar agricultură (reziduuri și ape uzate de la complexele zootehnice și de la industria agro-alimentară, ș.a.), au determinat o amplă acțiune de studii și amenajări;
- apele uzate deversate de la complexele agro-zootehnice (peste 1000 complexe în țară) au început să fie valorificate prin irigații (cu epurare parțială) în agricultură; s-au amenajat deja cca. 60 mii ha din cele aproximativ 300 mii. ha apte acestui scop;
- cele peste 30.000 ha degradate prin halde de steril (minier și de la combinate metalurgice și siderurgice), ca și cele poluate prin efectul platformelor petroliere (și petrochimice), constituie de asemenea o preocupare a sectorului de îmbunătățiri funciare, în ameliorarea terenurilor degradate - poluate.

Enumerarea eforturilor tehnice și financiare întreprinse în România pentru sectorul de îmbunătățiri funciare subliniază cu pregnanță rolul prioritar al acestui sector în sprijinul agriculturii, ramură de importanță majoră pentru economia României.

Impactul acestor amenajări a fost puternic resimțit îndeosebi în unele perioade climatice extreme (secete și ploi abundente) când agricultura a fost protejată, asigurându-se nemijlocit alimentația populației, precum și rezervele necesare [9].

Condițiile în care au fost realizate în ultimele două-trei decenii aceste amenajări (ritm extrem de ridicat, atingând și peste 200 mii ha/an; valori specifice reduse de investiții; soluții adesea forțate din punct de vedere al consumului de

energie) pentru deservirea agriculturii mari (de stat și cooperatiste), au condus inevitabil și la unele situații ce impun:

- re tehnologizări într-o serie de cazuri, precum și adaptări ale amenajărilor de irigații, desecări, CES, ș.a. la noile condiții ale economiei de piață cu agricultură privatizată (cu ferme familiale și asociații);

- schimbări și adaptări de echipamente de irigații, automatizări, etc.;

- măsuri riguroase de valorificare rațională a apei, energiei, forței de muncă și a fondurilor, cu creșterea randamentului și a producțiilor agricole;

- completări, cu măsuri adecvate de protecție, (drenaje, epurări, etc.).

În prezent, situația amenajărilor de îmbunătățiri funciare, conform figurii nr.

1.1. de mai jos, din România, după datele A.N.I.F. R.A. București [97] cuprinde:

1. amenajări de irigații – 3077069 ha, din care: aspersiune – 2761803 ha, brazde de udare 263062 ha, orezării – 52240 ha; având 3210 stații de pompare, din care 41 sunt stații de pompare reversibile pentru irigații/desecare-drenaj (figura nr. 1.2.)

2. amenajări de desecare-drenaj, cuprinde 2950451 ha desecare – din care 1521268 ha gravitațional și 1429183 ha cu pompare, echipate cu 699 stații de pompare și 246539 ha drenaj (figura nr. 1.3.)

3. amenajări de combaterea eroziunii solului pe 2210234 ha

4. îndiguiri pe 821204 ha și baraje de atenuare a viiturilor pe 190904 ha.

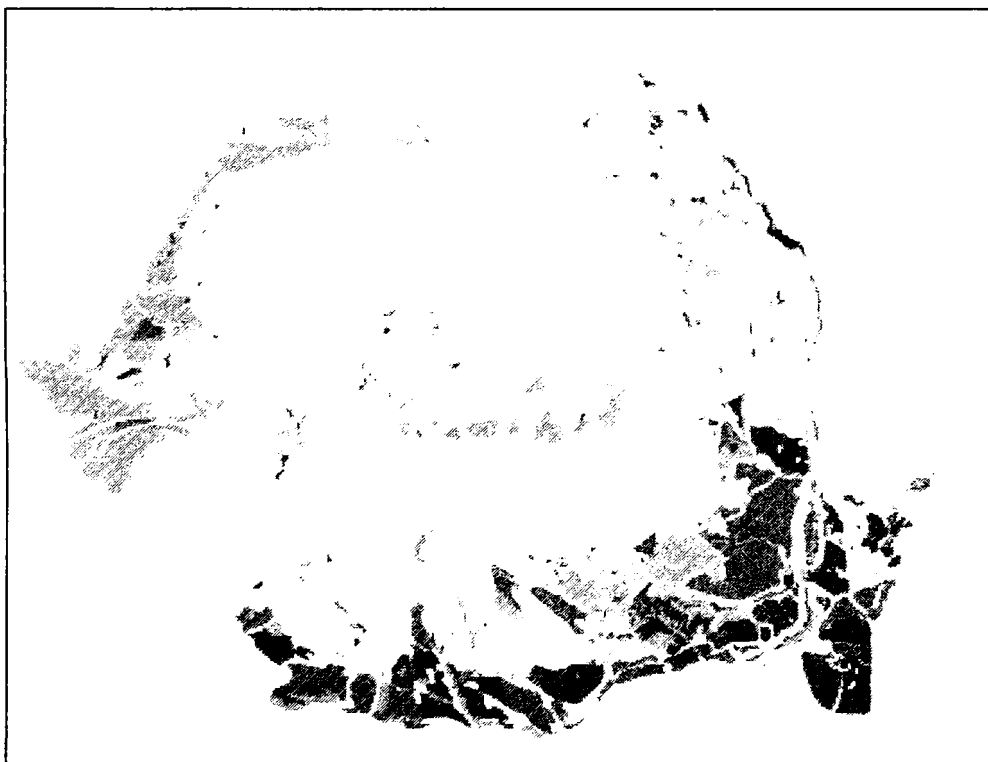


Figura nr. 1.1. – Situația actuală a lucrărilor de îmbunătățiri funciare în România (Sursa A.N.I.F. R.A. București)



Figura nr. 1.2. – Suprafața amenajată cu lucrări de irigații (Sursa A.N.I.F. R.A. București)

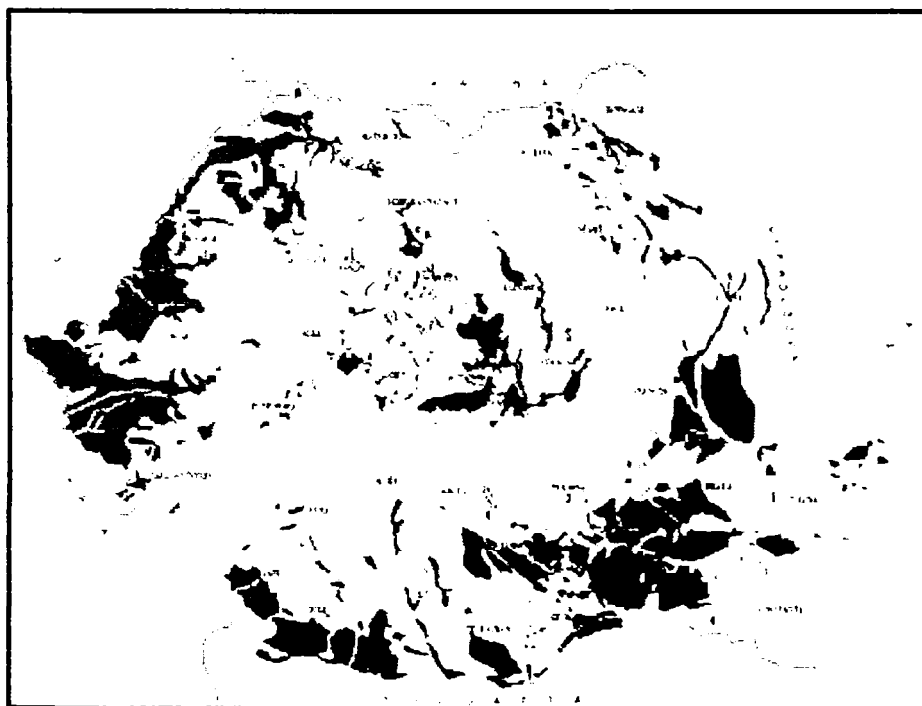


Figura nr. 1.3. – Suprafața amenajată cu lucrări de desecare-drenaj (Sursa A.N.I.F. R.A. București)

1.2. Îmbunătățirile funciare din Bazinul Hidrografic Crișuri. Trecut, prezent și dezvoltări viitoare

Preocupările actuale în domeniul îmbunătățirilor funciare în România, cu precădere în județul Bihor – bazinul hidrografic Crișuri, în contextul dezvoltării unei agriculturi durabile au în vedere specificul diferitelor forme de degradare a solului: excesul de umiditate, eroziunea, acumulările de apă pentru diferite utilități, irigația, desecarea-drenajul sau alte tipuri de degradări sau deserviri.

Datorită condițiilor naturale foarte diferite de la zona de câmpie la zona colinară și a factorilor care caracterizează cadrul natural, reprezentat prin relief, geologie, climă, vegetație, etc., lucrările de îmbunătățiri funciare executate au fost distribuite, aproximativ, pe întreaga suprafață a județului Bihor gestionate fiind de Administrația Națională de Îmbunătățiri Funciare (ANIF) aferentă și al cărei scurt istoric îl vom prezenta în continuare.

Organizarea sectorului de îmbunătățiri funciare a suferit în decursul timpului o serie de transformări. Astfel încă de la începutul secolului XX a funcționat în cadrul Ministerului Agriculturii o Direcție de Îmbunătățiri Funciare, a cărei activitate a fost creată pentru ameliorarea terenurilor statului din lunca inundabilă a Dunării și pentru îndrumarea activității diverselor asociații de îmbunătățiri funciare constituite de proprietarii de terenuri în vederea execuției lucrărilor. În plus, Ministerul Lucrărilor Publice tutela activitatea sindicatelor hidraulice înființate în secolul al XIX-lea pentru executarea și întreținerea lucrărilor de îndiguire și desecare din vestul țării.

Începând cu anul 1950 Direcția de Îmbunătățiri Funciare din Ministerul Agriculturii a fost reorganizată și dezvoltată pentru a cuprinde activitatea de proiectare, execuție și întreținere - exploatare a lucrărilor hidroameliorative de pe întreg teritoriul țării, preluând totodată și sarcina coordonării activității fostelor sindicate hidraulice din vestul țării. În perioada următoare sectorul de îmbunătățiri funciare a trecut printr-o serie întreagă de transformări de ordin organizatoric și conceptual.

Dar, impactul negativ asupra sectorului de îmbunătățiri funciare, mai bine zis asupra agriculturii necompetitive practică de cei 4 milioane de proprietari de teren agricol cărora li s-a restituit pământul la începutul anilor 1990 a dus la nevoia de reformare a acestui sector. Prăbușirea piețelor de desfacere, a proprietăților cu suprafețe și mici și fragmentate, creșterea costului de pompare al apei, deteriorarea infrastructurii de îmbunătățiri funciare datorată subfinanțării sectorului, dar și furturilor și distrugerilor au redus interesul pentru sectorul de îmbunătățiri funciare. De aceea s-a considerat binevenită ideea înființării Administrației Naționale a Îmbunătățirilor Funciare [97].

Administrația Națională a Îmbunătățirilor Funciare, în calitate de concesionar al lucrărilor de îmbunătățiri funciare din domeniul public al statului, are următorul obiect de activitate:

- administrarea, întreținerea, repararea și exploatarea lucrărilor de irigații, desecări-drenaje, combaterea eroziunii solului, îndiguiri, baraje și altele asemenea, inclusiv apărarea împotriva inundațiilor și ghețurilor, fenomenelor meteorologice periculoase și accidentelor la construcțiile hidrotehnice din amenajările proprii;
- realizarea programelor de investiții privind studiile, proiectarea și execuția lucrărilor de îmbunătățiri funciare;
- asigurarea asistenței tehnice în întreținerea și exploatarea amenajărilor de îmbunătățiri funciare de către persoane juridice și fizice, precum și de asociațiile utilizatorilor de apă pentru irigații;

- desfășurarea de activități de import-export, cooperare internațională în domeniul îmbunătățirilor funciare, comercializare de echipamente de irigații, echipamente și utilaje agricole, tehnologii și servicii pentru necesarul propriu;
- realizarea și funcționarea sistemului național de supraveghere, evaluare, prognoză și avertizare privind efectele economice și ecologice ale lucrărilor de îmbunătățiri funciare, parte componentă a sistemului național de monitorizare pentru protecția mediului;
- organizarea, realizarea, păstrarea și ținerea la zi a cadastrului de îmbunătățiri funciare;
- activități de propagandă, de informare directă și de sensibilizare a utilizatorilor de apă pentru irigații, în scopul transferului către aceștia a managementului aplicării udărilor.

Principalele probleme identificate la data înființării ANIF:

- în **amenajările de desecare** – canale de evacuare a apei în exces cu secțiuni de transport reduse în timp datorită colmatării și creșterii vegetației ierboase și lemnoase; stații de pompare și de desecare cu o vechime mai mare de 30 de ani, echipate cu agregate neperformante.

- în **amenajările de combatere a eroziunii solului**: infrastructura puternic deteriorată din cauza practicilor agricole incorecte ca urmare a aplicării defectuoase a Legii nr. 18/1991; fărâmițarea excesivă a terenurilor agricole, desființarea teraselor și a plantațiilor antierozionale, arături din deal în vale și nu pe curbele de nivel – cu ignorarea consecințelor (accelerarea eroziunii de suprafață, activarea formațiunilor torențiale și a alunecărilor de teren).

- în **amenajările de irigații**: amenajări cu vechime mai mare de 30 de ani, amplasate pe terase cu înălțimi de pompare cu mult peste 30 m, (înălțime apreciată ca fiind neeconomică); canale neimpermeabilizate de aducțiune și distribuție a apei, cu pierderi mari de apă; stații de pompare, de alimentare echipate cu agregate cu randamente scăzute și consumuri energetice mari; lipsa de interes pentru irigații din partea beneficiarilor de apă în condițiile practicării unei agriculturi de subsistență.

În același timp, se evidențiază existența unor nevoi cum ar fi:

- de a gestiona mai ușor și mai eficient subvențiile de la stat;
- de transparență a procesului decizional;
- de reabilitare a infrastructurii de îmbunătățiri funciare;
- de a găsi o strategie de renunțare la unele amenajări de irigații neeconomice și de încurajare a irigațiilor economice;
- de a stabili noi standarde de calitate pentru serviciile de îmbunătățiri funciare;
- de schimbare majoră în structura organizațională și de management pentru funcționarea eficientă a administrației.

Amenajările de îmbunătățiri funciare au fost proiectate și realizate pentru a servi în mod special proprietatea de stat sau de grup și mai puțin proprietatea individuală. În acest sens, amenajările complexe de îmbunătățiri funciare sunt de utilitate publică, de interes național sau local reprezentând un bun realizat, dar amenajările interioare de irigații, desecare și combaterea eroziunii solului trebuie reconsiderate pe principii noi în funcție de prevederile legii proprietății [97].

Zona de câmpie a actualului județ era descrisă la sfârșitul secolului al XVII ca o mare întinsă pe care înotau milioane de păsări de apă. Nu existau drumuri și nu se practica agricultura din cauza nesiguranței în producție datorită inundațiilor. Ca dovadă este faptul că încă din prima jumătate a secolului al XVIII-lea locuitorii plăteau servitutea urbană nu atât în grâu cât în broaște țestoase.

Valea Crișurilor constituia în secolul al XVIII-lea în majoritate o imensă mlaștină, în care terenurile având cote mai ridicate erau afectate de inundații frecvente. Cauzele principale care au determinat această situație au fost:

- caracterul depresionar al regiunii din fundul marelui lac levantin;
- trecerea bruscă, de la relieful accidental de munte cu pante ale râurilor și vitezei mari a apelor, la un relief plan cu pante reduse, a determinat revărsări frecvente;
- depunerea treptată a aluviunilor transportate de ape din bazinul superior în albiile din sectorul de câmpie a condus la colmatarea treptată a acestora, formarea de sinuozități și de meandre;
- crearea de obstacole artificiale în albiile râurilor de către om, prin barajele morilor de ape, topitul cânepii, construirea de poduri în albiile minore.

Primele lucrări au constat în special din curățiri de albi, tăieri de coturi, construirea de diguri de apărare. Cel mai mare volum de lucrări s-a realizat în a doua jumătate a secolului trecut și a constat în regularizări de albi și îndiguiri, desecarea incintelor rămase între diguri deoarece sufereau de exces de umiditate datorită obstacolelor pe care le creau digurile în scurgerea naturală a râurilor către emisar, etc.

Cea mai mare realizare din jud. Bihor în domeniul îmbunătățirilor funciare din secolul al XIX-lea este construirea Canalului Colector situat în zona dintre Crișul Repede și Crișul Negru și care avea ca scop interceptarea și conducerea în Crișul Negru a apelor colectate de văile Berechiu, Inand, Oprea, Culișer, Anter și Ghepeș. Majoritatea canalelor situate la vest de Canalul Colector s-au construit în perioada 1890-1940.

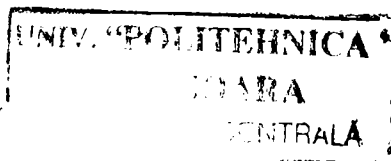
În perioada 1945-1965 s-au executat numeroase lucrări care au repus în stare de funcțiune majoritatea canalelor vechi și au completat rețeaua de desecare prin construirea unui mare număr de canale noi. Pentru a se asigura descărcarea apelor interne în râuri la niveluri ridicate ale apei, în albia acestora s-au construit stații de pompare fixe. Prin refacerea și completarea rețelei de desecare s-a ajuns în anul 1960 ca în bazinul Barcăului și Crișurilor să existe o rețea de desecare de circa 880 km și un număr de 5 stații de pompare fixe. Tot această perioadă se caracterizează prin dezvoltarea pe scară largă a orezăriilor și amenajărilor pentru irigații.

La sfârșitul acestei perioade erau amenajate în bazinele hidrografice ale Crișurilor și Barcăului lucrări de desecare de 13.000 ha, lucrări de orezării de 4.400 ha și lucrări de irigații majoritatea locale pe cca. 4.500 ha.

Totuși, perioada cu cele mai mari realizări în domeniul îmbunătățirilor funciare în județul Bihor este 1965–1990. În acest interval s-a revăzut întreaga schemă hidrotehnică a amenajării Canal Colector mal drept, s-au executat importante lucrări de combatere a excesului de umiditate și de combatere a eroziunii solului în bazinele hidrografice Canal Colector mal stâng, Valea Ier, Barcău, Crișul Repede și Crișul Negru. Tot în această perioadă se execută principalele amenajări de irigații în sisteme prin utilizarea unor surse de apă din acumulări locale. În cadrul amenajărilor de combatere a excesului de umiditate a crescut ponderea suprafețelor desecate prin pompare [97].

După 1990 lucrările de regularizare și îndiguire a Crișurilor au avut în vedere în principal completări, finisări și reparații, perioada ce a urmat fiind caracterizată prin proiectarea și realizarea lucrărilor de desecare a incintelor apărate de inundații prin îndiguiri.

Posibilitatea dezvoltării ulterioare a lucrărilor de îmbunătățiri funciare din județul Bihor, este condiționată de o serie de factori reprezentați în special prin nivelul investițiilor acordate care în prezent sunt extrem de reduse, cât și prin legislația actuală care creează mari dificultăți extinderii lucrărilor de îmbunătățiri funciare.



ANIF R.A. cu sediul în București are 12 sucursale dintre care una funcționează în municipiul Oradea, se numește sucursala teritorială Someș – Criș și are următoarea formă de organizare:

- Unitatea de administrare – 01 – Carei:
 - Zona 2 – Săcuieni – Diosig – Amenajarea Valea Ier
 - Formația de intervenție 1
- Unitatea de administrare Satu Mare – U.A. 02
- Unitatea de administrare Bihor – U.A. 03 care cuprinde zone și formații de intervenție
 - Zona 1 – Canal Colector Mal Drept Sud
 - Zona 2 - Canal Colector Mal Drept Nord
 - Zona 3 - Canal Colector Mal Stâng Sud
 - Zona 4 - Canal Colector Mal Stâng Nord
 - Zona 5 – Sălard, care cuprinde amenajările: Cosmo, Danța, Barcău, Mal Drept Aval Sălard, Dealurile Sântimbreu și Dealurile Bihariei
 - Zona 6 – Crișul Repede care cuprinde amenajările: Criș Repede mal drept, Criș Repede mal stâng și Criș Repede amonte și aval de Tileagd
 - Zona 7 – Perimetrul etalon: Pocola, Holod, Peța
 - Formația de intervenție 1 și 2.

1.3. Evaluarea și planificarea folosinței terenurilor în perspectivă

Evaluarea terenurilor certifică destinația acestora pentru anumite folosințe. FAO definește conceptul „teren” ca: „o zonă delimitată a suprafeței terestre care reunește toate atributele biosferei de deasupra sau de sub această suprafață, inclusiv:

- Climatul de la suprafața solului;
- Formele de relief;
- Apele de suprafață (incluzând lacuri, râuri, mlaștini);
- Straturile sedimentare superioare și rezervele de apă aferente;
- Populațiile de plante și animale;
- Așezările umane
- Rezultatele fizice ale activității umane trecute și prezente (terasări, structuri de drenare a apei și de depozitare, străzi, clădiri etc.)”

Riscul de degradare a terenului reprezintă elementul de bază al evaluării terenurilor. Îngrijorarea pentru degradarea solului a crescut vertiginos, mai ales datorită exploziei numărului populației și a animalelor. Presiunea crescândă a populației a dus la supra-exploatarea terenurilor cu un potențial ridicat și la folosirea necorespunzătoare a terenurilor periferice. Rata de modificare a presiunii asupra terenului în anumite regiuni depășea limitele capacității de producție a terenurilor, chiar dacă anumite pachete tehnologice disponibile pentru administrarea resurselor sunt din ce în ce mai perfecționate.

Multe concepte și proceduri de evaluare a terenurilor s-au dezvoltat încă de prin anii 1930. Ele pot fi grupate în două categorii vaste: proceduri de evaluare calitativă, bazate mai ales pe judecăți de expert și metode de evaluare cantitative folosind modele de simulare orientate.

În prezent, evaluarea terenurilor este primordial calitativă și bazată pe judecăți de expert. Experții sunt mai ales agronomi care interpretează informațiile obținute pe teren și le prelucrează pentru a stabili clasele de terenuri care pot fi înțelese de către cei care planifică, de către ingineri și de către fermieri. Mai recent, studiile referitoare la diverse elemente ale solului, mai ales fertilitatea solului, cantitatea de apă disponibilă, cantitatea de oxigen disponibilă, posibilitatea de a

lucra terenul, eroziunea și salinitatea solului au oferit date referitoare la diverse modalități de folosință a solului dând totodată și posibilitatea de a prognoza cantitatea de produse ce se poate obține.

Dezvoltarea tehnologiei informației în ultimii 20 de ani a condus la progres în domeniul analizei interacțiunii dintre resursele solului și modul de folosire a solului, a favorizat evaluarea cantitativă și calitativă a producției provenită de pe aceste terenuri amenajate cu diverse lucrări de îmbunătățiri funciare.

Plasând evaluarea terenurilor și analiza sistemelor de folosință a terenurilor în contextul mai larg al planificării folosinței terenului s-a evidențiat o diferență între opiniile specialiștilor în resursele terenului, preocupați de resursele biofizice prezente și viitoare ale terenului și oamenii de știință, preocupați de bunăstarea celor care folosesc terenul. Planificarea folosinței terenurilor este foarte importantă pentru realizarea unei dezvoltări durabile. Ea facilitează alocarea terenului pentru diverse folosințe care oferă cele mai mari avantaje.

Conferința Națiunilor Unite asupra Mediului și Dezvoltării (UNCED 1992) a proclamat în întreaga lume responsabilitatea politică asupra conceptului de dezvoltare durabilă. Managementul greșit al solului în întreaga lume, politicile nepotrivite de folosire a terenurilor și implementarea ineficientă a managementului solului și a programelor de conservare, ridică întrebări asupra modului în care comunicarea informațiilor referitoare la resursele naturale către cei care iau deciziile pot fi îmbunătățite.

Obiectivele planificării oferă o imagine de ansamblu asupra celor mai importante metode de planificare a folosinței terenului, accentul căzând pe planificare, studierea obiectelor spațiale și pe evaluarea tehnicilor folosite.

Obiectivele Planificării

- Securitatea alimentației generează sănătate, bunăstare, previne producția în exces,
- Planificarea spațială (mobilitatea sunetului, protecția împotriva dezastrelor, managementul apelor),
- Planificarea expansiunii,
- Managementul mediului (monitorizarea poluării solului și a aerului, calitatea apei, emisiile de noxe, protejarea peisajelor, a resurselor solului, naturii, habitatului, conservarea potențialului biologic de producție),
- Oferirea de perspective (de exemplu pentru comunitatea agrară),
- Coordonarea între grupurile de interese,
- Monitorizarea coordonării între politică și legi.

Obiecte De Studiu

- Sisteme potențiale de folosință a terenurilor / infrastructură,
- Relații dintre diverse sisteme de folosință a terenurilor,
- Modificări în cadrul unei anumite zone de folosință a terenurilor monitorizarea spațială,
- Organizarea sistemelor de folosință a terenurilor pe unități economice sau zone de optimizare a deciziilor,
- Stabilirea alocării terenurilor,
- Evaluarea / clasificarea capacității terenurilor,
- Studii asupra productivității,
- Stabilirea performanțelor,
- Avertismente preventive,
- Stabilirea riscurilor,
- Stabilirea impactului asupra mediului,
- Analiza și dezvoltarea agro-ecosistemelor,
- Analiza sistemelor de evaluare a terenurilor,

- Cadru pentru evaluarea managementului susținut al terenurilor.

Deținătorii de terenuri sunt preocupați atât de aspectul biofizic cât și de cel socio-economic al folosirii terenurilor. Cunoștințele, flexibilitatea și conștiința lor sunt foarte importante pentru realizarea unui management susținut al terenurilor. Autoritățile locale, regionale, naționale și chiar globale trebuie să ofere:

- Un sistem socio-economic adecvat
- Cunoștințe adecvate ale deținătorilor de terenuri
- O tehnologie adecvată (prin intermediul cercetării).

1.4. Măsurile de protecție a mediului

Odată cu introducerea irigațiilor pe terenurile supuse salinizării secundare, se va indica un procedeu schematic de prognozare a acestui fenomen. Astfel, solurile irigate primesc anual cantități considerabile de săruri dizolvate, determinate parțial de apa de irigație și parțial de apa freatică. Apa de irigație, chiar dacă are o calitate considerată corespunzătoare, la o normă de irigare de 3000 m³/ha apă, cu un conținut total de săruri solubile (CTSS) de numai 300 mg/l va adăuga anual, pe fiecare hectar irigat, o cantitate de 900 kg săruri. Dacă aceste săruri nu sunt îndepărtate din zona stratului radicular, salinizarea devine inevitabilă. Apa freatică, dacă are o concentrație de 200 mg/l și o adâncime de 1,5 m într-un sol nisipo-lutos, se va acumula între 700 și 2.800 kg/ha săruri solubile.[7]

Plecând de la bilanțul apei și al sărurilor pe un teren irigat se obține următoarea relație ce poate fi folosită în prognozarea salinizării secundare a solului:

$$\pm \Delta Z = \frac{IC - (I - f) \cdot S \cdot C - f \cdot S \cdot \frac{Z}{W_m - W_0}}{1 + \frac{1}{(2W_m - W_0)} \cdot f \cdot S}$$

în care:

- $\pm \Delta Z$ - este creșterea sau descreșterea cantității de săruri (g) pe profilul solului, în intervalul de timp Δt ;
- I - înălțimea coloanei de apă administrată prin irigație în același interval Δt (în dm).
- C - concentrația în săruri a apei de irigație (g/l);
- S - înălțimea coloanei de apă de irigație pierdute prin infiltrație, în intervalul Δt (în dm);
- Z - cantitatea de săruri aflate pe profilul solului la începutul perioadei Δt (în g).
- W_m - umiditatea medie în intervalul Δt ;
- W_0 - umiditatea corespunzătoare coeficientului de ofilire;
- f - factorul de eficiență antrenării sărurilor de pe profilul solului, de către apa pierdută prin infiltrație; ($f = 0,7-0,8$ pentru nisip; $0,5-0,6$ pentru sol lutos nisipos spre lutos; $0,3-0,4$ pentru argilă lutoasă și argilă; $0,2-0,3$ pentru argilă grea).

Alegând ca interval de timp Δt , lunile din anul cu asigurarea de 80%, cu ajutorul relației de mai sus se poate prognoza momentul în care CTSS-ul va atinge valoarea limitei admisibile. Se menționează că prognoza salinizării se efectuează pentru un profil de sol de suprafață egală cu 1 dm² și adâncime egală cu adâncimea de dezvoltare a masei principale de rădăcini.

Un alt efect negativ pe care pot să-l producă irigațiile aplicate nerațional îl constituie înmlăștinirea terenului. Nivelurile apei subterane din cuprinsul unui teritoriu reprezintă o formă de exprimare a bilanțului hidrogeologic la un moment dat, bilanț ce este constituit din debitele de alimentare și de scurgere-evacuare.

Prin irigații se modifică relația dintre alimentarea cu apă a sistemului și scurgerea apei, astfel încât dacă surplusul de alimentare nu este compensat prin suplimentarea debitului freatic scurs (drenaj natural sau artificial) se poate ajunge la:

- acumulări ce se manifestă prin creșterea nivelului piezometric existent;
- acumulări sub forma unor acvifere suspendate care în cele mai multe cazuri au un caracter temporar.

Salinizarea secundară și înmlăștinirea terenului sunt două efecte negative care se interconstrâng și pot apărea simultan pe terenurile amenajate. Pe soluri cu potențial de salinizare din cauza folosirii ineficiente a apei de irigație, a lipsei de drenaj adecvat, ori a calității necorespunzătoare a apei, în prezent, în unele țări, sunt afectate de salinizare și înmlăștinire, însemnate suprafețe de teren (chiar până la 50% din totalul irigabil). [9].

În urma aplicării irigației cu ape alcaline conținând silice și a drenării intensive a terenului, pot apărea fenomene de compactare a solului. După o folosire necorespunzătoare timp de 10-20 ani, solul capătă o structură masivă, compactă, care se desface în blocuri la uscare și devine impermeabil, pentru apă și aer, la umezire.

Pe de altă parte, drenarea intensivă, necorespunzătoare a terenurilor poate avea efecte nefavorabile asupra solului și plantelor. Astfel, dacă înainte de drenare plantele suferau din cauza excesului de apă, după o drenare excesivă solurile și plantele vor suferi de uscăciune. Apa din precipitații sau irigații, în prezența unui drenaj excesiv, va produce o levigare puternică a humusului, azotului, fosforului și altor elemente deosebit de necesare activității vitale a plantelor, precum și prejudicii microorganismelor și bacteriilor din sol.

O altă formă posibilă de efect negativ ce poate apărea în sistemele de irigații-drenaje nejudicios proiectate și executate o constituie și înnămolirea canalelor și conductelor de irigații, a canalelor de desecare și a tuburilor de drenaj.

Reducerea capacității de transport, consumul exagerat de energie, mobilizarea unui număr mare de oameni și utilaje pentru realizarea decolmatării, scoaterea din funcțiune, parțială sau totală a sistemului hidroameliorativ, constituie câteva din efectele negative ale acestui lucru.

Lucrările de irigații-drenaje neaplicate corespunzător pot aduce prejudicii biogenezei solului. Suprafețele inundate, în special în lungul canalelor de irigații, favorizează o proliferare puternică pentru anumite specii de insecte dăunătoare.

Execuția defectuoasă și menținerea canalelor pline cu apă, inexistența unui sistem de drenaj care să elimine apa în exces, pierderile de apă excesive, slaba lucrare a terenului, folosirea unor metode și a unei cantități de apă inadecvată terenului și culturilor, constituie unul din factorii principali de creare a unui mediu acvatic favorabil dezvoltării melcilor, țânțarilor anofeli și a unor serii de insecte, care aduc prejudicii sănătății publice.

În concluzie, se poate arăta că, beneficiile maxime ce se obțin din existența și dezvoltarea irigațiilor și drenajelor, pot fi umbrite de o serie de efecte negative ce pot apărea în mediul ambiant ca urmare a exploatărilor defectuoase. Iată de ce tehnica proiectării, execuției și exploatării acestor amenajări de irigații, desecare-drenaje, subirigații, ces, etc. trebuie să aibă în vedere întregul complex de factori care concură la obținerea unei eficiențe maxime, în condițiile păstrării unui echilibru ecologic normal.

În cadrul prezentei teze, principala preocupare în studiul interacțiunii irigații-drenaj (subirigații, amenajări reversibile) și al impactului acestora asupra mediului este orientată spre îmbunătățirea metodelor de dimensionare/proiectare a amenajărilor reversibile de desecare-drenaj, subirigație, cu studiu de caz pentru județul Bihor (Bazinul Hidrografic Crișuri).

Capitolul II.

Obiectivele tezei. Materialul și metoda de cercetare

2.1. Obiectivele tezei de doctorat

Deoarece lucrările de îmbunătățiri funciare au afecte benefice asupra mediului înconjurător, care pot fi pozitive sau negative și asupra proprietăților solului s-au cercetat tipurile de sisteme realizate până în 1989 cât și după, și, mai ales degradarea acestora după 1989 și modul de utilizare al celor care au rămas funcționale atât pentru irigație cât și pentru drenaj și drenaj reversibil în subirigație.

De aceea, la ora actuală în lume și în România în mod special, se pune un accent tot mai mare pe re tehnologizarea acestor sisteme, pe adaptarea acestora la proprietarii privați pe terenurile cărora au fost proiectate și care au fost restituite acestora, pe o raționalizare a apei și energiei folosite pentru aceasta cât și pentru funcționarea automată a acestora.

În urma studiilor, s-a constatat că subirigația este una din acele metode avantajoase deoarece se poate adapta drenajului deja existent, prezintă costuri de energie reduse și mai ales posibilități de automatizare

Studiul bibliografic al acestor situații și a perspectivei amenajărilor de irigații-drenaj și în mod particular a interacțiunii drenaj-subirigație în cadrul amenajărilor de desecare-drenaj reversibile în subirigație, a permis stabilirea obiectivelor unitare ale tezei de doctorat care sunt:

- Raionarea pedo-hidro-ameliorativă și crearea unei baze de date a hărții județului Bihor cu perimetrele aferente subirigației;
- Întocmirea unui program de calcul automat a distanței L între drenuri și studii asupra valorii coeficientului de corecție a pentru pierderea de sarcină radială;
- Determinarea corelației dintre adâncimea nivelului freatic și umiditatea la suprafața solului $W = f(H)$;
- Întocmirea unui program de verificare a funcționării drenajului în subirigație și stabilirea ponderii diferitelor pierderi de sarcină h în valoare totală a acestora;
- Stabilirea variantei optime de proiectare tehnico-economică eficientă a drenajului, folosind programul de calcul DrenVSubIR, din mai multe variante de drenaj testate experimental.

2.2. Materialul și metoda de cercetare

Materialul necesar realizării obiectivelor propuse cât și metodele folosite sunt expuse detaliat în cele ce urmează:

Pentru raionarea pedo-hidro-ameliorativă și crearea unei baze de date a hărții județului Bihor cu perimetrele aferente subirigației am folosit Programul MapSys v7.0., care concentrează funcții puternice, dar ușor de utilizat, de generare și valorificare a planului digital, funcții de georeferențiere și administrare a informațiilor. Exploatarea eficientă a geodatelor create în acest program, sau

importate din alte sisteme este asigurată de funcții G.I.S. standard cum sunt cele de georeferențiere, culegere atribute, suprapunere straturi topologice, crearea interogărilor utilizator sau generare zonă buffer, etc.

Definirea dreptului de acces la funcțiile programului, și la date, precum și posibilitatea catalogării operațiilor efectuate, permit o mai bună protecție și urmărire a consistenței datelor. *MapSys COM Interface* oferă extinderea funcționalității programului prin posibilitatea *creării aplicațiilor proprii*, având la dispoziție funcțiile limbajului de programare și funcțiile interne *MapSys*. Modulul opțional *MapSys Internet Map Server* permite interogarea de către utilizatorii autorizați a informațiilor din bazele de date a lucrărilor *MapSys*, într-o rețea Intranet sau pe Internet.

Pentru aceasta, s-a folosit harta excesului de umiditate și harta cu tipurile de sol aferente județului Bihor. [94] S-au suprapus manual cele două hărți și s-a determinat astfel o singură hartă cu tipurile de sol afectate cu exces de umiditate după care s-a vectorizat harta finală cu programul *MapSys 7.0*.

După vectorizarea s-a trecut la inventariere: a suprafețelor cu lucrări de drenaj efectuate în jud. Bihor, a suprafețelor la care se pretează subirigația având în vedere restricțiile: de adâncime a apei freatice, de riscul salinizării, de relief, de tipul de dren folosit, de permeabilitatea terenului, etc., a suprafețelor cu toate tipurile de sol aferente jud. Bihor cât și cu succesiunea orizonturilor aferente fiecărui tip de sol, etc.

Pentru dezvoltarea programului de calcul automat a distanței **L** între drenuri am dezvoltat o aplicație pe care am denumit-o **DrenVSubIR** în mediul de programare Borland Delphi Pascal v7.0 cu scopul de a calcula mărimi caracteristice sistemelor de drenaj cu verificarea la subirigație. Diagrama bloc conține trei module:

- Modulul „Proiectare Drenaj – Ecuația Ernst-David”,
- Modulul „Verificare Subirigație – Ecuația David”,
- Modulul „Drenaj: Calcul Tehnico-Economic”.

Fiecărui modul îi este atașată o fereastră grafică de lucru în care se introduc parametrii de intrare și se afișează rezultatele aferente fiecărei etape de proiectare a drenajului și subirigației. Toți parametrii de intrare sunt determinați din teren conform studiilor efectuate atât de Universitatea „Politehnica” din Timișoara prin Facultatea Hidrotehnică cât și de câțiva cercetători de la Universitatea din Oradea prin Facultatea de Protecția Mediului. [39, 93]

Tot la acest obiectiv, din studiile efectuate asupra valorii coeficientului de corecție a pentru pierderea de sarcină radială s-a definitivat obținerea numerică digitizată a coeficientului de corecție Ernst, α , pentru mișcarea radială în 3D. Pentru un calcul numeric cât mai precis, în condițiile în care valorile pașilor de definire a celor două variabile independente nu este constant, s-a ales varianta de interpolare 3D a datelor din tabele cu ajutorul funcțiilor radiale, metodă numită generic RBF (radial basis function).

Pentru determinarea corelației dintre adâncimea nivelului freatic și umiditatea la suprafața solului $W = f(H)$ am fost pe teren în municipiul Oradea la Uzina de Apă de unde am prelevat 17 probe din 2 foraje executate de inginerii de acolo. Am adus datele în laborator, le-am prelucrat și am obținut rezultatele necesare dezvoltării programului de verificare la subirigație. Vom preciza că, tipul de sol determinat la forajele 5 și respectiv 7 de la Uzina de Apă Oradea, unde apa freatică a fost la adâncimea de 1,50 și respectiv de 1,60 este similar cu solul de pe suprafețele inventariate cu ajutorul programului *MapSys*, la care se pretează subirigația și care sunt Diosig, Cefa și Avram Iancu, adică aluviosol. Determinarea umidității s-a făcut prin metoda gravimetrică.

Pentru întocmirea unui program de verificare a funcționării drenajului în subirigație am creat un alt modul, de data aceasta destinat verificării posibilității de utilizare reversibilă a rețelei de drenaj, proiectată cu ajutorul modulului anterior, dar care la subirigație are ca scop principal determinarea adâncimii canalului ($H_c + z$). Pentru determinarea acestei adâncimi este necesară determinarea pierderii de sarcină totală, h_{sub} . Această mărime este descrisă în capitolul IV, după I. David. Parametrii de intrare sunt preluați o parte din Modulul „Proiectare Drenaj – Ecuația Ernst-David” iar cealaltă parte din studiile efectuate [39], cât și rezultatele afișate de acest modul sunt date în tabele.

Pentru stabilirea și studiul ponderii diferitelor pierderi de sarcină h în valoare totală a acestora, până în prezent nu s-au putut face aprecieri asupra ponderilor reale ale curgerilor la proiectarea sistemelor de drenaj subterane. În cazul nostru, accesul la valorile celor patru pierderi de sarcină este facilitat de aplicația DrenVSubIR în modulul de proiectare al drenajului subteran. Aici sunt prezentate rezultatele numerice, cu precizia a cinci zecimale, pentru ca specialistul să poată calcula, după dorință, ponderile acestora și să concluzioneze asupra regimurilor de lucru în drenaj.

Pentru stabilirea variantei optime de proiectare tehnico-economică eficientă a drenajului, folosind programul de calcul DrenVSubIR, din mai multe variante de drenaj testate experimental s-a realizat un modul nou destinat calculului tehnico-economic având ca scop principal determinarea costului sistemului reversibil exprimat pentru suprafața de 1 ha, și care se numește „Drenaj: Calcul tehnico-economic”. Datele folosite sunt: diametrii d uzuali ai conductelor folosite în drenaj cu filtru din împâslitură de fibră de sticlă, fără filtru și dren ideal, fiecare cu prețul său și trei variante de debit de ploaie q .

Parametrii de intrare cât și rezultatele afișate de acest modul sunt date în tabele. O parte din parametrii 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. După introducerea celorlalți parametrii trebuie acționat butonul „Calcul” care are ca rezultat afișarea valorii costului total a sistemului de dren-filtru pentru suprafața de 1 ha. Trecerea din fereastra grafică de lucru a modulului de calcul tehnico-economic la o alta se realizează prin acționarea butonului „Închide”.

Capitolul III.

Desecare – Drenaj - Subirigație

3.1. Generalități

Metodele de cercetare sunt folosite pentru evaluarea diverselor sisteme de îmbunătățiri funciare în ferme și impactul acestora asupra calității apei. Demonstrațiile la ferme arată cum practicile manageriale agricole pot fi profitabile din punct de vedere economic pentru proprietarii privați. Rezultatele, ca urmare a studiilor, sunt folosite ca model în procesele de echilibrare a apelor și dezvoltare a sistemelor de specialitate.

Un tur de orizont sumar pe harta întinselor terenuri valorificate de-a lungul timpului prin irigații, reliefează marile prejudicii aduse de o irigație insuficient controlată. Milioane de hectare sunt astăzi stăpânite de sărături deși altădată reprezentau adevărate leagăne ale civilizației. [9]

Oricât ar părea de ciudat, o cauză importantă a degradării solului o reprezintă irigațiile, adică tocmai acel mijloc tehnic chemat să asigure - și în cele mai multe cazuri o face - recolte bogate, înlăturând capriciile vremii. Dacă se fac fără a se ține seamă de condițiile pedoclimatice specifice, deci în mod nerațional acestea provoacă însă, fie salinizarea, fie excesul de apă. Salinizarea terenurilor are loc de obicei în zonele aride, unde circulația apelor de irigații se face greu și ca urmare sărurile se concentrează în stratul superficial de sol.

Salinizarea poate interveni și în cazul în care se efectuează îndiguiri sau sisteme de irigații fără ca acestea să fie însoțite concomitent de realizarea sistemelor de desecare-drenaj. O altă problemă importantă în prezent este poluarea apei din canalele de desecare prin vărsarea dejectiilor rezultate de la fermele zootehnice în ele.

Cooperarea dintre țările europene și PREC, programul calității apei în sudul central al Europei a fost stabilit din 1990 să urmărească influența sistemelor de conducere agricole la productivitate, profitabilitate și la calitatea apei din sol. Faza a II-a a acestui program începută în 1994 a avut ca scop să includă pe scară largă dirijarea pânzei freatice și cercetarea echilibrării apei cu un accent mai mare pe dezvoltarea ajutorului de la sistemele experte. Noile indicații pentru componenta educațională includ ecosistemele riverane, dirijarea apei în agricultură, integrarea pământurilor umede (mlăștinoase) în sistemul agrar de producție, dezvoltarea unui model cuprinzător de dirijare a apei în agricultură, etc. [4]

Irigarea subterană a solului este o formă de administrare a pânzei freatice care asigură ambele scopuri: atât o ameliorare a solului cât și cererile de irigare pentru recoltele unui sistem de subsol. De aceea, în timpul perioadelor de ploii excesive, sistemul furnizează drenaj subteran pentru a îndepărta excesul de apă din teren iar în timpul perioadelor de secetă, când umiditatea din sol este scăzută, canalul de drenaj poate fi reglat pentru a limita cantitatea de apă eliberată, astfel oferind un drenaj controlat, deci sistemul poate fi utilizat pentru subirigație prin adăugarea de apă deasupra canalului (în sens invers cursului natural de apă).

Pe solurile slab drenate, aceste sisteme pot fi foarte eficiente ca și costuri în comparație cu combinația dintre sistemul convențional de drenaj și un sistem de irigație prin aspersiune. Oricum, efectivitatea costurilor variază considerabil de la o locație la alta și depinde de culturi, sol, topografie, climat, resursele de apă și gradul de management.

Costurile pe hectar pentru instalarea sistemului de subirigație depinde hotărâtor de costurile de furnizare a resurselor de apă. Datorită faptului că aceste costuri asociate cu tot felul de surse variază larg, atât sursa cât și costurile resurselor de apă ar trebui considerate cu atenție în momentul începerii proiectării. [1]

În multe părți din lume, apa pentru irigarea zonelor de recreație devine insuficientă. În Germania, de exemplu, este greu să obții permise de construcție pentru terenurile de golf din cauza multelor restricții a folosirii apei. În timpul verii, irigarea gazonului a fost chiar interzisă cu anumite ocazii din cauza insuficiențelor apei.

Oricum, peluzele (pajiștile) și reperatele (pentru mingea de golf) pistelor de golf sunt amenajate adesea pe terenuri nisipoase cu o capacitate mică de reținere a apei. O intensitate mare a jocului și ridicăturile tăierilor scurte în aceste locuri fac irigația absolut necesară, mai ales când precipitațiile naturale sunt insuficiente. [60]

Chiar și așa irigarea prin aspersiune a terenurilor cultivate cu gazon este adesea folosită irațional ceea ce poate fi în detrimentul gazonului în timp, iar apa se ırosește în cantități substanțiale. Metoda alternativă a irigației, cum este subirigația, le permite proprietarilor să reducă folosirea apei pe câteva locuri cu gazon. [60]

Pe perioada ultimilor 5, 10 ani, subirigația a fost reintrodusă și la noi în țară, datorită numeroaselor avantaje ale ei față de irigație:

- refolosirea apei și a substanțelor nutritive căci soluția de irigare poate fi recirculată;

- o mai mare uniformitate a udării;

- o flexibilitate mai mare în poziționarea și spațierea conductelor;

- micșorarea volumului de muncă. Săparea canalelor, așezarea conductelor și distanțarea lor cere mult mai puțin timp. Țntreținerea emisarilor și menținerea nivelului constant al apei freactice se poate face mecanizat, bineînțeles dacă s-au montat conductele aferente acestui mod de folosire.

3.2. Desecare – drenaj - subirigație, o metodă de a obține producții performante și stabile

Folosirea reversibilă a sistemelor de desecare-drenaj și irigații conduce la o utilizare rațională a acestora asigurând o gospodărire judicioasă a rezervelor de apă, la reducerea investițiilor de amenajare și economisirea de energie electrică. Astfel, la noi în țară se cunosc două posibilități mai importante de utilizare a sistemelor de desecare-drenaj pentru irigații: irigația prin aspersiune, scurgere la suprafață sau picurare și subirigația. În primul caz, apa reținută în canalele de desecare prin închiderea stăvilarelor existente pe această rețea de canale va fi pompată pentru utilizarea ei la irigații când cerințele culturilor agricole o impun. În cel de-al doilea caz, subirigația se realizează prin ridicarea nivelului apei în canalele de desecare cu ajutorul stăvilarelor (plane, flexibile, autoreglabile, R.H.N., etc.). [31, 33]

Astfel, apa stocată din sistem sau adusă din altă sursă, prin intermediul drenurilor se va infiltra în sol (invers ca la drenaj) și se va ridica prin capilaritate asigurând o umiditate la suprafața solului în limitele impuse de cerințele culturilor agricole: plafonul minim și capacitatea de câmp pentru apă a solului.

Infiltrarea apei din rețeaua de canale în profilul de sol se poate realiza în două moduri: prin intermediul rețelei de drenaj (figura nr. 3.1.a) și prin taluzele și fundul canalului de desecare (figura nr. 3.1.b).

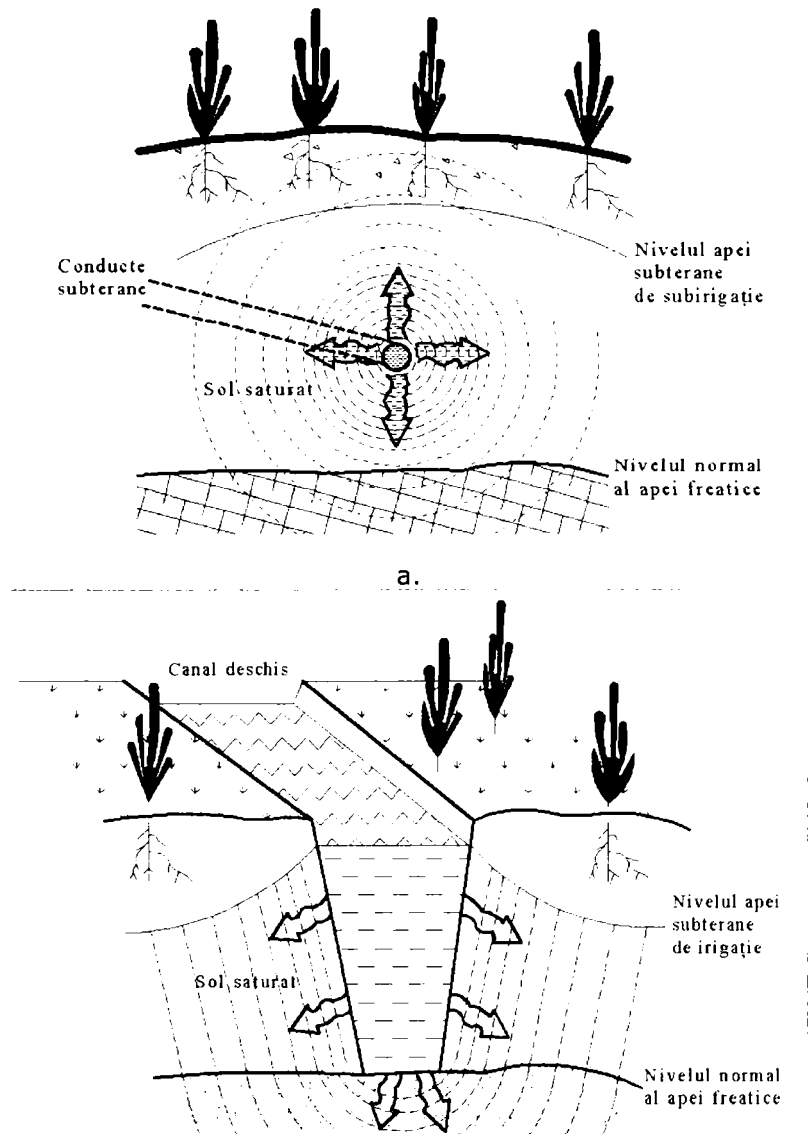


Figura nr. 3.1. - Trecerea apei prin infiltrații din rețeaua de canale de desecare în profilul de sol pentru realizarea subirigației: a. Cu drenuri; b. Prin taluzele și fundul canalului [31]

Sistemele cu scop dublu drenaj/subirigație sunt folosite actual pe solurile cu drenaj slab pentru a reduce stresul generat de excesul de apă la care sunt expuse culturile. În timpul perioadelor umede acest sistem operează ca sistem de drenaj. În acest caz, apa în exces este îndepărtată din câmp printr-un sistem subteran de tuburi de drenaj a căror vărsare este către tubul principal de drenaj sau un canal deschis. Dacă se folosește o coloană montată la ieșirea către canal pentru a regla rata de drenaj, sistemul poate funcționa ca drenaj controlat sau nod de subirigație.

