

# **VERTISOLURILE DIN BANAT ȘI EFECTUL VARIAȚIEI DE VOLUM ASUPRA UNOR ELEMENTE CONSTRUCTIVE DIN AMENAJĂRILE FUNCiare**

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

**Ing. Radu Bertici**

o 432  
TA-CON/ BER

Conducător științific: prof.univ.dr.ing. Gheorghe Rogobete  
Referenți științifici: prof.univ.dr.ing. Mihail Dumitru  
prof.univ.dr.ing. Ioan Rusu  
prof.univ.dr.ing. Man Teodor Eugen

Ziua susținerii tezei: 26.01.2007

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

Teza de doctorat a fost elaborată pe parcursul activității mele în cadrul Oficiului de Studii Pedologice și Agrochimice Timișoara sub îndrumarea directă a domnului prof. univ. dr. ing. Gheorghe Rogobete. Lucrarea se dorește a fi un ghid util pentru unitățile care lucrează pământul și cele cu amenajări funciare.

Aprecierea calității terenurilor se face pe baza unor studii pedologice de teren și laborator - cartare pedologică, de obicei la scara 1:10000, așa numitele, studii pedologice cadastrale pe teritorii comunale, a căror valabilitate este de 10 ani și se refac datorită faptului că solurile sunt dinamice, ele reflectând variațiile factorilor de mediu și intervențiile antropice. În cursul cartării se realizează și operația de bonitare a terenurilor care permite stabilirea clasei de calitate a unităților teritoriale și a parcelelor cadastrale, folosindu-se 5 clase: clasa I cu 81-100 puncte, clasa II cu 61-80 puncte, clasa III cu 41-60 puncte, clasa IV cu 21-40 puncte și clasa V cu 1-20 puncte. Evident terenurile pretabile pentru folosință agricolă și cu favorabilitate maximă pentru anumite culturi (grâu, porumb, soia, etc.) sunt cele de clasa I și II.

Este de reținut că ceea ce are **caracter permanent** la suprafața scoarței terestre nu este învelișul de sol, care se modifică sau dispare, ci **procesele pedogenetice** care acționează conform legilor naturii și determină regenerarea permanentă a solului.

Timișoara, ianuarie 2007

Ing. Radu Bertici

Mulțumiri deosebite se cuvin conducătorului de doctorat prof. univ. dr. ing. **Rogobete Gheorghe**, pentru înalta și atenta competență cu care am fost îndrumat pe întreaga durată a elaborării tezei, comisiei de doctorat având în componența sa pe domnul prof. dr. ing. **Michael Ion**, decanul Facultății de Hidrotehnică de la Universitatea "Politehnica" din Timișoara, domnul prof. univ. dr. ing. **Dumitru Mihail** din cadrul Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară București, Directorul Institutului de Cercetări Pedologice și Agrochimice București, prof. dr. ing. **Rusu Ioan** din cadrul Universității de Științe Agricole și Medicină Veterinară a Banatului Timișoara, prof. dr. ing. Man Teodor Eugen din cadrul Universității "Politehnica" din Timișoara, pentru străduința de a analiza lucrarea și efortul de a participa la susținerea publică a tezei.

De asemenea, doresc să mulțumesc colectivului OSPA Timișoara pentru sprijinul și înțelegerea acordate.

Multe mulțumiri familiei pentru susținerea oferită.

Bertici, Radu

**Vertisolurile din Banat și efectul variației de volum asupra unor elemente constructive din amenajările funciare**

Teze de doctorat ale UPT, Seria 5 Nr. 9 Editura Politehnica, 2007, 240 pagini, figuri 56, tabele 77, hărți 28, relații matematice 78

ISSN:1842-581X

ISBN: 978-973-625-418-5

Cuvinte cheie:

Vertisol, vertosol, pelosol, procese pedogenetice, vertisolaj, caracter permanent, argilă smectitică, câmp experimental, fenomene de consolidare, microcoame, microdepresiuni, pământuri cu umflături și contracții, P.U.M.C., degradare, bentonită

Rezumat:

Această lucrare abordează monitorizarea vertisolurilor și a proceselor ce afectează solurile și construcțiile de pe acestea. Pentru a concretiza practic procesele teoretice descrise în teza de doctorat s-a prezentat câmpul experimental de la Cheglevici înființat în anul 1967 unde s-au făcut determinări și analize pentru compararea solului din microcoame și microdepresiuni, s-au evidențiat poziția granulelor și modificările suferite. Prin identificarea problemelor au fost aduse soluții tehnice pentru stoparea degradării solului și a amenajărilor funciare.

# CUPRINS

Capitolul 1	<b>Introducere</b>	7
Capitolul 2	<b>Obiective propuse, material și metode utilizate</b>	10
2.1	Obiective propuse	10
2.2	Material și metode utilizate	11
Capitolul 3	<b>Mineralogia argilelor</b>	12
3.1	Minerale argiloase	12
3.2	Relații între minerale argiloase și însușirile fizice și chimice ale solului	20
Capitolul 4	<b>Vertisolurile</b>	21
4.1	Criterii de diagnoză și răspândirea conform WRB	21
4.2	Diagnoză și răspândire conform Atlasului Solurilor Europei	23
4.3	Diagnoză și răspândire conform Taxonomiei Americane a Solurilor	23
4.4	Geneza Vertisolurilor	25
4.5	Procese specifice Vertisolurilor	25
4.5.1	Automulcirea	25
4.5.2	Tensiune – deformare și rezistența solului	26
4.5.3	Reținerea și mișcarea apei în Vertisoluri	32
4.5.4	Procese de oxidare – reducere în Vertisoluri	35
4.5.5	Procesul de feroliză	36
Capitolul 5	<b>Vertisolurile din Banat</b>	42
5.1	Condițiile naturale și solurile Banatului	42
5.1.1	Așezarea geografică	42
5.1.2	Geologie – geomorfologie	42
5.1.3	Hidrografia și hidrologia	54
5.1.4	Hidrogeologia	61
5.1.5	Clima	62
5.1.6	Vegetația	63
5.1.7	Solurile	65
5.1.8	Influența antropică	78
5.2	Geneza vertisolurilor din Banat	80
5.3	Clasificare și diagnoză	81
5.4	Evoluția clasificării vertisolurilor din Banat	81
5.5	Caracterizarea unor vertisoluri din Banat	96
5.6	Vertosol și Pelosol în Câmpia Aranca, hărți	109
5.7	Gradul de tasare al Vertosolului	113
5.8	Încadrarea în clase de calitate și modul de folosință	123
Capitolul 6	<b>Monitorizarea Vertosolului din Câmpul Experimental Cheglevici</b>	125
6.1	Comportamentul reologic în vertosolul de la Cheglevici	125
6.2	Caracteristici reologice în vertosolul de la Cheglevici	129
6.3	Monitorizarea 38 de ani a evoluției vertosolului în câmpul experimental Cheglevici	155
Capitolul 7	<b>Impactul P.U.C.M. asupra construcțiilor în sistemul Aranca</b>	163
7.1	Sistemul hidrotehnic Aranca	163
7.1.1	Istoric	163
7.1.2	Descrierea sistemului hidrotehnic Aranca	166
7.2	Caracteristicile geotehnice ale pământurilor cu umflări și contracții mari (P.U.C.M.)	172

7.2.1	Rezistența la tăiere, consolidarea	172
7.2.2	Răspândirea P.U.C.M	191
7.2.3	Clasificarea pământurilor cu umflări și contracții mari	192
7.2.4	Umflarea unui teren cu P.U.C.M.	193
7.3	Referat geotehnic pentru construcție hală – Gătaia în P.U.C.M	199
7.4	Degradările construcțiilor din amenajările de îmbunătățiri funciare	202
7.4.1	Efecte	202
7.4.2	Sisteme de fundare și măsuri de prevenire și combatere a degradărilor	217
7.4.3	Utilizări ale bentonitei	221
Capitolul 8	<b>Concluzii, contribuții personale</b>	225
	<b>Bibliografie</b>	230

# 1. INTRODUCERE

Deși unitatea de bază care se studiază este profilul de sol sau pedonul (dacă este tridimensional), ceea ce se clasifică în taxonomie sunt corpurile de sol sau polipedonurile, denumite și unități elementare de sol, cu areale specifice, care există în realitate. Categoriile taxonomice sunt abstracte. În prezent în Știința Solului există din anul 2003 în România un nou Sistem Român de Taxonomie a Solurilor (SRTS), cu un nivel superior ce are clasa, tipul și subtipul de sol și un nivel inferior cu varietate, specie, familie și variantă de sol. SRTS –ul are un specific național, dar este aliniat standardelor internaționale, putând fi corelat cu clasificările internaționale FAO/UNESCO, Soil Taxonomy și WRB – Baza Mondială de Referință pentru Resursele de Sol.

SRTS – ul are 12 clase de soluri cu 32 tipuri de sol. Cele mai bune soluri fac parte din clasa Cernoziomuri și sunt: Cernoziomul, Kastanoziomul, Faeoziomul și Rendzina, răspândite predominant în câmpie. Solurile din zona de deal sunt în special cele din clasa Luvisoluri: Preluvosol, Luvosol, Planosol, Alosol. Solurile din zona de munte sunt în clasa Spodosoluri (Prepodzol, Podzol), clasa Protisoluri (Litosol, Regosol), clasa Cambisoluri (Districambosol) și clasa Umbrisoluri (Nigrosol, Humosiosol). Solurile cu exces de apă sunt în clasa Hidrisoluri (Gleiosol, Stagnosol), cele cu exces de săruri și sodiu în clasa Salsodisoluri (Solonceac, Soloneț), iar cele cu influență antropică în clasa Antrisoluri (Erodosol, Antrosol).

La nivel global, suprafața ocupată de soluri este de 14,335 miliarde hectare, dominante fiind Cryosolul (1,770 mld. ha), Cambisolul (1,500 mld. ha) și Acrisolul (1 mld. ha). Solurile foarte bune pentru a obține producție vegetală sunt Cernoziomul (230 milioane ha), Kastanoziomul (465 mil. ha) și Faeozimul (190 mil. ha), deci 885 mil. ha, adică 6,17%. La acestea se mai adaugă Fluvisoluri, Cambisoluri, Calcisoluri, Vertisoluri care necesită investiții (pentru irigații, ameliorări). Rezultă o suprafață de aproximativ 1 miliard de hectare care să hrănească cele peste 6 miliarde de locuitori ai Terrei. În România, cele trei tipuri de soluri foarte bune (Cernoziomul, Kastanoziomul și Faeoziomul) reprezintă 26,7% din fondul funciar, cifră superioară celei mondiale (6,17%), ceea ce ilustrează potențialul ridicat al solurilor țării (Timiș, Arad, Bihor) ponderea solurilor foarte bune este apropiată (28,28%).

Aprecierea calității terenurilor se face pe baza unor studii pedologice de teren și laborator – cartare pedologică, de obicei la scara 1:10000, așa numitele, studii pedologice cadastrale pe teritorii comunale, a căror valabilitate este de 10 ani și se refac datorită faptului că solurile sunt dinamice, ele reflectând variațiile factorilor de mediu și intervențiile antropice. În cursul cartării se realizează și operația de bonitare a terenurilor care permite stabilirea clasei de calitate a unităților teritoriale și a parcelelor cadastrale, folosindu-se 5 clase: clasa I cu 81-100 puncte, clasa II cu 61-80 puncte, clasa III cu 41-60 puncte, clasa IV cu 21-40 puncte și clasa V cu 1-20 puncte. Evident terenurile pretabile pentru folosință agricolă și cu favorabilitate maximă pentru anumite culturi (grâu, porumb, soia, etc.) sunt cele de clasa I și II.

Degradarea solurilor sau a terenurilor se referă la o deteriorare a funcțiilor solului cu o scădere a productivității prin modificări nefavorabile în starea de aprovizionare cu nutrienți, în conținutul de materie organică, în starea structurală și

conținutul de apă, aer, săruri și substanțe toxice. Efectele se resimt în modificarea climatului global și a mediului în general ca urmare a perturbării circuitelor biogeochimice ale C, N, S, etc. S-a estimat că până în prezent aproximativ 2 miliarde de ha cândva fertile au devenit neproductive sau deșertice prin degradarea terenurilor. Rata anuală a degradării terenurilor este estimată la 5-10 milioane ha. Consecința este alarmantă atât pentru ansamblul mediului ambiant cât și pentru resursele de hrană ale omenirii și subminează dezvoltarea economică și socială a întregii umanități. Degradarea sau poluarea terenurilor este de mai multe tipuri, un anumit areal însă poate fi afectat de unul sau mai multe tipuri de poluare. Principalele tipuri de degradare a terenurilor sunt:

- eroziunea hidrică și eoliană
- seceta și deșertizarea;
- excesul de apă (anaerobioza)
- salinizarea – sodizarea;
- acidifierea;
- degradarea fizică (deteriorarea structurii, crusta solului, compactarea – tasarea, poluarea radioactivă);
- degradarea chimică (acidifierea, poluarea cu nitrați, poluarea cu P, poluarea cu metale grele, poluarea cu pesticide, cu hidrocarburi, etc.)
- degradarea biologică (reducerea biodiversității, reducerea populației de micro și macroorganisme, epuizarea conținutului de humus, poluarea cu agenți patogeni);
- degradarea prin acoperire și distrugerea solului (excavații, haldă, deponii, construcții, alunecări).

Raportat la suprafața terestră locuită, fără terenurile inaccesibile climatic sau topografic, degradarea terenurilor indusă de om atinge 24 – 25 % din total, cu variații pe continente, de 12% în America de Nord, 18% în America de Sud, 19 % în Oceania, 26% în Africa, 31% în Asia. Cel mai extins tip de degradare produsă de om este eroziunea solurilor, ce afectează 1,100 miliarde hectare și reprezintă 56% din totalul suprafeței degradate antropice, din care eroziunea în suprafață de 920 milioane ha și eroziunea în adâncime 174 milioane ha. În România, din cele 24 milioane hectare cât reprezintă fondul funciar al țării, circa 15 milioane ha sunt agricole și 6,5 milioane ha pădure. Cel mai intens degradate antropice sunt terenurile agricole, dar în ultimii ani fie, prin despăduriri brutale, fie prin management necorespunzător și pădurile cunosc intensificarea degradărilor antropice. Se apreciază că suprafața totală afectată de degradări este de aproape 15 milioane ha, ceea ce înseamnă 62% din suprafața țării. Cel mai extins tip de degradare este cea fizică, 7,1 milioane ha (29,8 % din suprafața țării) urmat de eroziunea prin apă 4,3 milioane ha (18,2% din suprafața țării). O suprafață apreciabilă, circa 1 milion ha (4,3% din țară) a fost scos în ultimii ani din circuitul agricol și silvic.

În aceste condiții utilizarea sustenabilă a solului devine una dintre cele mai importante probleme la care trebuie să-și aducă aportul știința solului în următoarele decenii, pentru că solul este o resursă naturală vitală, precum apa și aerul curate.

Este de reținut că ceea ce are **caracter permanent** la suprafața scoarței terestre nu este învelișul de sol, care se modifică sau dispăre, ci **procesele pedogenetice** care acționează conform legilor naturii și determină regenerarea permanentă a solului.

Cercetările pentru elaborarea tezei de doctorat au fost efectuate sub directă îndrumare a domnului profesor dr. ing. Rogobete Gheorghe, căruia îi mulțumesc



pentru sprijinul acordat, care cu calm și răbdare m-a ajutat pe toată perioada cercetărilor precum și la structurarea și redactarea acestei teze de doctorat.

Pentru cadrul și condițiile de care am beneficiat în organizarea și susținerea celor trei examene, trei referate și pentru susținerea tezei, aduc mulțumiri Catedrei de Îmbunătățiri Funciare a Facultății de Hidrotehnică Timișoara. Mulțumesc de asemenea colegilor și prietenilor de la Oficiul de Studii Pedologice și Agrochimice Timișoara, care m-au înțeles și sprijinit în toate acțiunile legate de această lucrare.

Celor amintiți și tuturor celor care într-un fel sau altul mi-au fost de ajutor pentru realizarea tezei de doctorat, le adresez sincere mulțumiri.

Mulțumiri deosebite aduc domnilor profesori membri ai comisiei, prof. dr. ing. Dumitru Mihail, Rusu Ioan și Man Teodor Eugen.

În final pentru susținerea morală și materială, pentru înțelegerea dovedită, mulțumesc în mod deosebit familiei mele.

## 2. OBIECTIVE PROPUSE, MATERIAL ȘI METODE UTILIZATE

### 2.1. Obiective propuse

Stabilirea temei de cercetare a tezei de doctorat s-a făcut pe baza cunoașterii faptului că vertisolurile au o răspândire mare în zone agricole de mare interes și că acest tip de sol are caracteristici și comportament aparte în lunga listă de soluri ce constituie resursa funciară a Banatului. În același timp numeroase construcții pentru amenajările de îmbunătățiri funciare sunt afectate de fenomenele de gonflare – contracție existente în vertisoluri, fenomene ce generează presiuni suplimentare, neuniforme asupra fundațiilor, taluzelor, dalelor de pe canalele de irigații sau desecare, asupra tuburilor de drenuri și asupra podețelor.

Cu toată vasta bibliografie existentă pe plan național și internațional, vertisolurile și în special vertisolurile din Banat nu sunt suficient studiate și cunoscute. În consecință **scopul** acestei teze este de a contribui la cunoașterea mai amănunțită a caracteristicilor și comportamentului vertisolurilor din Banat în vederea stabilirii unor măsuri de ameliorare și valorificare în scopuri agricole și de prevenire și atenuare a efectelor nefavorabile asupra construcțiilor.

În vederea realizării scopului propus au fost stabilite următoarele **obiective** principale:

- caracterizarea condițiilor naturale și a învelișului de soluri din Banat;
- identificarea suprafețelor acoperite de vertisoluri (SRCS, 1980) și separarea vertisolurilor și pelosolurilor conform SRTS, 2003;
- studierea proceselor specifice existente în vertisoluri:
  - procese de reținere și mișcare a apei
  - procese de gonflare – contracție
  - procese reologice
  - automulcirea
  - procese redox
  - procese de feroliză și de formare a hardpanului
- caracterizarea morfologică, fizică și chimică a unor vertisoluri din Banat;
- compactarea vertisolurilor și elaborarea hărții cerinței de scarificare;
- propuneri de valorificare și ameliorare a vertisolurilor;
- stabilirea în câmpul experimental Cheglevici a proceselor desfășurate 38 de ani în vertisol și a calității reînnoirii profilului de sol;
- situația amenajărilor de îmbunătățiri funciare în sistemul Aranca (stații de pompare, canale, podețe, lucrări de întreținere, etc.);
- comportamentul pământurilor cu umflări și contracții mari, calculul presiunilor din pământ;
- propuneri și soluții de îmbunătățire a PUCM pentru diminuarea impactului negativ asupra construcțiilor.

## 2.2 Material și metode utilizate

Pentru cercetare fenomenului de vertisolaj, de răsturnare a masei solului în Vertosol, în anul 1967 profesorii D. Teaci și Gh. Rogobete au înființat un câmp experimental în perimetrul localității Cheglevici, comuna Dudeștii Vechi. În interiorul suprafeței îngrădite au fost executate săpături rezultând un profil de sol de 15 m / 3 m / 1,5 m. Solul scos din profil pe grosime de câte 25 cm a fost așezat în grămezi separate și ulterior a fost reșezat pe straturile inițiale, separate însă prin așezarea la nivelurile de 150 cm, 125 cm, 100 cm, 75 cm, 50 cm și 25 cm a unor granule ( 1 – 2 granule / cm<sup>2</sup>) de culori diferite pentru fiecare strat, respectiv la bază (150 cm) galbene, apoi succesiv spre suprafață: albastru, verde, portocaliu, roz și alb (la 25 cm adâncime). Terenul a fost însămânțat cu ierburi perene (amestec de graminee și leguminoase) și menținut ca fânețe până în prezent. În anii 1967, 1983, 1984, 1988 și 2005 s-au recoltat probe de sol cu sonda, în câte 4 – 5 puncte pentru efectuarea de analize pedologice și geotehnice și pentru monitorizarea deplasării granulelor de poliester.

În paralel au fost recoltate probe de sol și din terenul neamenajat pentru a constata eventualele diferențe între microcoamele și microdepresiunile gilgaiului.

Determinările geotehnice pentru stabilirea comportamentului reologic s-au făcut conform STAS-urilor în vigoare și vor fi menționate în cadrul tezei.

Metodele folosite pentru stabilirea caracteristicilor fizice și chimice ale probelor de sol recoltate din profilele de sol sunt cele stabilite de I.C.P.A. București:

- analiza granulometrică (%) – metoda Kacinski;
  - densitatea aparentă (D.A., g./cm<sup>3</sup>) – metoda cilindrilor metalici;
  - densitatea (D., g. /cm<sup>3</sup>) – metoda picnometrului;
  - higroscopicitatea (CH %) – metoda Mitscherich;
  - permeabilitatea (mm/h) – metoda I.C.P.A. (cond. hidr.);
  - pH (în H<sub>2</sub>O) – metoda potențiomtrică;
  - carbonați (CaCO<sub>3</sub>, total) – metoda Scheibler;
  - humus % - metoda Walkley – Black;
  - fosfor accesibil (mobil), ppm – metoda Egner-Riehm-Domingo;
  - potasiu accesibil (mobil), ppm - metoda Egner-Riehm-Domingo;
  - baze schimb (S.B. me) – metoda Kappen – Chiriță;
  - hidrogen schimbabil (S.H., me) – metoda volumetrică;
  - capacitatea de schimb cationic (T. me) – metoda Bower;
- Prin diferite metode de calcul au fost determinate:
- porozitatea totală, PT( % )
  - porozitatea de aerăție, PA %
  - coeficientul de ofilire, CO %
  - capacitatea de câmp CC%
  - capacitatea totală CT %
  - capacitatea de apă utilă CU%
  - capacitatea de cedare maximă
  - gradul de tasare GT (%)
  - rezerva de humus (t/ha)
  - indicele azot I.N.
  - gradul de saturație în baze V%

### 3. MINERALOGIA ARGILEI

Punerea în evidență a influenței materialului parental asupra însușirilor morfologice, fizice și chimice a solurilor presupune:

- analiza compoziției mineralelor ușoare și grele din materialul parental și din fracțiunile texturale nisip și praf ale solului;
- analiza compoziției mineralelor argiloase (difracția razelor X, infraroșu și analiza termică diferențială) din fracțiunea texturală argilă (<2 $\mu$ ) din materialul parental și din sol
- influența cantității și calității mineralelor argiloase asupra proprietăților fizice și chimice ale solului.

Mineralele din sol pot fi clasificate (Rogobete Gh., 1993) în minerale primare moștenite din roci magmatice și metamorfice și minerale secundare, moștenite din roci sedimentare sau formate prin pedogeneză.

Mineralele primare – cuartul și feldspatii, reprezintă partea principală a fracțiunii de nisip și praf din sol. Ca minerale accesorii, sunt mineralele grele din grupele: piroxeni, amfiboli, olivină, apatit, epidot, turmalină, zircon, magnetit, rutil, etc.

Minerale secundare – principalele minerale secundare aparțin grupei oxizilor – hidroxizilor de Al, Fe, Ti, carbonaților cu sulf și silicaților stratificați sau filosilicaților.

#### 3.1. Minerale argiloase

Silicații joacă un rol proeminent în majoritatea solurilor, iar pentru vertisoluri în mod deosebit mineralele argiloase (fig. 3.1 – 3.7 și tabelele 3.2 și 3.3).

Referitor la prezența și efectele mineralelor argiloase în sol există o imensă literatură de specialitate în lume și în țară. Pot fi citate lucrările lui Barshad I. (1959, 1964), Brockhard G. (1977), Caillere S. (1982), Coleman N. (1963), Crăciun C. (2000), Gâtă G. (1997), Marshall E. (1977), Mering J. (1975). Toate aceste referiri menționate subliniază predominanța în vertisoluri a argilei smectitice și în special a montmorillonitului. Apreciem utilă prezentarea în tabelul 3.1 a compoziției mineralogice a argilei din vertisolurile de România, valori medii, după Crăciun C. (1998).

Tabelul 3.1

**Compoziția argilei din vertisoluri**

Zona geografică	Compoziția mineralogică, %		
	Smectit	Illit	Caolinit
România	66	30	4
Zona vestică	71	25	4
Zona sudică	61	36	3

Tabel 3.2

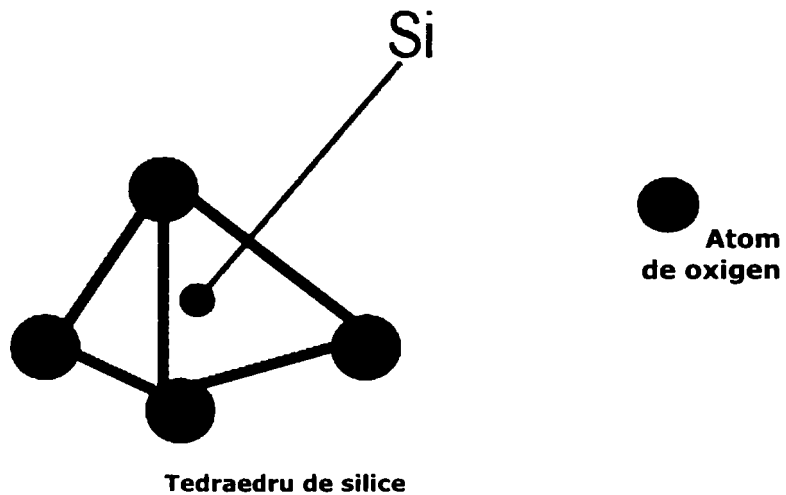
**Clasificarea filosilicaților hidratați primari planari**  
 (după Crăciun, 2000)

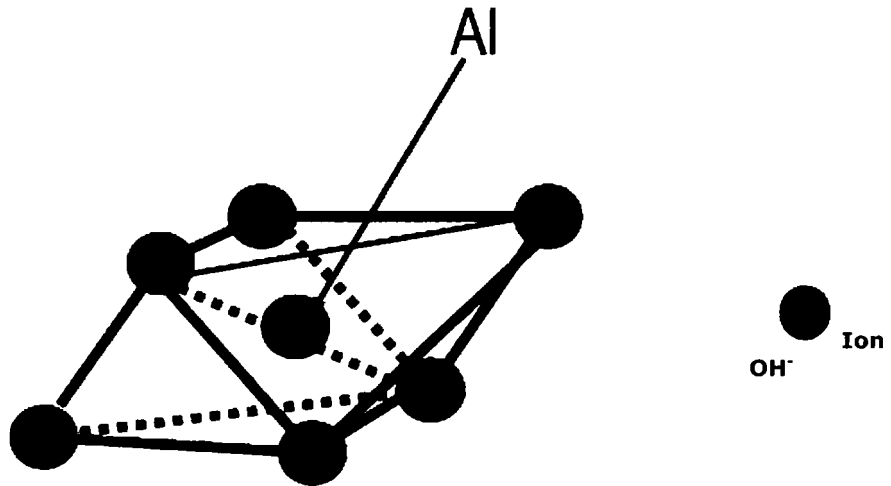
Tipul forței	Populația spațiului interlamelar	Grupa	Caracterul octoedric	Speciile
1 : 1	absență sau H <sub>2</sub> O x ~ 0	Serpentină	Trioctaedric	Lizardit, Bertherin, Arnesit
			Diocetadric	Caolinit, Dickit, Nacrit, Holloysit
2 : 1	absență sau H <sub>2</sub> O x ~ 0	Talc - Pirofilit	Triocetadric	Talc, Willemseit
			Diocetadric	Pirofilit, Ferripirofilit
	Cationi schimbabili hidratați x ~ 0,2-0,6	Smectit	Triocetadric	Saponit, Hectorit, Sauconit
			Diocetadric	Montmorillonit, Beidelit, Notronit
	Cationi schimbabili hidratați x ~ 0,6-0,9	Vermiculit	Triocetadric	Vermiculit triocetadric
			Diocetadric	Vermiculit diocetadric
	Cationi monovalenți nehidratați x ~ 0,6-1,0	Mică flexibilă	Triocetadric	Biotit, Flogopit
			Diocetadric	Muscovit, Illit, Glaucenit
Strat hidroxilic x variabil	Clorit	Triocetadric	Clinoclor, Chanmosit Pennantit	
		Diocetadric	Donbassit	

Silicații stratificați, hidratați sunt cunoscuți sub numele de minerale argiloase

**Clasificarea filosilicaților neplanari**  
(după C. Crăciun, 2000)

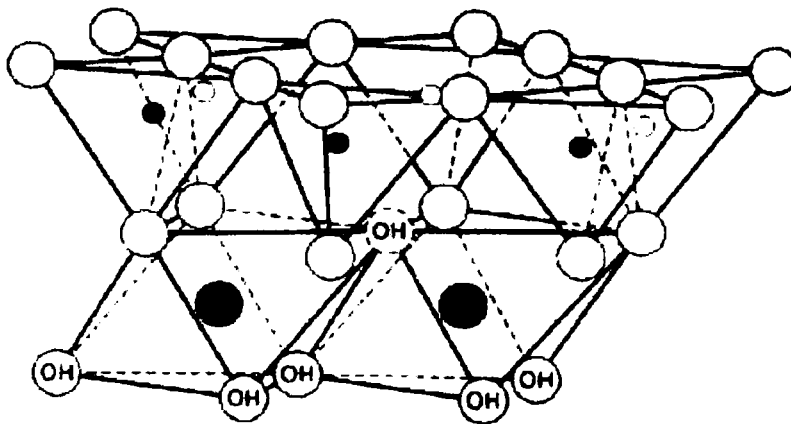
Tipul forței	Componentul modulat	Configurația	Dimensiunea forței ©	Afiliația	Speciile
<b>A. Structuri modulate</b>					
1 : 1	Stratul tetraedric	Benzi	7 Å	Serpentine	Antigorit
		Insule	7 Å	Serpentine	Greenalit, Megilit
2 : 1	Stratul tetraedric	Benzi	9,5 Å	Talc	Minnesotait
			12,5 Å	Mică	Ganophyllit
	Insule	9,6-12,5 Å	Complexe micacee	Stilpnomelan	
	Stratul tetraedric	Benzi	12,7-13,4 Å	Pynibol	Sepiolit, Palygorskait
<b>B. Structuri rulate</b>					
2 : 1		Trioctaedrică	-	Serpentine	Crysotil
		Dioctaedrică	-	Caolin	Halloysit





**Octaedru de aluminiu sau fier ( $\text{Fe}^{3+}$ )**

Figura 3.1 Tetraedrul și octaedrul de Si și Al



a - kaolinit

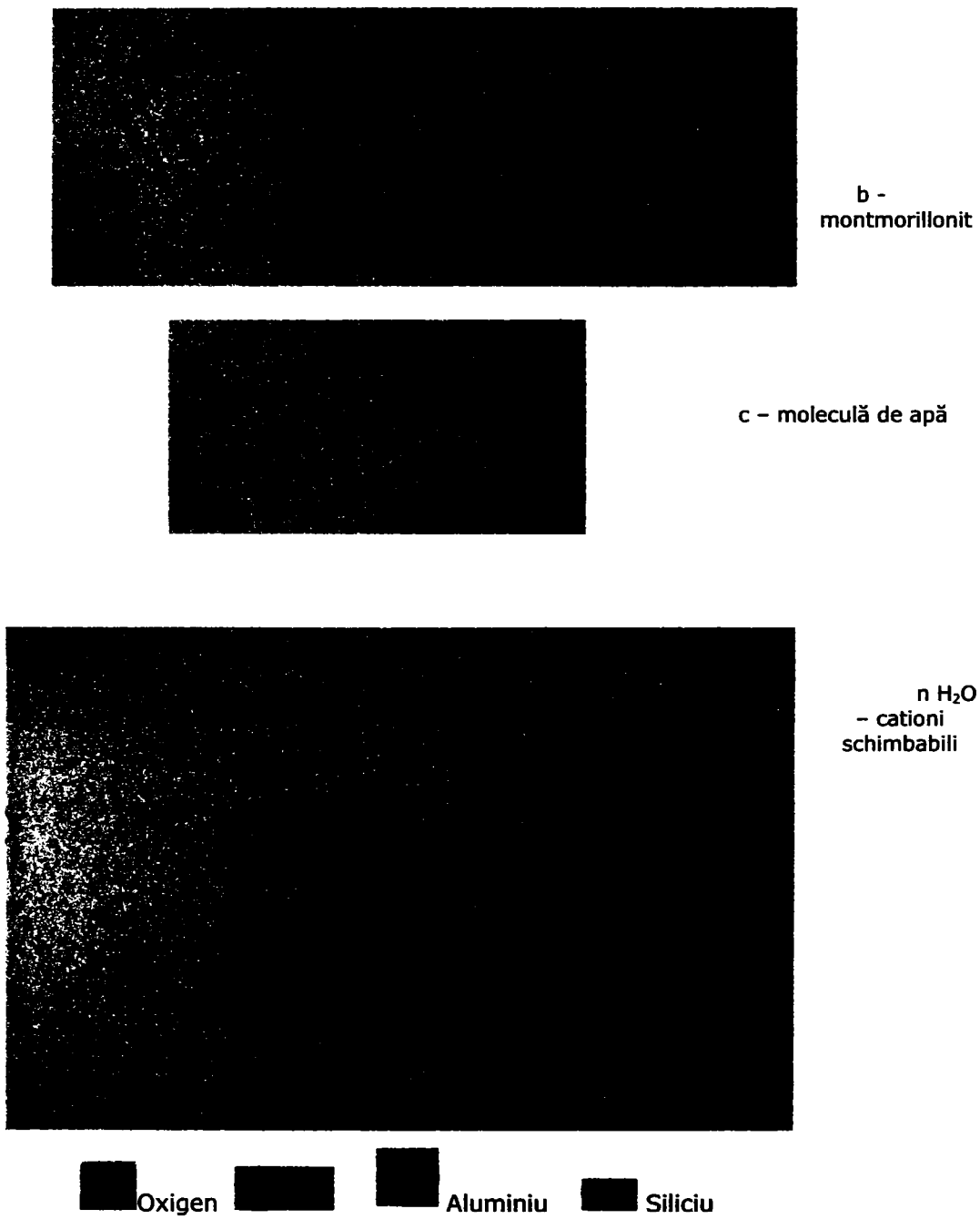


Figura 3.2

Figura 3.3 Argile naturale



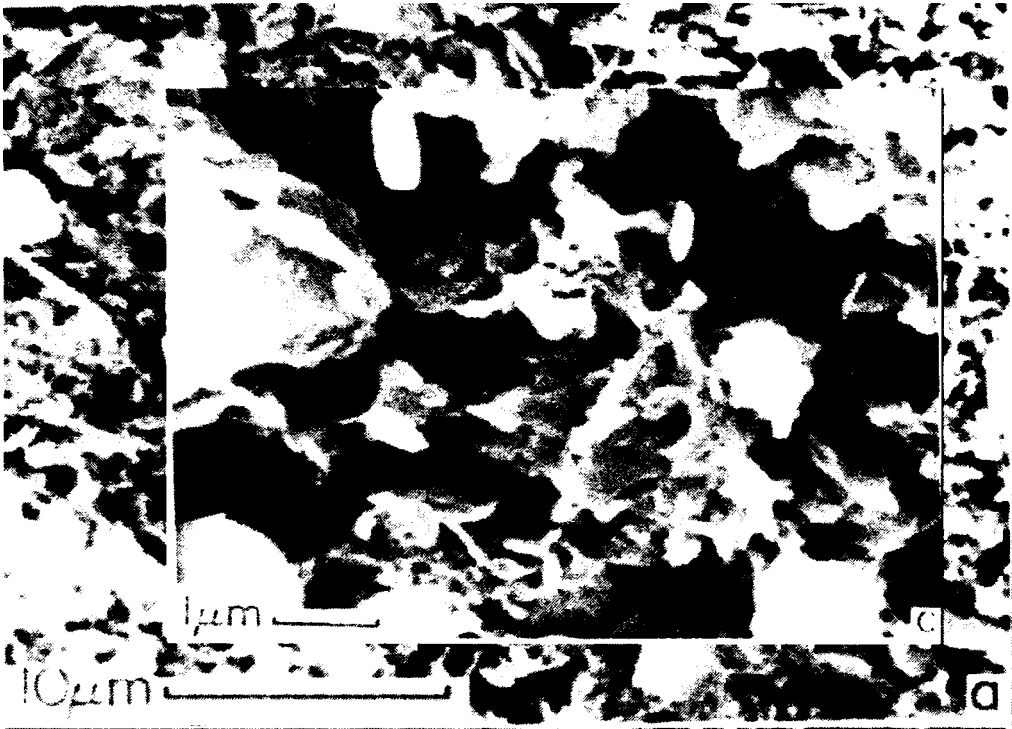


Figura 3.3 Argile naturale

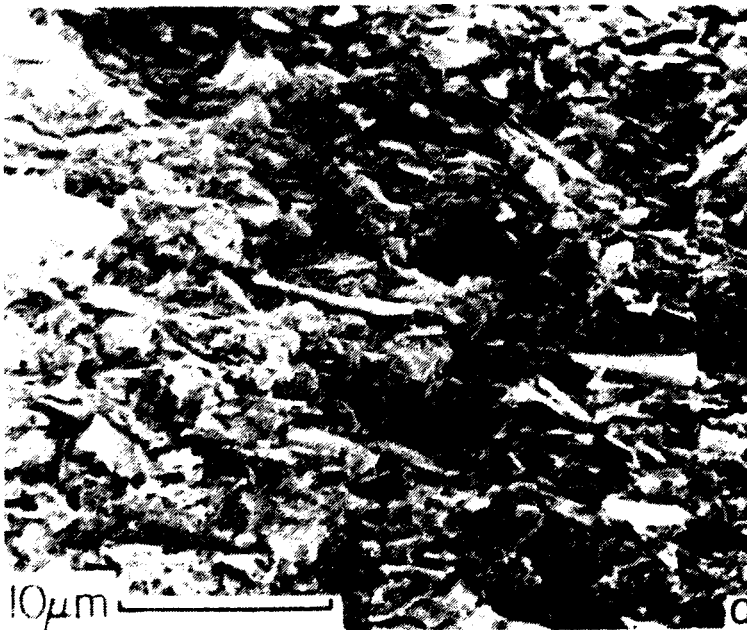
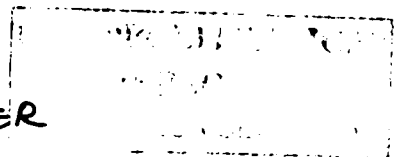
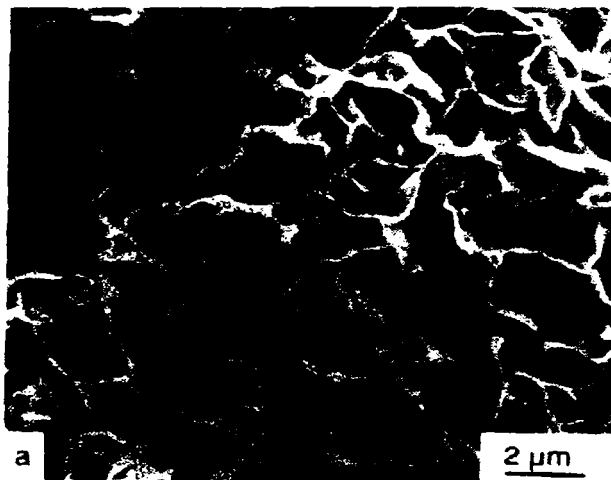


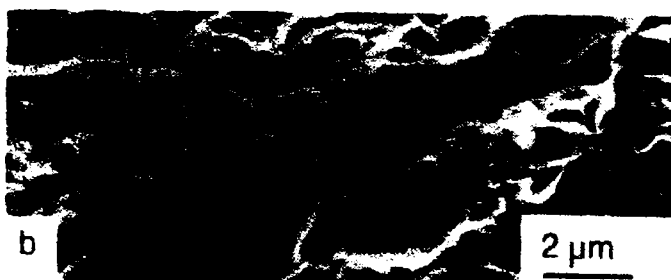
Figura 3.4 Stare naturală a argilei

670.432  
TA-COY/BER

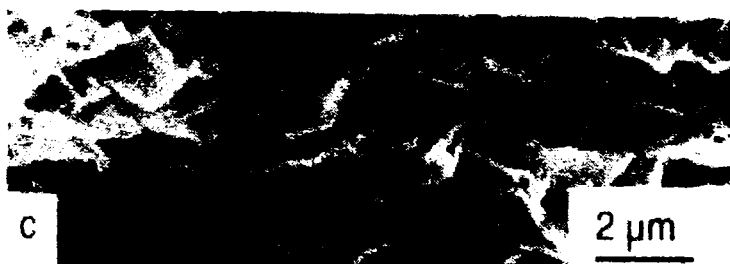




**0,032 bar**  
**w=3,69**  
**1+e = 9,8**



**1 bar**  
**w=1,14**  
**1+e = 4,0**



**10 bari**  
**w=0,82**  
**1+e=3,2**

Figura 3.5 Microstructura unei argile pentru trei conținuturi de apă

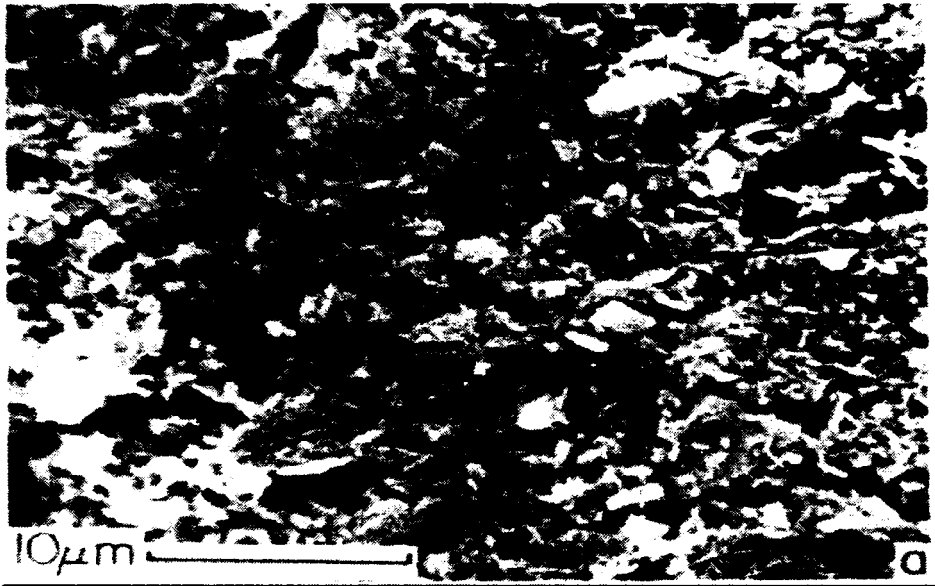


Figura 3.6 Comprimat sub 124 kPa apoi pus în libertate

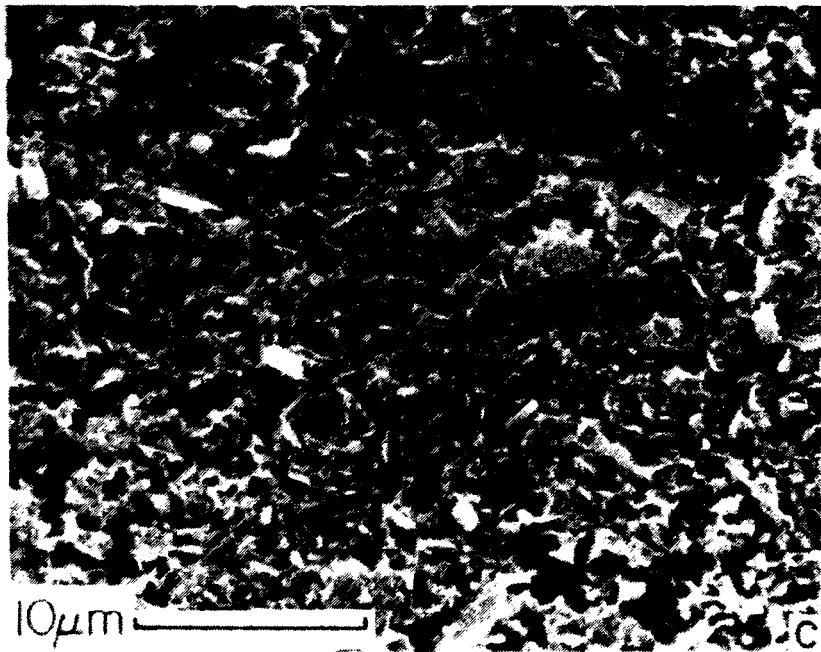


Figura 3.7 Comprimat sub 421 kPa apoi pus în libertate

### 3.2. Relații între mineralele argiloase și însușirile fizice și chimice ale solului

Rolul foarte activ al argilei în sol este determinat în primul rând de dimensiunea redusă a particulelor, care conferă acestei fracțiuni granulometrice o mare suprafață de reacție. Dintre componentele argilei, smectitul are atât cele mai mici dimensiuni, cât și caracteristici cristalografice specifice. Rețeaua cristalină foarte mobilă a smectitului stă la baza proceselor de gonflare – contracție care modifică starea de împachetare a elementelor structurale, prin pătrunderea apei între foițele reticulare. În privința însușirilor chimice, suprafața enormă a smectitelor le conferă acestora o mare capacitate de adsorbție a cationilor aflați la un moment dat în soluția solului, controlând astfel concentrația acestora în soluție.

Aceste aspecte și caracteristici ale smectitului imprimă solurilor bogate în acest mineral argilos o mai mare capacitate de adsorbție a ionilor și a apei, astfel că față de alte tipuri de minerale argiloase, vertisolurile care au smectit predominant, față de illit și caolinit, înregistrează cele mai mari valori pentru T (me) sau indicii hidrofizici. Argila smectitică reduce însă ponderea porilor mijlocii și grosieri, ajungând ca porii fini, cu dimensiuni  $< 0,2 \mu$ , care rețin apă inaccesibilă plantelor să fie dominanți. Sunt interesante corelațiile stabilite de Crăciun C. (1996) între argilă și indicatorii fizici ai solurilor (tabel 3.4) din Câmpia Română.

Tabelul 3.4

#### Valorile coeficienților de corelație între indicii fizici și mineralele argiloase

Indicatorii fizici	Argilă $< 2\mu$	Smectit sol	Illit sol	Caolinit sol
CO	0,872 <sup>xxx</sup>	0,779 <sup>xxx</sup>	0,519 <sup>xx</sup>	-
CU	- 0,825 <sup>xxx</sup>	-0,778 <sup>xxx</sup>	-0,411 <sup>x</sup>	-
K	- 0,565 <sup>xxx</sup>	-0,447 <sup>xx</sup>	- 0,378 <sup>x</sup>	-
Tme 100 g	0,52 <sup>xx</sup>	0,59 <sup>xxx</sup>	0,23	0,16

Se observă că pentru CO (coeficientul de ofilire) valorile coeficienților de corelație sunt mai ridicați pentru smectit. Pentru CU (capacitatea de apă utilă) au fost stabilite relații liniare inverse, de  $-0,78^{xxx}$  pentru smectit și  $0,41^x$  pentru illit. Similar este și în cazul valorii K (permeabilitatea). Valorile capacității totale de schimb cationic T, sunt mai puternic corelate cu smectitul decât cu argila, semn clar al importanței prezenței smectitului.

## 4. VERTISOLURILE

### 4.1 Criteriile de diagnoză și răspândire conform WRB

În Atlasul WRB, Bridges și colab. (1998) definește Vertisolul în modul următor:

Vertisolurile sunt solurile argiloase pe o mare grosime, cu orizont vertic ce are >30% argilă predominant smectitică. Când se usucă se produc crăpături adânci și largi. Din mișcarea maselor de sol una față de alta, datorată expandării și contracției provocată de umezire – uscare, rezultă peduri cu fețe de lustruire.

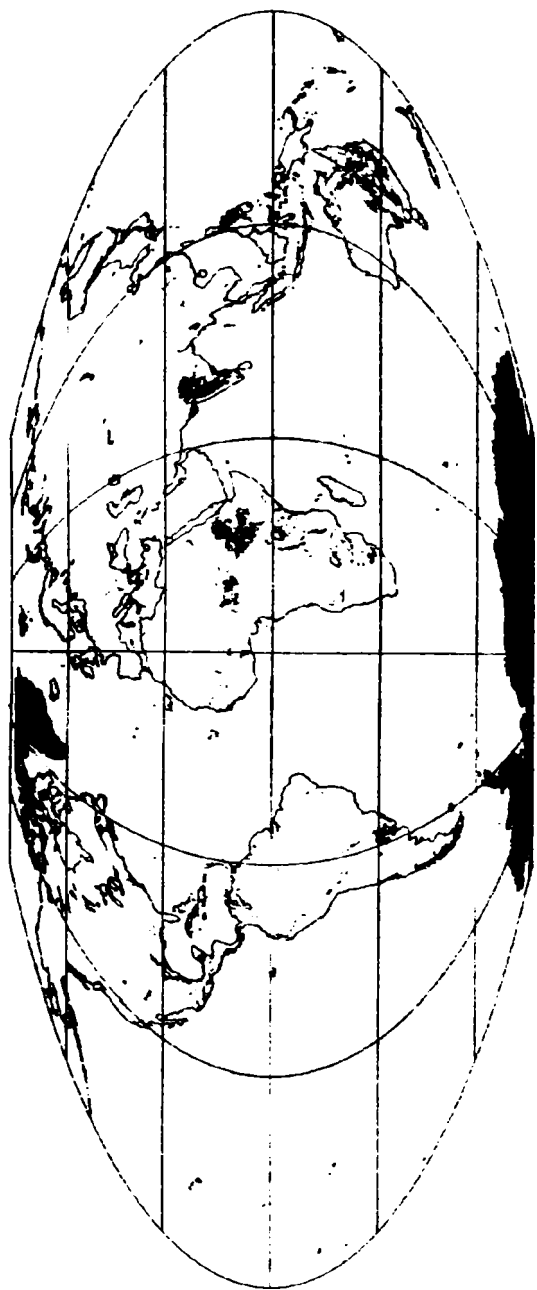
Crăpăturile care se formează depășesc adâncimea de 50 cm.

În partea superioară a solului se formează o structură bloc, cu prisme foarte dure. În zona mediană a profilului, datorită fenomenelor de gonflare – contracție apar fețe de alunecare sau agregate structurale paralelipipedice sau în formă de pene lucioase cu suprafețe curbate și striate și planuri oblice de forfecare.

Crăpăturile adânci formate la suprafață permit materialului de sol să cadă în adâncime forțând solul coeziv să se ridice și să formeze la suprafața terenului o alternanță de microcoame și microdepresiuni, adică un microrelief specific, "de gilgai".

Din Harta distribuției vertisolului (figura 4.1) se constată că vertisolurile ocupă o suprafață de 335 milioane de ha predominant în Sudanul Central și Estul Africii, în platoul Decan din India, în Australia și suprafețe mai mici în Texas și America de Sud. Punctiform pe această hartă apar vertisoluri în Europa de Est – Serbia, Bulgaria, România.

Din cele menționate rezultă că zonele semiaride sau subumede și chiar zonele tropicale sunt cele care favorizează dezvoltarea vertisolurilor actuale. În aceste zone Vertisolurile se asociază cu Luvisolul, Cambisolul, Gipsisolul și Soloncaecul.



**■** Dominant  
Flat Polar Quartic Projection

**■** Associated

**■** Inclusions

**■** Miscellaneous lands (Glaciers, No data)

FAO-GIS, February 1988

Figura 4.1 Răspândirea vertisolurilor conform W.R.B

## 4.2. Diagnoză și răspândire conform Atlasului Solurilor Europei

Conform **Atlasului Solurilor Europei**, identificarea Vertisolurilor se face prin prezența orizontului vertic - > 35% argilă. Incluziunea în Grupa de Soluri de Referință presupune existența orizontului vertic sau a proprietăților vertice în primii 100 cm de la suprafață.

Orizontul vertic este un orizont de subsuprafață bogat în argile expandabile și având elemente structurale cu suprafețe lustruite și scobite (fețe de alunecare) sau ascuțite ca o pană (presiuni și desplicare) sau agregate structurale paralelipipedice formate prin gonflări și contracții repetate.

Vertisolurile – soluri care crapă, bogate în argilă gonflantă (din latină - "vertere" - a se întoarce, a se învârti).

Sunt soluri bogate în minerale argiloase gonflante și apar mai ales în terenurile joase, în climate cu sezoane pronunțate uscate și umede. Vertisolurile se contractă și gonflează prin uscare și umezire. Când solul se usucă și formează crăpături adânci și largi, iar în sezonul umed gonflează și creează elemente structurale curbate și lustruite – slickensides – sau în pene ascuțite sau agregate situate paralel în orizontul vertic subsuprafață. Relieful unui Vertisol poate avea un complex de microcoame și microdepresiuni, formând un microrelief de tip "gilgai".

Vertisolurile sunt cunoscute și ca soluri negre de bumbac (USA), regur (India), vlei sol (Africa de Sud) și margalite (Indonezia).

Acoperă 0,5% din Europa, iar ca subtipuri apar (figura 4.2, 4.3, 4.4):

Vec – calcaric-chromic; Vc – chromic; Ve – eutric; Vg – gleyc; Vk – calcic; Vp – pellic; Vpc – calcari-pellic; Vpg – gleyi-vertic

Conform hărții la scara 1:500.000, în Banat sunt deosebite două subtipuri de vertisol: Vpg – Vertisol gleyi-vertic în zona Valcani- Dudeștii Vechi-Cheglevici și în zona Cruceni-Foeni-Uivar-Giulvăz; Vp – vertisol pellic în zona Jamu Mare-Clopodia-Ferendia-Gătaia și în Câmpia Carașului, arealul Grădinari-Vrani-Oravița.

## 4.3 Diagnoză și răspândire conform Taxonomiei Solurilor

În clasificarea americană folosită în **World Soil Map** lucrare publicată de Eswaran H. și Reich P.F. în volumul 4 al Enciclopediei solurilor din mediu în cadrul celor 12 ordine majore ale Taxonomiei Solurilor se află și Vertisolul.

Vertisolul este definit drept sol argilos, care are crăpături adânci și largi câteva perioade pe an și fețe de alunecare în primii 100 cm de la suprafață. Se contractă la uscare și gonflează prin umezire. Formează un ordin relativ omogen datorită cantității și tipului de argilă. Poartă denumiri diferite, locale, în multe țări. De exemplu sunt Soluri de Gilgai în Australia, Adobe (Filipine), Sha Chiang (China), Soluri Negre de Bumbac (India), Smolniță (Bulgaria), Tirs (Maroc), Makande (Malawi), Vleigrand (Africa de Sud), Sonsosinte (Nicaragua) – (tabel 4.1).