Se poate plasa un stăvilă în structura de control astfel încât nivelul apei la ieșirea din tubul de drenaj să crească peste nivelul stăvilăului înainte ca apa să se reverse.

Procesul numit drenaj controlat se produce când structura este utilizată pentru a conserva apa prin reducerea fluxului exterior de drenaj și când nu se mai pompează apă în plus. În timpul perioadelor secetoase, apa poate fi pompată în deșeu de control prin care este direcționată înapoi în rețeaua de drenaj, astfel ridicând nivelul apei în câmp. În acest mod sistemul este utilizat pentru subirigație. Sistemul cu două tipuri de folosințe va fluctua în mod normal către drenaj, drenaj controlat și mod de subirigație de câteva ori în timpul unui sezon de cultivare. Pentru că proprietățile solului se modifică frecvent este necesar un monitoring intensiv și o gospodărire a sistemului pentru o operare eficientă.

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, gradul de colmatare al materialelor filtrante folosite în solul respectiv (prin valoarea coeficientului de permeabilitate după colmatare), etc. lucru făcut de noi în cadrul acestei teze prin programul DrenVSubIR.

Înainte de a determina cerințele generale de proiectare a unui astfel de sistem credem că ar fi mai bine să dăm câteva motive pentru care ar trebui să folosim aceste sisteme cu funcționare reversibilă:

- pentru a furniza unui teren cultivat un sistem care să satisfacă ambele scopuri;
- pentru a reduce presiunea apei de pe canal și implicit pentru a crește recolta;
- pentru a economisi costurilor operaționale, mai ales la reducerea consumului de energie comparativ cu sistemele de irigație convențională;
- pentru a reduce costurile fertilizării;
- pentru a conserva apa, sistemul are avantajul că folosește apa din precipitații;
- pentru a oferi flexibilitate în administrarea apei de drenaj;
- și, nu în ultimul rând, pentru a proteja mediul înconjurător.

3.2.1. Drenajul

Drenajele sunt de fapt, lucrările hidroameliorative, menite să coboare nivelul apelor freactice din sol, să elimine apa sărăturată aflată în exces, rezultată din condițiile de spălare a solului, condiții de altfel, necesare ameliorării acestuia. (fig.3.2)

Drenajul tubular este proiectat doar pentru scopul de a drena apa în exces din zona unde plantele își au rădăcinile, unde subirigația folosește, de fapt, stavile pentru a controla nivelul apei.

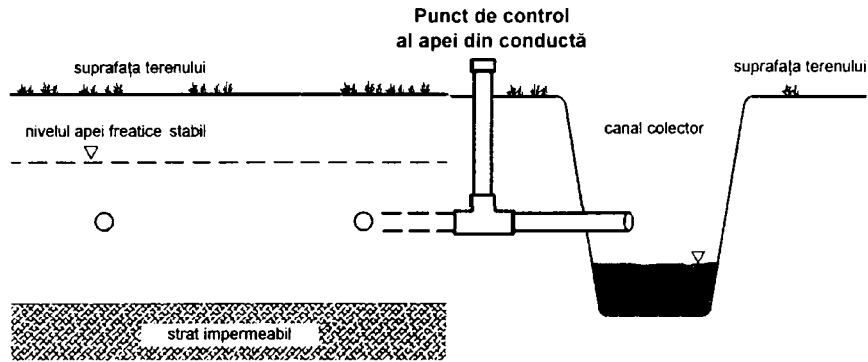


Figura nr. 3.2. – Schema de lucru a drenajului subteran [2]

Drenajul subteran intră în funcțiune când se folosește o stavilă pentru a depozita apa rezultată din reducerea scurgerilor. Nu este adăugată nici o altă apă din altă sursă în sistem. Fără ploi sau fără apă freatică un sistem de drenaj controlat nu ar depozita apă destulă în sol pentru a dezvolta o recoltă pe o perioadă lungă de timp. Oricum drenajul controlat este capabil să depoziteze apa în sol pentru a reduce presiunea acesteia. Acest tip de sistem este bun pentru zonele cu ploi frecvente.

3.2.2. Subirigația

Cu ajutorul *subirigației* apa este pompată în capătul țevilor de unde se întoarce înapoi în tuburile de dren crescând astfel nivelul apei în câmp. (fig.3.3) Dar, când nivelul apei este mai mare decât în mod normal din cauza subirigației sau drenajului controlat, sursa de apă disponibilă din freatic este redusă. Ploile ulterioare ar putea produce în exces umiditatea solului. Din acest motiv este important ca sistemul să fie proiectat pentru ambele scopuri și pentru drenaj controlat și pentru subirigație. Subirigația nu poate fi folosită pentru aplicații de fertilizare. Aceasta ar putea aduce pagube serioase mediului și sistemului de drenaj.

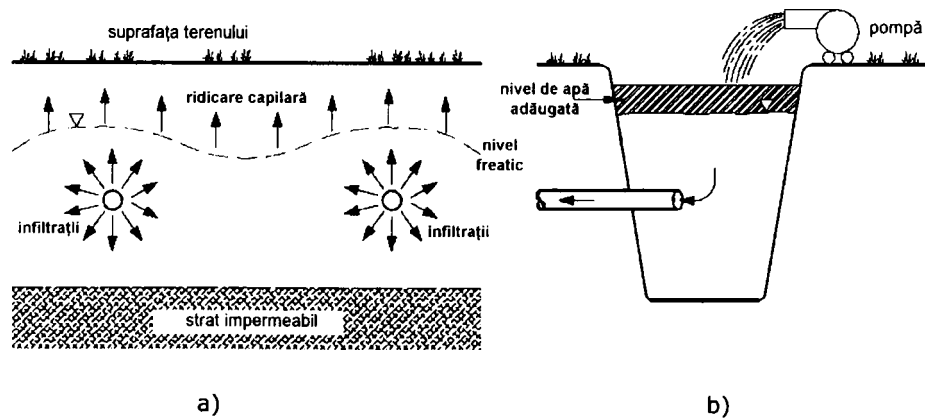


Figura nr. 3.3. – Schema de lucru la subirigație [4]

- a) schema funcțională
- b) detaliu de introducere a apei prin dren pentru subirigație

Nu toate terenurile sau toate tipurile de sol sunt potrivite pentru astfel de sisteme reversibile: și cu subirigație și cu drenaj. De exemplu, terenurile deluroase nu sunt deloc potrivite.

3.2.3. Stabilirea nivelului apei subterane

Condițiile necesare pentru a putea stabili nivelul apei subterane și pentru a-l putea controla sunt:

- existența unui ridicat nivel natural de apă sau a unui care poate fi indus;
- terenul să fie destul de neted, uniform și plat în raport cu înclinările ușoare;
- condițiile subterane să fie de așa natură încât nivelul apei să poată fi menținut fără o pierdere de apă excesivă;
- solul să fie permeabil deci să permită punerea în practică eficientă a sistemului;
- solul să prezinte un drenaj adecvat sau să permită recurgerea la un astfel de procedeu;
- să existe în zonă și o sursă de apă adecvată;
- condițiile de salinitate să poată fi menținute la un nivel acceptabil pentru obținerea unei recolte productive;
- să existe o compatibilitate între sol și apă astfel încât, dacă se realizează un drenaj subteran, calitatea conductelor să nu fie periclitată.

Respectând cerințele de bază enumerate mai sus va trebui să ne consultăm și cu persoana în cauză dornică să proiecteze pe terenul său un astfel de sistem și să avem în vedere următoarele aspecte:

- evaluarea întregii zone pentru a evidenția posibilele probleme;
- studii de zone implicate, inclusiv a terenului înconjurător și delimitarea în spații realizabile;
- evaluarea posibilităților de evacuare a apei. Canalele de scurgere trebuie să fie stabile și să aibă capacitatea de a conduce fluxul de drenaj fără a produce daune proprietății;
- evaluarea facilităților de drenaj existente pentru determinarea fezabilității într-un alt proiect;
- confirmarea compatibilității și calității resurselor de apă;
- realizarea unei schițe cu localizarea canalelor de suprafață, a celor laterale și a drenajului subteran;
- selectați localizarea stăvilor astfel încât nivelul apei să poate fi administrat între diferențele planificate. Intervalul vertical al structurilor trebuie să fie mai mic de 15 cm pentru solurile foarte sărate și doar rareori trebuie să depășească 30 cm;
- evaluarea tipurilor de drenaj de suprafață, structurilor, pompelor și a altor instrumente care trebuie incluse în planurile alternative;
- luarea în considerare a nevoii și necesității de nivelare sau modelare a solului;
- realizarea unei analize economice pentru a determina fezabilitatea planurilor alternative.

Se consideră că, înainte ca terenul să fie amenajat cu subirigație locul respectiv ar trebui să necesite deja un drenaj convențional. Dar, totuși, se va stabili dacă:

- terenul are o pantă constantă mai mică de 0,5 %;
- suprafața câmpului este uniformă, iar diferențele de nivel între depresiunile mici și cele mari să nu fie mai mari de 30 cm;

- nivelul natural de apă (înainte de drenaj) ar trebui închis sau adus aproape de adâncimea drenajului.
Studiile hidrologice și hidrogeologice se referă în primul rând la izofreate.
Din corelația dintre nivelul freatic și umiditatea la suprafața solului se poate stabili care este adâncimea necesară a apei freactice pentru ca la suprafața solului să avem umiditatea la capacitatea de câmp sau la plafonul minim.

Relația de calcul a umidității este:

$$W = \frac{1}{a+b \times H} \text{ și notând } y = \frac{1}{W}, \text{ rezultă:}$$

$$\frac{1}{y} = \frac{1}{a+b \times H} \text{ sau } y = a + b \cdot H \text{ (o linie dreaptă)}$$

Pentru exploatare este necesar a se cunoaște z și p respectiv q (debitul de apă ce se poate infiltra prin sol din dren). Pentru zona de vest a țării avem:

$$z = 0,4 - 0,9 \text{ m}, \quad q = 7 \text{ mm/zi.}$$

Pentru funcționarea reversibilă a amenajărilor de desecare-drenaj și subirigație, amenajarea se va proiecta în primul rând pentru desecare-drenaj și apoi se va calcula (verifica) posibilitatea pentru subirigație.

Pentru a realiza subirigația trebuie să existe posibilitatea de închidere a canalelor de desecare cu stăvilare pentru ridicarea nivelului apei în canale (H_c) din care se va alimenta cu apă profilul de sol prin intermediul drenurilor, urmărindu-se atingerea umidității solului la suprafața sa între limitele C_c și p_{\min} , prin variația nivelului apei freactice în profilul de sol între valorile z și p .

3.2.4. Menținerea nivelului controlat de apă

„Nivelul de apă se va menține la un nivel constant în decursul precipitațiilor și a evacuării prin drenuri” – acesta este criteriul de drenaj cel mai studiat în regim permanent, care de altfel stă la baza proiectării amenajărilor de drenaje. Dar, cel mai des întâlnit în natură este regimul nepermanent, când nivelul freatic este în continuă variație datorită precipitațiilor și a efectului drenajului [9].

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 freactice, care asigură producția agricolă optimă, s-a făcut pe baza cercetărilor experimentale cu scăderile de producție, în procente pentru diferite adâncimi ale apei freactice 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.

Pentru subirigație este necesară posibilitatea de închidere cu stăvilare a canalelor de desecare și prin ridicarea nivelului de apă în canale să se realizeze alimentarea cu apă a profilului de sol și ridicarea nivelului freatic în limitele dorite, adică să se atingă umidități ale solului la suprafața terenului (valoarea medie în stratul 0 - 25 cm) între capacitatea de câmp și plafonul minim

Stavila trebuie să aibă o capacitate egală cu drenajul descărcat la maxim și să aibă un mecanism care să ajusteze nivelul apei: o revărsare, o poartă automată sau o valvă de control pentru a micșora nivelul apei după ploi grele. Există două tipuri principale de a controla nivelul apei: stavilă și plutitor.

3.2.4.1. Stăvilă

Nivelele mici de apă sau tuburile de dren subterane pot fi ușor modificate pentru a accepta un stăvilă.

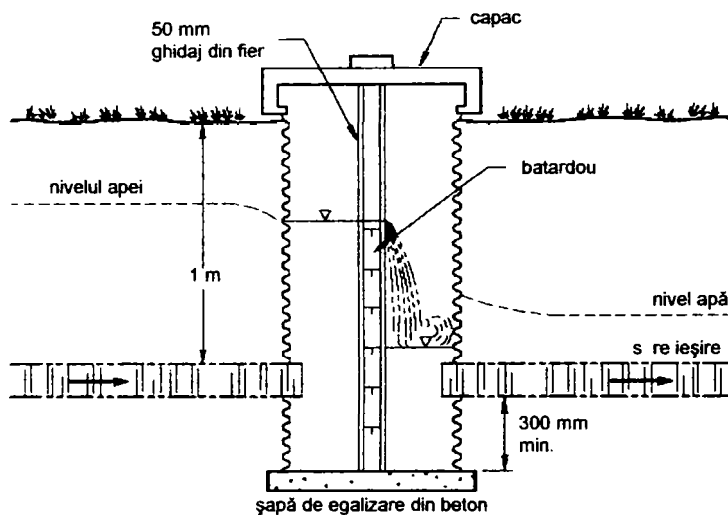


Figura nr. 3.4. - Modul de funcționare cu stăvilă [2]

Acesta este un sistem ieftin care poate fi făcut acasă. (fig.3.4) Oricum, sistemul nu este automat și poate cere o atenție zilnică pentru a opera la o eficiență maximă. Toate fantele de oprire sunt mutate pentru drenajul normal. Astfel: când nivelul apei din canal depășește nivelul apei freactice, aceasta va trece prin batardou spre ieșire asigurând nivelul necesar conductelor din aval.

3.2.4.2. Plutitor

Sistemul de plutitor (fig.3.5) este de obicei considerat o unitate prefabricată.

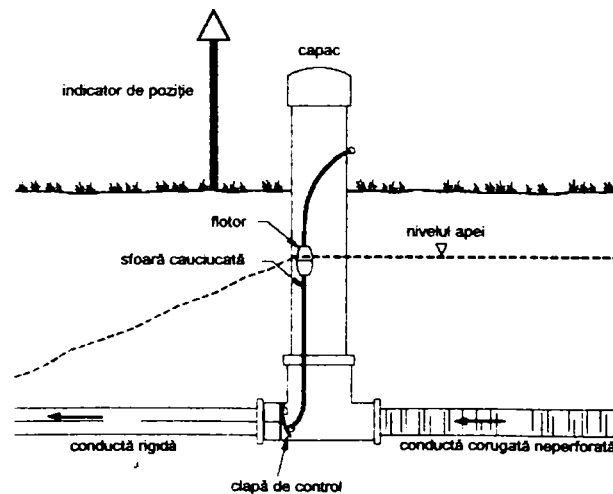


Figura nr. 3.5. - Modul de funcționare cu plutitor [2]

În acest sistem, cu un plutitor care se mișcă datorită unei sfori cauciucate sau a unei sârme putem regla nivelul apei prin deschiderea valvei iar când nivelul apei scade sub nivelul plutitorului acea valvă se va închide. Acest sistem este mai bun pentru automatizare. Aparatul clapei de control poate fi folosit și pentru drenaj.

3.2.4.3. Instalarea stăvilarelor

Numărul stăvilarelor va depinde de numărul de zone care cer ca nivelul de apă să fie cu 30 de cm sub nivelul dorit. De obicei, sunt plasate la ridicătura cea mai mică a canalului colector al secțiunii de control. În timpul instalării se vor ține cont de următoarele recomandări:

- toate conductele ar trebui să fie neperforate și legăturile cu stavila să se facă începând de la o distanță de o conductă secundară.
- materialul de umplutură din spatele și din jurul stavilei ar trebui bătut bine cu pietre și bine compactat.
- stavila ar trebui să fie tot timpul acoperită cu ceva și închisă accesului public.

3.2.5. Proiectarea sistemului reversibil

Factorii care trebuie luați în considerare pentru proiectarea unui sistem sunt: adâncimea rădăcinii, toleranța recoltei la presiunea apei, capacitatea de reținerea apei în sol, conductivitatea hidraulică și locația stratului în profilul solului.

Prima dată se determină potențialul loc. Pentru aceasta, trebuie să facem o hartă topografică cu curbele de nivel, cu locațiile văilor și creștelor de deal, pantele câmpului, punctele mai joase și cele mai înalte. Nivelarea cu laser ar putea fi necesară pentru a îndepărta câteva puncte: cele mai înalte sau cele mai joase. Împărțiți terenul în zone cu creștere a suprafeței uniforme. Aceasta va permite nivelului de apă freatică să fie ținută la o adâncime constantă față de suprafața solului.

Schema și relațiile de calcul pentru proiectarea unei amenajări reversibile de desecare-drenaj și subirigație prezintă următoarele etape:

- **drenaj subteran** – când tubul de dren lucrează doar pe jumătatea inferioară (figura nr. 3.6.)

Relațiile de calcul ale rețelei de drenaj sunt:

$$h = h_v + h_o + h_r + h_i \quad (3.1.)$$

sau

$$h = \frac{q \times D_v}{K} + \frac{q \times L^2}{8KT_e} + \frac{q \times L}{n \times K} \ln \alpha \times \frac{D_0}{U} + \frac{q \times L}{K} \times \xi_{if} \quad (3.2.)$$

în care:

$$T_e = D_0 + \frac{h}{2}, \quad D_v = h, \quad U = n \times r_0$$

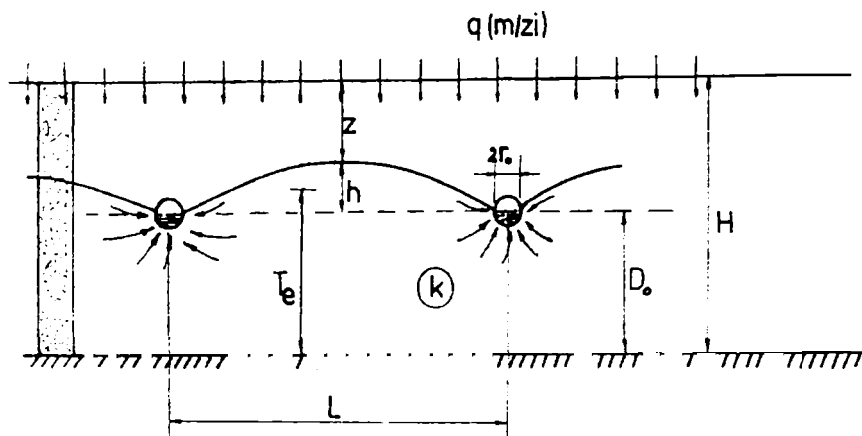


Figura nr. 3.6. - Schema de calcul pentru drenaj [9]

- **subirigație** - tubul de dren lucrează pe întreaga circumferință, deci coeficientul pierderii de sarcină la ieșirea apei din tubul de dren și filtru pentru subirigație va fi jumătate pentru drenaj. (figura nr.3.7.)

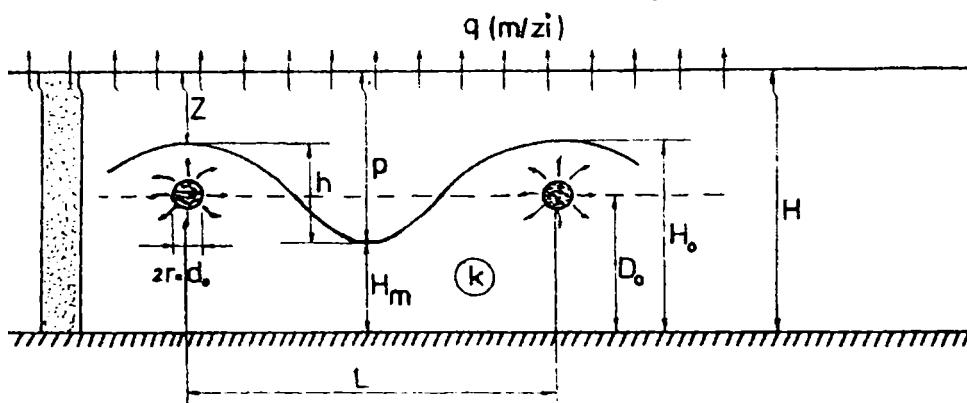


Figura nr. 3.7. - Schema de calcul pentru subirigație [9]

Relațiile de calcul pentru subirigație sunt următoarele (folosind notațiile din figurile nr. 3.6 și 3.7):

$$H_c = H_m + h + h_i + h_{ld} \quad (3.3.)$$

în care pierderea de sarcină în lungul tubului de dren h_{ld} după I. David are expresia:

$$h_{ld} = \frac{8Q_t^2}{\pi^2 g d_0^4} \left(\frac{\lambda}{3} \times \frac{B}{d_0} - 2 \right) \quad (3.4.)$$

unde: Q_t este debitul total intrat în tub iar λ este coeficientul de rigurozitate.(fig.3.8)

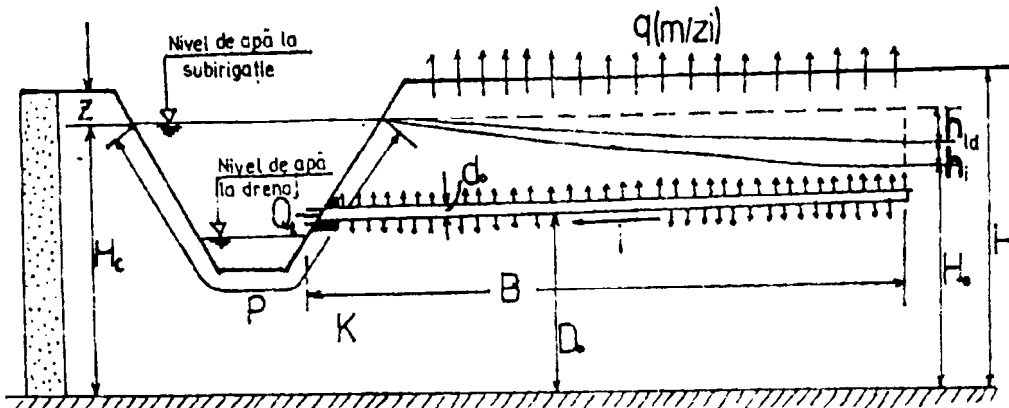


Figura nr. 3.8. – Elementele rețelei de canale de desecare și drenaje reversibile în irigație [9]

Pierderea de sarcină la ieșirea apei din dren și filtru are expresia:

$$h_i = \frac{qL}{2K} \zeta_{if} \quad (3.5.)$$

unde: ζ_{if} – are aceeași valoare ca la drenaj dar pe jumătate.

Sarcina $h_{sub} = H_0 - H_m$, necesară subirigației se calculează după I. David și are forma:

$$h_{sub} = \frac{qL^2}{8KT_e} + \frac{qL^2}{4KT_m} \left\{ \frac{\alpha - 1}{\alpha + 1} + \frac{2H_m}{\pi L} \ln \frac{1}{2^\alpha \left[\left(1 + \cos \frac{\pi D_0}{H_0} + \frac{\pi r_0}{H_0} \sin \frac{\pi D_0}{H_0} \right)^\alpha - \left(1 + \cos \frac{\pi D_0}{H_0} \right)^\alpha \right]} \right\} \quad (3.6.)$$

$$\text{În care } \alpha = \frac{H_0}{H_m} \quad ; \text{ și } T_e = \frac{H_m + H_0}{2}$$

Pentru valori apropiate între H_0 , H_m și T_e avem $\alpha = 1$ și relația sarcinii devine pentru $T_e > D_0$:

$$h_{sub} = \frac{qL^2}{8KT_e} + \frac{qL}{2n \times k} \times \ln \frac{T_e}{2n \times r_0 \times \sin \frac{\pi D_0}{T_e}}$$

În cazul în care nu avem drenuri subterane și alimentarea se face din canale de desecare valoarea lui r_0 se determină din condiția $2\pi r_0 = P$, unde P este perimetrul udat al canalului.

3.2.5.1. Adâncimea apei freatice

Adâncimea apei freatice este cea mai dificilă parte a proiectării unui sistem de irigație efectiv. Din fericire, adâncimea apei freatice poate fi ajustată după ce sistemul este construit. Proiectarea adâncimii pentru apa freatică este o balanță între adâncimea efectivă a rădăcinilor, subțierea zonei capilare și fluxul ascendent.

Debitul de calcul pentru drenaj 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.

O privire schematică a sistemului implicat în transmiterea apei la subirigație este arătată în figura nr. 3.9. Rata cu care apa poate fi transmisă depinde de evapotranspirație (ETP) și de adâncimea apei freatice.

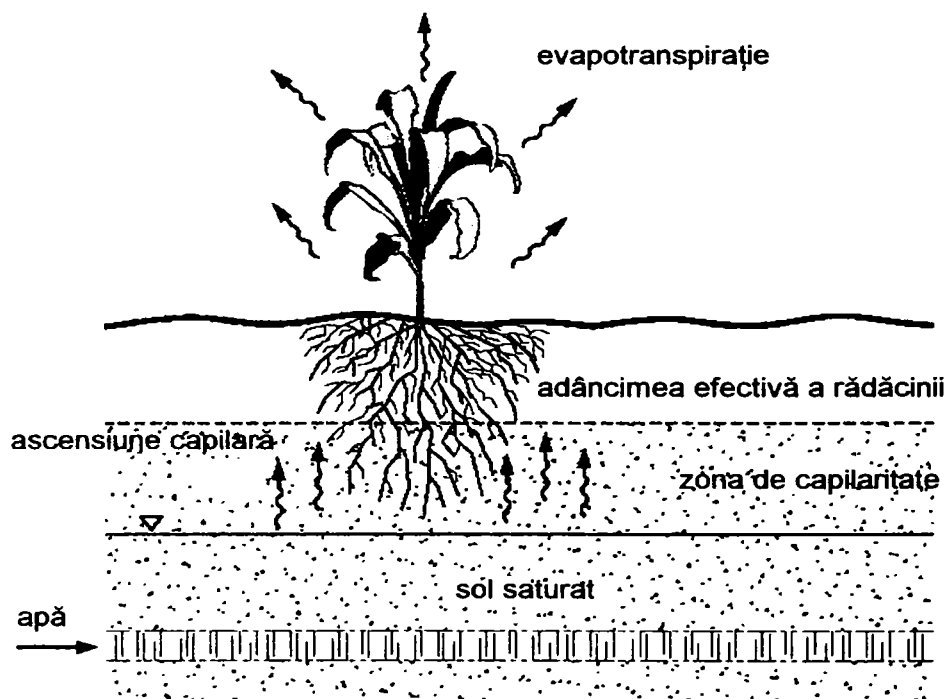


Figura nr.3.9. – Modul de proiectare a adâncimii nivelului de apă

Câțiva specialiști experimentați (Belcher H.W. – 1991, Brown L.C. – 1993, Evans, R. și Skaggs, W. – 1996) au sugerat folosirea unei adâncimi de proiectare de 0,6 m pentru solurile argiloase și 0,450 m pentru solurile ușoare. Planta ia până la 70 % din apă și substanțe nutritive în prima jumătate din adâncimea totală a rădăcinii sale. Este important ca umezeala furnizată de subirigație să ajungă în această zonă. Distanțele dintre drenuri trebuie calculate pentru modul de drenaj înainte de a continua selecția pentru distanța dintre drenuri pentru subirigație.

Pentru subirigație, ar trebui folosit doar un sistem reversibil. Distanța dintre drenuri ar trebui să fie determinată în funcție de caracteristicile solului, adâncimile drenurilor, adâncimea rădăcinilor recoltei și toleranța plantelor la presiunea apei. Factorul limitator este timpul necesar pentru a crește nivelul apei la nivelul dorit, în

dreptul rădăcinii. Distanțele mai mari dintre drenuri înseamnă că sistemul va răspunde mai încet și deci va avea nevoie de o administrare mai intensă.

În general, cu cât distanțele dintre drenuri sunt mai mici cu atât se va controla mai bine nivelul de apă. În funcție de costurile efective, cele mai multe sisteme, cer ca distanța optimă dintre drenuri să fie mărită sau micșorată pentru recoltele selectate. Distanța dintre drenuri pentru subirigația efectivă, conform unei estimări, reprezintă aproximativ 65% din distanța cerută pentru un drenaj adecvat.

Subirigația folosește ca metodă de udare distribuția apei în interiorul solului prin intermediul unor rețele de conducte poroase sau prevăzute cu orificii, îngropate sub nivelul terenului în zona de formare a rădăcinilor sau la adâncimi impuse de lucrările agricole. Apa introdusă în sol prin rețeaua de conducte subterane, se infiltrează lateral și se ridică către suprafața solului prin capilaritate. Ca urmare, subirigația poate fi aplicată numai pe solurile care au o bună permeabilitate, o circulație capilară accentuată și care nu conțin cantități mari de săruri.

Sistemul trebuie să aibă capacitatea adecvată pentru a satisface cerințele plantei folosind și compensând pierderea de apă datorită infiltrării. În timpul subirigației nivelul de apă în dreptul rădăcinilor plantelor crește, deci, este mai mare decât nivelul apei freactice din ariile înconjurătoare, apa este pierdută prin infiltrarea laterală și printr-o percolație a adâncimii rădăcinii cu câteva grade mai mică. Cantitatea de apă infiltrată este dependentă de mai mulți factori cum ar fi: conductivitatea hidraulică a solului, adâncimea straturilor componente ale terenului amenajat, solul, etc. Cantitatea necesară și suficientă de apă variază între 0,9 l/s/ha pentru solurile normale și pentru cele impermeabile și 0,75 l/s/ha pentru alte soluri. Cantitatea de apă pentru subirigație poate fi aproximativ estimată la 0,6 - 0,9 l/s/ha.

3.2.5.2. Mărimea conductelor

Gradientul hidraulic și mărimea conductelor, mai ales a celor colectoare, trebuie determinată pentru ambele scopuri: atât pentru drenaj cât și pentru subirigație. Datorită faptului că pentru subirigație distanța dintre tuburile de dren este mai redusă decât cea folosită pentru drenaj, se vor folosi conducte cu diametri mai mici adică de 150 mm. (Fig.3.10) Dacă distanțele nu sunt foarte mari, sunt necesare pentru subirigație tuburi de dren cu un diametru de 100 mm. Dimensiunea necesară a unui tub de dren pentru a drena apa la capacitatea minimă proiectată este în funcție atât de lungimea conductei cât și de distanța dintre acestea. Dacă este nevoie de un coeficient de drenaj mai mare, conductele ar trebui să aibă o mărime mai mare adică de 200 mm. De obicei, lungimea fiecărei conducte este factorul limită care trebuie modificat dacă coeficientul de drenaj crește.

De-a lungul procesului inițial de proiectare, e nevoie de estimări pentru distanțele dintre canale și conducte care să respecte cerințele drenajului subteran și ale subirigației. În cele mai multe cazuri, sistemele de drenaj existente trebuie să fie evaluate pentru a determina potențialul lor în procesul de drenaj și subirigație controlată. Estimările trebuie să fie destul de exacte pentru ca proprietarul terenului să poată să-și stabilească obiectivele și obligațiile economice în timp. Atunci când se ia o decizie bazată pe aceste estimări, se justifică o evaluare detaliată.

În momentul în care se proiectează un sistem folosind modelul de computer DrenVSubIR realizat în cadrul acestei teze de doctorat, aceste estimări ale distanței pot fi folosite ca informații pentru simulările inițiale pe computer, care vor sta la baza proiectului.

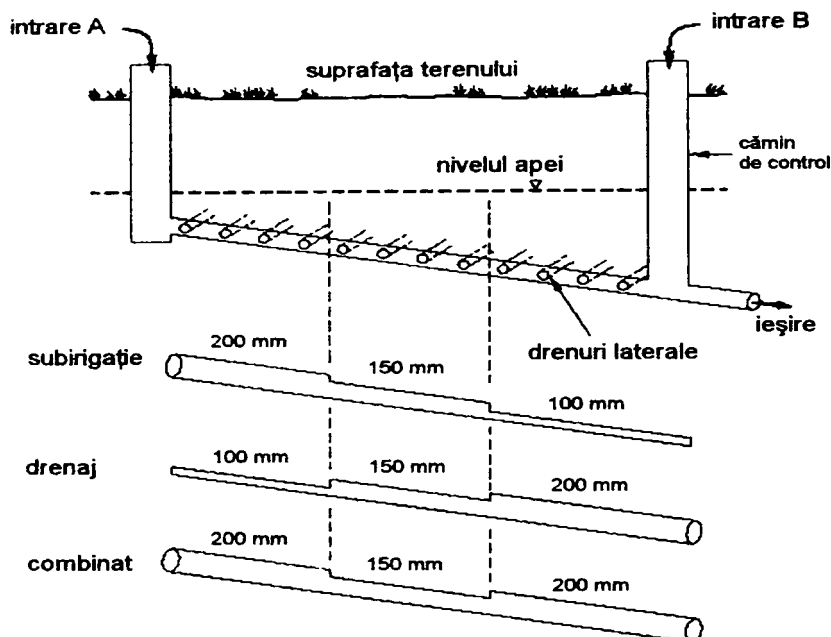


Figura nr. 3.10- Mărimea conductelor la drenaj și subirigație [2]

Pentru a estima distanța dintre conducte și drenuri, trebuie să fie evaluate cel puțin două condiții posibile:

- estimarea distanței necesare pentru a asigura drenajul când sistemul presupune fie drenaj controlat, fie subirigație;
- estimarea spațiului necesar pentru a asigura subirigația.

Distanța cea mai apropiată de realitate ar reprezenta condiții limitative și ar asigura cea mai bună estimare pentru a pregăti estimarea costurilor inițiale.

3.2.6. Monitorizarea nivelului de apă

Pe perioada primului an de la instalare, puțurile de observație ale nivelului apei și ale proprietăților solului ar trebui instalate și monitorizate pentru a determina corelația dintre nivelul freatic și umiditatea solului valabilă pe terenul pe care a fost deja proiectat.

Controlul manual cere, cel puțin, verificare zilnică a funcționării pompei și/sau stavilei sau a plutitorului. Nivelul apei se modifică mai rapid la începutul conductei decât la mijlocul distanței dintre drenuri. Este indicat să inspectați puțurile de la mijlocul distanței dintre drenuri, fiecare tip de sol și fiecare stăvilă automat sau neautomat.

3.2.6.1. Puțurile de monitorizare a nivelului de apă

Puțurile de observație permit personalului autorizat să monitorizeze nivelul de apă pentru a se determina dacă sistemul funcționează la parametri optimi. Aceste informații se vor adăuga la înregistrările ținute pentru montarea stăvilărilor.

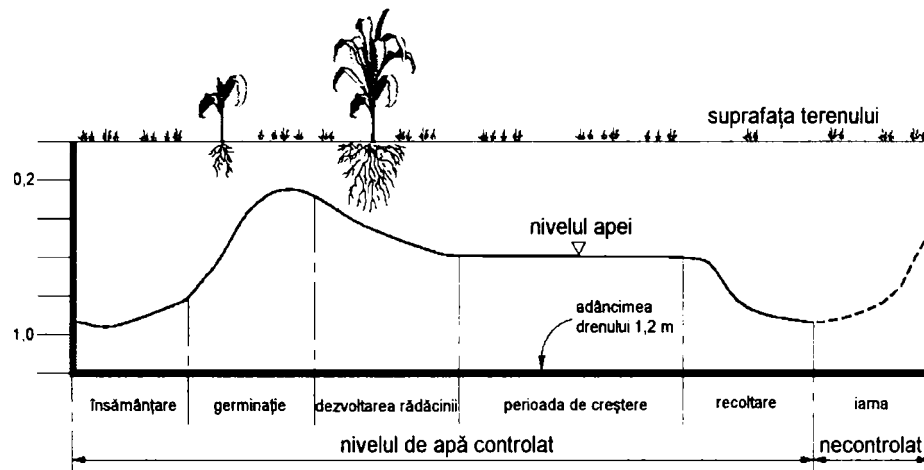


Figura nr. 3.11 – Managementul adâncimii nivelului apei pentru o bună dezvoltare a plantelor

Aceste informații pot fi folosite pentru a determina timpul de răspuns al nivelului apei. În acest caz monitorizăm cât timp îi ia nivelului respectiv de apă să crească. De asemenea, mai colectăm și informațiile despre nivelul apei freatice când sistemul funcționează în modul de drenaj. Aceste observații se vor lua săptămânal în timpul majorității sezoanelor. Astfel, în perioada de însămânțare și germinație apa freatică va crește ușor iar în perioada de dezvoltare a rădăcinilor va fluctua până va atinge nivelul necesar perioadei de creștere și implicit recoltare. (fig.3.11)

Monitorizarea puțurilor poate fi ușor de făcut folosind o conductă PVC cu fante de 3 mm, sfredelite, fiecare cu o lungime de 2,5 cm și așezată vertical în puț sub pământ. Pentru a preveni intrarea solului în această conductă se va folosi material de filtrare. Puțurile se vor face pe verticală până se găsește apa freatică plus cel puțin 30 cm sub nivelul de apă dorit în sezonul de creștere. (fig.3.12)

Condițiile de stabilitate sau nu ale vremii dictează normal modul de management al cantității de apă. Cantitatea de precipitații determină în mod normal momentul în care acest sistem va funcționa ori pe drenaj ori pe subirigație.

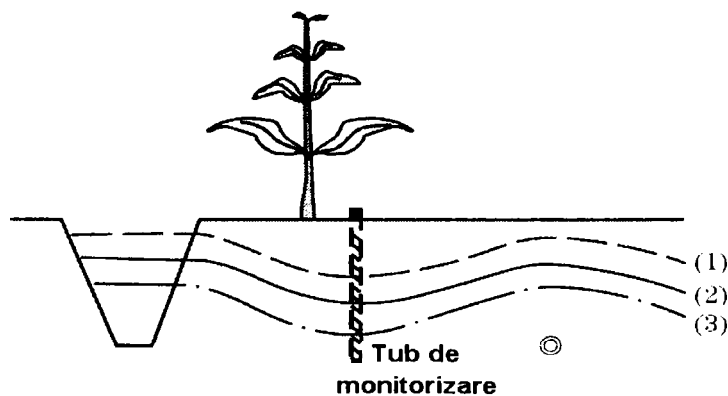


Figura nr. 3.12. – Monitorizarea controlului apei în momentul funcționării la subirigație

Figura de mai sus ilustrează modul în care un sistem reversibil ar trebui să funcționeze în modul de subirigație. Curba nr. 2 arată nivelul de apă care trebuie menținut pentru a optimiza producția. Acest nivel este inițial ridicat până aici ori prin pompare ori datorită ploii. Dacă previziunea pentru următoarele 3 – 5 zile este de secetă atunci nivelul de apă va trebui ridicat până la curba 1 de unde va putea să scadă lejer până la curba 2. Dar, acest lucru nu va fi necesar dacă vom ști să menținem apa la un nivel constant pe canal. În schimb, dacă previziunile sunt de ploaie atunci nivelul apei se va scădea până la curba nr. 3. Acest lucru îi va permite solului să stocheze apa de ploaie. Dacă în schimb nu va ploua și noi am scăzut nivelul apei până la curba 3 atunci, prin pompare va trebui să adăugăm apă până la curba 2. Când nivelul 2 este atins atunci decizia de a pompa sau nu apă o vom lua doar pe baza previziunilor. În oricare dintre cele trei cazuri nivelul trebuie menținut la optim pentru a nu periclita dezvoltarea rădăcinilor plantelor și implicit a recoltei.

Dacă în previziune nu există ploi nivelul se va opri la A și i se va permite să scadă la nivelul B prin evapotranspirație și infiltrație. Oricum, dacă nu vor apărea ploi nivelul se va situa undeva între cele două asigurând o rată bună de drenaj. (Fig. nr.3.13)

În cazul sistemelor reversibile, drenajul este o primă problemă ce trebuie luată în considerare în cazul în care se evaluează potențialul fiecărui loc pentru controlul nivelului apei. Trebuie să fie disponibil un canal de scurgere pentru drenaj care are capacitatea de a îndepărta apa de suprafață sau din sol într-o perioadă de timp cerută.

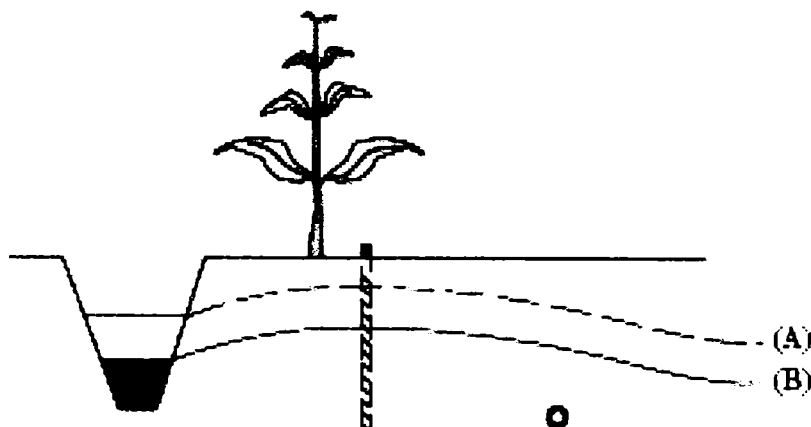


Figura nr. 3.13. – Monitorizarea nivelului apei la drenaj

Cele mai multe zone care sunt luate în considerație pentru controlul nivelului apei au în general sisteme de îndepărtare a apei de suprafață sau a celei existente în sol, sisteme care operează ca un drenaj necontrolat.

Pentru subirigație avem nevoie de o sursă de apă adecvată, disponibilă. Locația, cantitatea și calitatea sursei de apă sunt factori cheie ce trebuie luați în considerație. Cantitatea de apă necesară pentru un sistem de subirigație depinde de caracteristicile vremii, de recoltă, de management, de rata de infiltrație verticală sau orizontală.

Înainte ca sistemul să funcționeze la subirigație trebuie să fie evaluată calitatea apei pentru a determina compatibilitatea cu recolta planificată și cu solul. Astfel, o sursă de apă care are o concentrație de sare ce depășește 2,00 ppm este considerată ca limitativă pentru cele mai multe recolte. Dacă sursa de apă este fluctuantă în cantitatea de sare subirigația ar trebui să fie discontinuă în momentul în care se depășește 2,00 ppm. Anumite recolte au un prag mai scăzut în fața

concentrațiilor de sare existente în apa de irigație. În cazul unei secete foarte mari, cum este chiar în acest an, se vor lua în considerare condițiile suplimentării cu apă.

Nivelul natural de apă ridicat într-o anumită perioadă reprezintă prezența unui nivel natural de apă ridicat într-o anumită perioadă (ex. secetoasă), în apropierea suprafeței solului ceea ce indică potențialul solului de a menține un nivel de apă la un grad compatibil cu subirigația din perioadele secetoase. Aceleași proprietăți ale solului și aceleași condiții ale locului care permit unui sol să prezinte un nivel de apă înalt, sezonier în apropierea acestei suprafețe, permit, în același timp, unui nivel de apă indus să fie și păstrat în perioadele secetoase.

Acolo unde nivelul de apă sezonier înalt este în mod natural situat cu 80 de cm mai jos de suprafața solului, solul este foarte bine drenat. Astfel, infiltrațiile excesive fac din ce în ce mai dificil să se dezvolte și să se mențină un nivel de apă în apropierea zonei rădăcinilor pentru a face față nevoilor de apă ale plantelor.

Prezența unui nivel de apă natural, într-o anumită perioadă, poate fi stabilită prin interpretarea schimbării culorilor din sol, schimbare cauzată de dezoxidarea/oxidarea fierului. Aceste caracteristici redoximorfice pot apărea ca pete de gri pal înconjurate de galben strălucitor sau roșu. Se găsesc în acele zone ale solului care rămân saturate de-a lungul unor lungi perioade. Pe măsură ce solul devine din ce în ce mai puțin drenat, aceste caracteristici devin din ce în ce mai proeminente și în cele din urmă întregul profil al solului devine gri.

Infiltrația este o altă problemă ce trebuie luată în considerare în momentul în care se proiectează subirigația pe orice tip de sol, dar pe măsură ce adâncimea nivelului natural de apă într-o anumită perioadă crește, această problemă se intensifică. Cantitatea de infiltrație atât pe orizontală cât și în adâncime trebuie calculată în momentul proiectării pentru a ne asigura de faptul că, pierderile din infiltrație nu sunt în măsură să oprească proiectarea.

Nivelul scăzut de apă într-o anumită perioadă reprezintă adâncimea unui nivel scăzut de apă într-o anumită perioadă lucru ce devine o preocupare în multe cumpene ale apelor care sunt excesiv de drenate. În aceste cumpene de ape nivelul scăzut de apă într-o anumită perioadă poate varia de la o înălțime de aproximativ 45 de cm la una de 150 cm.

Drenajul extins, în acest caz, va pune o problemă pentru subirigație. În aceste condiții nivelul de apă folosit pentru subirigație trebuie să fie ridicat de la nivelul artificial scăzut. Infiltrația laterală excesivă poate fi o problemă acolo unde locația potențială este încercuită de canale de drenaj sau în zonele cu soluri care au nivel de apă foarte scăzut într-o anumită perioadă.

Sursa de apă este un factor important ce trebuie luat în considerare în cazul controlului nivelului de apă. Dacă nu există o sursă suplimentară care să poată fi folosită spațiul redus pentru un drenaj normal în cazul subirigației este de puțin folos. Controlul debitului drenajului poate fi eficient chiar dacă apa de irigație nu este disponibilă. Nivelul de apă necesar pentru subirigație și utilizarea eficientă fie a drenajului controlat fie a subirigației sunt determinate de recolte, tipul de sol și condițiile locale de climă.

În perioadele în care se folosește cea mai multă apă, recoltele pot avea nevoie de 6 mm de apă pe zi sau poate chiar mai mult. Capacitatea de apă proiectată care se recomandă trebuie să fie mai mare pentru a face față pierderilor provenite din irigații precum evaporare sau infiltrație. Totuși nevoile de apă ale plantelor pot fi asigurate cu o capacitate mai mică decât cea proiectată anterior dacă se aplică un management adecvat și cu o infiltrație minimă. Apa de ploaie poate fi folosită mai eficient dacă nivelul de apă este menținut puțin sub nivelul cel mai înalt al drenajului controlat deoarece solul va avea o mai mare capacitate de a reține apa de ploaie.

Folosirea apei reținute de sol în momentul în care nivelul de apă scade de la 0,5 -1,0 m, va determina o acoperire a solului ce va varia între 0,01 - 0,05 m. Aceasta reprezintă apa disponibilă pentru a fi folosită de către plante pe lângă ceea ce se adaugă prin sistem. De-a lungul perioadelor secetoase îndelungate, nivelul de apă nu poate fi menținut pentru a face față evapotranspirației fără o sursă de apă cu o capacitate adecvată. Din acest motiv, durata și probabilitatea perioadelor secetoase trebuie să fie luată în considerație. Acest lucru se poate realiza folosind înregistrări pe termen lung a aspectelor vremii precum și simularea cu modele pe calculator, ca de exemplu Drainmod sau DrenVSubIR.

Infiltrația în cazul multor soluri poate reprezenta o pierdere semnificativă de apă care trebuie reprovizionată de către sursa de apă. Pierderile prin infiltrație sunt foarte greu de estimat și ar trebui eliminate acolo unde este posibil. Aceste pierderi pot fi verticale sau orizontale.

Pierderile orizontale sunt destul de mari. Terenurile mai mici au în mod proporțional pierderi mai mari orizontale. Aceste pierderi pot surveni din canale de drenaj necontrolate sau canale de irigare care se află lângă o zonă neirigată. În aceste cazuri pierderile prin infiltrație pot consuma până la 25% din capacitatea totală. Dacă subirigația se instalează pe terenuri cu vechi drenuri abandonate, se pot înregistra pierderi semnificative prin infiltrație dacă nu se efectuează un control adecvat.

Pierderile laterale prin infiltrație pot fi minimalizate cu o planificare adecvată. Oricând este posibil, canalele cu resurse de apă ar trebui localizate lângă centrul terenurilor irigate decât la marginea acestora. Canalele de la limitele terenurilor și canalele deschise ar trebui de asemenea să fie controlate. Controlul ratei drenajului poate reduce semnificativ pierderile prin aceste canale. Nivelul de control în canalele deschise poate fi menținut undeva mai jos de canalul de irigare pentru a asigura o mai mare siguranță a drenajului; totuși, o pantă de 0,1 până la 0,3 m de la teren la canalul deschis este mai oportună decât una de 120 până la 180 de cm care ar putea apărea în cazul în care nu se exercită nici un control. Oriunde este posibil, zonele irigabile ar trebui să fie plasate în terenuri pătrate alături de alte zone irigabile. Acest lucru ar minimaliza granița de teren în care s-ar putea produce infiltrații.

Capacitatea de apă suplimentară de care este nevoie pentru a depăși pierderile prin infiltrație ar trebui estimate în momentul în care această pierdere nu poate fi controlată. Pentru a determina aceste momente, trebuie identificate locul și mărimea zonei de infiltrație, panta hidraulică de-a lungul acestei zone și conductivitatea hidraulică a zonei. Din păcate, acest lucru este destul de dificil. Este nevoie de mai multe măsurători deoarece zona de infiltrație este adesea compusă din diferite straturi de densitate și conductivitate. Acolo unde efectuarea acestor măsurători este imposibilă, capacitatea sursei de apă ar trebui să fie mărită cu 25, 30 % pentru a înlocui posibilele pierderi prin infiltrație.

3.2.6.2. Umezeala solului

Monitorizarea umezelii solului cu tensiometre va indica dacă recolta primește sau nu apa adecvată.

3.2.6.3. Planificarea (calendaristică) irigației

Cheia planificării udării pentru subirigație este furnizarea adecvată a apei în zona rădăcinilor în timp ce dezvoltarea rădăcinii plantei nu este restricționată. Înainte de curățarea pământului, primăvară, când se însămânțează terenul, nivelul apei ar trebui scăzut la aproximativ 0,75 - 1,0 m sub suprafața solului.

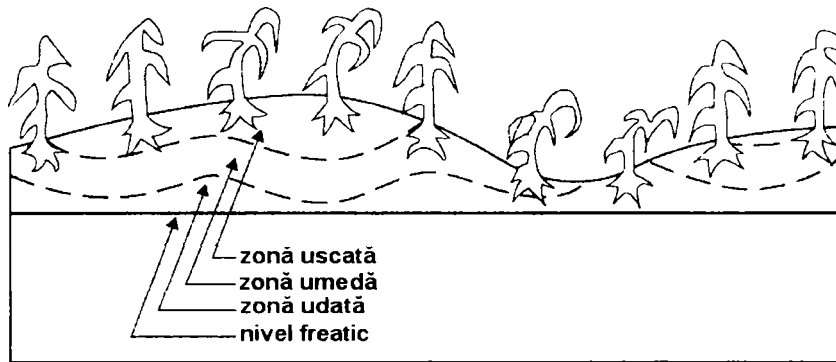


Figura nr. 3.14. – Modul de distribuție al apei când terenul nu este uniform în cazul subirigației

După însămânțare însă, nivelul de apă ar trebui ridicat astfel încât să umezească patul de semințe prin acțiunea capilară. Apoi nivelul de apă este micșorată gradat după cum se dezvoltă sistemul de rădăcini. Este foarte important ca nivelul de apă să nu fie prea ridicat în această perioadă. Rădăcinilor trebuie să li se permită dezvoltarea optimă, pentru a reduce șansa presiunii de apă mai târziu, în sezon. Pentru restul sezonului de creștere nivelul apei ar trebui menținut la o adâncime constantă.

Administrarea sistemului în timpul sezonului de creștere trebuie să ia în considerare ploile grele sau frecvente și posibilă nevoie de a drena apa în exces din profilul solului. Dacă nivelul apei crește cu mai mult de 0,15 cm peste nivelul dorit, se va așeza stavila iar sistemul va funcționa doar pe drenaj. Înainte de recoltare nivelul apei se va micșora cu 0,75 – 1, 0 m sub suprafața solului pentru a furniza o bună circulație. Figura 3.14. ilustrează schimbarea în profil a masei de apă în timp.

Plantele perene își pot adapta sistemul de rădăcini la un nivel de suprafață care variază mai mult de 30 cm în cadrul unei anumite zone, dar nivelul de apă trebuie menținut astfel încât fluctuațiile, care pot fi tolerate de către plante fără a pierde din productivitate, să apară doar pentru scurte perioade de timp. Când reducerea variației suprafeței în limite normale nu se poate realiza, nivelul de apă trebuie astfel menținut încât să se obțină beneficiul optim al zonei. Nivelul de apă optim este reprezentat atunci când se ajunge la un stadiu în care culmile sunt prea uscate iar depresionile nu sunt prea umede. (figura nr. 3.14)

Productivitatea solului poate impune anumite limite în ceea ce privește controlul nivelului de apă într-un loc. Totuși, unele soluri prezintă o capacitate diminuată de a produce recolte bogate după îndepărtarea excesivă a solului. Cele mai afectate soluri pot fi aduse la capacitatea proprie productivă într-un an sau doi. Totuși, în unele zone unde solul de suprafață a fost complet înlocuit, este nevoie de mai mulți ani pentru a se ajunge la eficiența anterioară.

În cazul subirigației rezerva de apă o reprezintă apa de o calitate rezonabilă: curată, fără compuși chimici sau biologici. Rezerva de apă ar trebui să fie într-o cantitate suficientă pentru a îndeplini cerințele plantei folosite de aceasta la maximum și pentru a compensa pierderea de apă datorită infiltrării.

Studiul pedologic constă în determinarea profilului solului. Solurile de pe locul în care se propune sistemul trebuie evaluate sub aspectul compatibilității lor. O parte critică a acestui proces este evaluarea capacității locului de a susține un nivel ridicat de apă natural sau indus și implicit existența unor asemenea condiții pentru ca zona respectivă să fie considerată compatibilă.

Harta finală prezentată în capitolul următor, a tipurilor de sol, oferă o ghidare în cadrul evaluării inițiale a locului, de aceea cu ajutorul programului MapSys am realizat o inventariere a județului determinând atât perimetrele, suprafețele cât și tipurile de sol, succesiunea orizonturilor și chiar zonele în care se pretează astfel de lucrări.

Permeabilitatea fiecărui strat de sol din cadrul profilului solului trebuie să fie luată în considerare în momentul evaluării. În anumite cazuri aceste orizonturi variază semnificativ în permeabilitate. Localizarea și grosimea acestor straturi din cadrul profilului solului afectează compatibilitatea cu nivelul apei.

Potențialul fiecărui loc pentru un control adecvat al nivelului apei este puternic influențat de permeabilitatea locului. Pe măsură ce permeabilitatea este mai redusă, instalarea unui control al nivelului apei crește. Este necesară o analiză economică atentă pentru a justifica instalarea acestui control al nivelului apei.

O permeabilitate minimă de $K = 15 \text{ mm/h}$ este recomandată pentru planificarea generală. Acolo unde solul are o permeabilitate $K < 15 \text{ mm/h}$, economiile pot fi factorul care impune limitări. Valorile conductivității sunt variabile de la un teren la altul în cadrul aceluiași tipuri de sol. Din acest motiv proiectarea finală trebuie să fie bazată pe conductivitatea măsurată, reală a locului. În același timp, solurile trebuie să aibă un strat impermeabil la o adâncime rezonabilă pentru a împiedica pierderile datorate infiltrației verticale excesive. Un strat impermeabil sau un nivel de apă permanent este absolut necesar între 300 și 750 cm față de suprafața solului.

Suprafața care va fi subirigată trebuie să aibă un drenaj de suprafață adecvat și să asigure în același timp o pantă care să permită o umiditate uniformă a solului. De aceea este foarte important să ne folosim de experiența proprietarului și să evaluăm solul în timpul mai multor perioade umede.

Un alt factor este uniformizarea pantei, care trebuie luată în considerare în ceea ce privește relieful locației potențiale. Dacă subirigația trebuie să asigure condiții uniforme de umiditate, nu trebuie să aibă loc o schimbare bruscă a pantei sau o schimbare semnificativă a înălțimii suprafeței solului într-o zonă care este controlată sub aspectul nivelului apei.

În ceea ce privește apa, planul managerial presupune:

- un sistem pentru a monitoriza și a observa nivelul apei;
- valoarea maximă și minimă a nivelului apei în toate condițiile atmosferice;
- un sistem de înregistrare a observațiilor referitoare la citirea nivelului de apă cel mai înalt, la apa adăugată și la reacțiile plantelor.

Planul trebuie de asemenea, să includă proceduri de calibrare a nivelurilor apei atât în punctele de control cât și în zonele critice ale terenului pentru un management mai confortabil.

3.2.7. Avantajele economice ale acestei metode

Un sistem reversibil are un preț de cost inițial mai mare decât un sistem de drenaj convențional. De asemenea, are un potențial foarte bun pentru producții mai mari, rezultate mai puțin diferite și un cost de funcționare mai mic decât ar fi de așteptat pentru un sistem de irigație separat și un sistem de drenaj separat. O importantă problemă luată în considerație este dacă sistemul va funcționa doar la drenaj sau doar la subirigație se vor justifica costurile?

Costurile de instalare ale unui astfel de sistem ar putea fi repede recuperate dacă cantitatea recoltei este mare, dacă presiunea de apă este redusă la rădăcina plantei și dacă s-a stabilit o corelație optimă între apa freatică și umiditatea solului.

De asemenea, ar trebui făcută o paralelă între costurile inițiale și timpul disponibil pentru funcționarea unui astfel de sistem. Este mai ieftin să instalăm un sistem care cere o muncă intensivă de administrare dar s-ar putea să nu mai avem timp disponibil pentru a opera sistemul corect deci rezultatele vor fi mai mici decât cele optime. Spre deosebire de sistemele de drenaj convenționale, un sistem cu funcționare reversibilă cere o atenție mărită pentru o administrare corectă a nivelului de apă freatică. Aceasta înseamnă îndepărtarea sau înlocuirea stăvilarelor, pornirea și oprirea pompelor și monitorizarea nivelului apei. Instalarea unui sistem automat ar reduce considerabil timpul petrecut la administrarea sistemului. Automatizarea ar reduce de asemenea variabilitatea și ar da rezultate mai bune și producții mari mult mai consistente.

3.2.8. Beneficiile aduse mediului înconjurător

Multe studii au arătat că sistemele de administrare a masei de apă pot îmbunătăți calitatea drenajului apei. Drenajul controlat a fost recunoscut ca fiind cea mai bună practică de administrare. Spre deosebire de drenajul clasic, acesta beneficiază de calitatea apei ca și de productivitatea recoltei. Controlând rata drenajului, se constată că la un astfel de sistem subteran se poate reduce cantitatea de azotați cu peste 50 % comparativ cu drenajul convențional. Acesta este obținut cu ajutorul a trei mecanisme: azotații sunt reținuți în matricea solului pentru rădăcinile viitoarelor plante, umiditatea ridicată a solului încetinește procesul de azotare și produce denitrificarea înainte de percolarea nitraților.

Drenajul controlat îmbunătățește de asemenea calitatea apei în raport cu ierbicidele, pesticidele, sedimentele și alte substanțe nutritive. La sistemele cu drenaj controlat volumul apei eliberat la suprafață este redus. Aceasta reduce cantitatea de substanțe nutritive și sedimente eliberată în alte cursuri de apă.

3.3. Interacțiunea irigații-drenaj

Interacțiunea irigații-drenaj necesită stabilirea unei cantități de apă mai mare decât cea necesară solului, pentru o anumită cultură, cu scopul ca surplusul de apă să spele profilul de sol. Dacă cantitatea de apă nu corespunde există pericolul ca acest sol să aibă parte de o sărăturare secundară care nu este binevenită nici unui sol. De aceea, este bine ca sistemul de drenaj să se construiască în paralele cu cel de irigații.[9]

Calculul efectiv se va face în felul următor:

- se determină cantitatea de apă din sol făcându-se un bilanț al acesteia bineînțeles pe stratul activ;
- se determină conținutul de săruri din profilul de sol făcându-se bilanțul salin în sol.

Bilanțul apei reprezintă egalitatea dintre cantitatea de apă care cade pe sol și cea care se evaporă:

$$M_{ai} + P_{ae} + C_a = EPA + D_A \quad (3.8)$$

În care:

M_{ai} – norma de irigație anuală pentru perioada unui an agricol (01.IV – 31.III) pe adâncimea stratului activ (m^3/ha);

P_{ae} – precipitațiile anuale efective;

C_a – ridicarea capilară anuală în stratul activ;

EPA – evapotranspirația;

D_A – drenajul actual din stratul activ inclusiv infiltrațiile de adâncime.

Bilanțul salin reprezintă conținutul de săruri din profilul activ de sol și se determină cu ajutorul electroconductanței:

$$M_{ai} \cdot EC_{AI} + P_{ae} \cdot EC_{AP} = D_A \cdot EC_{AD} \quad (3.9)$$

M_{ai} – norma de irigație anuală pentru perioada unui an agricol (01.IV – 31.III) pe adâncimea stratului activ (m^3/ha);

EC_{AI} – electroconductanța apei de irigație

P_{ae} – precipitațiile anuale efective;

EC_{AP} – electroconductanța apei din precipitații

D_A – drenajul actual din stratul activ inclusiv infiltrațiile de adâncime.

EC_{AD} – electroconductanța apei de drenaj.

Toate aceste elemente componente ale formulei sunt valori medii și exprimă conținutul mediu de ioni al apei de irigație, al apei din precipitații și al apei drenate măsurându-se în $mmho's/cm$. [9]

Electroconductanța apei drenate este mai mică decât electroconductanța soluției de sol (lucru care nu este normal) la capacitatea de câmp EC_S cu un coeficient f ce reprezintă eficiența drenajului și are valori între (0...1) satisfăcând relația:

$$EC_{AD} = f \cdot EC_S \quad (3.10)$$

$f = 0,3$

EC_S – valoarea medie a salinității soluției de sol la capacitatea de câmp și poate fi exprimată în funcție de salinitatea inițială a soluției de sol EC_{S1} și variația ei în timpul unui an notată cu ΔEC_S .

$$EC_S = EC_{S1} + \frac{\Delta EC_S}{2} \quad (3.11)$$

Notând cu ΔZ_A schimbul total al conținutului de sare din stratul activ de sol într-un an la C_c și cu V_p conținutul total de săruri al probei de sol pe unitatea de suprafață.

$$V_p = \frac{DA \times C_c}{100} \times H$$

$$\Delta Z_A = \Delta EC_S \cdot V_p$$

Înlocuind aceste date în bilanțul apei și în cel salin se obține următoarea ecuație de bilanț care devine un model matematic de calcul al interacțiunii irigației și drenajului ca o expresie de schimbare a salinității solului.

$$EPA - P_{ae} = \frac{f \times M_{ai} \times \left[EC_{S1} + \frac{\Delta EC_S}{2} - EC_{ai} \right] - P_{ae} \times EC_{AP} + \Delta EC_S \times V_p}{EC_{ai} + f \times \left(EC_{S1} + \frac{\Delta EC_S}{2} - EC_{ai} \right)} \quad (3.12)$$

De aici se poate calcula ΔEC_S determinând variația anuală a salinității solului care poate fi pozitivă sau negativă (caz în care se spală).

Un lucru foarte important în acest caz este păstrarea calității solului, de aceea proiectarea sistemelor de irigație mai ales a celor care folosesc ape uzate trebuie să se facă determinând o normă de irigare care să mențină salinitatea solului la nivelul inițial, sau la cel de construcție. De aceea, niciodată nu se concepe un sistem de irigație fără cel de drenaj. [9]

Pentru aceasta, în relația de mai sus considerăm $\Delta EC_S = 0$ și obținem:

$$M_{ai} = (EPA - P_{ae}) \times \left[1 + \frac{EC_{AI}}{f \times (EC_S - EC_{AI})} \right] + \frac{P_{ae} \times EC_{AP}}{f \times (EC_S - EC_{AI})} \quad (3.13)$$

Această relație ne dă cantitatea de apă anuală necesară pentru irigații și pentru menținerea salinității solului la valoarea inițială a construirii sistemului de irigații-drenaj.[8]

3.3.1. Impactul interacțiunii irigații-drenaj și subirigației asupra terenurilor

Dintre elementele constitutive ale complexului de măsuri necesare creșterii producției și productivității agricole, o însemnătate majoră revine îmbunătățirilor funciare, care constau în îndiguiri, desecări, drenaje, irigații, ameliorări de sărături, combaterea eroziunii solului, etc.

Depinzând de înzestrarea tehnico-materială a teritoriului și corelându-se cu condițiile fizico-geografice, îmbunătățirile funciare au un rol important în modificarea peisajelor agricole. Combinarea lucrărilor este impusă în primul rând de necesități de ordin tehnic, așa cum sunt efectuarea lucrărilor de desecare-drenaj pe terenurile îndiguite. [56]

În cele ce urmează vom prezenta câteva moduri prin care se aduc unele prejudicii asupra mediului, prin tehnica irigațiilor și drenajelor insuficient de bine controlată, fără a se mai insista asupra rolului pozitiv pe care acestea îl exercită.

Irigațiile aplicate fără proiecte judicioase elaborate și fără o exploatare rațională pot conduce la: salinizarea secundară a solului; levigarea elementelor nutritive din profilul solului; crearea unui mediu defavorabil microorganismelor; bacteriilor și viețuitoarelor din sol. Infectarea pânzelor de apă subterane, în cazul folosirii unei ape poluate, iar în lipsa unor condiții speciale de protecție - distrugerea structurii și texturii solului, cu provocarea chiar a unor procese de eroziune; dezvoltarea unei vegetații luxuriante și chiar a unei vegetații hidrofile; crearea unor procese de înmlăștinire, urmate de instalarea unui mediu dăunător vieții animale și vegetației; colmatarea centrelor de priză a rețelelor de canale și conducte; proliferarea unor insecte și apariția unor boli dăunătoare oamenilor și culturilor.[56]

Desecările și drenajele, fără o proiectare judicioasă și fără o exploatare corectă, pot produce prejudicii, ca: secătuierea stratului de sol activ de umiditate necesară; evacuarea excesivă a elementelor nutritive de pe profilul solului; degradarea acido-sulfurică a solului; întreruperea legăturii între depozitul subteran de apă și elemente fertilizante cu stratul activ de sol, prin întreruperea franjului capilar urmare a coborârii excesive a nivelului freatic; crearea unei balanțe nefavorabile între apă, aer și respectiv temperatura solului, etc.

Dar, pe de altă parte componenta cea mai importantă a îmbunătățirilor funciare, *irigațiile*, deține de regulă, ponderea principală a investițiilor ce se efectuează în acest domeniu. În țara noastră avem în prezent peste 3 mil. ha irigate în marile sisteme: Carasu, Sadova-Corabia, Pietroiu-Ștefan cel Mare, Giurgiu-Răzmirești, etc. Culturile agricole care beneficiază de irigații, în ordine sunt: porumbul, grâul, lucerna și trifoiul, legumele, floarea-soarelui, sfecla-de-zahăr, etc.[56]

Lucrările de irigații și drenaje exercită influențe de multe ori radicale asupra mediului ambiant, prin schimbarea balanței hidrosaline, a conținutului de aer și apă, a activității microorganismelor și bacteriilor din sol. Se modifică procesele vitale din stratul litologic, care reprezintă depozitul de elemente fertilizante ale plantelor. O importantă influență o exercită tehnica irigațiilor și drenajelor și asupra stratului inferior atmosferic, care este în zona de protecție și de desfășurare a proceselor climatice necesare dezvoltării normale a organismelor vegetale și animale: radiația solară, evaporația, temperatura, regimul eolian, etc.

Analizând situația sub aspectul impactului pe care îl au irigațiile și drenajele asupra mediului ambiant sunt de reținut câteva efecte care se pot înscrie ca pozitive sau negative. Irigațiile au reprezentat dintotdeauna și vor reprezenta din ce în ce mai mult calea foarte importantă prin care se va intensifica producția agricolă și vor crește suprafețele luate în cultură.

Drenajele, corolar al irigațiilor în anumite situații, sau cu rol direct pe zone excedentare în apă sau în săruri, determină din punct de vedere economic și tehnic ridicarea potențialului economic al unor zone. Ambele măsuri pot fi însă însoțite și de efecte negative în cazul în care nu sunt bine proiectate, realizate sau exploatate.[13]

3.3.2. Evaluarea impactului irigației și strategiilor de drenaj în agricultura durabilă

Evaluarea terenurilor certifică destinația acestora pentru anumite folosințe. FAO definește conceptul „teren” ca: „o zonă delimitată a suprafeței terestre care reunește toate atributele biosferei de deasupra sau de sub această suprafață, inclusiv:

- Climatul de la suprafața solului;
- Formele de relief;
- Apele de suprafață (incluzând lacuri, râuri, mlaștini);
- Straturile sedimentare superioare și rezervele de apă aferente;
- Populațiile de plante și animale;
- Așezările umane
- Rezultatele fizice ale activității umane trecute și prezente (terasări, structuri de drenare a apei și de depozitare, străzi, clădiri, etc.)”

Riscul de degradare a terenului reprezintă elementul de bază al evaluării terenurilor. Îngrijorarea pentru degradarea solului a crescut vertiginos, mai ales datorită exploziei numărului populației și a animalelor. Presiunea crescândă a populației a dus la supra-exploatarea terenurilor cu un potențial ridicat și la folosirea necorespunzătoare a terenurilor periferice. Rata de modificare a presiunii asupra terenului în anumite regiuni depășea limitele capacității de producție a terenurilor, chiar dacă anumite pachete tehnologice disponibile pentru administrarea resurselor sunt din ce în ce mai perfecționate.

Multe concepte și proceduri de evaluare a terenurilor s-au dezvoltat încă de prin anii 1930. Ele pot fi grupate în două categorii vaste: proceduri de evaluare calitativă, bazate mai ales pe judecăți de expert și metode de evaluare cantitative folosind modele de simulare orientate.

În prezent, evaluarea terenurilor este primordial calitativă și bazată pe judecăți de expert. Experții sunt mai ales agronomi care interpretează informațiile obținute pe teren și le prelucrează pentru a stabili clasele de terenuri care pot fi înțelese de către cei care planifică, de către ingineri și de către proprietarii privați. Recent, studiile referitoare la diverse elemente ale solului, mai ales fertilitatea solului, cantitatea de apă disponibilă, cantitatea de oxigen disponibilă, posibilitatea de a lucra terenul, eroziunea și salinitatea solului au oferit date referitoare la diverse modalități de folosință a solului dând totodată și posibilitatea de a prognoza cantitatea de produse ce se poate obține.

Dezvoltarea tehnologiei informației în ultimii 20 de ani a condus la progres în domeniul analizei interacțiunii dintre resursele solului și modul de folosire a solului, a favorizat evaluarea cantitativă și calitativă a producției provenită de pe aceste terenuri amenajate cu diverse lucrări de îmbunătățiri funciare.

Capitolul IV.

Aspecte teoretice privind calculul drenajului și subirigației din cadrul amenajărilor cu funcționare reversibilă

4.1. Noțiuni generale de hidraulică scurgerii apei prin drenuri

Drenajele orizontale se practică fie sub formă de drenaj deschis (șanțuri, canale) fie de regulă, sub formă de drenaj închis alcătuit din tuburi cu orificii, pozate la adâncimi de 0,80 - 1,80. Calculul general de proiectare a drenajului se face în regim hidraulic permanent finalizându-se cu determinarea distanței dintre drenuri.

Calculul de verificare însă, se face în regim hidraulic nepermanent, astfel încât coborârea nivelului freatic să se realizeze într-un interval de timp dat.

4.1.1. Relația Donnan pentru un profil de sol omogen

Astfel, pentru solurile cu profil omogen, Donnan a studiat ecuația de continuitate pentru debitul infiltrat pe baza figurii nr.4.1 de mai jos, rezultând formula 4.1. de determinare a distanței dintre drenuri:

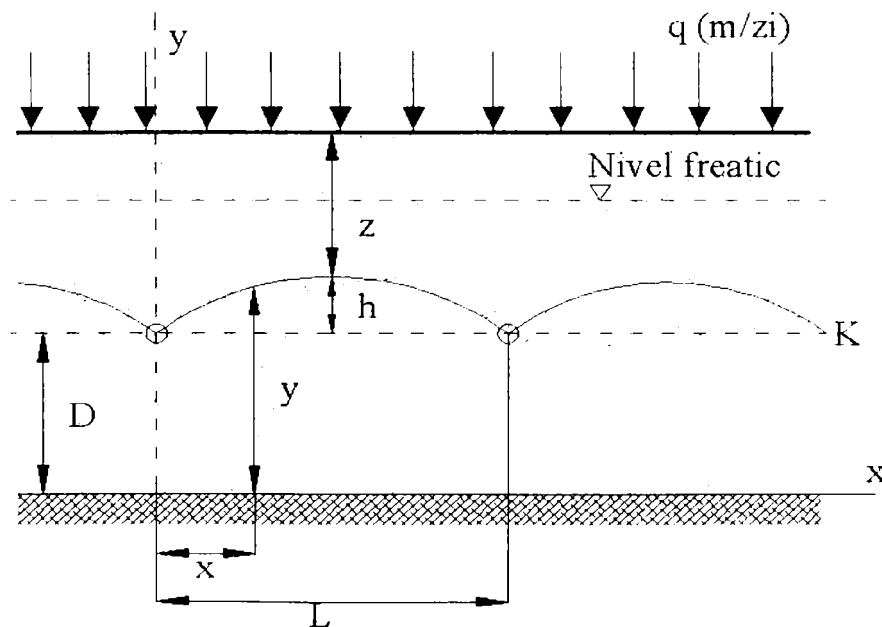


Figura nr. 4.1. – Elementele de calcul ale drenajului într-un profil de sol omogen

$$L^2 = \frac{4K \cdot [(D + h)^2 - D^2]}{q} \quad (4.1.)$$

în care: L – distanța dintre tuburile de dren;
 k – permeabilitatea solului;
 D – distanța de la mijlocul tubului de dren până la stratul impermeabil;
 h – sarcina de apă;
 q – debitul ce se poate infiltra prin sol de la suprafața terenului.

4.1.2. Relația lui Hooghoudt pentru soluri cu profil stratificat

Pentru solurile cu profil stratificat (fig. 4.2) a continuat cercetările Hooghoudt și a considerat stratul de separație a solurilor chiar la adâncimea drenului. Hooghoudt a stabilit grosimea stratului echivalent d în care apa se mișcă spre dren și care are o conductivitate hidraulică K_2 .

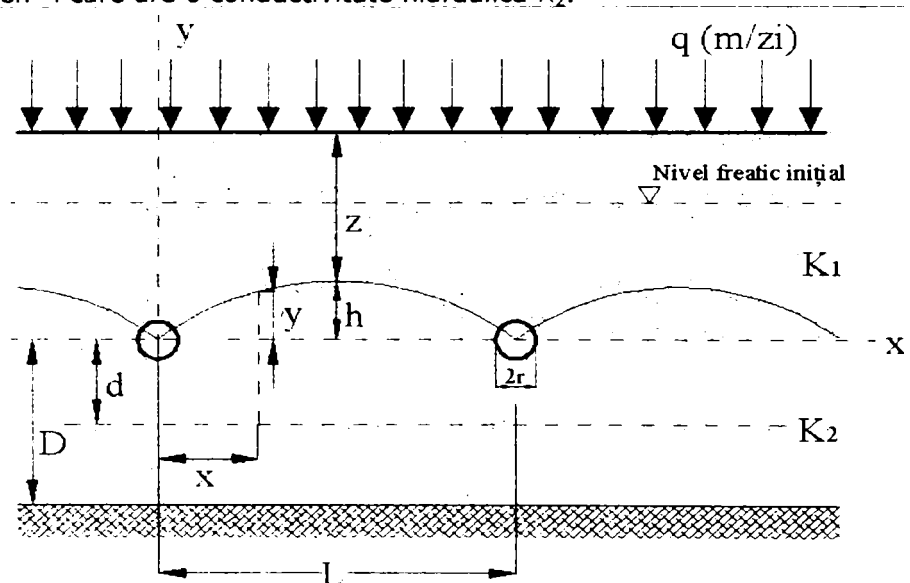


Figura nr. 4.2. – Elementele de calcul ale drenajului într-un profil de sol stratificat

Distanța dintre drenuri a devenit:

$$L^2 = \frac{8K_2 \cdot h \cdot d}{q} - \frac{4K_1 \cdot h^2}{q} \quad (4.2.)$$

în care: L – distanța dintre drenuri;
 k_2 – permeabilitatea stratului inferior;
 h – sarcina de apă;
 d – grosimea stratului echivalent;
 k_1 – permeabilitatea stratului superior;
 q – debitul ce se poate infiltra prin sol de la suprafața terenului.

4.1.3. Relația lui Ernst pentru soluri cu profil stratificat

Tot pentru solurile cu profil stratificat a studiat și Ernst determinarea distanței dintre drenuri particularizând-o pentru diferite nivele ale stratificațiilor. [76] Ernst a considerat un canal deschis de forma unui semicerc. Evident că pe această semicircumferință au apărut și pierderile de sarcină h necesare de altfel, pentru realizarea drenării și care sunt verticale, orizontale, radiale și la intrarea apei în dren și filtru. (fig. 4.3) Astfel, pierderea totală de sarcină va fi:

$$h = h_v + h_o + h_r + h_{i+f} \quad (4.3)$$

în care: h_v – pierderea verticală;

h_o – pierderea orizontală;

h_r – pierderea radială;

h_{i+f} – pierderea la intrarea apei în dren și filtru.

După ce a determinat fiecare pierdere în parte, a integrat, eliminat și înlocuit unii termeni, Ernst a determinat formula pierderii de sarcină h cu ajutorul căreia putem determina distanța dintre drenuri L astfel:

$$h = \frac{q \cdot D_v}{K} - \frac{q \cdot L^2}{8KD} - \frac{q \cdot L}{\pi \cdot K} \ln \frac{D_0}{U} \quad (4.4)$$

în care: h – pierderea de sarcină;

q – debitul ce se poate infiltra prin sol de la suprafața terenului;

D_v – lungimea curentului de apă vertical de unde se va determina pierderea de sarcină verticală;

L – distanța dintre drenuri;

D_0 – distanța de la nivelul apei în canalul deschis până la stratul impermeabil sau lungimea curentului de apă orizontal de unde se va determina pierderea de sarcină orizontală;

k – permeabilitatea singurului strat de sol;

D – distanța de la fundul canalului până la stratul impermeabil;

U – perimetrul canalului.

Cazurile particulare considerate de Ernst pe baza formulei determinate mai sus, sunt funcție de nivelul stratificațiilor și de valorile conductivității hidraulice K . Astfel:

Cazul I: Sol cu profil omogen, caz în care se poate neglija pierderea de sarcină verticală, $D_0 < \frac{1}{4} \cdot L$, iar formula lui Ernst va fi:

$$h = \frac{q \cdot L^2}{8KD_1} + \frac{q \cdot L}{\pi \cdot K} \ln \frac{D_0}{U} \quad (4.5)$$

$$D_1 = D_0 + 0,5 \cdot h$$

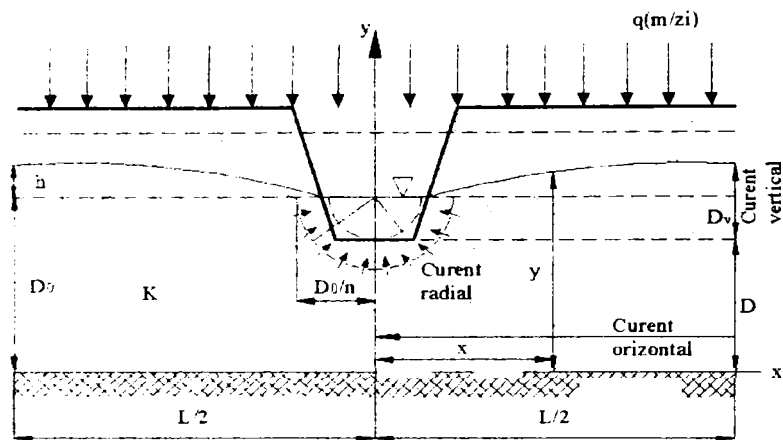


Figura nr. 4.3. - Elementele de calcul ale drenajului considerându-se un canal deschis

Cazul II: Sol cu profil stratificat compus din două strate de sol, iar drenul fiind situat la intersecția celor două. (fig.4.4) Considerăm diverse valori ale lui K și de aceea particularizăm acest caz în trei subcategorii:

$K_1 \cong K_2$ iar pierderea de sarcină verticală se poate neglija:

$$h = \frac{q \cdot L^2}{8(K_1 D_1 - K_2 D_2)} + \frac{q \cdot L}{\pi \cdot K_2} \ln \frac{D_0}{U} \quad (4.6)$$

$K_1 \ll K_2$

$$h = q \cdot \frac{D_0}{K_1} + \frac{q \cdot L^2}{8K_2 \cdot D_2} + \frac{q \cdot L}{\pi \cdot K_2} \ln \frac{D_0}{U} \quad (4.7)$$

$K_1 \gg K_2$, se va utiliza formula lui Hooghoudt

$$L^2 = \frac{8K_2 \cdot h \cdot d}{q} + \frac{4K_1 \cdot h^2}{q} \quad (4.8)$$

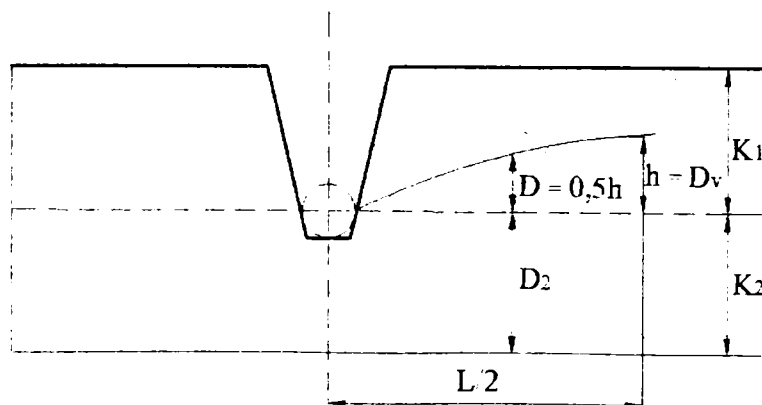


Figura nr. 4.4. - Elementele de calcul ale drenajului când planul de separare a solurilor intersectează drenul

Cazul III: Profilul cu două strate de sol, planul de separație fiind sub dren sau canal. (fig.4.5)

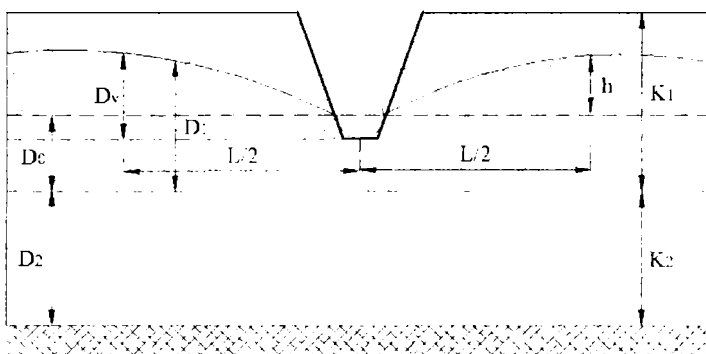


Figura nr. 4.5. – Elementele de calcul ale drenajului când planul de separare a solurilor este sub dren

Considerăm drenul situat în stratul de sol cu K_1 , dar rezistența radială va fi influențată și de stratul de sol cu K_2 . De aceea, trebuie realizată o corecție a pierderii de sarcină cu ajutorul coeficientului „a”, al rezistenței radiale. Formula lui Ernst va fi:

$$h = q \cdot \frac{D_v}{K_1} + \frac{q \cdot L^2}{8(K_1 D_1 + K_2 D_2)} + \frac{q \cdot L}{\pi \cdot K_1} \ln a \cdot \frac{D_0}{U} \quad (4.9)$$

în care: D_v = pierderea de sarcină h la care se adaugă nivelul apei din canalul deschis iar ultimul termen al relației se va determina din nomograma lui Ernst pentru calculul distanței dintre drenuri și nomograma din figura nr. 5.9, cap. 5.

Cazul IV: Profil de sol omogen, stratul impermeabil situat la mare adâncime iar pierderile de sarcină verticale și orizontale neglijabile. Formula lui Ernst va fi:

$$h = \frac{q \cdot L}{\pi \cdot K} \ln \frac{L}{U} \quad (4.10)$$

4.1.4. Relația lui I. David pentru soluri cu profil stratificat

Cazul V: Profil de sol stratificat compus din două strate, planul de separație fiind sub dren. În acest caz, David I. face unele precizări cu privire la distanța pe care se consideră mișcarea radială a apei, și introduce în relația lui Ernst o corecție „a” necesară, pentru care ipotezele făcute anterior sunt cazuri particulare iar formula finală va fi:

$$h = q \cdot \frac{D_v}{K_1} + \frac{q \cdot L^2}{8(K_1 D_1 + K_2 D_2)} - \frac{q \cdot L}{\pi \cdot K_1} \ln a \cdot \alpha \cdot \frac{D_0}{U} \quad (4.11)$$

în care: α - corecția necesară care are formula de mai jos:

$$\alpha = \frac{1 - 0.5 \cdot \frac{h}{D_0}}{2 \cdot \sin \frac{\pi}{1 - 0.5 \cdot \frac{h}{D_0}}} \quad (4.12)$$

Cazul VI: Profil de sol stratificat compus din două strate, planul de separație fiind sub dren, iar drenul având filtru. Și în acest caz, David I. face cercetări [18] și ia în considerare efectul pierderii de sarcină la intrarea apei în dren și filtru introducând în formula pierderii termenul ζ_{i+f} care va avea formula de mai jos:

$$h_{i-f} = \frac{qL}{K_1} \cdot \zeta_{i+f} \quad (4.13)$$

În care:

$$\zeta_{if} = \alpha \times \left[\ln \frac{1}{\sin \frac{nb}{2d_0}} + \frac{1-X}{2X} \times \ln \left(A_1 + \sqrt{A_1^2 + 1} \right) \times \left(A_2 + \sqrt{A_2^2 + 1} \right) \right] +$$

$$+ \beta \times \left[\ln \frac{1}{\sin \frac{l}{2B}} + \frac{1-X}{2X} \times \ln \left(B_1 + \sqrt{B_1^2 + 1} \right) \times \left(B_2 + \sqrt{B_2^2 + 1} \right) \right] \quad (4.14)$$

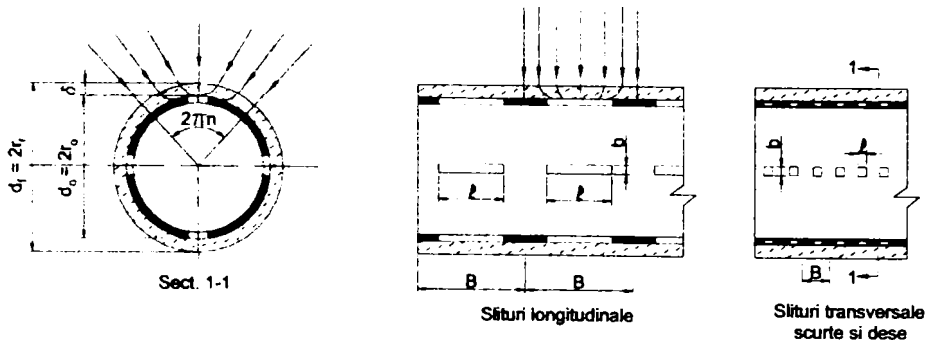
Toate elementele componente ale formulei sunt caracteristice tuburilor de drenaj din PVC și filtrului acestora. Astfel:

- pentru orificiile (șlițuri) practicate în lungul generatoarei (fig.4.6.a), α și β au expresiile:

$$\alpha = \frac{2 \times B}{n \times n \times l}; \quad \beta = \frac{2 \times B}{n^2 \times d_0}$$

- pentru orificiile (fante) practicate în lungul circumferinței (fig.4.6.b) avem:

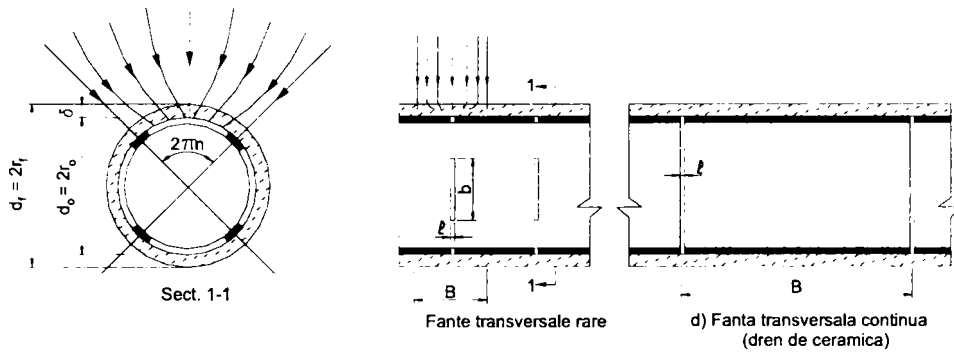
$$\alpha = \frac{2}{n \times n}; \quad \beta = \frac{2 \times B}{n \times n \times b}$$



a) $l \ll b$

b) $l < b; \quad l > b$

$$B < \frac{\pi \cdot d_0}{n}$$



$$c) b \ll l$$

$$B \ll l$$

Figura nr. 4.6. – Scheme caracteristice ale dispunerii fantelor și șlițurilor pe tubul de dren [74]

Aceste diferențe provin din acceptarea unor concentrații de debit pe cele două direcții în funcție de preponderența șlițurilor (fantelor) după generatoare, respectiv circumferință. Termenii A_1 , A_2 , B_1 , B_2 , și (χ) au următoarele expresii:

$$A_1 = \frac{\left(\frac{d_f}{d_0}\right)^n - 1}{2\left(\frac{d_f}{d_0}\right)^{\frac{n}{2}} \sin \frac{nb}{2d_0}}; A_2 = \frac{\sqrt{\left(\frac{d_f}{d_0}\right)^{2n} - 1}}{2\left(\frac{d_f}{d_0}\right)^{\frac{n}{2}} \sin \frac{nb}{2d_0}} \quad (4.15)$$

$$B_1 = \frac{\operatorname{sh} \frac{n(d_f - d_0)}{2B}}{\sin \frac{n \times l}{2B}}; B_2 = \sqrt{\frac{1}{2} \left[1 + 4 \left(\frac{\operatorname{sh} \frac{n(d_f - d_0)}{2B}}{\sin \frac{n \times l}{2B}} \right)^2 \left(\frac{\operatorname{ch} \chi \frac{n(d_f - d_0)}{2B}}{\sin \frac{n \times l}{2B}} \right)^2 - 1 \right]} \quad (4.16)$$

$$\chi = \frac{K_{fc}}{K_{sol}}$$

$$(4.17)$$

Celelalte elemente componente prezentate mai sus, reprezintă:

- 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 a solului studiat.

Pentru cazul tuburilor de dren din ceramică când există fante continue pe toată circumferința tubului formula generală se va simplifica, rămânând doar cel de-al doilea termen ($\alpha = 0$, iar în B se vor lua $\sin b = \pi \cdot d_o$), rezultând:

$$\zeta_{if} = \frac{2B}{n^2 d_o} \left[\ln \frac{1}{\sin \frac{n \times l}{2B}} + \frac{1-\chi}{2\chi} \ln \left(B_1 + \sqrt{B_1^2 + 1} \right) \times \left(B_2 + \sqrt{B_2^2 + 1} \right) \right] \quad (4.18)$$

Pentru cazul când lipsește filtrul, relația de calcul a coeficientului de rezistență (ζ_{if}) devine:

- În cazul șlițurilor longitudinale pentru $\ell > b$, avem:

$$\zeta_{if} = \zeta_i = \frac{2B}{n \times n \times l} \left[\ln \frac{1}{\sin \frac{nb}{2d_o}} + \frac{n \times l}{n \times d_o} \ln \frac{1}{\sin \frac{n \times l}{2B}} \right] \quad (4.19)$$

- În cazul în care fantele sunt dezvoltate în lungul circumferinței pentru $\ell < b$ avem:

$$\zeta_{if} = \zeta_i = \frac{2}{n \times n} \left[\ln \frac{1}{\sin \frac{nb}{2d_o}} + \frac{B}{b} \ln \frac{1}{\sin \frac{n \times l}{2B}} \right] \quad (4.20)$$

Pentru cazul particular (ideal) al șlițurilor continue în lungul generatoarei adică $\ell = b$ se obține :

$$\zeta_i = \frac{2}{n \times n} \ln \frac{1}{\sin \frac{nn}{2d_o}} @ \frac{2}{n \times n} \ln \frac{2 \times d_o}{n \times b} \quad (4.21)$$

Iar pentru drenurile de ceramică, cu fanta continuă pe circumferință și fără filtru avem:

$$\zeta_i = \frac{2B}{n^2 \times d_o} \ln \frac{1}{\sin \frac{n \times l}{2B}} \cong \frac{2B}{n^2 \times d_o} \ln \frac{2B}{n \times l} \quad (4.22)$$

În cazul în care diametrul filtrului este mult mai mare decât diametrul drenului $\left(\frac{d_f}{d_0}\right)^n \gg 1$, (filtre groase granulare) se obține formula lui Widmoser [18]:

$$c_i = \frac{2}{n \times n} \ln \frac{2d_0}{n \times b} + \frac{1-\chi}{\chi} \left[\frac{2}{n \times n} \ln \frac{2 \times d_0}{n \times b} + \frac{1}{n} \ln \frac{d_f}{d_0} \right] \quad (4.23)$$

În cazul ideal al unor fante continue în lungul generatoarei ($\beta = 0$; $B = 1$) se obține:

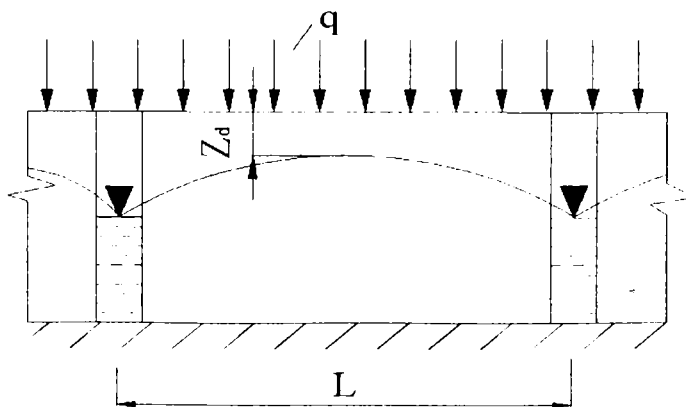
$$c_{if} = \frac{2}{n \times n} \left[\ln \frac{1}{\sin \frac{nb}{2d_0}} + \frac{1-\chi}{\chi} \ln \left(A_1 + \sqrt{A_1^2 + 1} \right) \times \left(A_2 + \sqrt{A_2^2 + 1} \right) \right] \quad (4.24)$$

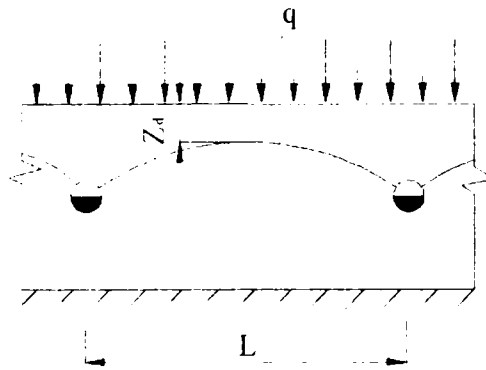
Formulele de calcul și cazurile particulare prezentate mai sus, permit evaluarea efectelor hidraulice locale din vecinătatea drenurilor în cele mai complexe condiții.

4.2. Ipoteze și scheme de calcul utilizate în hidraulica drenajelor orizontale

În figurile 4.7. a și b sunt prezentate schemele caracteristice ale drenajului orizontal, [18] în cazul în care solul drenat are adâncime finită. În cazul în care stratul impermeabil de bază este la mare adâncime (de regulă, dacă $D_0 = L/2$) schema de calcul se consideră cu adâncime infinită. În ceea ce privește ipotezele de calcul referitoare la regimul de mișcare a apei în sol drenurile orizontale sistematice se calculează în ipoteza regimului permanent sau nepermanent.

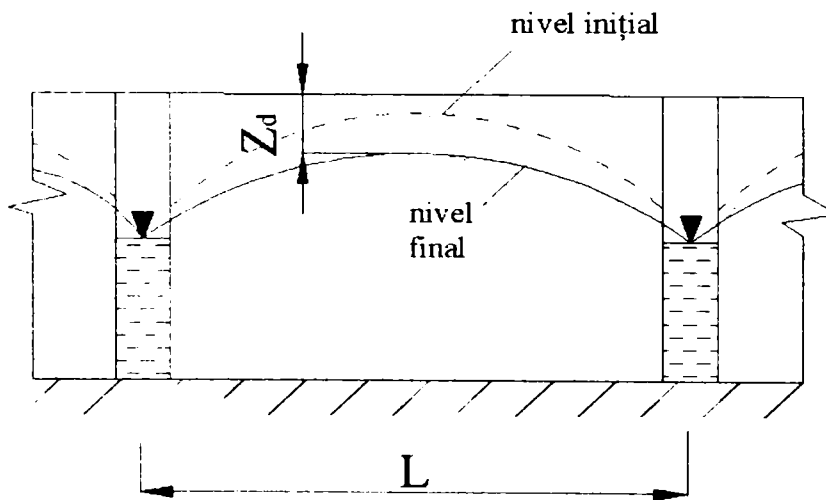
Astfel, ipoteza regimului permanent (fig.nr. 4.7.a și b) se admite în general în regiunile cu climat umed sau subumed, când precipitațiile care determină în ultimă instanță debitul specific infiltrat de calcul q sunt relativ de lungă durată și cu intensitate mică. Problema care se pune în acest caz este de a evacua un debit specific constant q , cu păstrarea unui nivel constant al apei freatiche, asigurându-se adâncimea de drenare (norme de desecare) Z_d corespunzătoare naturii solului și culturilor agricole.