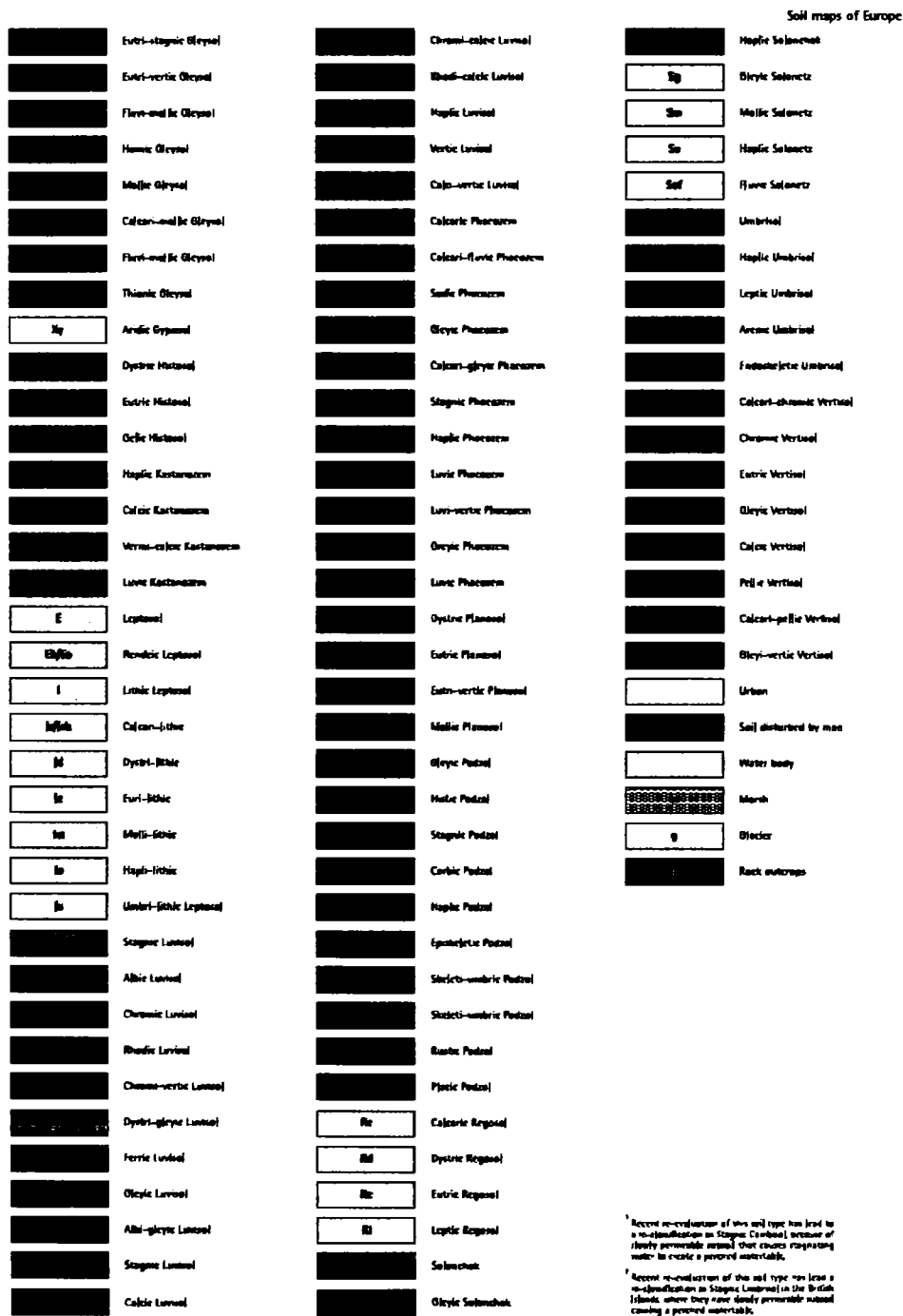


Figura 4.3 Legenda Atlasului Solurilor Europei



Plate 14

Romania covers the northeastern part of the Balkan Peninsula. Roughly said in shape, Romania is a large country bordering with Bulgaria to the south, Serbia and Ukraine to the southwest, Hungary to the northwest, Ukraine to the north, Moldova to the northeast to the Black Sea coast along the Black Sea. The Danube River, which separates Central Europe with the Black and Mediterranean seas, runs north of Romania's southern and southwestern borders with Bulgaria and Serbia and Montenegro. Romania's landscape is dominated by the Carpathian Mountains, a great mountain system that runs through the country in a slender arc and covers about one-third of the country's total area.

The soil in Romania varies greatly and is generally quite fertile. The soil will have for forming a the typical Chernozem (black earth), which accounts for roughly one-third of the country's arable land. Other soils and vegetation phenomena predominate in the Danube of Ploiesti, Moldavia, and the Bucharest region, all major metropolitan areas. The soil in Romania and the Balkans east of the Carpathians and foothills but in both low temperature climates and pastures. The soil is used both for the growing of Romania and forests. In temperate Romania, the soil covers large of the agricultural products of Romania. The farming system particularly important crop rotation. The soil is used for agriculture and animal husbandry.

More than 75 per cent of Moldova is covered by Chernozem that supports the cultivation of wheat, corn, soybeans, and other. The most commercially important soil types are found in the north and in the Carpathian and Danube valleys. However, extensive agriculture has led to soil erosion problems in many areas. The quality of the soil is lower towards the south where grapes and horticulture are grown.

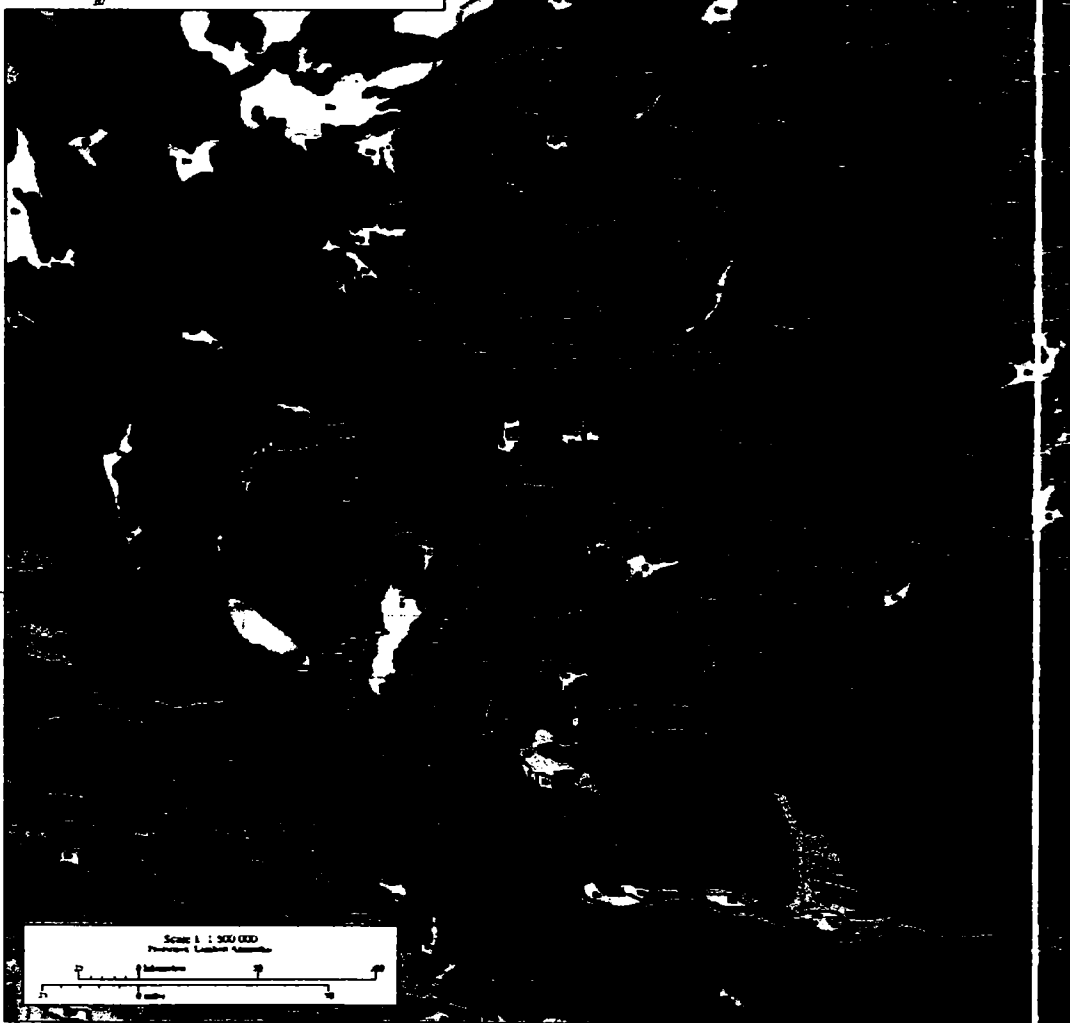


Figura 4.4 Harta României din Atlasul Europei – solurile din vestul României

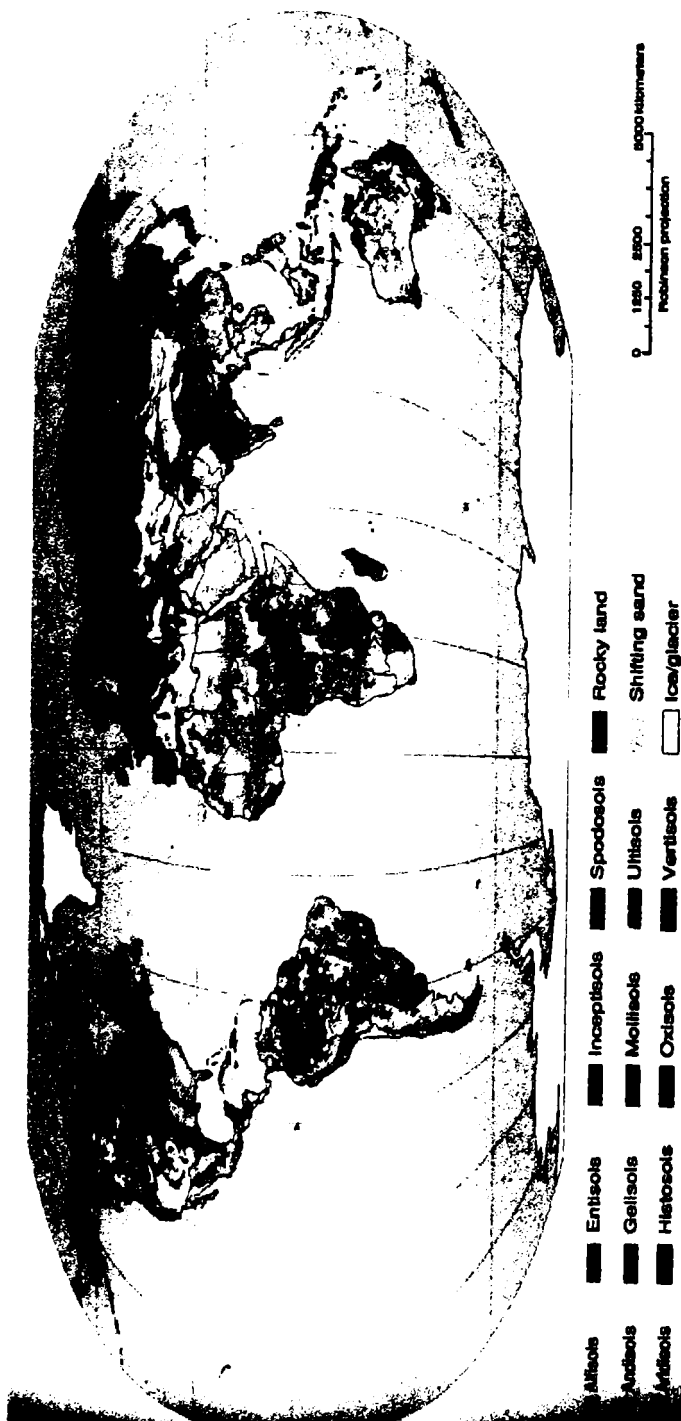


Figura 4.5 Harta Solurilor Lumii

Se dezvoltă în pedonuri mari și polipedonuri. Vegetația naturală este funcție de climat. Multe Vertisoluri se pretează la o agricultură mecanizată cu practici manageriale adecvate. Suprafețe întinse de Vertisoluri pe glob nu sunt lucrate pentru că necesită consum mare de energie în cadrul metodelor tradiționale. Irigațiile pun probleme speciale datorită permeabilității scăzute. Curgerea tip bypass se petrece frecvent prin crăpături. Fără un drenaj corespunzător, având și K scăzut se produc fenomene de stagnare a apei și de ridicare a sărurilor.

Pe baza regiunilor de umiditate și temperatură sunt separate 6 subordine:

- 1 Aquets Vertisoluri umede cu regim aquatic, important local;
- 2 Cryerts Vertisoluri reci cu regim cryic sau pergelic;
- 3 Torrerts Vertisoluri cu regim aridic, prezent în zona de tranziție între aridic și ustic, predominant aridic. Suprafețe mari apar în Sudan, Orientul Apropiat, Asia Centrală;
- 4 Xererts Vertisoluri cu regim xeric; Vertisolurile tipice, brun-roșcate din zona Mediteranei – Iordania, Turcia, Tunisia;
- 5 Usterts Vertisoluri cu regim ustic, cele mai extinse geografic, pe cca. 1,8 mil. km<sup>2</sup>, dominante în Africa, India, Australia;
- 6 Uderts Vertisoluri cu regim udic, suprafețe mari fiind în Bengal, Insulele Caribene, Estul Europei și Argentina.

Tabel 4.1

### Estimarea suprafețelor cu Vertisoluri pe glob

Subordine	Cryids		Salids		Gypsid		Argids		Calcids		Cambids		Vertisoluri	
	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%
Terenuri fără gheață	943285	072	890118	068	682963	052	5407965	4.13	4872554	3.73	293187	2.24	<b>3160485</b>	<b>2.42</b>
Tropical	0	0	52910	004	228484	017	573248	044	451161	034	561394	043	<b>1494681</b>	<b>1.14</b>
Temperat	0	0	632946	048	429405	033	4035105	3.09	4400123	3.36	2063362	1.58	<b>1642600</b>	<b>1.26</b>
Boreal	940532	072	195536	015	24126	002	782223	006	13823	001	302236	023	<b>17199</b>	<b>001</b>
Tundră	0	0	691	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>	<b>0</b>
Aridic	795230	061	761691	058	601964	046	5015755	3.83	4728720	3.62	2926926	2.24	<b>886106</b>	<b>068</b>
Xeric	20339	002	17320	001	22692	002	93618	005	71574	005	0	0	<b>98690</b>	<b>008</b>
Ustic	55348	004	95103	007	57359	004	268535	021	61180	005	0	0	<b>1766059</b>	<b>1.35</b>
Udic	69615	005	7279	001	0	0	12656	001	3637	0	0	0	<b>403626</b>	<b>031</b>

## 4.4 Geneza Vertisolurilor

Formarea și evoluția vertisolurilor a constituit preocuparea unui număr mare de cercetători, dintre care pot fi menționați Blokhuis (1953, 1993), Crăciun C. (1998, 2000), Dudal R. (1963, 1965), Păltineanu C. și colaboratorii (2003), Rogobete Gh. (1970, 1987, 1997, 1998, 2005, 2006), Seceleanu I. și colaboratorii (1994, 1995, 2003), Teaci D. (1964, 1990), Wilding I. (1996).

Este unanim acceptată ideea că vertisolurile sunt puternic determinate de natura materialului parental. Frecvent, se formează din roci bazice hemicristaline bogate în minerale mafice, cum ar fi bazaltul, din tuf vulcanic, din roci metamorfice bazice, calcare și marne, din aluviuni fluviatile lacustre sau marine.

În condițiile unui climat sau semiumed cu sezoane umede urmate de sezoane uscate, produșii de alterare sunt transportați în perioadele umede de pe versanți la baza pantei sau spre câmpii. Acumularea acestor produși este posibilă în cazul unui regim de precipitații care nu favorizează fenomenele de levigare. Când solurile se usucă se produce cristalizarea mineralelor argiloase smectitice. Ciclurile de umezire – uscare cauzează expandarea și contracția acestor argile.

În condițiile unui drenaj slab și a unor temperaturi ridicate se pot forma argile smectitice în prezența ionilor de calciu și magneziu, la un pH apropiat de neutru. În Sudan și Platoul Decan din India, zonele cu cea mai mare extindere a vertisolurilor, acestea s-au format prin alterarea bazaltelor, cu regim climatic semiarid – semiumed.

În America de Sud, pe insule din Oceanul Pacific în Caraibe (Cuba) vertisolurile s-au format din tufuri vulcanice și cenuși vulcanice.

Referitor la geneza vertisolurilor din Balcani (Serbia, Bosnia; Bulgaria) există două teorii (citate de Păltineanu., 2003): teoria conform căreia smolnițele, numite ulterior vertisoluri, sunt soluri cu hidroeneză relictă și teoria că vertisolurile sunt soluri tinere, cu substrat bogat în montmorillonit și humus produs de vegetație de fâneață – mlaștină.

Prima teorie a fost elaborată de Stebutt (1946) și susține formarea vertisolurilor în zona lacurilor Pliocene – după retragerea lacurilor s-au format soluri negre de hidroeneză care drenate au devenit vertisolurile actuale.

A doua teorie susține formarea postcuaternară a vertisolurilor pe seama argilelor marnoase.

Cercetările geologice, geomorfologice, mineralogice și micromorfologice exclud formarea smolnițelor – vertisolurilor prin hidroeneză, așadar vertisolurile au origine terestră și nu lacustră sau fluviatilă în Balcani.

## 4.5 Procese specifice Vertisolurilor

### 4.5.1 Automulcirea

În definirea orizontului vertic, atât SRTS-ul, cât și sistemele internaționale de clasificare a solurilor (Soil Taxonomy, WRB, Referențialul pedologic) se referă la conținutul mare de argilă și la faptul că argila conține peste 40% minerale smectice care imprimă argilei caracterul de argilă cu volum variabil, funcție de conținutul de umiditate. Se apreciază de asemenea că argila are un conținut ridicat de humină care-i conferă culoarea neagră –cenușie.

Pe profilul solului se observă diferențe de structură între orizontul vertic de suprafață – fapt ce a condus la separarea unui orizont Vs de suprafață, în Referențialul pedologic francez (1992) și orizonturile vertice de subsuprafață.

Orizontul vertic de suprafață prezintă o cinetică structurală permanentă și are:

- un pH mai mare în cazul solurilor saturate sau mai scăzut la cele desaturate;
- un conținut mai mare de materie organică ;
- o densitate aparentă mai mică.

Caracterele structurale sunt foarte accentuate:

- după perioade umede, orizontul este masiv;
- prin uscare crăpăturile formează o rețea poligonală grosieră, uneori de 1 m;
- primii centimetri de la suprafață prin uscare devin micropoliedrici cu diametrul de câțiva milimetri, foarte favorabile germinării semințelor de cereale (grâu, orz în special).

Stratul format prin fragmentare este rezultanta fenomenului de automulcire sau pseudomulcire și are o grosime de 1 – 5 cm, uneori chiar 10 cm. Stratul acoperă crăpăturile și fisurile mai fine și este alcătuit din poliedri mici, duri în stare uscată, care apar datorită variațiilor repetate de umiditate de la suprafața terenului, variații ce cauzează umflarea și contracția argilei smectitice din vertosol.

Fenomenul nu se produce în orizontul vertic median, care are agregate poliedrice mari sau cubice, a căror dimensiuni pot fi câțiva zeci de centimetri. Alternanța gonflare – contracție favorizează și formarea unor structuri romboedrice sau paralelipipedice în plachete oblice cu suprafețe de lustruire cu unghiuri diferite de 90°, cu suprafețe striate. Prezența la suprafață a stratului de mulci alcătuit din micropoliedri a dat și prima denumire americană a vertosolului, aceea de "grumosol". În cazul vertosolurilor lucrute agricol mulciul este încorporat în adâncime, la baza stratului arat, iar în vertosolurile nelucrate micropoliedri de mulci se scurg pe crăpăturile de sol și ajung la adâncimi de 75 – 150 cm, adică până la baza profilului.

#### 4.5.2 Tensiune – deformare și rezistența solului

Când un corp este supus unor forțe externe, el suferă deformație și stress. În mecanica solului, Lambe T. și Whitman R. (1969) utilizează noțiunea de stress efectiv. Pentru solurile saturate, presiunea hidrostatică efectivă,  $P_{eff}$ , este definită ca diferență între stress-ul hidrostatic total și presiunea apei porilor,  $u$  ( $P_{eff} = P_t - u_w$ ). Pentru solurile nesaturate presiunea efectivă este o funcție a sucțiunii solului sau tensiunii umidității solului. Stress-ul efectiv în solurile nesaturate poate fi reprezentat prin:

$$P_{eff} = P_t - u_a + X (u_a - u_w) \quad (1)$$

unde  $u_a$  este presiunea aerului din pori și  $X$  depinde de conținutul de apă. Adesea este luat ca fracțiune pe unitate de suprafață a secțiunii transversale de sol ocupată de apă. Totuși aceasta este problematic din punct de vedere al mecanicii continuumului și termodinamicii. Există necesitatea considerării solului nesaturat ca

mediu constând din patru faze – aer, particule de sol, apă și "membrană contractilă" care separă aerul de apă.

Pentru solurile saturate se utilizează presiunea hidrostatică efectivă, iar pentru solurile nesaturate – presiunea totală.

În practica inginerescă se folosește pentru deformare și termenul de "solicitare la forfecare octaedrică" obținută prin:

$$J_{\text{oct}} = \left[ \frac{2}{3} I_{2D} \right]^{1/2} \quad (2)$$

Deși solul este considerat în teorie din perspectiva mecanicii continue aplicabilitatea practică este diminuată de dificultatea obținerii parametrilor ingineresti ai solului pe probe netulburate, "in situ". S-au realizat diverse tipuri de dispozitive cum ar fi penetrometrul cu con, mecanisme pentru forfecare și compresie pentru a obține date privind comportamentul solului la lucrare, compactare, tracțiune. Frecvent parametri obținuți nu reprezintă o singură proprietate a solului ci frecvent mai mulți parametri și proprietăți ale solului, denumiți din această cauză "parametri compuși ai solului" (Upadhyaya S., 2005).

Cel mai folosit dispozitiv pentru măsurarea în teren a rezistenței solului este penetrometrul cu con pentru rezistența solului la penetrare – cu aplicare în construcții și agricultură, pentru a indica rezistența la arat, nivelul de compactare al solului și rezistența la pătrunderea rădăcinilor.

Valorile obținute prin penetrarea solului cu penetrometrul cu con sunt valori compuse care depind de textura solului, densitatea aparentă și conținutul de umiditate. În termenii proprietăților ingineresti ai solului, depinde de coeziune, unghiul intern de frecare a solului, frecare sol – metal și adeziunea. Irelevanța unor valori cu privire la capacitățile de tracțiune ale unor mecanisme a condus la dezvoltarea unor mecanisme de compactare și forfecare. Aparatele constau dintr-o placă rotundă sau rectangulară care bate solul de sus în jos și înregistrează deformațiile în funcție de sarcina aplicată. Redarea deformațiilor se realizează prin ecuația Bernstein:

$$P_s = K \cdot Z^n \quad (3)$$

unde  $P_s$  – presiunea de compresie aplicată,  $Z$  este comprimarea solului,  $K$  și  $n$  sunt constante. Parametrul de comprimare a solului depinde de lățimea plăcii:

$$K = \frac{K_c}{b} + K_\phi \quad (4)$$

unde  $K_c$  și  $K_\phi$  sunt parametri dependenți de coeziunea solului și unghiul de frecare internă, iar  $b$  este dimensiunea minimă a plăcii.

Întrucât parametrul  $n$  nu este un număr întreg, nici  $k$  nu e simplu, motiv pentru care se folosește formula:

$$P = K_r \left( \frac{Z}{b} \right)^n \quad \text{și} \quad K_r = (K_1 + K_2 \cdot b) \quad (5)$$

unde  $K_1$  și  $K_2$  sunt dependenți de coeziunea solului și unghiul intern de frecțiune, iar  $K_r$  este același ca la presiune.

În ultimul deceniu au sporit cercetările pentru cunoașterea cauzelor variabilității în teren a plasticității. Un factor care influențează nivelul producțiilor agricole îl reprezintă compactarea solului, cu impact direct asupra conductivității hidraulice. Compactarea unui teren identifică prin penetrometrul cu con, care necesită însă numeroase valori ale indicilor de penetrare. Aceasta a condus la dezvoltarea unor aparate noi, de tipul unui sistem cu senzori – textură – compactarea solului care constau, dintr-o celulă de sarcină ce măsoară forța de tăiere a solului. Are încorporat un senzor dielectric de umiditate a solului. Forța de tăiere a solului,  $F$  este o funcție a densității aparente  $\rho$ , texturii  $\xi$  și conținutului de umiditate,  $\theta$ , când se lucrează cu o viteză constantă:

$$F = f(\rho, \xi, \theta) \times e^{-c\theta} \quad (6)$$

unde  $c$  este o constantă empirică. Funcția necunoscută  $g(\rho, \xi)$  este "indicele de compactare sol / textură" (TCI):

$$TCI = F / e^{-c\theta} \quad (7)$$

Este de notat că valoarea TCI depinde atât de densitatea aparentă cât și de textură. Întrucât textura este o proprietate statică, se poate utiliza, în absența unor determinări ale tăierii solului, valoarea TCI drept indicator al nivelului de compactare a solului. Senzorul TCI a fost conectat la sistemul GPS pentru a obține harta rezistenței solului pentru o parcelă și corelarea cu producția agricolă.

#### 4.5.3. Reținerea și mișcarea apei în Vertisoluri

După un secol de cercetări ale reținerii și mișcării apei în solurile negonflante, cu aplicații în irigații și drenaje, mișcarea apei în solurile care-și schimbă volumul cu schimbarea conținutului de apă rămâne o problemă insuficient cunoscută. Dificultățile cresc pentru că modificarea volumului complică determinarea bilanțului material și trebuie luate în considerare atât faza solidă cât și cea lichidă. Contractia și gonflarea ce însoțește variația conținutului de umiditate produce deplasarea verticală a polului umed, ceea ce implică un lucru gravitațional și contribuie la componenta de suprasarcină a potențialului total al apei din sol. Solurile gonflante crapă și rețeaua de crăpături oferă căi pentru curgerea rapidă a apei. Soluri gonflante sunt Vertisolul și Histosolul.

Vertisolul ocupă mari suprafețe în India ( $7,9 \cdot 10^5 \text{ km}^2$ ), Australia ( $7 \cdot 10^5 \text{ km}^2$ ) și Sudan ( $5 \cdot 10^5 \text{ km}^2$ ), în timp ce în China, Etiopia și SUA fiecare are circa  $1,5 \cdot 10^5 \text{ km}^2$ . Sunt soluri fertile chimic, dar în general refractare fizic, foarte aderente umede și tari – uscate. Sunt soluri cu un conținut ridicat de minerale argiloase smectitice.

Conceptul de sol gonflant a fost introdus în 1917 de Tempny H.A. în lucrarea "Solurile contractile" (J. of Agric. Science, 8). Conceptul modern al curgerii unidimensionale a apei în solurile care-și modifică volumul prin modificarea conținutului de apă a fost folosit de Terzaghi în 1923 și dezvoltat ulterior de Philip, Mc Nabb, Raats și Kleite care au aplicat soluțiile ecuației Richards la sistemele gonflante.



Curgerea apei în solurile nesaturate este exprimată prin combinarea legii lui Daray cu ecuația continuității prin curgerea staționară și nestaționară, respectiv ecuația lui Richards. Folosirea ecuației Richards necesită caracteristicile de conductivitate și de potențial și în plus "curba contracției". Curgerea unidimensională a apei într-un sistem gonflant necesită ecuațiile bilanțului material pentru fazele lichidă și solidă:

$$\frac{\partial \theta_w}{\partial t} = \frac{\partial F_w}{\partial z} \quad (8) \qquad \frac{\partial \theta_s}{\partial t} = \frac{\partial F_s}{\partial z} \quad (9)$$

unde  $z$  este o distanță pe coordonate,  $t$  este timpul,  $F_w$  și  $F_s$  sunt volumul fluxului densităților apei și solului (metri cubi per metru pătrat per secundă) și  $\theta_w$  și  $\theta_s$  sunt fracțiunile volumelor apei și solidului. Volumele de referință includ și crăpăturile.

Recunoscând că fluxul apei, văzut de un observator, se produce relativ la mișcarea solidului solului:

$$F_w = u + \theta_w F_s / \theta_s = u + v F_s \quad (10)$$

unde  $u$  este volumul fluxului de apă relativ la particule, iar termenul al doilea descrie transferul apei la mișcarea solidului. Proporția fracțiunilor de volum  $v$  este denumită proporția umidității:

$$v = \theta_w / \theta_s = \theta_g \rho_s \quad (11)$$

cu  $\theta_g$ , fracțiunea masei de apă (kilograme per kilogram) și  $\rho_s$  - gravitația specifică a solidului. În solurile saturate,  $v$  este egal cu  $e$ , indicele porilor.

Pentru o curgere unidimensională, în coordonatele  $m$  ( $t, z$ ) avem:

$$d_{m,z}(z,t) = \frac{\partial m}{\partial z} dz + \frac{\partial m}{\partial t} dt = \theta_s dz - F_s dt \quad (12)$$

Prin integrare și pentru o suprafață, cu  $z=0$  unde  $F_s = 0$ , în absența unei sedimentări sau eroziuni, rezultă:

$$m = \int_0^z \theta_s dz - \int_0^t F_{s_{z=0}} dt = \int_0^z \theta_s dz = \int_0^z (\rho / \rho_s) dz \quad (13)$$

unde  $m$  este volumul cumulat al solului, per unitatea de suprafață a secțiunii transversale, măsurată de la  $z=0$  sau masa cumulativă a solului uscat în etuvă per unitatea de suprafață măsurată la o distanță de suprafața solului și împărțită la  $\rho_s$ .

În solurile gonflante, potențialul total al apei solului  $\Phi$  este suma:

- potențialului gravitațional  $z$ ;
- potențialul matricial sau capilar,  $\Psi$
- potențialul de suprasarcină  $\Omega$ , reprezentând mișcarea verticală a solului umed la o variație unitară a conținutului de umiditate la înălțimea  $z$ .

Potențialul total,  $\Phi$ , poate fi definit prin ecuația:

$$\Phi = z + P_w = z + \psi + \Omega = z + \psi + \alpha \left( \int_0^z \wp dz + P \right) \quad (14)$$

unde  $\wp$  este umiditatea specifică a solului (%greutate), P este orice sarcină statică de la suprafața solului și se reflectă gradul în care solul este ridicat la o variație unitară a conținutului de umiditate.

În ingineria civilă P devine foarte important. În ecuația 14, Pw include componenta de suprasarcină și poate fi pozitivă.

Suprasarcina,  $\Omega$ , este legată de sarcina efectivă sau interparticule. Natura lui  $\alpha$  în ingineria civilă este corelată curbei de contracție. Pentru argila saturată, supusă unei sarcini mari și constante, gravitația poate fi neglijată și  $\alpha = 1$ . Pentru rezolvarea ecuației curgerii s-au utilizat metode numerice cu o curbă neliniară a contracției. Principalele diferențe fizice între curgerea în sisteme saturate gonflante și în soluri negonflante provin din efectul de suprasarcină în aceste sisteme. Existența crăpăturilor nu trebuie să complice măsurătorile întrucât crăpăturile sunt incluse în volume reprezentative și suprafețe ale secțiunii transversale.

Curgerea apei în sistemele expandabile se produce ca răspuns al unui gradient al sarcinii hidraulice. În același timp, curgerea prin macroporii solurilor cu crăpături domină în primele faze ale unor plăci torențiale sau irigații prin inundare.

Datele analitice referitoare la aspectele privind reținerea și mișcarea apei în vertosoluri vin să confirme considerațiile teoretice.

Tabel 4.2

#### Reținerea și mișcarea apei în Vertosolul gleic de la Dudeștii Vechi

Orizont	Adâncime cm	Argilă < 2 $\mu$ %	GT %	CO %	CC %	CU %	Ksat 10 <sup>-6</sup> cm/s
Ay	24-38	62,6	19	24,5	33,5	9,0	15
Ayw	38-52	65,3	26	24,9	30,0	5,1	0
ACyGo	52-69	63,8	27	24,6	29,0	4,4	0
CyGo	69-83	64,6	25	26,3	29,0	2,7	0
CyGr	83-111	66,8	24	26,7	30,5	3,8	0

Tabel 4.3

#### Reținerea și mișcarea apei Vertosolul gleic-sodic de la Cheglevici

Orizont	Adâncim e cm	Argilă < 2 $\mu$ %	GT %	CO %	CC %	CU %	Ksat 10 <sup>-6</sup> cm/s
Ay	20-35	75,7	23	27,5	35,2	7,7	10
ABy	35-54	77,2	26	27,0	33,4	6,4	2
By	54-70	76,6	23	28,1	34,2	6,1	2
Byac	70-113	79,1	20	29,3	38,7	9,4	2

Conținutul extrem de ridicat de argilă, probabil cel mai mare din țară (min. 62,6 – max. 79,1%) și un grad mare de tasare, care depășește valoarea 18

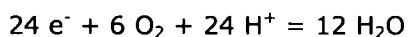
(indicator a urgenței I de scarificare) cauzează o sucțiune extrem de mare pentru apă. Se poate observa că la pF 4,18 – corespunzător coeficientului de ofilire cantitatea de apă reținută este extrem de mare (CO = 24,5 – 29,3 %) astfel că ploile mici nu au nici un efect în alimentare cu apă a culturilor. Deși conținutul de umiditate corespunzător capacității de câmp este mare (CC = 29,0 – 38,7%), capacitatea de apă utilă este foarte scăzută și deci rezerva de apă utilă a solului este mică și în plus chiar și din această apă (CU = 2,7 – 9,4%) o parte, cea din apropierea coeficientului de ofilire este greu accesibilă.

Mișcarea apei prin porii agregatelor de sol, porii mijlocii și fini dominanți, este posibilă doar în stratul cu "automulcire" de la suprafață, pentru că de la 20 – 30 cm în jos practic apa devine imobilă, reținută în spațiile capilare foarte înguste. Această situație, de umplere foarte lentă și evident de golire foarte lentă a porilor de apă favorizează și conduce la stagnări prelungite în sezoanele umede, cu apariția deficitului de oxigen și deci anaerobioză.

#### 4.5.4 Procese de oxidare – reducere în Vertisoluri

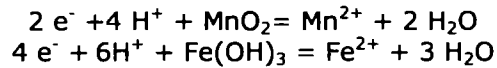
Solurile extrem de argiloase sunt caracterizate și de un regim hidric defectuos, cu acumulare de apă săracă în oxigen aproape de suprafața terenului întrucât viteza de ieșire a apei din sol este mai mică decât a apei intrate în sol. Dacă acumularea este suficient de mare pentru o perioadă de timp suficient de lungă apar fenomene de anaerobioză, cu reacții de oxidare și reducere. Potențialul redox (Eh) este determinat de concentrația de oxidanți și reductanți din mediu. Un compus care acceptă electroni este "oxidant" iar compusul care donează electroni este "reductant" (Rogobete Gh., 1993). Oxidantii anorganici din sol include oxigenul, nitrații, manganul, fierul, sulfații și CO<sub>2</sub>, în timp ce reductanții include materia organică și numeroși compuși organici, ca și compuși anorganici cum ar fi NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Fe<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup>, S<sup>2-</sup>, CH<sub>4</sub><sup>-</sup>, și H<sub>2</sub>.

Când un sol este aerob (majoritatea porilor fiind plini cu aer) deși există multe reacții chimice, domină oxidarea. Oxidarea se produce când bacteriile și celelalte micro și macroorganisme descompun materia organică. Această descompunere produce substanțe donoare de electroni și protoni care sunt capabile de reducere. Materia organică descompusă de organisme produce electroni (e<sup>-</sup>) și protoni (H<sup>+</sup>). Când un sol devine umed și eventual saturat (majoritatea porilor sunt umpluți cu apă) se inițiază reacții de reducere în microsaturi și dacă durata de umezire este de durată se propagă în tot solul. Chiar și după ce solul este saturat cu apă, oxigenul este încă prezent în apa din porii solului și în tot acest timp electronii produși prin descompunerea materiei organice sunt consumați de oxigen și produc apă:



Aceasta este prima reacție de reducere care se produce. Când cea mai mare parte din oxigen este redus, se poate spune că solul este anaerob, saturat. După pierderea O<sub>2</sub> pentru formarea apei, microorganismele anaerobe, care sunt capabile să folosească alte substanțe decât oxigenul vor ajunge predominante. Vor fi reduși în primul rând nitrații la N<sub>2</sub>, urmați de Mn<sup>4+</sup> la Mn<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup> la Fe<sup>2+</sup>, sulfații să formeze H<sub>2</sub>S și dioxidul de carbon (CO<sub>2</sub><sup>-</sup>) va forma (CH<sub>4</sub>). MnO<sub>2</sub> (negru la culoare) și Fe(OH)<sub>3</sub> (roșiatic la culoare) îmbracă particulele de sol și pereții porilor. Mn<sup>2+</sup> și Fe<sup>2+</sup> sunt slab colorați și solubili astfel că se deplasează cu soluția solului. Solurile în care

predomină aerobioza vor fi roșcate la culoare, iar solurile cu reducere dominantă cea mai mare parte din timp vor fi cenușii la culoare.



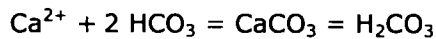
Pentru cea mai mare parte din globul pământesc, solurile umede sunt active microbial când temperatura aerului trece de 5°C. Când solul este saturat de apă, materia organică este prezentă și microorganismele descompun materia organică, dacă temperatura este de  $\geq 5^{\circ}C$  se produce fenomenul de reducere. Fenomenul este prezent însă acolo unde mișcarea apei este suficient de lentă și porii sunt plin de apă.

Solul poate fi saturat cu apă dar nu domină reducerea când:

- conținutul de materie organică este scăzut;
- lipsește activitatea microbiană;
- apa se mișcă prea repede (oxigenul nu este deplasat).

Acolo unde oxigenul este absent, descompunerea materiei organice este mai lentă decât intrările de materie organică. Acumularea carbonului devine vizibilă la conținuturi care trec de 12%, caz în care culoarea solului este închisă. Frecvent acumulările de Fe/Mn sunt cele care se manifestă morfologic: noduli și concrețiuni (tari când se usucă), difuz în matrice, linii pe pori, cu depuneri pe suprafața porilor de rădăcini, aer, fețe structurale, crăpături. Liniile de pe pori sunt evidența unui exces contemporan, în timp ce nodulii și concrețiunile reflectă exces anterior. Masa difuză poate fi un rezultat al unor reoxidări ale fierului.

Un aspect morfologic adițional este producerea de marnă aproape de suprafața solului din precipitarea  $CaCO_3$  de către alge. Fenomenul s-a petrecut în perioada de inundare și mlăștinire, când terenurile erau anual inundate și apa stagna câteva luni pe an.



Datările cu radiocarbon au stabilit rata formării de marnă de 1,2 cm la 100 ani pentru ultimii 1000 de ani.

#### 4.5.5. Procesul de feroliză (după Rogobete, 2006)

Conform Dicționarului de Știința Solului (42) feroliza este un proces de pedogeneză ce constă din reacții de schimb cationic în care este implicat și fierul, care au loc în cicluri de oxidare – reducere repetate. În faza anaerobă fierul feros înlocuiește cationii de schimb care sunt spălați iar în faza aerobă ionii de hidrogen înlocuiesc fierul feros conducând la destrucția parțială a mineralelor argiloase.

Referindu-se la destrucția parțială a mineralelor argiloase, o serie de cercetători, cum ar fi Barshadt I., Caillere S., Henin S., Coleman N., Crăciun C., deosebesc hidroliza și acidoliza. Termenul de hidroliză se referă la alterarea în condiții de pH neutru și alcalin, în timp ce acidoliza se referă la alterarea în condițiile unui mediu acid.

Dintre reacțiile de hidroliză se pot menționa cele de cloritizare, ilitizare și caolinizare, cauzate de apa încărcată cu  $CO_2$  și de prezența unor acizi organici care sporesc agresivitatea apei.

Acidoliza, este în fapt o hidroliză mai agresivă, datorită plusului de protoni în soluția solului, care după Henin (1968) produce podzolizare.

În acidoliză sunt cunoscute reacțiile de cloritizare și serpentinizare, denumite după produșii finali.

În afara celor două tipuri clasice de alternare sunt de menționat și reacțiile provocate de o serie de compuși chimici prezenți în soluția solului, cu efect de destrămarea lentă a edificiilor cristaline. Caracteristicile de agresivitate ale mediului influențează sensul reacției. Un caz elocvent îl reprezintă interacțiunea micelor și feldspațiilor, minerale potasice, cu reactivi ce extrag K prin reacții de schimb (cloruri, azotați) sau prin precipitare (cobalt – nitritul). În aceste condiții reacția cu feldspații cote cvasianuală în timp ce micelile se transformă în minerale expandabile de tip vermiculit.

În sol mineralele argiloase sunt rezultat al transmiterii lor din materialul parental – moștenite, sau rezultă prin transformare și neoformare.

Moștenite sunt în special ilitul și cloritul. Procesul de transformare prin degradare se petrece evolutiv, prin pierdere de substanțe minerale stabile, cu rețea fixă (mice) se transformă în minerale cu rețea mobilă – minerale expandabile:

mice  $\Rightarrow$  interstratificații  $\Rightarrow$  ilit  $\Rightarrow$  interstratificații  $\Rightarrow$  smectit

În mediile cu drenaj bun, debazificate și cu reacție acidă produsul neoformării este caolinitul, în timp ce în mediile cu drenaj imperfect, bogate în cationi și cu reacție neutră – alcalină se formează minerale smectice.

O permeabilitate redusă a materialului parental, care asigură o preservare a produșilor de alterare, în special al cortegiului de ioni solubilizați, va conduce la crearea unui conservant (Millot, 1970) care va favoriza formarea mineralelor smectice. Acest mediu caracteristic materialelor parentale bogate în argilă stă la baza formării vertosolurilor și gleiosolurilor din Câmpia de Vest.

Rezultă că vulnerabilitatea sau stabilitatea la alterare nu este o proprietate intrinsecă a mineralelor, ci sunt în strânsă legătură cu ansamblul condițiilor ce caracterizează mediul de alterare sau "structura de agresiune" (după Henin, 1968). Aceasta explică de ce reziduul alterării bicitului diferă în funcție de condițiile de alterare, fiind alcătuit dintr-un gel silicios în condițiile acidolizei și din smectite în condițiile de atac cu extractanți specifici pentru K.

Acumularea de minerale argiloase în sol, moștenite din materialul parental în vertosoluri, foarte slab permeabile, condiții de aeraj defectuoase, favorizate și de prezența stratului acvifer freatic la 1-2 m adâncime. În aceste condiții în vertosoluri se petrec și fenomenele de feroliză.

Potențial redox

Un ion capabil să fie redus sau oxidat aflat într-o soluție cu un electrod inert va genera un potențial:

$$E = E_0 + \frac{0,058}{n} \lg \frac{[\text{ox}]}{[\text{red}]} \quad (15)$$

pentru reacția:  $\text{Fe}^{3+} + \bar{e} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}$ , ecuația va fi:  $E = E_o + \frac{0,058}{e^-} \lg \frac{[\text{Fe}^{3+}]}{[\text{Fe}^{2+}]}$  (16)

iar pentru reacția:  $\text{MnO}_4^- + 5e^- + 8\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$  avem:

$$E = E_o + \frac{0,058}{e^-} \lg \frac{[\text{MnO}_4^-]}{[\text{Mn}^{2+}]} [\text{H}^+]^8, \text{ în care} \quad (17)$$

$E_o$  este o constantă care caracterizează chimic sistemul redox.

Valoarea potențialului redox se determină în raport cu electrodul normal de hidrogen. Înșușirile oxido-reducătoare ale unui sistem se mai pot exprima alături de  $E$  (potențial) și prin  $rH$ , care este:

$$rH = \frac{E + 0,058pH}{0,029} \quad (18)$$

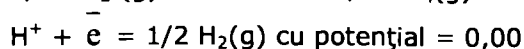
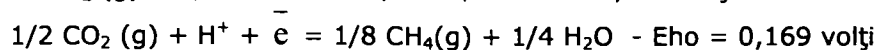
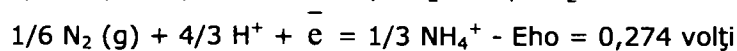
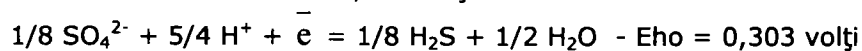
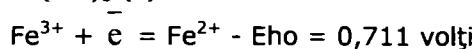
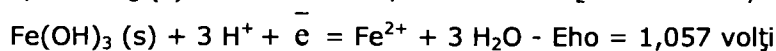
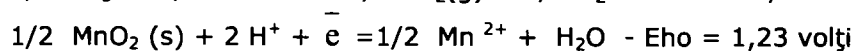
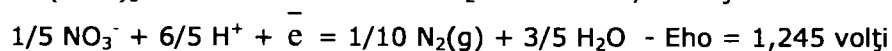
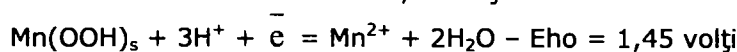
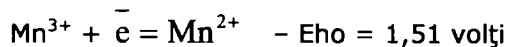
Înșușirile redox ale sistemelor se exprimă sugestiv prin exponentul redox  $pOx$  și prin exponentul electronic  $pe$  (Murray B., Mc Bride, 1994).

$$\text{Exponentul redox, } pOx = - \lg \frac{P^{&76}H_e}{[\text{H}^+]}, \text{ și } pOx = pe. \quad (19)$$

În cazul echilibrului redox la care participă și ioni de  $\text{H}^+$  se obține:

$$pe = pe_o + \frac{1}{n} \lg \frac{[ox]}{[red]} - \frac{m}{n} pH \quad (20)$$

Pentru soluri principalele reacții oxido-reducătoare și potențialele standard de reducere, cu reacții  $\frac{1}{2}$  ale unor elemente sunt:



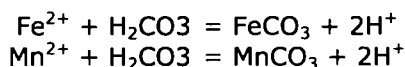
Deși în soluțiile apoase nu există electroni liberi putem cuantifica mărimea accesibilității electronilor, denumită și activitate virtuală a electronului, prin parametrul

$$P_{\xi} = - \lg (\bar{e}) \quad (21)$$

unde  $\bar{e}$  simbolizează activitatea electronului măsurată în termenii tendinței soluției de a accepta sau dona electronii.

$$P_{\xi} = 20,8 - 0,5 \lg (\text{Mn}^{2+}) - 2\text{pH} \quad (22)$$

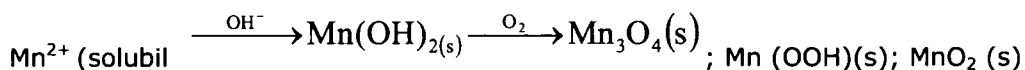
Creșterea solubilității ionilor de Fe și Mn este limitată de precipitarea sub formă de carbonați de Fe (siderit) și Mn (rodocrozit) la pH apropiat de neutru.



#### Sistemul redox $\text{Mn}^{2+}$ - oxizi de Mn

Microorganismele din sol folosesc energia reacțiilor redox și prin sistemele lor enzimatic reduc  $\text{O}_2$  la  $\text{H}_2\text{O}$  și susțin oxidarea Mn la  $\text{Mn}^{3+}$  și  $\text{Mn}^{4+}$ .

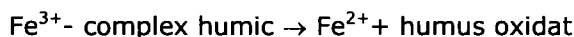
În solurile alcaline aerate,  $\text{Mn}^{2+}$  se oxidează spontan.



#### Sistemul redox $\text{Fe}^{2+}$ - oxizi de Fe

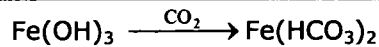
Pentru că potențialul reducător al  $\text{Fe}^{3+}$  din sol este mai mic decât al  $\text{Mn}^{3+}$  sau  $^{4+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  apare în solurile cu apă stagnantă mai târziu. Introducerea unor ape oxigenate cauzează o rapidă oxidare a  $\text{Fe}^{2+}$  cu precipitare ca hidroxid feric la pH >6. În solurile aerate și cu pH  $\geq 7$  persistă doar câteva minute. În condiții oxidative cele mai stabile forme sunt oxizii și hidroxizii ferici. În diferite zone însă, chiar în solurile aerate pot să apară fenomene de reducere a  $\text{Fe}^{3+}$  de către substanțe organice sau datorită slabei difuzii în micropori a  $\text{O}_2$ .

$\text{Fe}^{3+}$  poate fi redus la  $\text{Fe}^{2+}$  de acizii humici sau diferiți polifenoli din sol:

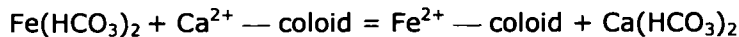


Complexele organi-minerale cu metale, ce include acizii humici și fulvici sunt prioritar legate ca  $\text{Fe}^{3+}$  sau  $\text{Fe}^{2+}$ , astfel că raportul  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$  este cel care determină potențialul redox al soluției. Tendința este de micșorare a potențialului redox pentru că prin complexare se stabilizează starea oxidată a fierului. Dacă într-un sistem se adaugă un ligand capabil să formeze complecși solubili cu  $\text{Fe}^{3+}$  și  $\text{Fe}^{2+}$ , potențialul redox nu va fi afectat de liganzi.

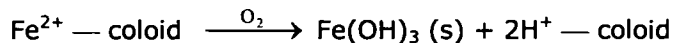
În multe soluri un nivel fluctuant al apei freactice sau o alternanță a stagnării apei în profil creează condiții alternante anaerobe – aerobe. În perioada umedă ionii oxidați de fier se reduc în prezența materiei organice furnizoare de electroni:



Ionul de  $\text{Fe}^{2+}$  va ocupa o fracțiune importantă din suprafața coloizilor:



Întrucât  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  este o sare solubilă care poate fi levigată din sol va exista tendința de acumulare a  $\text{Fe}^{2+}$  pe măsura pierderii bazelor. Îndată ce solul se drenează și domină condițiile aerobe, oxidarea  $\text{Fe}^{2+}$  generează soluri acide.



Procesul global al acidifierii solului prin alternarea reducerii și oxidării fierului este denumit **feroliză**. Atunci când nivelul apei tinde să rămână "fixat" într-o poziție specifică în profilul de sol, la interfața zonei anaerobe cu zona aerobă se formează un hardpan al oxizilor de fier (figura 4.6) în special magnetitul,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , este oxidul dominant, el având și  $\text{Fe}^{3+}$  și  $\text{Fe}^{2+}$  astfel că apare la  $\text{pH} \geq 6$  într-un domeniu îngust al  $P_E$  la interferența formelor de Fe oxidate și reduse.

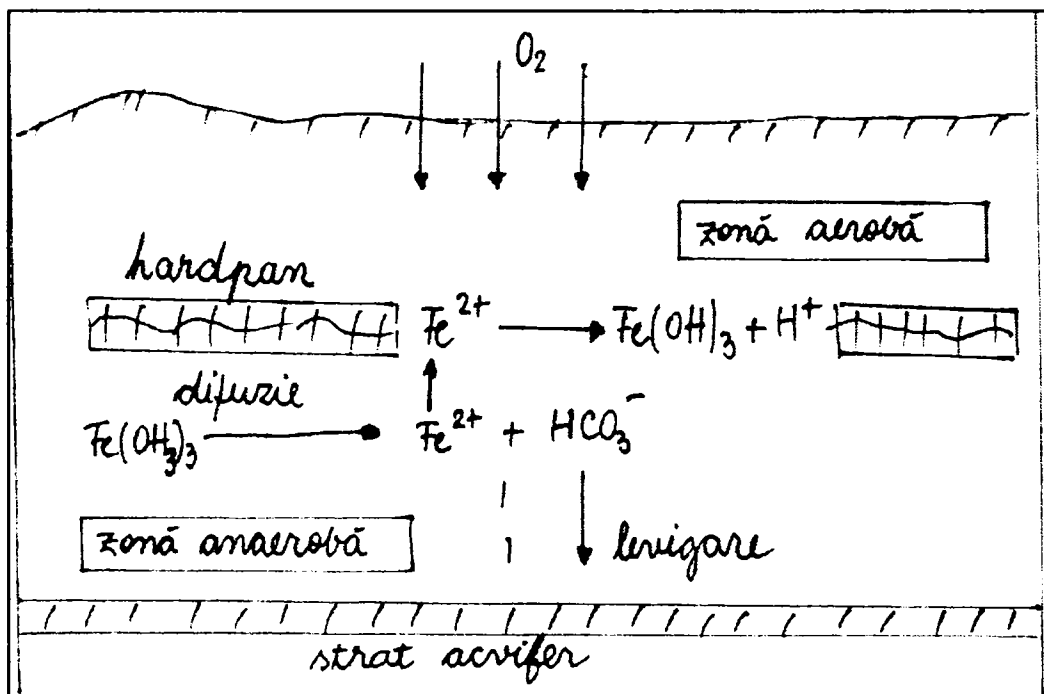


Figura 4.6 Feroliză în vertisolurile gleice

Acumularea acidității la suprafața solului prin feroliză este un proces localizat favorizat de separarea  $\text{Fe}^{2+}$  generator de aciditate de bicarbonații alcalini, acolo unde aceștia pot migra în afara profilului de sol. Micșorarea concentrației



ionilor diminuează și forțele de reținere a particulelor argiloase, astfel că argila este transportată prin crăpături și pori în subsol unde flocoază și se depune ca pelicule pe fețele elementelor structurale. În orizonturile slab permeabile soluția solului cu ioni de  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$  se deplasează lateral. O parte din ioni înlocuiți ( $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ , etc.) formează interstraturi în mineralele argiloase (clorite) cu descreșterea capacității de schimb ionic.

Hidrogenul fixat prin feroliză pe coloizi induce o dizolvare parțială a straturilor octaedrice și destabilizează mineralul cu eliberarea silicei care deshidratează în perioada uscată și devine insolubilă.

# 5. VERTISOLURILE DIN BANAT

## 5.1 Condițiile naturale și solurile Banatului

### 5.1.1 Așezarea geografică

Banatul reprezintă provincia istorică situată în sud-vestul României, delimitată la nord de Mureș, la sud de Dunăre, la est de crestele Carpaților Meridionali după un hotar convențional de la Orșova la Posaga pe Mureș și la vest de Câmpia Tisei Inferioare. Cu o suprafață de 28401 kmp, Banatul istoric a fost împărțit în anul 1918, 18821 kmp revenind României, 9276 kmp Serbiei și 294 kmp Ungariei.

### 5.1.2 Geologie – geomorfologie

#### 1) Elemente structurale

Geneza reliefului Banatului este strâns legată de tectonica plăcilor și microplăcilor ce pendulează pe astenosferă, respectiv de placa Africană aflată în contact cu placa Euroasiatică. Fundamentul vechi al teritoriului este construit din șisturi cristaline și mase eruptive al căror metamorfism, tectonică și punere în loc s-a realizat în timpul cutărilor prealpine; ulterior au fost afectate de cutările alpine.

În timpul orogenezei precambriene au luat naștere majoritatea șisturilor cristaline ale domeniului getic și o parte din cele ale domeniului danubian, Carpații Meridionali funcționând în Paleozoic ca geosinclinal. Metamorfozate în timpul orogenezei caledonienne, depozitele paleozoice mai noi au fost cutate și afectate de un metamorfism regional de grad scăzut în timpul orogenezei hercinice. Depozitele neozoice se dispun transgresiv pe unitățile tectonice formate anterior în faza austriacă și faza getică, cu paroxism la începutul paleocenului (în urmă cu 70 milioane ani). Ca rezultat al acestei evoluții geotectonice s-au format mai multe unități structurale:

- unitatea Semenic, formată din șisturi cristaline mezometamorfice cu dislocații rupturale oblice la vest de Armeniș și Bucosnița și falii transversale la Brebu și Luncavița - Mehadica.

- unitatea de Almăj este constituită din cristalin danubian care cuprinde zonele de șisturi cristaline, granit și sedimentarul zonei Drencova.

- unitatea Retezat – Ogradena cuprinde cristalin, gabroul de Iuți, serpentinitele de la Tișovița, granitoidele de la Cherbelezu, cristalinul getic de pe Godeanu și sedimentar.

- unitatea pânza getică, șisturile cristaline sunt dominante în Poiana Ruscă, Țarcu, Muntele Mic. Unitatea este fragmentată de sedimentele culoarului paleogen al Bistrei și bazinului neogen al Caransebeșului.

- autohtonul danubian cu granitoidele de Retezat, Petreanu, vârful Pietrii și Muntele Mic.

Bazinele sedimentare mezozoice și terțiare limitrofe masivelor cristaline s-au format prin scufundarea unor blocuri vechi ale fundamentului de-a lungul unor sisteme de fracturi și falii. Pe aliniamentul acestor falii se desfășoară vulcanismul neogen, cu punerea în loc a banatitelor din Munții Banatului (Harta tectonică a României).



Figura 5.1 Harta tectonică

În urma unor noi mișcări de scufundare se instalează un nou ciclu sedimentar continuat până în Pannonian, când mișcările negative au generat o grosime considerabilă a sedimentelor. Odată cu Cuaternarul au loc noi mișcări de subsidență care conduc la convergența unor râuri ca Pogănișul, Bega, Timișul, Bârzava.

Tectonicii noi i se datorează punerea în loc în Cuaternar a maselor de bazalte de la Șanovița - Lucareț.

În Cuaternarul mediu și superior, câmpiile vestice ale Banatului au fost acoperite cu o pătură de grosimi variate de prafuri loessice depuse în mediu subaerian (Câmpia Vinga, Clisura Dunării) sau în mediu lacustru, remaniate fluviatil în câmpiile joase, de subsidență.