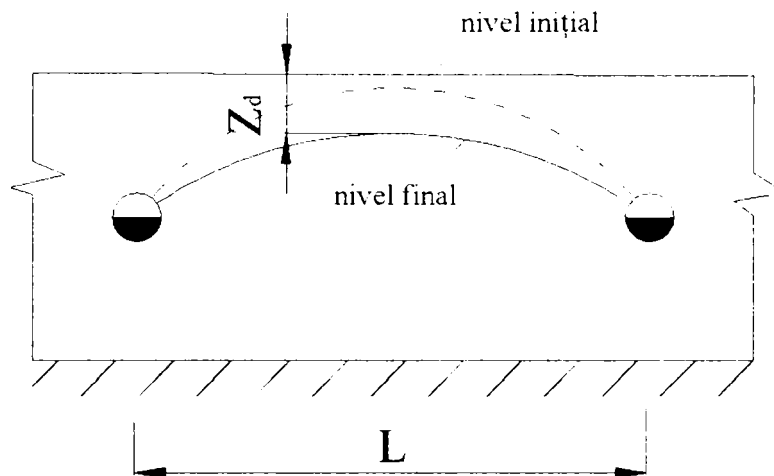




a - ipoteza regimului permanent;
 Figura nr. 4.7. - Ipoteza de calcul [76]

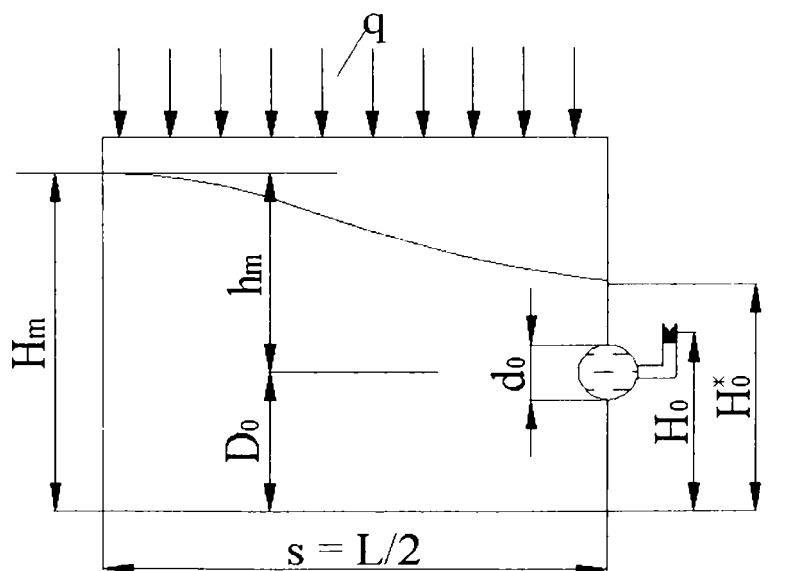
În ipoteza regimului nepermanent (fig.nr.4.8 a și b) se pune problema restabilirii adâncimii de drenare z_d într-un interval de timp de câteva zile de la încetarea ploilor de mare intensitate și de scurt durată care determină un nivel inițial ridicat. În această ipoteză se urmărește modificarea (scăderea) în timp a nivelului freatic de la nivelul inițial la cel final, debitul specific infiltrat fiind absent ($q = 0$). Ipoteza regimului de drenare nepermanent se aplică în general în regiunile aride și semiaride.





b – ipoteza regimului nepermanent
Figura nr. 4.8. – Ipoteza de calcul [76]

Alături de ipotezele referitoare la regimul de curgere, în calculul drenurilor orizontale tubulare trebuie să se țină seama de aspectele caracteristice mișcării în apropierea și intrarea apei în dren. Un prim aspect se referă la modul de funcționare al drenului, care poate fi: - regim înecat (curgere la secțiunea plină, deci sub presiune) - fig.nr. 4.9.a și cu nivel liber (curgere cu secțiunea drenului parțial umplută) - fig.nr.4.9.b. În practică se acceptă în general cea de-a doua ipoteză de funcționare și de calcul.



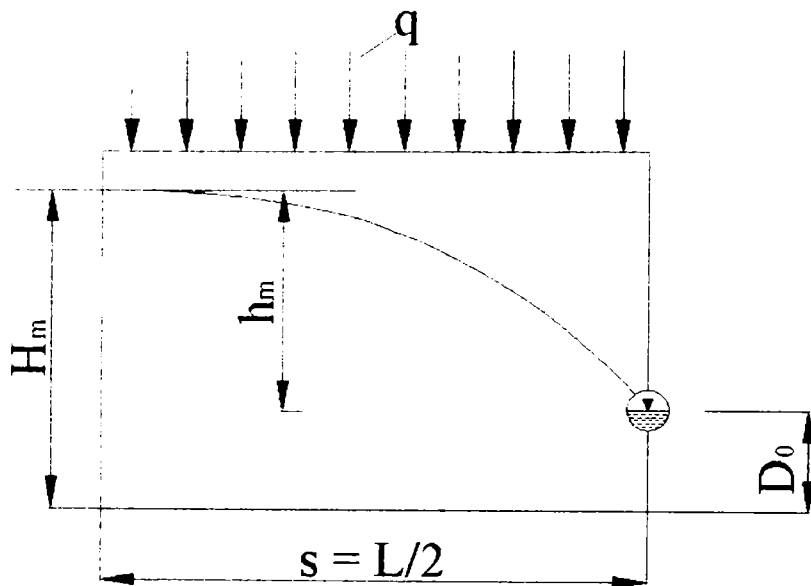


Figura nr. 4.9. - Scheme de funcționare caracteristice ale drenurilor orizontale [18]

Un al doilea aspect se referă la condițiile de intrare a apei în dren, existând următoarele situații caracteristice, prezentate și în figura nr. 4.10.

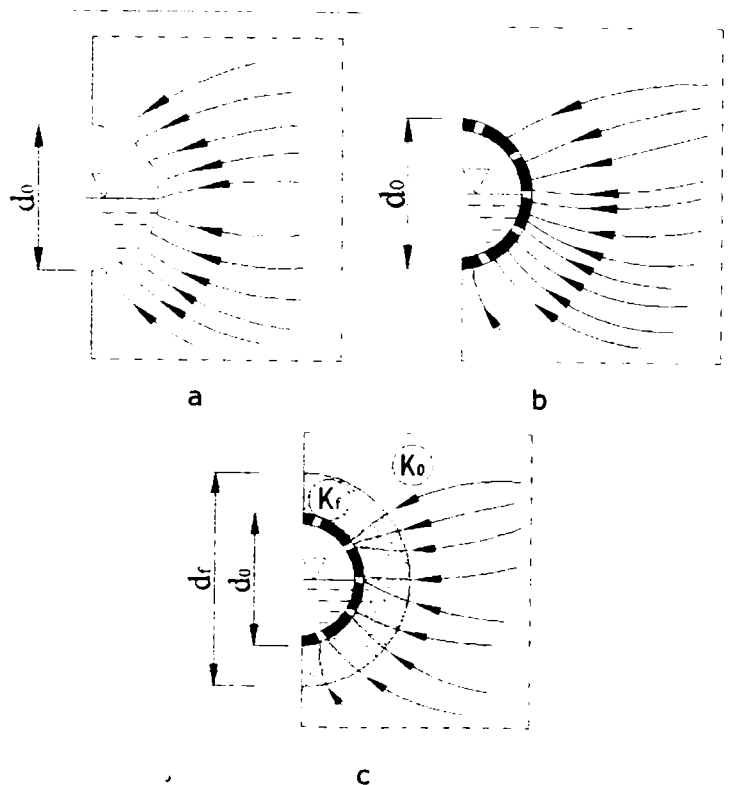


Figura nr. 4.10. - Scheme caracteristice de intrare a apei în dren
a - dren ideal; b - dren real (fante); c - dren real cu filtru (sau zonă colmatată) [18]

- condiții de intrare corespunzătoare drenului ideal, adică fără nici o rezistență la frontiera de separare a apei (libere) din dren și a mediului poros; (fig.nr. 4.11.a.)
- condiții de intrare corespunzătoare drenului real, adică tub de dren prevăzut cu fante (șlițuri) sau orificii prin care intră apa în dren și care dau naștere la rezistențe hidraulice; (fig.nr. 4.11.b.)
- condiții de intrare corespunzătoare drenului real prevăzut cu filtru (material filtrant așezat în jurul drenului), când mișcarea are loc de fapt într-un mediu poros omogen pe porțiuni ($K_f \neq K_0$); (fig.nr. 4.11.c.)

Condițiile de intrare reale, adică tubul de dren prevăzut cu fante, orificii, prezența filtrului ($K_f > K_0$) sau existența unei zone colmatate în vecinătatea drenului ($K_{fc} < K_0$) pot influența în mod substanțial cota piezometrică care se formează la mijlocul distanței dintre drenuri, reprezentând suma rezistențelor hidraulice prin masivul de mediu poros, prin filtru și prin fantele drenului.

În figura 4.11 se prezintă schematic aceste efecte, semnificația notațiilor fiind următoarea:

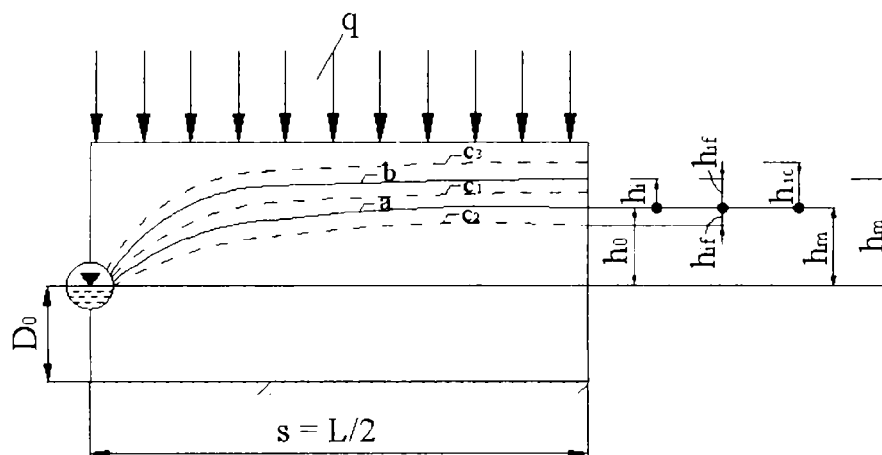
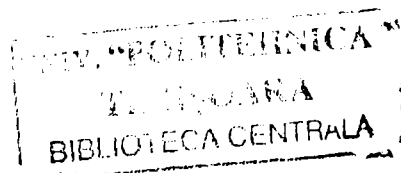


Figura nr. 4.11. – Reprezentarea schematică a efectelor condițiilor de intrare în dren asupra pierderilor de sarcină [18]

h_0 – pierderea de sarcină hidraulică corespunzătoare drenului ideal;
 h_i – pierderea de sarcină suplimentară datorată condițiilor reale de intrare prin fantele (orificiile) prevăzute pe tuburile de drenaj, fără filtru;
 h_m – pierderea de sarcină totală;
 $\pm h_{if}, h_{ic}$ – pierderea de sarcină convențională (un efect suplimentar față de h_0) corespunzătoare situației când în jurul drenului există o zonă de permeabilitate diferită de cea a solului ($K_f \neq K_0$) (filtru când $K_f > K_0$, respectiv zona colmatată caracterizată prin $K_f < K_0$).

Se subliniază că efectele condițiilor reale de intrare se cumulează pe o zonă mai extinsă din vecinătatea drenului datorită curburii liniilor de curent determinată de fante sau de complexul fante filtru.



4.2.1. Calculul drenajelor orizontale (tubulare) în soluri omogene

Principalele metode de calcul ale drenului ideal se vor grupa în două categorii, în funcție de simplificările și ipotezele utilizate în stabilirea schemelor de calcul, față de situația reală. Într-o primă categorie se încadrează metodele care utilizează scheme de calcul combinate bazate parțial pe ipotezele teoriei hidraulice a filtrației și parțial pe teoria potențialului. Într-o a doua categorie se încadrează metodele care se bazează exclusiv pe teoria potențialului, dar utilizează schematizări simplificate ale domeniului de mișcare sau recurg la respectarea parțială a condițiilor la limită. [18]

Metoda Ernst constă în principiu în descompunerea pierderii de sarcină totale în trei componente (fig. 4.12), descompunere sugerată de aspectul fizic al mișcării:

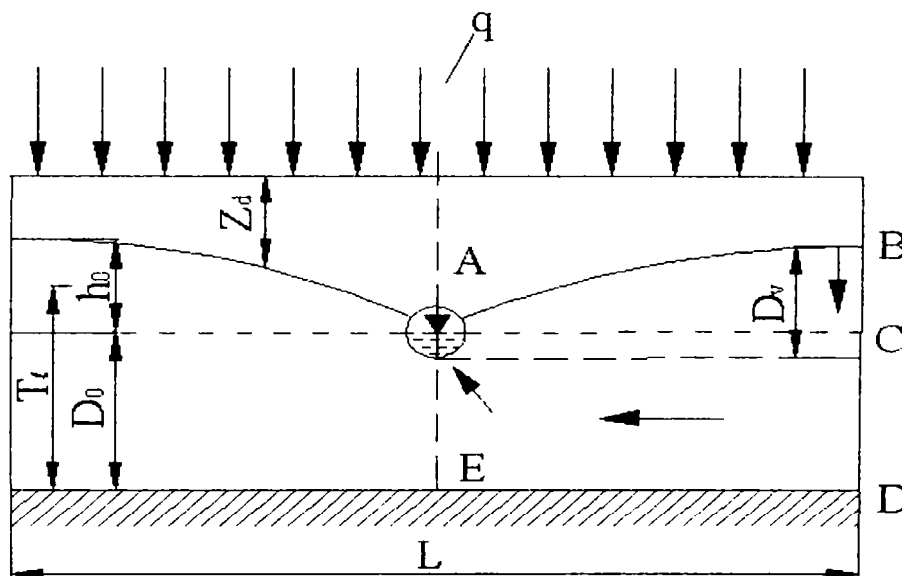


Figura nr. 4.12. - Schema generală pentru evaluarea pierderilor de sarcină după metoda Ernst

- o pierdere de sarcină în mișcarea verticală $h_{0v} = \frac{q}{K} \times D_v$
- o pierdere de sarcină în mișcarea orizontală în domeniul ABDE calculată cu ipotezele teoriei hidraulice (Dupuit), deci cu o relație de forma:

$$h_{00} = \frac{q \times L^2}{8K \times T_e}; \quad T_e = D_0 + \frac{h_0}{2}$$

- o pierdere de sarcină radială calculată utilizând teoria potențialului

$$h_{0r} = h' - h'' = \frac{q \times L}{n \times K} \ln \frac{D_0}{u}$$

unde cu u s-a notat perimetrul udat al drenului.

$$u = \frac{n \times d_0}{2}$$

Însumând cele trei componente ale pierderii de sarcină se obține denivelarea totală după metoda lui Ernst:

$$h_0 = q \times \frac{D_r}{K} + \frac{q \times L^2}{8 \times K \times T_e} + \frac{q \times L}{\pi \times K} \ln \frac{D_0}{u} \quad (4.25)$$

În general, în cazurile practice curențe ($D_0 < 1/4L$), componenta verticală (primul termen al relației de mai sus) este neglijabilă, formula lui Ernst reducându-se la forma:

$$h_0 = \frac{q \times L^2}{8 \times K \times T_e} + \frac{q \times L}{\pi \times K} \ln \frac{D_0}{u} \quad (4.26)$$

În cazul când stratul impermeabil este situat la mare adâncime (teoretic $d_0 \rightarrow \infty$) Ernst obține o formulă identică cu cea dată de Hooghoudt. O generalizare directă a formulei lui Ernst se poate obține pentru cazul unui dren de formă necirculară asimilabilă cu o formă eliptică cu semiaxele $a \neq b$. (fig. 4.13)

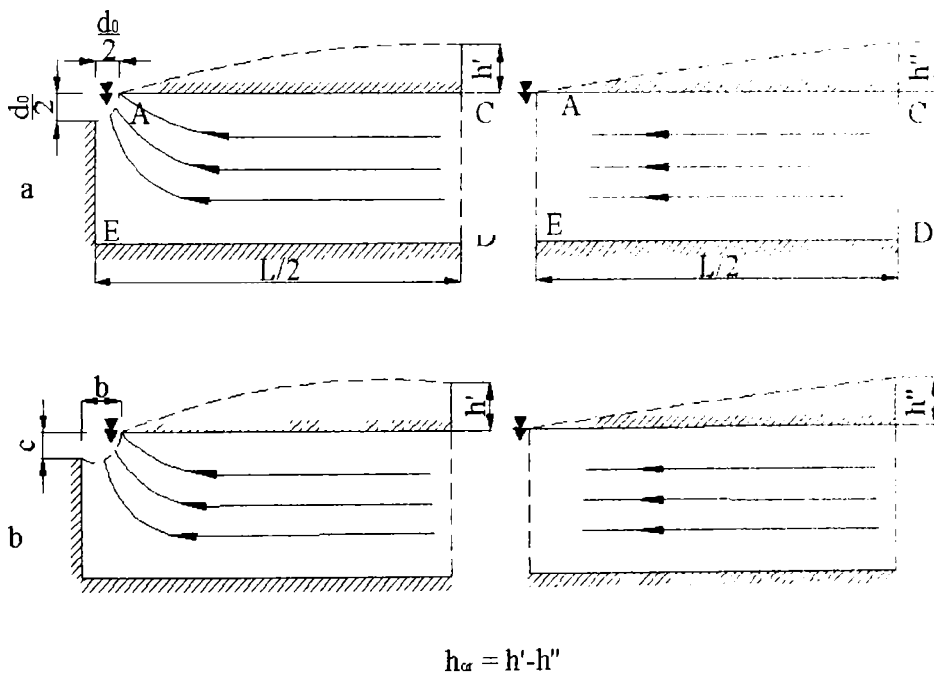


Figura nr.4.13. - Scheme de calcul pentru evaluarea pierderilor de sarcină radiale în metoda Ernst [18]

În baza teoriei potențialului se obține o nouă expresie a pierderilor de sarcină radiale, iar în final o formă generalizată a formulei pierderilor explicată în detaliu mai jos:

$$h_0 = \frac{q \times L^2}{8 \times K \times T_e} + \frac{q \times L}{\pi \times K} \ln \frac{1}{\sin \frac{\pi \times a}{2D_0} + \sinh \times \frac{\pi b}{2D_0}} \quad (4.27)$$

Reamintim că aceste formule sunt valabile numai în ipoteza drenului ideal.

4.2.2. Determinarea pierderilor de sarcină

Pierderile de sarcină convenționale în complexul dren-filtru, notate cu h_{if} (respectiv h_{ic} în cazul zonei colmatate), reprezintă de fapt diferența dintre pierderile de sarcină propriu-zise în complexul filtru-fante (orificii) și pierderile de sarcină pe aceeași zonă corespunzătoare drenului ideal în absența filtrului. Pierderile de sarcină ce se scad sunt cuprinse deja în h_0 . Prin urmare h_{if} reprezintă exclusiv efectul suplimentar al prezenței filtrului și a fantelor în condițiile neomogenității determinate de filtru. În consecință pierderile de sarcină convenționale h_{if} în cazul filtrului ($K_f > K_0$) sunt întotdeauna mai mici decât pierderile la intrare fără filtru ($h_{if} < h_i$), putând deveni și negative (curba C_2 - fig.nr. 4.11.). În acest ultim caz, la un dren **real** instalat în teren **fără filtru** se produc pierderi de sarcină mai mari la intrare decât la un dren **real protejat cu filtru**, dar acest lucru nu poate fi valabil cu un dren **ideal**, de aceea prezența filtrului, deci a unei zone de mare permeabilitate din vecinătatea drenului, produce o pierdere de sarcină sub forma: ($h_0 - h_{if} < h_0$). În absența filtrului are loc evident, egalitatea $h_{if} \equiv h_i$.

Calculul hidraulic al drenajelor orizontale sistematice urmărește stabilirea unei relații între parametrii geometrici și hidraulici caracteristici, care să permită determinarea unuia dintre aceștia atunci când ceilalți sunt necunoscuți.

În cazul drenajului deschis (vezi figura nr.4.7) parametrii sunt relativ puțini la număr:

H_0 - cota piezometrică în dren;

H_m - cota piezometrică maximă (la mijlocul distanței dintre drenuri);

h_m - pierderea de sarcină totală (diferența dintre cota piezometrică maximă și minimă);

L - distanța dintre drenuri;

q - debitul specific de calcul (în mm/zi sau litri/s-ha);

K - coeficientul de filtrație.

Relația de calcul are forma generală adimensională:

$$\frac{H_m - H_0}{H_0} = \frac{h_m}{H_0} = f\left(\frac{q}{K}, \frac{H_0}{L}\right) \quad (4.28)$$

În cazul drenurilor tubulare numărul parametrilor este mult mai mare, mai ales datorită elementelor geometrice ale fantelor (orificiilor) practicate pe tubul de dren și a caracteristicilor filtrului. (fig.nr.4.6.) Pierderea de sarcină totală h_m se poate exprima în cazul general ca o sumă dintre h_0 și h_{if} .

$$h_m = h_0 + h_{if} \quad (4.29)$$

La parametrii caracteristici ai tubului de dren, precizați mai sus, se adaugă:

d_0 - diametrul tubului de dren;

d_f - diametrul filtrului din jurul drenului;

K_f - coeficientul de filtrație al filtrului;

D_0 - poziția drenului față de patul impermeabil (în același timp și cota piezometrică în dren);

B, l, b, n - elemente geometrice ale fantelor (B distanța între ele în lungul generatoarei, l - lungimea, b - lățimea, n - numărul lor de circumferință);

h_m - se poate exprima sub formă generală adimensională.

$$\frac{h_m}{D_0} = \frac{H_m - D_0}{D_0} = f\left(\frac{q}{K_0}, \frac{L}{D_0}, \frac{d_0}{D_0}, \frac{d_f}{d_0}, \frac{K_f}{K_0}, \frac{b}{d_0}, \frac{B}{l}, n\right) \quad (4.30)$$

Ținând cont de descompunerea h_m a pierderii de sarcină totale h_m , h_0 și h_{if} se vor putea exprima în mod diferențiat de parametrii caracteristici. [18] Astfel, pierderea de sarcină corespunzătoare drenului ideal (h_0) depinde numai de primii trei parametri din relația de mai sus.

$$\frac{h_0}{D_0} = f\left(\frac{q}{K_0}, \frac{L}{D_0}, \frac{d_0}{D_0}\right), \quad (4.31)$$

iar pierderea de sarcină convențională în complexul filtru-intrare dren h_{if} are forma generală:

$$\frac{h_{if}}{d_0} = f_2\left(\frac{q}{K_0}, \frac{d_f}{d_0}, \frac{K_f}{K_0}, \frac{b}{d_0}, \frac{B}{l}, n\right) \quad (4.32)$$

Obs.

1. În analiza pierderilor de sarcină nu s-a inclus influența defavorabilă ce apare datorită unor condiții de execuție necorespunzătoare subliniate de unii autori. Se presupune că aceste efecte se pot elimina printr-o execuție îngrijită a drenajului și într-o perioadă uscată.

2. În regimul de mișcare nepermanent relațiile de mai sus se completează cu variabila independentă t – reprezentând timpul.

În cazul drenajelor orizontale tubulare schema va fi prezentată mai jos și care reprezintă situația reală destul de exact (în baza considerațiilor și schemelor discutate). În baza ei se poate aborda explicitarea relației generale de mai sus. Obținerea soluției exacte presupune rezolvarea unei probleme la limită tridimensională destul de complicată.

Chiar în condițiile neglijării curburii liniilor de curent în planul generatoarei deci a transformării într-o problemă la limită plană ea rămâne relativ complicată. Rezolvarea problemei sub formă complexă este extrem de dificilă. Un prim pas spre simplificarea ei îl reprezintă descompunerea pierderii de sarcină totală h_m . Schematizarea părților componente ale descompunerii sunt explicate în fig.4.13. Se remarcă faptul că, prin această descompunere abordarea problemei se simplifică substanțial fără a se introduce simplificări semnificative față de schema generală.

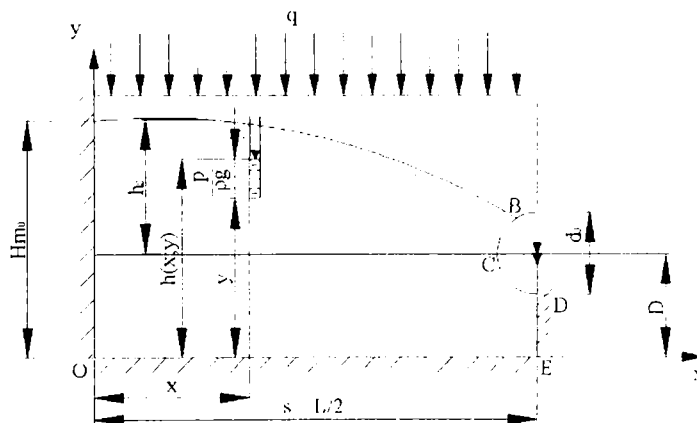


Figura nr.4.14. – Schema de calcul pentru drenajul orizontal, ipoteza drenului ideal [18]

Schema din figura nr. 4.14. reprezintă drenul ideal și servește la explicitarea lui h_0 . Prin intermediul rezolvării unei probleme la limită plane, pierderea de sarcină h_0 conține efectele parcurgerii masivului de mediu poros inclusiv efectul curburii (în planul normal pe axa drenului) ale liniilor de curent determinate de geometria drenului și ale mediului poros. Este evident că față de schema generală complexă, în fig. nr. 4.14. mai rămân de evaluat efectele suplimentare determinate de geometria fantelor practicate pe tubul de dren și de prezența filtrului în jurul acesteia.

Acestui scop corespunde desenul din figura nr.4.15 care în baza precizărilor făcute mai sus a putut fi simplificată considerându-se o mișcare în dren „la plin”, cu observația că debitul de calcul se va considera egal cu de 2 ori debitul drenului. Extinderea zonei r s-a considerat arbitrară, suficient de mare a cuprinde integral efectul curburii locale a liniilor de curent determinate de fantele orificiilor practicate pe tub (în mod practic $R = 5 \div 10 d_0$).

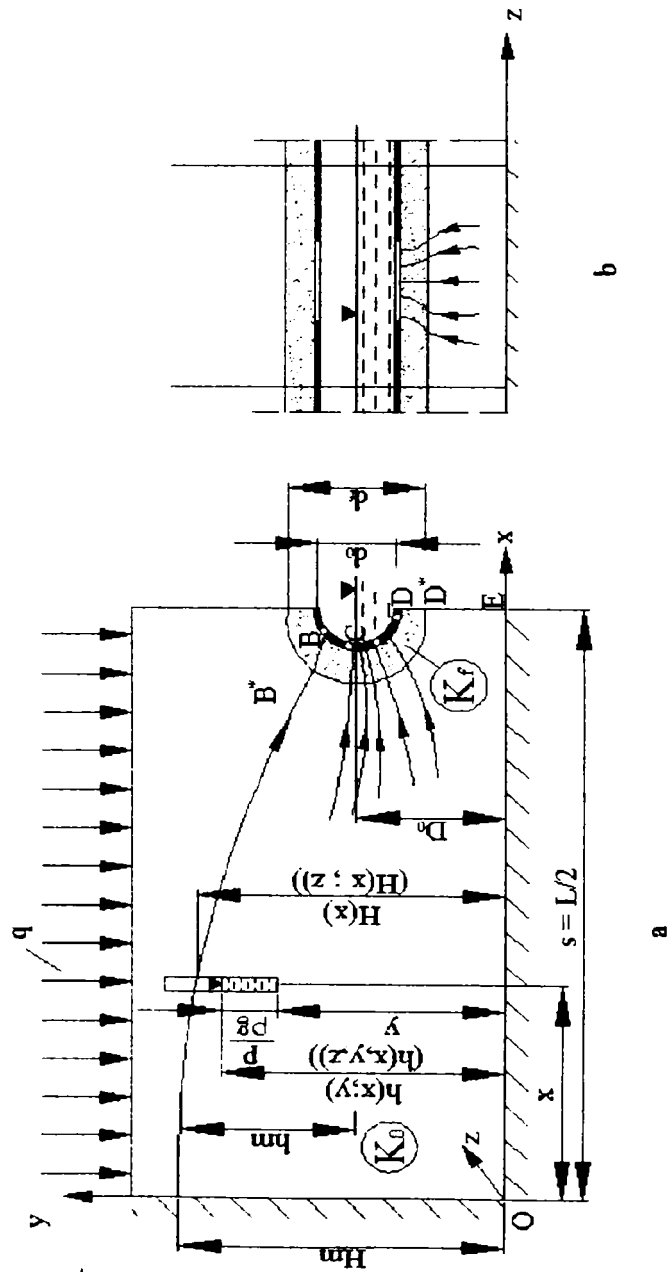


Figura nr.4.15. - Schema generală pentru drenajul orizontal [18]

Prin intermediul acestei descompunerii problema complexă aferentă schemei generale din fig. de mai sus, s-a redus la două probleme la limită mai simple:

- prima, urmărind explicitarea lui h_0 (schema din fig. nr. 4.15.) presupune rezolvarea unei probleme la limită plane similare cu cea formulată la drenajele deschise; pentru modificări ale geometriei față de drenajul deschis și pentru identificarea porțiunilor de frontieră corespunzătoare condițiilor la limită se vor compara schemele;

- a doua, urmărind explicitarea efectelor locale cuprinse în h_{if} se reduce în continuare la evaluarea lui h_{Rif} și h_R . (Schema din fig. 4.16.). Determinarea exactă a lui h_{Rif} presupune rezolvarea unei probleme la limită tridimensionale în condițiile unui mediu poros omogen pe porțiuni ($K_f \neq K_0$). [18]

Rezolvarea acestei probleme este dificilă, iar obținerea unei soluții închise și simple pentru calculele practice este imposibilă. Ca urmare, se recurge la scheme de calcul echivalente mai simple, căutând soluții aproximative. [18] În continuare se determină h_R dintr-o mișcare radială simplă. Prin diferență ($h_{Rif} - h_R$) se obține efectul local h_{if} .

În general, se urmărește introducerea unor scheme de calcul simplificate dar care să păstreze elementele esențiale.

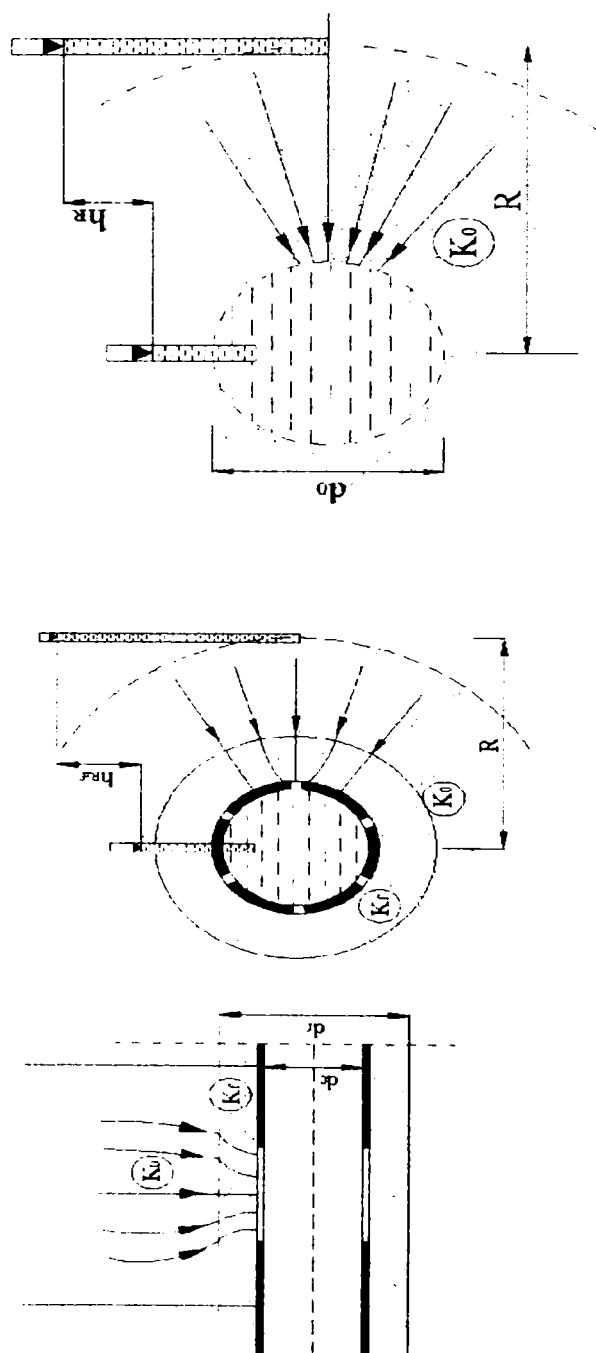


Figura nr. 4.16. – Schema pentru precizarea pierderii de sarcină convențională h_r în complexul filtru – intrare dren [18]

4.2.3. Calculul pierderilor de sarcină hidraulică la intrarea apei în tubul de dren

Formulele de calcul hidraulic ale drenajului prezentate mai sus nu țin seama de efectele locale din vecinătatea drenului: pierderi la intrare, influența filtrului, etc. De aceea, schemele și formulele de calcul care sunt folosite des în proiectarea hidraulică a drenajelor ating în general ipoteza drenajului ideal.[18] Este cunoscut faptul că, tubul de dren este prevăzut cu diferite fante de intrare prin care apa pătrunde în dren. Suprafața de intrare a apei în tuburile de dren cel mai des utilizată, reprezintă doar 0,5 – 1 % din suprafața totală și în același timp, forma geometrică a fantelor prezintă imperfecțiuni față de cazul ideal ceea ce duce la apariția unor pierderi la intrarea în complexul tub de dren și filtru.

Condițiile reale observate cel mai des în practică, în domeniul drenajului, au un mare grad de complexitate deoarece în jurul tubului de dren va fi așezat un filtru. Acest filtru are și el caracteristicile lui fiind foarte folosit și de un real folos. În literatura de specialitate există nenumărate modele și metode de calcul care sunt ilustrate prin exprimarea ecuației generale a pierderilor.

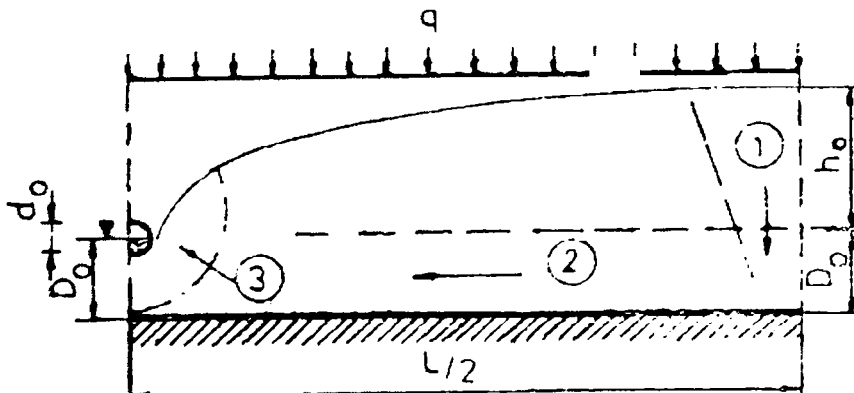


Figura nr. 4.17 - Schema de funcționare a tubului de dren în cele trei zone caracteristice [18]

$$h_0 = h_h + h_r + h_v = \frac{q \times L}{k} \times (\zeta_h + \zeta_r + \zeta_v) = \frac{q \times L}{k} \times \zeta_0 \quad (4.33)$$

unde:

h_v , h_h , h_r - pierderile din cele trei zone explicate în figura nr. 4.17: 1 - zona verticală (h_v), 2 - zona orizontală (h_h), 3 - zona radială (h_r);

ζ_1 , ζ_2 , ζ_3 formează coeficienții de rezistență care corespund celor trei pierderi.

După Ernst acești coeficienți ζ se pot calcula după următoarele formule:

$$\zeta_v = \frac{d_0 + h_0}{L}; \zeta_h = \frac{L}{8 \times (D_0 + 0,5 \times h)}; \zeta_r = \frac{1}{n} \times \ln \frac{2}{n} \times \frac{D_0}{d_0} \quad (4.34)$$

Precum s-a subliniat deja condițiile de intrare reale stabilesc deci pierderile care apar la intrarea apei în tubul de dren și filtru pe lângă tub și radial tubului.

Filtrul din jurul tubului de dren va stabili întotdeauna o înclinare a suprafeței libere de curgere a apei, astfel încât pierderile de apă din filtru să fie mult mai mici decât în mediul poros care poate înlocui filtrul. Dacă se notează, efectul total al pierderilor și al filtrului cu δh_{if} , (cu $k_f > k_0$) rezultă inecuația $\delta h_{if} < \delta h_i$. Când $k_f \gg k_0$

(la margine $k_f \rightarrow \infty$) pierderile din filtru devin neglijabile. În acest caz, condițiile hidraulice ale drenului vor fi considerate cele ale drenului ideal.

Ca urmare, sub condițiile umplerii tubului de dren, debitul specific este exprimat cu ajutorul cantității de apă caracteristică drenajului orizontal.

$$Q_c = 2 \cdot q \cdot L \quad (4.35)$$

Dacă se ia în considerare însușirea de adunare a pierderilor, atunci expresia în cazul drenajului real va avea formula generală:

$$h = h_0 + \delta h_i = \frac{q \times L}{k_0} \times (\zeta_0 + \zeta_i) \quad (4.36)$$

De asemenea, în cazul în care există filtru pe tubul de dren formula va fi:

$$h = h_0 + \delta h_{if} = \frac{q \times L}{k_0} \times (\zeta_0 + \zeta_i) \quad (4.37)$$

unde: ζ_i și ζ_{if} - coeficienții de rezistență la intrarea apei în tubul de dren fără filtru respectiv cu filtru.

Se poate observa că este suficientă obținerea coeficientului ζ_{if} din ζ_i pentru $k_f = k_0$.

Din cele menționate mai sus se deduce că, pentru calculul hidraulic complex al drenajului este utilă folosirea ultimelor două formule de mai sus, pentru că în aceste formule este introdus efectul real stabilit de pierderile din complexul tub de dren și filtru.

Pe baza mai multor măsurători și a modelelor de calcul analoge și hidraulice s-a arătat că δh_i are aceeași valoare cu pierderea verticală sau radială. De asemenea, se poate sublinia efectul pe care îl are filtrul din jurul tubului de dren în corelație cu scăderea pierderilor.

În cazul fantelor fragmentate care apar cel mai des în practică nu există nici o formulă de calcul potrivită. [18]

Pe baza studiului analitic al debitului, sub condițiile existenței deopotrivă a efectelor pierderilor și ale filtrului s-au stabilit următoarele: pentru filtre destul de groase ($d_f \geq 5 d_0$) ca exemplu balastru, s-a obținut următoarea formulă de calcul:

$$\zeta_{if} = \frac{2}{n \times n} \ln \frac{1}{\sin \frac{n \times b}{2 \times d_0}} + 2 \times \frac{1 - \chi}{\chi} \times \left[\frac{1}{n \times n} \ln \frac{1}{\sin \frac{n \times b}{2 \times d_0}} + \frac{1}{2 \times n} \ln \frac{d_f}{d_0} \right] \quad (4.38)$$

Unde: $\chi = \frac{k_f}{k_0}$ - raportul dintre capacitatea de a conduce (a filtrului) (k_f) și

capacitatea pământului de a conduce apă sau nu.

Pentru cazul în care filtrul are o grosime mică se vor obține rezultatele prin metode numerice cu ajutorul unui calculator. Pe baza acestui calcul se va schița o modalitate grafică de stabilire a valorii pierderii.

În nici una dintre lucrările unor autori cunoscuți nu există formule de calcul pentru pierderi considerându-se întotdeauna cazul tubului de dren real (cu fante de tip tridimensional) în care există în jurul drenului un filtru. Astfel se vor obține următoarele: prin folosirea unor scheme corespunzătoare și în conformitate cu realitatea se obțin formulele de calcul generale pentru calcularea coeficientului de rezistență ζ_{if} , pentru cei mai utilizați diametri ai tuburilor de dren.

Capitolul V.

Rezultate proprii obținute

Volumul informațiilor percepute de orice om al zilelor noastre este în continuă creștere, datorită posibilităților aproape nelimitate de administrare și exploatare asigurate de păstrarea acestor informații în formă digitală, în baze de date relaționale. Se poate aprecia că un procent de 85 la sută al bazelor de date în circulație conțin unul sau mai multe componente legate de poziția geografică a obiectelor inventariate. În cazul bazelor de date cadastrale, spre exemplu, toate informațiile sunt legate într-un mod sau altul de poziția geografică a proprietății imobiliare definite prin limitele geografice ale unității de bază cadastrale. Crearea și exploatarea comună într-un Sistem Informațional Geografic a informațiilor cu referință spațială și a reprezentării grafice a obiectelor de suprafață sau aflate în subteran aduce beneficii mari utilizatorilor sau administratorilor informațiilor respective, în primul rând, datorită existenței unei structuri de date și de exploatare bine definite - cerințe primare pentru orice Sistem Informațional. Atunci când toate informațiile sunt ordonate după reguli relaționale, cu referință geografică - în format digital -, și sunt administrate de un sistem de programe proiectat pentru acest scop, se deschid noi posibilități de administrare și utilizare, pentru grupuri tot mai largi de utilizatori.

În acest context, prezenta teză de doctorat cuprinde preocupări de introducere și în domeniul îmbunătățirilor funciare (sistemele reversibile de subirigație drenaj) a unor astfel de baze de date pentru realizarea raionării pedo-hidro-ameliorative a teritoriului cuprins în studiul de caz din jud. Bihor.

Pentru realizarea raionării pedo-hidro-ameliorativă privind stabilirea suprafețelor posibile de amenajat pentru drenaj-subirigație s-a folosit soft-ul MapSys 7.0 care este un Sistem Informațional Geografic ce permite efectuarea unor operații specifice obiectelor spațiale. De menționat că, modulul operațional MapSys Interface asigură extinderea funcționării programului și posibilitatea creării aplicațiilor proprii, iar modulul operațional MapSys Internet MapServer oferă posibilitatea interogării de către utilizatorii autorizați a informațiilor în bazele de date a lucrărilor MapSys într-o rețea Intranet sau Internet.

Cea mai importantă realizare/contribuție a prezentei teze de doctorat o reprezintă realizarea unui program de calcul automat denumit DrenVSubIR pentru calculul de proiectare/dimensionare a rețelelor de drenaj prin stabilirea/calculul distanței între drenuri și respectiv verificarea funcționării la subirigație.

5.1. Rezultate obținute cu privire la realizarea bazei de date aferentă hărții cu raionarea pedo-hidro-ameliorativă a teritoriului județului Bihor

Pentru aceasta, s-a folosit harta excesului de umiditate și harta cu tipurile de sol aferente județului Bihor. [74] S-au suprapus manual cele două hărți și s-a determinat astfel o singură hartă cu tipurile de sol afectate cu exces de umiditate după care s-a vectorizat în forma finală cu programul MapSys 7.0. Cele două hărți se vor prezenta în figurile următoare (fig.5.1, fig.5.2.):

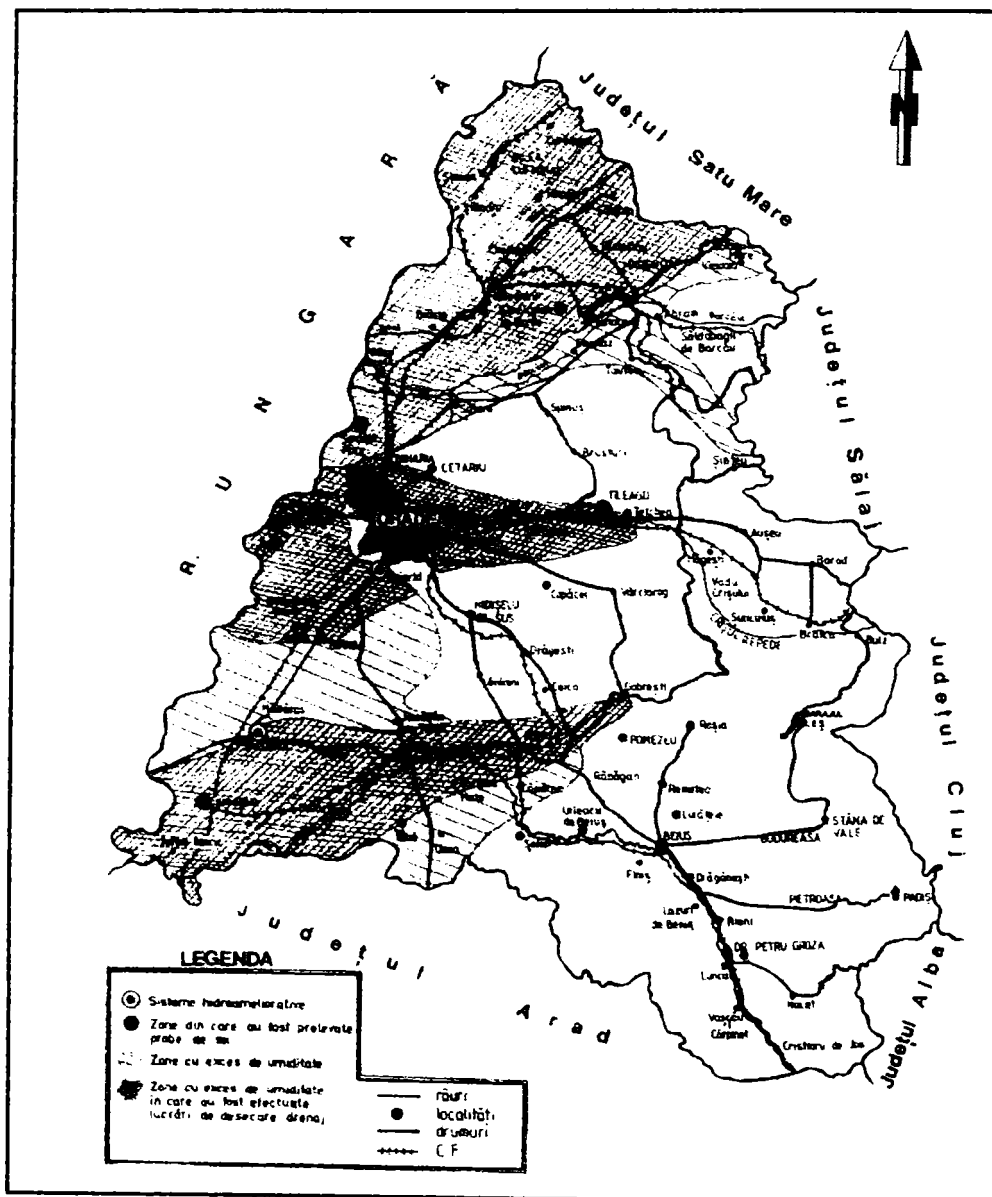


Figura nr. 5.1. - Harta județului Bihor cuprinzând zonele afectate cu exces de umiditate

După vectorizare s-a trecut la inventariere: a suprafețelor cu lucrări de drenaj efectuate în jud. Bihor, a suprafețelor la care se pretează subirigația având în vedere restricțiile: de adâncime a apei freactice, de riscul salinizării, de relief, de tipul de dren folosit, de permeabilitatea terenului, etc., a suprafețelor cu toate tipurile de sol aferente jud. Bihor cât și cu succesiunea orizonturilor aferente fiecărui tip de sol, etc.

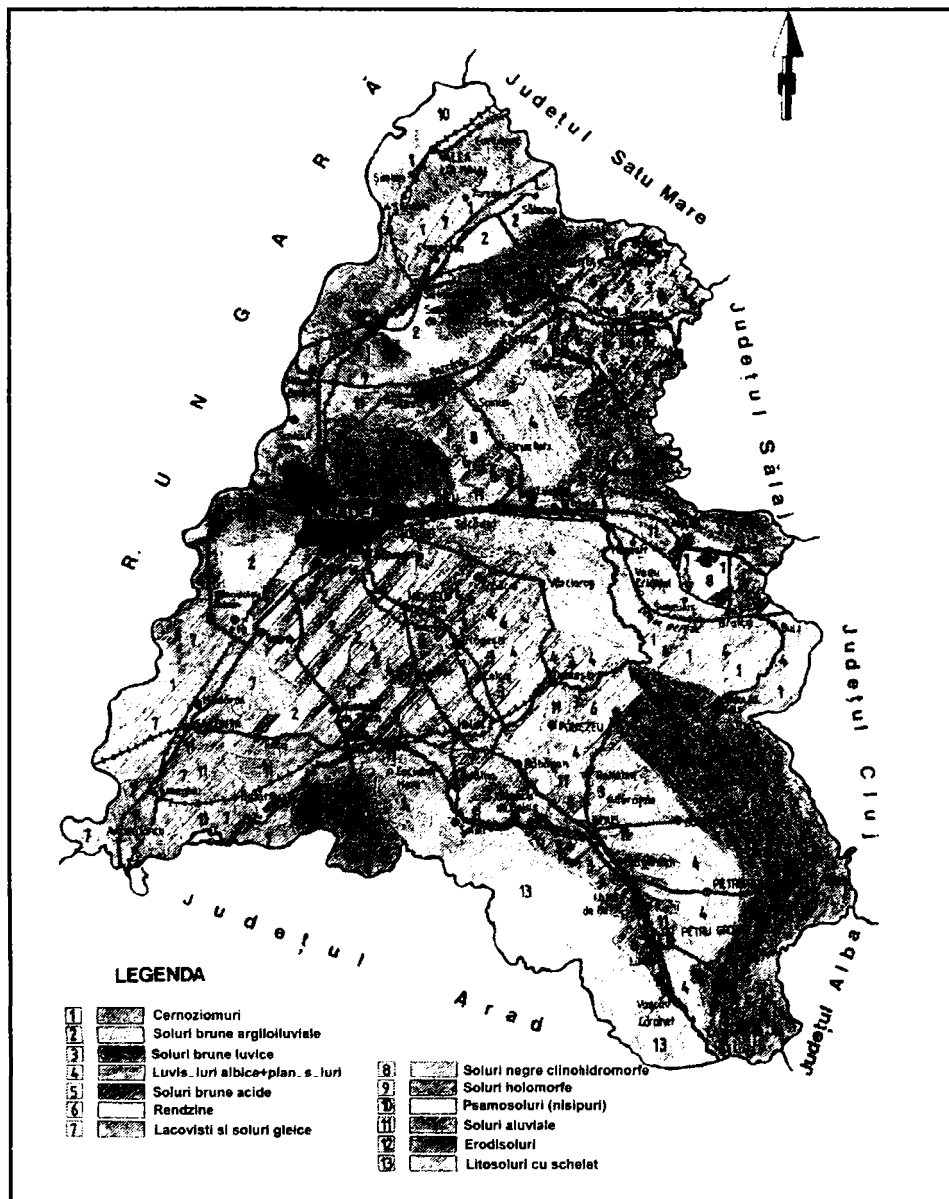


Figura nr. 5.2. - Harta județului Bihor cuprinzând toate tipurile de sol

În acest program se pot deschide mai multe fișiere raster, numărul fiind limitat doar de memoria liberă a calculatorului. Fișierele raster pot avea formatul BMP, JPEG, GIF, EMF, WMF, TIFF (orientat), PNG, ICO. Fișierele raster se afișează în fereastra lucrare în ordinea în care apar în listă. Dacă imaginile raster se suprapun, va fi afișat întotdeauna ultimul. La afișarea rasterelor se poate obține afișarea transparentă a imaginilor raster cu setarea **Afișare transparentă** din meniul Opțiuni raster.

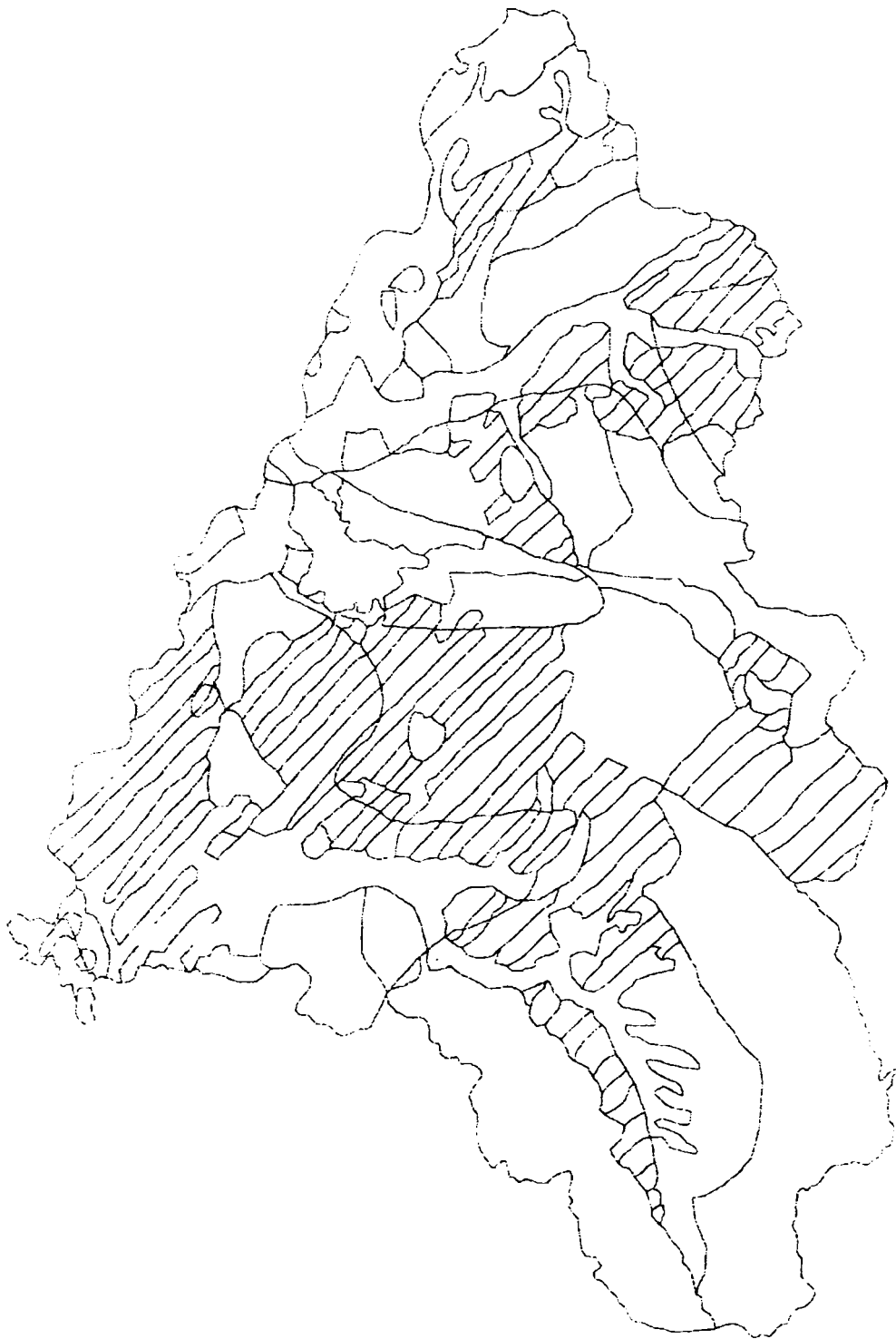


Figura nr. 5.3 - Harta finală vectorizată a județului Bihor, pe care s-au conturat tipurile de sol și tipurile de lucrări existente și care se pretează la subirigație

Elementele grafice din lucrarea curentă vor fi afișate după ultimul raster din listă. Fișierele raster nou deschise au coordonata colțului stânga-jos egală cu (500000, 500000) în afară de cele orientate. Rasterul curent l-am selectat cu mouse-ul.

Pentru aceasta am scanat în format jpeg. cele două hărți ale solurilor și excesului de umiditate aferente jud. Bihor și le-am suprapus manual realizând harta finală care în acest program poartă denumirea de raster. Pentru a putea începe operația de vectorizare a hărții a fost nevoie să orientăm acest raster în direcția nordului. Pentru aceasta am accesat funcția **deschide raster** care afișează lista fișierelor raster deschise în lucrarea curentă.

Stratul rasterelor deschise reprezintă lista fișierelor raster care se vor afișa în lucrarea curentă. Ordinea de afișare este ordinea din listă; primul raster afișat este primul din listă. Intervalul de scară în care apare un fișier raster, este afișat în coloane, apare la scară respectiv dispare la scară, considerând că se face o mărire de la o scară mică la o scară mare. Elementele grafice de celelalte tipuri se desenează după ce a fost terminată desenarea rasterelor. Fișierul raster selectat în această fereastră se va plasa după ultimul raster din listă.

După ce am deschis raster-ul efectuăm orientarea acestuia, pe baza a cel puțin trei puncte comune, cu coordonate proiecție (teren) cunoscute. Principiul funcției este introducerea de la tastatură sau selectarea din lucrarea curentă a coordonatelor teren a punctelor de orientare care se găsesc marcate pe imaginea raster neorientată. Pe baza acestei corespondențe de puncte funcția calculează parametrii de orientare, cu ajutorul cărora efectuează transformarea pixel cu pixel a imaginii raster.

Pentru a afișa imaginea raster neorientate care la importare este plasat cu colțul stânga-jos la coordonatele 500.000, 500.000, selectați funcția Căutare raster. Selectarea punctelor care se vor folosi pentru orientare, se face în fereastra Orientare, unde apar numerele punctelor comune din tabelul RASTORNT al bazei de date a lucrării.

În cazul în care lucrarea MapSys curentă conține puncte de orientare, acestea se pot culege prin selectare, folosind butonul **MapSys**.

După terminarea preluării punctelor, se va efectua Transformarea plană cu punctele de orientare. Transformarea se poate reface dacă au fost găsite puncte cu erori inacceptabile.

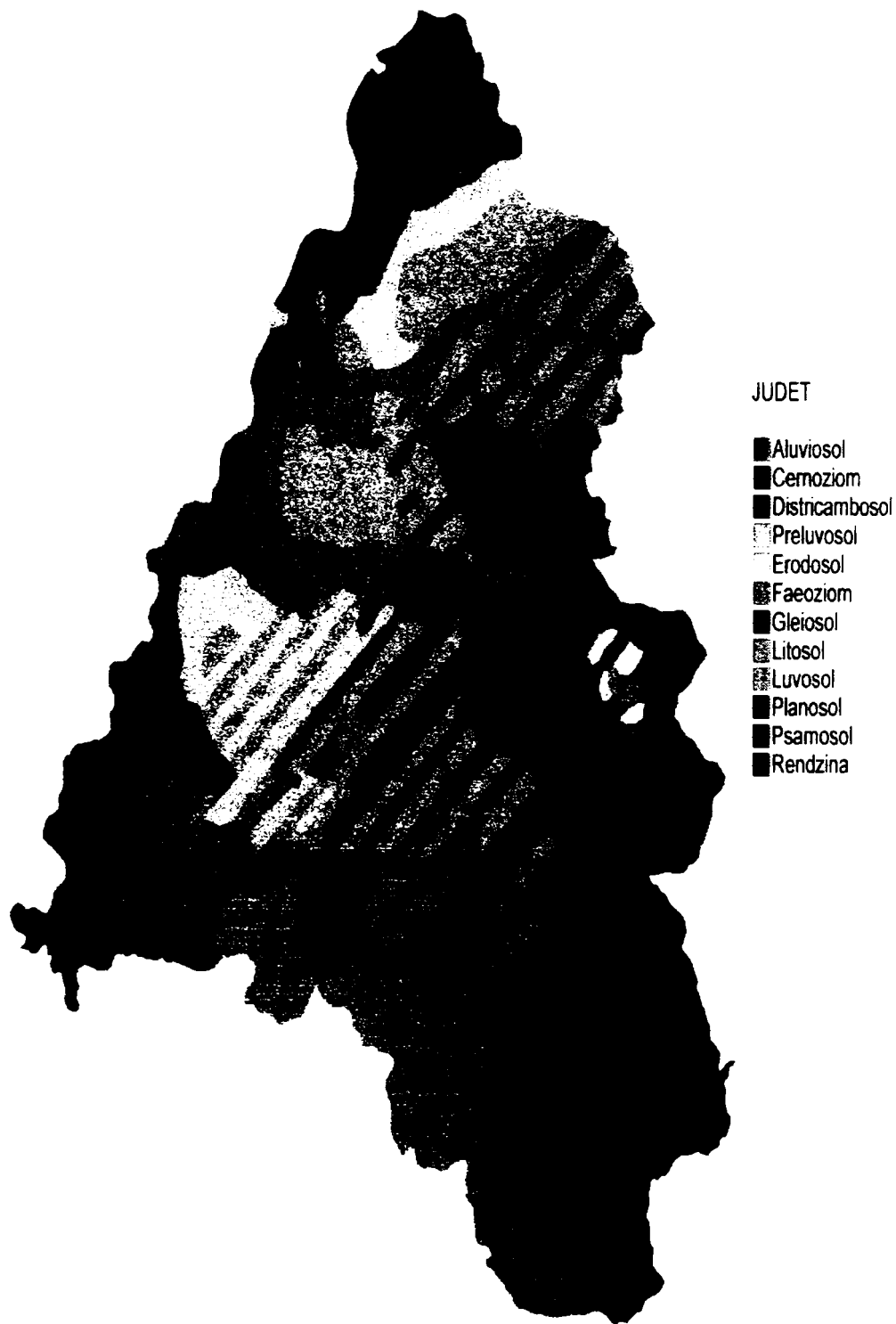


Figura nr. 5.4 - Harta județului Bihor cuprinzând principalele tipuri de sol

Din acest calcul vor rezulta parametrii de transformare cu care se va transforma întreaga imagine raster. După aceasta se va activa fereastra **Transformare** pentru a începe transformarea. Durata operației de orientare depinde de mărimea fișierului raster.

Parametrii de orientare ai fișierului raster orientat, vor fi salvați în directorul fișierului raster în fișierul cu denumirea <numeraster>.log. Fișierul care conține datele de georeferențiere al rasterului este salvat tot în această locație, având denumirea <numeraster>.RAI în cazul fișierelor de tip BMP. În cazul celorlalte fișiere raster, fișierele de orientare au același format cu fișierele de orientare .TFW, dar cu altă extensie. Dacă se face copierea rasterelor într-un alt director, acestea se vor copia împreună cu fișierele de orientare.

Unitățile de lucru *MapSys* se numesc *Lucrări*. Acestea conțin toate informațiile introduse sau create până la un moment dat. Funcțiile grafice creează informații de tip punct, line, arc, curbă, text sau simbol. Funcțiile topologice generează obiecte topologice cu referință spațială de tip punct, linie sau poligon. Aceste obiecte sunt compuse din elemente grafice, identificator obiect și atribute obiect. În cadrul lucrărilor, informațiile grafice și alfanumerice sunt menținute în formate proprii, sub formă de fișiere. Următoarea operație a fost deschiderea unei lucrări în programul *MapSys* pe care am denumit-o harta finală.pr5 și am început să o vectorizez.

Pentru generarea datelor grafice, am avut la dispoziție funcțiile de import din formate uzuale, digitizare sau vectorizare și funcțiile de construcție grafică. Există funcții specializate pentru crearea, căutarea, selectarea și modificarea punctelor, liniilor, curbelor, textelor și simbolurilor. Multiplele funcții geometrice sunt specializate pentru construcțiile grafice a planurilor topografice și cadastrale, generarea profilelor transversale și longitudinale. Planurile scanate pot fi orientate, tăiate sau unificate și afișate în scopul vectorizării. Pentru imprimarea planului digital există funcții de generare a foilor de plan standard, suprapunerea multiplă a planurilor sau plasarea pe foaia de lucru a ferestrelor grafice deschise. Funcțiile de import/export permit transferul informațiilor grafice și alfanumerice în cele mai cunoscute formate grafice sau GIS.

După ce am terminat de vectorizat harta cu absolut tot ce era trasat pe aceasta am construit topologia formei finale pentru a vedea dacă există neînchideri. *MapSys* este un Sistem Informațional Geografic care permite crearea, administrarea și valorificarea informațiilor cu referință spațială. Funcțiile meniului Topologie permit generarea băncii de date primare a Sistemului Informatic Geografic și efectuarea unor operații specifice obiectelor cu referință spațială.

Menținerea acestora în baze de date relaționale impune definirea unor categorii foarte generale de obiecte, care satisfac condiții minime de consistență grafică și de poziționare. Acestea obiecte se numesc obiecte topologice, și se pot sintetiza în trei categorii (tab. 5.1):

Tabelul nr. 5.1

Tipul obiectelor topologice

Nr.	Tip obiecte topologice	Definiție	Condiții
1	punct	identificator, coordonate punct	-
2	linie (arc)	identificator, coordonate puncte	fără întreruperi
3	poligon	identificator, coordonate puncte de frângere	să fie un contur închis să fie definit univoc*

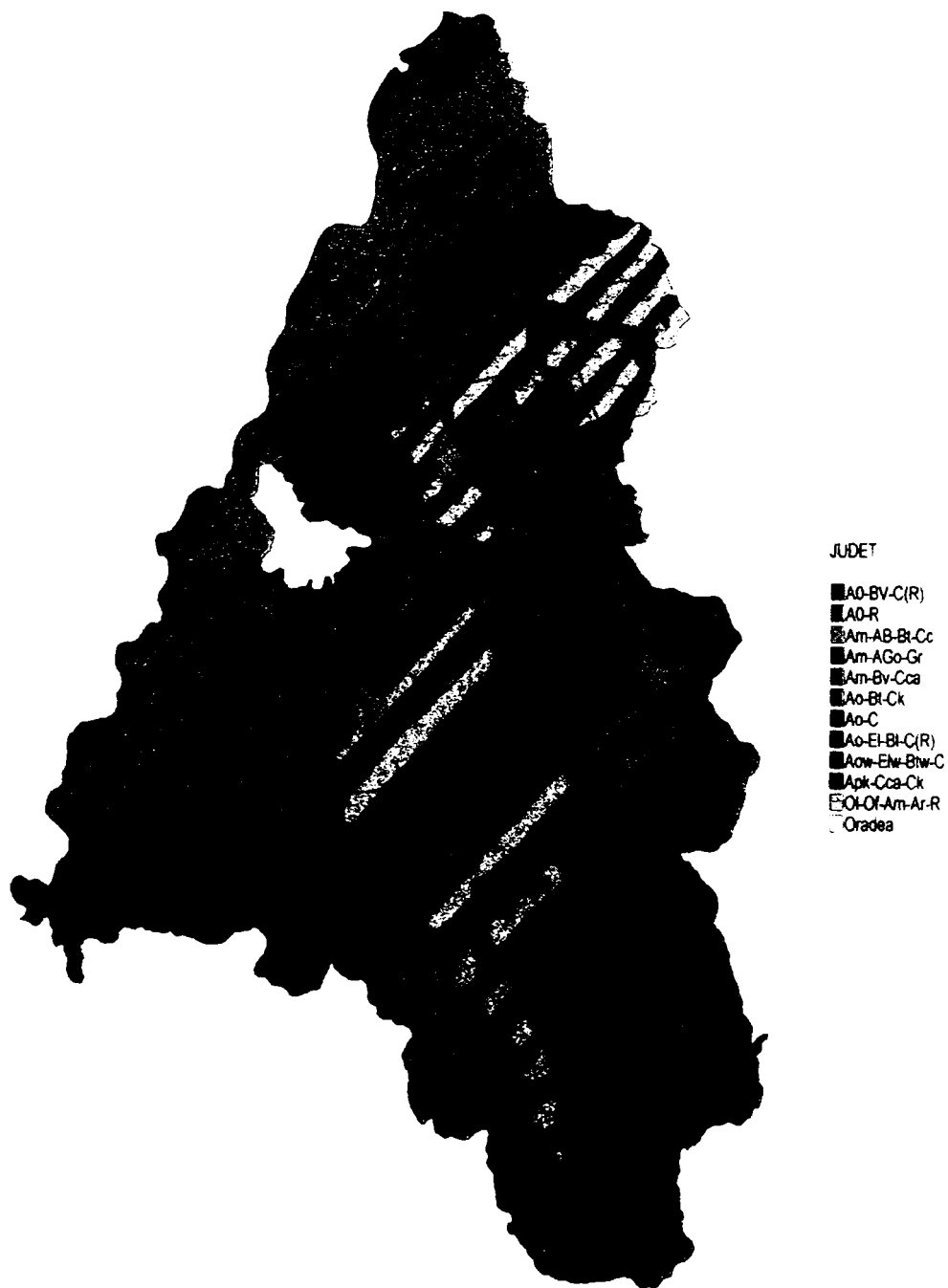


Figura nr. 5.5 - Harta județului Bihor cuprinzând tipurile de sol și succesiunea orizonturilor la fiecare dintre ele

În MapSys, fiecărui tip de obiect topologic (tab.5.2.) îi corespunde o structură de bază de date predefinită.

Tabelul nr. 5.2

Obiecte topologice tip			
Nr.	Tip obiecte topologice	Atribute de bază	Tip atribute
1	punct	NRCAD, X,Y,Z	Text, Num, Num, Num
2	linie (arc)	NRCAD, Lungime, Cota medie	Text, Num, Num
3	poligon	NRCAD, Suprafață, Perimetru, Cota medie	Text, Num, Num, Num

Structura dată mai sus este creată automat de *MapSys* odată cu generarea topologiei pentru o categorie de obiecte grafice și alfanumerice conținute într-o combinație de straturi grafice. Structura standard se poate extinde de utilizator, prin crearea de câmpuri noi, sau prin crearea de tabele sau baze de date relaționale.

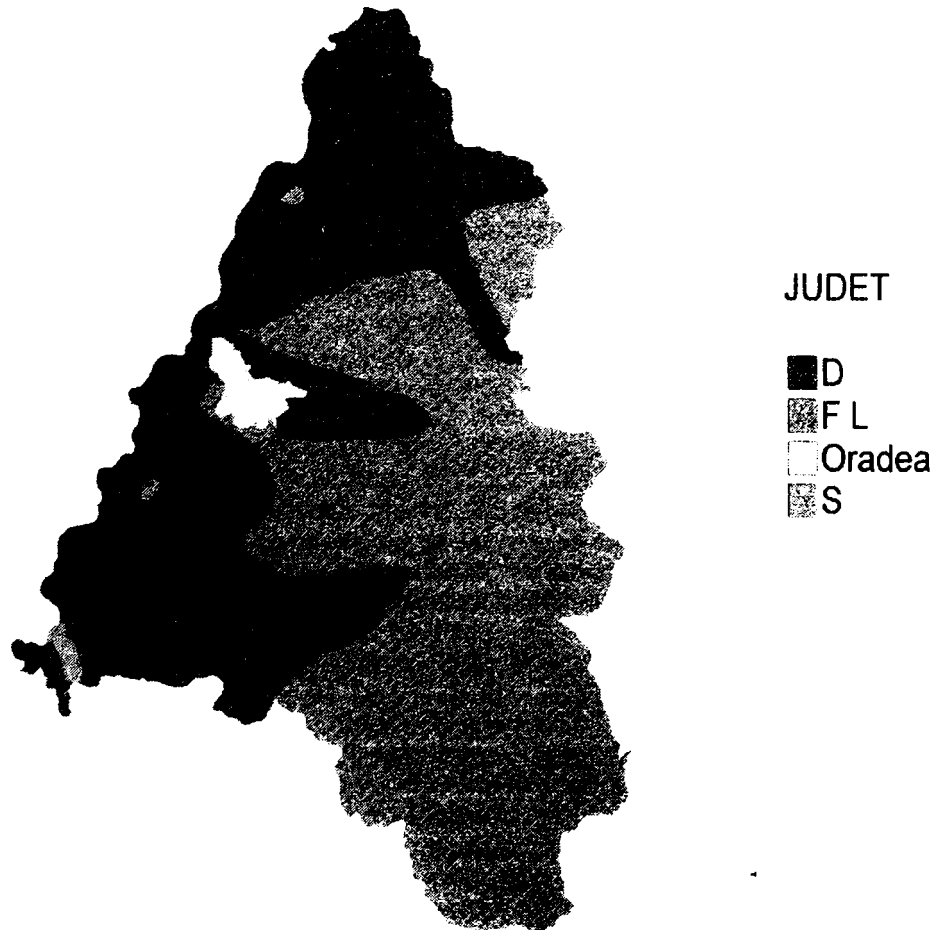


Figura nr. 5.6 - Harta județului Bihor cuprinzând principalele tipuri de lucrări de îmbunătățiri funciare care s-au executat sau se pretează a se executa în viitor

Fereastră bază de date - această funcție deschide fereastra de administrare a bazelor de date. Funcțiile principale ale acestei interfețe sunt: Deschidere baze de date de tipul Access, Oracle, SQL server, creare baze de date Access 97, 2000, XP, deschidere, creare tabel, creare, modificare structura tabel, operații tabel (adăugare, ștergere, modificare înregistrare, căutare, statistici, indexare), creare, rulare, salvare, interogare SQL, generare extras. Simbolurile folosite referitoare la baza de date sunt: serverul bază de date, baza de date selectată.

Lista interfețelor de baze de date instalate este afișată în fereastra **OLE DB providers**. Bazele de date MS-Access sunt puse la dispoziție de interfața Microsoft Jet 4.0 OLE DB. După selectarea interfeței bazei de date, se alege butonul **Next**, sau se selectează secțiunea **Connection**. Specificațiile pot diferi în funcție de tipul interfeței bază de date selectat la secțiunea anterioară. [51]

Suprapunere straturi - funcția suprapunere straturi combină două straturi topologice de tip poligon prin intersectarea geometrică a obiectelor topologice, și crearea unei baze de date aferente din componentele bazelor de date inițiale ale cele două straturi. Pentru aceasta se alege un **Strat sursă** care se va intersecta cu **Stratul destinație**. Obiectele topologice din ambele straturi trebuie să fie numerotate cadastral.

Obiectele topologice rezultate prin intersecție se vor crea în **Stratul destinație** și vor putea moșteni date atât din obiectele **Stratului sursă** cât și din obiectele originale ale **Stratului destinație**. Formatul bazei de date rezultate se poate construi din câmpurile bazelor de date ale **Stratului sursă** și **Stratului destinație**.

Practic, prin această operație, fiecărui obiect topologic nou-creat în **Stratul destinație** îi va corespunde o înregistrare care poate conține referiri la obiectul topologic cu care se suprapune (în parte sau total) din **Stratul sursă**, precum și referiri la fostul obiect topologic din **Stratul destinație** din care a rezultat în urma intersectării.[51]

Există două cazuri:

1. Punctele obiectelor topologice din cele două straturi coincid. În acest caz, se creează atâtea obiecte topologice noi, câte au existat în **Stratul destinație**.
2. Punctele obiectelor topologice din cele două straturi nu coincid (parțial sau total). În acest caz, este necesară intersecția obiectelor, creându-se obiecte noi. Acestea vor fi mai multe la număr, decât cele din **Stratul destinație**.

În ambele cazuri, pentru constituirea bazei de date rezultante, ne stau la dispoziție toate câmpurile bazelor de date componente (al **Stratului sursă** și al **Stratului destinație**).

Alegerea câmpurilor este la discreția utilizatorului. Completarea câmpurilor aferente obiectelor topologice rezultante în urma intersectării, se face de către MapSys, în modul următor:

- câmpurile originare **Stratului sursă** vor conține atributul corespunzător obiectului topologic care se suprapune (în parte sau total) cu obiectul din **Stratul destinație**,
- câmpurile originare **Stratului destinație** vor conține atributul corespunzător obiectului topologic din care a rezultat noul obiect topologic

Stratul sursă va rămâne neschimbat, rezultatele grafice vor suprascrive **Stratul destinație**, al cărui bază de date va conține implicit coloanele existente înaintea operației de **Suprapunere straturi**, dar care vor putea lua valori din câmpurile ambelor baze de date (al **Stratului sursă** și al **Stratului destinație**). Dacă se dorește păstrarea coloanelor vechi dar și preluarea altelor noi din baza de date al **Stratului sursă**, în prealabil se va crea cel puțin o coloană nouă, în Access.

Strat sursă este stratul care intersectează. Obiectele topologice și baza de date a acestui strat rămân neschimbate. **Stratul destinație** este stratul care este intersectat. Obiectele topologice noi și baza de date creată în urma suprapunerii va suprascrie acest strat.

Intersectarea se va face prin liniile din cele două straturi care trec una peste alta, și care se vor intersecta, creându-se poligoane noi.

Atributele se așează într-un tabel cu corespondența atributelor din baza de date a elementelor componente, și vor fi necesare pentru crearea bazei de date rezultante după efectuarea operației de **Suprapunere straturi**. [51]

În coloana **Nume** apar implicit numele coloanelor existente în baza de date a **Stratului destinație**. Validarea sau eliminarea acestora se face prin selectarea căsuțelor cu semnul. În coloana **Valoare** pot apare nume ale coloanelor din baza de date al ambelor straturi, în format *Nume tabel. Nume coloană*, și reprezintă valoarea atribuită coloanei rezultante. Modificarea acestei valori se face prin dublu-clic pe linia dorită. Prin selectarea din **fereastra Selectare câmp**, apare lista tuturor câmpurilor existente în ambele baze de date (al **Stratului sursă** și al **Stratului destinație**). Se selectează câmpul dorit. Valorile acestuia vor completa coloana corespondentă din baza de date rezultantă.

Prin selectarea butonului **OK** din **fereastra Suprapunere straturi** operația generează un nou strat topologic, având baza de date formată din câmpurile specificate în **fereastra Atribute generate**. Rezultatul grafic va conține poligoanele compuse prin suprapunerea poligoanelor din cele două straturi.

Numerotarea obiectelor etichetează automat sau manual toate obiectele având topologie tip **Punct**, **Linie** sau **Poligon**. Elementele de tip text sau numerice pot fi extrase din oricare câmp al bazei de date asociate stratului topologic curent. Stratul curent trebuie să aibă una din tipurile de topologie de mai sus.

În MapSys etichetele se creează implicit ca elemente de tip text cu o înălțime de 2 mm, în centrul obiectelor, cu deplasarea dată, în stratul dat de utilizator. Dacă centrul calculat cade în afara obiectului (în cazul poligoanelor), se cere precizarea locului unde se va crea textul. Pentru obiecte de tip linie, textele se creează în mijlocul liniei.

Se numerotează obiectele ale căror înregistrări corespondente din baza de date conțin date în câmpul selectat. Obiectele de tip poligon ale căror centru de greutate cade în afara suprafeței, vor fi aduse pe rând în centrul afișajului, operatorul selectând poziția unde se va plasa eticheta. După aceasta se va alege câmpul dorit de etichetare al obiectelor stratului topologic curent apărând pe suprafața acestuia numele câmpurilor bazei de date al stratului topologic curent.

Stratul destinație reprezintă stratul în care se vor plasa elementele text de etichetare: **dX, dY**.

Culegere atribute - încarcă în câmpurile bazei de date al stratului topologic curent, valorile preluate din elementele de tip text, din interiorul obiectelor topologice ale stratului curent. Fereastra care apare la apelarea meniului se compune din două coloane. În coloana **Nume** sunt afișate numele câmpurilor bazei de date al stratului topologic curent. În coloana strat se introduce stratul din care se preiau atributele în câmpul corespunzător din baza de date. Dându-se mai multe straturi sursă, cu o singură operație se pot culege atribute din diferite straturi. [51]

După ce se culeg atributele se poate accesa deja baza de date de unde vom selecta tabelar suprafețele inventariate (tab.5.3) cu lucrări de drenaj, subirigație și respectiv fără lucrări.

În tabelul nr. 5.3 se vor prezenta succint suprafețele inventariate:

Tabelul nr. 5.3

Tabel cuprinzând suprafețele inventariate

№	Tipul lucrării	Suprafața
1	Drenaj	166 599 ha
2	Subirigație	706 ha
3	Fără lucrări	587 095 ha

Distanță căutare text - în cazul obiectelor topologice de tip linie sau punct, se poate da distanța care determină un dreptunghi respectiv raza care determină un cerc în care se face căutarea atributelor de tip text. Funcția topologică de **suprapunere și analiză** a parcelei permite generarea unui raport de suprafețe suprapuse pentru două straturi topologice de tip poligon, un strat fiind definit ca strat sursă, iar celălalt ca strat destinație. Raportul cuprinde listarea obiectelor topologice al stratului destinație, iar pentru fiecare din acestea indicarea obiectelor componente sau a porțiunilor acestora din stratul sursă. Pentru toate obiectele se listează numărul cadastral și suprafața. Înainte de generarea operației, este necesară generarea topologiei de tip poligon pentru ambele straturi separat. Toate obiectele trebuie să aibă numere cadastrale.

Dacă se validează opțiunea **Intersectare**, se vor crea puncte la toate intersecțiile de linii ale celor două straturi. Suprafețele sursă care sunt preluate din zone care nu se suprapun cu suprafețele destinație primesc identificatorul.

Administrarea informațiilor topologice și atributele aferente sunt menținute în Sisteme de Gestionare Baze de Date de tipul celor precizate mai sus. Prelucrarea pe mai multe stații de lucru specifice operațiilor de actualizare al unui sistem GIS funcțional este asigurată prin funcțiile de administrare a extraselor de lucrare care se pot distribui la stațiile de lucru urmând ca după finalizare, să se poate integra în lucrarea de bază.

Funcțiile de interogare a bazei de date permit crearea, salvarea și rularea interogărilor SQL complexe, afișarea rezultatelor interogărilor sau crearea reprezentărilor tematice. Există funcții speciale de căutare grafică a adreselor poștale, generare zonă buffer, suprapunere și analiză parcelă (reparcelare), generare de reprezentări tematice.

Accesul la funcții și date poate fi restricționat în așa fel încât fiecare utilizator înregistrat să poată accesa numai acele funcții și date care le-au fost acordate de o persoană autorizată denumită *administrator*, care are împuternicirea să acceseze și să modifice toate funcțiile și toate datele. Utilizatorii sunt identificați de sistem prin nume și parolă.

Internet. Prin utilizarea Mapsys Internet Map Server, valoarea datelor geo-informaționale este multiplicată prin faptul că acestea sunt puse la dispoziția utilizatorilor potențiali acolo unde și atunci când aceștia au nevoie de ele, imediat ce administratorul datelor și potențialii clienți sunt conectați la Internet. Pentru utilizatorii de tip Intranet conectați printr-o rețea locală, funcțiile de configurare și utilizare sunt aceleași ca în cazul rețelei Internet. [51]

Informațiile puse la dispoziție în rețea sunt reprezentate de lucrări MapSys obișnuite aflate pe server care pot avea un grad de detaliere stabilit în funcție de utilizator. Lucrările MapSys configurate pot fi cele originale - aflate în permanentă schimbare - sau copiile acestora. Astfel există un control permanent asupra actualității informațiilor puse la dispoziție.

Pentru însușirea funcțiilor programului, utilizatorul are la dispoziție manualul de utilizare MapSys în format PDF care se poate copia de pe discul de instalare, și lucrările exemplu care se pot instala odată cu programul și care se găsesc în

subdirectorul *Samples* din directorul de instalare MapSys (implicit \Program files\Geotop\MapSys5).

Strat tematic - Straturile tematice sunt reprezentări grafice ale atributelor obiectelor topologice. Din punct de vedere grafic, reprezentările pot fi de tipul culoare plină, hașurare, simbol sau bitmap. Clasificarea atributelor tematice se poate face uniform, individual sau pe intervale. Reprezentările tematice sunt salvate imediat după generare sub forme de fișiere tematice care pot fi încărcate apoi în orice combinație. Se pot face reprezentări tematice pentru orice tip de obiecte topologice (poligon, linie, punct). Câmpurile de attribute pe baza cărora se face reprezentarea trebuie să se creeze după generarea topologiei în tabelul topologic corespunzător stratului topologic. Completarea câmpurilor de attribute se poate face prin funcțiile specifice din meniul topologie, manual sau cu ajutorul unor aplicații externe. Atributele pot fi de tip text sau numeric. Odată create, reprezentările tematice pot fi actualizate oricând, dacă au fost efectuate schimbări în topologia obiectelor. [51]

Fereastra **Straturi tematice** conține lista straturilor tematice deschise, permite ștergerea sau adăugarea de straturi tematice la listă, re-generarea straturilor tematice existente, setarea vizibilității straturilor tematice și afișarea unor informații despre straturile tematice. Fișierele de straturi tematice au extensia. THM și sunt create în directorul lucrării. Lista straturilor tematice care se vor afișa în lucrarea curentă. Ordinea de afișare este ordinea din listă; primul strat tematic afișat este primul din listă. Intervalul de scară în care apare un strat tematic, este afișat în coloanele **Apare la scara** respectiv **Dispare la scara**, considerând că se face o mărire de la o scară mică la o scară mare. Modificarea valorilor factorilor de scară se face în câmpurile din partea de jos al ferestrei. Elementele grafice de celelalte tipuri se desenează după ce a fost terminată desenarea straturilor tematice.[51]

Stratul tematic selectat în această fereastră se va plasa după ultimul strat tematic din listă. Dacă se selectează odată mai multe fișiere, acestea se vor adăuga unul după altul la listă.

Generează din nou stratul tematic selectat din listă. Această opțiune se folosește dacă au fost efectuate modificări în topologia obiectelor.

Editare tematică obiect - această funcție permite modificarea individuală pe obiecte topologice a reprezentării tematice existente. Stratul curent trebuie să fie stratul care conține obiectele topologice al căror tematici vor fi modificate. După selectarea obiectului topologic, este afișată fereastra **Caracteristici strat tematic**, asemănătoare cu cea de la Generare strat tematic, cu diferența că tipul de reprezentare existent (hașură, simbol, WMF) nu se poate modifica. Modificările posibile se pot face în grupul **Reprezentare** pentru culoare, dimensiuni și modul de reprezentare existent. Tipul secțiunii **Reprezentare** poate fi diferit, în funcție de tipul obiectului topologic și al tipului de reprezentare tematică. [51]

Adăugarea unei legende existente pe suprafața lucrării reprezintă de fapt un fișier legendă de format WMF cu numele identic cu cel al stratului tematic și se creează odată cu acesta. După selectarea meniului se cere poziția legendei și înălțimea acestuia.

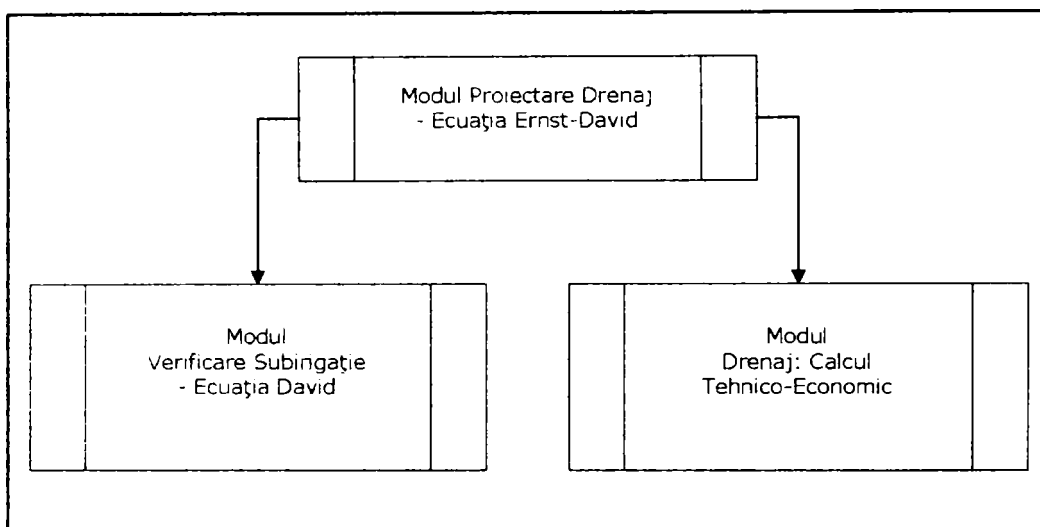
În sistemele de operare Windows 95 și Windows 98, legendele sunt create numai dacă calea de acces a fișierelor legendă nu conține spații.

Baza de date a acestei hărți constă dintr-un tabel care poate fi accesat chiar din Windows, cu ajutorul programului ACCES și care cuprinde: suprafața fiecărui tip de sol, perimetrul acestei suprafețe, tipul de sol, tipul de lucrare hidroameliorativă

existentă sau la care se pretează solul respectiv și succesiunea orizonturilor pe fiecare tip de sol.

5.2. Rezultate privind realizarea programului de calcul automat a distanței între drenuri (L)

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.



Figur nr. 5.7 - Diagrama bloc a aplicației DrenVSubIR.

Diagrama bloc (figura nr.5.7) conține trei module:

- Modulul „Proiectare Drenaj – Ecuația Ernst-David”,
- Modulul „Verificare Subirigație – Ecuația 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 (figura nr. 5.8.) 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. [83, 39] 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 5.5, 5.6.

Tabelul nr.5.4

Mărimile de intrare/ieșire specifice procesului de calcul a coeficientului pierderii de sarcină la intrarea în sistemul dren-filtru, ζ

Calcul coeficient ζ	Mărime	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
	ζ	-0,17981		coeficientul de rezistență hidraulică al pierderii de sarcină la intrare apei în complexul dren-filtru

Tabelul nr.5.5

Mărimile de intrare/ieșire specifice procesului de calcul a distanței dintre drenuri.

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	pierdere de sarcină
	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 primului 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	pierdere de sarcină la curgerea verticală
	h_o	0,44920	m	pierdere 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} , căroră le sunt atașate câte o fereastră grafică de lucru (figurile nr. 5.8, 5.9.).

Calcul coeficient Zita _ | □ | X
aTc 2006

Paremetrii de intrare

n =
d0 = (m)
df = (m)
l = (m)
b = (m)
B = (m)
Kfc = (m/zi)
K = (m/zi)

Zita Utilizator

Valoare utilizator

Rezultate

δ = <input type="text" value="0.00400"/>	A1 = <input type="text" value="1.55492"/>	
λ = <input type="text" value="15.43333"/>	A2 = <input type="text" value="2.94704"/>	Zita
α = <input type="text" value="0.10610"/>	B1 = <input type="text" value="9.89082"/>	<input type="text" value="-0.17981"/>
β = <input type="text" value="0.23343"/>	B2 = <input type="text" value="10.93176"/>	

Figura nr.5.8 - Fereastra grafică de lucru a procesului de calcul a coeficientului pierderii de sarcină la intrarea în sistemul dren-filtru, ζ , din modulul Proiectare drenaj – Ecuția Ernst-David

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,

$$\zeta_{if} = \alpha \cdot \left[\ln \frac{1}{\sin \frac{nb}{2d_0}} + \frac{1-X}{2X} \times \ln \left(A_1 + \sqrt{A_1^2 + 1} \right) \times \left(A_2 + \sqrt{A_2^2 + 1} \right) \right] +$$

$$+ \beta \cdot \left[\ln \frac{1}{\sin \frac{l}{2B}} + \frac{1-X}{2X} \times \ln \left(B_1 + \sqrt{B_1^2 + 1} \right) \times \left(B_2 + \sqrt{B_2^2 + 1} \right) \right]$$

- introducerea de către utilizator a unei valori numerice date.

Proiectare drenaj - Ecuația Ernst-David

Parametrii de intrare

$q = 0.007$ (m/zi)
 $h = 0.6$ (m)
 $K1 = 1.2$ (m/zi)
 $K2 = 0.6$ (m/zi)
 $D0 = 0.5$ (m)
 $D2 = 2$ (m)
 $df = 0.088$ (m)
 $\zeta = -0.17981$

aTc 2006

Rezultate

$D1 = 0.80000$ (m)	$h_v = 0.00350$ (m)	$L_{dren} = 33.29994$ (m)
$a = 5.26690$	$h_o = 0.44920$ (m)	Verificare Subirigație
$\alpha = 0.86591$	$h_r = 0.18223$ (m)	
	$h_d = -0.03493$ (m)	Calcul Tehnico-Economic

Figura nr.5.9 - Fereastra grafică de lucru a procesului de calcul a distanței dintre drenuri, L_{dren} , din modulul Proiectare drenaj - Ecuația Ernst-David

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.

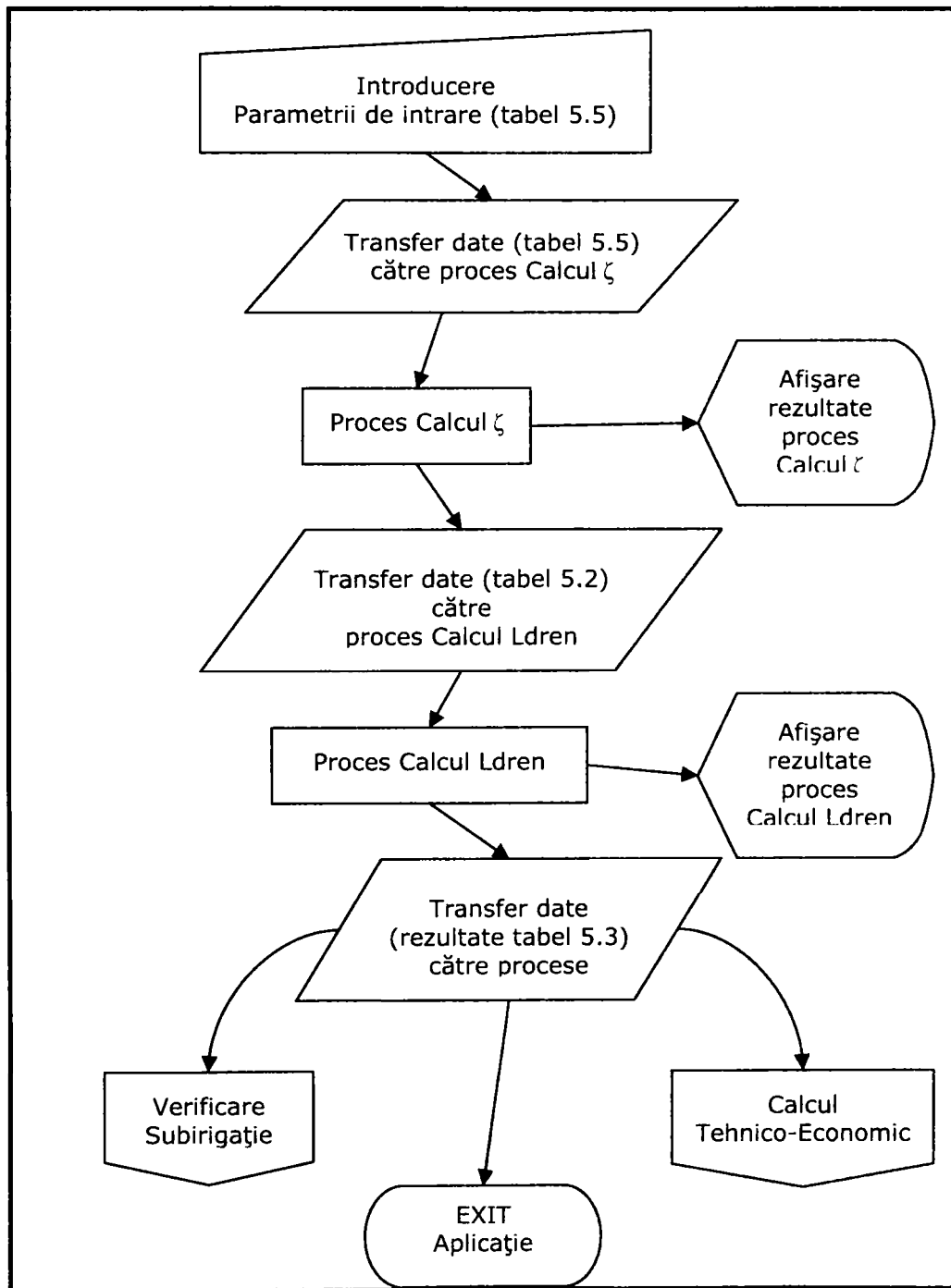


Figura nr. 5.10 - Diagrama bloc a modului: Proiectare drenaj - Ecuția Ernst-David.

Calculul efectiv și afișarea rezultatelor procesului de calcul al *Ldren* 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 Subirigatie” 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.

5.3. Rezultate obținute din studiile efectuate folosind programul de calcul DrenVSubIR asupra valorii coeficientului de corecție Ernst „a” pentru pierderea de sarcină radială

Modelul matematic de calcul al mărimilor necesare modulului de mai sus este prezentat de relațiile (4.11, 4.12, 4.14) din capitolul 4, la subcapitolul 4.1.4. În acest model matematic intervine corecția Ernst, *a*, pentru mișcarea radială care până în prezent a fost determinată dintr-o nomogramă grafică. Procesul de calcul descris prevede calculul acestei corecții pe baza unui algoritm ce se bazează pe date numerice stocate. Procedura de calcul detaliată a acestei corecții este prezentată în detaliu în cele ce urmează.

5.3.1. Definirea numerică digitizată a coeficientului de corecție „a” după Ernst, pentru mișcarea radială

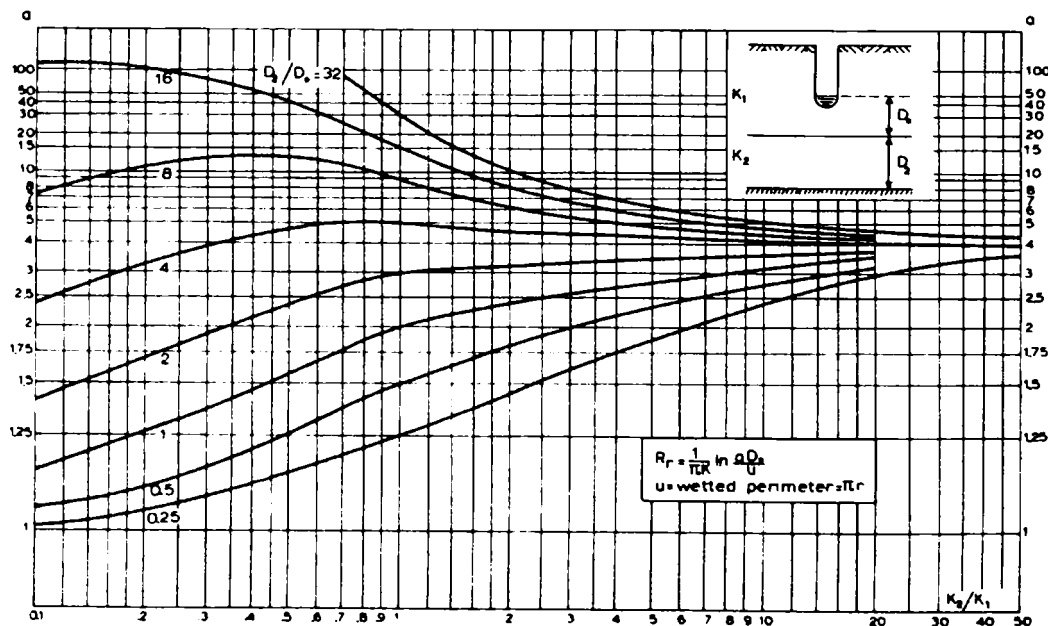


Figura nr. 5.11 - Nomograma grafică de determinare a coeficientului de corecție Ernst pentru mișcarea radială (Bulletin No. 8, SOME NOMOGRAPHS FOR THE CALCULATION OF DRAIN SPACINGS, International Institute for Land Reclamation and Improvement, Wageningen, The Netherlands, 1965).

Calculul distanței dintre drenuri pentru cazul solurilor bistratificate se realizează cu relația lui Ernst. Această relație conține o corecție pentru mișcarea radială, notată cu „a”. Valorile acesteia se determinau până în prezent cu ajutorul unei nomograme grafice a rezistenței radiale ca dependență de tipul $R_r\left(a, \frac{K_2 D_2}{K_1 D_0}\right)$ (figura nr. 5.11.).

Lucrări științifice internaționale de actualitate utilizează o variantă digitală (tabelul nr. 5.6 și figura nr. 5.12) a acestei nomograme grafice pentru a calcula valoarea coeficientului de corecție Ernst, a , prin interpolare de tip „nearest neighborhood”, ca de exemplu $a(0.5;0.5) = \frac{2+3+2.4+3.2}{4} = 2.70$.

Tabelul nr.5.6

Definirea numerică digitizată a coeficientului de corecție Ernst, a , pentru mișcarea radială

a	D_2/D_0						
		1	2	4	8	16	32
K_2/K_1	1	2	3,0	5,0	9,0	15,0	30,0
	2	2,4	3,2	4,6	6,2	8,0	10,0
	3	2,6	3,3	4,5	5,5	6,8	8,0
	5	2,8	3,5	4,4	4,8	5,6	6,2
	10	3,2	3,6	4,2	4,5	4,8	5,0
	20	3,6	3,7	4,0	4,2	4,4	4,6
	50	3,8	4,0	4,0	4,0	4,2	4,6

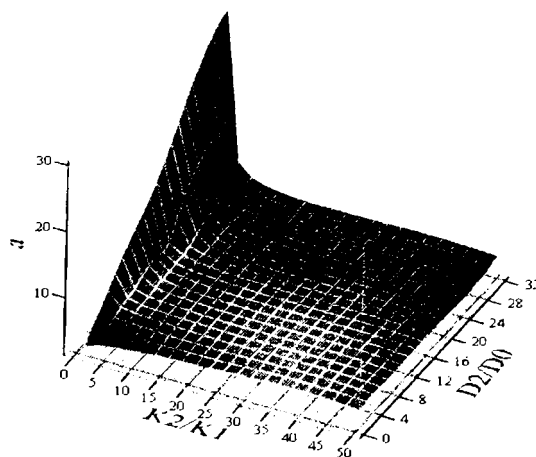


Figura nr. 5.12 - Reprezentarea grafică a valorilor coeficientului de corecție Ernst pentru mișcarea radială, $a\left(\frac{K_2 D_2}{K_1 D_0}\right)$, în varianta digitizată din nomograma grafică.

După cum se poate observa, valoarea pasului de definiere a celor două variabile independente nu este constant, ceea ce face ca deseori eroarea acestei metode să fie semnificativă pentru rezultatele proiectării drenajelor.

5.3.2. Interpolarea 3D prin metoda RBF a coeficientului de corecție „a” din relația lui Ernst

Pentru un calcul numeric cât mai precis în condițiile în care valorile pașilor de definiere a celor două variabile independente nu este constant, s-a ales varianta de interpolare 3D a datelor din tabelul nr.5.7 cu ajutorul funcțiilor radiale, metodă numită generic RBF (radial basis function).