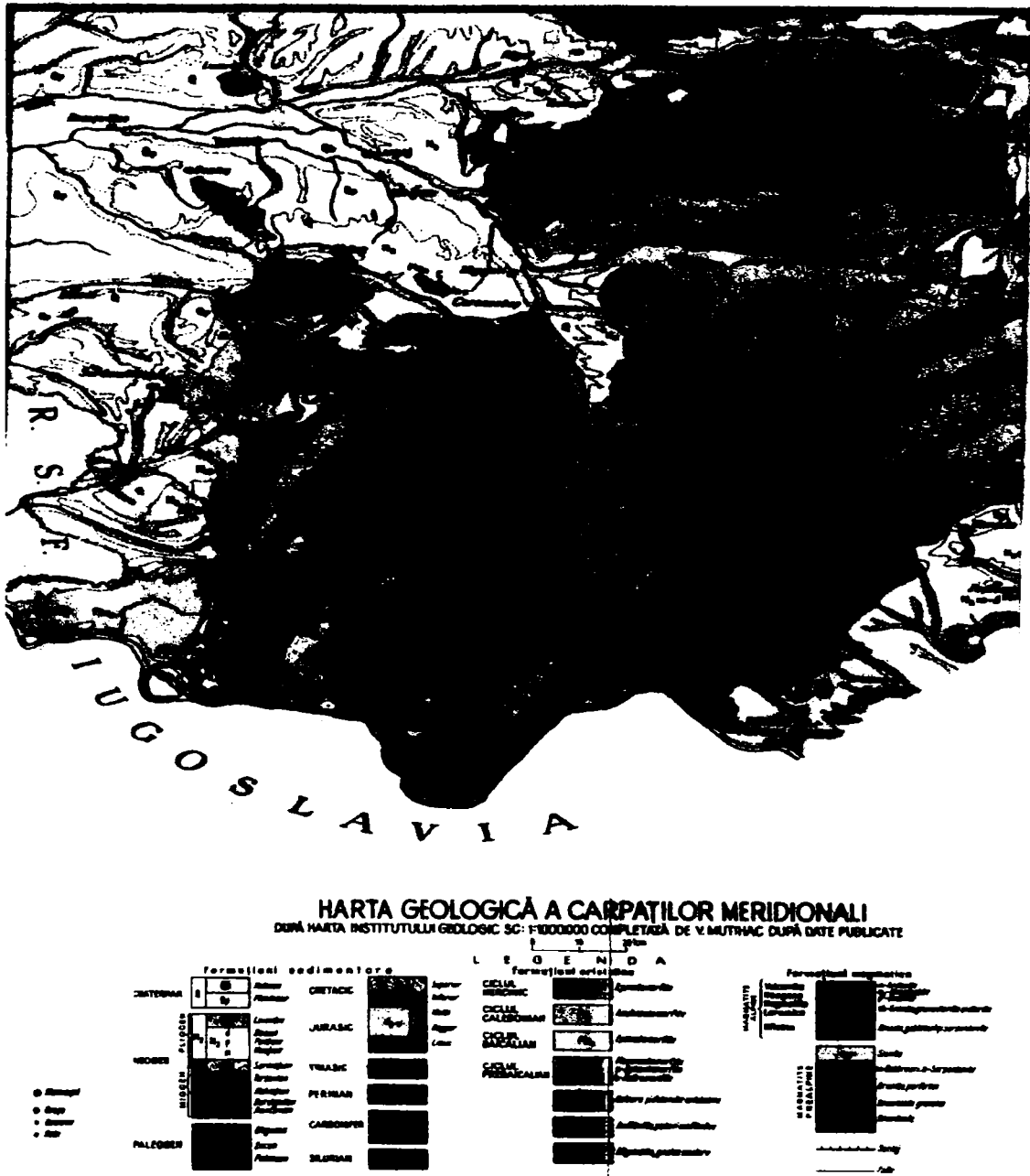


Figura 5.2 Harta geologică

## 2) Geomorfologia

Relieful Banatului se desfășoară între altitudini de cca. 2.000 m și 90 m sub forma unui grandios amfiteatru, deschis spre nord - vest. Dominată de înălțimile Carpaților Meridionali și Munților Poiana Ruscă spre est, regiunea este străjuită în sud de Munții Banatului cu altitudini mai reduse și numeroase depresiuni intramontane. Zona montană se racordează la câmpie printr-un lanț de dealuri periferice între care aceasta pătrunde ca niște golfuri până la baza munților. Spre vest, câmpia se lărgeste coborând treptat într-o întinsă zonă de subsidență.

### Munții

**1. Carpații Meridionali** mărginesc Banatul prin versanții vestic ai Munților Țarcu și Cernei, îndeplinind de-a lungul zbuciumatei istorii a provinciei, graniță și loc de legătură cu Țara Românească.

**Munții Țarcu** situați în nord-vestul Carpaților Meridionali, cu perimetrul de forma unui triunghi dreptunghic cu catene aproape egale, cea de nord spre valea Bistrei separă masivul de Munții Poiana Ruscă și cea de vest spre valea Timișului îl delimitează de Munții Semenic. În regiunea corespunzătoare ipotenuzei acestui perimetru, Râul Șes și în continuare Râul Mare marchează limitele acestor munți cu Munții Godeanu și Retezat, iar Hidegu marchează limita cu Munții Cernei.

Substratul geologic al Munților Țarcu este dominat de șisturi cristaline peste care s-au suprapus roci metamorfice ulterior fragmentate și erodate pe parcursul îndelungatei perioade de eroziune care a modelat relieful în trepte caracteristice.

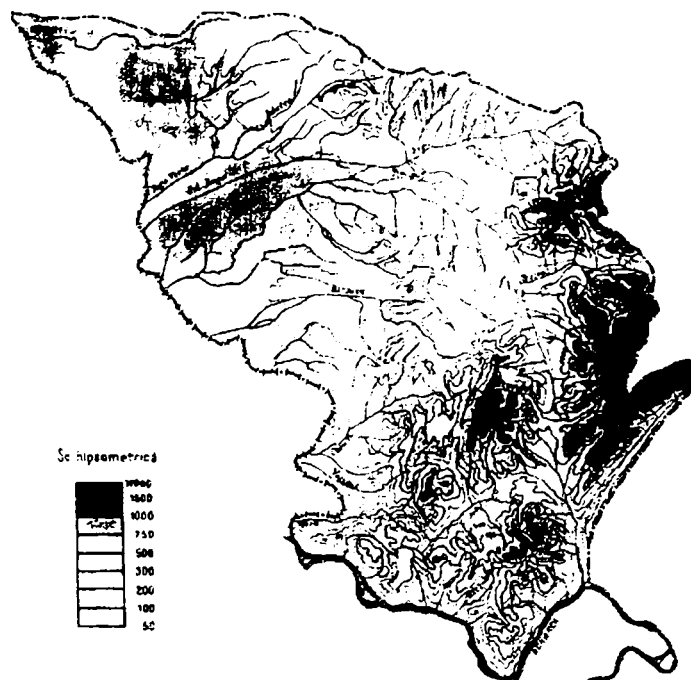


Figura 5.3 Harta hipsometrică a Banatului

Cea mai înaltă treaptă cu altitudini de 1000-2000 m sub forma unor poduri largi, ondulate sau culmi teșite, acoperite cu pajiști alpine se desfășoară la hotarul cu Munții Godeanu și Retezat. Se disting la nivelul acestei trepte patru subunități de forma unor mici masive despărțite de curmături și dominate de vârfuri în jurul cărora se rânduiesc căldări glaciare: Masivul Țarcu (Vf. Țarcu 2190 m, Vf. Bodea 2169 m, Vf. Căleanu 2190m) Masivul Baicu (Vf. Neolcea 2150 m, Vf. Baicu 2123 m), Masivul Blaju (Vf. Custura 2089m, Vf. Blaju 2162 m, Vf. Pietrei 2192 m) și Masivul Muntele Mic cu înălțimi mai reduse (Vf. Muntele Mic 1802 m) situat la vestul masivelor menționate.

Treapta mijlocie cu înălțimi de 1100-1400 m, acoperite de poduri, mai extinsă pe latura de vest unde este reprezentată prin Munții Poiana Înaltă (1432 m), Munții Pleașa (1414m) și Munții Borlonei (1271m) și pe latura de nord unde este reprezentată prin Munții Bistrei (1502 m) și Furcătura Clopotinei (1457m).

Treapta joasă bine dezvoltată pe latura de vest, la altitudini de 500-600 m, domină direct Depresiunea Caransebeș.

**Munții Cernei** continuă spre sud-vest versanții Munților Godeanu, fiind delimitați la nord de Munții Țarcu prin Hidegu, la sud de Munții Mehedinți, prin Valea Cernei, iar la vest de Munții Semenic prin Valea Mehadica.

Se pot distinge cu toată fragmentarea pronunțată a reliefului două culmi principale, una ce leagă vârful Dolerii (1934 m) de Vârful Arjana (1514 m), prelungită la sud-vest până la confluența Cernei cu Bela Reca și culmea Pietrelor Albe - Vârful Cernei (1366 m) ce leagă masivul Godeanu de cel al Semenicului.

Structura geologică a Munților Cernei formată din șisturi cristaline și roci metamorfice, calcare și gresii, prezintă o mare diversitate oglindită într-o tot mai mare diversitate floristică.

**Munții Poiana Ruscă** reprezintă un masiv bine individualizat în zona de nord - vest a Carpaților Meridionali mărginiți la est de depresiunile Hațegului și Streiului, la nord de culoarul Mureșului și Bega, la sud de depresiunea Hațegului și culoarul Bistrei și la vest și sud-vest de Depresiunea Caransebeș.

În zona montană propriu-zisă se disting două unități principale. În partea de vest între Depresiunea Caransebeș și bazinele superioare ale râurilor Bega și Cerna relieful este dominat de culmea centrală ce unește vârfurile Padeș (1374 m) și Ruscă (1356 m) din care se desprind culmi lungi cu pante accentuate. Jumătatea estică a masivului este formată dintr-un platou înalt în care se recunosc mai multe trepte de nivelare, intens locuite de peste două milenii.

Substratul geologic al Masivului este format în cea mai mare parte din șisturi cristaline cu intercalații de calcare și dolomite la care se adaugă formațiuni sedimentare în zonele periferice și în bazinul Rusca Montană.

**2. Munții Banatului**, situați în sudul regiunii formează un ansamblu structural în jurul Munților Semenic și Almăj, care fac legătura cu Carpații Meridionali. Se caracterizează prin altitudini ce depășesc în puține vârfuri 1000 m, sunt fragmentați în numeroase grupe cu structuri geologice variate, mărginite de depresiuni intramontane, falii sau dealuri periferice.

**Munții Semenic**, reprezintă un masiv bine individualizat mărginit de arii depresionare și culme tectonice, care domină regiunile înconjurătoare. Limita estică urmează în general Culoarul Timișului care îl separă de Munții Țarcu, limita de nord are caracter de tranziție spre Dealul Pogănișului desfășurându-se pe bordura sudică a bazinului sedimentar al Caransebeșului, limita de sud corespunde contactului cu Depresiunea Domașnea - Mehadia și Depresiunea Almăjului, iar cea de vest se desfășoară în general în lungul văilor Miniș și Poneasca până la domeniul carstic a Munților Aninei.

Relieful general al masivului are înfățișarea unei platforme cu suprafețe larg ondulate pe a cărei treaptă cea mai înaltă se conturează vârfurile Semenice (1446m), Piatra Goznei (1447m) și Poiana Nedeii (1437 m) acoperite cu pajști.

În cea mai mare parte, Semenicele este format din șisturi cristaline intens metamorfozate, la care se adăuga pe suprafețe mai reduse rocile eruptive întâlnite în zona Poneasca și zona înaltă și rocile sedimentare prezente mai cu seamă la periferia masivului.

Semenicele constituie principalul centru orohidrografic al Banatului, din compartimentul său sudic pornesc în toate direcțiile râurile Timiș, Bârzava, Nera, Mehadica ș.a.

**Munții Aninei** situați în prelungirea vestică a Semenicele sunt cuprinși între râurile Bârzava la est și nord est, râurile Miniș și Nera la sud-est și Dealurile Oraviței și Depresiunea Carașovei la vest. Reprezentați prin culmi cu direcția generală nord vest - sud est, acești munți nu depășesc decât în sectorul lor sudic altitudinea de 1100 m (Vf. Leordis 1160 m, Vf. Pleșiva 1144m).

Formați în cea mai mare parte din calcare, Munții Aninei prezintă numeroase abrupturi, doline și chei (Cheile Carașului, Cheile Nerei, Cheile Minișului, Cheile Gârliștei) constituindu-se în cea mai pitorească zonă montană din Banat și adăpostind cele mai multe specii termofile de plante și animale.

**Munții Dognecei** sunt situați între Podișul Carașovei la est, râul Pogăniș la nord Dealurile Doclinului la vest și Depresiunea Carașovei la sud. Formați din două culmi fragmentate, cu orientare pe direcția nord est - sud vest, acești munți depășesc rareori altitudinea de 600 m (Culmea Mare 617m). Fundamentul geologic este constituit din roci cristaline acoperit în zona centrală de conglomerate grosiere și gresii, alternând cu cărbuni și banatite, iar la sud vest de calcare mezozoice ce continuă munții în Podișul Carașovei cu culmi domoale și numeroase doline.

**Munții Almăjului** formează un masiv compact, situat între râurile Mehadica și Cerna la est, Nera la nord, Munții Gorgon la vest și Dunăre la sud. Sunt reprezentați prin culmi puternic împădurite a căror altitudine maximă este în vârful Svinecea Mare (1226 m). Au structură cristalină în centru și calcaroasă pe bordura sud-estică; fragmentările tectonice au determinat apariția unor filoane bogate în metale neferoase.

Între Munții Almăj și Munții Semenice se întinde în lungul Nerei, Depresiunea Almăjului (Bozovici) cu relief colinar edificat pe depozite de gresii calcaroase, pietrișuri marine și argile, bogată în plantații de pomi și terenuri agricole.

**Munții Gorgonului** se situează în vestul Munților Almăjului ca o continuare a acestora între Nera la nord și Dunăre la sud, Depresiunea Liubcova la est și linia Măcești - Slatina la vest. Sunt formați din culmi domoale ce nu depășesc 800 m (Vf. Bălan 736m) formate din calcare și gresii, cu bogate zăcămintele de minereuri neferoase. Geologic și biogeografic acești munți se înscriu în ansamblul caracteristic al zonei calcaroase a Banatului reprezentând continuarea la sud de Nera a Munților Aninei.

Depresiunea Liubcova desparte Munții Gorgonului de Munții Almăjului făcând legătura cu Depresiunea Bozovici și deschizându-se larg spre Dunăre.

**Munții Locvei** sunt reprezentați printr-o culme principală cu direcția est-vest ce continuă Munții Gorgon între Nera la nord și Dunăre la sud. Munți cristalini, puternic erodați, aceștia au înălțimi reduse sub 700 m (Fântâna Grozei 632 m) cu versanți domoli ce coboară până la contactul direct cu Câmpia Nerei și Dunăre.

## Dealurile

**Dealurile Piemontane** au altitudini sub 500 m, însoțesc zona montană făcând trecere spre câmpie, fiind întrerupte de văile ce pătrund sub forma unor "golfuri" sau culoare până în zona înaltă.

Formate în general din depozite neogene (gresii, marne, argile, pietrișuri și nisipuri) ele etalează pe alocuri la suprafață fundamentul cristalin (Dealurile Pogănișului), eruptiv (Șanovița-Lucareț) sau calcaros (Dealurile Lipovei).

**Dealurile Lipovei** (Podișul Lipovei) reprezintă zona colinară cea mai întinsă cuprinsă între Mureș la nord și Bega la sud, legată de Munții Poiana Ruscă prin Dealurile Frăgului spre est și coborâtă treptat în Câmpia Vingăi până la valea Beregsăului. Regiunea a fost puternic împădurită în trecut, astăzi majoritatea vegetației forestiere a fost înlocuită de terenuri arabile.

**Dealurile Lugoșului** (Surducului) se desfășoară în imediata apropiere a Munților Poiana Ruscă între Bega la nord și Timiș la sud, coborând de la 500 până la 100 m altitudine. Culmile domoale sunt despărțite de văi cu lunci slab dezvoltate, cu regim intermitent.

**Dealurile Pogănișului** (Buziașului), sunt o continuare spre nord vest a cristalinului Munților Dognecei peste care s-au sedimentat depozite sarmațiene și pontiene reprezentate de gresii, marne, argile și mai târziu de depozite heterogene de pietrișuri și nisipuri. Dealurile au versanți domoli, pe alocuri puternic erodați ce coboară treptat spre Câmpia Banatului.

**Dealurile Doclinului** se întind în vestul Munților Dognecei între Bârzava și Caraș, separate de acest masiv printr-o denivelare ce depășește pe alocuri 200-400 m și terminate în vest printr-un plan mai puțin înclinat. Culmile în general, separate de văi cu lunci largi, dau aspectul de podiș tipic pentru toate dealurile piemontane. Substratul aluvial de pietrișuri al dealurilor este acoperit cu luturi și argile pleistocenice.

**Dealurile Oraviței** mărginesc Munții Aninei între Valea Carașului la nord și Valea Nerei la sud ridicată pe fundamentul cristalin ce se prelungește din munții Dognecei și ai Locvei până la Culmea Vârșeșului ce apare la zi ca martor al eroziunii. Sedimentele ulterioare reprezentate prin prundișuri, marne, nisipuri și argile, lasă adesea la suprafață spre zonele marginale, conglomerate și calcare recifale.

La vest dealurile Oraviței se continuă cu Câmpia Oraviței (Carașului), delimitată de râurile Caraș la nord și nord-vest și Nera la sud, ce coboară până la luncile celor două râuri.

**Depresiunea Almăjului**, mărginită de Munții Aninei, Munții Semenicului și Munții Almăjului, a luat naștere în urma unor scufundări tectonice cu depozite predominant tortoniene (350 m grosime). Pe mijlocul depresiunii, Nera a creat o luncă largă, meandrată.

**Culoarul Cerna – Mehadica – Timiș – Bistra**, a apărut în miocen ca un graben cu chei și defilee și a fost umplut cu sedimente deluvial – proluviale.

## Câmpia Banatului

**Câmpiile înalte**, cu altitudini cuprinse între 100 – 200m sunt formate prin convergența glacișurilor subcolinare și sunt intens fragmentate de apele curgătoare.



➤ **Câmpiile înalte cu depozite eoliene** – Vinga și Socol; prezintă cele mai tipice depuneri de loess din Banat acumulate în Cuaternar, cu grosimi de 8-12m și intercalații de 3-4 soluri fosile.

Materialele loessoide depuse au fost inițial remaniate fluviatil, fapt dovedit de prezența fracțiunilor scheletice mici și bine rulate, al căror procent crește spre est, cât și de stratificațiile întâlnite în secțiunea de control (200 cm), stratificații care atenuează diferențierile texturale, fără însă a diminua degradarea structurală a orizonturilor argice. Sub pătura de loess apar variate depozite (pietrișuri, nisipuri, marne, argile), într-o stratificație dezordonată, de tip fluviatil, depuse de Mureș și afluenții lui și izolat scoase la zi de către eroziune.

➤ **Câmpia înaltă cu depozite fluvio – lacustre:**

**A. Câmpia Gătaia sau Bârzava**, cu depuneri torențiale în bază (pietrișuri, nisipuri, marne) și un strat de argilă predominant smectitică la partea superioară. Sectoarele delimitate sunt: Clopodia – Șemlac, Măureni – Gătaia, Șipet – Tormac și Buziaș - Nițchidorf.

**B. Câmpia Carașului sau Câmpia Oraviței**, considerată și ca Depresiunea Oraviței este asemănătoare cu Câmpia Gătaiei.

#### Câmpiile de terase

Câmpiile de terase s-au format, de regulă, pe stânga principalelor râuri din Banat: Mureș, Timiș, Bârzava. De dealuri sunt despărțite prin abrupturi pronunțate, iar spre câmpia joasă trec lent sau prin intermediul unor prispe scurte. Se deosebesc de câmpiile piemontane prin orizontalitatea platourilor, prin natura mai acidă a materialelor parentale, evoluția înaintată a solurilor și accentuate fenomene de hidromorfism stagnic.

Subunitățile cuprinse sunt:

- Câmpia de terase Recaș – Șanovița;
- Câmpia de terase a Țipariului;
- Câmpul Oloșag – Darova;
- Câmpul Binișului.

#### Câmpiile joase

Câmpiile joase ale Banatului sunt dispuse altimetric sub nivelul cotei de 100 m, izolat urcând peste această altitudine în sectoarele superioare ale luncilor Timiș și Bega, unde ating 150 – 170 m. Subsidența din colțul sud – vestic al Banatului a influențat puternic evoluția câmpiei, conferindu-i aspectul unei vaste piețe de adunare a apelor.

În funcție de condițiile de formare, de agenții generatori ai reliefului și de timpul scurs de când a fost exondată, câmpia joasă a fost divizată în mai multe compartimente.

➤ **Câmpiile joase cu depozite eoliene**

Câmpiile joase acoperite cu materiale sedimentare de origine eoliană reprezintă zona cea mai fertilă din partea de vest a țării. Sunt formate de depozite loessoide dispuse în straturi relativ subțiri (1-3m) peste depozite eterogene de origine fluviatilă.

Câmpiile joase cu depozite eoliene sunt o continuare, spre vest, a Câmpiei înalte Vinga (sectorul Călacea – Sat Chinez), la un nivel mai coborât (80-95cm) și sunt situate pe conul sud – vestic de dejecție al Mureșului, râu care a divagat repetat în cuaternarul superior și în holocen peste câmpul loessic, compartimentându-l în mai multe sectoare.

**A. Câmpia Jimbolia – Bulgăruș.** Prin uniformitatea și extinderea câmpurilor, Câmpia Jimbolia – Bulgăruș are un caracter de câmpie tubulară joasă.

Caracteristica esențială a câmpiei este omogenitatea depozitelor sale loessoide, groase de 2-3m.

Depozitele loessoide sunt remaniate fluviatil și nu prezintă intercalații de soluri fosile. Au alcătuirii granulometrice mijlocii și mijlociu fine. Câmpurile plane sunt presărate cu crovuri circulare în partea sud – estică și alungite, pe aliniamentul vechilor brațe divagante ale Mureșului, în partea nord – vestică. Nivelul freatic general este situat între 2 și 3m.

**B. Câmpia Sânnicolaului** este despărțită de cea a Jimboliei de către Câmpia nisipoasă Galațca – Giucoșin. Are o extindere redusă, fiind limitată la nord de Aranca, la sud de linia Periam – vest Pesac – nord Tomnatec – est Nerău, după care urcă altimetric spre nord – vest, până la sud de Sânnicolau. Vecinătatea celor două lunci ale Paleomureșului (pe actualul traseu al pâraielor Aranca și Galațca), acoperite cu materiale grosiere, a orientat remanierea eoliană a depozitelor loessoide în sensul îmbogățirii acestora în fracțiuni granulometrice grosiere.

**C. Câmpia Beba – Chereștur** are o extindere redusă în România, ea continuând spre nord – vest, în Ungaria și spre sud – vest, în Serbia.

Altitudinea câmpiei este redusă (79-82m), fapt care se repercutează asupra nivelului freatic, mai ridicat (1,5-2,5m) și a circulației sale mai lente.

Câmpia este acoperită în mare parte cu depozite loessoide, întrerupte de intercalații fluviatile grosiere sau fluvio – lacustre fine. Spre est, loessurile sunt acoperite de depozite fluvio – lacustre în straturi tot mai groase, realizându-se o tranziție treptată spre Câmpia Aranca.

Relieful de detaliu este reprezentat de crovuri și forme pozitive cu aspect de grinduri, cu diferențe de nivel reduse datorită colmatării, respectiv a eroziunii eoliene. Aici se întâlnesc cele mai întinse foste funduri de lacuri deltaice, cu depuneri de argile groase de 1-2m. Local, conținutul de argilă depășește 80% din totalul părții minerale a solurilor, dând naștere la cele mai tipice vertosoluri cu fenomene de gilgai caracteristice.

#### ➤ **Câmpiile joase cu depozite aluvio - proluviale**

Câmpiile joase cu depozite aluvio – proluviale sunt constituite din unirea a numeroase conuri de împrăștiere ale râurilor Mureș, Bega, Timiș și Bârzava în perimetrul vechilor delte continentale cuaternare. Se caracterizează printr-o mare neuniformitate a microreliefului și a depozitelor. În general, pe formele grindate s-au identificat depozite fluviatile grosiere remaniate ulterior eolian, iar pe cele depresionare materiale mai fine sau chiar argile.

În morfologia câmpiilor se observă numeroase divagări, meandrări sau zone înmlăștinite, înconjurate de grinduri sau platouri mai înalte, urme ale unor vechi resturi de terase înalte.

#### **A. Câmpia joasă cu depozite aluvio – proluviale a Mureșului**

Sectorul de câmpie nisipoasă Teremia – Pesac începe în partea de nord de la contactul cu lunca Mureșului, printr-o secțiune de câmpie foarte îngustă, după care se lărgeste spre sud-sus vest luând aspectul unei microdelte ce se continuă peste graniță, în Iugoslavia.

Într-un prim stadiu Paleomureșul curgea de la Lovrin spre sud, pe la vest de Gottlob, eroda rocile friabile și depunea în zonele depresionare lentile de nisipuri (nord de Comloșu Mic). În arealele părăsite de vechile brațe ale râului, de regulă mai coborâte, nisipurile au fost parazitare de materiale proluviale de natură loessoidă, aduse din câmpurile mai ridicate din est. Astfel, la vest de Gottlob și izolat în perimetrul localității Comloșu Mic, peste o cuvertură de 2-3m de nisipuri a

fost întâlnită o pătură de materiale loessoide groasă de 0,5-0,7m, care reprezintă materialul de solificare actual pentru solurile de aici.

Altitudinea câmpului nisipos crește de la 81m în sud vest la 90 m în nord est. Numeroasele despletiri sau mutări ale cursului Paleomureșului au generat un relief foarte neuniform, cu grinduri și foste lacuri deltaice, azi crovuri adânci și alungite, modelat ulterior de vânturile dominante. Izolat, în zonele în care râul a fost nevoit să ocolească obstacole greu de trecut, apar acumulări de materiale nisipoase circulare care au fost modelate eolian pe direcția SV-NE generând un relief cu aspect de dune în fascicul (nord de Comloșu Mare).

### **B. Câmpiile joase cu depozite aluvio – proluviale din sectorul Timiș – Bega – Bârzava**

Câmpiile joase din sectorul de luncă comună Timiș – Bega – Bârzava sunt relativ recente, drenate de o serie de râuri cu regim permanent, Bega, Timiș, Pogăniș, Bârzava, Moravița. Reprezintă o tipică regiune de divagare holocenă, în care atât subsidențele locale (Timișoara, Gad, Margina), cât și subsidența generală din cursul inferior al râului Tisa, a determinat acoperirea depozitelor loessoide și a aluviunilor mai vechi cu materiale aluvio – proluviale mai recente, la suprafața cărora solurile se regăsesc în stadii de evoluție reduse.

- Câmpia golf Timiș – Bega cuprinde sectorul de luncă comună a râurilor Timiș și Bega din aval de Caransebeș, respectiv Făget.

Înclinarea generală a câmpiei este de la est la vest, de la 180m în amonte de Făget, la 90m la sud de Timișoara. În aval de Lugoj, cele două râuri se apropie mult, unindu-si albiile majore. Migrarea albiilor lor peste propriile aluviuni are cauze tectonice.

Marginile nordice și sudice ale câmpiei sunt parazitare de materiale aluvio-proluviale aduse din dealuri de către o rețea de văi secundare de origine torențială și depuse sub forma unor conuri de dejecție care unesc sau se suprapun pe mai multe generații.

- Câmpia golf a râului Timiș, extinsă în aval de Caransebeș (150m) până în aval de Coștei (115m), este mult mai uniformă morfologic și litologic. Ultimele depuneri ale Timișului au alcătuit granulometrice grosiere și sunt, în general, acide. Peste acestea Timișul a meandrat accentuat, lăsând îndeosebi pe partea stângă, o serie de albiile părăsite și areale înmlăștinite.

- Câmpia Recaș – Chizătău este situată în est, în zona de unire a luncilor celor două râuri Timiș și Bega. Începe în aval de Lugoj și ține până în aval de Recaș.

Față de câmpiile de lunci ale râurilor Bega și Timiș, Câmpia Recaș – Chizătău are o caracteristică aparte referitoare la ultimele depuneri de materiale aluvionare. În compoziția lor granulometrică, fracțiunea grosieră scade în favoarea celei prăfoase (0,02-0,002mm). Sedimentele sunt tot atât de acide ca și cele din zonele din amonte dar, în schimb, au un aspect intens marmorat, cu predominarea culorilor neutre (5Y, 2,5YR-3/3-5-3), culori care ar susține existența unui prelungit exces de umiditate.

- Câmpia Moșnitei, mărginește la vest câmpiile de lunci comune ale Timișului și Begăi și se extinde de la vest de Recaș peste Stămora Română și Sacoșu Turcesc, unde se termină sub Câmpia înaltă a Nițchidorului. Materialele de solificare își pierd din caracterul extrem acid și culoarea marmorată, dar devin eterogene din punct de vedere al proprietăților lor chimice. Între depozitele aluviale se încadrează, izolat, lentile de materiale loessoide sau acumulări de săruri. Astfel, câmpia devine mai neuniformă morfologic prin apariția crovurilor în alternanță cu cea a grindurilor fluviatile.

O caracteristică aparte o are sectorul sudic al acestei câmpii, la construcția căruia a contribuit și râul Pogăniș. Alături de materialele fine aduse și depuse în sectorul său inferior, Pogănișul a depus și reduse cantități de săruri, de regulă sulfatați.

- Câmpia aluvio-proluvială a Timișului inferior. Această câmpie se desfășoară din punctul în care influențele arealelor piemontane vecine devin tot mai reduse.

Subsidența sud-vestică care controlează nivelul de bază a determinat curbarea cursurilor celor două râuri spre sud vest și îngroparea vechilor lor aluviuni sub altele mai recente sau acoperirea lor cu materiale fluviu-lacustre. La contactul dintre conul de dejecție îngropat și materialele acoperitoare apar arealele sărăturate din partea sud-vestică a României.

Altitudinea câmpiei oscilează între 88 și 95m. Morfologic sunt evidențiate grinduri și martori de eroziune mai înalți, vechi conuri torențiale, rămase suspendate în alternanță cu depresiuni alungite ori croturi circulare, cursuri de apă părăsite, toate amplificate de activitatea subsidenței locale dintre Becicherecu Mic și Timișoara.

La contactul dintre formațiunile aluvio-proluviale din est cu cele fluviu-lacustre din vest apar, sub forma unor benzi discontinue, arcuite spre vest, areale intens sărăturate pe suprafața cărora au fost identificate soluri halomorfe.

Proprietățile fizice variate ale materialelor și ale solurilor acoperitoare au determinat întreruperi sau dezvoltări accentuate ale regimurilor hidrice exudative, pe fondul unui climat călduros și uscat, sub influența unui nivel freatic aflat la adâncimi critice și a unor roci bogate în carbonați de calciu. Ca atare Câmpia Sânmihai-Dinias, este presărată cu areale sărăturate, situate în zonele depresionare în cazul asocierii lor cu soluri zonale sau pe grinduri în cazul asocierii cu soluri hidromorfe. Formele morfologice mai sus amintite se intersectează cu zone mai înalte, loessice sau fluviatile, cu croturi de tasare mecanică și de constituție sau microdepresiuni alungite, foste meandre ale vechilor cursuri de apă.

- Câmpia Ciacova îmbină pe porțiuni reduse aproape toate caracteristicile sectoarelor de câmpie ale Timișului prezentate până aici. Situată pe o arie de maximă afundare a fundamentului, câmpia are un aspect tipic de subsidență, cu intense divagări și rătăcirii ale apelor, cu meandrări accentuate și dese înmlăștiniri (zona Cebza – Macedonia – Petroman - Obad). Acoperirea periodică a câmpiei joase cu materiale fluviatile a menținut zona, în parte, în exteriorul ariei de sedimentare fluviu-lacustră. Izolat, pe traiectul vechilor brațe ale mlaștinilor panonice, intercalațiile de materiale fin texturate au imprimat solurilor aceleași tendințe de sărăturare secundară.

- Câmpia aluvio-proluvială a Bârzavei este situată pe conul de dejecție al râului Bârzava și coboară de la 100m în est la 83m în vest. Împinse cu putere de Bârzava, depozitele aluvio-proluviale pătrund adânc spre vest, sub forma unor sectoare alungite întrerupte de areale coborâte, urme ale fundului vechiului lac Panonic (ramificațiile estice ale mlaștinilor Palanca și Alibunar). În aceste zone au fost depuse sedimente extrem argiloase, cu fracțiuni mineralogice argiloase de tip smectic, pe care au evoluat soluri cu caracter vertic, utilizate de peste 130 de ani ca orezării (Partoș - Banloc). Spre vest, câmpia este acoperită fragmentar de materiale loessoide intens remaniat fluviatil.

#### ➤ **Câmpiile joase cu depozite fluviu-lacustre**

Câmpiile joase acoperite cu depozite fluviu - lacustre reprezintă sectorul cel mai coborât altitudinal din perimetrul Banatului. Sunt relativ recente, drenate de o serie de râuri cu regim permanent. Panta foarte redusă și subsidențele locale sau generale au determinat acoperirea depozitelor loessoide și a aluviunilor mai vechi cu aluviuni recente sau cu depozite foarte fin texturate, de origine lacustră.

Până în secolul al XVIII-lea, râurile nu-și aveau albiile bine fixate, iar câmpia a funcționat ca o întinsă zonă de mlaștină presărată cu rare grinduri. La contactul cu

conul de împrăștiere al râurilor Bega, Timiș și Bârzava, s-a dezvoltat o bandă largă și discontinuă de soluri halomorfe.

În cadrul acestei câmpii se deosebesc următoarele subdiviziuni;

**A Câmpia Aranca.** Formarea și evoluția Câmpiei Aranca poate fi pusă pe seama a doi factori. Unul dintre aceștia ar fi Paleomureșul care a trimis spre sud, pe actualul traseu al pârâului Aranca, unul din brațele sale secundare. Faptul se explică prin depozitele nisipoase puțin extinse și relativ subțiri, care au fost identificate în deschideri de o parte și de alta a cursului său, cât și de unele lentile de nisipuri care depășesc perimetrul câmpiei în sud și care pot fi atribuite aceluiași agent.

Al doilea factor, care poate fi apreciat ca dominant, este legat de existența unor domenii acvatice și mlăștinoase, extinse într-un perimetru coborât altitudinal (77-80 m) și cu pantă aproape nulă.

Apele divagante ale râurilor alimentau periodic zonele mlăștinoase, moment în care sortarea materialelor se realiza într-un mediu liniștit, bazic, cu depunere de sedimente cu fracțiuni granulometrice foarte fine și compoziții mineralogice predominant smectice. În deschiderile de la Valcani, Dudeștii Vechi sau Cheglevici, procentul de argilă (fracțiuni granulometrice sub 0,002 mm), depășește frecvent 80% din volumul total al rocii. Subsidența, care a coborât întregul pachet de roci inițiate (loessuri, aluviuni vechi etc.), a favorizat acoperirea lor cu aceleași depozite argiloase, pe grosimi de 0,8 până la 2 metri, depozite care reprezintă materialul de solificare ale actualelor soluri. Numai cu greu și în deschideri profunde mai pot fi urmărite vechile trasee ale Paleomureșului, ale căror sedimente apar doar fragmentar la suprafață (nord est de Sănnicolau Mare).

În stadiul inițial, debușarea Paleomureșului spre sud s-a realizat tot peste un vechi câmp loessic, pe care l-a erodat adânc în nord și l-a parazitat cu depozite fluviatile în sud, fapt certificat de prezența martorilor loessici mai înalți pe dreapta și pe stânga actualului curs al pârâului Aranca.

Prezența în actualele albie a pâraielor Aranca, Galațca, Giucoșin este ulterioară, ele fixându-se pe traiectele vechilor albie ale Paleomureșului. Alimentarea celor trei mici cursuri se realizează din apele freatice subîmpinse din albia minora a Mureșului, izvoarele lor apropiindu-se la câteva sute de metri (Aranca) de actualul curs al Mureșului.

Morfologic, relieful este reprezentat printr-o succesiune de depresiuni formate prin subsidență de constituție în urma maturării fizice a depozitelor argiloase. Pe acest fond platourile loessice, grindurile nisipoase și albiile parazite imprimă reliefului o neuniformitate moderată. La contactul cu câmpurile loessice apar aceleași areale cu soluri halomorfe, însă într-o extindere mai redusă.

**B Câmpia Cenei - Ionel - Livezile.** Câmpia Cenei - Ionel - Livezile este situată spre vest, la periferia conului celor trei râuri: Bega, Timiș și Bârzava. Panta extrem de mică a determinat divagarea accentuată a râurilor, despletirea lor și înmlăștinirea unor întinse areale. Câmpia are altitudini cuprinse între 78 și 85m și un aspect plan, mărginit de un păienjenis de meandre, brațe moarte sau arii depresionare largi.

Sortarea ultimelor sedimente s-a realizat tot în mediu acvatic, fapt ce a condus, ca și în cazul Câmpiei Aranca, la răspândirea materialelor foarte fin texturate, argiloase, cu un procent ridicat de minerale expandabile.

**C Câmpia Moravița.** Câmpia Moravița s-a extins pe cursul mijlociu și inferior al râului Moravița; având o energie de relief aproape nulă, Moravița și puținii ei afluenți nu au albie, astfel că la viituri mici se produc frecvent inundații. Subsidența zonei a făcut ca nivelul freatic să se ridice atât de mult încât în unele părți ajunge la suprafață.

Recent, ample lucrări hidroameliorative au coborât și menținut sub control pânza freatică, redând agriculturii o parte din terenurile afectate de exces de umiditate.

La contactul cu câmpia înaltă apar soluri alcalizate, iar spre extremitatea vestică cernoziomuri dezvoltate pe materiale loessoide. În rest, întreaga câmpie este acoperită cu o pătură de roci argiloase, smectice, pe care s-au format și au evoluat vertosoluri.

### Luncile

Luncile sunt cele mai recente forme de relief, cu precădere holocene, a căror înfățișare a fost condiționată de modificările survenite în dinamica râurilor, de variații dimatice sau de subsidență.

În general, sunt acoperite de materiale grosiere, mai rar fine, pe grosimi din ce în ce mai mari spre vest și cu un procent mai mare sau mai mic de schelet.

Aspectul luncilor diferă în funcție de zona pe care o străbate râul. Luncile râurilor Bârzava, Moravița, Pogoniș și cele din cursul superior al Timișului și al râului Bega sunt mai reduse ca extindere, cu o pantă longitudinală medie de 1-2 m/km și sunt acoperite predominant de materiale fluviatile grosiere cu un procent mai ridicat de fragmente scheletice.

În cursul mijlociu și inferior, râurile Timiș și Bega și-au creat o luncă comună cu numeroase grinduri și văi relictice, cu depuneri frontale sau laterale, de regulă mai fine. În ansamblu, acest sector de luncă este mult mai unitar, fapt ce a permis includerea lui în cadrul câmpiilor.

### 5.1.3 Hidrografia și hidrologia

Rețeaua de ape curgătoare din Banat este reprezentată, cu excepția celor două mari cursuri care îl mărginesc - Mureșul la nord și Dunărea la sud, prin râuri ce își adună apele curgătoare exclusiv pe teritoriul provinciei. Majoritatea râurilor importante își au originea în zonele montane, unde rețeaua hidrografică are densitatea ridicată (0,56 - 0,62 km/km<sup>2</sup>); în zonele piemontane și cu câmpie înaltă, există o rețea de ape curgătoare cu densitate mai restrânsă (0,30-0,40km/km<sup>2</sup>) pentru ca în zona câmpiei joase rețeaua hidrografică proprie să fie aproape inexistentă.

Cele mai importante bazine hidrografice de pe teritoriul Banatului sunt: Mureșul, Aranca, Beregsăul, Bega, Timișul, Bârzava, Carașul, Nera, Cerna și Dunărea.

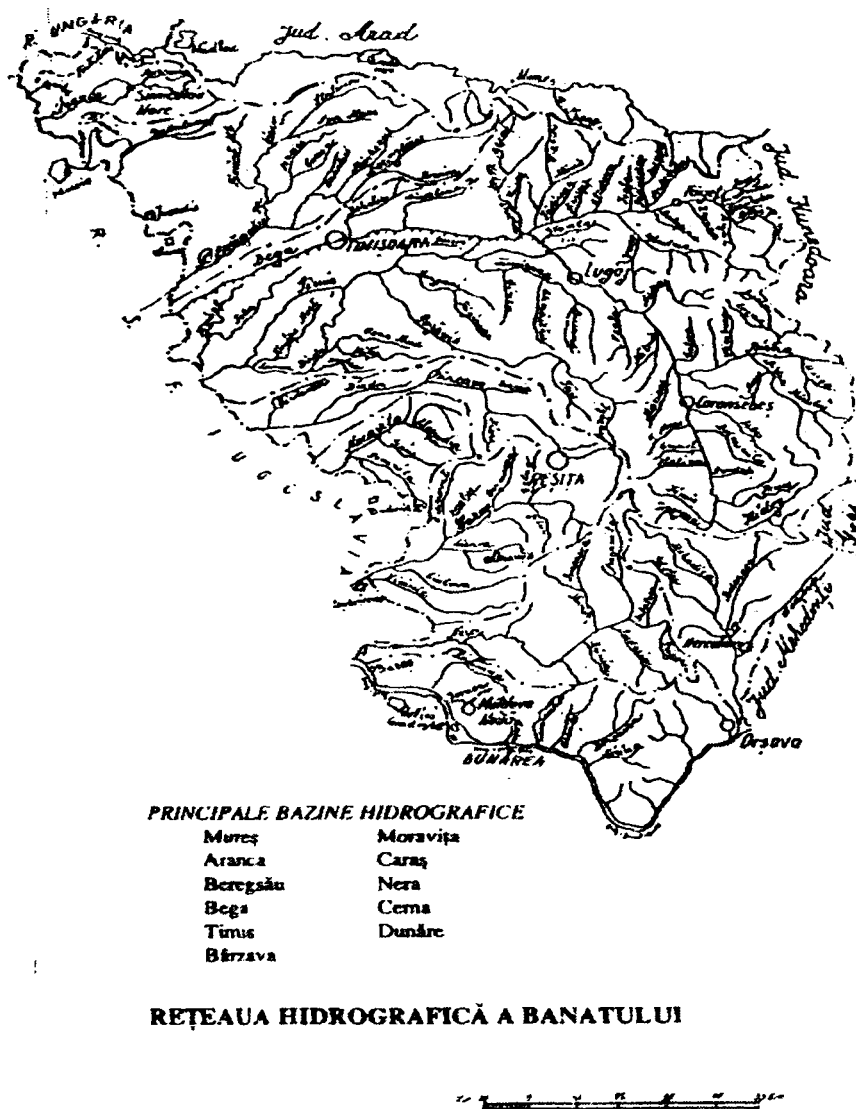


Figura 5.4 Rețeaua hidrografică a Banatului

**Mureșul** ce constituie limita nordică a Banatului, este cel mai mare afluent al Tisei, cu un bazin hidrografic extins pe 29.767 km<sup>2</sup> (din care 27.919 km<sup>2</sup> în țara noastră), având o lungime totală a cursului de 766 km. Pentru Banat este important Culoarul Mureșului inferior, cu porțiunea dintre Zam și Lipova și Mureșul inferior, între Lipova și granița cu Ungaria, ceea ce reprezintă 185 km.

Afluenții de pe stânga, din Dealurile Lipovei în principal, sunt Valea Sălciua, Pestiș, Somonița, Pârâul Mare, Dreanț, Siștarovăț, Pârâul Țiganilor și Fânețelor.

Pe linia afluentului Valea Mare, ce vine dinspre Holdea (283 m) se presupune ramificarea pleistocenă a Mureșului spre actuala vale a Begăi. În sprijinul ipotezei conform căreia Mureșul ar fi curs pe actuala vale a Begăi și ar fi contribuit decisiv la construirea Dealurilor Lipovei și a învelișului de soluri, se pot menționa următoarele argumente: prezenta în subsol (Al. Manea, 1970) și în sol (V. Codarcea, Gh. Rogobete, 1975, 1980) a unor minerale grele provenite din Munții Zarandului și Poiana Ruscă, aluviuni atribuite Mureșului pe cumpănă, bazin hidrografic foarte mic în zona Zam - Lipova etc. După Lipova, Mureșul iese în Câmpia de Vest, unde a format un vast con de dejecție. Digurile construite între Felnac - frontieră (66 km) elimină pericolul inundațiilor.

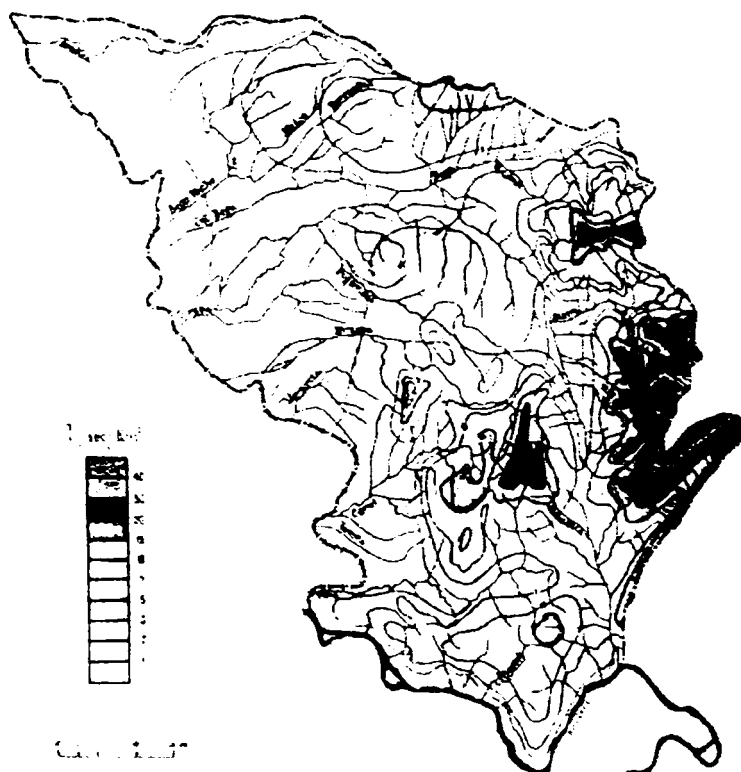


Figura 5.5 Repartiția teritorială a scurgerii medii multianuale în cadrul bazinelor hidrografice din Banat



Panta medie longitudinală a râului pe acest sector scade la 0,22 m/km. Debite maxime înregistrate la Arad au fost de 2150 m<sup>3</sup>/s, debite minime = 26,5 m<sup>3</sup>/s. Debitul minim al Mureșului este de 165,0 m<sup>3</sup>/s, cu o scurgere medie de 185 mm, ceea ce înseamnă că Mureșul transportă peste graniță, anual, un volum de sol = 1,84 milioane m<sup>3</sup>.

Mureșul influențează puternic în Banat bazinul hidrografic al Arancăi, care se suprapune peste cursurile parazite vechi ale Mureșului (holocen) și care și în prezent este legat hidraulic subteran de Mureș.

**Aranca** curge pe traseul unui braț al Mureșului, cu o lungime de 108,6 km pe teritoriul românesc și adună apele pe o suprafață de aproximativ 520 km<sup>2</sup>, situată în totalitate în sectorul nord-vest al Câmpiei Banatului. Datorită pantelor bazinului de numai 3m/km și a colectorului principal de numai câțiva cm/km, pe mai mult de două treimi din lungimea sa totală, drenajul apelor de suprafață este foarte redus. La acestea se adăuga faptul că substratul luto-argilos impermeabil este relativ aproape de suprafață, astfel că apele băltesc deseori atât în albiile majore cât și pe interfluvii. Ca urmare a acestei situații au fost amenajate canale de legătura între Aranca și Mureș, pentru evacuarea apelor și pentru irigații.

Calitatea apelor s-a degradat semnificativ în ultimele două decenii în special prin poluarea cu dejecții provenite de la Complexele de creștere intensivă a animalelor amplasate în bazinul său.

**Beregsăul** izvorăște din Dealurile Lipovei și colectează apele de pe versanții lor vestici situați la 200-300 m altitudine. După ce pătrunde în zona de câmpie urmează albia veche a râului Bega, izolată de cursul mijlociu după amenajarea canalului navigabil cu același nume și este cunoscut și sub denumirea de Bega Veche.

Beregsăul parcurge pe teritoriul românesc un traseu de 101,0 km și realizează un bazin hidrografic de 1623,0 km<sup>2</sup>.

În zona de câmpie, Beregsăul (Bega Veche) are ca principali afluenți Niaradul și Ierul. Cele trei cursuri, traversează un teritoriu plan cu valori ale scurgerii de 0,15 m/km, ceea ce face ca inundațiile și bălțirile prelungite să fie frecvente; pentru prevenirea acestor fenomene ele au fost îndiguite și executată o rețea deasă de desecare.

După anul 1970, odată cu amplasarea în bazinul său inferior a complexelor de creștere intensivă a animalelor (COMTIM), Bega Veche a suferit un proces accentuat de poluare cu dejecții.

**Bega** (Begheiu) izvorăște din nord vestul Munților Poiana Ruscă prin două brațe Bega Poenilor și Bega Luncanilor, confluențe în apropierea localităților Curtea. Bega Poenilor reprezintă brațul drept al râului ce străbate de la izvor până la Crivina de Sus platoul de calcare și dolomite ale masivului pe direcția sud-nord, apoi descriind în această zonă o buclă strânsă urmează direcția est-vest până la confluență. Bega Luncanilor își adună apele de pe versanții Padeșului și străbate pe un traseu sinuos cu direcția sud nord o zonă de șisturi cristaline și dolomite. În cursul superior, până la confluența celor două brațe, Bega și afluenții săi au caracter montan cu pante ce depășesc în general 15 m/km, cu văi înguste lipsite de albie majoră în care predomină bolovănișuri și pietrișuri.

Cursul mijlociu al Begăi străbate regiunea piemontană și depresionară a Lugoșului, realizând o vale largă și pante în general sub 1 m/km. Pe dreapta primește din Dealurile Lipovei mai mulți afluenți mici cu scurgere intermitentă, iar pe stânga afluenți mai mari cu scurgere permanentă ce adună apele din vestul masivului Poiana Ruscă.

Între aceștia se remarcă Gladna pe care s-a amenajat lacul de acumulare Surduc (Fârdea) și Sărazul.

Cursul inferior al Begăi, aproximativ în aval de Chizătău traversează Câmpia Banatului cu pante reduse mai mici de 0,40 m/km, caracterizat înainte de amenajare prin existența a numeroase brațe de divagare, bălți și mlaștini de nestrăbătut ce comunicau cu apele Timișului.

În scopul desecării mlaștinilor și al realizării unei căi fluviatile de comunicație, au fost realizate după anul 1717 mari lucrări de amenajare hidrotehnică a bazinului mijlociu și inferior al Begăi (Alexandrina M. Hategranu 1946). Între Făget și Timișoara a fost amenajat (1728 -1760), pe cursul albiei râului, canalul ce colectează apele din amonte, drenând totodată marile mlaștini ale Izvinului și servind până la începutul secolului XX la transportul lemnului sub denumirea de "canal plutitor" aceasta este asigură apă necesară întreprinderilor orașului Timișoara. În acest tronson s-a amenajat, cu scop de regularizare a debitelor, două canale de legătura între Bega și Timiș. Canalul Costei - Chizătău în lungime de 10 km este săpat pe un braț natural și asigură alimentarea Begăi cu apă din Timiș, pentru necesități de alimentare ale orașului Timișoara și pentru navigație. Canalul Topolăvățu Mic - Hitiaș amenajat pe un alt braț (Jarcoș) asigură deversarea în Timiș a surplusului de apă din Bega. Începute în anul 1758, lucrările mari de amenajare au continuat până în anul 1941, prin adăugarea de diguri și stăvilare.

În aval de Timișoara, canalul Bega a fost săpat independent de vechiul curs, având direcția sud-vestică, în linie dreaptă, până la vărsarea în Tisa, la Klek. Acest tronson al canalului a fost îndiguit complet și destinat navigației. Vechiul curs, cunoscut din această zonă sub denumirea de Bega Veche colectează apele afluenților de pe dreapta canalului, dintre care Beregsăul este cel mai important. Ultimele amenajări cu scop navigabil s-au realizat în perioada 1901-1916 când s-au construit cele șase ecluze care asigură adâncimea necesară a apei (pe teritoriul românesc sunt ecluze la Sânmihai și Sânmartin).

Canalul are lățimea, la suprafața de 30 m și la bază de 16 m, adâncimea apei de 2-3 m și o pantă foarte redusă de 0,28 m/km. Barajele ecluzelor au rezolvat problema navigației, dar ridicând nivelul apei cu peste 1 m față de nivelul câmpiei din jur au determinat infiltrații și înmlăștiniri în apropierea canalului. Pentru prevenirea acestora a fost necesară săparea unei rețele dense de canale de desecare din care apa era pompată în canalul navigabil. După anul 1949, navigația a fost abandonată din motive politice și canalul în mare parte colmatat. Rețeaua de desecare a fost amplificată totuși, în tot bazinul inferior înlăturând aproape în totalitate excesul de umiditate.

Bega parcurge pe teritoriul României 168,6 km realizând un bazin de 2241 km<sup>2</sup>, fapt ce îl situează pe locul al doilea între râurile bănățene.

Calitatea apelor Begheiului se degradează treptat de la izvoare până la vărsare.

**Timișul** este cel mai mare râu al Banatului, el colectează apele dintr-un bazin hidrografic de 5248,0 km<sup>2</sup> înregistrând pe teritoriul românesc lungimea de 241,2 km. Izvorăște din Munții Semenic, după un scurt traseu cu orientare vest-est, urmează o direcție generală sud-nord prin culoarul Mehadia - Caransebeș și prin regiunea piemonturilor până în apropiere de Lugoj, după care urmărind direcția generală est - sud - est străbate Câmpia Banatului.

Cursul superior al Timișului este colectorul principal al unui important număr de râuri ce drenează Munții Semenic, Jarcoș, Godeanu și Poiana Ruscă.

Între acestea se remarcă pe dreapta Râul Rece (Hidegul) ce își adună apele dintr-un bazin de cca. 170 km<sup>2</sup> situat în Munții Țarcu, având o vale îngustă și puternic adâncită, cu pante medii ce depășesc 420 m/km, iar mai la nord de Bistra colector al apelor de pe versantul nord-vestic al Munților Țarcu și cel sudic al munților Poiana Ruscă, însumând o suprafața de recepție de cca. 900 km<sup>2</sup>, caracterizată prin pante medii de 330 m/km.

Din Munții Semenic, Timișul primește afluenți mai mici având pregnante caracteristici montane. În prima porțiune a cursului superior, Timișul are o vale îngustă cu sectoare de chei (Cheile Armenișului, Cheile Teregovei), apoi în lungul culoarului depresionar intramontan atât Timișul cât și Bistra au văi relativ bine dezvoltate și pante mai mici.

Cursul mijlociu traversează, paralel cu Bega, zona depresionară a Lugojului, situată între Dealurile Lipovei și Dealurile Buziașului. Valea sa este largă cu albie majoră care uneori depășește 3 km lățime și panta medie de 0,7-0,8 km. Primește numeroși afluenți de dimensiuni reduse din Munții Poiana Rusca și Dealurile Buziașului.

În cursul inferior, Timișul formează o vale largă cu numeroase meandre, brațe de divagare și bălți a căror formare a fost favorizată de panta foarte redusă și de adâncimea mică a depozitelor luto-argiloase impermeabile.

În bazinul inferior, Timișul primește afluenți mari numai pe stânga, dintre aceștia cei mai importanți fiind Pogănișul și Bârzava. Pogănișul drenează apele din zona colinară având un bazin de recepție de aproape 700 km<sup>2</sup>, caracterizat prin pante medii de aproape 90 m/km, care în zona de câmpie ajunge la 0,3 m/km, astfel că spre vărsare, albia sa a fost îndiguită.