Tabelul nr.5.7

Valorile coeficienților funcțiilor radiale de interpolare, pentru setul de tip

$$\phi(r) = \sqrt{r^2 + c^2}$$

Index	λ	Index	λ	Index	λ
1	0,5766	15	-0,0689	29	-0,0628
2	0,1604	16	0,1836	30	0,0726
3	-0,004	17	0,4646	31	0,0181
4	-0,8613	18	1,1935	32	0,0089
5	-2,3245	19	0,1439	33	-0,0586
6	-7,261	20	-0,1194	34	-0,0482
7	0,0576	21	-0,144	35	-0,11
8	-0,1307	22	0,062	36	0,0028
9	0,0305	23	0,1687	37	0,1322
10	0,6268	24	0,3989	38	-0,0588
11	1,7943	25	0,0975	39	-0,0083
12	5,548	26	-0,0458	40	0,0016
13	0,0719	27	-0,1152	41	-0,0216
14	-0,0871	28	-0,0662	42	0,113

Interpolarea RBF constă în găsirea coeficienților, $\lambda = (\lambda_1, \dots, \lambda_N)$, pentru o bază de funcții radiale și a coeficienților, $c = (c_1, \dots, c_1)$, pentru un set de polinoame de ajustare, $p = \{p_1, \dots, p_1\}$, astfel încât această funcție de interpolare $s(x)$ definită mai jos:

$$s(x) = p(x) + \sum_{i=1}^N \lambda_i \phi(|x - x_i|) \quad x \in R^N$$

să treacă prin valorile de definiție:

$$s(x_i) = y_i \quad i = \overline{1, N}$$

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j p(x_j) = 0.$$

Ca tip de funcții radiale s-a ales cea quadratică $\phi(r) = \sqrt{r^2 + c^2}$.

Aceste condiții scrise sub formă matricială au următoarea formă:

$$\begin{pmatrix} R & P \\ P^T & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \lambda \\ c \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Y \\ 0 \end{pmatrix}$$

unde avem:

$$R_{i,j} = \Phi(|x_i - x_j|)$$

$$P_{i,l} = p_l(x_i)$$

$$Y_i = f_i$$

$$i, j = \overline{1, n}, \quad l = \overline{1, m}.$$

Sistemul de ecuații generat de forma matricială se poate desfășura astfel:

$$\begin{cases} Y = (R \times \lambda) + (P \times c) \\ 0 = P^T \times \lambda \end{cases}$$

$$\begin{cases} R \times \lambda = Y - (P \times c) \\ \lambda = (R^{-1} \times Y) - (R^{-1} \times P \times c) \end{cases}$$

având soluția:

$$c = \left[(P^T \times R^{-1} \times P)^{-1} \right] \times (P^T \times R^{-1} \times Y)$$

$$\lambda = (R^{-1} \times Y) - (R^{-1} \times P) \times \left[(P^T \times R^{-1} \times P)^{-1} \times (P^T \times R^{-1} \times Y) \right].$$

Condițiile datelor inițiale au dus la renunțarea la polinomul de ajustare și la setul de valori ale coeficienților funcțiilor radiale prezentat în tabelul nr.5.5. Cu aceste valori implementate ca date de tip listă, procesul de calcul al distanței dintre drenuri din aplicația *DrenVSubIr* are ca rezultat o valoare mai precisă a coeficientului de corecție Ernst, a , pentru mișcarea radială – fapt care se poate observa prin comparație din figurile nr.5.10 și 5.11.

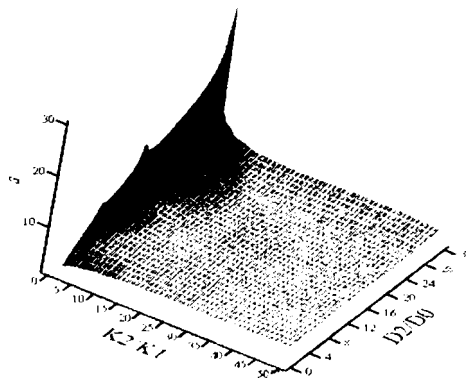


Figura nr. 5.13 - Reprezentarea grafică a valorilor coeficientului de corecție Ernst pentru mișcarea radială, $a\left(\frac{K2}{K1}, \frac{D2}{D0}\right)$, în variația digitală interpolată cu funcții RBF (radial basis function).

5.4. Rezultate obținute privind stabilirea corelației dintre adâncimea nivelului freatic și umiditatea la suprafața solului ($W = f(H)$)

Pentru a utiliza rațional un sistem de desecare-drenaj, irigație sau un sistem cu funcționare reversibilă drenaj-subirigație trebuie să gospodărim judicios rezervele de apă, să reducem investițiile de amenajare, să protejăm mediul înconjurător și chiar să facem economie de energie. Astfel, pe terenurile unde ascensiunea capilară nu provoacă sărăturarea secundară a solurilor, sistemele de drenaj care au avut rolul de evacuare a apelor în exces de pe suprafața solului și de coborâre a nivelului freatic, pot fi folosite reversibil prin ridicarea nivelului apei în canale, reducând sau chiar oprind scurgerea cu ajutorul stăvilarelor și alimentând astfel subteran terenurile, lucru ce duce la ridicarea nivelului freatic și prin capilaritate asigurând subirigația culturilor agricole. [83]

Din capitolul 3, paragraful 3.2. rezultă ca necesar, pentru funcționarea reversibilă a amenajărilor de desecare-drenaj-subirigație necesitatea cunoașterii legii de variație a umidității solului deasupra nivelului apei freatice, din care se poate stabili în funcție de constantele hidrofizice ale tipului de sol care este adâncimea necesară a apei freatice astfel ca, la suprafața solului să avem umiditatea la capacitatea de câmp sau umiditatea la plafonul minim. Astfel, profilul de sol de deasupra nivelului freatic este alimentat prin capilaritate iar umiditatea solului, aflată la saturație la nivelul freatic, va descrește spre suprafața solului.

La drenajul subteran, coborârea nivelului freatic este impusă, pentru a se asigura o umiditate la suprafața solului mai mică sau egală cu capacitatea de câmp denumită normă de drenaj și notată cu Z . Din studiile efectuate s-a dovedit că, pe terenurile unde nu există pericol de sărăturare secundară, menținerea nivelului freatic între limite care să asigure la suprafața solului o umiditate cuprinsă între C_c și P_{min} duce la producții agricole foarte bune.[83]

5.4.1. Localizarea studiului

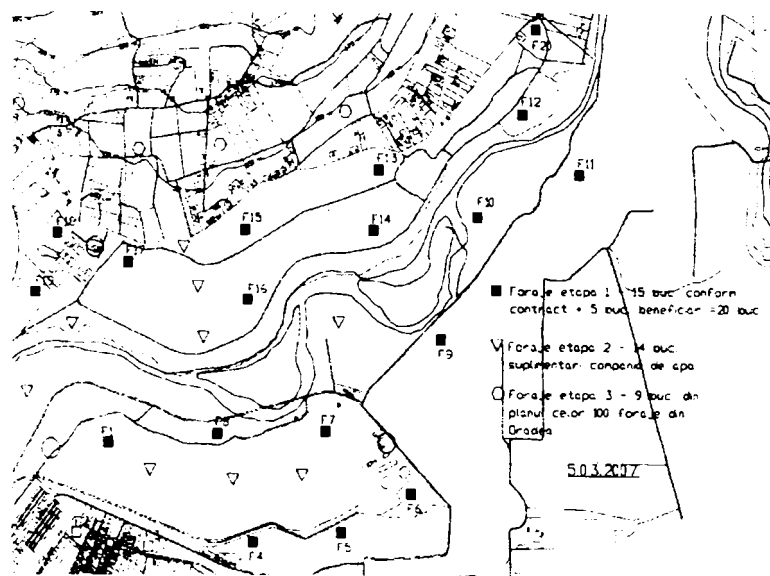


Figura nr.5.14 – Plan de situație al Uzinei de Apă, Oradea, poarta P5 [96]

Prelucrând măsurătorile primare, luate din teren, de la Uzina de Apă din Oradea, (figura nr.5.14) poarta 4 - 5, s-au executat un număr de 18 foraje iar din 2 am prelevat probe: forajele 5 și 7. În aceste foraje exista un aluviosol care, conform hărții vectorizate a județului Bihor corespunde cu cel la care se pretează subirigația. Asupra acestui tip de sol, s-a studiat variația umidității deasupra nivelului freatic, determinată primăvara la începutul lunii aprilie într-o perioadă secetoasă. S-au obținut, pentru acest tip de sol, în județul Bihor, după metoda studiată în capitolul 3, paragraful 3.2.3, privind variația umidității solului $W(\%)$ la suprafața terenului (în stratul activ) în funcție de adâncimea apei freatice $H(m)$, determinările și graficele prezentate astfel:

- în tabelul nr.5.8. sunt date și prelucrate primar măsurătorile efectuate în teren la forajele 5 și 7 de la Uzina de Apă - Oradea, poarta 5;
- în figura nr.5.20 este reprezentată grafic relația de calcul a variației umidității solului W la suprafața terenului în funcție de adâncimea apei freatice.

Umiditatea solului este influențată de climă, compoziția mineralogică, textura și structura solului, natura și înclinația solului, vegetație, etc. Umiditatea sau conținutul în apă al solului, reprezintă cantitatea de apă care se află legată în mod fizic de pământ, în momentul când se face recoltarea și care se evaporă la $105^{\circ}C$. Alături de temperatură, umiditatea solului influențează, în mare măsură activitatea biologică și deci posibilitatea de autopurificare.

Umiditatea solului, determinată prin observații directe, se poate clasifica astfel:

Gradul 1 - sol uscat, ce nu răcește mâinile. Nisipul curge, argila este uscată, în grăunțe mari. Ținându-se la soare, aproape că nu se decolorează prin uscare.

Gradul 2 - sol cu aspect proaspăt, răcește ușor mâinile și se decolorează foarte puțin prin uscare.

Gradul 3 - sol umed, produce o răcire vizibilă a mâinilor, prin uscare se decolorează. Nisipul aderă puțin, argilele și argilo-nisipurile se leagă, dar se crapă ușor.

Gradul 4 - sol umed ce încă nu lucește, dar la soare se decolorează puternic. La pipăit este rece și umed, punându-se o hârtie pe el se udă. Pe mâinile prăfuite formează pete întunecate.

Gradul 5 - sol umed, strălucește datorită acoperirii lui cu o peliculă de apă. Se caracterizează prin fluiditate, nu se leagă, ci mai mult se întinde.

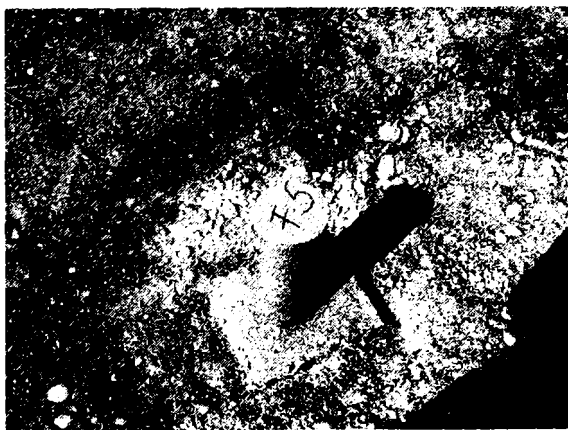


Figura nr.5.15 - Piezometrul F5

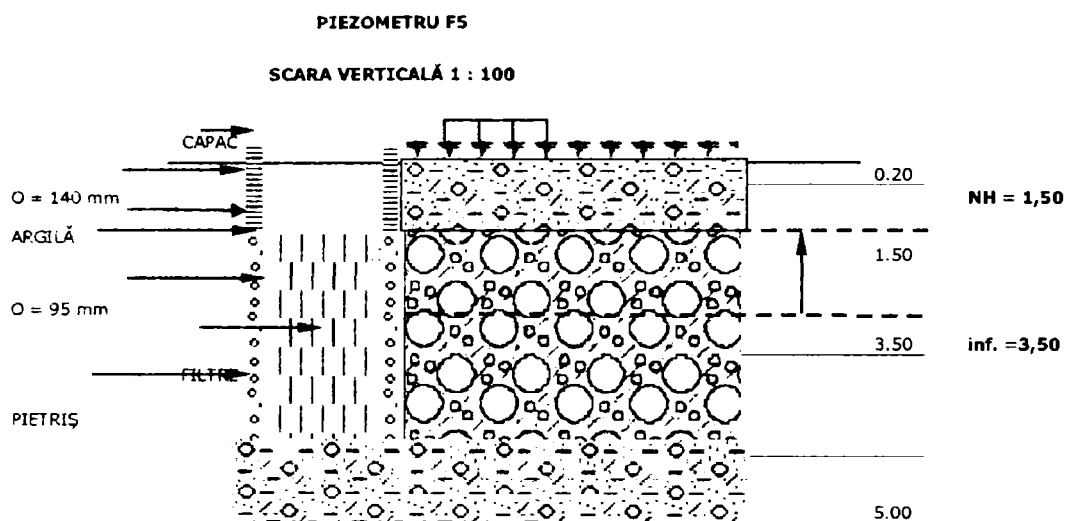


Figura nr.5.16 – Profil transversal pentru piezometrul F5



Figura nr.5.17 – Piezometrul F7

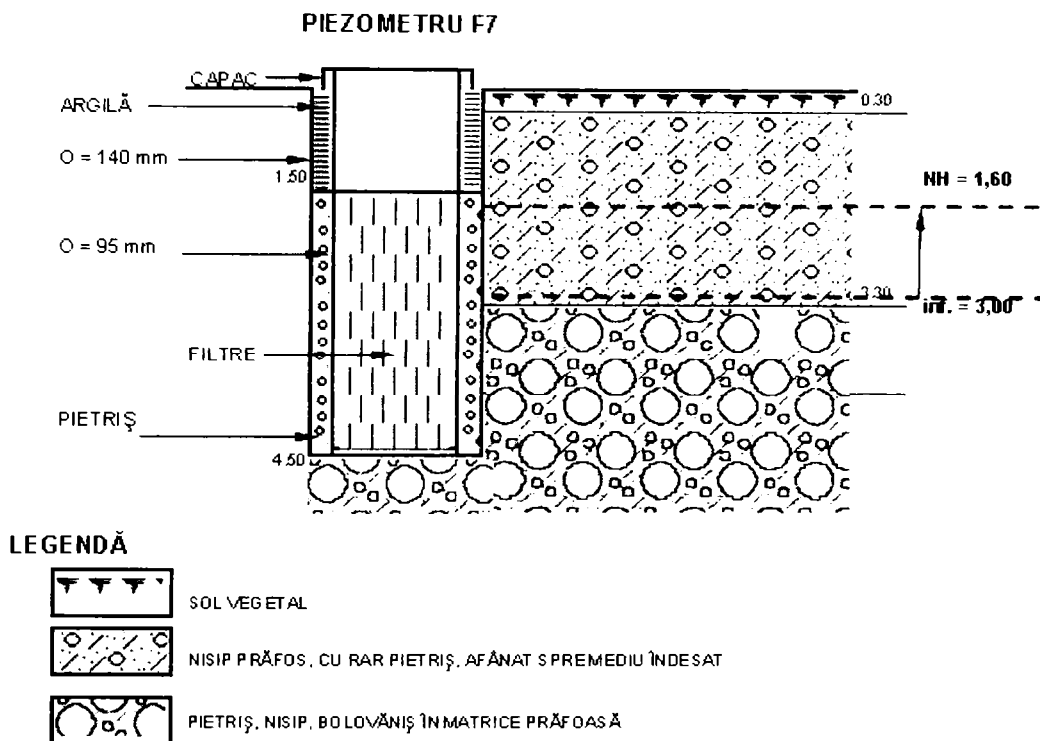


Figura nr.5.18 – Profil transversal pentru piezometrul F7

5.4.2. Interpretarea rezultatelor

Pentru determinarea umidității „in situ” (fără prelevare de probe de sol) se utilizează:

- metode radioactive de măsurare care folosesc sonde cu neutroni ce se înfig direct în sol;
- metode conductimetrice ale căror electrozi sunt introduși în sol, conductivitatea electrică fiind influențată de umiditate. Din cauza dificultății de obținere a aparatelor necesare, în practică se folosește metoda gravimetrică din sol recoltat.

Umiditatea solului s-a determinat din sol recoltat și prin observații directe, în funcție de apa existentă. Determinarea umidității solului s-a făcut conform metodei gravimetrice după relația :

$$\text{Umiditatea } W \% = \left(\frac{b-c}{c-a} \right) \times 100 [\%]$$

- în care: b – masa fiolei cu sol umed în g;
 c – masa fiolei cu sol uscat în g;
 a – greutatea fiolei, în g;
 100 – factor de raportare procentuală.

Tabel cuprinzând datele primare de calcul determinate în laborator

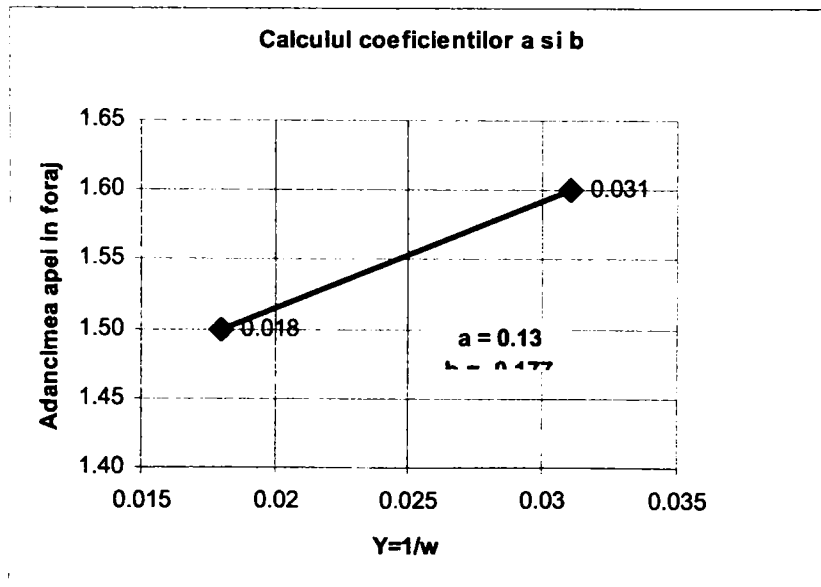
Nr.crt.	M fiolă cu sol umed	M fiolă cu sol uscat (după 4 ore)	M fiolă cu sol uscat (după 8 ore)	M fiolă cu sol uscat (după 12 ore)	M fiolă	M sol uscat – M fiolă	M sol umed – M sol uscat	M sol umed
	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)
1	19.7368	16.155	16.1546	16.1542	9.5629	6.5913	3.5826	10.1739
2	22.8038	19.7276	19.7269	19.7264	13.6233	6.1031	3.0774	9.1805
3	17.7816	15.0183	15.0179	15.0176	9.4012	5.6164	2.7640	8.3804
4	17.6144	14.5878	14.5873	14.5873	9.5177	5.0696	3.0271	8.0967
5	22.415	19.3112	19.3106	19.3104	9.4214	9.8890	3.1046	12.9936
6	20.3738	17.7652	17.7645	17.7641	9.1556	8.6085	2.6097	11.2182
7	33.7438	29.4251	29.4245	29.4244	13.4856	15.9388	4.3194	20.2582
8	27.8637	24.0326	24.0322	24.032	13.9844	10.0476	3.8317	13.8793

Relația de calcul a umidității este:

$$W = \frac{1}{a + b \times H} \text{ și notând } y = \frac{1}{W}, \text{ rezultă:}$$

$$\frac{1}{y} = \frac{1}{a + b \times H} \text{ sau } y = a + b \cdot H \text{ (o linie dreaptă) (figura 5.19)}$$

Pentru exploatare este necesar a se cunoaște z , p și respectiv q (debitul de apă ce se poate infiltra prin sol din dren). Pentru zona de vest a țării avem: $z = 0,4^{\circ} - 0,9$ m și $q = 7$ mm/zi. Umiditatea medie pentru forajul 5 este $\bar{W} = 53,24$ iar $Y = 0,018$, pentru forajul 7 $\bar{W} = 31,76$ și $Y = 0,031$ iar coeficienții a și b determinați din calcule sunt:



Din dreapta de regresie se determină r care trebuie să aibă o valoare cât mai apropiată de 1 pentru a nu avea dispersie prea mare a punctelor experimentale față de dreapta rezultată.

Relația care exprimă variația umiditatea solului $W\%$, la suprafața solului, în funcție de adâncimea apei freatice H (m), determinată prin probe de umiditate, pentru exemplul nostru este:

$$W = \frac{1}{0,13 - 0,177 \times H}$$

Astfel, în figura nr. 5.20 pentru $p = 3,5$ m și $z = 0,6$ pe un tip de sol, aluviosol, reprezentând corelația dintre nivelul freatic $H(m)$ și umiditatea medie la suprafața terenului, $W(\%)$ se obțin pentru caracteristicile hidrofizice cunoscute ale solului în punctul respectiv:

- capacitatea de câmp la suprafața solului $C_c = 22\%$
- capacitatea de ofilire $C_o = 8\%$
- plafonul minim la suprafața solului $P_{\min} = 15\%$.

următoarele adâncimi caracteristice:

- valoarea norma de drenaj $Z = 1,5$ m adică adâncimea necesară a nivelului freatic pentru ca, la suprafața terenului să nu avem exces de umiditate, solul să se afle la umiditatea capacității de câmp;
- valoarea normei de subirigație $p = 3,5$ m adică adâncimea necesară a nivelului freatic pentru ca la suprafața terenului să avem asigurată umiditatea solului la plafonul minim

Tabelul nr. 5.9

Corelația dintre W și H

H (m)	W (%)	1/W
1.5	55.6	0.017986
1.6	32.3	0.03096
1.7	22.7	0.044053
1.8	17.5	0.057143
1.9	14.3	0.06993
2	12	0.083333
2.1	10.4	0.096154
2.2	9.2	0.108696
2.3	8.2	0.121951
2.4	7.4	0.135135
2.5	6.8	0.147059
2.6	6.2	0.16129
2.7	5.7	0.175439
2.8	5.3	0.188679
2.9	5	0.2
3	4.7	0.212766

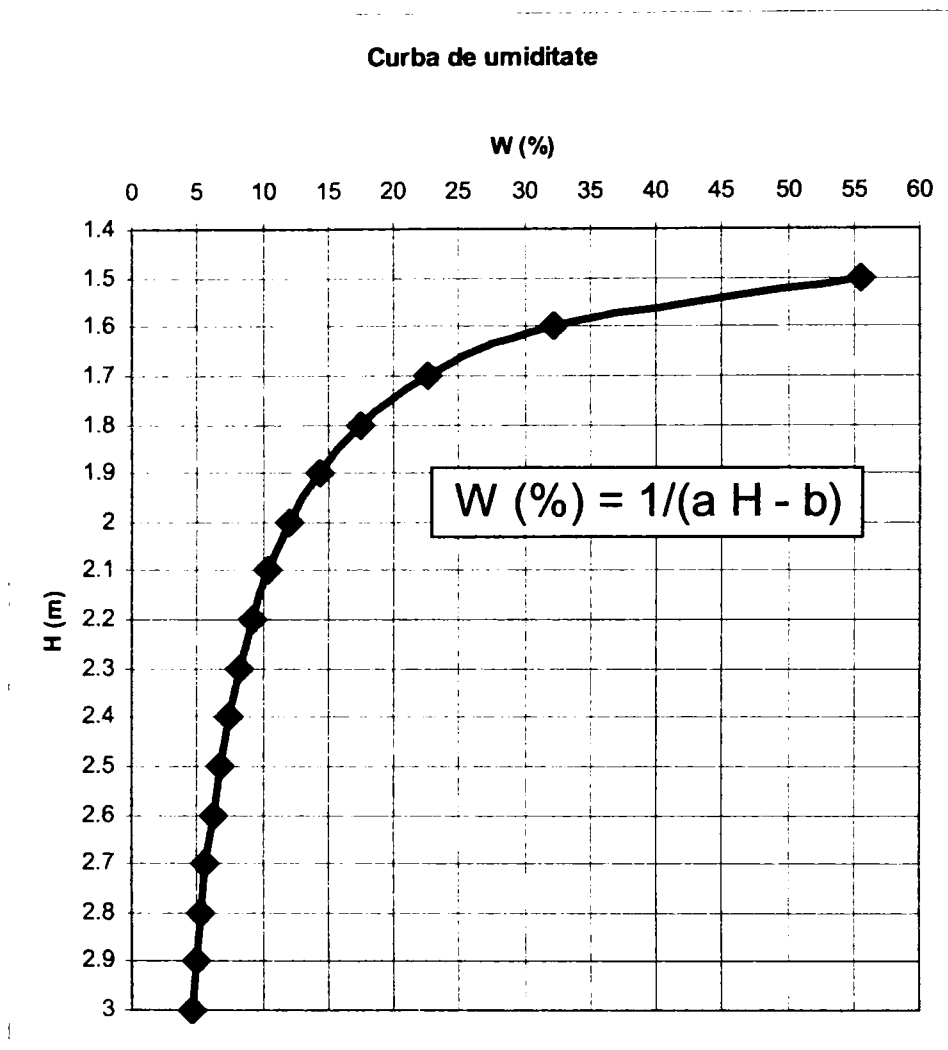


Figura nr. 5.20 - Corelația dintre nivelul freatic (H) și umiditatea medie pe primii 30 cm ai profilului activ (W) pentru forajul nr. 5 și 7 cu un tip de sol aluviosol în județul Bihor

5.5. Rezultate obținute privind verificarea funcționării la subirigație folosind programul automat: „Verificare la subirigație – relația I. David”.

Modulul destinat verificării posibilității de utilizare reversibilă a rețelei de drenaj, proiectată cu modulul anterior, are ca scop principal verificarea funcționării în subirigație (figura nr. 5.21) deci, determinarea adâncimii canalului (H_c+z).

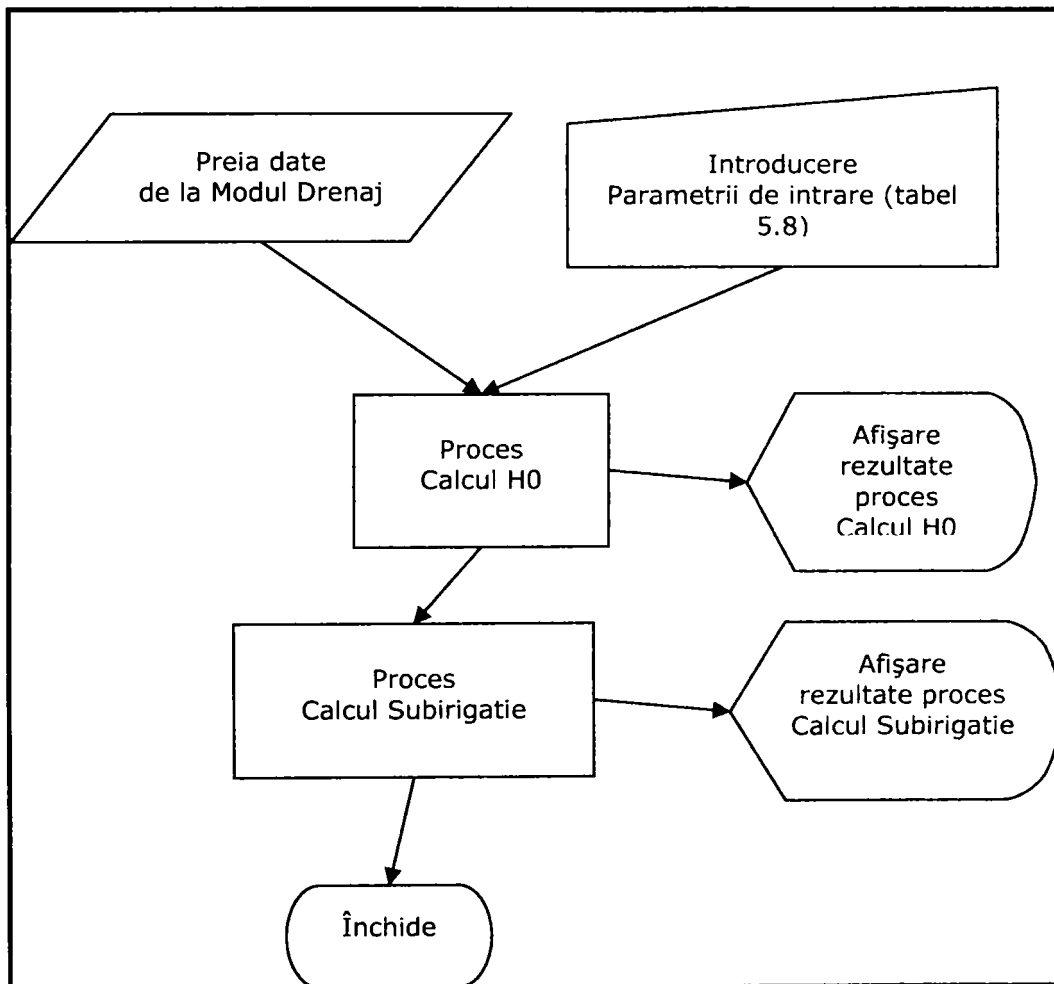


Figura nr.5.21 - Diagrama bloc a modului: Verificarea la SUBIRIGATIE - Ecuatia David.

Pentru aceasta este necesară determinarea pierderii de sarcină totală, h_{sub} . Această mărime este descrisă în capitolul III, paragraful 3.2.5., după I. David. Parametrii de intrare sunt dați în tabelul 5.10.

Mărimile de intrare/ieșire specifice procesului de verificare la funcționare reversibilă
- subirigație, a sistemului de drenaj

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	- 0,17981	-	coeficientul de rezistență hidraulică al 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	norma de subirigație
	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
	σ	1,41427	-	coeficient de corecție al lui David
	h_{id}	0,03036	m	pierderea de sarcină la curgerea în lungul drenului
	h_{if}	-0,01746	m	pierderea de sarcină la intrarea în sistemul dren-filtru
	h_o	0,35254	m	pierderea de sarcină la curgerea orizontală
	h_r	0,28920	m	pierderea 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 + norma de drenaj	
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 parametrii 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.5.22). 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'.

Verificare la SUBIRIGAȚIE - Ecuația David

Parametrii de intrare

q =	0.00700 (m/zi)	Preia Date
r0 =	0.04400 (m)	
K =	1.20000 (m/zi)	
ζ =	-0.17981	
L dren =	33.29994 (m)	
H =	3.5 (m)	
p =	1.6 (m)	
z =	0.8 (m)	
D0 =	2.5 (m)	
i =	0.002	
λ =	0.040	
Qt =	25 (l/zi)	
Calcul H0	2.68711 (m)	

Calcul Subirigație **Inchide**

aTc 2006

Rezultate

Hm =	1.90000 (m)	hld =	0.03036 (m)	$(H_c + z)$	H
H0 =	2.68711 (m)	hlf =	-0.01746 (m)	3.35463 (m)	3.50000 (m)
Te =	2.29355 (m)	h0 =	0.35254 (m)	Din calcul rezultă ca $(H_c + z) < H$ deci ESTE posibilă utilizarea SUBIRIGAȚIEI pe rețeaua de drenaj proiectată anterior	
α =	1.41427	hr =	0.28920 (m)		
		hsub =	0.64174 (m)		
		Hc =	2.55463 (m)		

Figura nr.5.22 - Fereastra grafică de lucru a procesului de verificare la funcționare reversibilă din modulul: Verificarea la SUBIRIGAȚIE - Ecuația I. David.

5.6. Rezultate obținute în vederea stabilirii variantei optime de proiectare tehnico-economică eficientă a drenajului, folosind programul de calcul DrenVSubIR

5.6.1. Calculul tehnico-economic al drenajului orizontal folosind programul DrenVSubIR, modulul: Calcul Tehnico-Economic

Trecerea din fereastra grafică de lucru a modulului de verificare la subirigație la cea a modulului de calcul tehnico-economic impune în prealabil închiderea ferestrei modulului de verificare la subirigație. Acest lucru se realizează prin acționarea butonului „Închide” din fereastra de lucru aferentă.

Modulul destinat calculului tehnico-economic (figura nr.5.24.) are ca scop principal determinarea costului unui sistem reversibil exprimat pentru suprafața de 1 ha (fig.5.23), Cost/ha :

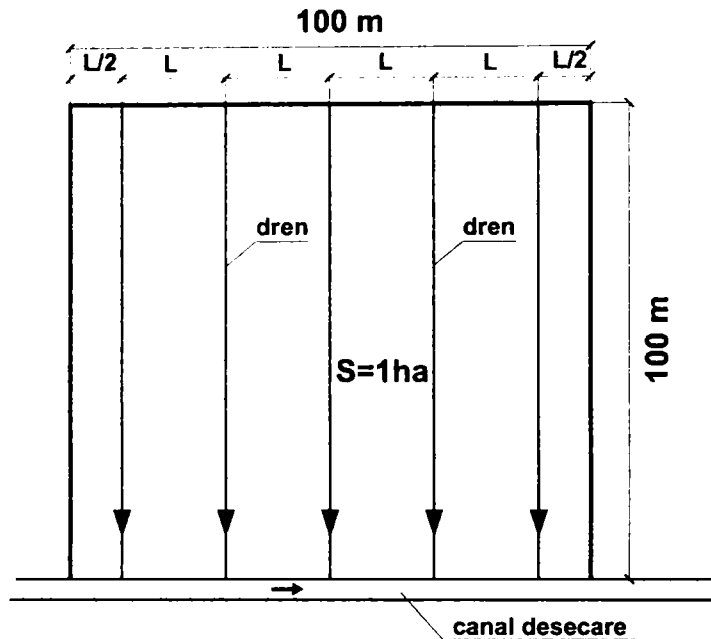


Figura nr.5.23 - Schema amenajată cu drenaje a unei suprafețe de 1 hectar.

Cunoscând valoarea lui (ζ_{if}) calculată, se determină distanța dintre drenuri (L) prin rezolvarea ecuației de gradul doi prezentată în relația generală din capitolul IV, sau cu ajutorul programului de calcul a distanței dintre drenuri DrenVSubIR. 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: L . Lungimea de dren necesară amenajării unui hectar va fi: $L \times 100 \text{ m} = 10.000 : L \text{ (m/ha)}$.

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:

$$I_s = \text{costul (lei/km)} \cdot 10 : L \text{ (km/ha)} = \text{(lei/ha)}.$$

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.

Parametrii de intrare cât și rezultatele afișate de acest modul sunt date în tabelul nr.5.12. și figura nr. 5.25. O parte din parametrii 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. După introducerea celorlalți parametrii trebuie acționat butonul „Calcul” care are ca rezultat afișarea valorii costului total a sistemului de dren-filtru pentru suprafața de 1 ha. Trecerea din fereastra grafică de lucru a modulului de calcul tehnico-economic la o alta se realizează prin acționarea butonului „Închide”.

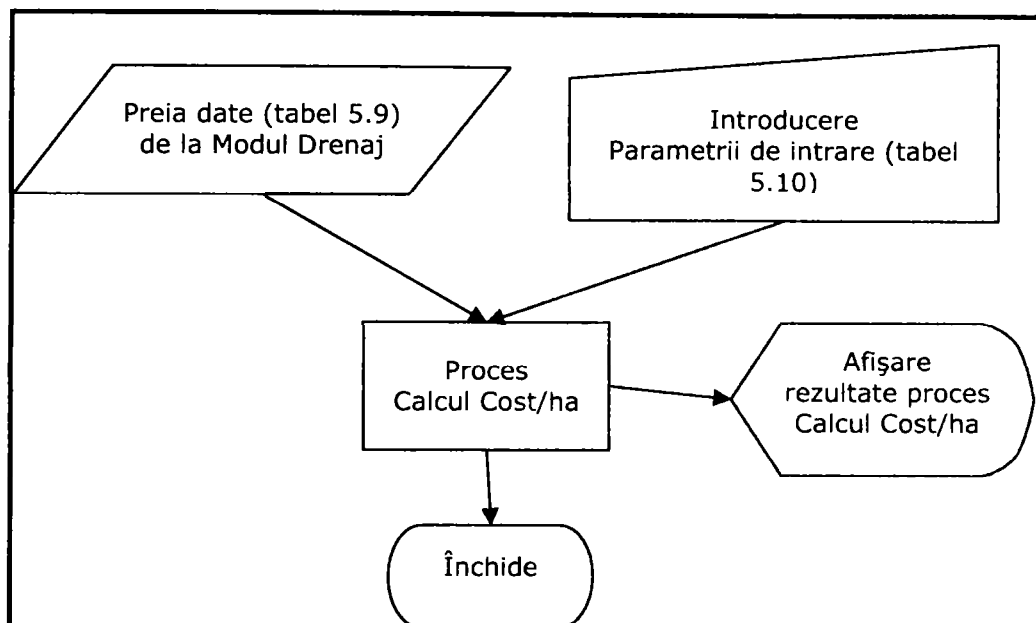


Figura nr.5.24 - Diagrama bloc a modului: Drenaj: Calculul Tehnic-Economic.

Tabelul nr.5.11

Mărimile de intrare/ieșire specifice procesului de calcul tehnico-economic, a sistemului reversibil

Drenaj: Calcul Tehnico - Economic	Mărime	Valoare	UM	Descriere
Parametrii de intrare	L_{dren}	33,29994	m	distanța dintre drenuri
	Lungime dren/ha	300,30	m	lungimea totală a tubului de dren necesară pentru suprafața de 1 ha
	Pret/km	21000	RON	prețul unui km din sistemul dren-filtru
Rezultat	Cost/ha	6306,3175	RON	costul total a sistemului dren-filtru pentru suprafața de 1 ha

Drenaj: Calcul Tehnico-Economic

Ldren (m)

Lungime dren / ha (m)

Pret / Km

Cost / ha

Preia Date

Calcul

Închide

aTc 2006

Figura nr.5.25 - Fereastra grafică de lucru a procesului de calcul tehnico-economic din modulul: Drenaj: Calculul Tehnic-Economic.

5.6.2. Studiul mărimilor caracteristice drenajului și subirigației în funcție de debitul specific de drenaj (q) și respectiv al diametrului tubului de dren (d_0)

Proiectarea unui sistem de drenaj subteran care să satisfacă unor condiții de utilizare reversibile ca subirigația trebuie să ia în seamă pe lângă costul sistemului de drenaj și dacă acesta este valid pentru subirigație. Dacă un sistem se pretează atât pentru drenaj subteran cât și pentru subirigație, chiar dacă este mai scump economic poate fi de preferat unuia care nu se pretează subirigației dar este mai ieftin.

Studiul de față are intenția de a analiza mărimile tehnico-economice ce determină eficiența unui sistem de drenaj subteran și din punct de vedere al subirigației și de a oferi variante practice ale unor sisteme de drenaj-subirigație. Dintre aceste variante posibile, specialistul poate să aleagă, în funcție de condițiile din teren, varianta optimă tehnico-economică. Parametrii constanți de intrare comuni utilizați la calculul sistemelor de drenaj-subirigație sunt prezentați în tabelul nr.5.12.

Tabelul nr.5.12

Parametrii comuni sistemelor de drenaj-subirigație constanți la intrare							
Parametrii tubului de dren		Parametrii drenaj					
Numărul de fante pe circumferința drenului	n	6	-	Norma de drenaj	z	0,8	(m)
Grosimea filtrului	δ	0,002	(m)	Pierdere de sarcină	h	0,6	(m)
Lungimea unei fante	l	0,001	(m)	Permeabilitatea stratului 1 de sol	K_1	1,8	(m/zi)
Lățimea unei fante	b	0,005	(m)	Permeabilitatea stratului 2 de sol	K_2	0,6	(m/zi)
Distanța longitudinală dintre fante	B	0,011	(m)	Distanța dintre interfața straturilor de sol și dren	D_0	0,5	(m)
Permeabilitatea filtrului colmatat	K_{fc}	18,52	(m/zi)	Grosimea celui de-al doilea strat de sol	D_2	2	(m)
Permeabilitatea stratului de sol	K	1,8	(m/zi)				

Parametrii subirigație			
Norma de subirigație	p	1,6	(m)
Panta tubului de dren	i	0,002	%
Adâncimea stratului impermeabil	H	3,9	(m)
Distanța dintre dren și stratul impermeabil	D_0	0,5	(m)
Coeficientul de rugozitate	λ	0,04	-
Debitul total de apă intrat în tub	Qt	25	(L/zi)

Parametrii variabili ai acestui studiu sunt:

- debitul de apă drenat $q \in \{0.005; 0.007; 0.010; 0.015\}$ (m/zi) și
- diametrul tubului de dren $d_0 \in \{0.050; 0.065; 0.080\}$ (m).

Studiul prevede două cazuri de analiză a dependențelor și anume: primul caz, în *absența* unui filtru sau în al doilea caz în *prezența acestui filtru* din împâslitură de fibră de sticlă (IFS) cu grosimea de $\delta = 0.002\text{m}$ înfășurat direct pe dren. Rezultatele numerice realizate în urma calculelor cu aplicația *DrenVSubIR* sunt prezentate în tabelele următoare împreună cu reprezentările grafice:

Tabelul nr.5.13

Dren fără filtru (cazul real)

Calculul ζ_i , determinarea distanței dintre drenuri, verificarea funcționării în subirigație și calcul tehnico economic

		ζ_i		
		d_0 (m)		
		0,050	0,065	0,080
q (m/zi)	0,005	0,5845	0,6116	0,6334
	0,007	0,5845	0,6116	0,6334
	0,010	0,5845	0,6116	0,6334
	0,015	0,5845	0,6116	0,6334

		L_{dren} (m)		
		d_0 (m)		
		0,050	0,065	0,080
q (m/zi)	0,005	41,2392	41,5061	41,7178
	0,007	33,6084	33,8641	34,0673
	0,010	26,8635	27,1056	27,2982
	0,015	20,6073	20,8312	21,0099

		h_{sub} (m)		
		d_0 (m)		
		0,050	0,065	0,080
q (m/zi)	0,005	0,3079	0,3170	0,3181
	0,007	0,3292	0,3485	0,3502
	0,010	0,3791	0,4115	0,4128
	0,015	0,5011	0,5504	0,5480

		H_c+z (m)		
		d_0 (m)		
		0,050	0,065	0,080
q (m/zi)	0,005	4,0158	3,6068	3,5095
	0,007	4,0419	3,6434	3,5469
	0,010	4,0972	3,7122	3,6156
	0,015	4,2258	3,8581	3,7582

Verificarea la subirigație pentru H = 3,9 (m)

		d_0 (m)		
		0,050	0,065	0,080
q (m/zi)	0,005	<i>Nu</i>	<i>Da</i>	<i>Da</i>
	0,007	<i>Nu</i>	<i>Da</i>	<i>Da</i>
	0,010	<i>Nu</i>	<i>Da</i>	<i>Da</i>
	0,015	<i>Nu</i>	<i>Da</i>	<i>Da</i>

		<i>Cost/ha (RON)</i>		
		d_0 (m)		
		0,050	0,065	0,080
q (m/zi)	0,005	4049,5459	4216,2514	4770,1471
	0,007	4968,9951	5167,7086	5841,3753
	0,010	6216,6096	6456,2408	7289,8544
	0,015	8103,9171	8400,8441	9471,7065

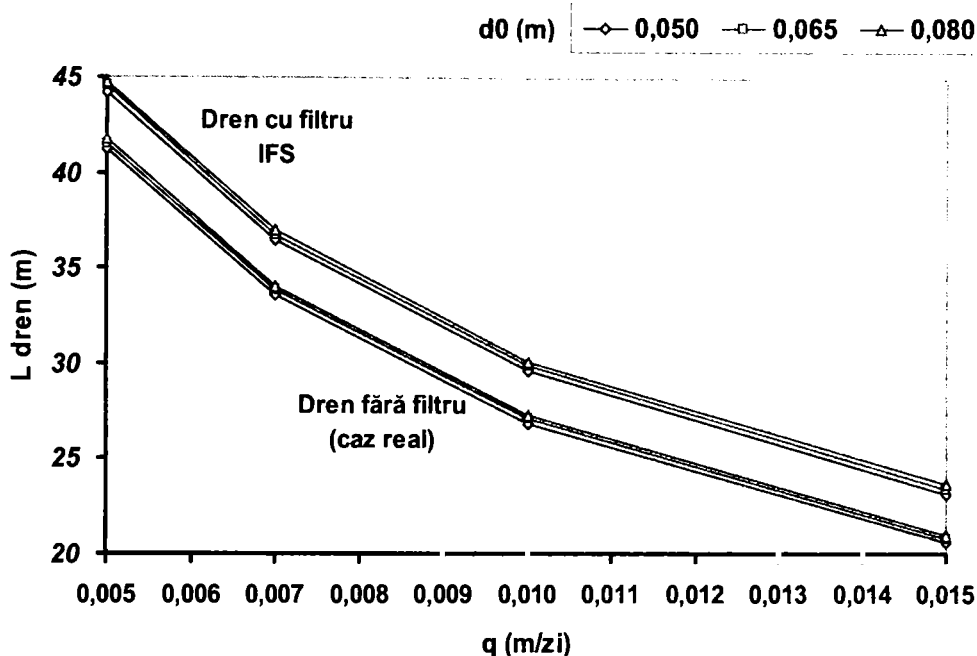


Figura nr.5.26 - Dependența distanței dintre drenuri în funcție de debitul de apă drenat și diametrul tubului de dren.

Tabelul nr. 5.14

Dren cu filtru IFS

Calcul ζ_i , determinarea distanței dintre drenuri, verificarea funcționării în subirigație și calcul tehnico-economic

		ζ_{if}		
		d_0 (m)		
		0,050	0,065	0,080
q (m/zi)	0,005	0,1499	0,1724	0,1902
	0,007	0,1499	0,1724	0,1902
	0,010	0,1499	0,1724	0,1902
	0,015	0,1499	0,1724	0,1902

		L_{dren} (m)		
		d_0 (m)		
		0,050	0,065	0,080
q (m/zi)	0,005	44,2192	44,5063	44,7399
	0,007	36,4863	36,7661	36,9941
	0,010	29,6151	29,8857	30,1066
	0,015	23,1899	23,4481	23,6593

		$h_{sub} (m)$		
		0,050	0,065	0,080
q (m/zi)	0,005	0,3414	0,3484	0,3497
	0,007	0,3643	0,3817	0,3839
	0,010	0,4127	0,4438	0,4463
	0,015	0,5233	0,5732	0,5739

		$H_c+z (m)$		
		0,050	0,065	0,080
q (m/zi)	0,005	4,0160	3,6046	3,5070
	0,007	4,0390	3,6381	3,5417
	0,010	4,0874	3,7005	3,6046
	0,015	4,1980	3,8303	3,7328

Verificarea la subirigație pentru $H = 3,9 (m)$

		$d_0 (m)$		
		0,050	0,065	0,080
q (m/zi)	0,005	<i>Nu</i>	<i>Da</i>	<i>Da</i>
	0,007	<i>Nu</i>	<i>Da</i>	<i>Da</i>
	0,010	<i>Nu</i>	<i>Da</i>	<i>Da</i>
	0,015	<i>Nu</i>	<i>Da</i>	<i>Da</i>

Cost/ha (RON)

		$d_0 (m)$		
		0,050	0,065	0,080
q (m/zi)	0,005	4048,0194	4358,9341	4649,0896
	0,007	4905,9466	5276,5973	5622,5200
	0,010	6044,2138	6491,3985	6908,7907
	0,015	7718,8767	8273,6074	8791,4748

Dependența $L_{dren} = L_{dren}(q, d_0)$ (figura nr.5.26) este delimitată net, pentru toate variabilele, în cele două cazuri, valori mai mari prezentând cazul cu filtru IFS.

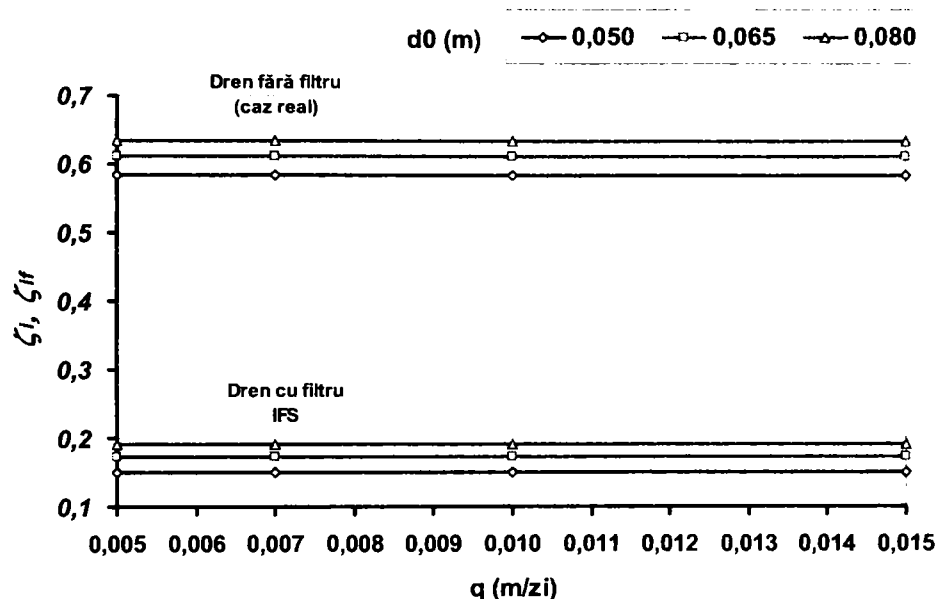


Figura nr.5.27 - Dependența coeficientului pierderii de sarcină la intrarea în dren în funcție de debitul de apă drenat și diametrul tubului de dren.

Acest comportament este previzibil atâta timp cât există o delimitare netă și în cazul dependențelor coeficientului pierderii de sarcină la intrarea în sistemul dren-filtru, $\zeta = \zeta(q, d_0)$, cu valori mult mai mari pentru cazul dren real fără filtru (figura nr.5.27.).

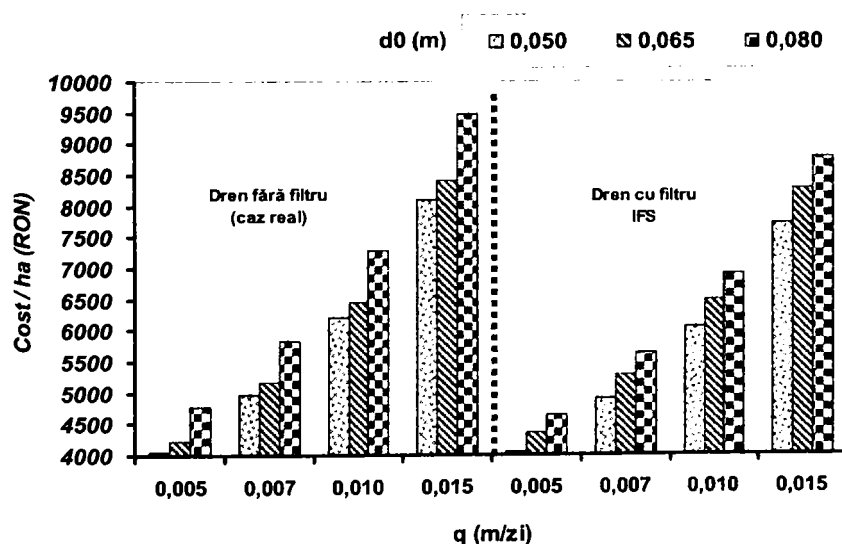


Figura nr.5.28 - Dependența costului pentru suprafața de 1ha a sistemului dren-filtru în funcție de debitul de apă drenat și diametrul tubului de dren.

Consecințele valorilor din curbele de variație ale distanței dintre drenuri, $L_{dren} = L_{dren}(q, d_0)$, pentru cele două cazuri sunt și costurile sistemului dren-filtru pe suprafața de 1ha, $Cost/ha = Cost/ha(q, d_0)$, sunt prezentate în figura nr.5.28.

Aceste costuri sunt mai mari relativ la cele două variabile, în cazul sistemului dren real fără filtru decât în cazul sistemului dren-filtru IFS. Costurile cresc neliniar cu creșterea debitului de apă drenat, q și diametrului tubului de dren, d_0 .

Dependența adâncimii apei în canal în funcție de debitul de apă și diametrul tubului de dren este prezentată în figura nr.5.29 în cele două cazuri. În această figură este reprezentată cu linie întreruptă adâncimea stratului impermeabil, $H=3.9m$. Comparativ cu această valoare de prag variantele de sistem de drenaj subteran care prezintă o valoare mai mică a mărimii $(Hc+z)$ sunt valide pentru utilizarea în regim reversibil de subirigație. Variantele de sistem de drenaj subteran care prezintă o valoare mai mare a mărimii $(Hc+z)$ decât valoarea de prag, nu sunt valide pentru utilizarea în regim reversibil de subirigație.

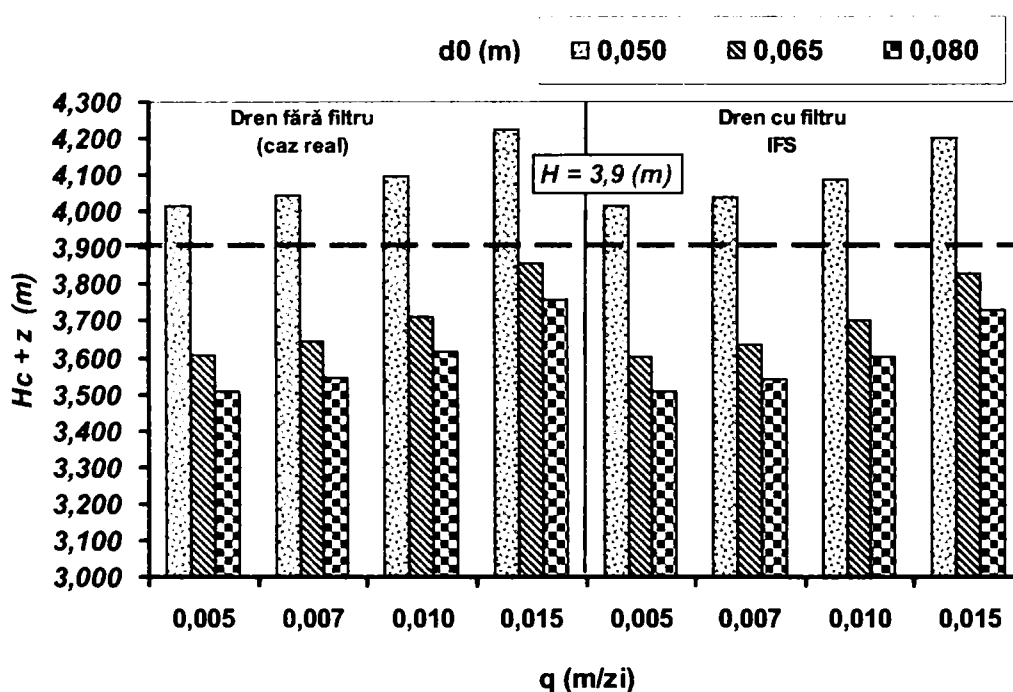


Figura nr.5.29 - Dependența adâncimii apei în canal în funcție de debitul de apă drenat și diametrul tubului de dren.

În concluzie, curbele de variație $Cost/ha = Cost/ha(q, d_0)$ și $(Hc+z) = (Hc+z)(q, d_0)$ analizate împreună demonstrează că variantele de sisteme de drenaj cu debitul de apă drenat $q = 0.005$ (m/zi) și diametrele tubului de dren $d_0 \in \{0.050; 0.065; 0.080\}$ (m) prezintă cele mai mici costuri dar nu sunt valide pentru regimul de funcționare reversibil, adică la subirigație. Specialistul va trebui

să aleagă astfel din variantele rămase din figurile nr. 5.27 și 5.29, variantele cele mai eficiente din punct de vedere tehnico-economic.

5.7. Exemple de calcul practice de utilizare a aplicației DrenVSubIR

5.7.1. Cazul solului unistratificat

Aplicația DrenVSubIR este dezvoltată să realizeze calcule pentru soluri bistratificate adică $K_1 \neq K_2$. Ca urmare pentru utilizarea ei în cazul solurilor unistratificate trebuie introduse valori nule pentru:

- $K_2 = 0$, coeficientul de conductivitate hidraulică a celui de al doilea strat
- $D_2 = 0$, grosimea celui de al doilea strat.

Cu aceste valori se obțin rezultate identice cu cele care utilizează sistemul dren-filtru în aplicațiile pentru calculul drenajului pe soluri unistratificate. Un exemplu numeric este prezentat în tabelul nr.5.15.

Tabelul nr.5.15

Mărimile de intrare/ieșire specifice aplicației DrenVSubIR în cazul solului unistratificat.

Proiectare Drenaj – Ecuția Ernst-David							
Parametrii de intrare	q	0,007	m/zi	Rezultate	D_1	3,30000	m
	h	0,6	m		a	3,22385	-
	K_1	0,355	m/zi		a	1,95221	-
	K_2	0	m/zi		h_v	0,01183	m
	D_0	3	m		h_o	0,14879	m
	D_2	0	m		h_r	0,38258	m
	d_f	0,082	m		h_d	0,05680	m
	ζ	0,20407	-		L_{dren}	14,11423	m

Calcul coeficient ζ							
Parametrii de intrare	n	6	-	Rezultate	δ	0,00100	m
	d_o	0,080	m		χ	7,88732	-
	d_f	0,082	m		α	0,10610	-
	l	0,001	m		β	0,23343	-
	b	0,005	m		A_1	0,39777	-
	B	0,011	m		A_2	1,46280	-
	K_{rc}	2,8	m/zi		B_1	2,03421	-
	K	0,355	m/zi		B_2	3,79329	-
			Z	0,20407	-		

Verificare la SUBIRIGAȚIE – Ecuția David							
Parametrii de intrare	q	0,00700	m/zi	Rezultate	H_m	2,40000	m
	r_0	0,04100	m		H_0	3,12215	m
	K	0,35500	m/zi		T_e	2,76107	m
	ζ	0,20407	-		a	1,30090	-
	L_{dren}	14,11423	m		h_{id}	0,04945	m
	H	4	m		h_{if}	0,02840	m
	p	1,6	m		h_o	0,17783	m
	z	0,8	m		h_r	0,29747	m
	D_0	3	m		h_{sub}	0,47531	m
	i	0,002			H_c	2,95316	m
	λ	0,040			(H_{c+z})	3,75316	m
	Q_t	25	l/zi		H	4,00000	m
	H_0	3,12215	m				

Drenaj: Calcul Tehnico - Economic	Mărimе	Valoare	UM
Parametrii de intrare	L_{dren}	14,11423	m
	Lungime dren/ha	708,50	m
	Pret/km	21000	RON
Rezultat	Cost/ha	14878,5993	RON

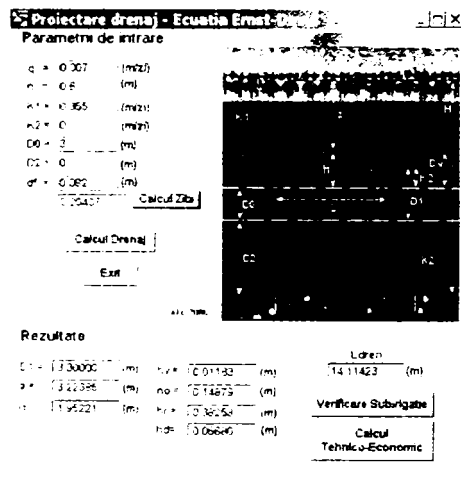


Figura nr.5.30 - Fereastra de lucru pentru proiectarea drenajului subteran în cazul solului unistratificat.

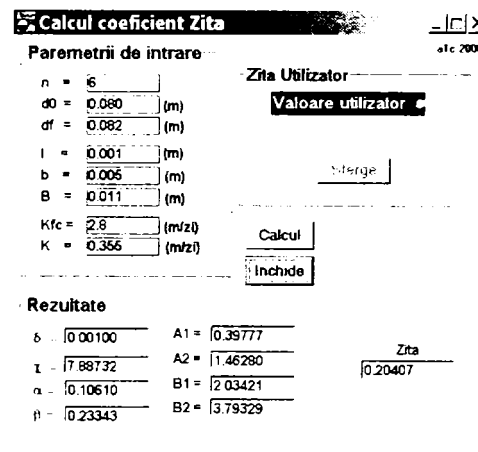


Figura nr.5.31 - Fereastra de lucru pentru calculul coeficientului pierderii de sarcină la intrarea în sistemul dren-filtru, ζ , în cazul solului unistratificat.

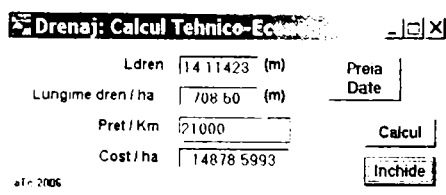


Figura nr.5.32 - Fereastra de lucru pentru calculul tehnico-economic la proiectarea drenajului subteran în cazul solului unistratificat.

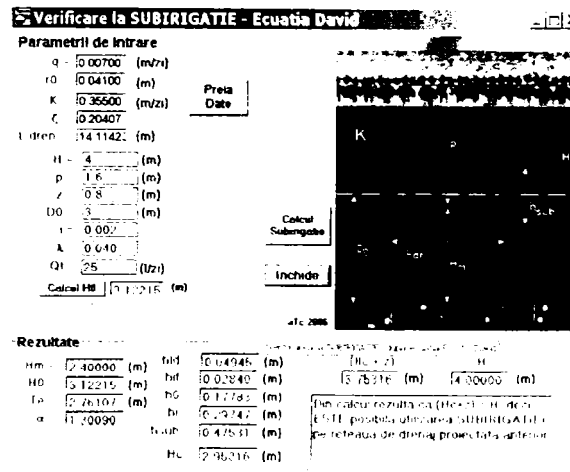


Figura nr.5.33 - Fereastra de lucru pentru verificarea la funcționarea reversibilă - subirigație a drenajului subteran în cazul solului unistratificat.

5.7.2. Cazul solului bistratificat, cu dren ideal fără filtru

Cazul sistemului cu dren ideal fără filtru impune să se introducă următoarele valori particulare pentru anumiți parametri de intrare ai aplicației:

- în fereastra de calcul a coeficientului pierderii de sarcină la intrarea în dren
 - valoarea utilizator nulă, $\zeta = 0$,
 - valori egale pentru diametrele tubului de dren și a sistemului de dren-filtru, $d_0 = d_f$, ca o consecință a lipsei filtrului, adică $\delta = 0$,
 - valori egale pentru coeficienții de conductivitate hidraulică a solului și a filtrului colmatat $K = K_{fc}$, ca o consecință a lipsei filtrului.
- în fereastra de calcul a distanței dintre drenuri valoarea diametrului sistemului dren-filtru trebuie să fie egală cu cea a drenului, $d_f = d_0$.

Un exemplu cu date numerice este prezentate în tabelul nr.5.16.

Tabelul nr.5.16

Mărimile de intrare/ieșire specifice aplicației DrenVSubIR în cazul solului bistratificat cu dren ideal fără filtru.

Proiectare Drenaj – Ecuția Ernst-David							
Parametrii de intrare	q	0,007	m/zi	Rezultate	D ₁	2,30000	m
	h	0,6	m		a	2,29621	-
	K ₁	0,5	m/zi		α	1,44327	-
	K ₂	0,8	m/zi		h _v	0,00840	m
	D ₀	2	m		h ₀	0,22918	m
	D ₂	1	m		h _r	0,36242	m
	d _f	0,080	m		h _δ	0,00000	m
	ζ	0,00000	-		L _{dren}	22,59975	m

Calcul coeficient ζ							
Parametrii de intrare	n	6	-	Rezultate	δ	0,00000	m
	d ₀	0,080	m		χ	1,00000	-
	d _f	0,080	m		α	0,10610	-
	l	0,001	m		β	0,23343	-
	b	0,005	m		A ₁	0,00000	-
	B	0,011	m		A ₂	0,00000	-
	K _{fc}	0,5	m/zi		B ₁	0,00000	-
	K	0,5	m/zi		B ₂	0,00000	-

Verificare la SUBIRIGAȚIE – Ecuția David							
Parametrii de intrare	q	0,00700	m/zi	Rezultate	H _m	2,80000	m
	r ₀	0,04000	m		H ₀	3,45883	m
	K	0,50000	m/zi		Te	3,12941	m
	ζ	0,00000	-		α	1,23530	-
	L _{dren}	22,59975	m		h _{ld}	0,06159	m
	H	4,4	m		h _{if}	0,00000	m
	p	1,6	m		h ₀	0,28562	m
	z	0,8	m		h _r	0,25408	m
	D ₀	3	m		h _{sub}	0,53970	m
	i	0,002			H _c	3,40129	m
	λ	0,04			(H _c +z)	4,20129	m
	Q _t	25	l/zi		H	4,40000	m
	H ₀	3,45883	m		-	-	-

Drenaj: Calcul Tehnico - Economic	Mărime	Valoare	UM
Parametrii de intrare	Ldren	22,59975	m
	Lungime dren/ha	442,48	m
Rezultat	Pret/km	17000	-
	Cost/ha	7522,2073	-

Conform exemplului numeric de mai sus rezultă datele cu ajutorul aplicației DrenVsubIR în figurile de mai jos:

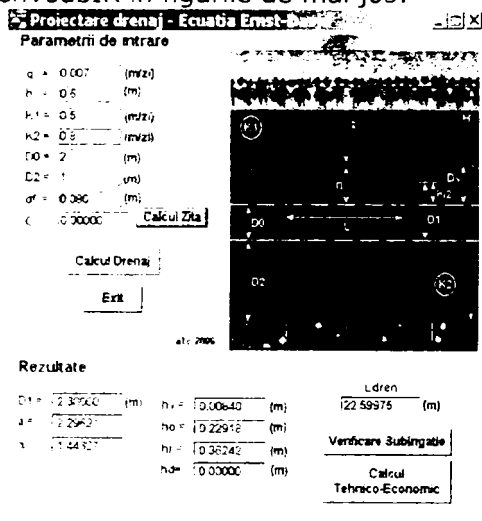


Figura nr.5.34 - Fereastra de lucru pentru proiectarea drenajului subteran în cazul solului bistratificat cu dren ideal fără filtru.

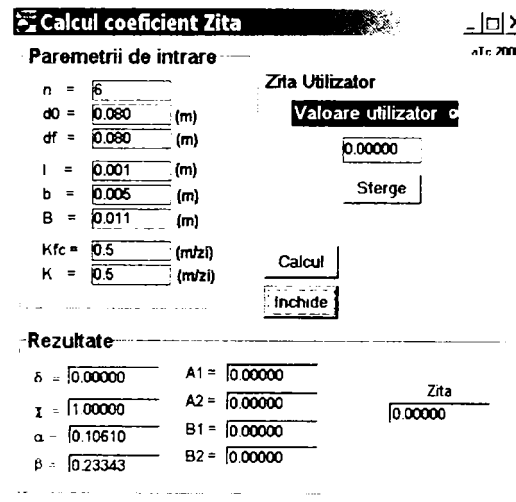


Figura nr.5.35 - Fereastra de lucru pentru calculul coeficientului pierderii de sarcină la intrarea în sistemul dren-filtru, ζ , în cazul solului bistratificat cu dren ideal fără filtru.

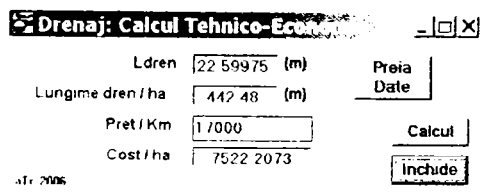


Figura nr.5.36 - Fereastra de lucru pentru calculul tehnico-economic la proiectarea drenajului subteran în cazul solului bistratificat cu dren ideal fără filtru.

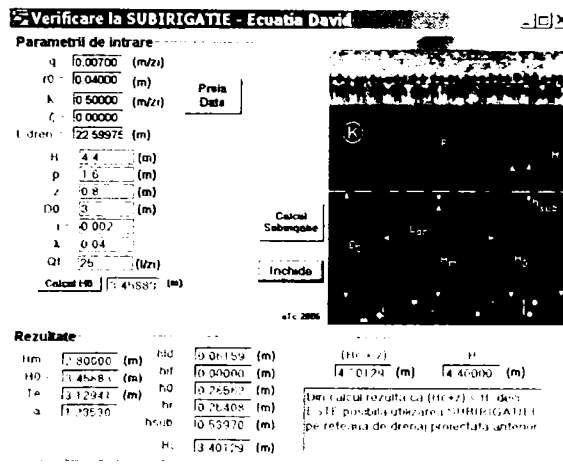


Figura nr.5.37 - Fereastra de lucru pentru verificarea la funcționarea reversibilă-subirigație a drenajului subteran în cazul solului bistratificat cu dren ideal fără filtru.

5.7.3. Cazul solului bistratificat, cu dren real fără filtru

Cazul sistemului reversibil proiectat cu dren real fără filtru, impune să se introducă următoarele valori particulare pentru anumiți parametri de intrare ai aplicației:

- în fereastra de calcul a coeficientului pierderii de sarcină la intrarea în dren:
 - valori egale pentru diametrele tubului de dren și a sistemului de dren-filtru, $d_0 = d_f$, ca o consecință a lipsei filtrului, adică $\delta = 0$,
 - valori egale pentru coeficienții de conductibilitate hidraulică a solului și a filtrului colmatat $K = K_{fc}$, ca o consecință a lipsei filtrului,
- în fereastra de calcul a distanței dintre drenuri valoarea diametrului sistemului dren-filtru trebuie să fie egală cu cea a drenului, $d_f = d_0$.

Un exemplu numeric este prezentat în tabelul nr.5.17.

Tabelul nr.5.17

Mărimile de intrare/ieșire specifice aplicației DrenVSubIR în cazul solului bistratificat cu dren real fără filtru.

Proiectare Drenaj – Ecuația Ernst-David							
Parametrii de intrare	q	0,007	m/zi	Rezultate	D_1	2,30000	m
	h	0,6	m		a	2,29621	-
	K_1	0,5	m/zi		α	1,44327	-
	K_2	0,8	m/zi		h_v	0,00840	m
	D_0	2	m		h_o	0,14458	m
	D_2	1	m		h_r	0,28786	m
	d_f	0,080	m		h_d	0,15916	m
	ζ	0,63335	-		L_{dren}	17,95018	m
Calcul coeficient ζ							
Parametrii de intrare	n	6	-	Rezultate	δ	0,00000	m
	d_0	0,080	m		χ	1,00000	-
	d_f	0,080	m		α	0,10610	-
	l	0,001	m		β	0,23343	-
	b	0,005	m		A_1	0,00000	-
	B	0,011	m		A_2	0,00000	-
	K_{fc}	0,5	m/zi		B_1	0,00000	-
	K	0,5	m/zi		B_2	0,00000	-
			ζ	0,63336	-		
Verificare la SUBIRIGAȚIE – Ecuația David							
Parametrii de intrare	q	0,00700	m/zi	Rezultate	H_m	2,80000	m
	r_0	0,04000	m		H_0	3,45883	m
	K	0,50000	m/zi		T_e	3,12941	m
	ζ	0,63335			a	1,23530	
	L_{dren}	17,95018	m		h_d	0,06159	m
	H	4,4	m		h_{if}	0,07958	m
	p	1,6	m		h_o	0,18018	m
	z	0,8	m		h_r	0,19083	m
	D_0	3	m		h_{sub}	0,37101	m
	i	0,002			H_c	3,31218	m
	λ	0,040			(H_{c+z})	4,11218	m
	Q_t	25	l/zi		H	4,40000	m
	H_0	3,45883	m				

Drenaj: Calcul Tehnico - Economic

Parametrii de intrare	Ldren	17,95018	m
	Lungime dren/ha	557,10	m
Rezultat	Pret/km	17000	RON
	Cost/ha	9470,6555	RON

Ferestrele grafice de lucru sunt prezentate mai jos pentru exemplul numeric luat în calcul:

Proiectare drenaj - Ecuația Ernst

Parametrii de intrare

$q = 0.00$ (m³/zi)
 $n = 0.6$ (m)
 $n1 = 0.5$ (m²/zi)
 $K2 = 0.2$ (m²/zi)
 $D0 = 2$ (m)
 $D2 = 1$ (m)
 $df = 0.060$ (m)
 $\alpha = 0.63336$

Calcul Zita

Calcul Drenaj

Exit

Rezultate

$q = 0.0000$ (m)	$n = 0.00540$ (m)	Ldren = 17.95018 (m)
$n = 0.23927$	$n0 = 0.14458$ (m)	Verificare Subirigație
$n = 0.144297$	$n1 = 0.28736$ (m)	Calcul Tehnico-Economic
	hdn = 0.15516 (m)	

Figura nr.5.38 - Fereastra de lucru pentru proiectarea drenajului subteran în cazul solului bistratificat cu dren real fără filtru.

Calcul coeficient Zita

Parametrii de intrare

$n = 6$
 $d0 = 0.060$ (m)
 $df = 0.060$ (m)
 $l = 0.001$ (m)
 $b = 0.5$ (...)
 $B = 0.011$ (m)
 $Kfc = 0.5$ (m²/zi)
 $K = 0.5$ (m²/zi)

Zita Utilizator

Valoare utilizator

Sterge

Calcul

Inchide

Rezultate

$\delta = 0.00000$	$A1 = 0.00000$	Zita = 0.63335
$l = 1.00000$	$A2 = 0.00000$	
$\alpha = 0.10610$	$B1 = 0.00000$	
$\beta = 0.23343$	$B2 = 0.00000$	

Figura nr.5.39 - Fereastra de lucru pentru calculul coeficientului pierderii de sarcină la intrarea în sistemul dren-filtru, ζ , în cazul solului bistratificat cu dren real fără filtru.

Drenaj: Calcul Tehnico-Economic

Ldren 17.95018 (m)

Lungime dren / ha 557.10 (m)

Pret / Km 17000

Cost / ha 9470.6555

Preia Date

Calcul

Inchide

alic 2006

Figura nr.5.40 - Fereastra de lucru pentru calculul tehnico-economic la proiectarea drenajului subteran în cazul solului bistratificat cu dren real fără filtru.

Verificare la SUBIRIGATIE - Ecuația David

Parametrii de intrare

$q = 0.00700$ (m³/zi)
 $D0 = 0.40000$ (m)
 $K = 0.50000$ (m²/zi)
 $C = 0.63336$
 $L \text{ dren} = 17.95018$ (m)
 $H = 14.4$ (m)
 $p = 1.6$ (m)
 $z = 0.8$ (m)
 $D00 = 3$ (m)
 $f = 0.002$
 $\lambda = 0.04$
 $Qf = 25$ (l/zi)
 $Calcul f_{sub} = 3.47887$ (m)

Preia Date

Calcul Subirigație

Inchide

alic 2006

Rezultate

Hm = 2.80000 (m)	Hd = 0.06150 (m)	(Hm + z)	H
h0 = 3.47887 (m)	hd = 0.07958 (m)	4.11218 (m)	4.40000 (m)
h1 = 3.12941 (m)	hd = 0.11018 (m)		
h2 = 1.75510 (m)	hd = 0.15015 (m)		
	hd = 0.31121 (m)		
	hd = 0.31218 (m)		

Subirigație reversibilă - SUBIRIGATIE
 pentru calculul coeficientului pierderii de sarcină la intrarea în sistemul dren-filtru, ζ , în cazul solului bistratificat cu dren real fără filtru.

Figura nr.5.41 - Fereastra de lucru pentru verificarea la funcționarea reversibilă-subirigație a drenajului subteran în cazul solului bistratificat cu dren real fără filtru.

5.7.4. Cazul solului bistratificat, cu sistem dren-filtru

Cazul sistemului de drenaj cu dren-filtru este cazul general fără impuneri asupra valorilor parametrilor de intrare. Un exemplu numeric este prezentat în tabelul 5.18.

Tabelul nr.5.18

Mărimile de intrare/ieșire specifice aplicației DrenVSubIR în cazul solului bistratificat cu sistem dren-filtru.

Proiectare Drenaj – Ecuația Ernst-David							
Parametrii de intrare	q	0,007	m/zi	Rezultate	D_1	2,30000	m
	h	0,6	m		a	2,29621	-
	K_1	0,5	m/zi		α	1,44327	-
	K_2	0,8	m/zi		h_v	0,00840	m
	D_0	2	m		h_o	0,19717	m
	D_2	1	m		h_r	0,33385	m
	d_f	0,082	m		h_d	0,06058	m
	ζ	0,20643	-		L_{dren}	20,96208	m
Calcul coeficient ζ							
Parametrii de intrare	n	6		Rezultate	δ	0,00100	m
	d_0	0,080	m		χ	7,60000	-
	d_f	0,082	m		α	0,10610	-
	l	0,001	m		β	0,23343	-
	b	0,005	m		A_1	0,39777	-
	B	0,011	m		A_2	1,46280	-
	K_{fc}	3,8	m/zi		B_1	2,03421	-
	K	0,5	m/zi		B_2	3,79329	-
			\square	0,20643	-		
Verificare la SUBIRIGAȚIE – Ecuația David							
Parametrii de intrare	q	0,00700	m/zi	Rezultate	H_m	2,80000	m
	r_0	0,04100	m		H_0	3,51528	m
	K	0,50000	m/zi		T_e	3,15764	m
	ζ	0,20643			α	1,25546	
	L_{dren}	20,96208	m		h_{ld}	0,05443	m
	H	4,4	m		h_{if}	0,03029	m
	p	1,6	m		h_0	0,24353	m
	z	0,8	m		h_r	0,22936	m
	D_0	3	m		h_{sub}	0,47288	m
	i	0,002			H_c	3,35760	m
	λ	0,040			(H_{c+z})	4,15760	m
	Q_t	25	l/zi		H	4,40000	m
	H_0	3,51528	m				

Drenaj: Calcul Tehnico - Economic			
Parametrii de intrare	Ldren	20,96208	m
	Lungime dren/ha	477,05	m
Rezultat	Preț/km	21000	RON
	Cost/ha	10018,0891	RON

Proiectare drenaj - Ecuația Ernst

Parametri de intrare

$q = 0.007$ (m³/zi)
 $\alpha = 0.6$ (m)
 $K_1 = 0.5$ (m/zi)
 $\beta = 0.5$ (m/zi)
 $DC = 2$ (m)
 $US = 1$ (m)
 $df = 0.082$ (m)
 $\gamma = 0.0643$ (m)

Calcul Zeta

Calcul Drenaj

Exit

Rezultate

$L_{dren} = 20.96208$ (m)	$Q_{dren} = 0.00640$ (m)	Ldren = 20.96208 (m)
$\alpha = 0.0982$	$H_0 = 12.19717$ (m)	Verificare Subirigație
$\beta = 0.24327$	$H_1 = 0.33385$ (m)	Calcul Tehnico-Economic
$\gamma = 0.96358$ (m)		

Figura nr.5.42 - Fereastra de lucru pentru proiectarea drenajului subteran în cazul solului bistratificat cu sistem dren-filtru.

Calcul coeficient Zita

Parametri de intrare

Zita Utilizator

Valoare utilizator

$n = 6$
 $d_0 = 0.080$ (m)
 $df = 0.082$ (m)
 $l = 0.001$ (m)
 $b = 0.005$ (m)
 $B = 0.011$ (m)
 $K_{fc} = 3.8$ (m/zi)
 $K = 0.5$ (m/zi)

Calcul

Inchide

Rezultate

$\delta = 0.00100$	$A1 = 0.39777$	Zita
$\lambda = 7.60000$	$A2 = 1.46280$	0.20643
$\alpha = 0.10610$	$B1 = 2.03421$	
$\beta = 0.23343$	$B2 = 3.79329$	

Figura nr.5.43 - Fereastra de lucru pentru calculul coeficientului pierderii de sarcină la intrarea în sistemul dren-filtru, ζ , în cazul solului bistratificat cu sistem dren-filtru.

Drenaj: Calcul Tehnico-Economic

Ldren = 20.96208 (m)

Lungime dren / ha = 477.05 (m)

Preț / Km = 21000

Cost / ha = 10018.0891

Calcul

Inchide

Preia Date

Figura nr.5.44 - Fereastra de lucru pentru calculul tehnico-economic la proiectarea drenajului subteran în cazul solului bistratificat cu sistem dren-filtru.

Verificare la SUBIRIGATIE - Ecuația David

Parametri de intrare

$q = 0.00700$ (m³/zi)
 $\alpha = 0.04100$ (m)
 $K = 0.50000$ (m/zi)
 $C = 0.20643$
 $L_{dren} = 20.96208$ (m)
 $H_0 = 12.19717$ (m)
 $\beta = 0.5$ (m)
 $z = 0.8$ (m)
 $DC = 2$ (m)
 $\gamma = 0.007$
 $\lambda = 0.040$
 $Q_{dren} = 0.00640$ (m)

Calcul Subirigație

Inchide

Rezultate

$H_m = 0.20643$ (m)	$H_{d0} = 0.95443$ (m)	$(H_0 + z)$	H
$H_u = 0.81578$ (m)	$H_{d1} = 0.99272$ (m)	4.18763 (m)	4.40000 (m)
$T_0 = 0.12764$ (m)	$T_{d0} = 0.24357$ (m)		
$\alpha = 0.28546$	$H_u = 0.22926$ (m)		
	$H_{sub} = 0.47283$ (m)		
	$H_1 = 0.37660$ (m)		

Un calcul rezultat ca $H_m > H_{d0}$ și $H_u > H_{d1}$ pentru un utilizator SUBIRIGATIE pe sistemul de drenaj proiectat, indica

Figura nr.5.45 - Fereastra de lucru pentru verificarea la funcționarea reversibilă-subirigație a drenajului subteran în cazul solului bistratificat cu sistem dren-filtru.

5.8. Rezultate obținute privind stabilirea ponderii diferitelor pierderi de sarcină la drenajul orizontal în valoare totală a acestora

Ecuția Ernst de proiectare a drenajului subteran conține trei pierderi de sarcină:

- pierderea de sarcină la curgerea pe verticală, h_v ,
- pierderea de sarcină la curgerea pe orizontală, h_o și
- pierderea de sarcină la curgerea radială, h_r .

Acestor pierderi li se adaugă și pierderea de sarcină la intrarea în sistemul dren-filtru, h_f , introdusă de I. David. Având aceste patru pierderi de sarcină se poate calcula pierderea de sarcină totală cu ajutorul formulei dezvoltată în capitolul III și care are următoarea formă:

$$h = h_v + h_o + h_r + h_f.$$

Până în prezent nu s-au putut face aprecieri asupra ponderilor reale ale curgerilor în pierderea de sarcină totală la proiectarea sistemelor de drenaj subterane. Accesul la valorile celor patru pierderi de sarcină este facilitat de aplicația *DrenVSubIR* în modulul de proiectare a drenajului subteran. Aici sunt prezentate rezultatele numerice, cu precizia a cinci zecimale, pentru ca specialistul să poată calcula, după dorință, ponderile acestora și să concluzioneze asupra regimurilor de lucru în drenaj.

Studiul ponderilor pierderilor de sarcină prezintă în lucrarea de față trei cazuri

- cazul în care $K_1 < K_2$,
- cazul în care $K_1 \cong K_2$,
- cazul în care $K_1 > K_2$,

pentru care s-a rulat aplicația *DrenVSubIR* cu parametrii de intrare și rezultatele numerice prezentate în seturile de tabele și figuri de mai jos.

Tabelul nr.5.19

Mărimile de intrare/ieșire specifice aplicației *DrenVSubIR* în cazul solului bistratificat cu sistem dren-filtru, cazul $K_1 < K_2$.

Proiectare Drenaj – Ecuția Ernst-David							
Parametrii de intrare	q	0,007	m/zi	Rezultate	D_1	0,80000	m
	h	0,6	m		a	4,15116	
	K_1	0,3	m/zi		α	0,86591	
	K_2	1,8	m/zi		h_v	0,01400	m
	D_0	0,5	m		h_o	0,09345	m
	D_2	2	m		h_r	0,42181	m
	d_f	0,080	m		h_f	0,07074	m
	ζ	0,14971			L_{dren}	20,25124	m

Calcul coeficient ζ							
Parametrii de intrare	n	6		Rezultate	δ	0,00100	m
	d_0	0,080	m		χ	61,73333	-
	d_f	0,082	m		α	0,10610	-
	l	0,001	m		β	0,23343	-
	b	0,005	m		A_1	0,39777	-
	B	0,011	m		A_2	1,46280	-
	K_{fc}	18,52	m/zi		B_1	2,03421	-
	K	0,3	m/zi		B_2	3,79329	-
					ζ	0,14971	-

Verificare la SUBIRIGAȚIE – Ecuația David							
Parametrii de intrare	q	0,00700	m/zi	Rezultate	H_m	2,30000	m
	r_0	0,04000	m		H_0	3,01008	m
	K	0,30000	m/zi		T_e	2,65504	m
	ζ	0,14971			a	1,30873	
	L_{dren}	20,25124	m		h_{fd}	0,05455	m
	H	3,9	m		h_{if}	0,03537	m
	p	1,6	m		h_o	0,45053	m
	z	0,8	m		h_r	0,38471	m
	D_0	2,5	m		h_{sub}	0,83524	m
	i	0,002	%		H_c	3,22516	m
	λ	0,04			(H_{c+z})	4,02516	m
	Q_t	25	l/zi		H	3,90000	m
	H_0	3,01008	m				

Drenaj: Calcul Tehnico - Economic	Mărime	Valoare	UM
Parametrii de intrare	L_{dren}	20,25124	m
	Lungime dren/ha	493,80	m
	Pret/km	21000	RON
Rezultat	Cost/ha	10369,7373	RON

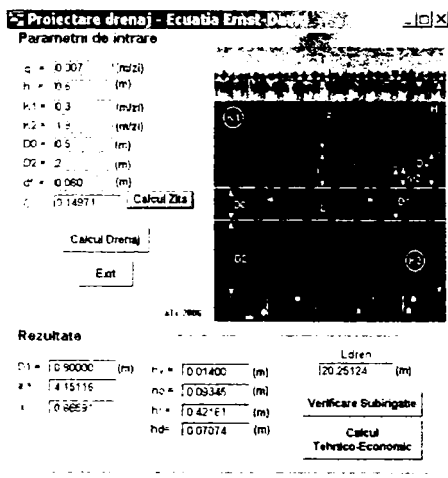


Figura nr.5.46 - Fereastra de lucru pentru proiectarea drenajului subteran în cazul solului bistratificat cu sistem dren-filtru, în care $K_1 < K_2$.

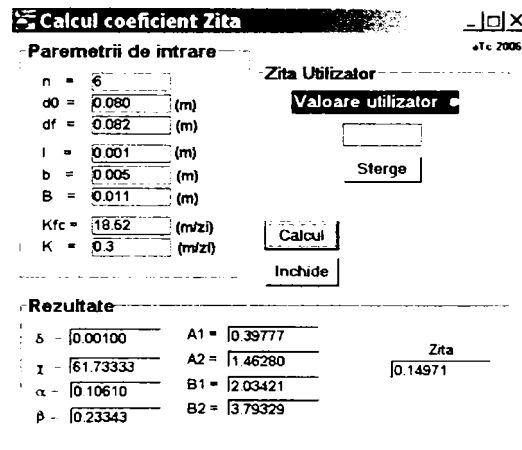


Figura nr.5.47 - Fereastra de lucru pentru calculul coeficientului pierderii de sarcină la intrarea în sistemul dren-filtru, ζ , în cazul solului bistratificat cu sistem dren-filtru, cu $K_1 < K_2$.

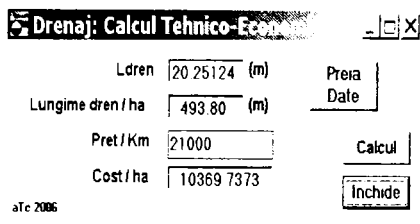


Figura nr.5.48 - Fereastra de lucru pentru calculul tehnico-economic la proiectarea drenajului subteran în cazul solului bistratificat cu sistem dren-filtru, în care $K_1 < K_2$.

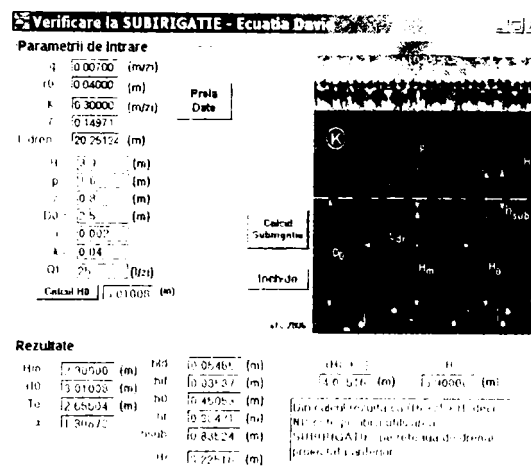


Figura nr.5.49 - Fereastra de lucru pentru verificarea la funcționarea reversibilă-subirigație a drenajului subteran în cazul solului bistratificat cu sistem dren-filtru, în care $K_1 < K_2$.

Tabelul nr.5.20

Mărimile de intrare/ieșire specifice aplicației DrenVSubIR în cazul solului bistratificat cu sistem dren-filtru, cazul $K_1 \cong K_2$

Proiectare Drenaj – Ecuația Ernst-David							
Parametrii de intrare	q	0,007	m/zi	Rezultate	D_1	0,80000	m
	h	0,6	m		a	4,71632	-
	K_1	0,3	m/zi		a	0,86591	-
	K_2	0,5	m/zi		h_v	0,01400	m
	D_0	0,5	m		h_0	0,18253	m
	D_2	2	m		h_r	0,34729	m
	d_f	0,082	m		h_d	0,05618	m
	ζ	0,14971	-		L_{dren}	16,08317	m

Calcul coeficient ζ							
Parametrii de intrare	n	6	-	Rezultate	δ	0,00100	m
	d_0	0,080	m		χ	61,73333	-
	d_f	0,082	m		a	0,10610	-
	l	0,001	m		β	0,23343	-
	b	0,005	m		A_1	0,39777	-
	B	0,011	m		A_2	1,46280	-
	K_{fc}	18,52	m/zi		B_1	2,03421	-
	K	0,3	m/zi		B_2	3,79329	-
				ζ	0,14971	-	

Verificare la SUBIRIGAȚIE – Ecuația David							
Parametrii de intrare	q	0,00700	m/zi	Rezultate	H_m	2,30000	m
	r_0	0,04100	m		H_0	3,02370	m
	K	0,30000	m/zi		T_e	2,66185	m
	ζ	0,14971	-		a	1,31465	-
	L_{dren}	16,08317	m		h_{ld}	0,04821	m
	H	3,9	m		h_{if}	0,02809	m
	p	1,6	m		h_0	0,28343	m
	z	0,8	m		h_r	0,28123	m
	D_0	2,5	m		h_{sub}	0,56466	m
	i	0,002	%		H_c	2,94096	m
	λ	0,04	-		(H_c+z)	3,74096	m
	Q_t	25	l/zi		H	3,90000	m
	H_0	3,02370	m				

Drenaj: Calcul Tehnico - Economic			
Parametrii de intrare	L_{dren}	16,08317	m
	Lungime dren/ha	621,77	m
	Pret/km	21000	RON
Rezultat	Cost/ha	13075,1275	RON

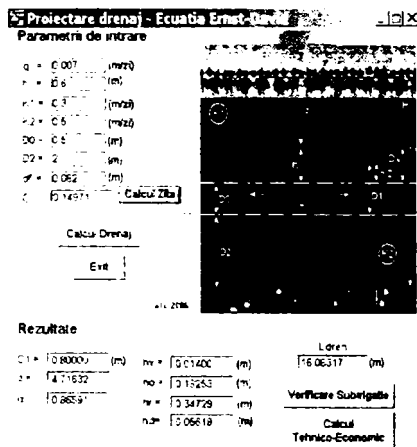


Figura nr.5.50 - Fereastra de lucru pentru proiectarea drenajului subteran în cazul solului bistratificat cu sistem dren-filtru, în care $K_1 \cong K_2$.

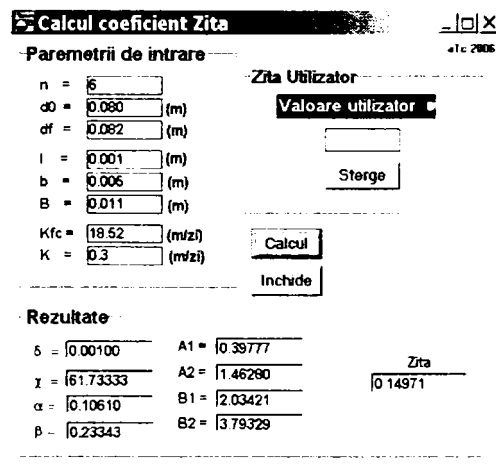


Figura nr.5.51 - Fereastra de lucru pentru calculul coeficientului pierderii de sarcină la intrarea în sistemul dren-filtru, ζ , în cazul solului bistratificat cu sistem dren-filtru, cu $K_1 \cong K_2$.

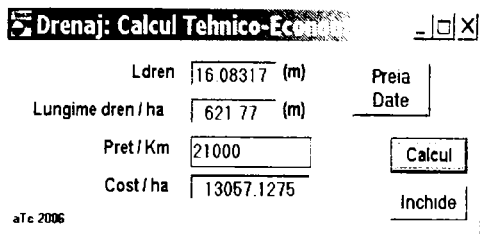


Figura nr.5.52 - Fereastra de lucru pentru calculul tehnico-economic la proiectarea drenajului subteran în cazul solului bistratificat cu sistem dren-filtru, în care $K_1 \cong K_2$.

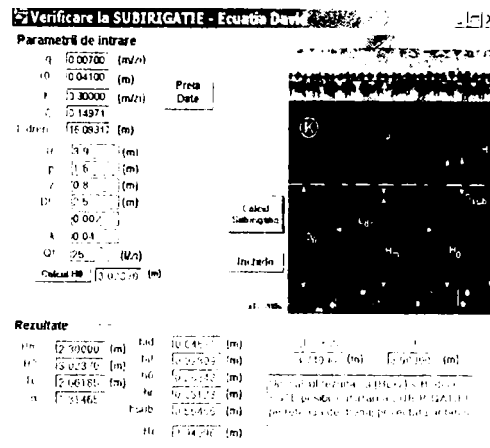


Figura nr.5.53 - Fereastra de lucru pentru verificarea la funcționarea reversibilă-subirigație a drenajului subteran în cazul solului bistratificat cu sistem dren-filtru, în care $K_1 \cong K_2$.

Tabelul nr.5.21
Mărimile de intrare/ieșire specifice aplicației DrenVSubIR în cazul solului bistratificat cu sistem dren-filtru, cazul $K_1 > K_2$.

Proiectare Drenaj – Ecuația Ernst-David							
Parametrii de intrare	q	0,007	m/zi	Rezultate	D_1	0,80000	m
	h	0,6	m		a	5,47200	
	K_1	1,8	m/zi		α	0,86591	
	K_2	0,3	m/zi		h_v	0,00233	m
	D_0	0,5	m		h_o	0,45024	m
	D_2	2	m		h_r	0,12355	m
	d_f	0,080	m		h_d	0,02388	m
	ζ	0,18952			L_{dren}	32,39896	m

Calcul coeficient ζ							
Parametrii de intrare	n	6		Rezultate	δ	0,00100	m
	d_0	0,080	m		χ	10,28889	
	d_f	0,082	m		α	0,10610	
	l	0,001	m		β	0,23343	
	b	0,005	m		A_1	0,39777	
	B	0,011	m		A_2	1,46280	
	K_{fc}	18,52	m/zi		B_1	2,03421	
	K	1,8	m/zi		B_2	3,79329	
				ζ	0,18952		

Verificare la SUBIRIGAȚIE – Ecuația David							
Parametrii de intrare	q	0,00700	m/zi	Rezultate	H _m	2,30000	m
	r ₀	0,04000	m		H ₀	3,03351	m
	K	1,80000	m/zi		T _e	2,66675	m
	ζ	0,18952			α	1,31892	
	L _{dren}	32,39896	m		h _{ld}	0,05455	m
	H	3,9	m		h _{lf}	0,01194	m
	p	1,6	m		h ₀	0,19134	m
	z	0,8	m		h _r	0,12565	m
	D ₀	2,5	m		h _{sub}	0,31699	m
	i	0,002			H _c	2,68349	m
	λ	0,04			(H _{c+z})	3,48349	m
	Q _t	25	l/zi		H	3,90000	m
	H ₀	3,03351	m				

Drenaj: Calcul Tehnico - Economic			
Parametrii de intrare	Ldren	32,39896	m
	Lungime dren/ha	308,65	m
	Pret/km	21000	
Rezultat	Cost/ha	6481,6886	

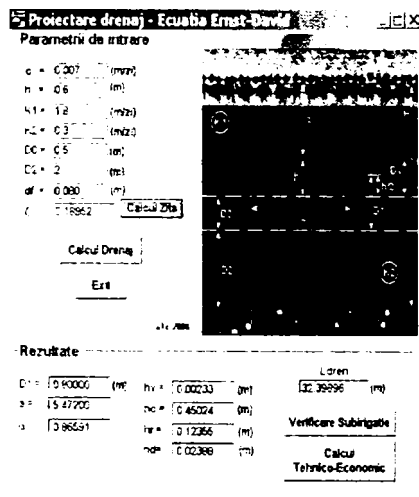


Figura nr.5.54 - Fereastra de lucru pentru proiectarea drenajului subteran în cazul solului bistratificat cu sistem dren-filtru, în care $K_1 > K_2$.

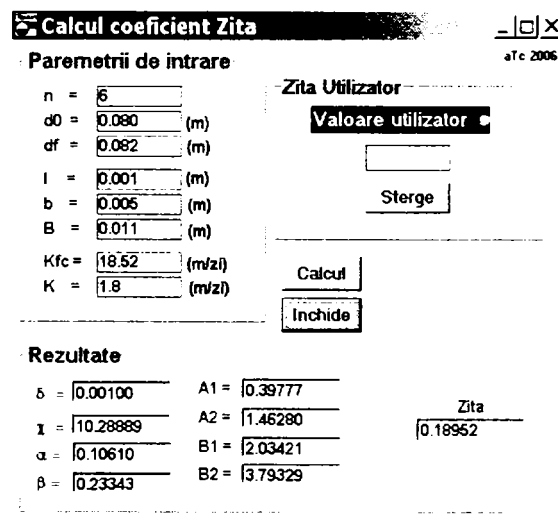


Figura nr.5.55 - Fereastra de lucru pentru calculul coeficientului pierderii de sarcină la intrarea în sistemul dren-filtru, ζ, în cazul solului bistratificat cu sistem dren-filtru, cu $K_1 > K_2$.

Figura nr.5.56 - Fereastra de lucru pentru calculul tehnico-economic la proiectarea drenajului subteran în cazul solului bistratificat cu sistem dren-filtru, în care $K_1 > K_2$.

Rezultatele numerice ale valorilor pierderilor de sarcină sunt prezentate cantitativ în tabelul cumulativ nr.5.22, pentru cele trei cazuri descrise mai sus, alături de valorile numerice ale altor mărimi caracteristice sistemelor de drenaj subteran și subirigație.

Tabelul nr.5.22

Tabel cumulativ cu valorile unor mărimi caracteristice sistemelor reversibile de drenaj subteran și subirigație (pentru toate cazurile s-a luat $K_{fc} = 18.52$)

K1 (m/zi)	K2 (m/zi)	ζ	Ldren (m)	(Hc + z) (m)	h_0 (m)	h_r (m)	h_i (m)	h_v (m)	(Hc + z) (m)	H (m)	Subirigație
0,3	1,8	0,14971	20,251	0,01400	0,09345	0,42181	0,07074	0,83524	4,025	3,9	NU
0,3	0,5	0,14971	16,083	0,01400	0,18253	0,34729	0,05618	0,56466	3,740	3,9	DA
1,8	0,3	0,18952	32,398	0,00233	0,45024	0,12355	0,02388	0,31699	3,483	3,9	DA

Concluzia rezultată imediat din punct de vedere al funcționării reversibile de tip subirigație este că sistemul de drenaj subteran din cazul $K_1 < K_2$ prezintă o distanță dintre drenuri mai mare decât cea a sistemului din cazul $K_1 \cong K_2$. Cu toate că, în consecință, primul sistem de drenaj este mai ieftin de realizat față de cel de-al doilea, el nu poate fi utilizat în subirigație.

Sistemele de drenaj proiectate în aceste trei cazuri au avut o valoare a coeficientului de conductivitate hidraulică a filtrului colmatat de $K_{fc} = 18.52$. Această valoare este foarte mare și practic s-a considerat filtrul necolmatat, caz în care practic rezistența la intrarea în sistemul dren-filtru este mult mai mică decât în cazul colmatat. Cu toate acestea ponderea pierderii de sarcină la intrarea în sistemul dren-filtru este suficient de mare pentru a fi luată în calcul.