Calitatea apelor Timișului suferă același proces continuu de degradare de la izvoare spre vărsare, constatat și în cazul Begheiului.

**Bârzava** își are izvoarele în versantul Munților Semenic parcurge un traseu montan relativ scurt cu direcția sud-nord apoi urmează direcția sud-nord vest până la confluența cu Timișul pe teritoriul sârb. Realizează pe teritoriul României un bazin de 917,5 km<sup>2</sup> și o lungime de 127,6 km.

În cursul superior până la ieșirea din zona montană, valea Bârzavei este îngustă cu pante ce depășesc 15 m/km. În acest sector captează prin canalele Semenic și Zănoaga ape de pe 43 km<sup>2</sup> din bazinele superioare ale Timișului și Nerei, necesare acumulărilor de la Văliug, Gozna și Secu amenajate pentru alimentarea cu apă a Reșiței.

Cursul mijlociu al Bârzavei străbate Munții Dognecei și Dealurile Doclinului, având pante de aproximativ 2 m/km sau chiar mai puțin și o albie majoră ce ajunge pe alocuri la 1 km lățime, primește relativ puțini afluenți mici.

Cursul inferior drenează sectorul sudic al Câmpiei Banatului, formând o albie majoră de până la 4 km și o albie minoră divagată cu numeroase meandre. Panta redusă sub 1m/km și caracteristicile menționate ale substratului au favorizat dese inundații și băltiri ceea ce a făcut necesară rectificarea și îndiguirea văii.

Pe stânga, Bârzava primește pe teritoriul iugoslav râul Moravița ce drenează în România un bazin de cca. 400 km<sup>2</sup>, situat cu precădere în zona de câmpie ce îi poartă numele. Caracteristicile acestui râu sunt aceleași cu ale Bârzavei în bazinul inferior, albia sa a fost de curând îndiguită și suprafețele învecinate completate cu canale de desecare.

Calitatea apei Bârzava este sub nivelul acceptabil până la ieșirea din țară.

**Carașul** își adună izvoarele din versantul vestic al Munților Semenic, pe o direcție sud-nord Munții Aninei și Depresiunea Carașovei, după care își schimbă cursul pe direcția est - sud vest.

De-a lungul unui traseu de 91,9 km, Carașul realizează în țara noastră un bazin de recepție de 1118,3 km<sup>2</sup>.

Cursul său superior din Munții Semenic și Munții Aninei este reprezentat printr-o vale adâncă cu pereți abrupti cu sectoare de chei (Cheile Carașului) săpate în calcare și cu pante de peste 1,5 m/km.

În bazinul mijlociu valea desparte Munții Aninei de Munții Dognecei, formând pe alocuri o albie majoră de până la 1 km cu scurgeri de aproximativ 15 m/km.

Cursul inferior al Carașului străbate o zonă depresionară plană cu pante de 0,3 -0,4 m/km unde formează albia majoră de aproape 3 km, supusă inundațiilor în perioadele ploioase.

**Nera** izvorăște din Munții Semenic, urmează direcția nord sud în depresiunea Almăj după care se îndreaptă spre vest realizând până la confluența cu Dunărea o vale de 131,2 km ce drenează apele dintr-un bazin hidrografic de 1361,7 km, cu panta medie de aproape 220 m/km.

În cursul superior până la intrarea în depresiunea Almăj valea prezintă caractere tipic montane cu pereții abrupti și căderi mari. În depresiunea pe care o traversează longitudinal valea se lărgeste într-o albie majoră bine dezvoltată cu pante ce nu depășesc 2 m/km primind cei mai importanți afluenți ai săi (VI. Lăpușnic). La ieșirea din depresiune, valea se îngustează într-un defileu cu pereți calcaroși abrupti ce separă Munții Aninei și Munții Gorgonului.

În cursul inferior, Nera traversează zona piemontană și pătrunde cu puțin înainte de vărsarea în Dunăre străbătând o câmpie cu dezvoltare mai largă pe malul drept.

Râu de munte, pe cea mai mare parte a traseului său străbate zone fără obiective poluante majore, Nera rămâne încă cel mai pitoresc și totodată cel mai curat râu din Banat.

**Cerna** izvorăște din versantul sud estic al Munților Godeanu și până la vărsarea în Dunăre străbate un traseu aproape exclusiv montan pe o distanță de 84 km, realizând un bazin hidrografic de 1433,3 km<sup>2</sup>.

Cursul superior al Cernei urmează direcția nord-est, sud-vest între Munții Godeanu și Munții Cernei străjuit de pereți calcaroși cu numeroase sectoare de chei în general lipsită de albie majoră și cu pante ce depășesc 30 m/km. Din dreapta primește cel mai important afluent - Bela Reca ce străbate depresiunea Cerna - Mehadia, colectând apele de pe versantul sud-vestic al Munților Godeanu și versanților estici ai Munților Semenic și Almăj la confluența cu Cerna suprafața bazinului său (cca. 700 km<sup>2</sup>) este mai mare decât al acestora, dar cu o pantă de scurgere sensibil mai redusă.

În aval de confluență cu Bela Reca până la vărsare, Cerna prezintă o albie majoră, dezvoltată mai ales în sectorul său inferior și parțial inundată după amenajarea tacului de acumulare Porțile de Fier.

**Dunărea** delimitează provincia Banatului la sud, pe distanța de cca. 100 km între Buziaș și Orșova. În prima parte a acestui traseu, fluviul este însoțit pe malul stâng de versanți domoli ai Munților Locvei și Gorgonului și de o luncă relativ îngustă ce se lărgeste în sectorul Moldova Noua și Liubcova Berzasca, iar în a doua parte a traseului de versanții abrupti calcaroși ai Munților Almăjului, ce formează magnificul defileu al Cazanelor.

Pe tronsonul bănățean, Dunărea primește un număr redus de afluenți între care se mai pot cita alături de Nera și Cerna, văile Radimna, Boșneag, Berzasca și Mraconia cu regim de scurgere intermitentă.

Lucrările de amenajare a lacului de acumulare Porțile de Fier au avut drept consecința ridicarea nivelului fluviului și inundarea unor sectoare de luncă din zona Buziaș - Belobresca, Dubova și Cerna și scăderea pantei de scurgere.

Regimul scurgerii anuale este dependent de toate râurile bănățene și de regimul climatic al bazinelor lor. Cea mai mare scurgere medie se produce primăvara în lunile martie - mai ajungând în bazinele Nera și Bela Reca la 50% din totalul anual situație explicabilă prin suspendarea ploilor de primăvara cu topirea timpurie a zăpezilor. În timpul verii scurgerea medie se reduce semnificativ rămânând ridicată doar la altitudini înalte, ca urmare a topirii zăpezilor. În perioada de toamnă (septembrie - octombrie) se înregistrează mai cu seamă în bazinele inferioare, cea mai redusă scurgere ajungând în cazul Beregsăului la mai puțin de 9% din total. În bazinul superior al Begăi se constată un regim de scurgere relativ uniform în cele trei anotimpuri în corelație cu precipitațiile abundente repartizate tot timpul anului. Iarna se caracterizează pentru majoritatea râurilor din Banat prin procente relativ ridicate de scurgere (18 - 28%) comparativ cu celelalte râuri din România ca urmări a alternării perioadelor reci cu perioadele calde, când cad ploi și se topește stratul de zăpadă.

#### 5.1.4 Hidrogeologia

Apele subterane sunt divizate de hidrogeologi în ape descendente și ascendente; cele descendente se pot separa în ape freatice (au debit suficient pentru a fi folosite în alimentările cu apă), ape suprafreatice (acumulate temporar deasupra stratului freatic) și ape captive descendente.

Pentru pedologie, orizontul de apă întâlnit în profil nu are caracter freatic decât arareori, astfel că se folosește termenul de apă pedofreatică prin care se înțelege suprafreaticul și orice strat saturat de apă din sol. Această apă pedofreatică prezintă o deosebită importanță pentru sol și plantă și ea este alimentată din rețeaua hidrografică în mod constant și din precipitații. Ca urmare, lucrările de îmbunătățiri funciare din Banat, care au modificat regimul hidrografic natural au condus la profunde modificări ale regimului hidrogeologic, pentru ca nu există ape subterane care să nu fi trecut prin faza de apă de suprafață (excepție apele juvenile).

În formațiunile piemontane, adâncimea apelor pedofreatice pe interfluvii depășește 10m, iar în lunci în jur de 1-5 m. În câmpiile piemontane, formate prin îngemănarea unor serii de conuri mari de dejecție (Mureș, Timiș, Bega, Bârzava, Caraș) care prin căderea lor naturală determină adâncimea și direcția de curgere se constată o micșorare treptată a adâncimii apelor pedofreatice de la 8-10 m spre 2-5 m în marginea câmpiei și chiar o zonă de efilare în văi sub forma izvoarelor și cu soluri gleice.

În câmpia joasă, de divagare, apele pedofreatice sunt aproape de suprafața terenului (0,5 -3,0 m) și au o scurgere foarte lentă, chiar stagnante, ceea ce determină o încărcare a lor cu săruri provocând salinizarea solurilor.

Resursele de apă subterană pe întreg spațiul Banat sunt evaluate la 24,4 m<sup>3</sup>/s din care freaticul are 10,8 m<sup>3</sup>/s, cu un volum total de 770 mil. m<sup>3</sup>/an. Cele

mai importante surse de apă freatică, fiind în bazinul Timișului - 183, 6 mil. m<sup>3</sup>/an și Bega 127, 8 mil. m<sup>3</sup>/an.

Calitatea apelor subterane a cunoscut în ultimul deceniu o continuă degradare, rezultat al degradării calității apelor de suprafață ca urmare a evacuării apelor uzate neepurate sau insuficient epurate din marile orașe (Timișoara, Reșița) sau de la marile complexe zootehnice (Comtim).

În funcție de adâncimea apei pedofreatice, terenurile agricole din Banat pot fi grupate astfel:

Tabelul 5.1

#### Repartiția terenurilor agricole în funcție de adâncimea apei pedofreatice

Adâncimea apei pedofreatice m	Cod	Denumire	Suprafața agricolă ha	%
sub 0,5	0,02	superficială	13810	1,19
0,51 - 1,00	0,07	extrem de mică	14289	1,22
1,01 - 2,00	0,14	foarte mică	216215	18,38
2,01 - 3,00	0,20	mică	271747	23,11
3,01 - 5,00	0,35	mijlocie	86832	4,83
5,01 - 10,00	0,70	mare	100297	8,52
peste 10,01	15,00	foarte mare	500473	42,56
izvoare coastă	99,00	izvoare coastă	2203	0,19
TOTAL			1175866	100,0

#### 5.1.5 Clima

Poziția geografică a Banatului la interferența maselor de aer cu caracter maritim din vest cu cele cu caracter continental din est, la care se mai adăuga influența unor mase de aer cald din bazinul mediteranean determină existența în această regiune a unei clime temperate cu grad de continentalism moderat și cu influențe submediteraneene variate ca intensitate de la o zonă la alta. Pe fondul acestui climat se diferențiază o serie de topoclimate determinate în primul rând de formele de relief.

În zona montană înaltă (Țarcu, Godeanu, Poiana Ruscă) climatul se caracterizează prin temperaturi medii anuale ce variază între 0,4° C la stația meteorologică Țarcu (2186 m) și 5,5°C la Semenic (1436 m) și precipitații anuale de 1100 mm la Țarcu și 1210 mm la Semenic, ultimul masiv având pluviozitatea cea mai ridicată din întreaga provincie și constituind în același timp cel mai important nod orohidrologic al acesteia. Precipitațiile se repartizează neuniform cu maxima de peste 100 mm/lună în perioada mai-august.

În Munții Banatului de joasă altitudine (Munții Aninei, Gorgonului, Locvei, Dognecei) în depresiunile intramontane (Caransebeș, Bozovici) și Dealurile vestice, clima este caracterizată de temperaturi medii anuale de

9,2°C (Bozovici) și 10,6°C la Caransebeș și de precipitații ce variază de la 629 mm la Bozovici și 745 mm la Caransebeș.

Condițiile orografice diverse din sudul Banatului determină la nivel colinar sau montan inferior topoclimate particulare demne de relevat. În zona Baia de Aramă (360 m) cu temperaturi medii anuale de 9,3°C, precipitații anuale - 901,0 mm se repartizează după doua maxime în lunile mai și octombrie și o minimă în luna august; aceeași formă a curbei precipitațiilor minime mai accentuată se observă și la Drobeta Turnu Severin.

În zona Oravița (309 m) în condițiile unei temperaturi medii anuale de 11,1°C se înregistrează o cantitate anuală de precipitații de 895 mm cu maximă în mai și iunie, când cantitățile lunare depășesc 100 mm.

Clima de câmpie relativ uniformă în privința temperaturii ce înregistrează medii anuale de 10,7 - 10,9°C manifestă tendințe de aridizare de la est spre vest, precipitațiile anuale la Timișoara fiind 614,3 mm, iar la Sănnicolau Mare 544 mm, zona fiind cea mai secetoasă parte a Banatului.

### 5.1.6 Vegetația

Cercetările fitocenologice desfășurate în Banat de peste jumătate de secol relevă existența unui covor vegetal foarte bogat, reprezentat prin peste 400 asociații vegetale identificate și descrise mai mult sau mai puțin amănunțit.

Privirea de ansamblu asupra unora din aceste asociații (I. Coste și colab. 1995) subliniază necesitatea unor analize comparative pentru stabilirea sinonimiilor cenotaxonomice și biotipice și totodată sugerează faptul că dintre cenotaxonii acceptabili pentru cartare și reprezentativi ca indicatori de biotip (conceput în limitele unei relative omogenități) "alianța" manifestă cea mai mare stabilitate de la un autor la altul. În consecință în stadiul actual al cercetării se recomandă, pentru vegetația zonală, utilizarea ca unitate de vegetație "alianța" completată în cazul vegetației azonale cu "asociația".

Distribuția unităților de biotip și vegetație se corelează direct cu marile unități geomorfologice care corespund în linii mari ecoregiunilor stabilite la nivelul țării, aceste unități se etajează într-o succesiune altitudinală caracteristică sud-estului Europei peste care se suprapune vegetația azonală cu puternice caracteristici locale.

Etajul alpin și subalpin prezent în Carpații Meridionali (Țarcu - Godeanu) la altitudini de 1800 - 2300 m este reprezentat de pajști de *Juncus trifidus* și *Carex curvula* între care se intercalează tufişuri scunde primare de *Loiseleuris procumbens*, *Empetrum hermaphroditum*, *Vaccinium gaultherioides*. Pe grohotişuri provenite din dezagregarea şiturilor cristaline de pe versanții abrupti ai circurilor glaciare cresc pâlcuri de *Poa cenisa* ssp. *contracta* și *Oxyria diguna* cu multe specii de *Saxifraga*, iar pe grohotişurile calcaroase, mai reduse ca suprafața se instalează cenoze de *Rumex scutatus* cu *Saxifraga sizooidez*. Brânele stâncoase din etajul alpin și subalpin sunt ocupate de *Sesleria bielzii*, *Sesleria rigida* ssp. *haynaldina* și *Carex sempervirescens*. În zăcătorile de zăpadă pe povârnişurile căldărilor glaciare pe substrat silicios cenoze chionofile de *Salix herbacea* și *Luzula spadicea*, *Plantago gentionoides*, *Ranunculus crenatus*, *Soldanella pusilla*, iar pe cele cu substrat calcaros cenoze de *Salix retusa* cu *Anemone narcissiflora*.

Etajul montan cu altitudini cuprinse între 1000-1800m, bine reprezentat în Carpații Meridionali (Țarcu, Godeanu, Muntele Mic, Munții Cernei, Munții Poiana Ruscă, Semenici și Almăj) este acoperit pe platourile înalte, cu pajști de *Nardus stricta* sau *Festuca nigrescens* și tufişuri de *Juniperus sibirica* și *Vaccinium myrtillus*, iar

pe versanții mai feriți de vânturi și cu condiție de umezeală pronunțată se dezvoltă păduri de *Picea abies*, *Abies alba* și *Fagus silvatica*.

Pajiștile secundare extinse mult prin defrișarea pădurilor sunt edificate de *Festuca nigrecens*, *Agrostis capillaris*, *Loninia coerulea*.

Etajul montan inferior și etajul colinar superior cu altitudini cuprinse în general între 800 și 400 m, este caracterizat de păduri de *Fagus silvatica* sau *Fagus silvatica* în amestec cu *Carpinus betulus*.

De la nivelul acestor etaje, condițiile de biotip și implicit vegetația se diversifică mult, prin interferența factorilor orografici, geomorfologici și microclimatici ceea ce face ca în regiunea montană inferioară și colinară mai cu seama în sudul Banatului vegetația zonală și vegetația azonală să formeze un mozaic fitocenotic caracteristic.

Făgetele din Munții Banatului pe Eutricambosoluri formează păduri pure sau în amestec, coborând adesea de-a lungul văilor cu umiditate pronunțată până la cele mai reduse altitudini din țară (cca. 150 m) au compoziția floristică bogată în specii termofile, ce le conferă caracterul de fitocenoze de tranziție între făgetele carpatice. În condiții asemănătoare se dezvoltă și făgete cu carpen și carpinete.

La contactul cu făgetele și făgeto - carpatine din zona montană inferioară și colinară sunt prezente păduri de *Quercus petraea* pe Districambosolurile cu aciditate ridicată, iar în lungul cursurilor de apă zăvoaie de *Alnus glutinosa*.

Cele mai caracteristice unități de vegetație forestieră din Banat sunt pădurile termofile de *Quercus fraenetto* și *Quercus cerris* împreună sau în amestec cu alte specii și tufișurile mezoxerofile, termofile, ambele formațiuni fac legătura dintre vegetația balcano - ilirică de la sud de Dunăre și vegetația carpato-dacică (respectiv est - central - europeană).

Pădurile edificate de cele două specii de quercinee deseori împreună cu *Tilia argentea*, *Carpinus orientalis* s.a., formează o centură cu lățimi variabile până în dealurile piemontane ale Munților Apuseni; pe măsura înaintării spre nord speciile termofile ce însoțesc edificatorii se împuținează.

Tufișurile de *Carpinus orientalis*, *Syringa vulgaris*, *Fraxinus ornus*, *Cotinus coggygia* în amestec și cu alte specii se dezvoltă în sudul Banatului (Munții Cernei, Munții Almăjului, Munții Aninei, Munții Gorgan, Munții Locvei) pe versanți stâncoși preponderent alcătuiți din calcare, ele constituie o prelungire a sibliacului iliric și conservă un mare număr de elemente submediteraneene și ilirice.

Vegetația praticolă manifestă aceeași varietate existentă la nivelul vegetației lemnoase, fiind prezente în biotipuri mezofile pajiști de *Festuca rubra*, *Agrostis capillaris*, *Arhenatheurum elatius*, iar în biotipuri mezoxerofile *Festuca vallesiaca*, *Festuca rupicola* și *Botrichlon ischaemum*.

Vegetația de câmpie este reprezentată prin păduri de *Quercus robur* și pajiști de *Festuca rupicola* și *Festuca pseudovina* ce ocupă biotipuri mezoxerofile și xerofile și de zăvoaie de *Fraxinus angustifolia* și *Ulmus campestris* sau pajiști de *Agrostis stolonifera*, *Festuca pratensis*, *Alopecurus pratensis* în biotipuri mezohigrofile.

Se evidențiază ca foarte interesantă și caracteristică pentru sectorul de joasă altitudine a Câmpiei Banatului, vegetația halofilă edificată de *Puccinellia limosa*, *Pholourus pannonicus*, *Hordeum murinum* și *Festuca pseudovina* cu *Artemisia monogyna*.



### 5.1.7 Solurile

Învelișul de sol sau pedosfera se află la partea superioară a litosferei și a rezultat și se dezvoltă și în prezent în principal prin aportul permanent de energie solară latitudinal distribuită, incorporată în atmosferă, hidrosferă, biosferă ce interacționează cu litosfera.

Pedosfera acoperă întreg uscatul globului terestru, inclusiv în zona permafrostului, (permanent înghețată) și pătrunde și în apele puțin adânci (circa 8-10 m) unde se pot desfășura procese fotosintetice și de solificare. Grosimea pedosferei variază de la 1-2 cm la 5-10 m, dar convențional se consideră că solul are o grosime de 2 m. Evident că grosimile minime apar în zona munților, cu rocă aproape la suprafață iar grosimile maxime apar în zona ecuatorială cu vegetație de junglă și precipitații de peste 2000-3000 mm unde procesele de solificare sunt extrem de intense.

Fiind la interfața diferitelor geosfere prin pedosferă se realizează schimbul de energie și substanțe între diferitele geosfere, un schimb selectiv întrucât pedosfera acumulează unele substanțe și le modifică pe altele, astfel că influențează în mare măsură compoziția și calitatea atmosferei, hidrosferei și biosferei de la suprafața Terrei.

Solurile componente ale pedosferei au ajuns la un echilibru relativ stabil cu celelalte geosfere, echilibru realizat în decursul a câtorva mii de ani, pentru solurile actuale perioada fiind odată cu retragerea ghețarilor, deci în urmă cu 10000 ani.

Dacă atmosfera și hidrosfera se reînnoiesc continuu pe uscat și implicit eventualele concentrări de noxe se diluează relativ ușor, biosfera se diferențiază prin faptul că organismele pot evita situările neconvenabile sau se adaptează treptat metabolizând substanțele contaminante, ca de exemplu pesticidele.

Față de aceste geosfere, pedosfera se modifică mult mai lent, acumulează poluanții până la limita capacității de reținere a substanțelor și "rabdă" ani sau zeci de ani diferiți poluanți, solul având o anumită capacitate de autoepurare, datorită imensei mase de microorganisme ce constituie biocenoza solului. Trebuie menționat însă că odată poluat solul necesită cheltuieli mari și tehnologii speciale pentru depoluare, el putând deveni sursă de poluanți pentru hidrosferă, atmosferă și organisme vegetale și animale ca și pentru om.

Pentru a putea cerceta și caracteriza solul, din învelișul continuu de soluri ce alcătuiesc pedosfera se extrag eșantioane tridimensionale începând de la suprafață până la circa 2 m adâncime, aria acestor eșantioane sau coloane de sol fiind cuprinsă între 1 și 10 m<sup>2</sup>, ele purtând denumirea de pedon, iar secțiunea bidimensională, pe verticală, de profil de sol. Mulțimea pedonurilor de același fel constituie unitatea de sol (US) dau polipledonul. Trecerea de la o unitate de sol la alta se face treptat, pe baza unor diferențieri de caracteristici și proprietăți.

Asigurarea vieții pe pământ, reglarea compoziției atmosferei și hidrosferei prin intermediul respirației solului și fotosintezei plantelor din sol, acumularea de energie chimică în materia humică, este posibilă datorită a șase funcții de bază pe care le îndeplinește solul: producerea de biomasă, reținere – transformare – filtrare, habitat biologic și rezervor de gene, sursă de materii prime, fundație pentru construcții (clădiri, infrastructuri, deponeu, etc.) și mediu istoric (funcția de "memorie").

## Relația soluri – civilizație

Încă de la apariție, societatea umană a afectat terenurile și organismele vegetale și animale provocând destabilizarea ecosistemelor naturale și în același timp propria pieire. Repetatele războaie dar mai ales îndelunga exploatare a mediului prin tăierea și arderea pădurilor, pășunat, cultivare și irigare a cauzat pierderea a cca. două miliarde hectare de terenuri fertile. Cele mai evidente distrugerii ale solului s-au produs în regiunea mediteraneană care a purtat greul unor intense activități umane timp de 5-6 mii de ani. O vizită a dealurilor din Israel, Liban, Grecia, Creta, Cipru, Sicilia, Tunisia, Spania (sud - est) este ilustrativă. Îndepărtarea vegetației a cauzat spălarea de către ploii a stratului de sol fertil până în văi sau mare. Acesta este motivul pentru care Fenicienii, Grecii, Cartaginezii și Romanii și-au creat colonii în zone încă fertile. Prosperetele orașe ale Mesopotamiei mărginite de livezi, vii și terenuri irigate sunt astăzi martori muți ai unor civilizații apuse. Similară a fost și soarta civilizațiilor antice din valea Indului și Pakistan. Există însă și exemple de soluri utilizate agricol mii de ani, care și-au menținut funcțiile și deci fertilitatea, cum ar fi Egiptul (Valea Nilului), China, America Centrală și de Sud.

Cultul față de pământ este un element universal în toate religiile. Nativii Americani, Aborigenii Australieni au considerat pământul ca zeu suprem, sursă a vieții.

În biblia iudaică (Vechiul Testament) în capitolul 1 al Genezei, Dumnezeu spune "umpleți pământul și stăpâniți-l"; cu totul diferit este îndemnul din capitolul 2 al Genezei, unde omul este pus în grădina Edenului pentru "a servi și proteja" sau în alte traduceri pentru a "lucra și păstra". Cele două îndemnuri au creat percepții opuse în destinul umanității, primul considerând omul deasupra naturii, fără obligații.

Legătura indisolubilă dintre umanitate și sol este manifestată și în numele primului om, Adam, provenit din ebraicul "adamah" ce înseamnă pământ sau sol. Împreună, cele două nume ale primilor oameni, după Biblie, semnifică "Sol și Viață", respectiv Adam și Eva.

Asocierea antică a umanității cu solul are ecou și în denumirea latină a omului, căci homo derivă din "humus"- ul solului.

Odată cu folosirea focului în Paleolitic, omenirea a început să modifice vegetația dar și solul. Înlăturarea vegetației lemnoase pentru ardere și apariția cenușii a favorizat dezvoltarea plantelor ierboase și a mărit posibilitățile de creștere a animalelor. În același timp, omul și-a intensificat deplasările și vânătoarea. Efectul despăduririlor a dus la apariția eroziunii antropice a solurilor, cu spălarea stratului fertil de pe versanți în văi și râuri. Cu aproximativ 40000 de ani în urmă omul a devenit stăpânul naturii, a trecut la întemeierea de situri, depozitarea alimentelor și domesticirea animalelor. Creșterea populației a mărit presiunea asupra mediului în paralel cu creșterea cerințelor pentru hrană. Revoluția Neolitică a însemnat de fapt trecerea la cultivarea pământului, în special în Orientul Apropiat, unde în urmă cu 10000 de ani comunitățile umane își aveau deja mari amenajări permanente. Specializarea activităților a afectat familia, rolul bărbatului și al femeii, proprietatea. S-au stabilit standarde morale și reguli religioase. Lucrarea solului, terasarea, irigația și drenajul au avut un puternic impact asupra mediului, solurile erodate producând mari cantități de prafuri pulberate de vânt.

Seceta frecventă din zona mediteraneană a impus aplicarea irigației, posibilă pe terenurile aluviale din apropierea râurilor. Cultivarea a fost predominantă în terenurile periodic inundate din văile râurilor Tigru și Eufrat, Nilul și Indul. Această

practică agricolă a creat însă omenirii o nouă problemă – excesul de apă și salinizarea.

Pentru Mesopotamia antică, despăduririle din bazinul superior al fluviilor au intensificat eroziunile și sedimentarea a ridicat patul de curgere astfel că inundațiile au devenit frecvente iar nivelul apei freatice a urcat până la suprafață provocând acumularea sărurilor în sol. Grâul sensibil la săruri a fost înlocuit de orz și treptat așezările urbane din Sumer, Akkad, Babilon și Asiria au fost abandonate.

În contrast cu Mesopotamia, civilizația Egiptului a beneficiat de un alt regim al apei și de un sol diferit. Nilul Albastru aduce suspensii din zona înaltă vulcanică a Etiopiei, suspensii amestecate cu materia organică adusă din zone mlăștinoase de Nilul Alb. Inundațiile provocate de Nil sunt spre sfârșitul verii și toamnă astfel că peste vară sunt distruse de căldură buruienile și solul este aerat. Grecii antici numeau Egiptul "Khemia " de la cuvântul "Khami" ce semnifică solul negru, așa cum înșiși egiptenii își denumeau țara. Spălarea repetată a sărurilor a permis practicarea timp de milenii a agriculturii fără degradarea solurilor în Egipt.

### **Relația sol – arheologie**

Știința solului, geologia și arheologia sunt strâns legate pentru că toate sunt științe istorice. Proprietățile fizice, morfologice și chimice ale solului, referitoare la formarea solului, transformările din sol, durata proceselor permit o serie de interpretări arheologice privind activitățile umane din trecut. O înțelegere a variabilității solurilor dintr-un sit este importantă în alegerea locului testelor arheologice, a adâncimii săpăturilor. Activitățile umane își pun amprenta asupra matricii solului prin cultivare, folosirea materialului de sol în ceramică, gropi pentru depozitare, pentru foc, înmormântare, etc.

Materialele durabile cum ar fi artefactele de oase și ceramică sunt de obicei păstrate perioade îndelungate în sol, dar în cazul unor soluri cu  $\text{pH} < 7,88$  devin solubile și se descompun; este cazul unor soluri acide, cu  $\text{pH} 5,5$ ; interacțiunea unor factori pedogenetici, cum ar fi climatul, relieful, vegetația și materialul parental sunt și factori decisivi pentru oameni în alegerea locului habitatelor. Harta solurilor este frecvent utilizată de arheologi în dezvoltarea modelelor de estimare a localizării siturilor și a modificărilor provocate de modul de folosință al terenurilor.

Artefactele sunt în mod obișnuit concentrate în orizonturile A. Depozitele arheologice vechi sunt frecvent situate deasupra unor orizonturi argice sau calcice. Depozitele arheologice noi sunt plasate la marginea sitului pe orizonturi slab dezvoltate, pe orizont cambic. Cele mai clare corelări între pedologie și arheologie se pot stabili în cazul solurilor fosile, unde datele pedologice pot explica numeroase aspecte arheologice. Culoarea unor orizonturi A sau E sau Bt este influențată de vetrele de foc.

Chimia solului, respectiv datele privind datarea orizonturilor cu  $\text{C}^{14}$ ,  $\text{pH}$ -ul, conținutul în fosfor și metale grele (Cu, Zn), conținutul în humus, K și Mg, ca și micromorfologia și palinologia solului oferă date extrem de utile arheologiei.

### **Clasificare - răspândire**

Pentru definirea solurilor, gruparea lor și interrelațiile cu factorii de solificare se folosesc noțiunile de caracteristici, proprietăți și orizonturi.

Caracteristicile solului sunt parametri singulari, care sunt observabili sau măsurabili în câmp, în laborator sau pot fi analizați prin tehnici microscopice. Se consideră caracteristici culoarea, textura și structura solului, aspectele activității

biologice, aranjamentul porilor și a concentrațiilor pedogenetice (concrețiuni, cutane, noduli, etc.) ca și determinările analitice (reacția solului, distribuția particulelor granulometrice, capacitatea de schimb cationic, cantitatea și natura sărurilor solubile, etc.)

Proprietățile solului sunt combinații ale caracteristicilor solului, care se produc în soluri și sunt considerate ca indicatoare ale proceselor de formare a solurilor, prezente și trecute (de exemplu proprietățile vertice sunt combinații ale texturii argiloase, mineralelor smectice, fețelor de alunecare, gilgai, consistență tare uscată, consistență lipicioasă umedă, crăpături la uscare - umezire).

Orizonturile solului sunt corpuri tridimensionale care sunt aproape paralele cu suprafața terenului. Fiecare orizont este caracterizat prin una sau mai multe proprietăți, cu o anumită grosime și aflat la o anumită adâncime, cu aspecte specifice. Grosimea variază de la câțiva centimetri la mai mulți metri; frecvent este de câțiva zeci de centimetri. Limitele superioară și inferioară pot fi difuze, treptate sau clare. Lateral extensia unui orizont de sol are mari variații de la un metru la mai mulți kilometri. Totuși orizontul nu are întindere infinită, el dispare sau se transformă treptat într-un alt orizont.

Orizonturile și proprietățile solului reflectă procesele genetice ce se desfășoară în cursul formării și evoluției sale. Ele pot fi în consecință folosite în descrierea și definirea tipului de sol și a claselor de sol. Când au un minim de grosime și grad de exprimare determinată prin vizibilitate, proeminență și măsurare și sunt relevante pentru formarea și utilizarea solului, sunt considerate orizonturi diagnostice. Aceste orizonturi sunt specifice factorilor bioclimatici (de exemplu un orizont spodic din climat boreal este mai subțire decât la tropice).

Prezența sau absența unui orizont, succesiunea lui pe verticală și grosimea lui definesc pedonul unui anumit tip de sol.

În materialul parental din care se formează solul se află majoritatea elementelor chimice cunoscute pe glob, în mod deosebit : 60 elemente chimice cum ar fi: O, Si, Al, Fe, Ca, Na, K, Mg.

Deși unitatea de bază care se studiază este profilul de sol sau pedonul (dacă este tridimensional), ceea ce se clasifică în taxonomie sunt corpurile de sol sau polipedonurile, denumite și unități elementare de sol, cu areale specifice, care există în realitate. Categoriile taxonomice sunt abstracte.

În prezent în Știința Solului există din anul 2003 în România un nou Sistem Român de Taxonomie a Solurilor (SRTS), cu un nivel superior ce are clasa, tipul și subtipul de sol și un nivel inferior cu varietate, specie, familie și variantă de sol. SRTS – ul are un specific național, dar este aliniat standardelor internaționale, putând fi corelat cu clasificările internaționale FAO/UNESCO, Soil Taxonomy și WRB – Baza Mondială de Referință pentru Resursele de Sol.

SRTS – ul are 12 clase de soluri cu 32 tipuri de sol. Cele mai bune soluri fac parte din clasa Cernisoluri și sunt: Cernoziomul, Kastanoziomul, Faeoziomul și Rendzina, răspândite predominant în câmpie. Solurile din zona de deal sunt în special cele din clasa Luvisoluri: Preluvosol, Luvosol, Planosol, Alosol. Solurile din zona de munte sunt în clasa Spodisoluri (Prepodzol, Podzol), clasa Protisoluri (Litosol, Regosol), clasa Cambisoluri (Districambosol) și clasa Umbrisoluri (Nigrosol, Humosiosol). Solurile cu exces de apă sunt în clasa Hidrisoluri (Gleiosol, Stagnosol), cele cu exces de săruri și sodiu în clasa Salsodisoluri (Solonceac, Soloneț), iar cele cu influență antropică în clasa Antrisoluri (Erodosol, Antrosol).

La nivel global, suprafața ocupată de soluri este de 14,335 miliarde hectare, dominante fiind Cryosolul (1,770 mld.ha), Leptosolul (1,655 mld,ha), Cambisolul (1,500 mld,ha) și Acrisolul (1 mld.ha). Solurile foarte bune pentru a obține

producție vegetală sunt Cernoziomul (230 milioane ha), Kastanoziomul (465 mil. ha) și Faeoziomul (190 mil. ha), deci 885 mil. Ha, adică 6,17%. La acestea se mai pot adăuga Fluvisoluri, Cambisoluri, Calcisoluri, Vertisoluri care necesită investiții (pentru irigații, ameliorări). Rezultă o suprafață de aproximativ 1 miliard de hectare care să hrănească cele peste 6 miliarde de locuitori ai Terrei.

În România, cele trei tipuri de soluri foarte bune (Cernoziomul, Kastanoziomul și Faeoziomul) reprezintă 26,7 % din fondul funciar, cifră superioară celei mondiale (6,17%), ceea ce ilustrează potențialul ridicat al solurilor țării, nevalorificat însă din motive subiective. Pentru vestul țării (Timiș, Arad, Bihor) ponderea solurilor foarte bune este apropiată (28,28%).

Aprecierea calității terenurilor se face pe baza unor studii pedologice de teren și laborator - cartare pedologică, de obicei la scara 1:10000, așa numitele, studii pedologice cadastrale pe teritorii comunale, a căror valabilitate este de 10 ani și se refac datorită faptului că solurile sunt dinamice, ele reflectând variațiile factorilor de mediu și intervențiile antropice. În cursul cartării se realizează și operația de bonitare a terenurilor care permite stabilirea clasei de calitate a unităților teritoriale și a parcelelor cadastrale, folosindu-se 5 clase: clasa I cu 81-100 puncte, clasa II cu 61-80 puncte, clasa III cu 41-60 puncte, clasa IV cu 21-40 puncte și clasa V cu 1-20 puncte. Evident terenurile pretabile pentru folosință agricolă și cu favorabilitate maximă pentru anumite culturi (grâu, porumb, soia, etc.) sunt cele de clasa I și II.

Tabelul 5.2

**Solurile agricole din Banat - repartitia lor pe categorii de folosință**

Nr. crt.	Tipul de sol		Agricol (ha)	%	Pășune (ha)	%	Fânețe (ha)	%
	SRTS	WRB						
1	Litosol și Foliosol (di, eu, pr, rz)	Leptosols-Histosol folic	29089	2,47	17226	6,36	11818	10,07
2	Regosol (di, eu, mo, um, li)	Regosols	27508	2,34	18008	6,65	3000	2,56
3	Psamosol (eu, mo, gc)	Arenosols	1535	0,13	164	0,06	5	0,01
4	Aluviosol (en, eu, mo, gc, vs, s c, so)	Fluvisols	99124	8,43	17173	6,39	12293	10,48
5	Vertosol (ti, gc, st, br)	Vertisols	90127	7,66	27091	10,00	4598	3,92
6	Cernoziom (ti, gc, ca, vs, sc, ac)	Chernozems	199308	16,95	4994	2,04	1422	1,22
7	Faeoziom (ti, vs, gc, st, cl)	Phaeozems	18801	1,60	544	0,20	1466	1,24
8	Rendzină (li, ca, ka)	Leptosols rendzic	5176	0,44	1523	0,56	948	0,81
9	Nigrosol (ti, ca, li)	Umbrisols	2174	0,18	2174	0,80	-	-
10	Humosiosol (ti, ca, li)	Umbrisols humic	2000	0,17	2000	0,74	-	-

## 70 Vertisolurile din Banat

Nr. crt.	Tipul de sol		Agricol (ha)	%	Pășune (ha)	%	Fânețe (ha)	%
	SRTS	WRB						
11	Eutricambosol (ti, mo, vs, ro, al)	Cambisols entric	130402	11,09	30004	11,08	18613	15,86
12	Districambosol (ti, um, ep, li)	Cambisols distric	84032	7,15	59253	21,88	24780	21,11
13	Preluvosol (ti, mo, rs, vs, ca, st)	Luvisols	157852	13,42	10250	3,78	2641	2,25
14	Luvosol (ti, rs, ab, vs, pl, st)	Luvisols	169605	14,42	26561	9,80	10540	8,98
15	Planosol (ti, ab, vs, st)	Planosols	6511	0,55	1009	0,37	247	0,21
16	Prepodzol (ti, um, tb, li)	Podzols	1352	0,12	1462	0,54	-	-
17	Podzol (ti, um, fe, tb, li)	Podzols	2525	0,22	2525	0,13	-	-
18	Gleiosol (eu, di, ka, mo, ce, ca, pe, al)	Gleyosols	83798	7,13	13912	5,14	32693	14,52
19	Stagnosol (ti, lv, ab, vs, pl)	Stagnic luvisols	11008	0,94	2711	1,00	2877	2,45
20	Soloneț (ti, mo, lv, ab, sc, gc)	Solonetz	16682	1,42	10635	3,93	1003	0,85
21	Turbosol (di)	Histosols	317	0,03	317	0,12	-	-
22	Erodosol (ca, ar, sp, li)	Eroded phase	32136	2,73	20384	7,52	3649	3,11
23	Antroposol (ro, aq) și Entiantroposol (ur, ru, co)	Anthrosols	4805	0,11	958	0,36	418	0,35
24	<b>Total</b>		<b>1175866</b>	<b>100</b>	<b>270860</b>	<b>100</b>	<b>117351</b>	<b>100</b>

În tabel sunt redată tipurile de sol din Banat, principalele subtipuri existente și repartitia lor pe diferite categorii de folosință. Arealul ocupat de tipurile de sol sau asociațiile de soluri sunt redată în Harta solurilor din Banat.

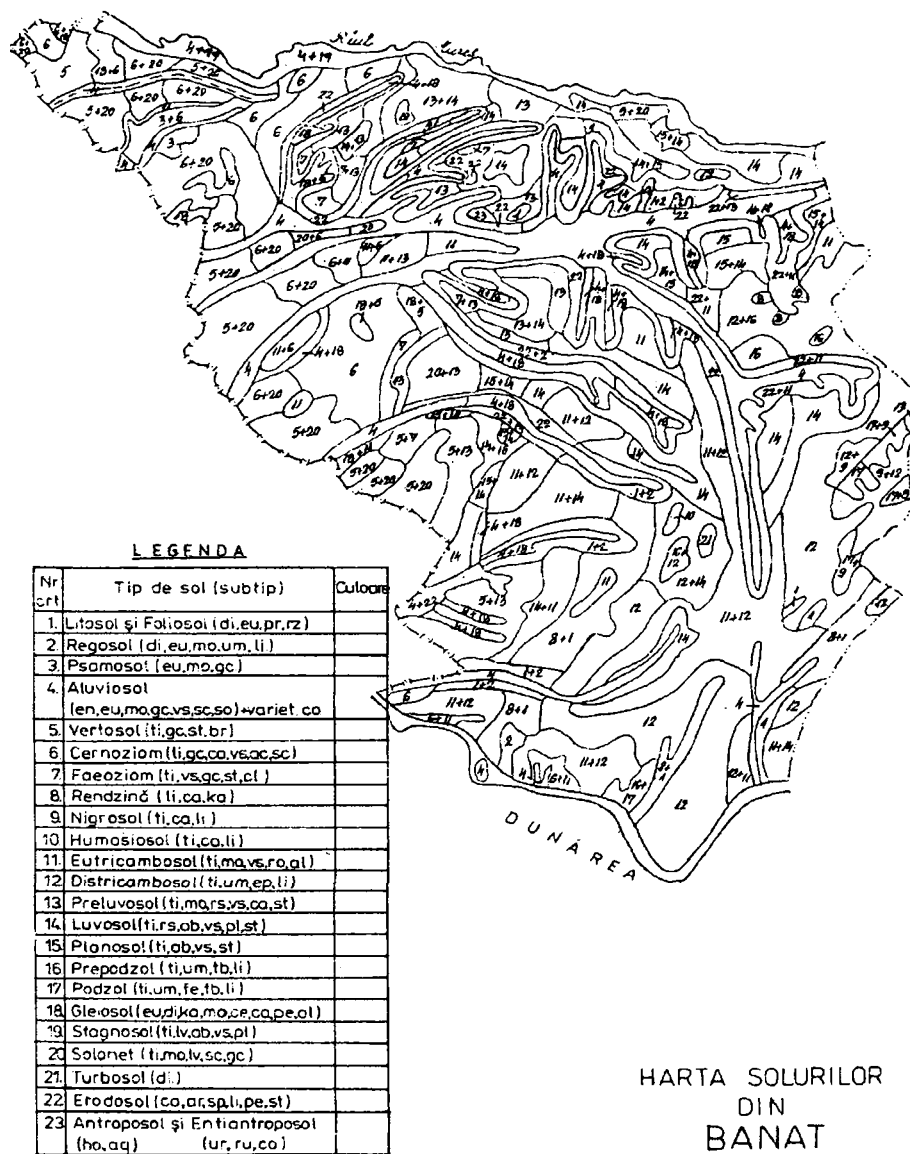


Figura 5.6 Harta solurilor din Banat

Cunoscut și sub denumirea de "țara dintre cele trei ape", Banatul istoric, cuprins între Dunăre, Tisa și Mureș, la est având rama de munți ai Cernei, Godeanului, Țarcului și Poiana Ruscă, are o suprafață de 1841465 ha (în România), din care 1175866 ha (63,86%) reprezintă terenuri agricole, ce aparțin unui număr de 111 comune (82 în Timiș, 76 în Caraș – Severin, 15 în Arad și Mehedinți).

Din cele 25 tipuri de soluri existente în Banat, cu folosință agricolă, constatăm că în zona de câmpie și de deal, în care se obțin producțiile agricole, ponderea solurilor "bune" este de numai 18,55%, adică Cernoziom – 16,95% și Faeoziom – 1,60%. Dacă la acestea adăugăm și unele subtipuri molice de la Aluviosol, Eutricambosol și Psamosol, ponderea solurilor "bune" urcă la circa 25%.

Solurile dominante din zona de deal sunt Luvosolul (14,42%), Preluvosolul (13,42%) și Eutricambosolul (11,09%). Acestea însă în marea lor majoritate necesită corecția acidității, fertilizare și reglarea regimului hidric.

În cele două zone majore de relief – câmpie și deal, o suprafață importantă revine solurilor care a u exces de apă, din freatic sau din precipitații. Cea mai mare răspândire o au Gleiosolurile, care cu 7,13% sunt frecvente în câmpia Banatului, fiind înlocuitoarele vechilor lăcoviști cunoscute de agricultori și specialiștii de îmbunătățiri funciare bănățeni.

Zona munților este acoperită de Districambosoluri (7,15%) și pe suprafețe mai mici Podzol, Prepodzol și Litosol la care domină folosința pășune, fânețe, respectiv pădure.

Intervențiile antropice iresponsabile au făcut ca Erodosolurile să cunoască o creștere a suprafețelor (32136 ha – 2,73%) și numeroase alte tipuri să fie moderat – puternic erodate.

### Caracteristici ale principalelor tipuri de sol din Banat

#### Zona munților

Cea mai mare suprafață revine **Districambosolului (Cambisols Distric)**, tip de sol ce domină etajul fagului dar și al pădurilor de fag+molid, astfel că acoperă circa 85000 ha, între 500-1000 m altitudine, pe roci acide – granitoide, șisturi cristaline (sericitoase, micașturi gnaisice), sedimentare acide. Este și zona în care apare Vaccinium murtillus – afinul.

Climatul rece și umed, litiera bogată în rășini favorizează o degradare lentă a materiei organice cu formarea de humus de tip moder bogat în acizi fulvici agresivi. Are loc destrucția silicaților și complexarea  $Al^{3+}$  cu migrarea în profunzime. Ionul de  $Fe^{3+}$  nu poate fi redus pentru că solul este aerat, cu puțină argilă, astfel că rămâne în partea superioară a profilului. Se formează astfel, un orizont Ao de circa 8-30 cm, grăunțos, urmat de Bv gros de 20-70 cm brun gălbui, poliedric, cu pete de hidroxizi de Fe.

Tabel 5.3

Date analitice – Valea Minișului (Caraș-Severin)

Orizontul	Ao	AB	Bv	BR	R
Adâncimea, cm	0-18	18-36	36-70	70-85	>85
Argilă, %	21,5	20,7	19,9	17,4	14,0
Humus, %	1,98	0,49	0,30	-	-
pH <sub>H2O</sub>	4,40	4,55	4,70	4,90	5,10
K 10 <sup>-6</sup> cm/s	870	864	853	2,3	-
T me/100g	14,75	9,01	8,54	6,54	-
V %	9,0	22,6	24,5	32,7	-



Se observă din tabel că solul este permeabil pentru că are o textură mijlocie, mijlocie-ușoară, că este puternic acid și cu debazificare avansată. Sunt soluri sărace în substanțe nutritive și ușor erodabile, protejate de pădure.

În zona înaltă a munților Țarcu, Godeanu, Semenic, Almăj, Poiana Ruscă, frecvent sub pădurile de conifere sau sub pajiștile alpine cu Festuca rubra sau curvula, pe materiale parentale acide (granitoide, șisturi gresii și conglomerate silicioase) și în climat cu peste 1000 mm precipitații pe an și o serie anuală a temperaturilor sub 6°C se formează pe versanți Prepodzolul, iar pe platforme – Podzolul.

**Prepodzolul (Entic Podzols)**, cu orizont A ocric sau umbric de 10-15 cm grosime este urmat de B spodic feriiluvial, ruginiu – gălbui, datorită compușilor complecși de Al și Fe migrați din orizontul A și menținuți aproape de suprafață de intensa activitate a faunei. Orizontul are o textură nisipo-lutoasă, slab structurat și cu aglomerări de sescvioxizi. Conținutul de humus este mare în special în Au (10-25 %) dar format din acizi fulvici agresivi și imperfect humificat – de tip moder sau humus brut. Sunt soluri puternic acide și debazificate. Ca mod de folosință recomandat sunt pădurile de molid și pin, iar în cazul pajiștilor este necesară protecția antierozională și amendarea calcică, pentru a nu deveni de slabă calitate prin înmulțirea ierbii țăpoșica – *Nardus stricta*.

**Podzolul (Haplic sau Umbric Podzols)** are profil de tipul Ao, Au – Ea – Bs, Bs-C, R.

În același areal cu Prepodzolul, ocupă terenurile cu drenaj extern slab (coame largi, platforme). Roci acide, păduri de molid sau jnepeni cu *Rhododendron* și mușchi *Sphagnum*.

Acizii fulvici desfac silicații în oxizi liberi de Fe și Al pe care îi complexează astfel că migrează în profunzime. Se formează un strat subțire albicios sub Ao sau Au, de câțiva centimetri grosime, puternic sărăcit în materie organică situat deasupra unui orizont îmbogățit în hidroxizi de Fe și Al, legați de humus – orizont B humico – spodic, ruginiu – brun. Gradul de saturație în baze scade până la 10-15 %, pH-ul sub 4. În arealul situat la peste 1800-2000m altitudine sub pajiști alpine de graminee și eyperacee, pe roci acide masive se întâlnește **Humosiosolul (Humic Umbrisols)**. Climatul aspru nu permite descompunerea materiei organice astfel că se formează la suprafață un orizont cu humus brut, negru, A umbric cu materie organică segregabilă de partea minerală silicată, urmat de un orizont scurt de tranziție AR, AC și rocă, frecvent la 50-60 cm. Sunt soluri puternic debazificate, V coboară la 5-10 %, cu pH sub 4. Pe aceste soluri care urcă pe vârfurile de peste 2000m înălțime sunt necesare măsuri de combatere a eroziunii și de prevenire a spălării stratului humifer prin pășunat nerațional și turism. În același areal al zonei muntoase apar insule de **Litosoluri (Leptosols)** în care din primii 20 cm apare roca masivă, R, solul fiind foarte scurt, cu un orizont subțire Ao sau O (organic), care alternează cu rocă la suprafață sau pe rocile calcaroase – **Rendzine (Rendzic - Leptosols)**.

#### Zona dealurilor

În zona dealurilor, acoperite până în urmă cu 500-1000 de ani de păduri de tipul stejăretelor și al făgetelor s-au format și evoluează și în prezent soluri aparținând clasei Luvisoluri, dintre care, în ordine descrescătoare ca suprafață sunt Luvosolul, Preluvosolul și Planosolul.

**Luvosolurile (Luvisols)** și în special subtipurile tipic, albic și stagnic, ocupă în Banat arealul pădurilor de fag, înlocuite în prezent aproape în totalitate de terenurile cu folosință agricolă, respectiv arabile, plantații de pomi și viță de vie, pășuni. Suprafața ce revine Luvosolurilor este de peste 160000 ha (circa 14 %).

Pe terenurile slab înclinate, de vârstă mare, cu luturi, argile, gresii, conglomerate, mai sărace în elemente bazice, cu precipitații medii anuale de 600-800 mm și veri secetoase (3ani din 10), formarea solului este rezultat al proceselor de bioacumulare – eluviere – iluviere:

- spălarea sărurilor solubile și a carbonatului de calciu din profil;
- humificarea existentă a materiei organice cu predominarea acizilor fulvici;
- acidifierea moderată a soluției solului;
- argilizarea silicaților cu migrarea argilei din orizontul eluvial, El în orizontul argic, Bt;
- eliberarea ionului de  $Al^{3+}$  în soluția solului.

Se formează astfel **Luvosolul tipic** cu un orizont Ao de 10-20 cm, El de 10-20 cm și Bt de 80-120 cm grosime, mai greu permeabil, prismatic – columnoid, în care stagnează apa în perioadele umede.

Tabel 5.4

#### Date analitice – Rădmănești (Timiș)

Orizontul	Ao	El	Bt <sub>1</sub>	Bt <sub>2</sub>	C
Adâncimea, cm	0-16	16-33	70-90	140-160	175-190
Argilă, %	35,9	29,9	47,6	42,0	40,0
Humus, %	3,14	1,94	0,62	-	-
Acizi huminici, %	0,20	0,19	0,16	-	-
Acizi fulvici, %	1,19	0,78	0,34	-	-
pH <sub>H2O</sub>	4,95	4,80	5,50	6,45	6,75
T, me/100g	30,56	37,02	30,22	37,98	34,61
V, %	59,1	58,9	77,7	89,5	87,2
Al, me	9,65	18,07	0,90	0,34	0,23

Valorile medii a 25 profile de sol în Dealurile Lipovei relevă că procentul de argilă în eluvial este de 28,63, iar în iluvial – 46,17; pH-ul este de 5,44 în El și 6,43 în Bt; cantitatea de  $Al^{3+}$  crește cu acidifierea de la 0,25 me la Șanovița la 18,07 me la Rădmănești.

Este de subliniat că Luvosolul tipic este cu erodabilitate mare și în mod frecvent fiind arat se află cu profil trunchiat, pierzând orizontul A sau chiar și El.

**Luvosolul albic – stagnic** se află în același areal cu Luvosolul tipic însă condițiile desolificare se deosebesc prin una din următoarele situații:

- suprafețe plane, depresionare;
- relief de vârstă mai mare;
- material parental mai acid;
- vegetație acidofilă.

În aceste condiții destrucția silicaților este mai puternică, se produce migrarea separată a particulelor de argilă și a hidroxizilor de Al, Fe, Mn. Ionul de Al liber în soluția solului pătrunde în foițele mineralelor argiloase și le cloritizează. Alternarea condițiilor aerobe – anaerobe generează procesul de **feroliză** prin care ionul de fier trece pe suprafața coloizilor în perioada anaerobă și este înlocuit de  $H^+$  în perioada

aerobă, ceea ce conduce la o acidifiere mai avansată a solului și la o diferențiere puternică a texturii din orizontul eluvial – Ea și orizontul iluvial Bt, cu stagnare de apă. Evoluția poate merge până la un nou tip de sol – **Planosol**, cu dublarea cantității de argilă pe mai puțin de 7,5 cm.

Luvosolurile sunt predominant arabile, cu suprafețe mari pe terasele plane de la Făget – Lugoj, Lugoj – Caransebeș, în Dealurile Lipovei, Dognecei, Oraviței. Necesită fertilizare, eliminarea excesului de apă stagnantă și amendare calcică.

### Zona de câmpie

Variatatea formelor de mezorelief și microrelief, de materiale parentale și vegetație a creat o mare diversitate a învelișului de sol. Reprezentative însă pentru Câmpia Banatului sunt însă Cernoziomul, Faeoziomul, Gleiosolul, Solonețul și Vertosolul, iar pe relieful tânăr – Aluviosolul.

Cu o suprafață de peste 200000 ha, **Cernoziomul (Chernozems)** este cel mai important tip de sol și în același timp baza producției agricole, iar prin însușirile sale o binecuvântare pentru oameni. Asemănător cu Cernoziomul este și **Faeoziomul (Phaeozems)**, tip de sol recent introdus în clasificarea românească, a cărui delimitare pe hărți este la început.

**Cernoziomul** se recunoaște prin orizontul negricios – castaniu de la suprafață – A molic cu cromă  $\leq 2$ , al doilea orizont AmC sau Bv sau Bt tot închis la culoare, valoare și cromă  $< 3,5$  (umed) cel puțin în prima parte și prin prezența carbonaților de la suprafață la subtipul calcaric, de la baza orizontului Am la tipic, de la baza orizontului Bv – cambic sau Bt – la argic, iar materialul parental este predominant loessul sau depozitele loessoide și deci în bază este orizontul Cca în primii 125 cm. Faeoziomul este asemănător, dar nu are orizont Cca sau carbonați secundari în primii 125 cm.

Prezența în câmpia joasă a stratului acvifer freatic, uneori mineralizat cauzează formarea Cernoziomului gleic și a Cernoziomului salinic și sodic. Dacă Cernoziomul gleic din zona Jimbolia – Lovrin – Biled este beneficiarul unei surse suplimentare de apă extrem de utilă pentru porumb și floarea soarelui care „ajung cu picioarele în apă” spre sfârșitul verii când este secetă, Cernoziomurile salinice și sodice sunt penalizate de excesul de săruri solubile și sodiu, astfel că sunt mai slabe ca fertilitate.