Sistemele de drenaj proiectate cu o valoare a coeficientului de conductivitate hidraulică a filtrului colmatat de $K_{fc} = 3.8$ prezintă o pondere a pierderii de sarcină la intrarea în sistemul dren-filtru de două ori mai mare decât în fiecare din cele trei cazuri prezentate.

Acest studiu relevă faptul că introducerea relațiilor de calcul a pierderii de sarcină la intrarea în sistemul dren-filtru de către I. David [18], face ca proiectarea sistemului de drenaj subteran să fie completă din punct de vedere tehnico-matematic și să asigure o precizie sporită asupra rezultatelor aplicate în teren.

Figura nr.5.57 - Fereastra de lucru pentru verificarea la funcționarea reversibilă-subirigație a drenajului subteran în cazul solului bistratificat cu sistem dren-filtru, în care $K_1 > K_2$.

Introducerea pierderii de sarcină la intrarea în sistemul dren-filtru de către I. David [18] face posibil studiul variației pierderilor de sarcină pe o anumită distanță dintre drenuri (ceilalți parametri se păstrează constanți). (figura nr.5.58).

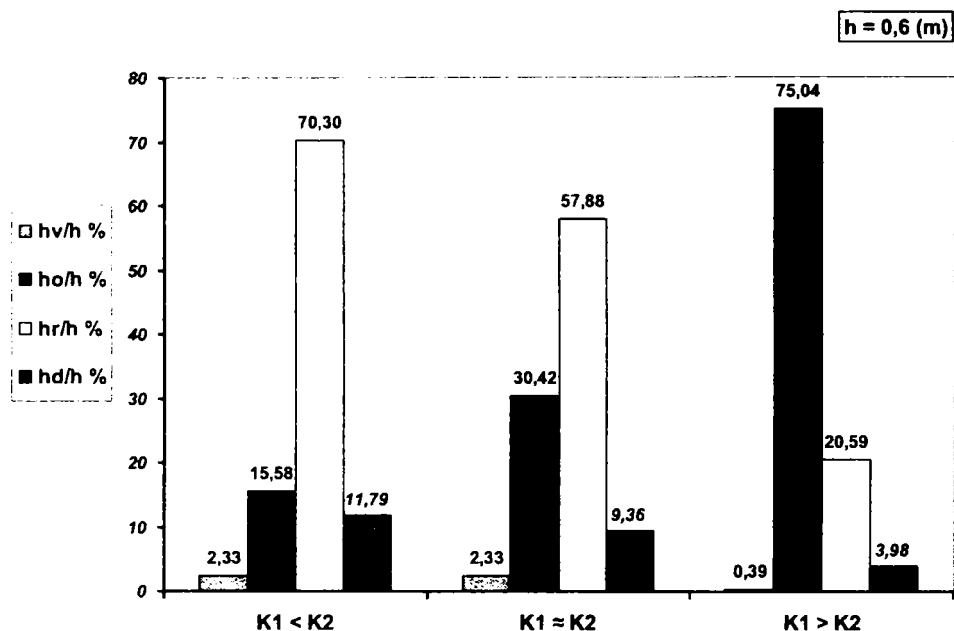


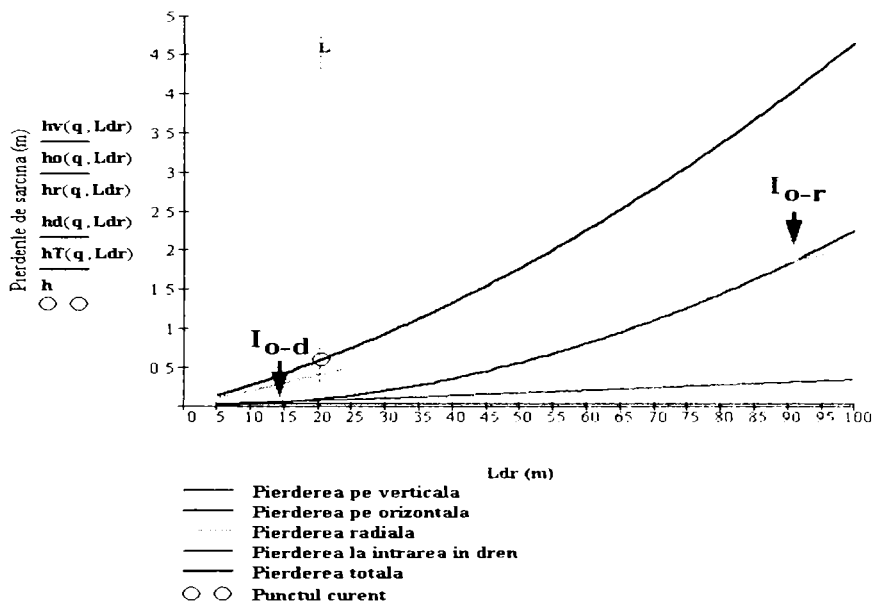
Figura nr.5.58 - Distribuția ponderilor pierderilor de sarcină.

Rezultatele acestui studiu, pentru cele trei cazuri luate în considerare, sunt reprezentate grafic în figurile următoare.

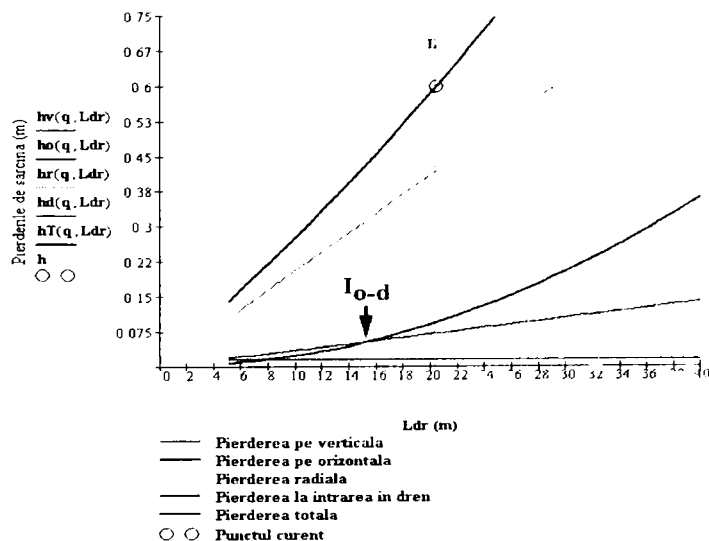
Aceste variații ale pierderilor de sarcină pe o anumită distanță între drenuri relevă intersecții ale curbelor ce definesc aceste dependențe. Astfel sunt prezente două puncte de intersecție:

- la distanțe între drenuri relativ mai mici se intersectează curba pierderii de sarcină la mișcarea pe orizontală, $h_o(L_{dr})$, și curba pierderii de sarcină la intrarea în sistemul dren-filtru, $h_d(L_{dr})$ - punctul I_{o-d} ;
- la distanțe între drenuri relativ mari se intersectează curba pierderii de sarcină la mișcarea pe orizontală, $h_o(L_{dr})$, și curba pierderii de sarcină la mișcarea radială, $h_r(L_{dr})$, punctul I_{o-r} .

Aceste puncte de intersecție delimitează regimuri de funcționare a drenajului subteran pentru un anumit set de date.



a
 Figura nr. 5.59 - Variația pierderilor de sarcină cu distanța între drenuri, cazul $K_1 < K_2$,
 a - pentru $L_{dr} \in [0; 100]$ (m)



b
 Figura nr. 5.60 - Variația pierderilor de sarcină cu distanța între drenuri, cazul $K_1 < K_2$, b - pentru $L_{dr} \in [0; 40]$ (m).

Punctul curent de coordonate (h, L_{dr}) , pentru cazul $K_1 < K_2$, se regăsește în imediata apropiere a punctului de intersecție I_{o-d} (figura nr. 5.59) aflat la distanțe între drenuri de ordinul 15-20 m. Din această dependență se mai poate observa că punctul de intersecție I_{o-r} se află la distanțe între drenuri de 90-95 m.

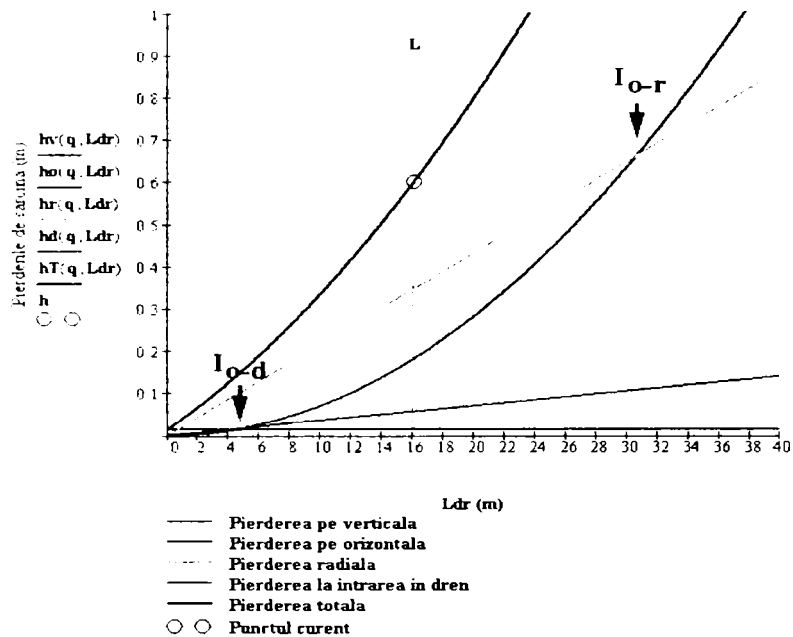


Figura nr.5.61 - Variația pierderilor de sarcină cu distanța între drenuri, cazul $K_1 \approx K_2$, pentru $L_{dr} \in [0; 40]$ (m).

Punctul curent de coordonate (h, L_{dr}) , pentru cazul $K_1 \approx K_2$, se regăsește aproximativ la jumătatea distanței dintre punctele de intersecție I_{o-d} și I_{o-r} (figura nr. 5.61.). Punctul de intersecție I_{o-d} se găsește la distanțe între drenuri de ordinul 4-6 m, iar punctul de intersecție I_{o-r} se află la distanțe între drenuri de 30-32 m.

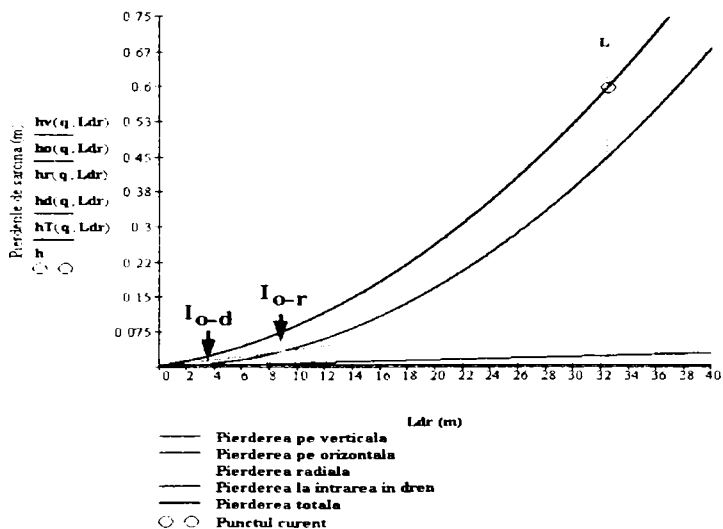


Figura nr.5.62 - Variația pierderilor de sarcină cu distanța între drenuri, cazul $K_1 > K_2$, pentru $L_{dr} \in [0; 40]$ (m).

Punctul curent de coordonate (h, L_{dr}) , pentru cazul $K_1 > K_2$, este situat mult departe de punctul de intersecție I_{o-r} (figura nr.5.62.). Punctul de intersecție I_{o-d} se găsește la distanțe între drenuri de ordinul 2-4 m, iar punctul de intersecție I_{o-r} se află la distanțe între drenuri de 8-10 m.

Concluzia finală rezultată în urma studiului realizat anterior arată că cele trei cazuri analizate pentru $K_1 < K_2$, $K_1 \cong K_2$, $K_1 > K_2$, au o distribuție diferită a punctelor de intersecție I_{o-d} și I_{o-r} în funcție de distanța între drenuri, dar pot preciza poziția punctului curent adică regimul de lucru al drenajului subteran respectiv.

Capitolul VI.

Concluzii și contribuții originale

6.1. Concluzii generale

În capitolul 1 intitulat „Lucrările de îmbunătățiri funciare în România” se prezintă sintetic istoricul, prezentul și viitorul lucrărilor de îmbunătățiri funciare. Pentru implementarea amenajărilor reversibile de drenaj-subirigație este foarte important să cunoaștem folosința terenurilor agricole respective ce urmări efective vor avea asupra mediului înconjurător (apă, sol, aer, plantă). Am făcut referiri și asupra modului de organizare al activității sectorului de îmbunătățiri funciare din România și am încadrat perimetrul studiat în organizarea A.N.I.F. R.A. București, Sucursala Administrativ Teritorială Bihor (Oradea). Sintetic este prezentată evoluția modului de evaluare și planificare a folosinței terenurilor agricole și perspectiva dezvoltării agriculturii românești. Pentru protecția mediului înconjurător am propus efectuarea unui calcul de prognoză pentru solurile predispușe la sărăturare secundară pe baza ecuației de bilanț a apei și a solului pentru terenurile irigate, pentru a preîntâmpina efectele negative pe care le-ar putea produce asupra mediului în cazul în care se face o exploatare defectuoasă a acestora.

În capitolul 2 intitulat „Obiectivele tezei. Materialul și metoda de cercetare” sunt expuse clar cele mai reprezentative obiective avute la elaborarea prezentei teze de doctorat iar în subcapitolul următor am prezentat materialul și metoda de cercetare, pe baza cărora am realizat obiectivele menționate anterior.

În capitolul 3 intitulat „Stadiul cunoașterii la nivel internațional privind îmbunătățirile funciare-subirigația”, se prezintă realizările în diferite țări ale lumii (China, Statele Unite ale Americii, Fostele state ale Uniunii Sovietice) în domeniul amenajărilor de irigații, drenaje și subirigații. Dintre acestea S.U.A. folosește cel mai mult amenajările reversibile de drenaj-subirigație (Ohio – Districtul Wood, Piketon – districtul Pike, Carolina de Nord, etc.). Astfel, Guelf (S.U.A.) arată că subirigația este o tendință ireversibilă, pe care mulți horticultori au folosit-o la creșterea și cultivarea plantelor și arbuștilor decorativi. În țările U.E. în ultimii 5-10 ani a fost introdusă subirigația datorită avantajelor pe care aceasta le prezintă în comparație cu irigația și în același timp pentru asigurarea unei dezvoltări durabile a agriculturii. Tot în acest capitol am definit drenajul, drenajul controlat și subirigația, împreună cu schemele de lucru ale acestora, modul corect al lor de funcționare, respectiv modul de monitorizare al controlului apei subterane pentru funcționarea reversibilă a amenajării de drenaj în subirigație. Am făcut referiri privind cerințele de calitate pentru apa de subirigație și a nivelului de distribuție al apei subterane pentru un teren neuniform. Tot aici am prezentat modelul matematic pentru calculul interacțiunii irigații-drenaj pe baza bilanțului apei în sol și a bilanțului salin al apei. În continuare, lucrarea face referiri asupra impactului interacțiunii irigații-drenaj și subirigație asupra terenurilor, modul de evaluare al impactului irigației și a strategiilor de drenaj în agricultura durabilă.

În capitolul 4 intitulat „Aspecte teoretice privind calculul drenajului și subirigației din cadrul amenajărilor cu funcționare reversibilă” am prezentat noțiunile generale de hidraulică ale scurgerii apei freactice către drenurile agricole orizontale.

Astfel, pentru dimensionarea drenajului orizontal indus în tuburi (elementul principal în realizarea amenajărilor reversibile de drenaj-subirigație), sunt trecute în revistă modelele și relațiile: Donan, Hooghoudt, Ernst și I. David pentru regimul permanent de funcționare și modul de verificare în regim nepermanent. Plecând de la relația Ernst și I. David am detaliat pierderile de sarcină la drenajul orizontal închis cu tuburi, pentru a putea aprofunda cercetărilor teoretice fundamentale asupra pierderii de sarcină radială și la intrarea în tubul de dren, pregătind astfel partea teoretică pentru elaborarea unui soft care să permită contribuții și lămuriri suplimentare asupra coeficientului de corecție „a” din relația Ernst pentru pierderea de sarcină radială.

În capitolul 5 intitulat „Rezultate proprii obținute” am prezentat rezultatele studiilor și cercetărilor obținute în cadrul tezei astfel:

- *paragraful 5.1.* – cu privire la realizarea bazei de date necesară realizării hărții de raionare pedo-hidro-ameliorativă a teritoriului jud. Bihor, am folosit soft-ul MapSys 7.0 în premieră, pentru lucrările de drenaj-subirigație; de remarcat că, prin folosirea G.I.S.-ului din soft-ul MapSys 7.0 descris în detaliu în cadrul tezei, s-a realizat o aplicație concretă pentru teritoriul jud. Bihor, unde plecând de la harta solului și cea a excesului de umiditate s-a ajuns la harta raionării pedo-hidro-ameliorative în care sunt evidențiate parțial și cantitativ suprafețele care se pretează la drenaj, subirigație și respectiv care nu necesită lucrări. Această aplicație poate fi folosită pentru realizarea acestui studiu în orice zonă a țării;
- *paragraful 5.2.* – realizarea programului de calcul automat al distanței între drenuri folosind programul original realizat în prezenta teză și denumit DrenVSubIR în mediul de programare Borland Delphi Pascal 7.0. Acest program, după ce determină distanța dintre drenuri (L) și verifică funcționarea aceluiași sistem la subirigație ne dă și un calcul tehnico-economic de proiectare al acestui sistem. Este descris în detaliu acest program inclusiv schema logică și cele trei module: primul intitulat „Proiectare Drenaj – Ecuația Ernst David” pe baza relațiilor acestora în regim de funcționare permanent folosind rezultatele „studiilor de drenaj” (Wehry A., Man T.E. și colab., conform metodologiei U.P.T.); al doilea modul se numește „Verificare subirigație – Ecuația David I.” dezvoltat pe baza relației cunoscută din literatura de specialitate și dată de I. David.; și al treilea modul „Calcul tehnico-economic” pe baza procedurii stabilit în urma unor cercetări contractuale la Universitatea „Politehnica” din Timișoara privind modul de realizare a studiilor de drenaj. 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.
- *paragraful 5.3.* - detaliază rezultatele obținute privind valoarea coeficientului de corecție „a” din relația Ernst, prin interpolarea 3D, prin metoda RBF (radial basic function). Se prezintă baza teoretică a interpolării RBF și sistemul de ecuații de formă matriceală obținându-se valorile exacte ale coeficientului de corecție „a” Ernst pentru mișcarea radială și figurile originale realizate de reprezentarea grafică a valorilor coeficientului de corecție „a” din relația lui Ernst. Rezultatele sunt corecte și sunt rezultatele nivelului tehnic oferit de facilitățile aplicării informaticii.
- *paragraful 5.4.* - stabilește corelația dintre adâncimea nivelului freatic și umiditatea la suprafață a solului $W = f(H)$ impunând cunoașterea legii de variație a umidității solului deasupra nivelului freatic, pentru a stabili modul

de exploatare rațional al acestora, pentru menținerea nivelului freatic în exploatare între valorile normei de drenaj (z) și ale normei de subirigație (p), care asigură la nivelul terenului o umiditate cuprinsă în intervalul I.U.A. (umiditatea activă) pentru o dezvoltare corespunzătoare a culturilor agricole. Ca studiu de caz au fost alese două foraje (F5 și F7) din perimetrul aferent forajelor de alimentare cu apă pentru municipiul Oradea, pentru care, pe baza probelor de sol prelevate s-a întocmit diagrama de variație a umidității pe adâncimea profilului de sol $W = f(H)$ și respectiv diagrama de regresie liniară care a dat datele necesare calculului de verificare a funcționării la subirigație.

- *paragraful 5.5.* - prezintă rezultatele obținute privind verificarea la subirigație folosind programul intitulat „Verificare la subirigație – relația I. David”. Rezultatele calculului de verificare a funcționării la subirigație sunt prezentate sintetic tabelar.
- *paragraful 5.6.* - prezintă rezultatele obținute în vederea stabilirii variantei optime de proiectare tehnico-economică eficientă a drenajului, folosind programul de calcul DrenVSubIR, și o analiză privind influența mărimii debitului specific de drenaj (q) și a diametrului tubului de dren (d_0) asupra mărimilor caracteristice ale drenajului și subirigației având rezultatele sintetizate în grafice și figuri astfel: $L = f(q)$ pentru tuburile de drenaj cu $d_0 = 0,05; 0,065; 0,080$ cm, $\zeta_i, \zeta_{ir} = f(q)$ pentru tuburile de drenaj cu același d_0 , $Cost/ha$ (RON) = $f(q)$ pentru tuburile de drenaj cu același d_0 și $(H_c + z)$ (m) = $f(q)$ pentru tuburile de drenaj cu același d_0 . Astfel, aceste costuri sunt mai mari relativ la cele două variabile, în cazul sistemului dren real fără filtru decât în cazul sistemului dren-filtru IFS. Costurile cresc neliniar cu creșterea debitului de apă drenat, q și a diametrului tubului de dren, d_0 . În concluzie, curbele de variație $Cost/ha = Cost/ha(q, d_0)$ și $(H_c + z) = (H_c + z)(q, d_0)$ analizate împreună demonstrează că variantele de sisteme de drenaj cu debitul de apă drenat $q = 0.005 (m/zi)$ și diametrele tubului de dren $d_0 \in \{0.050; 0.065; 0.080\}$ (m) prezintă cele mai mici costuri dar nu sunt valide pentru regimul de funcționare reversibil, adică la subirigație. Specialistul va trebui să aleagă astfel din figurile nr. 5.21 și 5.23, variantele eficiente din punct de vedere tehnico-economic.
- *paragraful 5.7.* sunt prezentate rezultatele obținute în urma rulării programului de calcul DrenVSubIR – toate modulele, considerând ca exemple de calcul, luate în studiu și prezentate sintetic tabelar, solurile din jud. Bihor.
- *paragraful 5.8.* - pentru a completa cercetările privind pierderile de sarcină la drenajul orizontal, ca pondere a lor în valoarea totală, lucru mai puțin elucidat în literatura tehnică de specialitate, tot prin programul DrenVSubIR - modulul de proiectare al drenajului subteran, au fost analizate ponderile acestora pentru trei cazuri frecvent întâlnite în profilele de sol drenate: $K_1 < K_2$, $K_1 \cong K_2$, $K_1 > K_2$. Rezultatele obținute sunt prezentate în tabele, etapizat pentru fiecare caz în parte, respectiv sunt centralizate în tabelul cumulativ din anexă în care se face și observația când este posibilă și când nu este posibilă subirigația, lucru imposibil de prognozat fără această analiză. Este ilustrativ reprezentată distribuția procentuală a acestor ponderi ale pierderilor de sarcină (verticală, orizontală, radială și la intrarea apei în tubul de dren) în graficul din figura 5.22. Rezultatele studiului se încheie cu

graficele originale realizate în care sunt prezentate variațiile pierderilor de sarcină funcție de distanța între drenuri pentru cele 3 tipuri de stratificații.

Analiza acestor grafice mi-a permis o concluzie pertinentă și importantă și anume că variația pierderilor de sarcină pe o anumită distanță între drenuri evidențiază intersecții ale curbilor ce definesc aceste dependențe, care se produc diferențiat în cele trei cazuri. Acest lucru permite delimitarea regimurilor de funcționare la drenajul orizontal, și corespunzător acestor puncte de intersecție ale curbilor și delimitarea diferitelor pierderi de sarcină. Aceste tabele grafice și concluzii completează literatura de specialitate de cercetare fundamentală.

Astfel, pentru cele trei cazuri de stratificații au rezultat următoarele concluzii, care au aplicabilitate practică:

- a) cazul $K_1 < K_2$ – pentru $L_{dren} \in [0; 100]$ (m) și $L_{dren} \in [0; 40]$ (m) punctul de coordonate (h, L_{dren}) se găsește în imediata apropiere a punctului de intersecție I_{o-d} , aflat la distanța între drenuri de ordinul 15 – 20 m, iar punctul de intersecție I_{o-r} se află la distanța între drenuri de 90 – 95 m.
- b) cazul $K_1 \cong K_2$ – punctul de coordonate (h, L_{dren}) se găsește aproximativ la jumătatea distanței dintre punctele de intersecție I_{o-d} și I_{o-r} ; iar punctul de intersecție I_{o-d} se găsește la distanțe între drenuri de ordinul 4 -6 m, iar punctul de intersecție I_{o-r} la distanța între drenuri de 30 – 32 m.
- c) cazul $K_1 > K_2$ – punctul de coordonate (h, L_{dren}) se găsește mult mai departe de punctul de intersecție I_{o-r} , iar punctul de intersecție I_{o-d} se găsește la distanța între drenuri de ordinul 2 -4 m, iar punctul de intersecție I_{o-r} se află la distanțe între drenuri de 8 - 10 m.

6.2. Contribuții originale

Urmare a unei foarte bogate documentări bibliografice atât din țară cât și de pe plan mondial, (107 titluri bibliografice), din care multe sunt foarte actuale, a programului de studiu și cercetare, a programului experimental propriu, a programelor de calcul automat concepute pentru această lucrare, cât și urmare a studiilor de caz întreprinse, au rezultat următoarele contribuții personale ale doctorandei:

- am realizat o sinteză privind stadiul la zi al cercetărilor în domeniul studiat interacțiunea irigației – drenaj și impactul acestora asupra mediului înconjurător, consultând o vastă literatură bibliografică din țară și din străinătate;
 - am realizat o hartă cuprinzând raionarea pedo-hidro-ameliorativă pentru teritoriul județului Bihor, luat ca studiu de caz, folosind facilitățile oferite de GIS prin programul MapSys cu evidențierea cantitativă și calitativă a solurilor și a suprafețelor care se pretează la subirigație și drenaj și respectiv a suprafețele care nu necesită asemenea lucrări;
 - am conceput și realizat un program complex cuprinzând trei module, intitulat Dren VSubIR, în mediul de programare Borland Delphi Pascal v.7.0 pentru studiul unor parametri caracteristici drenajului orizontal, astfel:
- a) modulul „Proiectare drenaj – Ecuația Ernst – David I.” – pentru dimensionarea rapidă a rețelelor de drenaj în regim permanent de funcționare, pe baza relațiilor Ernst – David I. și a rezultatelor cercetărilor experimentale de laborator conform metodologiei U.P.T. (Wehry A., Man T.E. și colab.) privind întocmirea studiilor de drenaj. Tot în acest modul au fost cuprinse studii/analize asupra coeficientului de corecție „a” din relația Ernst, folosind interpolarea 3D prin metoda RBF (radial basic function), realizând reprezentarea grafică a valorilor

acestui coeficient pentru mișcarea radială funcție de K_2/K_1 și respectiv D_2/D_1 , în varianta digitală interpolată a funcției RBF. Studiul ponderii pierderilor de sarcină verticală, orizontală, radială și la intrarea apei în tubul de dren, prin același program, pentru trei cazuri de profile de sol întâlnite frecvent în practica drenajului, finalizat prin realizarea graficelor din care am extras concluzia că intersecția curbelor diferitelor pierderi de sarcină delimitează regimul de funcționare al drenajului respectiv.

- b) Modulul „Verificare Subirigație – Ecuația David I.” - pe baza căruia au reieșit rezultatele din tabelul 5.8., respectiv fereastra grafică de lucru pentru verificarea la subirigație.
- c) Modulul „Drenaj: Calcul Tehnico-Economic” – folosit pentru calculul expeditiv de stabilire a variantei tehnico-economice optime (eficiente) de proiectare a rețelei de drenaj, și care a fost folosit și la realizarea unei analize privind influența mărimii debitului specific de drenaj (q) și respectiv a diametrului tubului de dren (d_0) asupra mărimilor caracteristice ale drenajului și subirigației, cu rezultatele proprii.

Concluziile rezultatele în urma cercetărilor efectuate sunt pertinente și au aplicabilitate practică la stabilirea zonelor care se pretează la amenajări reversibile drenaj – subirigație (programul MapSys), la proiectarea rapidă printr-un calcul tehnico-economic automat (folosind programul DrenVSubIR).

Pentru proiectarea amenajărilor cu funcționare reversibilă drenaj – subirigație, consider că am adus importante contribuții privind studiul aprofundat al unor elemente ce intră în relațiile de calcul, iar pentru proiectarea/verificarea acestora, programul de calcul realizat permite o proiectare rapidă și sigură, dacă dispunem de datele din studiile de teren necesare. Tot aici putem determina suma necesară pentru realizarea unui astfel de proiect.

În același timp, cu ajutorul programului MapSys am reușit realizarea unei hărți pedo-hidro-ameliorative a județului Bihor, în premieră; de unde oricine poate determina tipul de sol căutat, succesiunea orizonturilor, suprafața acestei zone și lucrarea de îmbunătățiri funciare la care acest sol se pretează.

Concluziile rezultatele în urma cercetărilor efectuate sunt pertinente și au aplicabilitate practică la stabilirea zonelor care se pretează la amenajări reversibile drenaj – subirigație și la proiectarea rapidă printr-un calcul tehnico-economic automat (folosind programul DrenVSubIR).

Bibliografie

1. Agri-Book/Drainage - 1991 - Learning to Manage Controlled Drainage, Contractor 17(2):6.
2. ASAE Engineering Practice: ASAE EP479. 1994. Design, Installation and Operation of Water Table Management, Systems for Subirrigation/Controlled Drainage in Humid Areas. In: ASAE Standards 1994: Standards, Engineering Practices and Data. 41st Edition. American Society of Agricultural Engineers. St. Joseph, Michigan. Pg. 779-782
3. Beers W.F.J. - 1965 - Some nomographe for the calculation of drain spacing, Internațional Institute for land reclamation and improvement, the Netherlands, Wageningen
4. Belcher H.W. - 1991 - Guidelines for Operating Subirrigation Systems for Water Quality Benefit (Corn, Soybeans and Sugar Beets), AEIS No. 584, Michigan State University Cooperative Extension Service, 2 pp.
5. Belcher H.W. - 1991 - Overhead Irrigation vs. Subirrigation, AEIS No. 580, Michigan State University Cooperative Extension Service. 3 pp.
6. Belcher H.W. - 1991 - Subirrigation: Irrigation and Drainage through the Same Underground Pipe, AEIS No. 579, Michigan State University Cooperative Extension Service. 4 pp.
7. Blaga Gh., Rusu I., Udrescu S., Vasile D. - 1996 - Pedologie, Editura Didactică și Pedagogică București.
8. Blidaru V., Pricop Gh., Wehry A. - 1981 - Irigații și drenaje, Ed. Didactică și Pedagogică, București;
9. Blidaru V., Wehry A., Pricop Gh. - 1997 - Amenajări de irigații și drenaje, Ed. Interprint, București;
10. Bloom S. - 1998 - WETLANDS - Model matematic de calcul pe calculator în sistem 2D a debitului de apă a unui sistem de I.F., Soil and Water Science Department University of Florida, USA
11. Bold I., Buciuman F., Draghici M., - 2003 - Spațiul rural, Ed. Mirton, Timisoara, ISBN 973-585-878-9
12. Botzan M. și colab. - 1980 - Folosirea aportului freatic pentru reducerea normelor de irigație. Surse suplimentare și posibilități de economisire a apei în sistemele de irigații. Publicație ICITID, Redacția de Propagandă Tehnică Agricolă, București.
13. 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.
14. Brown L.C., Ward A., Fausey N.R. - 1993 - Agricultural water table management system, Department of Food, Agric. and Biol. Engineering, Ohio State University.
15. Cazacu E., Dobe V., Mihnea I., Pricop Ghe., Roșca M., Sârbu E., Stanciu I., Wenry A. - 1985 - Desecări, Editura Ceres, București.
16. Cismaru C., Bartha I., Gabor V., Scripcaru D., - 2003 - Gestiunea secetelor, Ed. Performantica Iasi, ISBN 973-730-032-7.

17. David I. – 1996 - Hidraulică, Vol. I și II, Institutul Politehnic „Traian Vuia”, Timișoara.
18. David I. – 1983 – Uber ein berechnungsverfahren der verlusthohe beim eintrittswiderstand des wasser in die drainrohre, Revue Roumaine des sciences technique – Mecanique appliquee, Tome 28, Nr. 1, pag 3-20, București
19. Domuța C., Ciobanu Gh., Sabău N.C., Șandor Maria – 2003 – Agricultura durabilă pe terenurile arabile în pantă din județul Bihor, Ed. Universității din Oradea.
20. 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.
21. Evans, R. and Skaggs, W. – 1988 - Economics of Controlled Drainage and Subirrigation Systems. North Carolina Extension Service. AG 397. Raleigh, N.C.
22. Evans, R. and Skaggs, W. – 1996 - Operating Controlled Drainage and Subirrigation Systems. North Carolina Extension Service. AG 356
23. Evans, R., Cummings, J.R., and Gilliam, J. W. - 1989 - Controlled Drainage a Best Management Practice in North Carolina. An ASAE Meeting Presentation. Paper No. 89-2695. American Society of Agricultural Engineers. St. Joseph, Michigan
24. Evans, R., Skaggs, W. and Gilliam, J. W. – 1995 - Controlled versus Conventional Drainage effects on Water Quality. Journal of Irrigation and Drainage. July /August 1995
25. Fausey, N.R., Brown L.C., Belcher H.W. and. Kanwar R.S – 1995 - Drainage and Water Quality in Great Lakes and Corn Belt States. ASCE J. Irr. and Dra. 121(4):283-288
26. Haret C., Stanciu I. – 1978 – Tehnica drenajului pe terenurile agricole – Editura Ceres București;
27. Kirkham D. – 1966 – Steady-state theories for drainage, Journal of the Irrigation and drainage ASCE
28. Kovacs G., Hudac C., Man T.E., Blenesi-Dima A. - 2005 - Geocompozite bentonitice, materiale de etanșare pentru lucrări de construcții hidrotehnice și protecția mediului, Revista Română de Materiale (bilingvă română/engleză) nr. 2, vol 35, S.C. Procema S.A., M.E.C./C.N.C.S.I.S. cod 98, ISSN 1583-3186, pg. 110 – 118;
29. 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.
30. 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.
31. Man T.E. – 1983 - Exploatarea sistemelor de îmbunătățiri funciare Lit. U.T. Timișoara;
32. Man T.E. – 1983 - Studiul rezistențelor hidraulice ale drenurilor agricole, Teză doctorat IPTV Timișoara;
33. Man T.E. – 1991 - Exploatarea și întreținerea lucrărilor de îmbunătățiri funciare –îndrumător pentru lucrări practice și de laborator, Universitatea Tehnică Timișoara;
34. Man T.E. – 1993 - Exploatarea sistemelor de îmbunătățiri funciare (curs I), Universitatea Tehnică din Timișoara;

35. Man T.E. - 1996 - Amenajări piscicole, Universitatea "Politehnica" Timișoara;
36. Man T.E., Bârdiță I., Nedelcu R. - 2002 - "Flood in Timiș county and their effect on land reclamation arrangements", Proceedings of The International Conference "Preventing and Fighting Hydrological Disasters", 21 - 22 Nov., Timișoara, pg. 123 - 129, Ed. Orizonturi Universitare, Imprimeria Mirton, Timișoara, ISBN 973-839-76-8;
37. Man E.T., Popescu F., Mintas I., - 2004 - Dezvoltare rurală în județul Bihor, Analele Universității din Oradea Vol. X Anul 10, Pg. 369 - 378;
38. Man E.T., Otiman P.I. - 2004 - Dezvoltarea rurală în Județele Timiș, Arad și Bihor, Publicațiile SNRSS: Lucrările celei de a XVII-a Conferințe Naționale de Știința Solului, vol I, nr. 34A, pag. 298-314, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară a Banatului;
39. Man E.T., A. Wehry, David I., Popescu F., - 2004 - Sinteză studii de drenaj pentru zone cu exces de umiditate din vestul țării, Universitatea „Politehnica” din Timișoara;
40. Man T. E., Cîmpan G. - 2005 - Scheme de udare și mutare ale echipamentelor de udare prin aspersiune, Sesiunea științifică jubiliară, Facultatea de Hidrotehnică Timișoara, 13 mai;
41. Man E.T., A. Blenesi-Dima - 2005 - Materiale geotextile și soluții tehnice de utilizare a acestora în lucrările de construcții - Zilele Academice Timișene, Ed. a IX- a, 26 - 27 mai, Academia Română, U.P.T., Facultatea de construcții, Departamentul CCIA, Grupul Român I.A.B.S.E., Simpozion Internațional, Publicat de Ed. Mirton 2005, pag.59- 65, ISBN - 973- 661 - 652 - 5;
42. Man E.T., Blenesi-Dima A.- 2005 - Tehnici și metode de stabilire a permeabilității materialelor geosintetice cu folosințe în lucrările de îmbunătățiri funciare, pag. 283 - 289, Ed. Agroprint, Timișoara, Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară a Banatului, Tom. XXXVII , ISSN 1221-5279;
43. Man E.T., Nastea I., Blagoescu C., Gabor A., Lauer I.- 2005 - Reorganizarea S.N.I.P. S.A. Timis - cadru instituțional pentru perspectiva re tehnologizării, modernizării și exploatării eficiente a amenajărilor de îmbunătățiri funciare, pag. 138 - 146, Buletinul Științific al Universității "Politehnica" Timișoara, Seria Hidrotehnica, Tom. 49 (63), Fabric. 1, ISSN 1224 - 6042, Ed. Politehnica;
44. Man T.E., Bleneși-Dima A., Nastea I., Blagoescu C., Bedreag V. - 2005 - The impact of April - May Flood over the Hydro-ameliorative works in the Timiș county, Proceedings of the International Conference, Second Edition "Disasters and Pollutions Monitoring", 17 - 19 Nov., Ed. Performantica, Iași, pg. 71-82, ISBN 973-730-124-2;
45. Man E.T., Câmpan Gabriela - 2005 - Watering and Movement Schemes of the Mobile Sprinkler Equipments. Case Study Fântânele - Arad Irrigation System, pag. 130 - 138, Buletinul Științific al Universității "Politehnica" Timișoara, Seria Hidrotehnica, Tom. 49 (63), Fabc. 1, ISSN 1224 - 6042, Ed. Politehnica;
46. 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 Uniwersității "Politehnica" Timișoara, Seria Hidrotehnica, Tom. 49 (63), Fabc. 1, ISSN 1224 - 6042, Ed. Politehnica;

47. Man E.T., Tentis M., Suiugan M. – 2005 - Aplicații GIS în determinarea corpurilor de apă. Studiu de caz: Subbazinul hidrografic Crișul Repede, pag. 296 – 300, Buletinul Științific al Universității "Politehnica" Timișoara, Seria Hidrotehnică, Tom. 49 (63), Fasc. 1, ISSN 1224 – 6042, Ed. Politehnica;
48. Man E.T., Wehry A., Pasztai Z. - 2005 - New Ecological landfill in Oradea (Romania), The XIIth Symposium on Analytical and Environmental Problems, 26th september, University of Szeged, Department of Inorganic and Analytical Chemistry, Hungary, Page: 291-295; ISBN 963-219-675-9,
49. Man T.E., Blenesi-Dima A., Nastea I., Blagoescu C., Bedreag V., - 2005 - Impactul inundațiilor din aprilie-mai 2005 asupra lucrărilor hidroameliorative din județul Timiș, International Conference "Disaster and Pollution Monitoring"- Second Edition, Universitatea Tehnică "Gh. Asachi" Iasi, 17-19 noiembrie, pag. 71-82, ISBN 973-730-124-2 Ed. Performantica – acreditată de CNCIS. București 1142/30.06.2003;
50. Manoliu M., Ionescu Cr. – 1998 - Dezvoltarea durabilă și protecția mediului, coordonator Drobot R., Jean P. Carbonnel, Tempus S. Jeep 09781/95, HGA București;
51. MapSys, TopoSys v.7.0 – 2006 – Program G.I.S.
52. Mateoc Sârb N. – 2002 – Dezvoltarea rurală și regională în România, Ed. Agroprint, Timișoara,
53. Măgdălina I. – 1994 - Exploatarea și întreținerea lucrărilor de îmbunătățiri funciare, Editura Didactică și Pedagogică, București;
54. Mărăcineanu F., Nisteanu M., Constantin E. – 2003 - Dezvoltare rurală - politici și strategii, Ed.Ceres, Bucuresti, ISBN 973-40-0599-5;
55. Mirel I. – 1978 - Alimentații cu apă în agricultură, I.P.T.V.T.;
56. Nicolescu C. - 1988 - Cercetări privind stabilirea nivelului freatic optim pentru subirigare, Analele ICITID, vol. V (XVI), editat MAIA – DGEIFCA – ASAS, București, pag. 215 – 228.
57. Nicolescu C. - 1994 - Rezultate preliminare privind criteriile de pretabilitate a terenurilor la irigația prin alimentarea controlată cu ascensiune capilară (subirigație), Analele ICITID, vol. VII (XVIII), editat S.C. - AGRIS –Redacția Revistelor Agricole S. A., București, pag. 81 – 86
58. Nicolescu C., Adam M., Grosu M., - 1995 - Model matematic și program de calcul pentru studiul poziției optime a nivelului freatic în scopul folosirii bivalente a rețelei de drenaj, Analele ICITID, vol. VIII (XIX), editat S.C. – AGRIS – Redacția Revistelor Agricole S.A., București, pag. 85 – 99.
59. Nolte B.H., Palmer M.L., Schwab G.O. – 1984 – Subirrigation, AEX 309, Ohio State University
60. Nyvall Janine – 1998 – Controlled Drainage/Subirrigation, Drainage Factsheet, Ministry of Agriculture and Food, British Columbia
61. Orlescu M. – 2001 – Hidrotehnică Generală, Editura Orizonturi Universitare Timișoara;
62. Oncia Silvica – 2004 - Îmbunătățiri funciare, Editura Orizonturi Universitare, Timișoara;
63. Reference Manual – 1992 - SI-DESIGN. Computer Model to Assist with Subirrigation System Design. Version 2.0, Michigan State University, Cooperative Extension Service. 44 pp.
64. Rogobete Ghe., Constantinescu Laura - 1991 - Agrofitotehnia și horticultura terenurilor ameliorate (Partea I și II), I.P.T.V.T.;

65. Rojanschi V., Bran F., Diaconu G. – 1997 - Protecția și ingineria mediului, Ed. Economică, București;
66. Sabău N.C. – 1997 – Impactul lucrărilor hidroameliorative asupra solurilor din Perimetrul Valea Ier, Ed. Universității din Oradea;
67. Sabău N.C., Man T.E., Bodog Marinela, și colab. - 2001 - Interacțiunea dintre haldele de steril de la CET Oradea și lucrările de îmbunătățiri funciare din zonă și impactul lor asupra mediului, Contract CNCISIS Tip A, cod: 52, Biblioteca Universității din Oradea
68. Sabău N.C., Domuța C., Berchez O. – 1999 – Geneza Degradarea și Poluarea solului, partea I-a Geneza Solului, Ed. Universității din Oradea;
69. Sabău N.C., Domuța C., Berchez O. – 2002 – Geneza Degradarea și Poluarea Solului – partea a II-a, Degradarea și Poluarea Solului, Ed. Universității din Oradea;
70. Schilfgaarde J. van – 1974 - Drainage for agriculture, ASAE, Inc., Publisher Wisconsin, USA;
71. Shepherd, A., - 1998 - Sustainable Rural Development, St. Martin's Press, Inc., New York;
72. Skaggs, R.W. 1980 - DRAINMOD – Model de calcul pe calculator pentru controlul apei;
73. Skaggs, R.W. 1979 - Water Movement Factors Important to the Design and Operation of Subirrigation Systems. In: Transactions of the American Society of Agricultural Engineers. Vol. 24, No. 6. American Society of Agricultural Engineers. St. Joseph, Michigan. pp 1553-1661
74. Stoica F. 2001 – Teza de doctorat – Studii de drenaj pentru determinarea soluțiilor tehnico-economice de amenajare a terenurilor cu exces de umiditate în județele Timiș, Arad, Bihor și Maramureș
75. Tidewater Research Station – 1993 - Water Table Management Effects on Water Quality and Productivity, Plymouth, NC. North Carolina State University
76. Wehry A., David I., Man T.E. – 1982 - Probleme actuale în tehnica drenajului, Ed. Facla, Timișoara;
77. Wehry A., Man T.E. – 1982 - Exploatarea lucrărilor de îmbunătățiri funciare, Curs – partea I și II, I.F. "Traian Vuia", Timișoara;
78. Wehry A., Guler S., - 2002 - Microstații de pompare pentru irigații folosind energie neconvențională, Ed. Orizonturi Universitare, Timișoara,
79. Wehry A., Man E.T., - 2005 - The Barglazan A – Type Hydraulic Transformer and the Hydraulic Hammer (Pump) used in Local Irrigation Arrangements, 2nd International Symposium, Renewable Energies and Sustainable Development, 22 – 24 September, The Danube Delta – Tulcea, Ministry of Environment and Water Management, BENA;
80. x.x.x. – 1978 - Drainage principles and applications, Pub. 10.16, Vol. I-IV, ILRI Wageningen, The Netherlands;
81. xxx – 1978 - Materiale filtrante noi pentru drenajul orizontal, eficiente și ieftine, Referat la contractul de cercetare științifică nr.116, I.P. Traian Vuia Timișoara;
82. xxx – 1979 - Verificarea prin experimentări de laborator și în teren a caracteristicilor hidraulice a unor materiale filtrante noi în vederea folosirii lor la lucrările de drenaj inclusiv stabilirea tehnologiilor de execuție a drenajelor cu aceste materiale, Referat la contractul de cercetare științifică nr.351, I.P.T.V. Timișoara;

83. xxx – 1984 – Utilizarea reversibilă a sistemelor de desecare – drenaj și irigații, Contract de cercetare științifică nr. 110, I.P.T.V. Timișoara;
84. xxx. - 1988 - Variante constructive și funcționale la un nou tip de stăvilă, plutitor pentru canale de irigații și desecări, Referat la contractul de cercetare științifică nr.180 I.P. "Traian Vuia", Timișoara ICITID Băneasa-Giurgiu;
85. xxx – 1988 - Studii de fundamentare a soluției de amenajare pentru drenaj a unor zone din județul Maramureș; Contract de cercetare științifică nr.30/15.11.1988;
86. xxx – 1990 - Strat filtrant pentru drenajul orizontal cu tuburi din materiale locale și deșeuri industriale, Referat la contractul de cercetare științifică nr. 207, I.P.T.V. Timișoara;
87. x.x.x. – 1990 - Revista de Îmbunătățiri funciare și construcții rurale, AIFCR București;
88. x.x.x. – 1990 - Transaction of the ASAE, General EDITION, USA, (Selected contributions in the field of engineering for agriculture).
89. x.x.x. - 1980-1991 - Agricultural Engineering, technology for agriculture, ASAE;
90. x.x.x. - 1980-1991 - Agri-book magazine, Drainage contractor, ASAE;
91. xxx – 1991 - Extindere cercetărilor de laborator asupra geotextilelor folosite ca material filtrant la drenajul agricol, Referat la contractul de cercetare științifică nr.127, I.P.T.V. Timișoara;
92. xxx – 1999 - 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 nr. 35034, tema 635;
93. xxx – 2002 - 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 nr. 33501, Tema 26 ;
94. 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;
95. xxx – 2005 - Arhiva tehnică a ANIF R.A. București și a unităților teritoriale, Bihor (2002).
96. xxx – 2006 - Contract derulat de Facultatea de Hidrotehnică, Universitatea "Politehnica" din Timișoara prin *Centrul de cercetare științifică pentru modelarea, proiectarea și urmărirea comportării lucrărilor hidrotehnice, hidroedilitare, hidroameliorative, de protecție a apei și solului* - Delimitarea zonelor de protecție sanitară cu regim sever și de restricție, dimensionarea perimetrelor de protecție hidrogeologică pentru captările de apă potabilă din municipiul Oradea;
97. xxx - www.anif.ro
98. xxx - www.arizona.edu
99. xxx -www.arpmnv6.ro
100. xxx -www.cdep.ro
101. xxx -www.ecoland.ro
102. xxx -www.fao.org
103. xxx -www.greenagenda.ro
104. xxx -www.greenpeace.ro
105. xxx -www.icid.org
106. xxx -www.maap.ro
107. xxx -www.rpwater.ro

Titluri recent publicate în colecția „TEZE DE DOCTORAT” seria 5: Inginerie Civilă

1. **Ion Alexandrescu** – *Contribuții la studiul acțiunii solicitărilor dinamice asupra fundațiilor și a terenului de fundare*, ISBN 978-973-625-537-3, (2007);
 2. **George Daniell Pană** – *Contribuții la studiul sistemelor de mașini cu acțiune vibrantă și tehnologiilor folosite pentru lucrări de fundații*, ISBN 978-973-625-536-6, (2007);
 3. **Attila Blenesi-Dima** – *Tehnici și metode optime de utilizare a materialelor geosintetice în lucrările de îmbunătățiri funciare*, ISBN 978-973-625-557-1, (2007);
 4. **Rodica –Luminița Marinescu** – *Contribuții asupra modului de reducere a pierderilor de apă în sistemele centralizate de alimentare cu apă*, ISBN 978-973-625-565-6, (2007);
 5. **Ion Lauer** – *Tehnologii economice de exploatare și întreținere în amenajările de desecare-drenaj*, ISBN 978-973-625-570-0, (2007);
 6. **Mihai Cătălin Nagy** – *Optimizarea funcționării unui sistem de gospodărirea apelor în perioade secetoase*, ISBN 978-973-625-668-4, (2008);
 7. **Svetlana Maria Vrgovici** – *Contribuții privind efectele evenimentelor asupra psihologiei ființei umane*, ISBN 978-973-625-675-2, (2008);
 8. **Samuel Muj** – *Contribuții la calculul spațial al infrastructurilor centralelor hidroelectrice*, ISBN 978-973-625-679-0, (2008);
 9. **Alexandra Boldurean** – *Contribuții privind studiul stabilității masivelor de pământ*, ISBN 978-973-625-689-9, (2008);
 10. **Radu Petru Brujea** – *Monitorizarea și reconstrucția ecologică a terenurilor la carierele de bauxită*, ISBN 978-973-625-680-6, (2008).
-



EDITURA POLITEHNICA