În câmpia înaltă, de silvostepă, cu precipitații de peste 600 mm pe an, cum ar fi Câmpia Vinga, domină **Cernoziomurile argice și cambice**; pe grindurile din Câmpia joasă și în zona Sânnicolau și Socol, domină **Cernoziomurile calcarice și tipice**, iar pe locurile mai joase – **Cernoziomurile gleice**.

**Date analitice – Cernoziom calcaric- gleic Lovrin (Timiș)**

<b>Orizontul</b>	<b>Amk</b>	<b>Amk</b>	<b>ACkg</b>	<b>CkGo</b>
Adâncimea, cm	0-36	36-47	47-58	174-179
CaCO <sub>3</sub> , %	0,4	3,8	9,8	16,0
Humus, %	3,28	3,22	2,73	-
Argilă, %	35,9	34,4	35,4	31,8
Densitate aparentă, g/cm <sup>3</sup>	1,40	1,37	1,33	1,32
Coeficient de ofilire, %	12,0	11,3	11,7	10,5
Capacitatea de câmp, %	26,0	26,3	26,0	25,4
T, me/100g	32,0	27,6	21,9	28,2
V, %	86,4	100,0	100,0	100,0
Ntotal, %	0,160	0,159	0,135	-
Pmobil, ppm	31,7	8,7	-	-
Kmobil, ppm	202	163	-	-
pH <sub>H2O</sub>	7,20	8,25	8,45	9,45

Se constată că cernoziomurile au o textură mijlocie sau mijlocie fină ușor lucrabile, permeabilitate bună, conținut de humus mediu – mare, humus calcic ce imprimă o bună structurare (glomerulară sau grăunțoasă) în Am și poliedrică – mic prismatică în Bv sau Bt.

Reacția solului, în Am, este frecvent între 7-8, scade la 6 (pH) la limita cu zona mai umedă și trece de 8 în cazul sodizării. Aprovizionarea cu azot și potasiu este bună, slabă cu fosfor mobil, care este reținut de excesul de calciu în combinații greu solubile. Se pot aprecia drept cele mai bune soluri, iar în cazul unor Cernoziomuri gleice sau freatic umede – drept cele mai bune soluri din lume.

În câmpia joasă, unde franja capilară ajunge la suprafața solului, nivelul freatic fiind la 0,5-1 m adâncime se instalează pentru perioade lungi de timp condiții anaerobe, uneori un an întreg. Microorganismele din sol reduc compuşii fierului (Fe<sup>2+</sup>), valoarea rH devine ≤19, oxigenul și nitrații sunt virtual absenți, iar manganul se află numai în forme reduse, ca Mn<sup>2+</sup> ceea ce se exprimă prin apariția unor culori de gleizare de reducere – albastre, verzui date de Fe<sup>2+</sup> și negre date de Mn<sup>2+</sup>. Compușii Fe<sup>2+</sup> și Mn<sup>2+</sup> sunt solubili, sunt translocați pe profil și se depun pe suprafețele agregatelor sau în matricea solului. Când petele de reducere depășesc 50% din masa solului se formează orizontul **Gr – gleic de reducere**. În perioada uscată, aerobă, Fe<sup>2+</sup> se oxidează la Fe<sup>3+</sup> insolubil, ruginiu – roșcat, caz în care orizontul are culori de reducere 16-50% din masa solului și este denumit **Go – de oxido – reducere**.

Dacă orizontul Gr se suprapune pe orizontul A în primii 50 cm de la suprafață, atunci tipul de sol este **Gleiosol (Gleysols)**. Fostele Lăcoviști din Câmpia joasă a Banatului sunt **Gleiosol cernic** în prezent. Sunt soluri cu texturi variate, districe sau eutrice, cu exces prelungit de apă și fitotoxicitate dată de Fe<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup>. Necesită lucrări de drenaj, dar este necesar a preciza că arealul fostelor Lăcoviști și Soluri Gleice este mult diminuat în prezent prin impunerea condițiilor de Gr în primii 50 cm, astfel că teritoriile anterioare se includ la Cernoziomuri gleice sau alte subtipurile gleice. În cazul în care apa freatică este mineralizată și se află la adâncime critică,

adică la 0,8-1 m pentru solul nisipos, 1,3 m pentru solul argilos și 2 m pentru solul lutos, adâncime la care transportul capilar al sărurilor este de 1 mm/zi apar fenomene de salinizare. Acesta este primul stadiu al formării solurilor din clasa **Salsodisoluri**. În cazul în care, conținutul de săruri solubile (carbonați, bicarbonați, cloruri și sulfuri de Na, K, Ca, Mg) este cuprins între 0,10-1,0% orizontul este **hiposalic** și caracterizează **solurile salice** (ex. Cernoziom salinic, etc.). Pentru Banat aceasta este situația frecventă, apariția orizontului salic ( $\geq 1(1,5)\%$  săruri) și deci a **Solonceacului** nu este posibilă. O salinizare slabă – moderată ( $< 0,5\%$  s.s) nu afectează prea mult fertilitatea, iar la solurile argiloase – mărește permeabilitatea. În cel de-al doilea stadiu începe alterarea compoziției soluției solului. Concentrația ridicată de săruri, prezența  $\text{CO}_2$  în aerul solului, precipită sărurile de Ca și Mg sub formă de  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$ ,  $\text{CaSO}_4$ . Crește ponderea sărurilor de sodiu din soluție, ionul de  $\text{Na}^+$  este adsorbit pe coloizii solului, care sunt peptizați și migrează în profunzime formând, atunci când procentul de sodiu adsorbit depășește 15 % din T, un orizont **Bt<sub>na</sub>**, impermeabil, specific **Solonețului**. Având proprietăți rele (impermeabil, compact, tasat) și chimice rele ( $\text{pH} > 9-10$ ) are o fertilitate foarte scăzută, costul ameliorării este enorm și este preferabil să fie lăsat ca ecosistem natural, având și o vegetație specifică. Suprafețe însemnate apar în teritoriul unor comune ca Șag – Timișeni, Peciu, Giulvăz, Uivar, Dinaș, Saravale, Ciacova, etc. În clasa **Pelisoluri** sunt incluse două tipuri de sol – **Pelosol (Vertic Chernozem)** și **Vertosol (Vertisols)** răspândite pe o suprafață de circa 90000 ha, predominant în Câmpia joasă, începând de la Jamu – Mare, Tolvădia, Banloc, Foeni, Giulvăz, Ciacova, Săcălaz și culminând în teritoriul localităților Dudeștii Vechi, Valcani, Cheglevici, Beba Veche, Cenad.

Vertosoluri apar și în zona Dealurilor Dognecei (Ferendia, Clopodia), Dealurile Lipovei, Depresiunea Oravița, Câmpia Gătaia (Nițchidorf, Tormac).

**Orizontul vertic (y)** are peste 30 % argilă, ajungând în zona Valcani – Cheglevici la 70-80% argilă predominant gonflantă, smectică, generatoare de: crăpături în rețea poligonală ce se fragmentează la suprafață (automulcire); fețe de alunecare oblice ( $10-60^\circ$  față de orizontală și elemente structurale mari cu muchii ascuțite – structură sfenoidală) crăpături largi de peste 1 cm în perioada uscată, pe o grosime de cel puțin 50 cm. Un astfel de sol este, **Vertosolul**. În cazul în care nu se întrunesc toate condițiile menționate (de ex. mai puțin de 100 cm grosime), atunci se încadrează la subtip vertic (ex. Cernoziom vertic, Luvosol vertic, etc.). Dacă solul are peste 45% argilă, dar aceasta este predominant nesmectitică (ex. ilitică), fețe de alunecare mai rare și orizontale sau verticale și fără structură sfenoidală, atunci el este **Pelosol** sau **subtip pelic**. Apreciem că suprafața ce revine Pelosolurilor se va obține prin diminuarea suprafeței acordate Vertosolului, pe măsura cartării după noul SRTS. **Pelosol tipic** a fost descris de autor la Chevereș în pădurea spre Dragșina. Prezența Vertosolului se recunoaște și după microrelieful denivelat de **gilgai**, cu microcoame și microdenivelări. Fiind extrem argiloase sunt greu de lucrat, frecvent au și gleizare și salinizare – sodizare și pretind perioade rapide de afânare pentru semănături. Sunt „solurile de grâu” cu producții mari și de calitate în cazul executării lucrărilor la momentul optim de umiditate, aceasta fiind o condiție a succesului.

### Zona luncii

Depozite sedimentare tinere, care cunosc periodic aport de suspensii prin revărsarea râurilor, generează fie **Aluviosoluri**, fie **soluri aluvie** în cazul evoluției spre solul zonal, cu materiale parentale fluvie (lunci, terase recente, etc.).

Procesul dominant este cel de aluvionare urmat de bioacumulare, cu formarea unui orizont A (Ao, Am, Au). Materialul parental fluvic are cel puțin 50 cm grosime, în profilul alcătuit din A-C și pot să apară straturi cu diferențe texturale pe verticală sau frecvent soluri îngropate și fosile. Diferențierea texturală este și în plan orizontal, Aluviosolul (Fluvisols) din zona grindului marginal fiind cu textură grosieră, în zona luncii centrale – textură mijlocie, iar în zona de sub terasă – textură mai fină. Stratul freatic, alimentat de râu, este între 0,5-3 m, astfel că Aluviosolul este frecvent gleic, uneori salinic și sodic. Întrucât procesul de sedimentare variază, pot fi aluviuni fine – subtipul pelic, vertic sau grosiere – psamic. Dacă inundațiile sunt frecvente orizontul A este mai subțire decât 20 cm și Aluviosolul este entic.

Sunt soluri fertile și apar în luncile tuturor râurilor din Banat.

### **5.1.8 Influența antropică**

Creșterea masivă a populației Banatului, prin colonizările din anii 1711-1792 și dorința valorificării bogățiilor solului și subsolului, vor împinge administrația germană instalată la 1716 la realizarea unor ample lucrări hidrotehnice și de creștere a suprafețelor agricole.

Munții Banatului erau acoperiți cu păduri dese, care puteau furniza mari cantități de lemn, însă lipseau căile de transport. Era esențial ca surplusul de produse agricole să fie adus cu cheltuieli minime la Dunăre pentru a ajunge în imperiu. Nu rămânea decât ca râul Bega să fie făcut navigabil, motiv pentru care începând din 1728 între Făget și Timișoara râul este regularizat și canalizat, iar în aval de Timișoara făcut navigabil. Bega navigabilă a fost separată de Bega Veche, cu menținerea unei legături între ele pentru scurgerea apelor la viituri. Ambele lucrări au fost terminate la 1756.

Adus în Banat în 1752, inginerul olandez **Fremant** construiește sistemul Timiș - Bega de la Coștei și Topolovăț, pentru completarea debitelor de apă din Bega cu apă din Timiș în perioade de secetă și descărcarea surplusului din Bega în Timiș în cazul viiturilor. În acest fel se asigura o navigație permanentă pe Bega și era protejată Timișoara de inundații. În final se va ajunge ca Bega să fie navigabilă pe 120 km pentru vase de până la 600 tone, cu o capacitate de transport de 2 milioane tone pe an.

În paralel, în perioada 1700-1900 se vor executa lucrări de desecare a mlaștinilor, de construire a unor canale între Timiș - Bârzava - Birda și de îndiguire a râurilor Timiș, Bârzava, Birda. La 1909 se inaugura și uzina hidroelectrică de la Timișoara, cu o putere instalată de 1200 KW. Scurgerea apei de pe pământuri va fi intensificată după marea inundație din 1859 când apele de suprafața au acoperit 5000 kmp din pământurile bănățene.

O extindere fără precedent însă o vor cunoaște lucrările de desecare după anul 1970 când în cadrul unui program complex de amenajare vor fi realizate marile sisteme de desecare și o serie de acumulări cu apă pentru asigurarea cerințelor de apă potabilă, industrială și pentru irigații.

Un bilanț al tuturor lucrărilor arată că în prezent lungimea canalelor pentru desecări și mai puțin pentru irigații este de 10.926 km, în care apa este dirijată de

99 stații de pompare, că s-au construit 29 lacuri de acumulare ce acoperă 8130 hectare și rețin 300 milioane mc de apă.

Din săparea acestor canale au rezultat peste 100 milioane mc de pământ împrăștiat pe circa 43.000 hectare.

Este evident deci că Banatul a fost radical transformat și că înfățișarea actuală este net diferită de cea din anii 1700. Se poate spune și despre Banat, în special despre câmpia bănățeană, așa cum se spune despre Olanda că a fost creat de mâna și mintea omului căci timp de 250 ani el a făcut din pământ cu adevărat o icoană.

Cronicarii străini spun despre românii bănățeni că se pricep la orice fel de muncă și că învață cu rapiditate toate meseriile, de la arta de a fabrica sticle până la lucrul în exploatarea miniere și orezării.

Pe cele mai roditoare pământuri ei cultivă grâu, cucuruz, diferite feluri de cereale, cânepă, tutun, fel de fel de plante, iar livezile de pruni parcă sunt trase cu sfoara. Aceiași cronicari însă menționează că tehnologia agricolă folosită e rudimentară, pregătirea terenului și gunoarea practic inexistentă.

Ca urmare, administrația aduce în Banat agricultori și meseriași iscusiți, cărora li se repartizează pământ în ținutul Timișoarei, la Deta și Vârșeț.

Se pornește cu studierea pământului, operațiune ce va fi amplificată pe la 1768 când se întocmește o hartă de ansamblu a Banatului și hărți de detaliu ale fiecărui sat cu pământurile repartizate pe familii. Pentru fiecare casă sunt atribuite câte 32 iugăre (16 hectare) și se stabilesc și dările de plătit la stat.

Odată repartizat pământul, agricultorii sunt învățați cu noi metode agrotehnice, se aduc soiuri de cereale, se cultivă plante cerute de industriile europene cum ar fi scumpia și roiba pentru vopsitorii, napii pentru uleiuri, se extind orezăriile înființate de milanezi la Ghiroda, Omor - Ciacova, Banloc.

Pe la 1750, o importanță deosebită o primește creșterea viermilor de mătase, pentru care s-au adus și războaie de țesut din Italia. Se fac mari plantații de dud alb acolo unde pământul era mai bun și uscat, pentru hrana viermilor și se emit legi aspre ce prevăd chiar pedeapsa cu moartea pentru cei ce ar distruge duzii. Plantațiile de pomi fructiferi sunt mult diversificate, se introduc lucrări de altoire și întreținere, țărani învață tăierile de creștere și rodire.

În plan managerial, se organizează un Oficiu pentru construcții, care se va ocupa cu proiectarea și execuția clădirilor, cu lucrările de regularizare și îndiguire a râurilor, cu desecările, cu diferitele mașinării, prefigurând școala politehnică și favorizând preocupările științifice.

Succesele agriculturii bănățene de după 1716 au fost însoțite de o dezvoltare a vieții economice și sociale.

Împroprietărirea din anul 1921, care și-a propus să întărească țărănimea și să sporească producția agricolă și-a făcut vizibile efectele după circa 10 ani necesari statornicirii noilor proprietăți agricole.

Numeroși sunt cei care constată în preajma celui de-al doilea război mondial că în Banat se practică cea mai avansată agricultură, a cărei urmare este starea generală de prosperitate. Pe la 1934 în Banat existau circa 149.000 cai, 221.000 bovine, 500.000 oi, 233.000 porci, soiuri de grâne de mare valoare solicitate pe piața Londrei și Parisului. De altfel exportul de produse agricole al Banatului reprezenta 32% din totalul țării la grâu, vite, porci și oi, dominând piețele Austriei, Italiei (la vite), Franței, Cehoslovaciei.

Banatul deținea recordul pe țară în privința numărului de întreprinderi rurale (fierării, tâmplării, măcelării, croitorii, mori, brutării, etc.) la 1000 gospodării sătești. Astfel, în Transilvania revin 47,3, în Crișana 40,3, Muntenia 33,9, Oltenia 32,7, Moldova 29,3 în timp ce în Banat cifra este de 53,1 la mia de gospodării.

## 5.2. Geneza vertisolurilor din Banat

Referindu-se la vertisolurile din Banat, Teaci D. (1964) afirmă că majoritatea vertisolurilor reprezintă soluri cu o vârstă absolută mare și că s-au format într-un climat subtropical, cu perioade alternante umede și secetoase. Clima era mai uniformă și condițiile hidrologice au permis formarea unui sol uniform pe suprafețe mari.

Ianoș Gh., Rogobete Gh. și colaboratorii (1994) constată pe baza studiilor geologice existente că zona de câmpie a Banatului a funcționat până spre sfârșitul Pleistocenului ca o imensă deltă situată la marginea sud-estică a Lacului Panonic, în care râurile au depus sedimente groase aduse din Carpați. Suprafețele ocupate în prezent de vertisoluri apar pe hărțile elaborate în anii 1700 – 1800 ca fiind acoperite cu ape. Retragera Lacului Panonic a lăsat în urmă o vastă arie înmlăștinată, alimentată periodic de numeroasele brațe și meandre care se desprindeau din râurile Mureș, Bega, Timiș, Bârzava, Caraș. Lucrările de regularizare și desecare au scos noi suprafețe de terenuri agricole de sub influența apelor.

În funcție de linia țărmului Lacului Panonic, în partea sa estică depozitele grosiere aduse de râuri au fost treptat împinse spre vest și acoperite în zonele joase cu depozite fine, lacustre. Apele freatice mineralizate au adus spre suprafață sărurile solubile. Desecarea Câmpiei Banatului în ultimii 30 de ani a contribuit la coborârea nivelului freatic și la evoluția treptată a solurilor, cu diminuarea hidromorfismului. Conform schemei prezentate, apare firească aprecierea că vertisolurile s-au format pe materiale stratificate și că periodic aceste materiale au fost supuse excoșului de apă prelungit și de finețea materialului aluvionar, predominant lacustru, existent. Mediul apos, bogat în ioni baziți a favorizat formarea mineralelor argiloase smectice, astfel că vertisolurile pot fi considerate ca soluri tinere, cu minerale argiloase moștenite de la materialul parental. Aceste minerale cu volum variabil, determinat de variațiile de umiditate, au imprimat solurilor proprietăți specifice, de gonflare – contracție și deci de vertisolaj. Saturarea îndelungată cu apă a determinat o carbonizare a materialului organic, cu formare de humină puternic adsorbită de foitele mineralelor smectice, fenomen ce explică și culoarea neagră, asfaltoidă a vertisolurilor de Chegleviți.

Studiile micromorfologice pe probe de sol recoltate pe orizonturi din vertisolurile de la Dudeștii Vechi, de T. Postolache (1985) și de Ioana Taină și colaboratorii (2003) pentru vertisoluri din interfluviul Olt-Vedea, pun în evidență câteva aspecte interesante care confirmă cele afirmate anterior:

- pentru VS – Dudeștii Vechi: microstructură de fisurare în Ay și By; materialul de sol este foarte neuniform cu amestec de microzone ce indică un schimb permanent de material între orizonturi datorită gonflării – contracției; plasma argilo-humică are humus cu particule carbonizate datorită excesului de apă; argilă orientată în jurul nodurilor de fier; deplasarea plasmei argilo-humice din orizonturile humice în orizonturile argilice. Similare sunt și constatările pentru celelalte vertisoluri. După Wilding (1996) asamblajele plasmice consemnează "istoria solului".
- în urma unui studiu micromorfologic, Ioana Taină (2003) constată pentru vertisoluri din interfluviul Olt-Vedea, orientarea foitelor de argilă din cadrul plasmei, desprinderea lor în stare plastică perpendicular pe direcția presiunii și paralel cu direcția forfecării. Structura vertisolurilor este de fisurare, cu îndinare la 45° față de verticală în orizontul Aym Aby și By și până în orizontul Cca.

Gonflarea – contracția este procesul dominant, care deplasează plasma pe profil, argilo-huminico-ferică în ABy, argilo-ferică în By și argilo-feri-carbonatică în Cca.

Nodulii și petele ferice domină în By și au limite nete față de matrice astfel că sunt moșteniri din materialul parental și nu formați în solul actual.

Conuzionăm că vertisolurile din Câmpia joasă a Banatului sunt soluri tinere, care după retragerea apelor panonice au trecut și trec prin perioade de exces de apă.



În sprijinul acestei conduceri este și afirmația dr. I. Munteanu (2003), care consideră că în România solurile cu cea mai mare entropie și cea mai joasă energie liberă sunt vertisolurile și protisolurile, iar cele mai evoluat și cu entropie joasă sunt spodosolurile, conform unei serii:

material parental + protisoluri > vertisoluri > cambisoluri > cernisoluri > luvisoluri > spodosoluri.

### 5.3 Clasificare și diagnoză

În țara noastră, pentru solurile extrem de argiloase au fost folosite diverse denumiri sumarizate de Păltineanu C., Seceleanu I., Crăciun C (2003), care menționează cronologic pe Gh. Muntean Murgoci în 1927 – cernoziom Țăgăș, Oprea C.V. (1957) – lăcoviște asfaltoidă, Florea N. (1972) care apreciază că solul brun închis argilos de pădure este similar smolniței din Bulgaria.

Teaci D. (1964) folosește denumirea de smolniță pentru un tip de sol identificat la Jamu Mare (Timiș), iar ulterior pentru Câmpia Găvanu Burdea și Câmpia Pitești (stațiunea Albota).

Asocierea smolniță – vertisol este făcută de Ana Conea și colaboratorii (1964) la cel de-al VIII Congres Internațional de Știința Solului de la București.

Sistemul Român de Clasificare a Solurilor (1980) denumește clasa Vertisoluri cu un singur tip de sol – Vertisol care are drept caracter de diagnoză orizontul vertic situat între 25 și 100 cm adâncime, având obligatoriu fețe de alunecare cel puțin într-un suborizont. Ca subtipuri sunt: tipic, cromatic, gleizat, gleic, pseudogleizat, salinizat și alcalizat.

Sistemul Român de Taxonomie a Solurilor (SRTS - 2003) introduce clasa Pelisoluri (influențat de Referențialul pedologic francez – 1992), ce cuprinde două tipuri de sol – Pelosol și Vertosol, având orizont pelic sau vertic din primii 20 cm sau imediat sub Ap și se continuă până la peste 100 cm.

SRTS-ul definește orizontul vertic (y): orizont de asociere (Ay, By, Cy) cu un conținut de peste 30% argilă < 0,002 mm (frecvent peste 50%) predominant gonflantă, la care se asociază următoarele caractere:

- după perioade umede orizontul este masiv; în cursul uscării apar crăpături în rețea poligonală mare, iar la suprafața solului se fragmentează în micropoliedri (automulcire);
- fețe de alunecare oblice (10 –60° față de orizontală) care se intersectează și/sau elemente structurale mari, cu unghiuri și muchii ascuțite într-unul dintre suborizonturi; structură sfenoidală;
- crăpături largi de peste 1 cm pe o grosime de cel puțin 50 cm în perioada uscată a anului;
- grosime minimă 50 cm.

Solul care are orizont vertic situat la baza orizontului A (sau E) și 100 cm este un sol vertic (dar nu Vertosol) și poate fi: Aluviosol, Cernoziom, Faeziom, Eutricambosol, Preluvosol, Luvosol, Planosol, Stagnosol, Soloceanc – subtipul vertic.

### 5.4 Evoluția clasificării vertisolurilor din Banat

Aprecierea suprafețelor de teren ocupate de vertisoluri a cunoscut modificări pe măsura schimbărilor petrecute în sistemele de clasificare și taxonomie a solurilor.

Din harta elaborată de prof. Oprea C.V. și I. Staicu (1960) după studii efectuate în perioada 1950 – 1960, constatăm că învelișul de sol și legenda hărții exprimă principiile clasificării genetic-naturaliste elaborate de Docuceaev (Harta complexelor de soluri):

- *soluri zonale*: Cemoziom cafeniu, progradat, lăcoviștit, sărăturat; Cemoziom ciocolatiu, lăcoviștit, progradat, sărăturat; Cemoziom brun, lăcoviștit; Sol brun; Sol erodat;
- *soluri intrazonale*: Solonceac, soloneț, solodizat; Lăcoviște asfaltoidă, plumburie, plumburie solonețizată, brună, sărăturată, cu structură cemoziomică.
- *soluri azonale*: Aluviune recentă, slab solificată, mediu solificată, puternic solificată, lăcoviștită, ficoviștită și sărăturată.

Clasificarea prof. Oprea C.V. este menținută la nivel de tip de sol și în harta elaborată de O.S.P.A.. Timișoara în 1970, cu introducerea Cemoziomului degradat (US 3)m a Solului cemoziomic (US 7-9)m a Solurilor brun de pădure (US 5) și brun roșcat de pădure (US 4) și a unor subtipuri ca Lăcoviște semidrenată și drenată, Sol aluvial eubazic și gleic și freatic umede la Cemoziom degradat și la Soluri cemoziomice (figurile 5.7 - 5.11).

Harta de soluri din 1995, întocmită de pedologii de la OSPA din Timișoara și publicată în 1997 de Rogobete și Jărău (1997)m respectă SRCS - 1980 și are ca unități de soluri și Vertisolul, alături de soluri din dasa Molisoluri, Argiluvisolurim Cambisoluri, Spodosoluri, Umbrisoluri, Soluri Hidromorfe, Soluri Halomorfe și Soluri Neevaluate și Histosoluri (Harta Solurilor Banatului). Conform SRCS (1980) după care s-au întreprins studiile pedologice scara 1:10000 care au stat la baza realizării acestei hărți, caracterul de diagnoză pentru Vertisol au fost: orizont vertic de la suprafață sau imediat suborizontul arat; obligatoriu fețe de alunecare prezente cel puțin într-un suborizont situat între 25 și 100 cm.

Acest caracter de diagnoză a condus la identificarea și delimitarea pe hărți a celor circa 90.000 ha cu Vertisoluri.

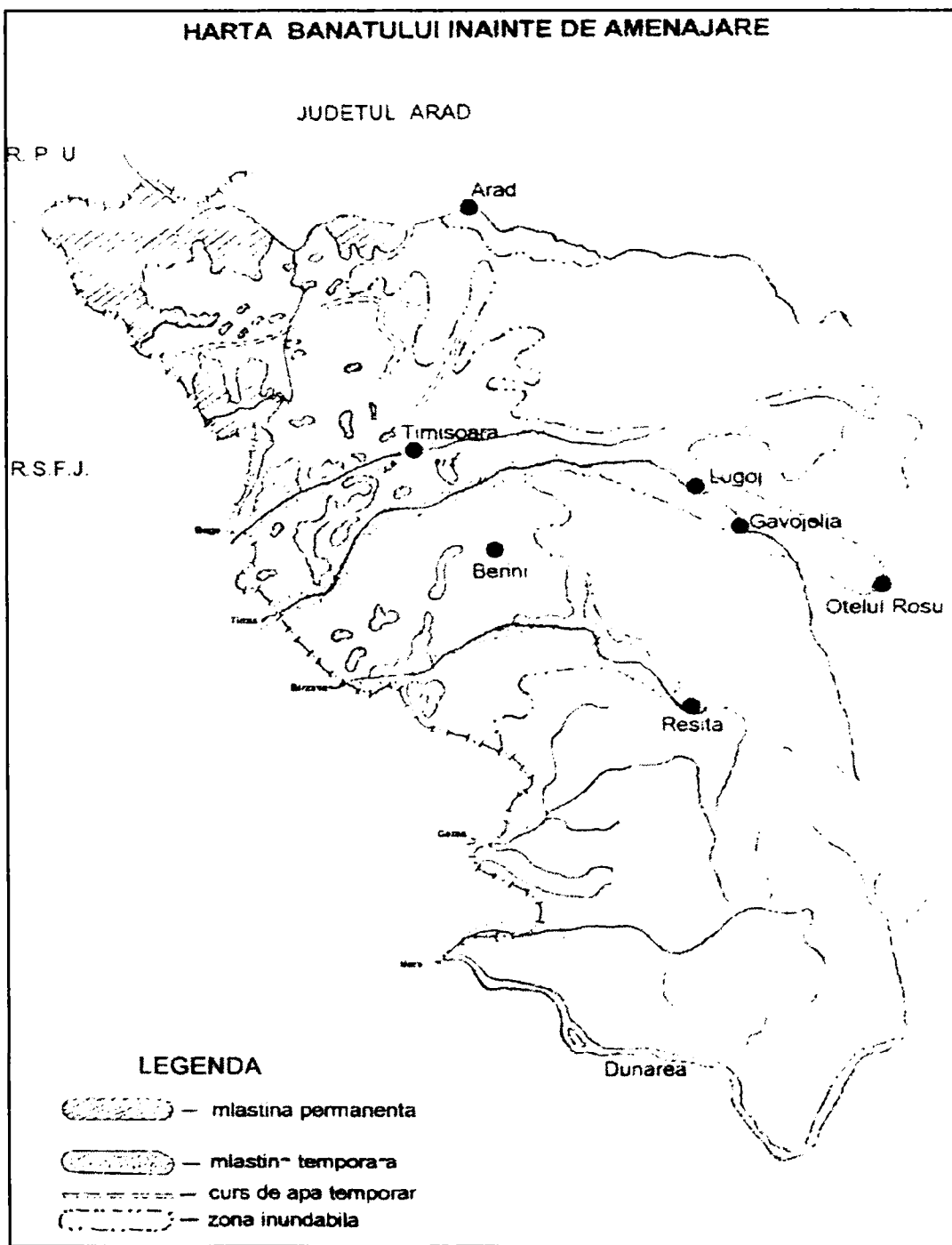


Figura 5.7 Harta Banatului înainte de amenajare

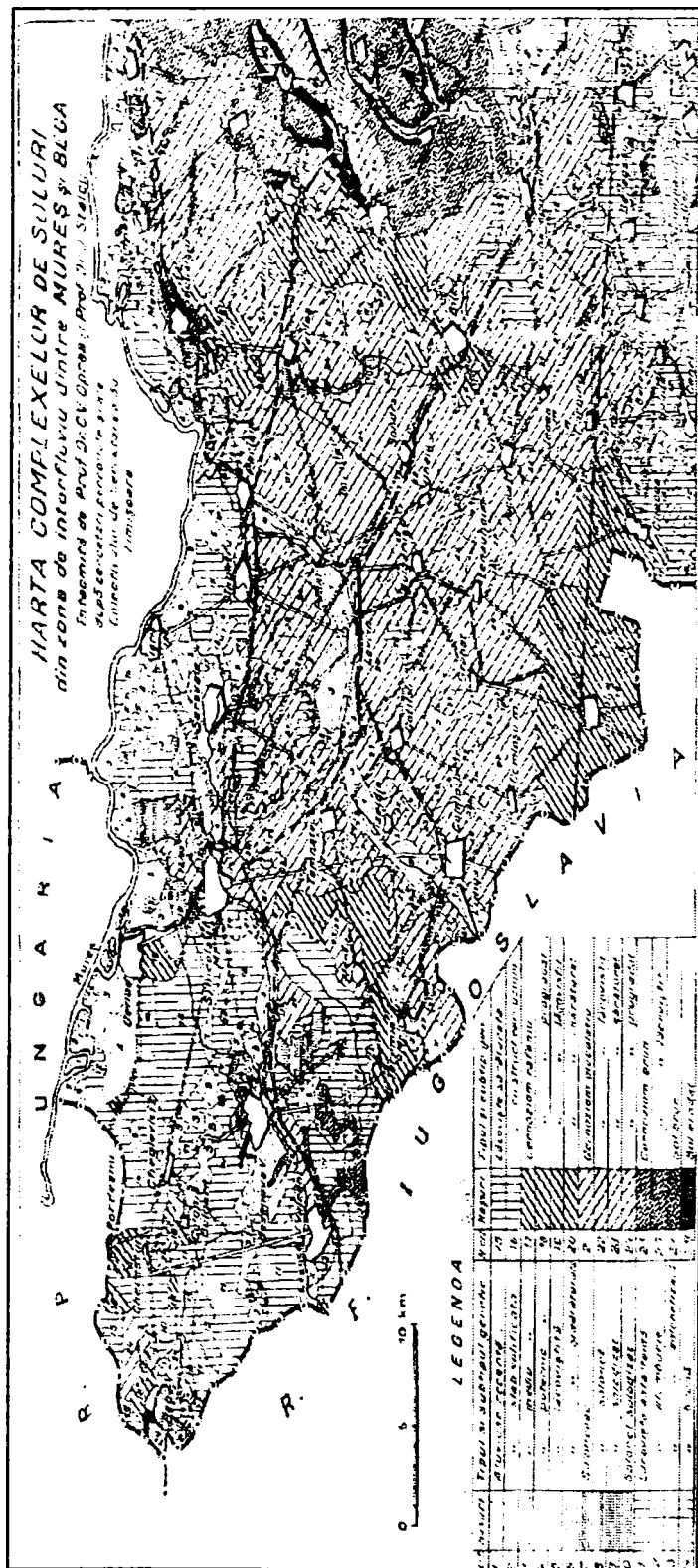


Figura 5.8 Harta complexelor de soluri din zona de interfliuviu dintre Mureș și Begea

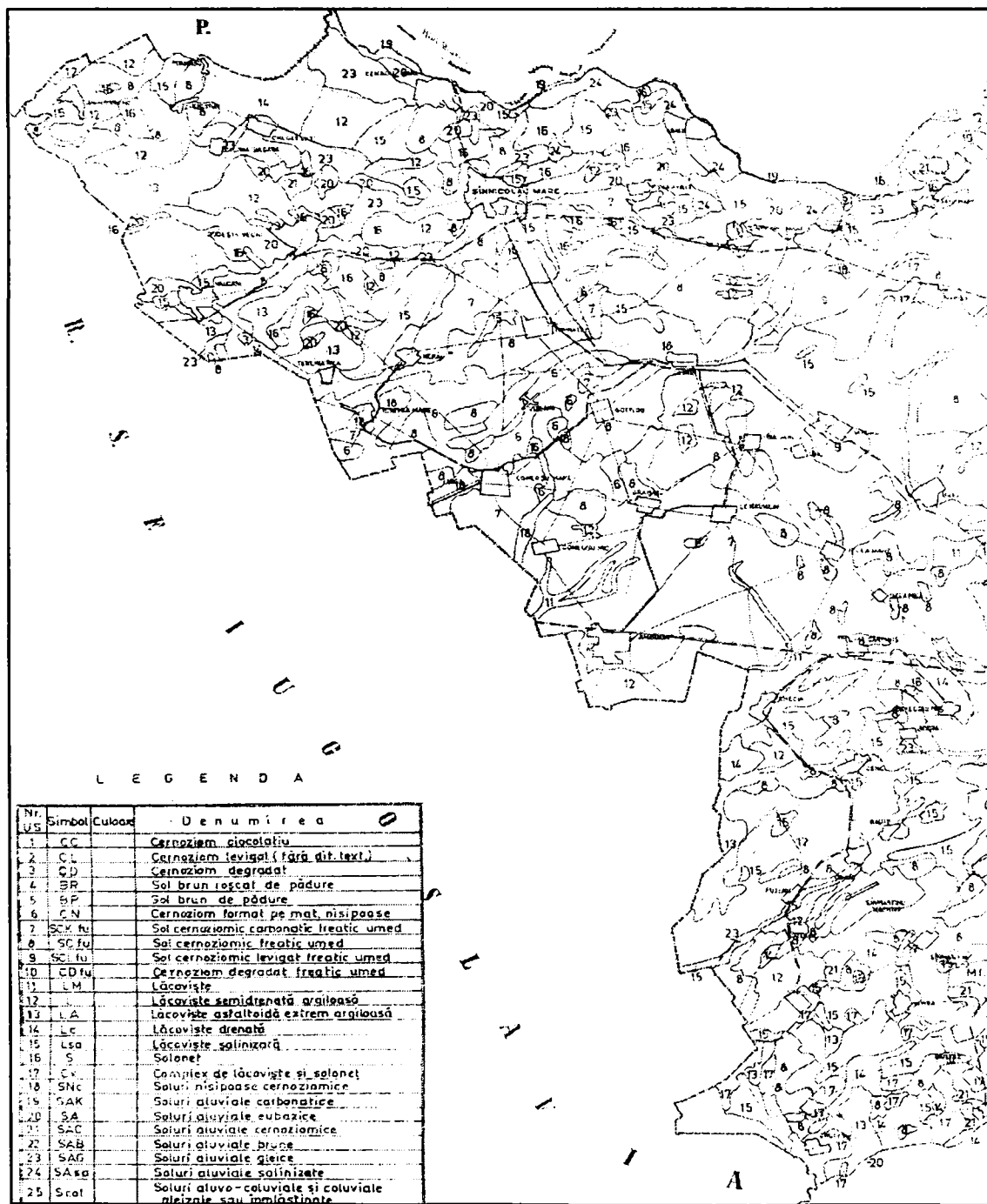


Figura 5.9 Harta solurilor OSPA 1970

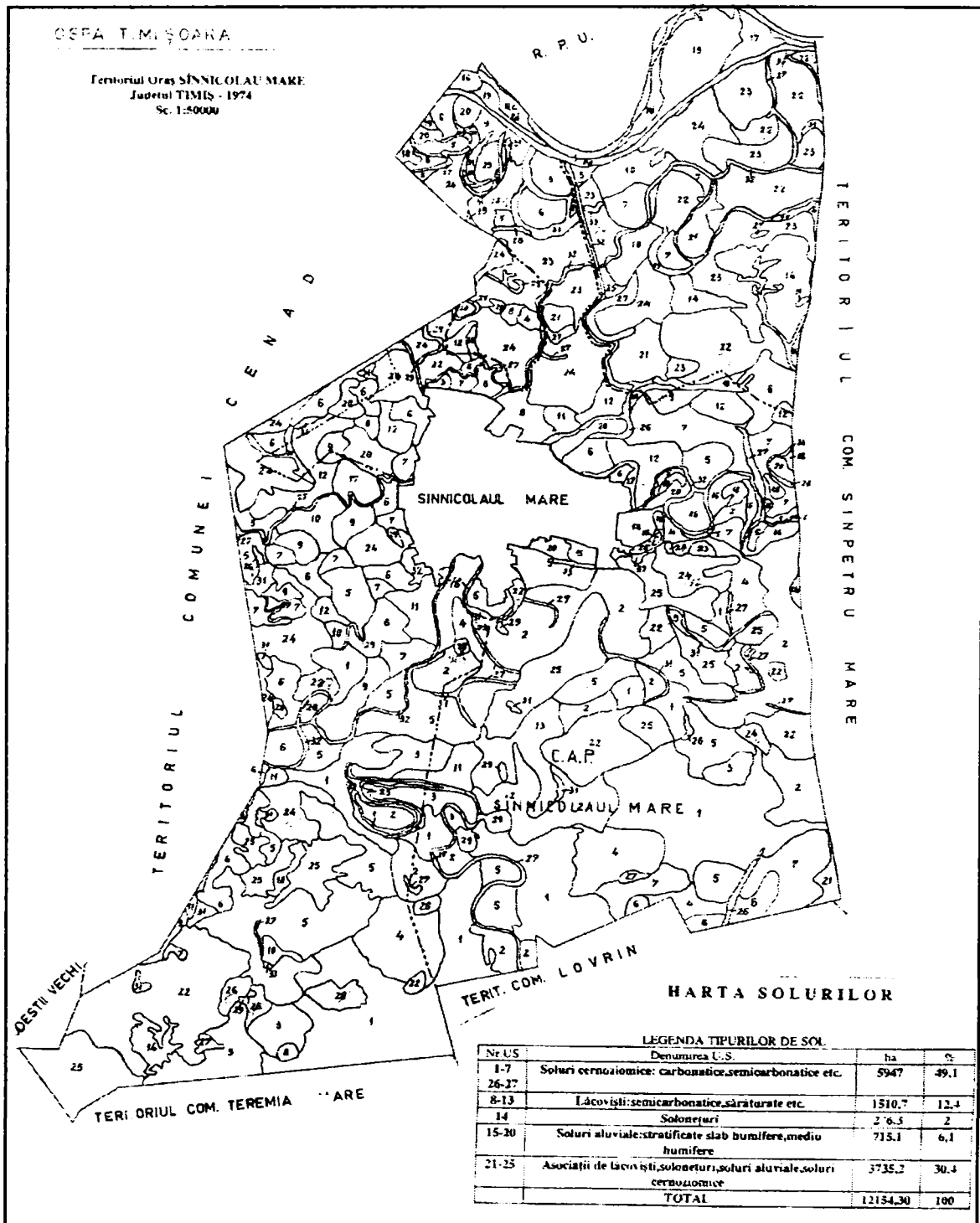


Figura 5.10 Harta solurilor 1974

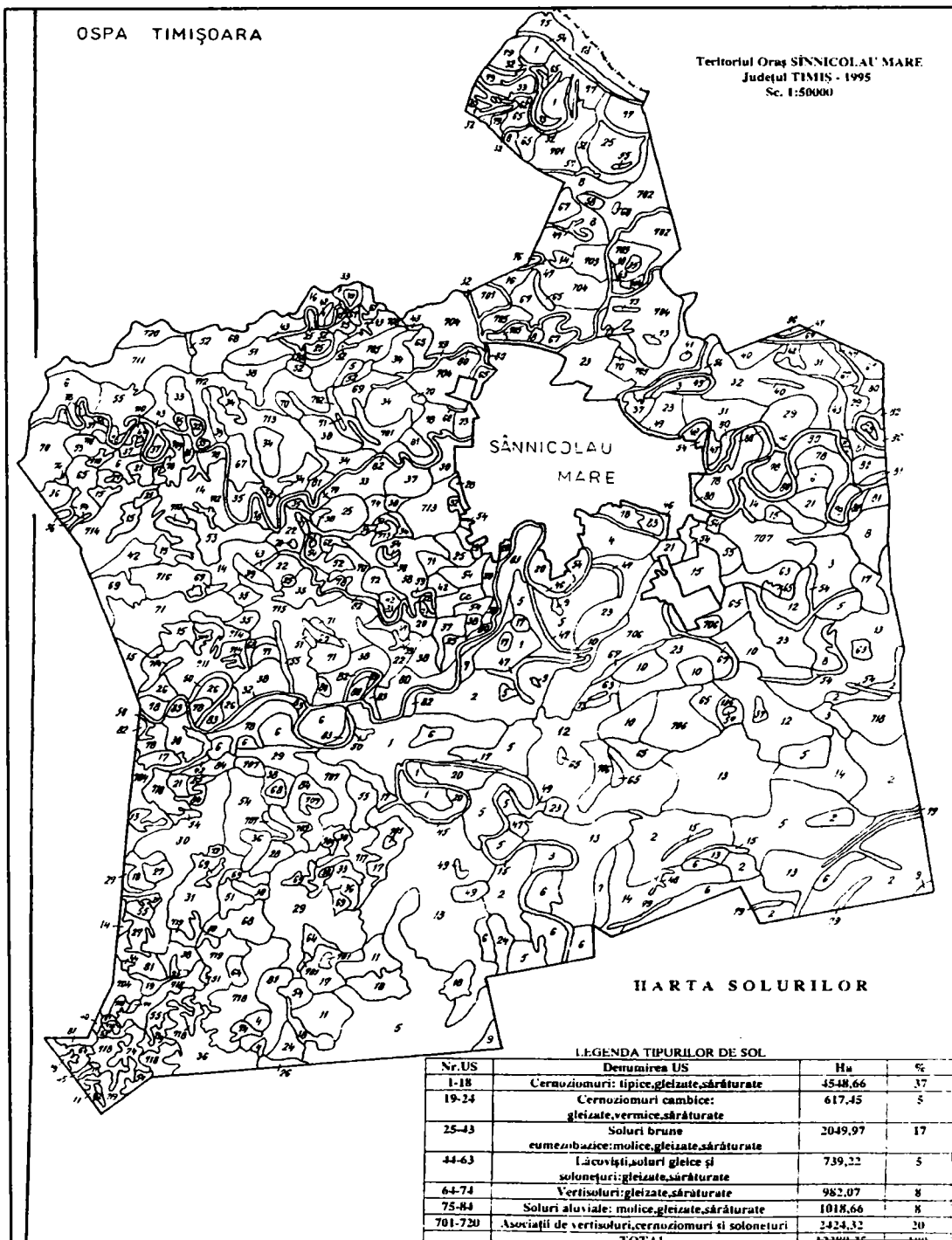


Figura 5.11 Harta soluri 1995

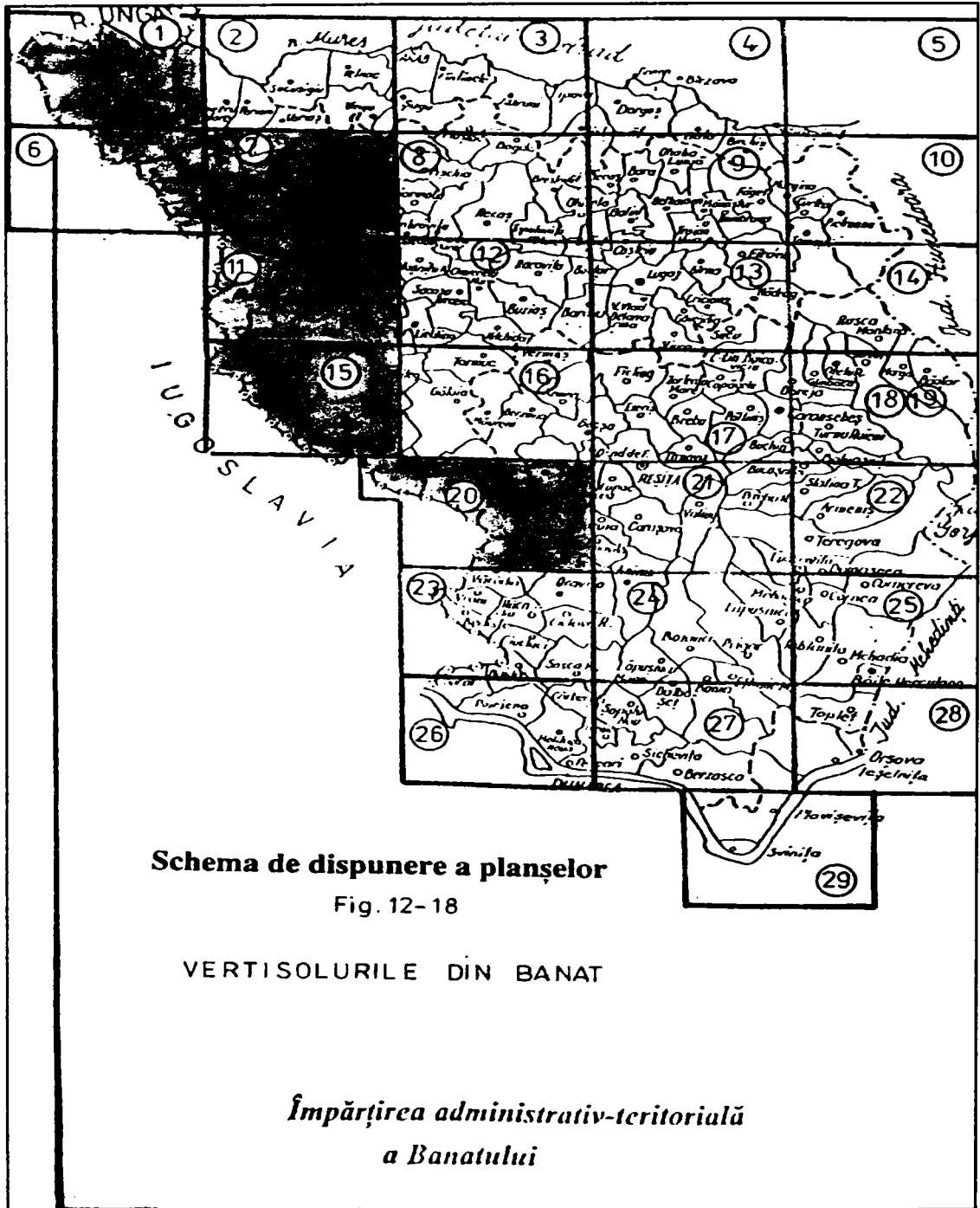



Figura 5.12 - 5.18

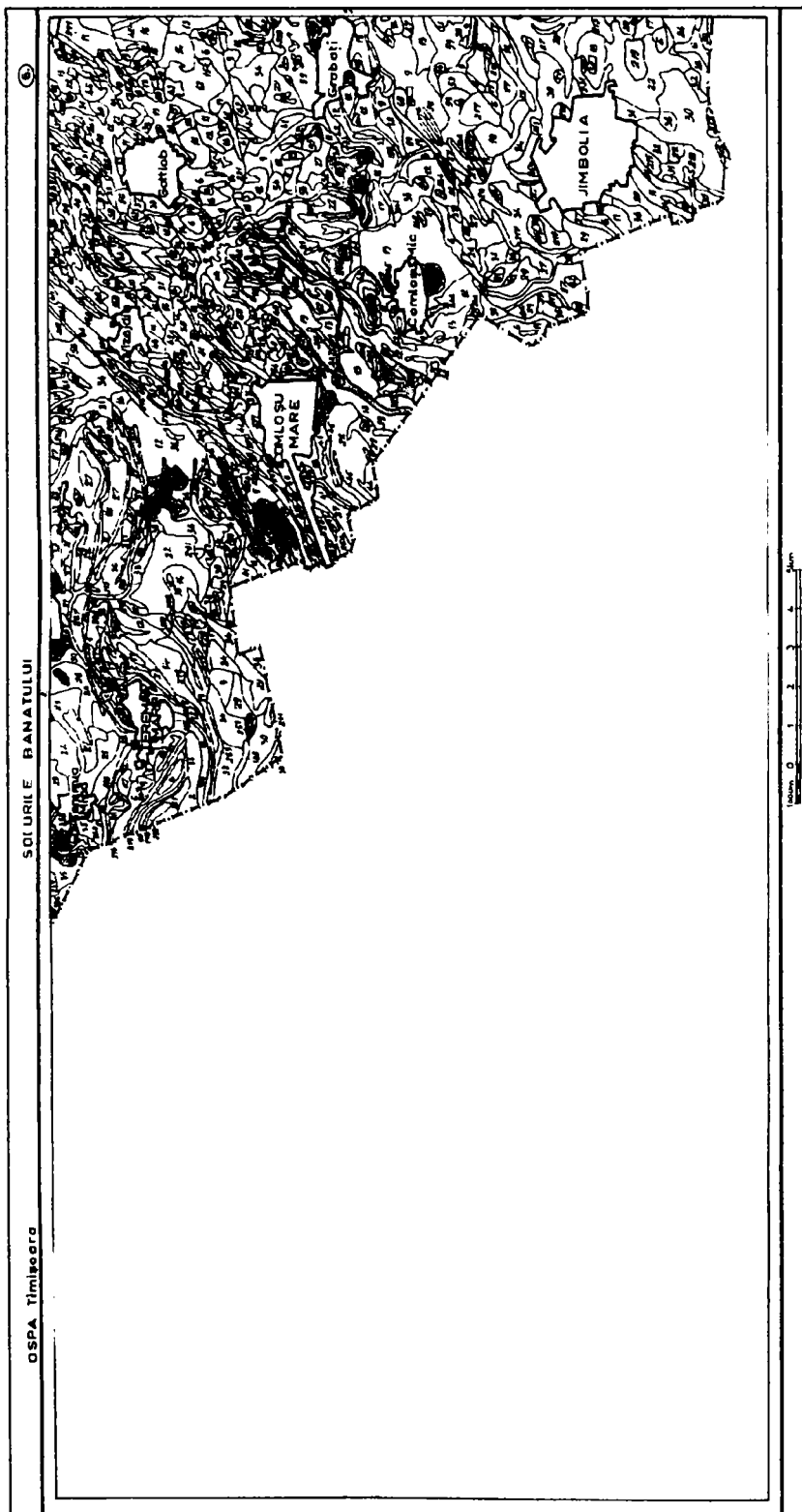


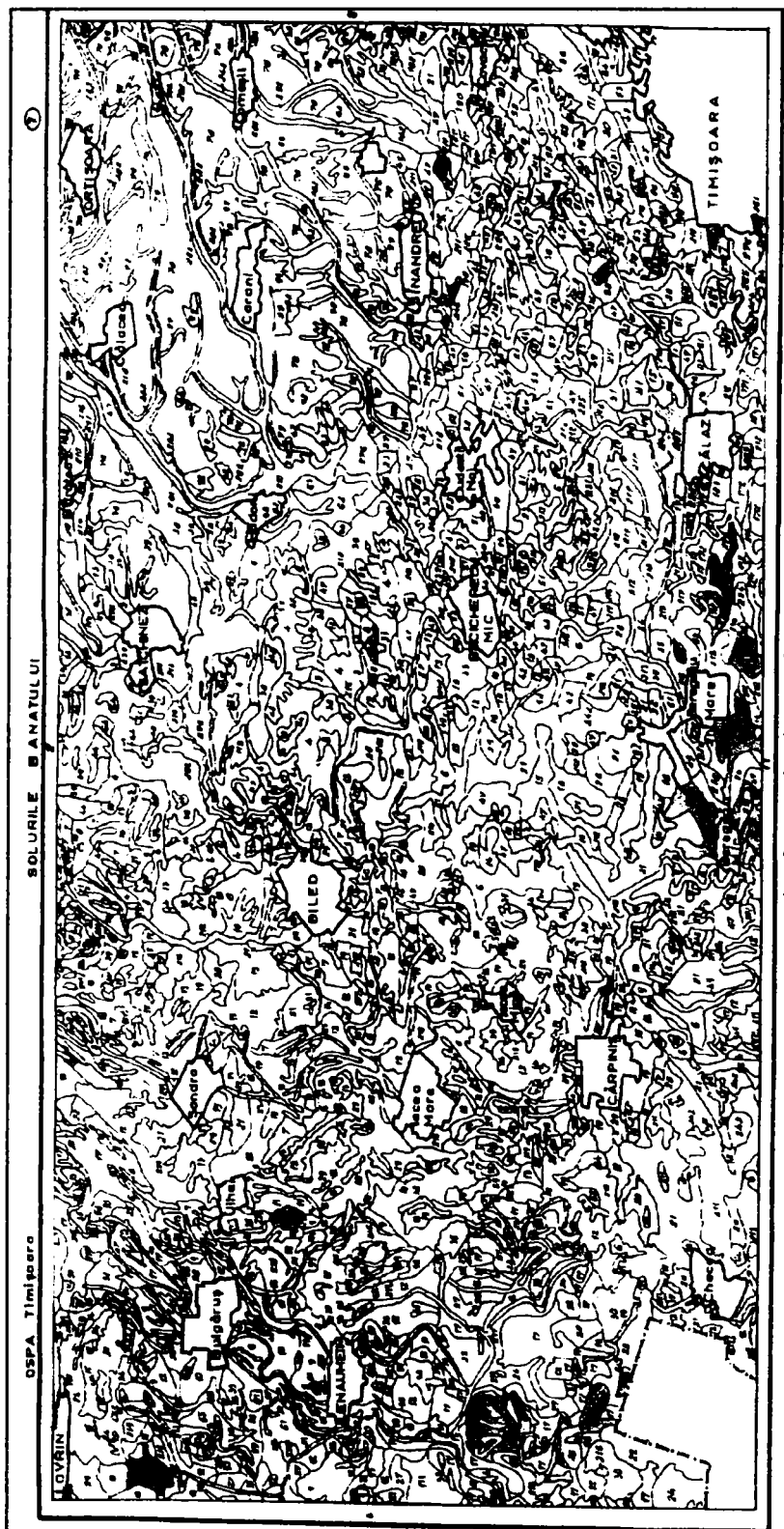
## Legenda tipurilor de sol din Banat 1996

( Rogobete, Țărău )

<b>1-67</b>	<b>MOLISOLURI</b>	<b>210-238</b>	<b>SOLURI HIDROMORFE</b>
1-36	Cernoziom	210-218	Lăcoviște
37-61	Cernoziom cambic	219-231	Sol gleic
62-65	Cernoziom argiloiluvial	232	Sol negru clinohidromorf
66,67	Rendzină	233-238	Sol pseudogleic
<b>68-154</b>	<b>ARGILUVISOLURI</b>	<b>239-243</b>	<b>SOLURI HALOMORFE</b>
68-71	Sol brun roșcat	239-243	Soloneț
72-111	Sol brun argiloiluvial	<b>244-255</b>	<b>VERTISOLURI</b>
112,113	Sol brun roșcat luvic		Vertisoluri
114-136	Sol brun luvic	<b>256-291</b>	<b>SOLURI NEEVALUATE TRUNCHIAȚE ȘI DESFUNDATE</b>
137-152	Luvisol albic	256	Litosol
153-154	Planosol	257,258	Regosol
<b>155-203</b>	<b>CAMBISOLURI</b>	259,260	Psamosol
155-196	Sol brun eumezobazic	261,262	Protosol aluvial
197	Terra rossa	263-279	Sol aluvial
198-203	Sol brun	280-285	Erodisol
<b>204-206</b>	<b>SPODOSOLURI</b>	286,287	Coluvisol
204,205	Sol brun feriiluvial	288,289	Sol desfundat
206	Podzol	290,291	Protosol antropic
<b>207-209</b>	<b>UMBRISOLURI</b>	<b>292</b>	<b>HISTOSOLURI</b>
207,208	Sol negru acid	292	Sol turbos
209	Sol humicosilicatic		













## 5.5 Caracterizarea unor Vertosoluri din Banat

Vertosolul este definit de SSRTS ca fiind solul ce are orizont vertic de la suprafață sau de la cel mult 20 cm (sub stratul arat) ce se continuă până la cel puțin 100 cm; conține peste 30% argilă în toate orizonturile până la cel puțin 100 cm.

Subtipurile prevăzute sunt: tipic, brunic, stagnic, gleic, nodulocalcaric, salinic, sodic.

Orizontul pelic (z) se definește în SRTS, ca: orizont mineral de asociere (Azm Bzm Cz) în general cu peste 45% argilă predominant nesmectitică dezvoltat din materiale parentale argiloase de diferite origini (inclusiv argile marmoase) la care se asociază următoarele caractere:

- împachetare densă și structură poliedrică mare în stare umedă, care formează agregate structurale prismatice sau poliedrice foarte mari vizibile foarte bine în stare uscată când apar, și
- crăpături largi și adânci, fețe de presiune și local fețe de alunecare, dar acestea nu sunt frecvente și nu au îndinarea celor de la orizontul vertic și nu determină formarea structurii sfenoidale;
- plastic în stare umedă devine foarte dur în stare uscată;
- grosime minimă de 50 cm.

Pelosolul este considerat a fi solul cu orizont pelic de la suprafață sau de la cel mult 20 cm (sub stratul arat) ce se continuă până până la cel puțin 100 cm; conțin peste 30% argilă în toate orizonturile până la cel puțin 100 cm adâncime.

Suptipurile prevăzute sunt: tipic brunic, argic gleic stagnic.

Solurile care au textură foarte fină cel puțin în primii 50 cm sunt soluri pelice și pot fi: Regosol, Aluviosol, Entiantrosolm Cernoziom Faeoziom, Eutricambosol, Preluvosol, Gleiosol, Limnosol, Soloncaec, Erodosol și Antrosol pelic.

Prezente pe diferite forme de relief, din dealuri până în câmpia joasă de subsidență, vertosolurile ocupă în Banat suprafețe apreciabile (90127 ha-7.52%). Dintre condițiile pedogenetice predominante se desprind cele referitoare la materialul parental, cu alcătuirii granulometrice fine și mijlociu-fine și compoziții mineralogice în care excelează mineralele expandabile, smectice.

În câmpiile joase de subsidență sau în luncile râurilor și pâraurilor, la ieșirea din zona piemontană, vertosolurile au evoluat pe depozite fluviatile (67358 ha-5.62%) mijlociu-fine (18941ha-1.58%) și fine (48417 ha-4%) și sub influența unui nivel freatic ridicat: 0.5-1 m (13809 ha-1.15%), 1-2 m (44713 ha-3.73%) și 2-3 m (8836 ha-0.74%). În aceste cazuri vertisolurile se regăsesc în diferite stadii de gleizare: moderat (8836 ha-0.74%), puternic (58522 ha-4.88%) și foarte puternic (18000 ha-1.5%).

În câmpiile înalte și dealuri, vertosolurile au evoluat pe argile gonflante (22769 ha-1.9%). Permeabilitatea redusă a imprimat întregului profil de sol un drenaj intern slab și evidente procese de pseudogleizare. Proporția mineralelor expandabile în depozitele argiloase ale câmpiilor joase (depozite fluviatile fine) variază între 65 și 85 %. În câmpiile înalte și dealurile piemontane, sub influența unei reacții acide și în condițiile unui hidromorfism stagnic temporar, au loc procese de desilicifiere a montmorillonitului, caracterizate prin dispariția din orizontul superior a mineralelor argiloase expandabile. O parte migrează în profunzime și se acumulează la nivelul orizonturilor A/B sau B<sub>v</sub>, iar o alta parte sunt transformate, prin alterare, în SiO<sub>2</sub> și Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Klages-1969).

În condițiile Banatului, vertosolurile evoluează într-o extensie termică și pluviometrică, medie multianuală, de 9-11°C, respectiv 550-800 mm. Se constată un deficit de umiditate la sfârșitul verii, perioadă în care se produc în sol crăpături largi și profunde și un exces de umiditate, îndeosebi primăvara.

În zona piemontană vertosolurile apar pe versanți (4612ha-0.38%), de regulă cu o îndinare de 5-15%, sau pe firele de vale (13809ha-1.15%). Pe suprafețele plane (31467ha-2.63%) se regăsesc îndeosebi în câmpiile înalte, iar pe suprafețe depresionare (40239 ha-



3.36%), în câmpiile joase.

Vegetația naturală, adaptată la condiții de secetă, este rar întâlnită. În cele mai multe cazuri aceasta a fost înlocuită de culturi agricole.

Alcătuirea granulometrică în orizontul 0-20 cm a vertosolurilor este mijlociu-fină (32467 ha-2.71%) și fină (57660 ha-4.85%). Pe profil, procentul de fracțiuni granulometrice sub 0.002 mm depășește 45% în toate cazurile identificate (90127 ha-7.52%). Diferențierile texturale, care au fost sesizate pe cca. 2.7% din aria de răspândire a vertosolurilor din Banat, sunt de natură sedimentologică, iar peliculele de argilă orientată sesizate în morfologia profilului de sol se datorează presiunilor laterale care se dezvoltă în timpul procesului de gonflare a materialului mineral.

Structura vertosolurilor este foarte mare, sfenoidală, slab dezvoltată. Divizarea în elemente structurale se realizează în timpul contracției, fapt ce conferă solului la uscare un aspect masiv și o consistență înaintată. La stări de umiditate optimă, elementele structurale se desfac în aglomerări mai reduse ca dimensiune, însă de cele mai multe ori mărginite de fețe de glisaj. La suprafața orizontului prelucrat (Ap) variațiile de temperatură sau stările de umiditate determină o exfoliere a agregatelor structurale mari, o mărunțire a acestora, de cele mai multe ori sub forma unor agregate poliedrice angulare sau grăunțoase.

Textura fină și structura compactă, imprimă vertosolurilor caracteristici fizice, fizico-mecanice și hidrofizice restrictive. Densitatea aparentă are valori medii în zonele cu terenuri înțelinite și valori mari (1.5-1.6 g/cm<sup>3</sup>) pe terenurile arabile, tasate și compactate artificial. Porozitatea totală are valori mijlocii (47-50%), cu predominarea porilor capilari care în cea mai mare parte a anului sunt ocupați de apă. Din aceasta cauză aceste soluri sunt jilave sau umede în partea mediană a profilului de sol chiar și în perioadele de secetă prelungită. În această idee N. Florea (1979) consideră că în morfologia vertosolurilor, chiar dacă nu se observă pregnant caractere de hidromorfie, procesele de reducere sunt prezente datorită excesului de umiditate îndelungat. Porozitatea de aeraj mică la coeficientul de ofilire devine nulă în stare gonflantă. Coeficientul de ofilire și capacitatea de câmp au valori mari și foarte mari (25-35%), capacitatea de apă utilă-valori mici și foarte mici (sub 10%), iar conductivitatea hidraulică este extrem de mică (sub 5.10<sup>-6</sup> cm/s).

În corelație cu valoarea procentuală mare a fracțiunii de argilă, conținutul în humus este redus în orizontul superior, dar această proporție se menține pe o grosime mare, de până la 100 cm, fapt ce conferă vertosolurilor o rezervă totală de humus foarte mare (peste 200 t/ha). Conținutul de azot total este mare, cel de fosfor este mijlociu și mic iar cel de potasiu mare și foarte mare. Valoarea ridicată a conținutului în potasiu în vertosolurile din toate zonele pedodimatice se datorează eliberării continue a acestui element în urma alterării mineralelor argiloase. Raportul C:N variază între 13 și 16. Capacitatea de schimb cationic este mare și foarte mare. Dintre cationi se remarcă calciul și magneziul. În arealele de câmpie joasă, îndeosebi sub influența apei freactice mineralizate, se acumulează în complexul coloidal și cationi de sodiu a căror procent crește spre adâncime. Gradul de saturație în baze este ridicat (peste 80%), iar reacția solului este slab acidă la suprafață și slab alcalină în profunzime.

Considerațiile și aprecierile asupra vertosolurilor sunt susținute de prezentarea caracteristicilor morfologice și a datelor analitice a unor profile de sol, predominant din interfluviul Mureș – Aranca.

- 1) Localitatea Beba Veche interfluviul Mureș Aranca; șes aluvial, arie larg depresionară cu relief de gilgai; crăpături; adâncimea apei freactice 1,2 – 2,0 m; material parental – argile gonflante US 46

**Denumire:** Vertosol amficleic, gleic puternic, stagnic puternic, salinizare și sodizare sub 100 cm, extrem de profund, argilă medie / argilă fină, dezvoltat pe argile gonflante foarte fine

**Caractere morfologice:**

Apw            0 – 24 cm        argilă medie, brun închis ruginiu, structură distrusă, dur, moderat

Ayw	24-55 cm	compact, fin poros, reavăn, trecere dară argilă fină, vinețiu negricios, sfenoidal, dur, moderat compact, fin poros, reavăn, fețe de alunecare oblice, crăpături fine și rare, trecere dară
A Cy Go	55-74 cm	argilă fină, vinețiu negricios, sfenoidal, dur, cimentat, moderat compact, fin poros, reavăn, fețe de alunecare oblice, crăpături fine și rare, efervescentă în puncte, trecere treptată
CnGoy	74-110 cm	argilă fină, vinețiu, sfenoidal, dur, puternic cimentat, moderat compact, fin poros, reavăn, fețe de alunecare oblice, efervescentă în puncte, trecere treptată
CnGoysc	110-140 cm	argilă fină, vinețiu-slab gălbui, dur cimentat, moderat compact, reavăn, fețe de alunecare oblice, efervescentă, concrețiuni de CaCO <sub>3</sub> , eflorescențe de săruri

Tabel 5.9

## Date analitice

Orizonturi	Apw	Ayw	ACyGo	CnGoy
Adâncimi	0 - 24	- 55	- 74	- 110
Nisip grosier (2,0-0,2 mm) %	1,0	0,5	0,2	0,2
Nisip fin (0,2-0,02 mm) %	24,6	14,1	14,7	16,5
Praf (0,02-0,002 mm) %	21,6	15,0	14,3	10,6
Argilă 2(sub 0,002 mm) %	52,8	70,4	70,8	72,4
TEXTURA	AA	AA	AF	AF
Densitate specifică (D g/cm <sup>3</sup> )	2,68	2,68	2,68	2,70
Densitate aparentă (DA g/cm <sup>3</sup> )	1,32	1,14	1,06	1,11
Porozitate totală (PT %)	50,75	57,46	60,45	58,88
Porozitate de aeratie (PA %)	13,20	19,68	24,74	21,39
Grad de tasare GT %)				
Coef. higroscopicitate (CH %)				
Coef. de ofilire (CO%)				
Capacitate de câmp (CC %)	28,44	33,15	33,69	33,79
Capacitate totală (CT %)				
Capacitate de apă utilă (CU %)	9,92	8,46	8,86	8,39
Cap. de cedare max. CCD %				
Conduc. hidraulică (K mm/oră)	1,0	1,8	2,0	1,8
pH (în H <sub>2</sub> O)	6,40	7,25	7,85	7,90
Carbonați (CaCO <sub>3</sub> %)	-	-	0,15	0,15
Humus %	3,63	3,30	3,08	-
Indice de N (IN)				
RHT - t/ha				
N total (%)	0,161	0,154	0,147	-
P mobil (ppm)	10,0	4,6	3,6	-
K mobil (ppm)	55,0	26,0	24,0	-
Baze de schimb (SB me/100 g)				
Hidrogen schimb.(SH me/100 g)				
Cap. de schimb cationic (T)				
Grad de sat. în baze (V %)				
Na <sup>+</sup> sch., % din T				3,30
T me/100 g				71,5
Cl <sup>-</sup> me/100 g				0,050
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> me/100 g				0,072
CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup> me/100 g				0,022

- 2) Localitatea Beba Veche interfluviul Mureș Aranca; câmpie de divagare, microrelief de gilgai; crăpături; adâncimea apei freatice 3 – 5 m; material parental – bistratificații de argile gonflante pe depozite loessoide; US 48

**Denumire:** Vertosol stagnic-salinic, gleizat moderat, stagnogleizat puternic, cu salinizare slabă între 50-100 cm, cu sodizare slabă sub 200 cm, epicalcaric, extrem de profund, argilă medie / argilă medie, dezvoltat pe bistratificații de argile gonflante foarte fine/materiale loessoide mijlocii carbonatice

**Caractere morfologice:**

Apw	0 – 15 cm	argilă medie, negricios slab vinețiu, structură distrusă, dur, moderat compact, moderat cimentat, crăpături rare și fine, fețe de alunecare oblice, trecere dară
Aywh	15-26 cm	argilă medie, negricios vinețiu, sfenoidal, dur, moderat cimentat, moderat compact, fețe de alunecare oblice, crăpături fine și rare, trecere dară
Ayw	26-75 cm	argilă medie, negricios vinețiu, sfenoidal, dur, moderat cimentat, moderat compact, fețe de alunecare oblice, crăpături fine și rare, trecere treptată
A/Cykg	75-92 cm	argilă medie, negricios slab ruginiu, sfenoidal, dur, moderat cimentat, moderat compact, cu crăpături foarte rare și foarte fine, fețe de alunecare oblice, eferescență slabă, concrețiuni de CaCO <sub>3</sub> , trecere dară
CnGoyks	92-111 cm	argilă medie, bruniu-gălbui cu pete vineții, sfenoidal, dur, moderat cimentat, moderat compact, fețe de alunecare oblice, eferescență slabă, concrețiuni de CaCO <sub>3</sub> , eferescențe de săruri, trecere treptată
CcGrs-a	111-147 cm	lut argilos mediu, gălbui vinețiu, moderat coeziv, slab cimentat, moderat compact, eferescență slabă, concrețiuni de CaCO <sub>3</sub> , eferescențe de săruri, trecere treptată
CcGrs-a	147-180 cm	lut mediu, vinețiu gălbui, slab coeziv, slab cimentat, slab compact, eferescență puternică, concrețiuni de CaCO <sub>3</sub> , eferescențe de săruri

Tabel 5.10

Date analitice

Orizonturi	Apw	Aywh	Ayw	A/Cykg	CnGoyks	CnGoks	CnGrsa
Adâncimi	0 - 15	- 26	-57	-92	-111	-147	-180
Nisip grosier (2,0-0,2 mm) %	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1
Nisip fin (0,2-0,02 mm) %	16,3	18,0	15,3	16,5	16,0	25,2	53,3
Praf (0,02-0,002 mm) %	16,8	15,8	15,2	13,3	27,5	36,6	22,6
Argilă 2(sub 0,002 mm) %	66,7	66,0	69,3	70,0	56,3	38,0	24,0
TEXTURA	AM	AM	AM	AM	AL	TT	LL
Densitate specifică (D g/cm <sup>3</sup> )	2,68	2,68	2,68	2,70			
Densitate aparentă (DA g/cm <sup>3</sup> )	1,28	1,31	1,33	1,34			
Porozitate totală (PT %)	52,24	51,12	51,4	50,37			
Porozitate de aerajie (PA %)	12,21	10,79	10,6	8,61			
Grad de tasare GT %)							
Coef. higroscopicitate (CH %)	15,60	15,43	16,2	16,37			
Coef. de ofilire (CO%)	23,40	23,15	24,3	24,56			
Capacitate de câmp (CC %)	31,27	30,79	31,4	31,16			
Capacitate totală (CT %)	40,81	39,02	39,6	37,59			
Capacitate de apă utilă (CU %)	7,87	7,64	7,14	6,60			

Orizonturi	Apw	Aywh	Ayw	A/Cykg	CnGoyks	CnGoks	CnGrsa
Adâncimi	0 - 15	- 26	-57	-92	-111	-147	-180
Cap. de cedare max. CCD %							
Conduc. hidraulică (K mm/oră)	0,8	0,7	0,6	0,58			
pH (în H <sub>2</sub> O)	6,01	5,95	7,31	8,18	8,39	8,48	8,69
Carbonați (CaCO <sub>3</sub> %)	-	-	0,25	1,01	1,35	3,54	13,3
Humus %	4,28	3,62	3,42	3,42			
Indice de N (IN)							
RHT - 106,70 t/ha							
N total (%)							
P mobil (ppm)	26,0	13,0	6,6				
K mobil (ppm)	134	164	164				
Baze de schimb (SB me/100 g)	30,3	30,3		78,3	75,7	45,3	
Hidrogen schimb.(SH me/100 g)	5,3	5,4					
Cap. de schimb cationic (T)	35,6	35,7					
Grad de sat. în baze (V %)	85,1	84,8					
Na <sup>+</sup> sch., % din T				4,5	5,4	7,1	
Na schimbabil me/100 g				3,5	4,1	3,2	
Cl <sup>-</sup> me/100 g				0,20	0,45	0,60	
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> me/100 g				0,70	1,70	2,00	
CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup> me/100 g				0,89	0,99	1,10	
Ca <sup>+2</sup> me/100 g				0,75	0,55	0,55	
Mg <sup>+2</sup> me/100 g				0,15	0,43	0,43	
Na <sup>+</sup> me/100 g				1,1	2,0	2,4	
K <sup>+</sup> me/100 g				0,006	0,006	0,006	
Na în extr. la satur. (me/l)				4,6	6,1	5,6	

- 3) Localitatea Dudeștii Vechi, interfluviul Mureș Aranca; câmpie de divagare, microrelief de gilgai; crăpături; adâncimea apei freatice 3 – 5 m; material parental – bistratificații de argile gonflante foarte fine/fine pe depozite fluviatile grosiere; US 45

**Denumire:** Vertosol stagnic-gleic, gleizat puternic, stagnogleizat puternic, cu salinizare și sodizare slabă sub 100 cm, mezocalcaric, extrem de profund, argilă lutoasă / argilă lutoasă, dezvoltat pe bistratificații de argile gonflante foarte fine/fine/materiale fluviatile grosiere carbonatice

**Caractere morfologice:**

Apw	0 – 23 cm	argilă lutoasă, cenușiu închis slab vinețiu, structură distrusă, moderat compact, slab cimentat, cu rădăcini subțiri și frecvente, trecere dară
Ayw	23-50 cm	argilă lutoasă, negricios bruniu vinețiu, masiv sfenoidal, dur, slab cimentat, moderat compact, fețe de alunecare oblice, rădăcini subțiri și rare
A/Cyw	50-77 cm	argilă lutoasă, brun negricios vinețiu cu tentă gălbuie, sfenoidal, dur, slab cimentat, moderat compact, fețe de alunecare oblice, efervescentă slabă, rădăcini subțiri și rare
C/Ayg	77-100 cm	lut argilos mediu, gălbui bruniu vinețiu, sfenoidal, dur, slab cimentat, moderat compact, fețe de alunecare oblice, efervescentă slabă, trecere treptată
CnkGosc	100-130 cm	lut argilos mediu, gălbui vinețiu, moderat compact, efervescentă slabă, concrețiuni de CaCO <sub>3</sub> , eflorescențe de săruri, trecere treptată

CnGrsa	130-155 cm	nisip grosier, gălbui vinețiu cu pete albicioase, slab coeziv, efervescentă slabă, concrețiuni de CaCO <sub>3</sub> , eflorescențe de săruri, trecere treptată
CnGma	155-200 cm	nisip grosier, vinețiu gălbui albicios, slab coeziv, efervescentă în puncte, eflorescențe de săruri, trecere treptată

Tabel 5.11

## Date analitice

Orizonturi Adâncimi	Apw 0 - 23	Aywh - 50	Ayw -77	A/Cykg -100	CnGoysks -130	CnGoks -155	CnGrsa -200
Nisip grosier (2,0-0,2 mm) %	1,7	1,8	1,0	1,7	2,9	65,2	64,3
Nisip fin (0,2-0,02 mm) %	27,4	28,7	29,8	31,0	33,0	29,9	29,3
Praf (0,02-0,002 mm) %	22,6	20,9	22,0	21,9	26,0	1,7	2,2
Argilă 2(sub 0,002 mm) %	48,3	48,6	47,2	45,4	38,1	3,2	4,2
TEXTURA	AL	AL	AL	TT	TT	NG	NG
Densitate specifică (D g/cm <sup>3</sup> )	2,68	2,68	2,70	2,72			
Densitate aparentă (DA g/cm <sup>3</sup> )	1,36	1,46	1,45	1,43			
Porozitate totală (PT %)	49,25	45,52	46,3	47,43			
Porozitate de aeratie (PA %)	12,40	8,14	9,30	10,98			
Grad de tasare GT %	6,85	13,45	12,1	9,49			
Coef. higroscopicitate (CH %)	11,30	11,37	11,0	10,63			
Coef. de ofilire (CO%)	17,00	17,06	16,5	15,95			
Capacitate de câmp (CC %)	27,10	25,60	25,5	25,48			
Capacitate totală (CT %)	36,22	31,18	31,9	33,17			
Capacitate de apă utilă (CU %)	10,15	8,54	8,94	10,98			
Cap. de cedare max. CCD %	9,12	5,58	6,42	7,68			
Conduc. hidraulică (K mm/oră)	1,0	0,65	0,7	0,75			
pH (în H <sub>2</sub> O)	6,16	6,74	7,36	8,05	8,60	8,77	8,81
Carbonați (CaCO <sub>3</sub> %)	-	-	0,42	0,50	1,26	0,32	0,42
Humus %	2,73	2,28					
Indice de N (IN)							
RHT – 175,27 t/ha							
N total (%)							
P mobil (ppm)							
K mobil (ppm)							
Baze de schimb (SB me/100 g)	27,00	25,28					
Hidrogen schimb.(SH me/100 g)	3,39	2,87					
Cap. de schimb cationic (T)	30,39	28,15			33,9	4,4	2,6
Grad de sat. în baze (V %)	88,80	89,80					
Na <sup>+</sup> sch., % din T					8,17	15,7	50,0
Na schimbabil me/100 g					2,87	0,69	1,30
Cl <sup>-</sup> me/100 g					0,35	0,6	0,6
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> me/100 g					0,7	0,8	0,5
CO <sub>3</sub> H me/100 g					0,75	0,57	0,45
Ca <sup>2+</sup> me/100 g					0,85	0,65	0,65
Mg <sup>2+</sup> me/100 g					0,10	0,15	0,38
Na <sup>+</sup> me/100 g					0,61	0,18	0,22
K <sup>+</sup> me/100 g					0,007	0,007	0,007
Na în extr. la satur. (me/l)					3,48		

- 4) Localitatea Dudeștii Vechi, interfluviul Mureș Aranca; câmpie de divagare șes aluvial de tranziție, arie larg depresionară cu gilgai; crăpături; adâncimea apei freatice 1,5 - 2 m; material parental - bistratificații de argile gonflante foarte fine pe depozite fluviolacustre mijlocii; US 52

**Denumire:** Vertosol stagnic-salinic-gleic, gleizat puternic, stagnogleizat puternic, cu salinizare slabă între 50-100 cm, sodizare foarte puternică sub 100 cm, mezocalcaric, extrem de profund, argilă medie / argilă medie, dezvoltat pe bistratificații de argile gonflante foarte fine/materiale fluviatile mijlocii carbonatice

**Caractere morfologice:**

Apw	0 - 24 cm	argilă medie, negricios vinețiu, grăunțos, fin poros, compact, reavăn
Ayw	24-50 cm	argilă medie, vinețiu negricios, sfenoidal, fin poros, compact, fețe de alunecare oblice, reavăn
A/Cyk	50-73 cm	argilă medie, vinețiu negricios, sfenoidal, fin poros, compact reavăn, fețe de alunecare oblice, efervescentă slabă
CnGoyk	73-100 cm	argilă lutoasă, vinețiu negricios, slab gălbui, sfenoidal, fețe de alunecare oblice, fin poros, compact, efervescentă slabă, concrețiuni de CaCO <sub>3</sub>
CnkGosa	100-130 cm	lut mediu, gălbui vinețiu, nestructurat, are bobovine și concrețiuni de CaCO <sub>3</sub> , efervescentă moderată, fin poros, compact, reavăn
CnGrknas c	>130 cm	lut argilo-prăfos, vinețiu gălbui, nestructurat, efervescentă slabă, fin, poros, jilav

Tabel 5.13

## Date analitice

Orizonturi	Apw	Ayw	A/Cw y	CnGoys	CnGoksc	CnGrkna- sc
Adâncimi	0 - 24	- 50	-73	-100	-130	-160
Nisip grosier (2,0-0,2 mm) %	0,5	0,2	0,5	0,5	0,2	0,2
Nisip fin (0,2-0,02 mm) %	18,5	17,5	13,8	18,1	56,3	32,2
Praf (0,02-0,002 mm) %	15,9	15,1	17,7	25,4	17,6	34,3
Argilă 2(sub 0,002 mm) %	65,1	67,2	68,0	56,0	25,9	33,3
TEXTURA	AA	AA	AA	AL	LL	TP
Densitate specifică (D g/cm <sup>3</sup> )	2,68	2,68	2,68	2,72		
Densitate aparentă (DA g/cm <sup>3</sup> )	1,39	1,20	1,56	1,48		
Porozitate totală (PT %)	48,13	44,03	41,7	45,59		
Porozitate de aerație (PA %)	6,91	1,81	-0,4	6,19		
Grad de tasare GT %)	13,45	21,31	25,4	15,78		
Coef. higroscopicitate (CH %)	15,22	15,71	15,9	13,1		
Coef. de ofilire (CO%)	22,83	23,57	23,8	19,65		
Capacitate de câmp (CC %)	29,66	28,15	27,0	26,62		
Capacitate totală (CT %)	34,63	29,35	26,7	30,80		
Capacitate de apă utilă (CU %)	6,83	4,58	3,19	6,97		
Cap. de cedare max. CCD %	4,97	1,20	0,26	4,18		
Conduc. hidraulică (K mm/oră)	0,55	0,25	0,15	0,45		
pH (în H <sub>2</sub> O)	6,25	7,25	7,55	7,90	8,00	8,10
Carbonați (CaCO <sub>3</sub> %)	-	-	0,10	0,41	10,17	3,92

Orizonturi	Apw	Ayw	A/Cw y	CnGoys	CnGoksc	CnGrkna- sc
Adâncimi	0 - 24	- 50	-73	-100	-130	-160
Humus %	4,50	3,70	3,12			
Indice de N (IN)						
RHT - 294,42 t/ha						
N total (%)	0,175	0,175	0,147			
P mobil (ppm)						
K mobil (ppm)						
Baze de schimb (SB me/100 g)	43,2					
Hidrogen schimb.(SH me/100 g)	8,40					
Cap. de schimb cationic (T)	51,60			53,9	32,2	28,8
Grad de sat. în baze (V %)	83,4					
Na <sup>+</sup> sch., % din T				3,4	7,1	21,3
Na schimbabil me/100 g				1,83	2,30	6,15
Cl <sup>-</sup> me/100 g				0,950	2,250	1,690
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> me/100 g				1,680	2,79	3,00
CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup> me/100 g				0,880	1,090	0,960

- 5) Localitatea Dudeștii Vechi, interfluviul Mureș Aranca; câmpie de divagare, șes aluvial înalt, arie depresionară largă cu gilgai; crăpături; adâncimea apei freatice 2 - 3 m; material parental - bistratificații de argile gonflante foarte fine pe depozite loessoide mijlociu-fine/mijlocii; US 53

**Denumire:** Vertosol stagnic-salinic, gleizat puternic, stagnogleizat puternic, cu salinizare moderată între 50-100 cm, mezocalcaric, extrem de profund, argilă fină / argilă fină, dezvoltat pe bistratificații de argile gonflante foarte fine/depozite loessoide mijlociu.fine/mijlocii carbonatice

**Caractere morfologice:**

Ap	0 - 22 cm	argilă fină, cenușiu negricios, structură distrusă, foarte dur, moderat compact, puternic cimentat, fisuri fine și rare, rădăcini foarte subțiri și rare, trecere dară
Aywh	22-53 cm	argilă fină, negricios cenușiu vinețiu, sfenoidal, extrem de dur, foarte puternic cimentat, foarte compact, fisuri fine și rare, fețe de alunecare oblice, rădăcini foarte subțiri și foarte rare
A/Cyw	53-80 cm	argilă fină, negricios vinețiu, sfenoidal, extrem de dur, foarte puternic cimentat, foarte compact, fisuri fine și rare, fețe de alunecare oblice, efervescentă în puncte
Cnkyg	80-120 cm	argilă fină, negricios cu pete ruginii, sfenoidal, extrem de dur, foarte puternic cimentat, foarte compact, fisuri fine și rare, fețe de alunecare oblice, efervescentă moderată, concrețiuni de CaCO <sub>3</sub> , eflorescențe de săruri, trecere treptată
CnGoyksc	120-160 cm	argilă medie, brun închis negricios, sfenoidal, extrem de dur, foarte puternic cimentat, foarte compact, fisuri fine și rare, efervescentă slabă, concrețiuni de CaCO <sub>3</sub> , eflorescențe de săruri, fețe de alunecare oblice, trecere treptată
CnGryksa	160-180 cm	argilă lutoasă, cenușiu gălbui cu pete ruginii, foarte dur, puternic cimentat, moderat compact, fisuri fine și rare, fețe de alunecare oblice, efervescentă slabă, concrețiuni de CaCO <sub>3</sub> , eflorescențe de săruri, trecere treptată

CoGo 180-220 cm lut argilos mediu, gălbui vinețiu cenușiu, dur, slab cimentat, moderat compact, efervescentă foarte puternică, concrețiuni ce  $\text{CaCO}_3$ , eflorescențe de săruri, trecere treptată

Tabel 5.14

## Date analitice

Orizonturi	Ap	Aoyh	A/Cy	Cnyk	Cnyk g	Cnyk Go	CcGo
Adâncimi	0 - 22	- 53	-80	-120	-160	-180	-220
Nisip grosier (2,0-0,2 mm) %	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Nisip fin (0,2-0,02 mm) %	14,4	11,6	14,3	14,7	25,1	24,1	29,9
Praf (0,02-0,002 mm) %	14,8	17,1	11,3	10,0	13,8	23,0	27,0
Argilă 2(sub 0,002 mm) %	70,6	71,2	74,3	75,2	61,0	52,8	43,0
TEXTURA	AF	AF	AF	AF	AA	AL	TT
Densitate specifică (D g/cm <sup>3</sup> )	2,68	2,68	2,70	2,72			
Densitate aparentă (DA g/cm <sup>3</sup> )	1,48	1,56	1,57	1,58			
Porozitate totală (PT %)	44,78	41,79	41,8	41,91			
Porozitate de aerajie (PA %)	1,89	-0,79	-1,9	-2,28			
Grad de tasare GT %)	20,76	26,17	26,7	26,80			
Coef. higroscopicitate (CH %)	16,51	16,65	17,3	17,58			
Coef. de ofilire (CO%)	24,77	24,98	26,0	26,37			
Capacitate de câmp (CC %)	28,97	27,30	27,9	27,97			
Capacitate totală (CT %)	30,25	26,79	26,6	26,57			
Capacitate de apă utilă (CU %)	4,21	2,33	1,87	1,59			
Cap. de cedare max. CCD %	1,28	-0,51	-1,2	-1,44			
Conduc. hidraulică (K mm/oră)	0,3	0,1	0,05	0,02			
pH (în H <sub>2</sub> O)	5,73	6,89	7,48	8,03	7,79	7,81	8,15
Carbonați (CaCO <sub>3</sub> %)			0,25	6,82	1,75	1,00	36,6
Humus %	4,28	3,12					
Indice de N (IN)							
RHT – 275,64 t/ha							
N total (%)							
P mobil (ppm)							
K mobil (ppm)							
Baze de schimb (SB me/100 g)	28,32	29,34					
Hidrogen schimb.(SH me/100 g)	4,97	1,00					
Cap. de schimb cationic (T)	33,29	30,34		70,5			
Grad de sat. în baze (V %)	85,1	96,7					
Na <sup>+</sup> sch., % din T				4,8			
Na schimbabil me/100 g				3,42			
Cl <sup>-</sup> me/100 g				1,25			
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> me/100 g				4,0			
CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup> me/100 g				0,72			
Ca <sup>+2</sup> me/100 g				1,58			
Mg <sup>+2</sup> me/100 g				1,20			
Na <sup>+</sup> me/100 g				2,02			
K <sup>+</sup> me/100 g				0,013			
Na în extr. la satur. (me/l)				12,5			



- 6) Localitatea Dudeștii Vechi, interfluviul Mureș Aranca; câmpie de divagare, șes aluvial tranzitje, arie depresionară largă cu gilgai; crăpături; adâncimea apei freatice 2 – 3 m; material parental – bistratificații de argile gonflante foarte fine pe depozite fluviatile mijlocii; US 62

**Denumire:** Vertosol salinic, gleizat puternic, stagnogleizat foarte puternic, cu salinizare moderată între 50-100 cm, cu sodizare slabă sub 100 cm, epicalcaric, extrem de profund, argilă medie / argilă medie, dezvoltat pe bistratificații de argile gonflante foarte fine/depozite fluviatile mijlocii carbonatice

**Caractere morfologice:**

Ayw	0 – 25 cm	argilă medie, cenușiu bruniu vinețiu, sfenoidal dur, moderat compact, slab cimentat, fețe de alunecare oblice, rădăcini subțiri și rare, trecere dară
AyW	25-42 cm	argilă medie, negricios bruniu vinețiu, foarte dur, puternic cimentat, foarte compact, efervescentă în puncte, fețe de alunecare oblice
A/CyW	42-61 cm	argilă medie, vinețiu bruniu gălbui, foarte dur, puternic cimentat, foarte compact, fețe de alunecare oblice, efervescentă în puncte
CnGoys	61-95 cm	argilă medie, brun gălbui vinețiu, foarte dur, puternic cimentat, foarte compact, fețe de alunecare oblice, efervescentă în puncte, eflorescențe de săruri, trecere treptată
CnGoyks	95-130 cm	argilă medie, gălbui cenușiu vinețiu, foarte dur, puternic cimentat, foarte compact, efervescentă slabă, concrețiuni de CaCO <sub>3</sub> , eflorescențe de săruri, fețe de alunecare oblice, trecere treptată
3nGryksa	130-175 cm	argilă medie, vinețiu gălbui murdar, dur, slab cimentat, moderat compact, fețe de alunecare oblice, efervescentă slabă, concrețiuni de CaCO <sub>3</sub> , eflorescențe de săruri, trecere treptată
CnGrksa	175-210 cm	lut mediu, vinețiu castaniu, dur, slab compact, moderat coeziv, efervescentă slabă, concrețiuni de CaCO <sub>3</sub> , eflorescențe de săruri

Tabel 5.15

## Date analitice

Orizonturi	Ayw	AyW	A/CyW	CnGoys	CnGoysks	CnGryks	CnGrksa
Adâncimi	0 - 25	- 42	- 61	-95	-130	-175	-210
Nisip grosier (2,0-0,2 mm) %	0,7	0,6	0,6	0,6	0,2	0,7	12,3
Nisip fin (0,2-0,02 mm) %	17,0	12,7	13,4	15,1	16,4	8,7	38,6
Praf (0,02-0,002 mm) %	17,9	22,0	21,3	18,3	19,3	22,8	17,1
Argilă 2(sub 0,002 mm) %	64,4	64,7	64,7	66,4	64,1	67,8	32,0
TEXTURA	AM	AM	AM	AM	AM	AM	LL
Densitate specifică (D g/cm <sup>3</sup> )	2,68	2,68	2,68	2,68			
Densitate aparentă (DA g/cm <sup>3</sup> )	1,51	1,60	1,62	1,64			
Porozitate totală (PT %)	43,66	40,3	43,2	38,81			
Porozitate de aeratie (PA %)	1,9	-0,91	-1,9	-2,47			
Grad de tasare GT %)	21,34	27,45	22,0	30,48			
Coef. higroscopicitate (CH %)	15,06	15,13	15,1	15,53			
Coef. de ofilire (CO%)	22,59	22,7	22,7	23,3			
Capacitate de câmp (CC %)	27,65	25,75	27,1	25,17			
Capacitate totală (CT %)	28,91	25,19	28,4	23,66			
Capacitate de apă utilă (CU %)	5,06	3,06	4,48	1,87			

Orizonturi	Ayw	AyW	A/Cy W	CnGo ys	CnGo yks	CnGryk s	CnGrks a
Cap. de cedare max. CCD %	1,26	0,57	1,3	-1,51			
Conduc. hidraulică (K mm/oră)	0,26	0,10	0,08	0,05			
pH (în H <sub>2</sub> O)	6,97	7,41	8,01	8,35	8,17	8,45	8,89
Carbonați (CaCO <sub>3</sub> %)		0,25	0,42	0,67	1,01	2,18	2,93
Humus %	3,35	2,73	2,28	2,28			
Indice de N (IN)							
RHT - 228,44 t/ha							
N total (%)							
P mobil (ppm)							
K mobil (ppm)							
Baze de schimb (SB me/100 g)	28,14						
Hidrogen schimb.(SH me/100 g)	2,87						
Cap. de schimb cationic (T)	31,01			30,5		61,8	26,9
Grad de sat. în baze (V %)	90,70						
Na <sup>+</sup> sch., % din T				0,5		7,7	10,3
Na schimbabil me/100 g				0,15		4,77	2,78
Cl <sup>-</sup> me/100 g				3,15		0,45	0,40
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> me/100 g				0,80		0,70	0,60
CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup> me/100 g				0,73		1,22	1,03
Ca <sup>+2</sup> me/100 g				1,93		0,58	0,55
Mg <sup>+2</sup> me/100 g				0,32		0,30	0,38
Na <sup>+</sup> me/100 g				1,81		1,54	0,91
K <sup>+</sup> me/100 g				0,02		0,007	0,007
Na în extr. la satur. (me/l)				1,96		6,31	3,69

- 7) Localitatea Dudeștii Vechi, interfluviul Mureș Aranca; câmpie de divagare, șes aluvial tranzitje, arie depresionară largă cu gilgai; crăpături; adâncimea apei freactice 1,5 - 2 m; material parental - bistratificații de argile gonflante foarte fine pe depozite fluviatile mijlociu-fine; US 85

**Denumire:** Vertosol salinic-sodic, gleizat puternic, stagnogleizat puternic, cu salinizare moderată între 20-50 cm și sodizare foarte puternică între 20-50 cm, epicalcaric, extrem de profund, argilă lutoasă / argilă lutoasă, dezvoltat pe bistratificații de argile gonflante foarte fine/depozite fluviatile mijlociu.fine carbonatice

**Caractere morfologice:**

Atw	0 - 11 cm	argilă lutoasă, brun slab vinețiu, structură distrusă, poros, compact, reavăn, rădăcini mijlocii și dese
Ayw	11-35 cm	argilă medie, brun închis vinețiu, sfenoidal, fin poros, compact, reavăn, fețe de alunecare oblice
A/Cnaykws	35-89 cm	argilă lutoasă, brun vinețiu cenușiu, sfenoidal, fețe de alunecare oblice, efervescentă slabă, punji mici de CaCO <sub>3</sub> , eflorescențe de săruri, concrețiuni de Ca CO <sub>3</sub> , foarte compact, reavăn
CnGowyks	89-109 cm	argilă lutoasă, brun gălbui vinețiu, nestructurat, fețe de alunecare oblice, efervescentă moderată, concrețiuni de CaCO <sub>3</sub> , eflorescențe de săruri, fin poros, compact
CnGonayksc	109-136 cm	argilă lutoasă, gălbui murdar vinețiu, nestructurat, efervescentă moderată, concrețiuni de CaCO <sub>3</sub> , eflorescențe de săruri, fețe de alunecare oblice, trecere treptată
CnGmaks	>136 cm	argilă lutoasă, gălbui ruginiu vinețiu, nestructurat, fin poros,

compact ud, efervescentă moderată, concrețiuni de  $\text{CaCO}_3$  și bobovine, eflorescențe de săruri

Tabel 5.16

## Date analitice

Orizonturi	Atw	Ayw	A/Cnaysks	CnGo naysks	CnGonsks
Adâncimi	0 - 11	- 35	-89	-109	-136
Nisip grosier (2,0-0,2 mm) %	0,5	0,5	0,5	0,2	0,2
Nisip fin (0,2-0,02 mm) %	26,4	23,0	27,9	23,9	27,4
Prăf (0,02-0,002 mm) %	16,8	16,2	14,7	21,8	25,2
Argilă 2(sub 0,002 mm) %	56,3	60,3	57,2	54,1	47,2
TEXTURA	AL	AA	AL	AL	AL
Densitate specifică (D g/cm <sup>3</sup> )	2,68	2,68	2,70		
Densitate aparentă (DA g/cm <sup>3</sup> )	1,38	1,46	1,45		
Porozitate totală (PT %)	48,51	45,52	46,30		
Porozitate de aerajie (PA %)	9,45	5,05	6,53		
Grad de tasare GT %)	10,46	16,97	14,78		
Coef. higroscopicitate (CH %)	13,27	14,10	13,38		
Coef. de ofilire (CO%)	19,76	21,15	20,07		
Capacitate de câmp (CC %)	28,30	27,72	27,42		
Capacitate totală (CT %)	35,15	31,18	31,93		
Capacitate de apă utilă (CU %)	8,55	6,57	7,35		
Cap. de cedare max. CCD %	6,85	3,46	4,50		
Conduc. hidraulică (K mm/oră)	0,7	0,4	0,5		
pH (în H <sub>2</sub> O)	6,50	7,70	8,65	8,75	8,80
Carbonați (CaCO <sub>3</sub> %)		0,16	2,30	8,90	6,50
Humus %	2,60	2,35	1,65		
Indice de N (IN)					
RHT - 157,70 t/ha					
N total (%)	0,147	0,140	0,091		
P mobil (ppm)					
K mobil (ppm)					
Baze de schimb (SB me/100 g)	36,8				
Hidrogen schimb.(SH me/100 g)	7,90				
Cap. de schimb cationic (T)	44,70		59,0	53,5	46,1
Grad de sat. în baze (V %)	82,30				
Na <sup>+</sup> sch., % din T			16,8	24,9	27,8
Na schimbabil me/100 g			9,90	13,30	12,80
Cl <sup>-</sup> me/100 g			2,16	3,408	3,211
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> me/100 g			0,666	2,625	2,354
CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup> me/100 g			1,590	2,213	2,508
Ca <sup>+2</sup> me/100 g			0,333	1,00	0,966
Mg <sup>+2</sup> me/100 g					
Na <sup>+</sup> me/100 g					
K <sup>+</sup> me/100 g					
Na în extr. la satur. (me/l)					

Tabel 5.17

Date analitice – Vertosol din Câmpia Aranca (Cheglevici)

Orizonturi	Ap	Ay	By	By/Csc-ac	Cgo4	CGr
Adâncimi	0 - 20	- 35	- 70	- 140	- 180	- 220
Nisip grosier (2,0-0,2 mm) %	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Nisip fin (0,2-0,02 mm) %	9,4	12,4	13,7	14,2	24,9	30,3
Praf (0,02-0,002 mm) %	14,8	11,8	9,6	11,6	32,0	26,5
Argilă 2(sub 0,002 mm) %	75,6	75,7	76,6	74,1	43,0	43,1
Argilă fizică (sub 0,01 mm) %	87,2	87,2	87,1	83,2	61,4	60,4
Densitate specifică (D g/cm <sup>3</sup> )		2,43	2,45	2,45		
Densitate aparentă (DA g/cm <sup>3</sup> )		1,29	1,33	1,25		
Porozitate totală (PT %)		47	46	49		
Porozitate de aerajie (PA %)		2	1	1		
Coef. higroscopicitate (CH %)		18,3	18,1	19,5		
Coef. de ofilire (CO%)		27,5	28,1	29,3		
Capacitate de câmp (CC %)		35,2	34,2	38,7		
Capacitate totală (CT %)		36,4	34,6	39,2		
Capacitate de apă utilă (CU %)		7,7	6,1	9,4		
Conduc. Hidraulică (K mm/oră)		0,02	0,0	0,0		
pH (în H <sub>2</sub> O)	6,50	7,30	8,20	8,00	8,30	8,55
Carbonați (CaCO <sub>3</sub> %)		0,3	0,4	1,2	1,4	31,8
Humus %	3,41	3,28	3,04	2,91		
C : N	13,5	13,9	13,7	13,5		
N total (%)	0,17	0,16	0,15	0,15		
P mobil (ppm)	6,7	2,7	2,0			
K mobil (ppm)	320	263	239			
Baze de schimb (SB me/100 g)	49,3	65,2				
Hidrogen schimb.(SH me/100 g)	5,3	0,0				
Cap. de schimb cationic (T)	54,6	65,2	60,2	59,6	45,6	27,1
Grad de sat. în baze (V %)	90,3	100	100	100	100	100
Na schimbabil	1,9	1,9	4,6	7,8	11,8	11,4
Săruri solubile (me / 100 g)		1,1	3,4	11,9	8,4	7,3
Cl <sup>-</sup> (me la 100 g sol)			0,55	0,52	1,09	0,68
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (me la 100 g sol)			0,68	4,18	3,41	2,41
CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup> (me la 100 g sol)			0,51	0,69	0,57	0,60

Tabel 5.18

Date analitice – Vertosol din Câmpia Gătaia (Măureni)

Orizonturi Adâncimi	Ap 0 - 16	Ay - 30	AB - 50	Byw <sub>4</sub> - 80	Byw <sub>5</sub> - 130	BCw <sub>5</sub> - 170
Nisip grosier (2,0-0,2 mm) %	7,8	4,0	4,3	3,3	3,3	2,9
Nisip fin (0,2-0,02 mm) %	28,8	28,3	25,5	26,3	27,5	22,3
Praf (0,02-0,002 mm) %	31,4	30,7	25,5	26,9	23,2	28,6
Argilă 2(sub 0,002 mm) %	36,0	37,0	44,7	43,5	46,0	46,2
Argilă fizică (sub 0,01 mm) %	51,0	52,3	56,0	56,0	57,5	59,3
Densitate specifică (D g/cm <sup>3</sup> )	2,71	2,71	2,72	2,72	2,72	
Densitate aparentă (DA g/cm <sup>3</sup> )	1,38	1,57	1,47	1,47	1,53	
Porozitate totală (PT %)	49	42	46	46	44	
Porozitate de aeratie (PA %)	16,53	4,84	9,74	9,95	6,01	
Grad de tasare GT %)	3,52	17,57	12,11	11,78	16,27	
Coef. higroscopicitate (CH %)	8,43	8,67	10,46	10,18	10,77	
Coef. de ofilire (CO%)	12,65	13,00	15,70	15,28	16,15	
Capacitate de câmp (CC %)	23,58	23,52	24,00	23,92	24,80	
Capacitate totală (CT %)	35,56	23,71	24,64	24,49	28,73	
Capacitate de apă utilă (CU %)	10,94	10,70	8,95	9,22	8,65	
Cap. de cedare max. CCD %)	14,98	9,09	6,62	6,77	3,93	
Conduc. hidraulică (K mm/oră)	1,8	0,5	0,6	0,7	0,5	
pH (în H <sub>2</sub> O)	5,20	5,60	5,92	6,75	6,55	6,50
Carbonați (CaCO <sub>3</sub> %)						
Humus %	2,49	2,35	1,22	1,08		
Indice de N (IN)	2,34	2,23	1,09	1,00		
RHT - 142,5 t/ha	54,98	51,65	35,87			
N total (%)	0,133	0,133	0,07	0,07		
P mobil (ppm)	14,8	7,8	5,7	0,4		
K mobil (ppm)	151,9	99,6	117,9	93,8		
Baze de schimb (SB me/100 g)	16,33	19,80	23,88	24,90	26,32	28,16
Hidrogen schimb.(SH me/100 g)	8,33	6,90	4,64	4,52	4,28	3,89
Cap. de schimb cationic (T)	24,66	26,70	28,52	29,42	30,60	32,05
Grad de sat. în baze (V %)	66,22	74,15	83,73	84,63	86,01	87,86

## 5.6 Vertosol și Pelosol în Câmpia Aranca

Bazat pe studiile pedologice, scara 1:10000, întocmite de OSPA Timișoara în perioada anilor 1980 - 2003, ale teritoriilor Cenad - cu analiza a 77 de profile, Beba Veche - 50 profile, Dudeștii Vechi - 89 profile și Sânnicolau Mare - 74 profile, se fac următoarele considerații cu privire la răspândirea Vertosolului și Pelosolului în Câmpia Aranca.

La cele 290 profile principale s-au avut în vedere caracterizarea morfologică și descrierea profilelor, datele analitice fizico-chimice și diagnoza solurilor. S-au luat în considerare și unele profile (6) nou deschise și caracterizate conform SRTS - 2003.

Cu excepția unor profile de sol incomplet caracterizate de pedologii cartatori la vremea întocmirii studiilor pedologice menționate anterior apreciem că au existat

suficiente elemente de separare din Vertisolul definit conform SRCS – 1980 și prezent pe hărțile actuale de sol a celor două tipuri: Vertosol și Pelosol, definite de noul SRTS – 2003.

Fără îndoială că sunt posibile erori și că numai noi studii pedologice ale teritoriilor din bazinul hidrografic Aranca vor da oglinda reală a învelișului de soluri din zonă.

Din lucrarea publicată în 1997 la Editura Marineasa de Gh. Rogobete și D. Jărau ce cuprinde Harta Solurilor Banatului, precum și din hărțile existente în studiile pedologice ale celor patru teritorii s-a alcătuit Harta răspândirii Vertisolului în extremitatea vestică a Banatului (Harta) și o sinteză (tabel 5.20) privind suprafața ocupată cu Vertisoluri, conform SRCS – 1980.

Tabel 5.20

### Suprafața ocupată de Vertisoluri, SRCS – 1980

Teritoriul	Suprafața totală ha	Vertisol	
		ha	%
Beba Veche	9.287	6.280,00	67,62
Cenad	7.198	3.616,75	50,25
Dudeștii Vechi	13.165	6.158,49	46,78
Sânnicolau Mare	12.380	981,70	7,93
Bazin hidrografic Aranca	42.030	17.036,94	40,53

Reanalizarea tuturor profilelor de sol în spiritul criteriilor stabilite de SRTS – 2003, a permis identificarea următoarei structuri de soluri și a noii hărți cu Vertosoluri și Pelosoluri (Harta).

☞ teritoriul Beba Veche, 50 profile, din care Vertosol – 13, vertice – 3, Pelosol – 3, pelice – 8;

☞ teritoriul Cenad, cu 77 profile, din care Vertosol – 3, vertice – 9, Pelosol – 9, pelice – 7;

☞ teritoriul Dudeștii Vechi, cu 89 profile, din care Vertosol – 20, vertice – 15, Pelosol – 6, pelice – 11;

☞ teritoriul Sânnicolau Mare, cu 74 profile, din care Vertosol – 2, vertice – 2, Pelosol – 5, pelice – 3.

Suprafețele ce revin Vertosolurilor și solurilor vertice, respectiv Pelosolurilor și solurilor pelice sunt redată în tabelul 5.21.

Tabel 5.21

### Suprafața ocupată de Vertosoluri și Pelosoluri, SRTS – 2003

Teritoriul	Suprafața totală ha	VS		PE	
		ha	%	ha	%
Beba Veche	9.287	5.305	57,12	975	10,51
Cenad	7.198	2.304,74	32,02	1.312,01	18,23
Dudeștii Vechi	13.165	4.947,06	37,58	1.211,43	9,20
Sânnicolau Mare	12.380	414,07	3,34	567,63	4,98
Bazin hidrografic Aranca	42.030	12.970,87	30,86	4.218,61	10,03

Din compararea tabelelor 5.6 și 5.7 se constată că ponderea Vertosolurilor s-a diminuat de la 40,53% la 30,86%, o parte din suprafață (10,03%) revenind Pelosolului (2,87%) și solurilor pelice (7,16%).

Un alt aspect care a făcut obiectul cercetărilor l-a reprezentat conținutul de argilă (<2) și capacitatea totală de schimb cationic, dat fiind că Referențialul francez stabilește și un parametru (<30 me) pentru Pelosol.

Tabel 5.22

**Conținutul de Argilă (%) și T me/100 g sol**

Teritoriul	Vertosol			Pelosol		
	Profil nr.	A	T	Profil nr.	A	T
Beba Veche	27	54,6	47,38	36	69,8	34,1
	31	62	39,29	40	48,9	32,06
	32	68,3	46,10	45	50,4	29,78
	33	52	39,72			
	35	65,5	44,18			
	37	70	45,6			
	38	63,4	35,38			
	43	73,6	45,1			
	44	56,7	43,27			
	46	53,8	42,8			
	47	68,2	46,92			
	48	63,0	45,2			
49	67,3	45,28				
Cenad	22	59,4	49,3	21	52,1	25,18
	25	62,0	41,33	23	43,9	28,55
	27	60,2	44,82	28	54,3	28,10
	32	48,6	38,39	29	65,9	38,95
	43	67,8	61,80	31	46,6	28,5
	47	58,2	54,20	34	50	31,33
				37	66,7	44,38
				39	55,5	37,81
				44	44,4	26,4
				48	64,1	35,39
				50	47,3	34,3
Dudeștii Vechi	44	68,3	36,1	43	46,6	28,2
	46	72,4	44,28	45	48,6	30,39
	48	70	35,7	60	54,1	30,57
	50	63,4	40,58	68	51,3	28,8
	52	68	51,6	86	52,6	27,04
	53	75,2	43,29	89	48	33,14
	54	50,4	46,21			
	62	67,8	41,01			
	63	67	43,5			
	65	73,6	46,5			
	71	58,2	44			
	72	49	42,36			
	74	60,8	45,43			
	77	63	41,36			
	78	72,9	36,34			
	79	49,2	27,8			

Teritoriul	Vertosol			Pelosol		
	Profil nr.	A	T	Profil nr.	A	T
	80	51,2	45,1			
	81	53	39,56			
	85	60,3	44,7			
	87	60,5	40,2			
Sânnicolau Mare	67	60,5	48,55	64	51,3	34,8
	68	63,5	51,12	66	47,9	30,2
				69	59,2	35,83
				71	59,2	36,18
				74	68,7	40,66

Este necesar să se precizeze că valorile tabelului 5.22 sunt cele mai mari întâlnite în profilele respective.

Pentru o mai bună comparare a conținutului de argilă și capacității de schimb cationic prezentăm în tabelul 5.9 valorile medii pe teritoriile studiate.

Tabel 5.23

### Conținutul mediu în A% și Tme în bazinul hidrografic Aranca

Teritoriul	VS		PE	
	Argilă	T	Argilă	T
Beba Veche	62,95	43,56	56,37	31,98
Cenad	59,37	48,31	53,71	32,63
Dudeștii Vechi	62,71	42,28	43,01	29,69
Sânnicolau Mare	62,00	49,83	57,26	35,53
Bazin hidrografic Aranca	61,76	46,00	52,59	32,46

Se observă că există un conținut foarte mare de argilă în ambele tipuri de sol și în special în Vertosol – 61,76% și că Vertosolul are o capacitate de schimb cationic – 46 me, superioară Pelosolului – 32,46 me. În același timp, valoarea înregistrată la Pelosolul din zonă este superioară limitei propusă de Referențialul francez (< 30 me) pentru Pelosoluri.

În cercetarea studiilor pedologice efectuate conform SRCS – 1980 pentru actualizarea lor conform SRTS – 2003, apar dificultăți generate de neuniformitatea studiilor, respectiv de meticulozitatea descrierii profilelor de sol.

Astfel, de exemplu studiul pedologic pentru Cenad (1994): din cele 77 profile cercetate numai la 9 profile se menționează structura sfenoidală; US 23, US 37, US 44 – nu au în descriere orizont vertic, dar sunt considerate Vertisoluri; US 20, US 21, US 24, US 26, US 30, US 34, US 38, US 39, US 45, US 49, US 53, US 54 – au orizont vertic de 25-50 cm. Este evident că ele au fost considerate Vertisoluri după clasificarea din 1980, dar în prezent nu pot fi considerate Vertisoluri.

Studiile pedologice realizate în anii 2005 și 2006 pentru teritoriile Foeni, Giulvăz, Uivar, cu participarea prof. Gh. Rogobete sau Dr. Ion Munteanu – ICPA București și Gh. Rogobete au considerat majoritatea fostelor Vertisoluri din aceste teritorii drept Pelosoluri.



Concluzia pe care o desprindem este că actuala condiție cerută de SRTS – 2003 va conduce la înlocuirea pentru mari suprafețe din Banat a Vertosolului de către Pelosol.

Întrucât Soil Taxonomy și WRB – FAO nu sunt atât de restrictive ca și SRTS – 2003, privind grosimea orizontului vertic de 100 cm pentru a fi Vertosol, propunem revenirea la condiția de prezență a orizontului vertic "y" într-unul din suborizonturile profilului în primii 100 cm.

### 5.7 Gradul de tasare al Vertosolului

Cunoașterea gradului de tasare pentru aprecierea compactării Vertosolurilor din Bazinul hidrografic Aranca s-a realizat prin analiza caracteristicilor fizice a 53 profile de sol prezentate în tabelul 5.24.

Tabel 5.24

#### Baza de date

Denumire sol	Adâncime (cm)	A < 0,002 (mm)	D (g/cmc)	DA (g/cmc)	PT (% v/v)	GT (% v/v)
<b>Sânnicolau Mare</b> VS gc-sc	-25	4,71	2,50	1,38	44,80	2,11
	-43	50,4	2,50	1,41	43,60	18,07
	-57	47,7	2,52	1,49	40,87	22,55
	-70	37,1				
	-90	27,7				
	-105	17,1				
	-170	13				
VS gc-sc	-30	55	2,4	1,2	50,00	7,35
	-50	59,8	2,41	1,28	46,89	14,36
	-65	60,5	2,39	1,28	46,44	15,34
	-73	58,3	2,42	1,32	45,45	16,60
	-87	56,6				
	-106	50,2				
	-126	42,1				
	-145	24,6				
VS gc-sc	-10	41,7				
	-37	62,1	2,47	1,25	49,39	10,39
	-75	63,5	2,45	1,3	46,94	15,20
	-95	49				
	-160	19,1				
VS gc-sc	-30	54	2,39	1,19	50,21	6,68
	-38	58,9	2,35	1,34	42,98	21,29
	-50	60,7	2,41	1,21	49,79	9,29
	-68	61,8	2,37	1,35	43,04	21,85
	-89	61,8				
	-110	58,7				
	-140	47				
	-185	26,8				
<b>Dudeștii Vechi</b>	-15	57,3	2,68	1,39	48,13	11,42
	-27	58,5	2,68	1,54	42,54	22,00

Denumire sol	Adâncime (cm)	A < 0,002 (mm)	D (g/cmc)	DA (g/cmc)	PT (% v/v)	GT (% v/v)
VS gc	-51	55,6	2,68	1,52	43,28	19,94
	-71	45	2,70	1,46	45,93	12,25
	-90	30,9	2,72	1,39	48,90	2,28
	-143	19,9				
	-180	19,3				
VS ac-gc	-27	43,3	2,68	1,49	44,40	14,70
	-45	45,9	2,68	1,4	47,76	8,99
	-60	44,9	2,68	1,44	46,27	11,56
	-77	41,3	2,68	1,46	45,52	12,00
	-100	37,9				
	-150	35,3				
VS gc-st	-21	41,8	2,68	1,13	57,84	-11,62
	-42	46,3	2,68	1,36	49,25	6,27
	-63	46,6	2,68	1,37	48,88	7,06
	-100	37,7	2,70	1,32	51,11	0,07
	-155	19,9				
	-165	9,5				
	-200	34,5				
VS gc-st	-23	68,3	2,68	1,44	46,27	17,57
	-38	67,6	2,68	1,52	43,28	22,73
	-67	67,6	2,68	1,5	44,03	21,40
	-104	66,1	2,7	1,51	44,07	20,98
	-137	57,8				
	-165	22,1				
VS gc-st	-200	20,3				
	-23	48,3	2,68	1,36	49,25	6,85
	-50	48,6	2,68	1,46	45,52	13,98
	-77	47,2	2,7	1,45	46,30	12,14
	-100	45,4	2,72	1,43	47,43	9,49
	-130	38,1				
	-155	3,2				
VS gc-st	-200	4,2				
	-27	52,8	2,68	1,32	50,75	5,34
	-55	70,4	2,68	1,14	57,46	-1,75
	-74	70,8	2,68	1,06	60,45	-6,91
	-110	72,4	2,7	1,11	58,89	-3,68
VS st-gc						
	-14	59,1	2,68	1,41	47,39	13,26
	-26	61	2,68	1,49	44,40	19,18
	-52	58,3	2,68	1,49	44,40	18,53
	-64	38,1	2,70	1,41	47,78	6,70
	-86	25,5	2,72	1,35	50,37	-2,46
VS st-gc	-126	17,6				
	-180	7,5				
VS st-gc	-15	66,7	2,68	1,28	52,24	6,50

Denumire sol	Adâncime (cm)	A < 0,002 (mm)	D (g/cmc)	DA (g/cmc)	PT (% v/v)	GT (% v/v)
	-26	66	2,68	1,31	51,12	8,32
	-57	69,3	2,68	1,33	50,37	10,52
	-92	70	2,7	1,34	50,37	10,71
	-111	56,3				
	-147	38				
	-180	24				
VS st-gc	-16	50,5	2,68	1,41	47,39	10,98
	-42	54,5	2,7	1,53	43,33	19,58
	-54	52,5	2,7	1,52	43,70	18,40
	-69	51,2	2,72	1,51	44,49	16,61
	-85	40,8	2,72	1,46	46,32	10,31
	-120	33,1				
VS st-gc	-17	61	2,68	1,39	48,13	12,39
	-32	63,4	2,68	1,47	45,15	18,41
	-64	63,2	2,68	1,4	47,76	13,64
	-95	50,8	2,7	1,45	46,30	13,11
	-118	30,9				
	-146	24,7				
	-200	19,4				
VS st-gc	-25	38,6	2,68	1,31	51,12	0,34
	-35	42,9	2,68	1,52	43,28	16,75
	-55	43,9	2,68	1,43	46,64	10,57
	-77	43,9	2,7	1,43	47,04	9,81
	-100	31,6	2,72	1,38	49,26	1,77
	-140	25,7				
	-170	31				
	-201	26,2				
	-250	14,8				
VS st-gc	-24	65,1	2,68	1,39	48,13	13,45
	-50	67,2	2,68	1,2	55,22	1,30
	-73	68	2,68	1,56	41,79	25,48
	-100	56	2,72	1,48	45,59	15,78
	-130	25,9				
	-160	33,3				
VS st-ac	-25	45,9	2,68	1,38	48,51	7,57
	-40	50,4	2,68	1,43	46,64	12,35
	-90	48	2,68	1,33	50,37	4,64
	-101	36,2	2,7	1,31	51,48	-1,14
	-165	29,2				
	-200	21,8				
VS st-ac	-20	42	2,68	1,45	45,90	11,48
	-33	41,4	2,68	1,56	41,79	19,24
	-46	44,9	2,68	1,55	42,16	19,41
	-70	47,7	2,68	1,57	41,42	21,52
	-95	40,7	2,7	1,51	44,07	14,64

Denumire sol	Adâncime (cm)	A < 0,002 (mm)	D (g/cmc)	DA (g/cmc)	PT (% v/v)	GT (% v/v)
	-125	32				
	-170	25				
	-210	19,4				
VS ac-gc	-20	45,3	2,68	1,3	51,49	1,70
	-40	45,4	2,68	1,35	49,63	5,29
	-60	48,2	2,68	1,51	43,66	17,41
	-85	42,9	2,7	1,55	42,59	18,08
	-125	27,7				
	-160	23,6				
	-200	19,5				
VS ac-gc	-27	45,4	2,68	1,38	48,51	7,43
	-45	47,5	2,68	1,47	45,15	14,40
	-62	46,5	2,68	1,52	43,28	17,68
	-83	44,9	2,68	1,53	42,91	17,98
	-110	41,2				
	-130	36,5				
	-160	30,7				
	-210	22,5				
	-240	7,7				
VS st-ac	-16	45	2,68	1,18	55,97	-6,95
	-33	46,5	2,68	1,27	52,61	0,06
	-48	52,6	2,68	1,4	47,76	10,85
	-68	44	2,7	1,48	45,19	13,39
	-85	13,4	2,72	1,18	56,62	-19,99
	-125	2,6				
	-200	3,4				
VS st-ac	-23	53,5	2,68	1,42	47,01	12,48
	-46	55,4	2,68	1,53	42,91	20,58
	-64	45,3	2,68	1,51	43,66	16,66
	-79	41,2	2,7	1,46	45,93	11,20
	-130	37				
VS st-ac	-30	47,6	2,68	1,36	49,25	6,64
	-50	53,1	2,68	1,48	44,78	16,55
	-80	53,6	2,7	1,48	45,19	15,91
	-100	54,1	2,72	1,49	45,22	15,98
	-125	46,4				
	-155	41,5				
	-190	39,8				
VS st-ac	-16	45,8	2,68	1,25	53,36	-1,70
	-23	46,2	2,68	1,53	42,91	18,31
	-45	45,3	2,68	1,51	43,66	16,66
	-62	45,8	2,7	1,50	44,44	15,29
	-81	37,8	2,72	1,44	47,06	8,02
	-100	45,6	2,72	1,51	44,49	15,16
	-120	46,4				
VS sc-gc	-25	64,4	2,68	1,51	43,66	21,34

Denumire sol	Adâncime (cm)	A < 0,002 (mm)	D (g/cmc)	DA (g/cmc)	PT (% v/v)	GT (% v/v)
	-42	64,7	2,68	1,60	40,30	27,45
	-61	64,7	2,68	1,62	39,55	28,79
	-95	66,4	2,68	1,64	38,81	30,48
	-130	64,1				
	-175	67,8				
	-210	32				
VS sc	-17	66,5	2,68	1,31	51,12	8,45
	-37	67	2,68	1,37	48,88	12,59
	-69	63,2	2,68	1,34	50,00	9,59
	-92	54,7	2,7	1,43	47,04	12,76
	-116	28,4				
	-145	12,3				
	-180	17				
VS sc-gc	-15	44,2	2,68	1,41	47,39	9,23
	-37	45,3	2,68	1,45	45,90	12,39
	-53	47,3	2,68	1,57	41,42	21,42
	-75	40,9	2,68	1,48	44,78	13,34
	-125	26,6				
	-160	20,3				
	-200	16,5				
VS sc-gc	-14	69,5	2,68	1,26	52,99	5,94
	-29	71	2,68	1,35	49,63	12,28
	-52	70,8	2,68	1,47	45,15	20,15
	-77	70,8	2,7	1,39	48,52	14,19
	-100	73,6	2,72	1,48	45,59	20,02
	-132	73				
	-164	62				
	-180	59,5				
VS sc-gc	-10	53,2	2,68	1,39	48,13	10,32
	-30	51,5	2,68	1,54	42,54	20,33
	-55	47,8	2,68	1,51	43,66	17,30
	-77	43,5	2,7	1,48	45,19	13,26
	-90	33	2,72	1,45	46,69	7,32
	-110	24				
	-135	14,2				
	-170	6				
VS sc-gc	-30	52,6	2,68	1,46	45,52	15,03
	-40	56,1	2,68	1,52	43,28	20,06
	-75	53,6	2,70	1,51	44,07	17,98
	-128	33,7	2,72	1,41	48,16	4,62
	-160	31,4				
	-210	15,6				
VS sc-gc	-30	47,9	2,68	1,41	47,39	10,26
	-50	51,3	2,68	1,36	49,25	7,70
	-80	49,8	2,68	1,33	50,37	5,17
	-102	41,4	2,70	1,28	52,59	-1,63

Denumire sol	Adâncime (cm)	A < 0,002 (mm)	D (g/cmc)	DA (g/cmc)	PT (% v/v)	GT (% v/v)
	-125	29,9				
	-150	30,9				
	-180	19				
VS sc-gc	-23	44,8	2,68	1,46	45,52	12,96
	-42	51,2	2,68	1,53	42,91	19,56
	-63	60,4	2,68	1,56	41,79	23,80
	-80	62,8	2,7	1,57	41,85	24,23
	-120	64,1				
VS sc-gc	-25	49,5	2,68	1,43	46,64	12,11
	-50	48	2,68	1,58	41,04	22,30
	-62	38,3	2,68	1,52	43,28	15,53
	-73	28,4	2,68	1,43	46,64	6,02
	-110	31				
	-170	18,3				
	-200	44				
VS sc-gc	-20	54,9	2,68	1,17	56,34	-4,44
	-61	58,2	2,68	1,32	50,75	6,86
	-91	54,4	2,70	1,36	49,63	7,87
	-112	54,2				
	-125	55,4				
VS sc-gc	-24	35,9	2,68	1,38	48,51	4,61
	-46	39,3	2,68	1,46	45,52	11,45
	-81	42,7	2,70	1,53	43,33	16,60
	-106	49				
	-140	47,2				
VS sc-gc	-18	48,9	2,68	1,38	48,51	8,43
	-43	49	2,68	1,49	44,40	16,20
	-60	49,7	2,68	1,54	42,54	19,89
	-87	45,9	2,70	1,51	44,07	16,02
	-150	32,2				
	-200	17,6				
VS sc-gc	-14	58,8	2,68	1,21	54,85	-0,49
	-36	59	2,68	1,28	52,24	4,35
	-60	60,8	2,68	1,46	45,52	17,10
	-100	58,7	2,70	1,42	47,41	13,12
	-125	45,1				
	-185	51,1				
	-210	45,3				
VS sc-gc	-11	60,9	2,68	1,38	48,51	11,69
	-27	66,5	2,68	1,51	43,66	21,82
	-58	63,4	2,68	1,49	44,40	19,75
	-78	62,5	2,70	1,49	44,81	18,80
	-102	42	2,72	1,4	48,53	6,40
	-120	39,6				
VS sc-gc	-15	59,1	2,68	1,52	43,28	20,77

Denumire sol	Adâncime (cm)	A < 0,002 (mm)	D (g/cmc)	DA (g/cmc)	PT (% v/v)	GT (% v/v)
	-32	59,2	2,68	1,58	41,04	24,89
	-60	59,1	2,68	1,57	41,42	24,19
	-80	54,9	2,68	1,56	41,79	22,54
	-130	47,6				
	-186	44,6				
	-205	50,3				
VS sc-gc	-24	61,5	2,68	1,44	46,27	15,91
	-50	60,4	2,68	1,51	43,66	20,40
	-69	63	2,68	1,52	43,28	21,69
	-93	56	2,70	1,48	45,19	16,52
	-140	53,3				
VS sc-gc	-17	73,7	2,68	1,48	44,78	21,46
	-38	71	2,68	1,55	42,16	25,47
	-55	72,9	2,68	1,60	40,30	29,16
	-100	48,5	2,70	1,51	44,07	16,69
	-145	48,2				
	-180	55,5				
	-210	50,9				
VS sc-gc	-28	46,6	2,68	1,38	48,51	7,77
	-68	48,2	2,68	1,46	45,52	13,88
	-97	49,2	2,70	1,47	45,56	14,08
	-120	47,8				
VS sc-gc	-21	45,7	2,68	1,27	52,61	-0,31
	-55	48,6	2,68	1,25	53,36	0,82
	-87	51,2	2,70	1,24	54,07	-1,37
	-110	41,2				
	-137	44,6				
	-162	49				
	-200	34,5				
	-220	41				
VS sc-ac-gc	-15	45,7	2,68	1,36	49,25	6,09
	-37	47	2,68	1,43	46,64	11,43
	-59	49,7	2,68	1,48	44,78	15,68
	-125	53	2,70	1,39	48,52	9,55
	-150	40				
	-200	33,8				
VS sc-gc-st	-20	46,5	2,68	1,42	47,01	10,58
	-41	45,9	2,70	1,48	45,19	13,90
	-71	48,7	2,70	1,53	43,33	18,14
	-83	46,4	2,70	1,52	43,70	16,85
	-110	43,8				
VS sc-gc-st	-30	39,7	2,68	1,43	46,64	9,38
	-47	50,4	2,68	1,54	42,54	20,07
	-60	46	2,70	1,53	43,33	17,46
	-80	34,7	2,70	1,48	45,19	10,80

Denumire sol	Adâncime (cm)	A < 0,002 (mm)	D (g/cmc)	DA (g/cmc)	PT (% v/v)	GT (% v/v)
	-125	36,7				
	-160	52,9				
	-180	23,2				
VS sc-gc-st	-28	56,3	2,68	1,29	51,87	4,27
	-50	58,4	2,68	1,44	46,27	15,13
	-75	54,1	2,70	1,42	47,41	11,91
	-125	33,2	2,72	1,23	54,78	-8,66
	-150	34,6				
	-205	22				
VS sc-gc-st	-11	56,3	2,68	1,38	48,51	10,46
	-35	60,3	2,68	1,46	45,52	16,97
	-89	57,2	2,70	1,45	46,30	14,78
	-109	54,1				
	-136	47,2				
VS sc	-28	44,7	2,68	1,32	50,75	2,95
	-47	47,7	2,68	1,51	43,66	17,28
	-80	52,6	2,70	1,50	44,44	17,04
	-100	30,6				
	-140	34,8				
	-170	26,2				
	-210	18,9				
	-240	44,1				
VS sc-gc	-18	40,6	2,68	1,28	52,24	-1,20
	-40	43,1	2,68	1,36	49,25	5,33
	-65	33,8	2,70	1,27	52,96	-4,86
	-80	60,5	2,72	1,20	55,88	-1,86
	-120	53,3				
	-160	46,7				
	-210	18,4				
VS sc-gc-st	-25	42,3	2,68	1,36	49,25	5,09
	-43	44,1	2,68	1,48	44,78	14,20
	-55	40,4	2,68	1,46	45,52	11,75
	-80	32,5	2,68	1,48	44,78	10,98
	-100	51,7				
	-150	56,4				
VS sc-gc-st	-30	44,5	2,68	1,37	48,88	6,45
	-47	44,9	2,68	1,51	43,66	16,56
	-61	40,6	2,68	1,46	45,52	11,81
	-85	37,7	2,68	1,42	47,01	8,08
	-120	48				
	-155	45,8				
	-190	34,4				
	-220	36,6				



Analiza datelor referitoare la caracteristicile fizice a altor 400 de profile de sol din județul Timiș, de către un colectiv condus de prof. univ. Gh. Rogobete a permis elaborarea hărții stării de compactare (1:500.000) și a urgenței la scarificare (figura 5.12), cunoscând valoarea  $GT \geq 18,1$  este urgența I de scarificare,  $GT \geq 10,1 - 18,0$  este urgența II și  $GT \leq 10$  este urgența III.

Cunoașterea efectului lucrărilor agricole și a influenței gradului de compactare asupra nivelului producției agricole pe un vertosol din zona Sânnicolaului Mare a rezultat dintr-o cercetare într-un câmp experimental, condusă de prof. N. Ionescu și prof. Gh. Rogobete, dintr-o experiență de 6 variante:

- a – scarificare dublă, la 80 cm adâncime, în lungime și pe diagonala parcelei;
- b – scarificare simplă, la 80 cm adâncime;
- c – arat la 40 cm adâncime;
- d – arat la 25 cm adâncime;
- e – arat la 20 cm și tasat cu cisternă de 1800 l;
- f – arat la 20 cm și tasat de două ori cu cisternă de 3600 l.

Efectul acestor lucrări asupra nivelului producției agricole este prezentat în tabel.

Tabel 5.25

### Efectul compactării asupra producției (kg/ha)

Varianta	Adâncime de lucru, cm	porumb	grâu	sfeclă de zahăr	fasole
a	80	6000	4200	36600	1450
b	80	5200	3600	31200	920
c	40	5000	3400	30300	860
d	25	4000	3200	28000	800
e	20	3600	2900	27500	740
f	20	2600	2200	16000	420

Apare evident că soluția afânării adânci a solului prin două direcții de scarificare este varianta optimă, ceea ce recomandă această metodă de scarificare în două direcții pentru practică.

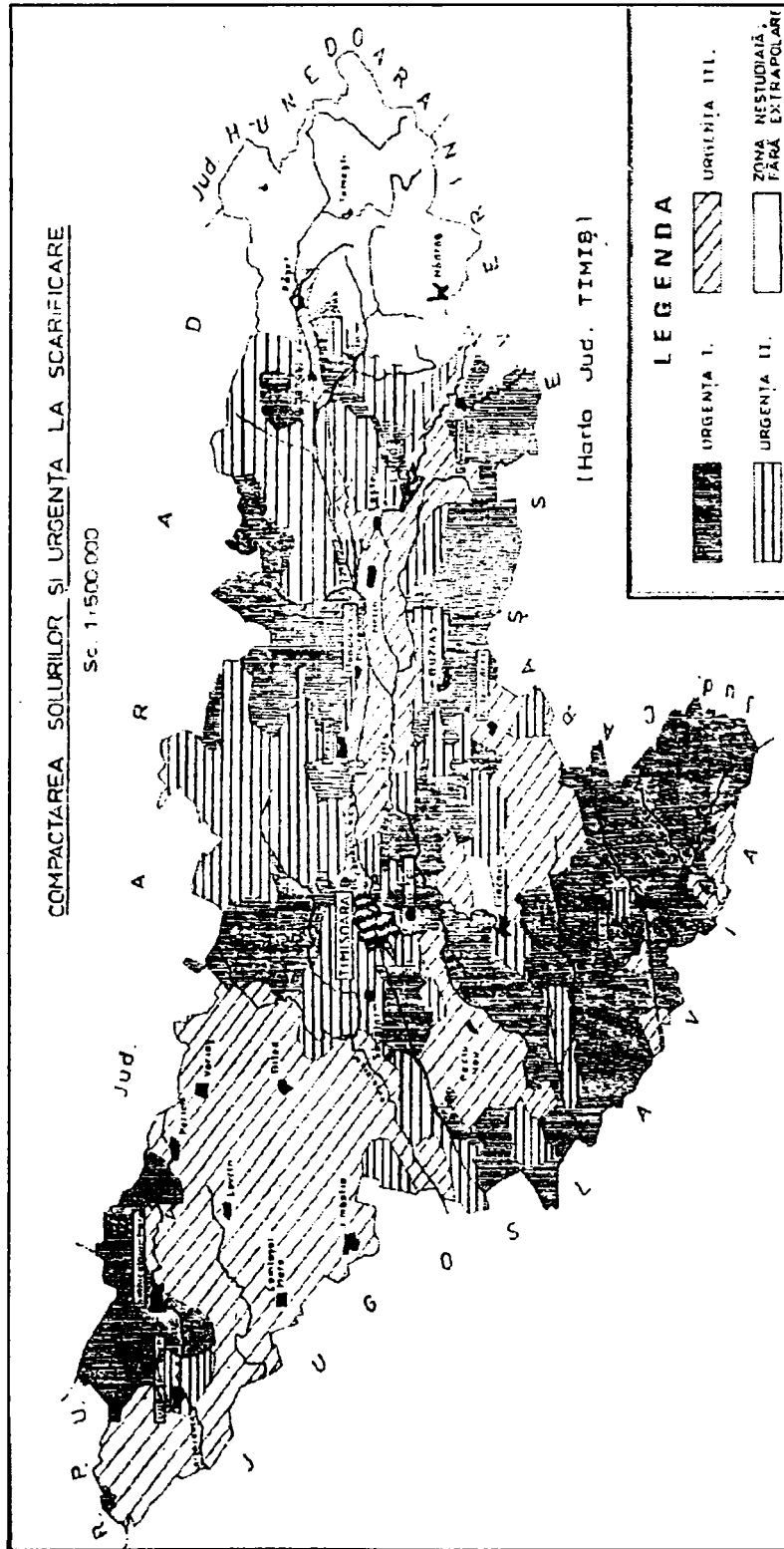


Figura 5.19 Compactarea solurilor și urgența la scarificare

## 5.8 Încadrarea în clase de calitate și modul de folosință

Încadrarea în clase de calitate sau fertilitate a vertisolurilor este prezentată pe baza studiilor pedologice efectuate de OSPA Timișoara la scara 1:10000, extrase din Arhiva OSPA, care a constituit și sursa de date pentru lucrarea publicată de Țărău D. (2002) referitoare la comunele bănățene. Este de menționat că notele de bonitare sunt pentru folosința arabil și evident că pentru teritoriul unei comune vertisolurile apar dispuse în mai multe clase de calitate: subtipurile tipice și eventual brunice pot fi chiar de clasa a II-a, iar subtipurile cu maximum de gleizare, salinizare sau sodizare pot ajunge în clasa a IV-a sau chiar a V-a; dominante sunt însă vertisolurile și eventual pelosolurile de clasa a III-a, a IV-a.

Tabel 5.26

Teritoriul Beba Veche, VS = 37%, US 30 – 48

Clasa de calitate (fertilitate)	Unitatea de sol
II	30
III	33, 34, 35, 41
IV	31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 46
V	47, 48

Tabel 5.27

Teritoriul Cenad, VS = 43%, US 18 – 54

Clasa de calitate (fertilitate)	Unitatea de sol
II	18, 19, 22, 45
III	20, 21, 23, 24, 25, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 46, 50
IV	26, 27, 28, 30, 36, 41, 42, 43, 47, 48, 49, 51, 53, 54
V	44, 52

Tabel 5.28

Teritoriul Dudeștii Vechi, VS = 33,5%, US 41 – 89

Clasa de calitate (fertilitate)	Unitatea de sol
II	41, 42, 64
III	43, 45, 51, 55, 57, 58, 66, 70, 86, 87, 88, 89
IV	44, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 56, 59, 60, 61, 63, 65, 67, 68, 69, 71, 72, 73, 74, 74, 74, 79, 80, 81, 83, 84
V	62, 76, 77, 82, 85

Tabel 5.29

Teritoriul Gătaia, VS = 36,4%, US 48 – 76

Clasa de calitate (fertilitate)	Unitatea de sol
II	46, 49, 55, 67
III	50, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 70, 71, 73, 75, 76
IV	51, 52, 53, 54, 68, 69, 72, 74

Teritoriul Sânnicolau Mare, VS = 8%, US 64 - 74

Clasa de calitate (fertilitate)	Unitatea de sol
II	64
III	66, 67, 71, 72, 73, 74
IV	68, 69
V	65, 70

Deși vertosolurile au un mare potențial agricol, sunt foarte dificil de lucrat, fiind foarte compacte și tari când sunt uscate și foarte plastice și lipicioase atunci când sunt umede, astfel că necesită o tehnologie specială.

Pentru toate vertisolurile din lume, problema managerială principală, pentru a obține producții agricole o reprezintă controlul dinamicii apei cu menținerea sau creșterea fertilității solului. Pentru că vertisolurile au o viteză de infiltrație a apei foarte mică, în perioadele umede se produce un exces de apă în partea superioară a profilului, care trebuie drenat sau acumulat pentru a fi o resursă în perioadele uscate. Drenajul de suprafață poate fi realizat prin executarea unor paturi largi și brazde, iar apa se poate stoca în mici poldere ce se pot cultiva cu furaje. Această metodă a mărit producția la grâu cu 50%, iar la bob cu 150% în ținuturile înalte ale Etiopiei. Îmbunătățirea infiltrației se poate realiza prin cultivarea pe curbe de nivel, afânarea adâncă sau mulcire verticală pentru intensificarea infiltrației în subsol. Se fac șanțuri la 4-5 m distanță și între ele se depune miriștea tocată, înălțând suprafața cu 10 cm.

Fertilizarea organică periodică, la 4-5 ani cu 30-40 t/ha gunoi de grajd asociată cu doze economice de azot și fosfor, aplicate cu grija de a nu fi pierdute pe crăpături, conduce la anularea carenței de nutrienți accesibili. Uneori, vertisolurile pot cauza carența în zinc a unor culturi de grâu, porumb, orez, cânepă, sorg,

Pentru vertisolurile din zonele subtropicale rezultate bune se obțin prin cultivarea trestiei de zahăr și a bumbacului.

În conducție, vertosolurile și pelosolurile pot da producții bune dacă există mașini agricole de putere mai mare și cu o gamă diversificată și dacă se reușește controlul bilanțului hidric, cu completarea cerinței pentru apă a culturilor în perioadele uscate și drenarea excesului în perioadele umede.

## 6. MONITORIZAREA VERTOSOLULUI DIN CÂMPUL EXPERIMENTAL CHEGLEVICI

Suprafața și potențialul mare al vertisolurilor, situarea lor în zone favorabile culturii plantelor cerealiere, textile, medicinale, etc., dar și problemele specifice derivate din comportamentul lor aparte a impus efectuarea unor cercetări staționare și o serie de abordări și dezvoltări teoretice și practice pentru valorificarea acestor terenuri și prevenirea unor deteriorări ale infrastructurii.

În acest sens consider utilă prezentarea unor aspecte de mecanica solurilor și a rezultatelor obținute în staționarul întemeiat în 1967 de Teaci D. și Rogobete Gh. la Cheglevici.

### 6.1. Comportament reologic în vertosolul de la Cheglevici

Reologia este o ramură a fizicii care studiază **deformarea** materialelor și implicit a solului, sub aspectul **eforturilor** ce le sunt aplicate ținând seama de variația acestora în timp.

În reologie există două direcții mari de cercetare: **reologia liniară**, care ia în considerare proprietățile elastice și vâscoase, parametri reologici, fiind constanți; **reologia neliniară** care ia în considerare proprietățile plastice și parametri reologici sunt variabili. Ca urmare, fenomenul reologic pentru a fi studiat s-a diversificat sub două aspecte fizice:

- *fenomenul de fluaj*, adică o deformare continuă sub o sarcină constantă;
- *fenomenul de relaxare*, adică scăderea continuă a eforturilor pentru o deformare constantă.

În contextul general al exploatării agricole a terenurilor, fenomenele de destructurare a solului sunt de origine antropică și apar ca rezultat al deformării solului prin lucrările agricole și prin aplicarea unor sarcini la suprafața terenului. Natura și amploarea acestor deformări depind, în principal de rezistența opusă de sol acestor forțe externe, respectiv de coeziunea și starea de consistență a solului.

Hidratarea progresivă a unor particule de sol uscat, de consistență *tare* diminuează treptat forțele de atracție dintre particule și face trecerea la alte stări de consistență figura 6.1.

Solurile cele mai sensibile la deformări sunt acelea care se află în stare plastică adică acelea a căror umiditate corespunzătoare capacității de câmp este superioară limitei de plasticitate și care au consistență plastică și după eliminarea apei gravitaționale.

Pentru a reda analitic comportamentul reologic al solului s-a recurs la utilizarea unor scheme simple ușor exprimabile în limbaj matematic, deci o modelare analogică.

Anihilarea unei părți a forțelor de coeziune poate induce o modificare a modului de deformare, motiv pentru care se face o distincție între corpurile al căror comportament *simplic* relevă un mod de deformare *unic*, de acele corpuri al căror

comportament presupune o succesiune de comportamente. La cele două extreme ale comportamentului reologic se află **solidul indeformabil** zis al lui **Euclid** sau **fluidul perfect** al lui **Pascal**.

În primul caz, **deformarea relativă**  $\varepsilon$  este nulă oricare ar fi forța de compresiune  $\sigma$ , pe când în al doilea caz deformarea se produce și la o sarcină zero.

Ecuțiile lor reologice se pot scrie:

$$\varepsilon = 0; \forall \sigma \text{ și } \sigma = 0, \forall \varepsilon \quad (23)$$

Comportamentul tuturor cazurilor reale se află între aceste extreme.

În stare plastică, deformarea ireversibilă se produce doar când  $\sigma_0$  a fost depășit. **Viteza deformării** este dată de produsul dintre suprasarcina necesară depășirii coeziunii corpului și coeficientul de plasticitate  $\beta$ :

$$\frac{\varepsilon}{dt} = \frac{1}{\beta} (\sigma - \sigma_0) \quad (24)$$

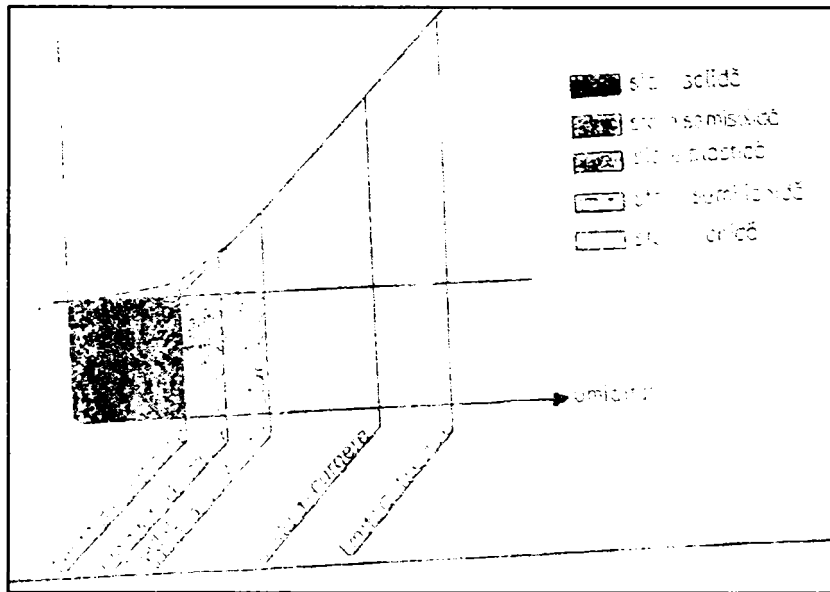


Figura 6.1 Limitele de consistență

În stare solidă sau semilichidă, comportamentul este caracterizat prin **deformare elastică** reversibilă proporțională cu sarcina aplicată.

Relația se numește **legea lui Hooke**,  $E$  fiind modulul de elasticitate

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E} \quad (25)$$

Modul de deformare este dependent de umiditatea solului. Astfel, un sol cu o anumită umiditate se comportă *elasto - plastic*, iar când este uscat - *fragil*.

În general, deformările elastice afectează solurile nisipoase și solurile argiloase uscate. Comportamentul pur plastic este specific solurilor argiloase cu umiditate superioară limitei de plasticitate, deformarea fiind însoțită de crăpături și ruperea unor elemente structurale.

În absența oricărei încărcări a solului, presiunea totală verticală  $\sigma_z$  provine din propria greutate a solului, exprimată prin:

$$\sigma_z = \int_0^z (\rho_s + \rho_w \cdot \theta) g \cdot dz \quad (26)$$

Această presiune totală rezultă din suma *presiunii efective* suportată de scheletul mineral al solului și *presiunea neutră* suportată de faza lichidă. S-a constatat că presiunea neutră nu afectează compresibilitatea și rezistența la forfecare.

Presiunile induse prin aplicarea de sarcini la suprafața solului se adaugă la presiunea gravitațională  $\sigma_z$ . Sarcinile *temporare*, cum ar fi animalele și mașinile agricole transmit două tipuri de presiuni: de **compresie verticală** legată de greutatea lor și **de forfecare** generate de eforturile tangențiale de la deplasare.

Compresia verticală este cu atât mai însemnată cu cât suprafața este mai mică și încărcătura mai mare, astfel că o remorcă încărcată atinge 1000 kPa. Presiunile verticale generate de animale mici (oi) sunt 150 kPa, de animalele mari (cai, vite) circa 300 kPa, de om circa 200 kPa. Deplasarea turmelor aduce în timp o degradare marcată a solului.

Presiunile induse prin aplicarea de sarcini se adaugă la presiunile verticale gravitaționale. Aplicarea unei sarcini punctuale P duce la apariția de presiuni normale și tangențiale ilustrate în figura 6.2, în care presiunea cea mai importantă este cea verticală.

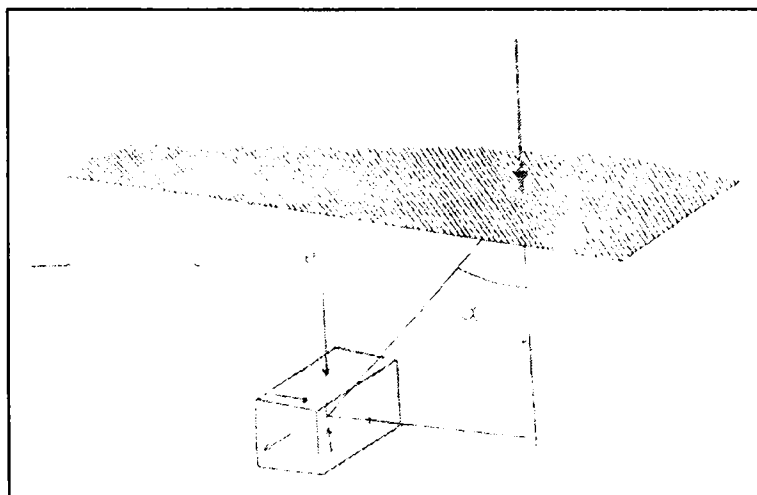


Figura 6.2 Presiuni generale de o sarcină punctuală

$$\sigma_z = \frac{3Pz^3}{2\pi d^5} = \frac{3P}{2\pi z^2} \cos^5 \alpha \quad (27)$$

Această expresie arată că presiunea verticală se micșorează cu distanța de la sarcină, iar curbele de presiune egală formează un bulb (figura 6.3).

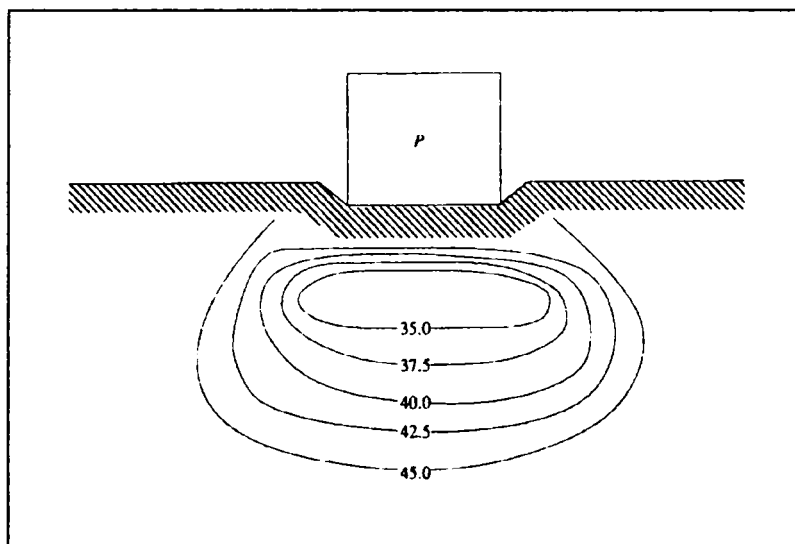


Figura 6.3 Bulbul de presiuni egale

Compresiunea verticală se traduce printr-o micșorare de volum a solului, cu scăderea porozității și printr-o curgere laterală, ambele procese induc o modificare a structurii. Pierderea porozității și expulzarea aerului se includ la procesul de **consolidare** în timp ce deformarea prin curgere laterală se include la **tasare**. Rezultă că procesul de consolidare este cauzat de sarcinile permanente și se petrece în zeci și sute de ani.

Evaluarea tasărilor se efectuează pe baza legii Hook. Modulul de elasticitate al unei argile este de  $2 \cdot 10^5 - 2 \cdot 10^7$  Pa, iar al nisipului de  $2 \cdot 10^8$  Pa.

Destructurarea solului indusă prin tasări provine din deformările plastice și din fisurările provocate prin ruperea unor elemente structurale. Aceste procese afectează mai ales **porozitatea structurală**, adică golurile dintre elemente și foarte puțin **porozitatea texturală**, adică microporozitatea interioară a elementelor. Rezultă că porii grosieri dispar aproape total și în plus se petrece o orizontalizare a particulelor de sol astfel că porii se alungesc și devin paraleli cu suprafața solului, cu micșorarea permeabilității pentru apă, cu stagnare temporară de tip strat freatic suspendat de talpa plugului.



## **6.2 Caracteristici reologice în vertosolul de la Cheglevici**

Rezultatele obținute din analiza probelor de sol recoltate din staționarul de la Cheglevici și analizate conform STAS 1913/5 - 85 se referă la granulozitate, plasticitate (STAS 1913/4-86) și a unor indici folosiți în geotehnică (STAS 1913/12 - 88) precum indicele de activitate, criteriul de plasticitate, contracția volumică, umflarea liberă, indicele de plasticitate, limita de contracție, indicele de consistență, indicele de contracție - umflare (tabelele 6.1 - 6.24).

Tabel 6.1

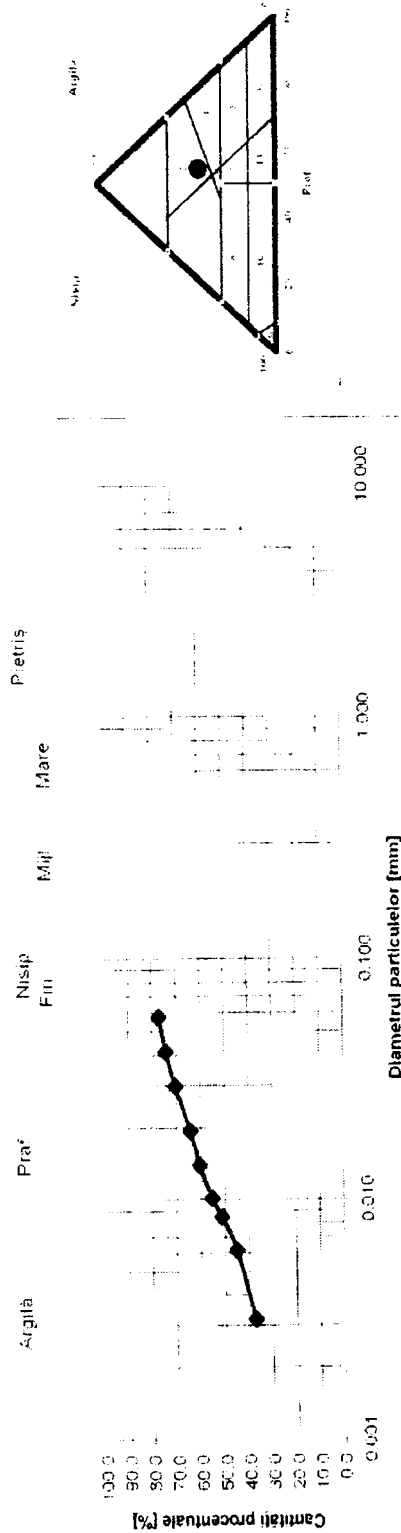
**Determinarea granulozității pământurilor prin metoda sedimentării  
conform STAS 1913/5-85  
Chegelevici Foraj F1 Cota: 0,00 -0,25 m**

Timp	[sec]	Densitate	R	R'	Ct	R''	10 <sup>^2</sup> *eta	Hr	dt [mm]	mt [%]
30"	30	1,0240	24	24,5	-0,17683	24,32317	0,10386	8,670	0,0573	77,0
1'	60	1,0231	23,1	23,6	-0,17683	23,4232	0,10386	8,976	0,0412	74,2
2'	120	1,0219	21,9	22,4	-0,17683	22,2232	0,10386	9,384	0,0298	70,3
5'	300	1,0200	20,0	20,5	-0,17683	20,3232	0,10386	10,030	0,0195	64,3
10'	600	1,0188	18,8	19,3	-0,17683	19,1232	0,10386	10,438	0,0140	60,4
20'	1200	1,0172	17,2	17,7	-0,17683	17,5232	0,10386	10,982	0,0102	55,3
30'	1800	1,0159	15,9	16,4	-0,17683	16,2232	0,10386	11,424	0,0085	51,2
60'	3600	1,0140	14,0	14,5	-0,17683	14,3232	0,10386	12,070	0,0062	45,1
120'	14400	1,0116	11,6	12,1	-0,17683	11,9232	0,10386	12,886	0,0032	37,5

Tabel 6.2

CHEGLEVICI  
Foraj F1  
Cota 0.00-0.25 m

Diagrama distribuției granulometrice



Denumire pământ Argilă

d	% argilă col	0.25	0.50mm	6	% nisip mijl.
0.002...0.005mm	12	0.50	2.0mm	2	% nisip mare
0.005...0.05 mm	32	2.0	20 mm	0	% pietriș mic
0.05 ... 0.25 mm	16	20	70 mm	0	% pietriș mare

Tabel 6.3

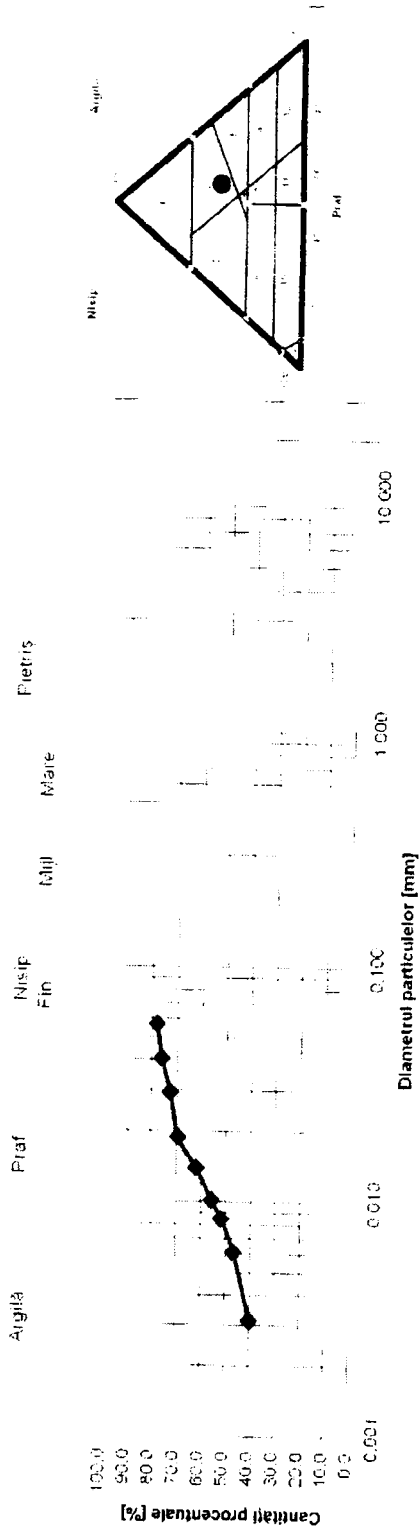
**Determinarea granulozității pământurilor prin metoda sedimentării  
conform STAS 1913/5-85  
Chegelevici Foraj F1 Cota: 0,25 -0,50 m**

Timp	[sec]	Densitate	R	R'	Ct	R''	10 <sup>^2</sup> *eta	Hr	dt [mm]	mt [%]
30"	30	1,0243	24,3	24,8	-0,17683	24,62317	0,10386	8,568	0,0569	78,0
1'	60	1,0237	23,7	24,2	-0,17683	24,0232	0,10386	8,772	0,0407	76,1
2'	120	1,0226	22,6	23,1	-0,17683	22,9232	0,10386	9,146	0,0294	72,6
5'	300	1,0216	21,6	22,1	-0,17683	21,9232	0,10386	9,486	0,0189	69,4
10'	600	1,0193	19,3	19,8	-0,17683	19,6232	0,10386	10,268	0,0139	62,0
20'	1200	1,0173	17,3	17,8	-0,17683	17,6232	0,10386	10,948	0,0102	55,7
30'	1800	1,0161	16,1	16,6	-0,17683	16,4232	0,10386	11,356	0,0085	51,8
60'	3600	1,0145	14,5	15,0	-0,17683	14,8232	0,10386	11,900	0,0061	46,7
120'	14400	1,0124	12,4	12,9	-0,17683	12,7232	0,10386	12,614	0,0032	40,0

Tabel 6.4

CHEGLEVICI  
Foraj F1  
Cota: 0.25-0.50 m

Diagrama distribuției granulometrice



Denumire pământ: Argilă

d<	% argilă col	0.25...0.50mm	5	% nisip mijl.
0.002	9	0.50...2.0mm	3	% nisip mare
0.005	33	2.0...20 mm	0	% pietriș mic
0.05	14	20...70 mm	0	% pietriș mare

Tabel 6.5

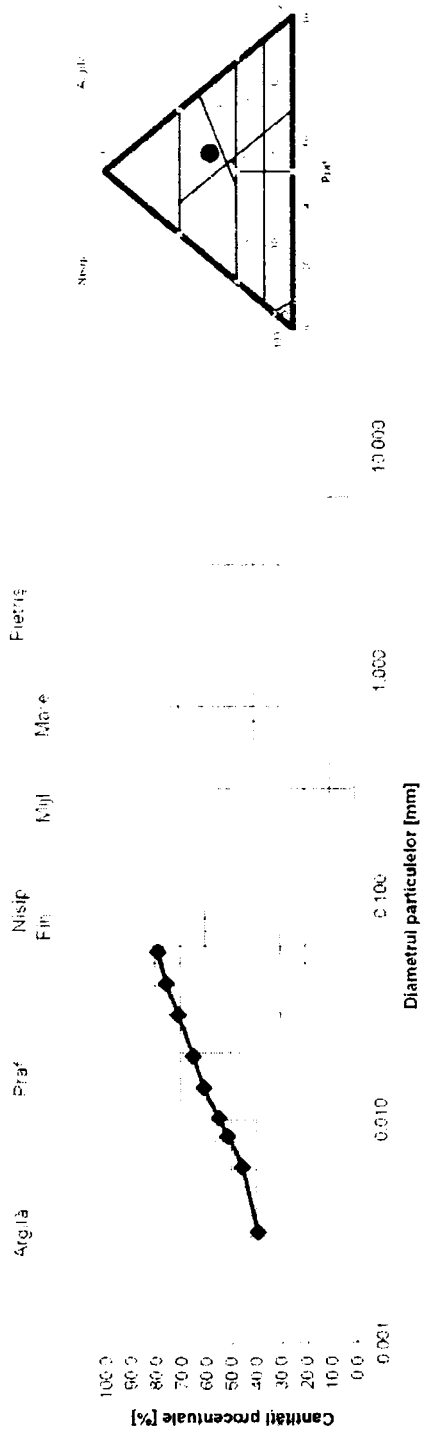
**Determinarea granulozității pământurilor prin metoda sedimentării  
conform STAS 1913/5-85  
Chegelevici Foraj F1 Cota: 0,50 -0,75 m**

Timp	[sec]	Densitate	R	R'	Ct	R'	10 <sup>^2</sup> *eta	Hr	dt [mm]	mt [%]
30"	30	1,0245	24,5	25	-0,17683	24,82317	0,10386	8,500	0,0567	78,6
1'	60	1,0235	23,5	24,0	-0,17683	23,8232	0,10386	8,840	0,0409	75,4
2'	120	1,0220	22,0	22,5	-0,17683	22,3232	0,10386	9,350	0,0297	70,7
5'	300	1,0202	20,2	20,7	-0,17683	20,5232	0,10386	9,962	0,0194	64,9
10'	600	1,0189	18,9	19,4	-0,17683	19,2232	0,10386	10,404	0,0140	60,8
20'	1200	1,0170	17,0	17,5	-0,17683	17,3232	0,10386	11,050	0,0102	54,7
30'	1800	1,0160	16,0	16,5	-0,17683	16,3232	0,10386	11,390	0,0085	51,5
60'	3600	1,0142	14,2	14,7	-0,17683	14,5232	0,10386	12,002	0,0061	45,8
120'	14400	1,0122	12,2	12,7	-0,17683	12,5232	0,10386	12,682	0,0032	39,4

Tabel 6.6

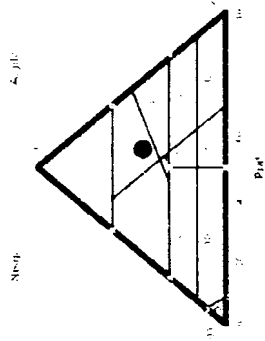
CHEGLEVICI  
Foraj F1  
Cota 0.50-0.75 m

### Diagrama distribuției granulometrice



### Denumire pământ: Argilă

d < 0.002 mm	35	% argilă col.	0.25 .. 0.50 mm	5	% nisip mijl.
0.002 .. 0.005 mm	9	% argilă	0.50 .. 2.0 mm	0	% nisip mare
0.005 .. 0.15 mm	34	% praf	2.0 .. 20 mm	0	% pietriș mic
0.05 .. 0.25 mm	17	% nisip fin	20 .. 70 mm	0	% pietriș mare



Tabel 6.7

Determinarea granulozității pământurilor prin metoda sedimentării  
conform STAS 1913/5-85  
Cheglevici Foraj F1 Cota: 0,75 -1,00 m

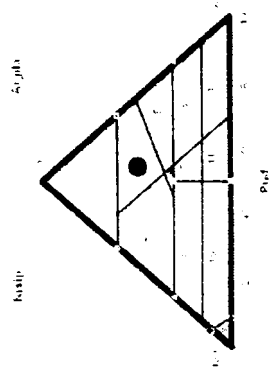
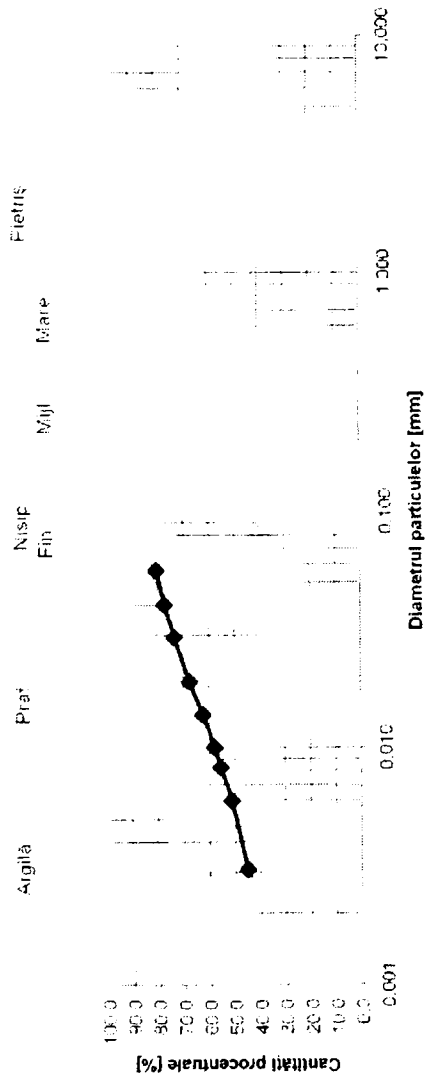
Timp	[sec]	Densitate	R	R'	Ct	R''	10 <sup>-2</sup> *eta	Hr	dt [mm]	mt [%]
30"	30	1,0250	25	25,5	-0,17683	25,32317	0,10386	8,330	0,0561	80,2
1'	60	1,0240	24,0	24,5	-0,17683	24,3232	0,10386	8,670	0,0405	77,0
2'	120	1,0228	22,8	23,3	-0,17683	23,1232	0,10386	9,078	0,0293	73,2
5'	300	1,0210	21,0	21,5	-0,17683	21,3232	0,10386	9,690	0,0191	67,5
10'	600	1,0194	19,4	19,9	-0,17683	19,7232	0,10386	10,234	0,0139	62,4
20'	1200	1,0180	18,0	18,5	-0,17683	18,3232	0,10386	10,710	0,0101	57,9
30'	1800	1,0173	17,3	17,8	-0,17683	17,6232	0,10386	10,948	0,0083	55,7
60'	3600	1,0160	16,0	16,5	-0,17683	16,3232	0,10386	11,390	0,0060	51,5
120'	14400	1,0140	14,0	14,5	-0,17683	14,3232	0,10386	12,070	0,0031	45,1



Tabel 6.8

CHEGLEVICI  
Foraj F1  
Cota: 0.75-1.00 m

Diagrama distribuției granulometrice



Denumire pământ **Argilă**

Denumire pământ	% argilă col	% argilă	% praf	% nisip fin	0.25 ... 0.50mm	0.50 ... 2.0mm	2.0 ... 20 mm	20 ... 70 mm	% nisip mijl.	% nisip mare	% pietriș mic	% pietriș mare
0<0.002mm	43								3			
0.002 ... 0.005mm		6								0		
0.005 ... 0.05 mm			30							0		
0.05 ... 0.25 mm				18						0		

Tabel 6.9

**Determinarea granulozității pământurilor prin metoda sedimentării  
conform STAS 1913/5-85  
Chegelevici Foraj F1 Cota: 1,00 -1,25 m**

Timp	[sec]	Densitate	R	R'	Ct	R''	10 <sup>2</sup> *eta	Hr	dt [mm]	mt [%]
30'	30	1,0262	26,2	26,7	-0,17683	26,52317	0,10386	7,922	0,0567	84,1
1'	60	1,0256	25,6	26,1	-0,17683	25,9232	0,10386	8,126	0,0392	82,1
2'	120	1,0244	24,4	24,9	-0,17683	24,7232	0,10386	8,534	0,0284	78,3
5'	300	1,0232	23,2	23,7	-0,17683	23,5232	0,10386	8,942	0,0184	74,5
10'	600	1,0220	22,0	22,5	-0,17683	22,3232	0,10386	9,350	0,0133	70,7
20'	1200	1,0200	20,0	20,5	-0,17683	20,3232	0,10386	10,030	0,0097	64,3
30'	1800	1,0191	19,1	19,6	-0,17683	19,4232	0,10386	10,336	0,0081	61,4
60'	3600	1,0176	17,6	18,1	-0,17683	17,9232	0,10386	10,846	0,0058	56,6
120'	14400	1,0150	15,0	15,5	-0,17683	15,3232	0,10386	11,730	0,0030	48,3



Tabel 6.11

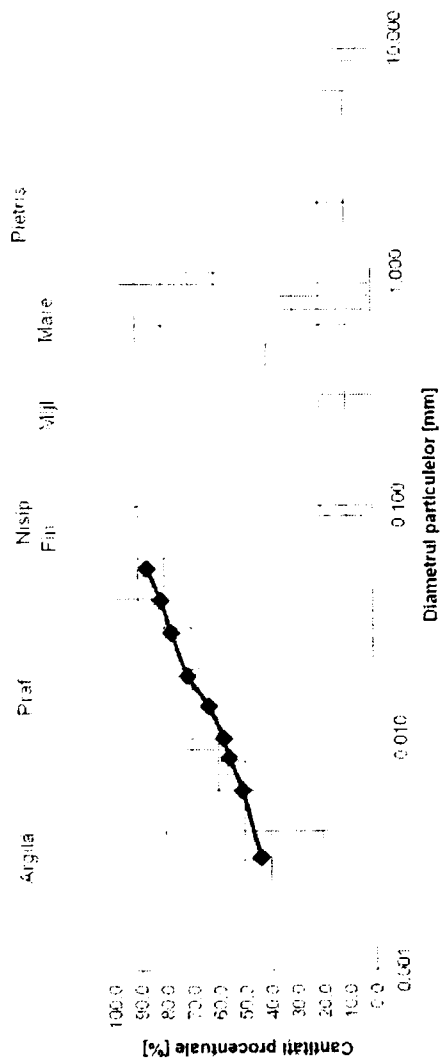
Determinarea granulozității pământurilor prin metoda sedimentării  
conform STAS 1913/5-85  
Chegelevici Foraj F1 Cota: 1,25 -1,50 m

Timp [sec]	Densitate	R	R'	Ct	R''	10 <sup>^2</sup> *eta	Hr	dt [mm]	mt [%]
30"	1,0270	27	27,5	-0,17683	27,32317	0,10386	7,650	0,0538	86,6
1'	1,0254	25,4	25,9	-0,17683	25,7232	0,10386	8,194	0,0394	81,5
2'	1,0241	24,1	24,6	-0,17683	24,4232	0,10386	8,636	0,0286	77,4
5'	1,0222	22,2	22,7	-0,17683	22,5232	0,10386	9,282	0,0187	71,3
10'	1,0197	19,7	20,2	-0,17683	20,0232	0,10386	10,132	0,0138	63,3
20'	1,0180	18,0	18,5	-0,17683	18,3232	0,10386	10,710	0,0101	57,9
30'	1,0174	17,4	17,9	-0,17683	17,7232	0,10386	10,914	0,0083	56,0
60'	1,0158	15,8	16,3	-0,17683	16,1232	0,10386	11,458	0,0060	50,9
120'	1,0136	13,6	14,1	-0,17683	13,9232	0,10386	12,206	0,0031	43,4

Tabel 6.12

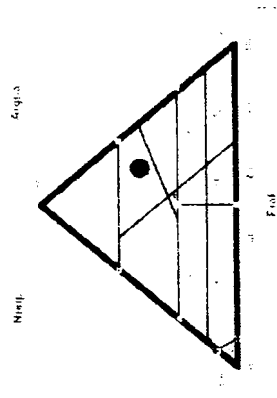
CHEGLEVICI  
Foraj F<sup>1</sup>  
Cota 1.25-1.50 m

Diagrama distribuției granulometrice



Denumire pământ Argilă

d<	% argilă col	0.25 - 0.50mm	0	% nisip mijl
0.002 - 0.005mm	% argilă	0.50 - 2.0mm	0	% nisip mare
0.005 - 0.05 mm	% praț	2.0 - 20 mm	0	% pietriș mic
0.05 - 0.25 mm	% nisip fin	20 - 70 mm	0	% pietriș mare



Tabel 6.13

**Determinarea limitelor de plasticitate conform STAS 1913/4-86 Chegelevici Foraj F1 Cota: 0,00 -0,25 m**

	U M	1	2	3
Masa tara + material umed	g	28,8	24,2	26,6
Masa tara + material uscat	g	21,1	17,8	19,5
Masa tara	g	10,6	8,8	9,2
W	%	73,3	71,1	68,9
Nr de lovituri	-	28	32	39

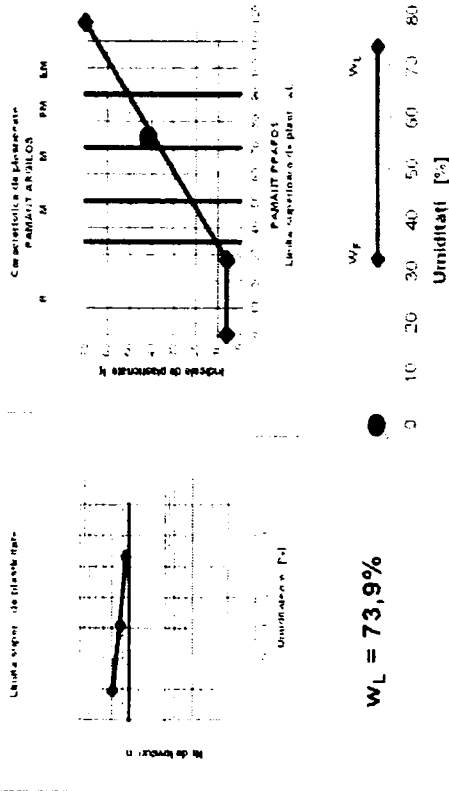
	U M	1
Masa tara + material umed	g	73,2
Masa tara + material uscat	g	64,9
Masa tara	g	39,3
W <sub>P</sub>	%	32,4

$W_P = 32,4 \%$

	U M	1
Masa tara + material umed	g	
Masa tara + material uscat	g	
Masa tara	g	
W	%	

$W = 0,0 \%$

**Ip = 41,5 %**



Tabel 6.14

**Determinarea caracteristicilor pământurilor contractile PUCM  
conform STAS 1913/12-88  
Cheglevici Foraj F1 Cota: 0,00 -0,25 m**

1. Conținutul de particule fine ( $d < 0,002$ mm)	$A_2 = 32\%$
2. Indicele de activitate	$I_A = 1,30$ -
3. Criteriul de plasticitate	$C_p = 39,35\%$
4. Contractia volumică	$C_v = 107,25\%$
5. Umflare liberă	$U_L = 116,43\%$
6. Indicele de plasticitate	$I_p = 41,50$ -
7. Limite de contractie	$w_s = 17,61\%$
	$I_{cu} = 0,73$
	$I_c = 0,76$

$$I_A = \frac{I_p}{A_2}; U_L = 100 \cdot (V_f - 10); C_v = \frac{V_i - V_f}{V_f} \times 100$$

$$C_p = 0,73 \cdot (w_L - 20); w_s = w_L - \frac{V_i - V_f}{ms} \times pw \times 100$$

$$I_{cu} = \frac{wsat - w}{wsat - ws}; I_c = \frac{w_L - w}{I_p}$$

Categoria pământului	Foarte active	Active	Puțin active
$A_2$	> 30 %	18...35%	15...25%
$I_p$	> 35%	25 ...35%	20 ...30%
$I_A$	> 1,25	1,00 ...1,25	0,75...1,0
$C_p$	$I_p > C_p$	$I_p > C_p$	$I_p > C_p$
$C_v$	> 100%	75 ...100 %	55 ... 75%
$U_L$	> 140 %	100 .... 140 %	55 .... 100%
$ws$	< 10%	14 ...10%	16 ...14%
$I_{cu}$	= 0, posibile numai fenomene de contracție		
	< 0 - >1, posibile fenomene de contracție și gonflare		
	$\geq 1$ , posibile numai fenomene de gonflare		
$I_c$	0,76 - 1,00, plastic vârtos		
	> 1,00, tare		

Tabel 6.15

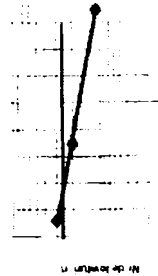
**Determinarea limitelor de plasticitate  
conform STAS 1913/4-86  
Cheglevici Foraj F1 Cota: 0,25 -0,50 m**

	U.M	1	2	3
Masa tara + material umed	g	29,2	27,2	21,9
Masa tara + material uscat	g	20,3	19,9	16,1
Masa tara	g	9,1	10,1	8,0
w	%	79,5	74,5	71,6
Nr de lovituri	-	11	20	30

	U.M	1
Masa tara + material umed	g	81,5
Masa tara + material uscat	g	72,3
Masa tara	g	44,3
W <sub>p</sub>	%	32,9

$W_p = 32,9 \%$

Limite superioare de plasticitate

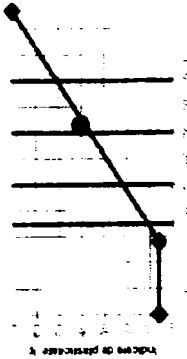


Orbita de lucru

$w_L = 73,0\%$

Curbele de plasticitate

PARAFUT APOLUIS



Limite inferioare de plasticitate

$w_p$

Umiditati [%]

	U.M	1
Masa tara + material umed	g	
Masa tara + material uscat	g	
Masa tara	g	
w	%	

$w = 0,0 \%$

$I_p = 40,1 \%$
-----------------



**Determinarea caracteristicilor pământurilor contractile PUCM  
conform STAS 1913/12-88  
Cheglevici Foraj F1 Cota: 0,25 -0,50 m**

1. Conținutul de particule fine ( $d < 0,002$ mm)	$A_2 = 38\%$
2. Indicele de activitate	$I_A = 1,06$ -
3. Criteriul de plasticitate	$C_p = 38,69\%$
4. Constrația volumică	$C_v = 115,03\%$
5. Umflare liberă	$U_L = 142,51\%$
6. Indicele de plasticitate	$I_p = 40,10$ -
7. Limite de constrație	$w_s = 13,12\%$
	$I_{cu} = 0,68$
	$I_c = 0,84$

$$I_A = \frac{I_p}{A_2}; U_L = 100 \cdot (V_f - 10); C_v = \frac{V_i - V_f}{V_f} \times 100$$

$$C_p = 0,73 \cdot (w_L - 20); w_s = w_L - \frac{V_i - V_f}{ms} \times pw \times 100$$

$$I_{cu} = \frac{wsat - w}{wsat - ws}; I_c = \frac{w_L - w}{I_p}$$

Categoria pământului	Foarte active	Active	Puțin active
$A_2$	> 30 %	18...35%	15...25%
$I_p$	> 35%	25 ...35%	20 ...30%
$I_A$	> 1,25	1,00 ...1,25	0,75...1,0
$C_p$	$I_p > C_p$	$I_p > C_p$	$I_p > C_p$
$C_v$	> 100%	75 ...100 %	55 ... 75%
$U_L$	> 140 %	100 .... 140 %	55 .... 100%
$ws$	< 10%	14 ...10%	16 ...14%
$I_{cu}$	= 0, posibile numai fenomene de constrație		
	< 0 - >1, posibile fenomene de constrație și gonflare		
	≥1, posibile numai fenomene de gonflare		
$I_c$	0,76 - 1,00, plastic vârtos		
	> 1,00, tare		

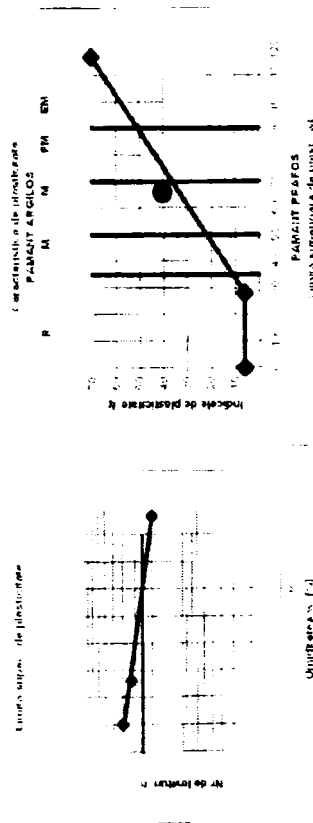
Tabel 6.17

**Determinarea limitelor de plasticitate conform STAS 1913/4-86 Cheglevici Foraj F1 Cota: 0,50 -0,75 m**

	U.M.	1	2	3
Masa tara + material umed	g	31,1	31,3	28,6
Masa tara + material uscat	g	23,2	24,1	21,4
Masa tara	g	11,7	12,6	9,6
w	%	68,7	62,6	61,0
Nr de lovituri	-	20	33	40

	U.M.	1
Masa tara + material umed	g	80,7
Masa tara + material uscat	g	72,4
Masa tara	g	40,4
w <sub>p</sub>	%	25,9

$w_p = 25,9 \%$



$w_L = 66,0\%$

$w_p = 25,9\%$

$I_p = 40,1 \%$

	U.M.	1
Masa tara + material umed	g	
Masa tara + material uscat	g	
Masa tara	g	
w	%	0,0

$w = 0,0 \%$

Tabel 6.18

**Determinarea caracteristicilor pământurilor contractile PUCM  
conform STAS 1913/12-88  
Cheglevici Foraj F1 Cota: 0,50 -0,75 m**

1. Conținutul de particule fine ( $d < 0,002$ mm)	$A_2 = 37\%$
2. Indicele de activitate	$I_A = 1,08 -$
3. Criteriul de plasticitate	$C_p = 33,58\%$
4. Contractia volumică	$C_v = 106,38\%$
5. Umflare liberă	$U_L = 146,43\%$
6. Indicele de plasticitate	$I_p = 40,10 -$
7. Limite de contracție	$w_s = 10,01\%$
	$I_{CU} = 0,92$
	$I_C = 0,55$

$$I_A = \frac{I_p}{A_2}; U_L = 100 \cdot (V_f - 10); C_v = \frac{V_i - V_f}{V_f} \times 100$$

$$C_p = 0,73 \cdot (w_L - 20); w_s = w_L - \frac{V_i - V_f}{ms} \times pw \times 100$$

$$I_{CU} = \frac{wsat - w}{wsat - ws}; I_C = \frac{w_L - w}{I_p}$$

Categoria pământului	Foarte active	Active	Puțin active
$A_2$	> 30 %	18...35%	15...25%
$I_p$	> 35%	25 ...35%	20 ...30%
$I_A$	> 1,25	1,00 ...1,25	0,75...1,0
$C_p$	$I_p > C_p$	$I_p > C_p$	$I_p > C_p$
$C_v$	> 100%	75 ...100 %	55 ... 75%
$U_L$	> 140 %	100 .... 140 %	55 .... 100%
$ws$	< 10%	14 ...10%	16 ...14%
$I_{CU}$	= 0, posibile numai fenomene de contracție		
	< 0 - >1, posibile fenomene de contracție și gonflare		
	≥1, posibile numai fenomene de gonflare		
$I_C$	0,51 - 0,75, plastic consistent		
	0,76 - 1,00, plastic vârtos		
	> 1,00, tare		

Tabel 6.19

**Determinarea limitelor de plasticitate conform STAS 1913/4-86 Chegelevici Foraj F1 Cota: 0,75 -1,00 m**

	U	1	2	3
Masa tara + material umed	g	30,6	31,9	29,7
Masa tara + material uscat	g	23,1	24,8	23,5
Masa tara	g	11,1	12,9	12,4
w	%	62,5	59,7	55,9
Nr de lovituri	-	15	24	43

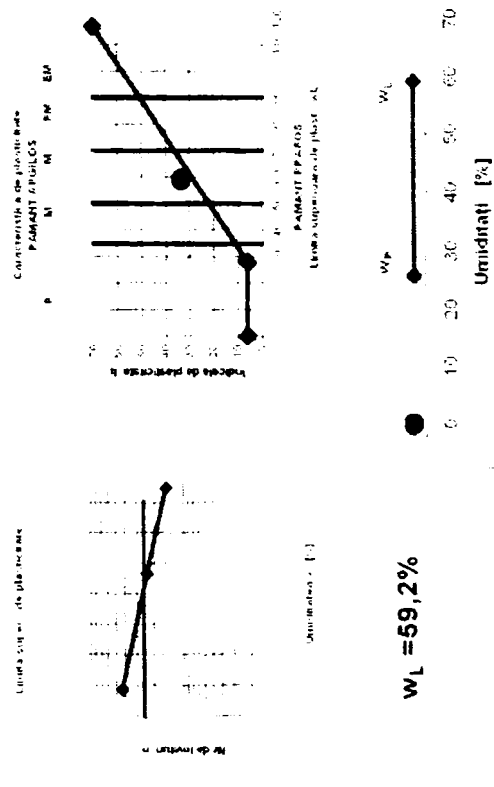
	UM	1
Masa tara + material umed	g	78,7
Masa tara + material uscat	g	70,2
Masa tara	g	37,3
w <sub>p</sub>	%	25,8

$w_p = 25,8 \%$

	UM	1
Masa tara + material umed	g	
Masa tara + material uscat	g	
Masa tara	g	
w	%	

$w = 0,0 \%$

<b>Ip = 33,4 %</b>
--------------------



Tabel 6.20

**Determinarea caracteristicilor pământurilor contractile PUCM  
conform STAS 1913/12-88  
Cheglevici Foraj F1 Cota: 0,75 -1,00 m**

1. Conținutul de particule fine ( $d < 0,002$ mm)	$A_2 = 42\%$
2. Indicele de activitate	$I_A = 0,80$ -
3. Criteriul de plasticitate	$C_p = 28,62\%$
4. Contractia volumică	$C_v = 82,92\%$
5. Umflare liberă	$U_L = 158,93\%$
6. Indicele de plasticitate	$I_p = 33,40$ -
7. Limite de contractie	$w_s = 16,34\%$
	$I_{CU} = 0,98$
	$I_C = 0,82$

$$I_A = \frac{I_p}{A_2}; U_L = 100 \cdot (V_f - 10); C_v = \frac{V_i - V_f}{V_f} \times 100$$

$$C_p = 0,73 \cdot (w_L - 20); w_s = w_L - \frac{V_i - V_f}{ms} \times pw \times 100$$

$$I_{CU} = \frac{wsat - w}{wsat - ws}; I_C = \frac{w_L - w}{I_p}$$

Categoria pământului	Foarte active	Active	Puțin active
$A_2$	> 30 %	18...35%	15...25%
$I_p$	> 35%	25 ...35%	20 ...30%
$I_A$	> 1,25	1,00 ...1,25	0,75...1,0
$C_p$	$I_p > C_p$	$I_p > C_p$	$I_p > C_p$
$C_v$	> 100%	75 ...100 %	55 ... 75%
$U_L$	> 140 %	100 ... 140 %	55 ... 100%
$ws$	< 10%	14 ...10%	16 ...14%
$I_{CU}$	= 0, posibile numai fenomene de contractie		
	< 0 - >1, posibile fenomene de contractie și gonflare		
	≥1, posibile numai fenomene de gonflare		
$I_C$	0,76 - 1,00, plastic vârtos		
	> 1,00, tare		

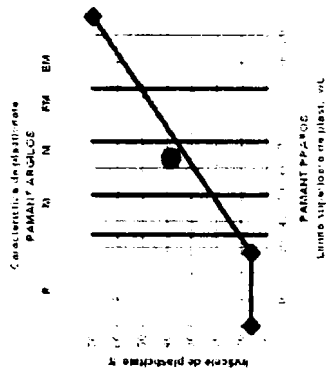
Tabel 6.21

**Determinarea limitelor de plasticitate conform STAS 1913/4-86 Chegelevici Foraj F1 Cota: 1,00 - 1,25 m**

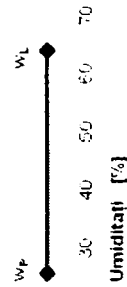
	UM	1	2	3
Masa tara + material umed	g	32,9	28,4	29,7
Masa tara + material uscat	g	24,1	21,7	22,9
Masa tara	g	11,1	11,2	11,9
w	%	67,7	63,8	61,8
Nr de lovituri	-	15	27	35

	UM	1
Masa tara + material umed	g	74,3
Masa tara + material uscat	g	68,5
Masa tara	g	45,8
Wp	%	25,6

**Wp = 25,6 %**



**WL = 64,0%**



	U.M.	1
Masa tara + material umed	g	
Masa tara + material uscat	g	
Masa tara	g	
w	%	

**w = 0,0 %**

<b>Ip = 38,4 %</b>
--------------------

Tabel 6.22

**Determinarea caracteristicilor pământurilor contractile PUCM  
conform STAS 1913/12-88  
Cheglevici Foraj F1 Cota: 1,00 -1,25 m**

1. Conținutul de particule fine ( $d < 0,002$ mm)	$A_2 = 40\%$
2. Indicele de activitate	$I_A = 0,96$ -
3. Criteriul de plasticitate	$C_p = 32,12\%$
4. Contractia volumică	$C_v = 88,83\%$
5. Umflare liberă	$U_L = 123,48\%$
6. Indicele de plasticitate	$I_p = 38,40$ -
7. Limite de contractie	$w_s = 14,37\%$
	$I_{CU} = 1,05$
	$I_C = 0,76$

$$I_A = \frac{I_p}{A_2}; U_L = 100 \cdot (V_f - 10); C_v = \frac{V_i - V_f}{V_f} \times 100$$

$$C_p = 0,73 \cdot (w_L - 20); w_s = w_L - \frac{V_i - V_f}{ms} \times pw \times 100$$

$$I_{CU} = \frac{wsat - w}{wsat - ws}; I_C = \frac{w_L - w}{I_p}$$

Categoria pământului	Foarte active	Active	Puțin active
$A_2$	> 30 %	18...35%	15...25%
$I_p$	> 35%	25 ...35%	20 ...30%
$I_A$	> 1,25	1,00 ...1,25	0,75...1,0
$C_p$	$I_p > C_p$	$I_p > C_p$	$I_p > C_p$
$C_v$	> 100%	75 ...100 %	55 ... 75%
$U_L$	> 140 %	100 .... 140 %	55 .... 100%
$ws$	< 10%	14 ...10%	16 ...14%
$I_{CU}$	= 0, posibile numai fenomene de contractie		
	< 0 - >1, posibile fenomene de contractie și gonflare		
	≥1, posibile numai fenomene de gonflare		
$I_C$	0,76 - 1,00, plastic vârtos		
	> 1,00, tare		

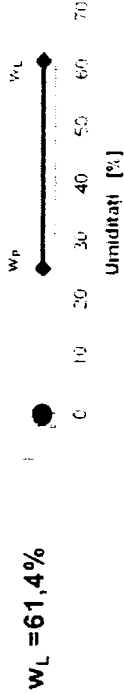
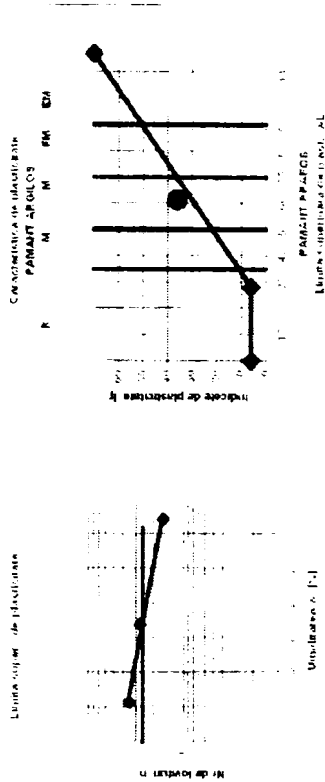
Tabel 6.23

**Determinarea limitelor de plasticitate conform STAS 1913/4-86  
Cheglevici Foraj F1 Cota: 1,25 -1,50 m**

	U.M.	1	2	3
Masa tara + material umed	g	27.8	29.0	25.6
Masa tara + material uscat	g	20.2	22.8	20.1
Masa tara	g	8.4	12.7	10.8
W	%	64.4	61.4	59.1
Nr. de lovituri	-	16	27	35

	U.M.	1
Masa tara + material umed	g	76.3
Masa tara + material uscat	g	68.9
Masa tara	g	39.8
Wp	%	25.4

$W_p = 25,4 \%$



	U.M.	1
Masa tara + material umed	g	
Masa tara + material uscat	g	
Masa tara	g	
W	%	

$W = 0,0 \%$

$I_p = 36,0 \%$
-----------------



Tabel 6.24

**Determinarea caracteristicilor pământurilor contractile PUCM  
conform STAS 1913/12-88  
Cheglevici Foraj F1 Cota: 1,25 -1,50 m**

- |   |                  |
|---|------------------|
| 1. Conținutul de particule fine ( $d < 0,002$ mm) | $A_2 = 41\%$     |
| 2. Indicele de activitate                         | $I_A = 0,88$ -   |
| 3. Criteriul de plasticitate                      | $C_p = 30,22\%$  |
| 4. Contractia volumică                            | $C_v = 92,39\%$  |
| 5. Umflare liberă                                 | $U_L = 112,40\%$ |
| 6. Indicele de plasticitate                       | $I_p = 36,00$ -  |
| 7. Limite de contracție                           | $w_s = 11,71\%$  |

$$I_{CU} = 1,12$$

$$I_c = 0,91$$

$$I_A = \frac{I_p}{A_2}; U_L = 100 \cdot (V_f - 10); C_v = \frac{V_i - V_f}{V_f} \times 100 \quad (28)$$

$$C_p = 0,73 \cdot (w_L - 20); w_s = w_L - \frac{V_i - V_f}{ms} \times pw \times 100 \quad (29)$$

$$I_{CU} = \frac{wsat - w}{wsat - ws}; I_c = \frac{w_L - w}{I_p} \quad (30)$$

Categoria pământului	Foarte active	Active	Puțin active
$A_2$	> 30 %	18...35%	15...25%
$I_p$	> 35%	25 ...35%	20 ...30%
$I_A$	> 1,25	1,00 ...1,25	0,75...1,0
$C_p$	$I_p > C_p$	$I_p > C_p$	$I_p > C_p$
$C_v$	> 100%	75 ...100 %	55 ... 75%
$U_L$	> 140 %	100 ... 140 %	55 ... 100%
$ws$	< 10%	14 ...10%	16 ...14%
$I_{CU}$	= 0, posibile numai fenomene de contracție		
	< 0 - >1, posibile fenomene de contracție și gonflare		
	≥1, posibile numai fenomene de gonflare		
$I_c$	0,76 - 1,00, plastic vârtos		
	> 1,00, tare		

Rezultatele unor determinări folosind aparatul de forfecare și aparatul triaxial pentru a obține coeziunea ( $c$ ), unghiul de frecare interioară ( $\phi^\circ$ )m modulul de frecare ( $E$ ) și presiunea convențională ( $P_{conv}$ ) sunt prezentate în tabelul 6.25, pentru probe recoltate dintr-un alt punct al staționarului.

Tabel 6.25

## Caracteristici reologice

Adâncimea, cm	0-25	25-50	50-75	75-100	100-125	125-150
Limita inferioară de plasticitate, $w_p$	32,4	32,9	25,9	25,8	25,6	25,4
Limita superioară de plasticitate, $w_L$ %	73,9	73,0	66,0	59,2	64,0	61,4
Indicele de plasticitate, $I_p$	41,50	40,10	40,10	33,40	38,40	36,00
Indicele de activitate, $I_A$	1,30	1,06	1,08	0,80	0,96	0,88
Criteriul de plasticitate, $C_p$ , %	39,35	38,69	33,58	28,62	32,12	30,22
Contractia volumică, $C_v$ , %	107,25	115,03	106,38	82,92	88,83	92,39
Umflarea liberă. $U_L$ , %	116,13	142,51	146,43	158,93	123,48	112,40
Limita de contracție, $w_s$ , %	17,61	13,12	10,01	16,34	14,37	11,71
Indicele de contracție-umflare, $I_{cu}$	0,73	0,68	0,92	0,98	1,05	1,12
Indicele de consistență, $I_c$	0,76	0,84	0,55	0,82	0,76	0,91
Cifra porilor, $e$	0,89	0,92	0,59	0,72	0,69	0,67
Coeziunea, $c$ în da $N/cm^2$	0,47	0,44	0,62	0,60	0,61	0,58
Unghiul de frecare interioară, $\phi^\circ$	16	17	23	22	20	21
Modulul de frecare, $E$ în kPa	15800	15200	26800	22000	23500	23800
Presiunea convențională, $P_{conv}$ , kPa	425	420	625	685	710	585

Caracteristicile reologice prezentate în tabelul 6.26 permit efectuarea unor calcule și interpretări cu caracter teoretic și practic.

Tabel 6.26

## Aprecierea caracteristicilor reologice

Categoria solului Indici	Foarte activ	Activ	Puțin activ
Argila	> 30%	18 - 35 %	15 - 25 %
$I_p$	> 35%	25 - 35 %	20 - 30 %
$I_A$	> 1,25%	1,00 - 1,25 %	0,75 - 1,0 %
$C_p$	$I_p > C_p$	$I_p > C_p$	$I_p > C_p$
$C_v$	> 100%	75 - 100 %	55 - 75 %
$U_L$	> 140%	100 - 140 %	55 - 100 %
$w_s$	< 10%	14 - 10 %	16 - 14 %
$I_{cu}$	= 0, contracții	0 < - < 1, contracție-gonflare	$\geq 1$ , gonflare
$I_a$	0,51 - 0,75, plastic consistent	0,76 - 1,00 plastic vârtos	> 1,00 tare

Se observă astfel că pe întreg profilul Vertosolului starea de consistență corespunde la plastic consistent - plastic vâtos, ceea ce înseamnă că se produc deformații maxime și că toți indicii reologici indică o mare activitate, respectiv puternice variații de volum care generează fenomene de elasticitate și presiuni convenționale mari asupra instalațiilor de drenaj, asupra fundațiilor construcțiilor, zidurilor de sprijin, podețelor, etc. În același timp, trecerile repetate cu mașinile și utilajele agricole produc deformări intense și degradarea profundă a structurii solului însoțită de diminuarea permeabilității pentru apă și a conținutului de aer.

### 6.3 Monitorizarea 38 ani a evoluției vertosolului în câmpul experimental Cheglevici

Câmpul experimental de la Cheglevici a fost monitorizat de profesorul Gh. Rogobete din anul 1967 până în 1997, an din care am participat la urmărirea fenomenului. Terenul a avut ca folosință fânețe, cu ierburi perene deși în zona înconjurătoare este arabil. Pentru controlul poziției granulelor din paralelipipedul de 15 m/3 m/1,5 m s-au recoltat probe de sol în 4-5 puncte, prin sondaje, la adâncimi care să atingă și baza stratului de la - 25 cm, 50 cm, 75 cm, 100 cm, 125 cm și 150 cm. Au fost numărate granulele găsite în probele de sol și s-au efectuat și analize fizice - chimice și reologice.

În plus s-au făcut determinări și analize asupra unor probe de sol recoltate din afara câmpului experimental, la circa 100 m distanță, pentru compararea solului din microcoame și microdepresiuni.

Modificările intervenite în perimetrul experimental, privind poziția granulelor sunt prezentate în tabelul 6.27.

Tabel 6.27

Poziția granulelor de poliester în intervalul 1967 - 2005

Adâncimea cm	Poziția inițială 1967	1983	1984	1988	2005	2005	
						micro coamă	micro depresiune
0 - 25	alb	12 albe	25 albe 2 albastre	11 albe 2 albastre	29 albe 3 roz 4 portocalii 2 galbene	12 albe	7 albe 3 roz 2 galbene 2 portocalii
25 - 50	roz	21 roz 3 albe 2 portocalii	32 roz 2 albe 2 portocalii	138 roz 6 albe 3 albastre	18 roz 10 albe 1 portocalie 1 galbenă	54 roz 1 albă 5 portocalii	11 roz 1 portocalie 4 verzi
50 - 75	portocalii	18 portocalii 2 roz	54 portocalii 3 roz	13 portocalii 172 roz 2 albe	35 portocalii 86 roz 1 albă 8 verzi	5 portocalii 74 roz 1 albă	1 portocalie 11 roz 4 verzi
75 - 100	verde	14 verzi	3 verzi	135 portocalii 4 roz 2 albe	29 verzi 37 portocalii 4 roz	9 verzi 37 portocalii 4 roz	16 verzi
100 - 125	albastru	14 albastre	30 albastre	2 albastre 12 verzi 2 albe	74 albastre 19 galbene	36 albastre 2 galbene	26 albastre 5 galbene
125 - 150	galben	23 galbene	38 galbene 4 albastre	20 galbene 71 albastre 1 albă	13 galbene 1 albă 1 roz	3 galbene	6 galbene

Pentru o mai bună vizualizare a vertisolajului sunt prezentate modificările poziției granulelor din perioada 1967 - 2005 în figurile 6.4, 6.5, 6.6, 6.7 și 6.8.

ADANCIMEA	0 - 25	25 - 50	50 - 75	75 - 100	100 - 125	125 - 150
GRANULE ALBE	1					
GRANULE ROZ		1				
GRANULE PORTOCALII			1			
GRANULE VERZI				1		
GRANULE ALBASTRE					1	
GRANULE GALBENE						1

POZITIA GRANULELOR DE POLIESTER IN ANUL 1967

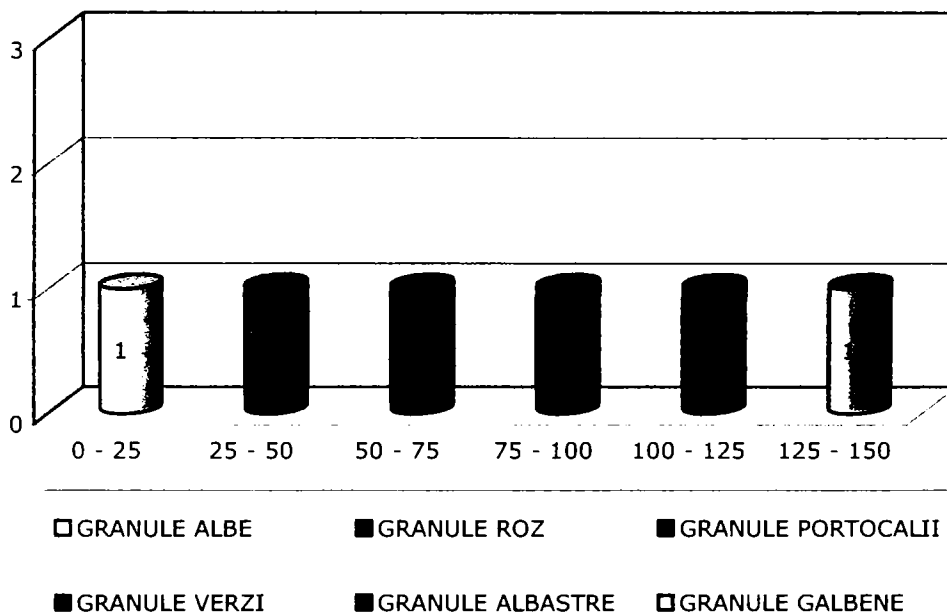


Figura 6.4 Poziția granulelor de poliester în 1967

ADANCIMEA	0 - 25	25 - 50	50 - 75	75 - 100	100 - 125	125 - 150
<b>GRANULE ALBE</b>	12	3				
<b>GRANULE ROZ</b>		21	2			
<b>GRANULE PORTOCALII</b>		2	18			
<b>GRANULE VERZI</b>				14		
<b>GRANULE ALBASTRE</b>					14	
<b>GRANULE GALBENE</b>						23

POZIȚIA GRANULELOR DE POLIESTER ÎN ANUL 1983

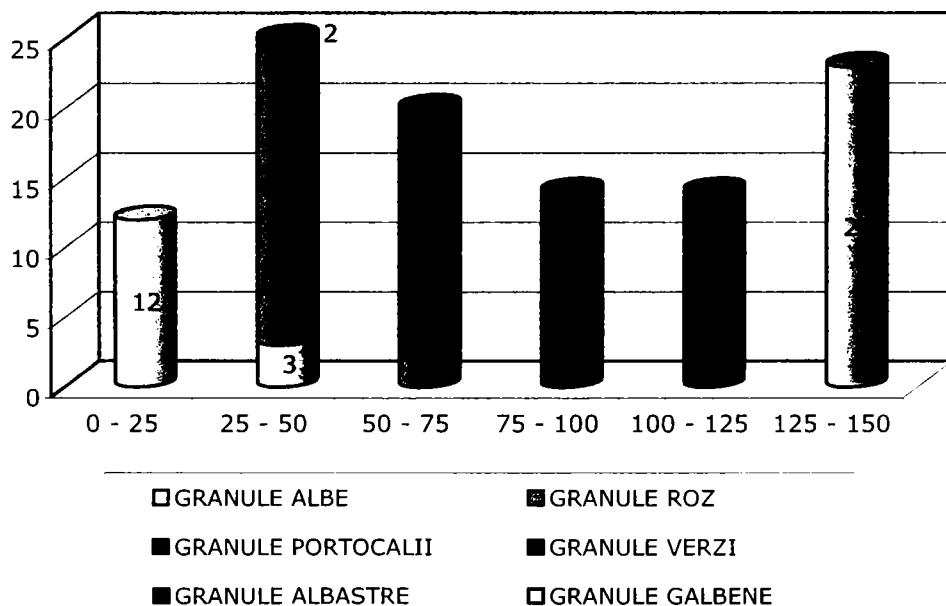


Figura 6.5 Poziția granulelor de poliester în 1983

ADANCIMEA	0 - 25	25 - 50	50 - 75	75 - 100	100 - 125	125 - 150
GRANULE ALBE	25	2				
GRANULE ROZ		32	3			
GRANULE PORTOCALII		2	54			
GRANULE VERZI				3		
GRANULE ALBASTRE	2				30	4
GRANULE GALBENE						38

POZITIA GRANULELOR DE POLIESTER IN ANUL 1984

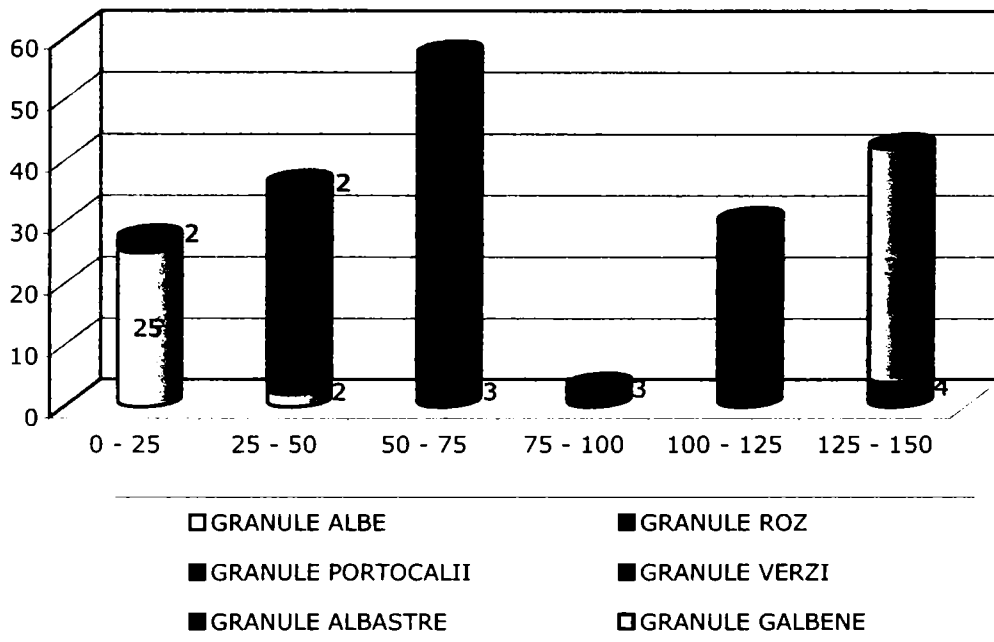


Figura 6.6 Poziția granulelor de poliester în 1984

	0 - 25	25 - 50	50 - 75	75 - 100	100 - 125	125 - 150
<b>ADANCIMEA</b>						
<b>GRANULE ALBE</b>	11	6	2	2	1	1
<b>GRANULE ROZ</b>		138	175	4		
<b>GRANULE PORTOCALII</b>			13	135		
<b>GRANULE VERZI</b>					12	
<b>GRANULE ALBASTRE</b>	1	3			2	71
<b>GRANULE GALBENE</b>						20

### POZITIA GRANULELOR DE POLIESTER IN ANUL 1988

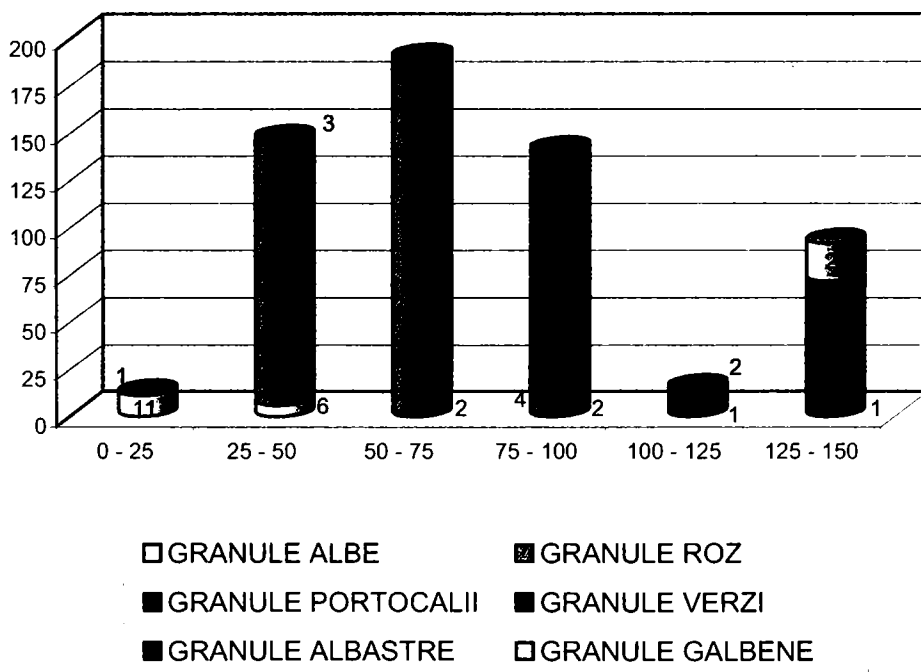


Figura 6.7 Poziția granulelor de poliester în 1988

	0 - 25	25 - 50	50 - 75	75 - 100	100 - 125	125 - 150
<b>ADANCIMEA</b>						
<b>GRANULE ALBE</b>	29	10	1			1
<b>ANULE ROZ</b>	3	18	86	4		1
<b>GRANULE PORTOCALII</b>	4	1	31	37		
<b>GRANULE VERZI</b>			3	29		
<b>GRANULE ALBASTRE</b>					74	
<b>GRANULE GALBENE</b>	2	1			19	13

POZIȚIA GRANULELOR DE POLIESTER IN ANUL 2005

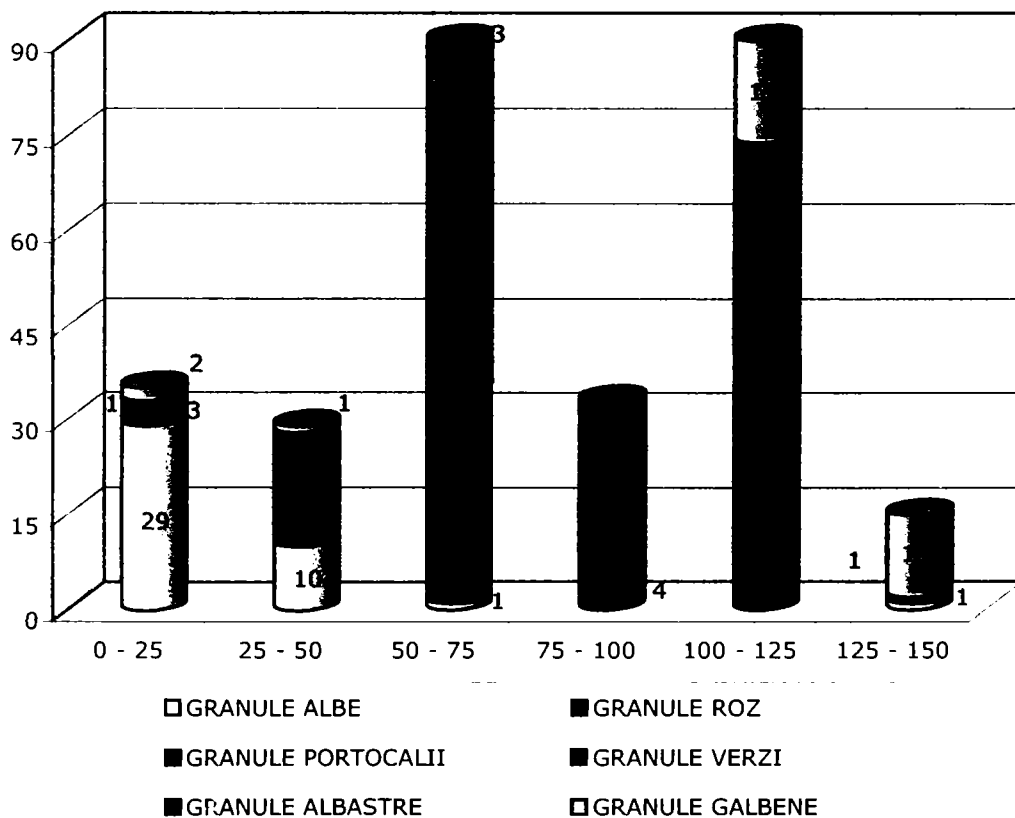
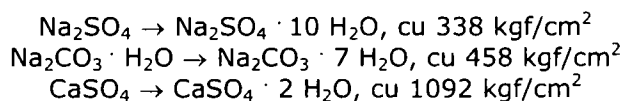


Figura 6.8 Poziția granulelor de poliester în 2005



Variația umidității provoacă la suprafață (unde nu sunt presiuni verticale), granulara solului, respectiv "automulcirea" pe circa 20-30 cm grosime. Formarea crăpăturilor largi de peste 1 cm și care ajung până la 80-100 cm, imprimă suprafeței terenului un caracter de rețea poligonală, iar pe crăpături se scurge materialul mărunțit de la suprafață. În tabelul 6.27 se poate observa, cum după 20 de ani (1988) granulele albe au fost găsite în toate straturile, până la 150 cm adâncime. Materialul căzut pe crăpături provoacă după umezire împingerea spre suprafață a masei solului ceea ce conduce la formarea oglinzilor de fricțiune între suprafețele elementelor structurale mari, sfenoidale.

Întrucât majoritatea acestor soluri sunt bogate în baze și săruri, atunci când se produce umezirea, în special prin ridicarea freaticului, are loc procesul de hidratare a sărurilor, proces care generează presiuni foarte mari, cum ar fi:



Împingerea materialelor de sol din adâncime spre suprafață este ciclică și după datele tabelului 6.27 apreciem că durata unui ciclu este de aproximativ 20 – 25 ani, la suprafață apar movile, denumite microcoame și microdepresiuni, adică tipul de relief specific gilgaiului. Microcoamele vor suferi eroziuni și vor reprezenta sursa de material care se va scurge pe crăpături reluându-se un nou ciclu de evoluție și de dezvoltare a pedoturbațiilor.

Procesul descris este augmentat și de analiza granulometrică efectuată pe parcursul celor aproape 38 de ani; conținutul de argilă evoluând treptat spre omogenizare în 1985 și 2005, în sensul egalizării și al creșterii procentului de argilă de la 75-150 cm adâncime (tabel 6.28). Datele tabelului 6.28 indică și un alt proces care se petrece în profil și anume acela al creșterii densității aparente, în anul 2005 valorile fiind clar superioare celor din 1967.

În privința evoluției pH-ului și a conținutului de humus, modificările nu sunt semnificative, de asemenea și în ceea ce privește conținutul de sodiu din soluția solului.

Tabel 6.28

### Date analitice comparative

Adâncime cm	Argilă			DA g/cm <sup>3</sup>			pH <sub>H2O</sub>			Humus. %			Na <sup>+</sup> me		
	1967	1985	2005	1967	1985	2005	1967	1985	2005	1967	1985	2005	1967	1985	2005
0-25	60,4	63,1	57,9	1,08	1,37	1,32	6,75	7,34	7,00	3,68	4,09	4,29	015	022	014
25-50	62,9	64,3	53,4	1,22	1,32	1,32	6,85	7,64	7,34	3,68	3,96	3,09	010	030	020
50-75	55,0	57,1	51,9	1,38	1,30	1,62	7,65	7,61	7,70	2,62	3,78	2,23	012	032	026
75-100	53,3	31,4	46,3	1,21	1,30	1,50	7,80	7,65	8,04	1,83	2,04	1,60	053	046	017
100-125	53,2	33,8	50,4	1,14	1,46	1,56	8,35	7,62	7,86	1,28	1,61	0,90	060	062	067
125-150	25,4	26,8	45,0	1,11	1,39	1,58	8,30	7,66	7,93	1,10	0,43	1,14	075	057	065

Se demonstrează cu certitudine că datorită prezenței dominante a argilelor smectice și a proceselor de hidratare a unor săruri din baza profilului de sol, în condițiile alternării uscare - umezire, sunt generate presiuni de împingere treptată spre suprafață a maselor de sol, cu dezvoltarea unor suprafețe de lustruire astfel încât solul aflat la baza profilului ajunge la suprafață.

Se poate estima că în circa 30-35 ani întreaga masă a unui vertosol este total răsturnată și înnoită.

Ipoteza este sprijinită și de analizele morfologice, fizice și chimice făcute pe microdepresiuni și microcoame, între care există diferențe de 20 - 30 cm înălțime.

În tabelul 6.29 se prezintă rezultatele medii obținute din 5 foraje din microdepresiuni și 5 foraje din microcoame.

Tabel 6.29  
Date analitice ale microdepresiunilor (md) și microcoamelor (mc)

Adâncime Cm	Culoarea 10 YR (umedă)		Argilă %		pH <sub>H2O</sub>		Săruri solubile mmho/cm		Na <sup>+</sup> solubil me/100 g		Ca <sup>+</sup> solubil me/100 g	
	md	mc	md	mc	md	mc	md	mc	md	mc	md	mc
0-10	2/1	3/2	50,1	<b>65,6</b>	7,39	7,71	0,20	<b>0,36</b>	0,8	0,8	0,3	0,4
40-50	3/1	3/2	58,5	<b>67,3</b>	7,87	7,91	0,34	<b>0,39</b>	0,7	0,9	0,3	0,4
60-70	3/2	4/1	<b>69,8</b>	66,4	7,98	7,92	<b>0,36</b>	<b>0,55</b>	0,6	0,6	0,3	0,2
75-90	3/2	4/1	<b>64,6</b>	64,6	7,89	7,95	<b>0,38</b>	0,55	0,6	0,6	0,1	0,3
95-105	4/1	3/2	61,8	48,7	8,01	8,00	<b>0,55</b>	0,58	0,9	1,1	0,2	0,5
105-120	4/2	3/2	58,9	40,6	7,97	8,05	0,69	1,13	1,1	2,6	0,1	0,3

Cu precizarea că analizele prezentate în tabelul 6.29 sunt preluate de la Rogobete (1985) apreciem că stratul de la suprafață al microcoamelor este mai bogat în argilă (67,3 și 65,7 %)m că este mai alcalin (pH 7,71 și 7,91), mai bogat în săruri solubile (0,36 - 0,55 mmho/cm) și cu mai mult Na<sup>+</sup> și Ca<sup>+</sup> solubil decât stratul de la suprafață al microdepresiunilor.

Asemănarea frapantă între proprietățile straturilor de la 60 - 70 cm și 75 - 90 cm a microdepresiunilor cu straturile de la suprafață (0 - 10 cm și 40 - 50 cm) a microcoamelor conduc la concluzia că actualele straturi de la suprafață de pe microcoame sunt fostele straturi de la adâncimea de 60 - 90 cm a microdepresiunilor, împinse la suprafață de presiunile ce apar în masa de sol a vertosolului.

Afirmația este sprijinită și de culoarea identică (10 YR 3/2), pe conținutul de argilă asemănător și pe conținutul identic de săruri solubile.

# 7. IMPACTUL PĂMÂNTURILOR CU UMFLĂRI ȘI CONTRACȚII MARI (P.U.M.C.) ASUPRA CONSTRUCȚIILOR ÎN SISTEMUL ARANCA

## 7.1 Sistemul hidrotehnic Aranca

### 7.1.1 Istoric

Paralel cu îndiguirea malului stâng al râului Mureș, pentru evacuarea apelor interne a fost construit sistemul hidrotehnic Aranca, prin amenajare a văii Aranca în colector principal, cu descărcarea în Tisa lângă localitatea Palei pe teritoriul iugoslav.

O rețea de canale secundare, pe ambele maluri ale colectorului principal, servește pentru colectarea apelor de pe suprafața de afluență a bazinului Aranca (Valea Galațca a fost amenajată în colector principal, având descărcarea direct în Tisa pe teritoriul iugoslav).

Sistemul hidrotehnic Aranca a fost construit în anii 1887 - 1894, pentru a deservi o suprafață totală de recepție de 1845 kmp. În urma trasării actualei frontiere (anul 1919) din această suprafață a revenit Serbiei 48,4 kmp sau 31,41%; Ungariei 17 kmp sau 1,16%, iar țării noastre 98,4 kmp sau 67,45%, deci cea mai mare parte a bazinului.

Proiectul inițial de amenajare s-a bazat pe inundațiile excepționale ce au avut loc în bazinul Aranca în primăvara anului 1858, când s-au făcut următoarele constatări:

- În intervalul de 130 zile, de la 1 decembrie 1887 până la 12 martie 1888 când a început topirea zăpezilor, precipitațiile căzute în bazin au fost 220 mm, sub formă de zăpadă.
- În tot timpul acelei ierni foarte aspre, puținele canale ale bazinului erau înghețate, încât în acest interval nu s-au putut evacua nici un volum de ape în Tisa. De asemenea pierderile prin evaporatie și infiltrațiile erau considerate ca minime datorită temperaturii ce s-a menținut scăzută și a solului înghețat.
- Zăpada acumulată în bazin s-a topit în decurs de 9 zile, iar debitul apelor vărsate în Tisa, a atins maximum de 25 mc / secundă.
- Volumul de apă evacuat în Tisa a fost apreciat la 14 milioane mc adică 4,3 % din cantitatea de 326 milioane mc care reprezintă precipitațiile căzute în bazin, începând din luna decembrie 1887.
- Ca urmare acestor constatări, rețeaua de canale a fost dimensionată pentru un coeficient de scurgere de 10% adică pentru un debit maxim de 12 mc / sec.

Proiectantul a ținut seamă de faptul constat din observațiile de până atunci, că între undele de viitură ale Tisei și apele mari ale Arancăi, exista un decalaj de 10-14 zile, în sensul că viiturile Arancăi se produceau mai devreme, încât partea cea mai mare a apelor bazinului Aranca puteau fi evacuate în Tisa gravitațional, înainte de sosirea viiturilor Tisei. Totuși pentru cazuri excepționale, când stăvilarul de la vărsarea Arancăi în Tisa ar fi trebuit să se închidă înainte de evacuarea apelor Arancăi, în proiect s-a prevăzut și posibilitatea acumulării restului de ape, într-un rezervor proiectat de-a lungul porțiunii inferioare a văii Aranca, prin îndiguirea

acestea pe o lungime de 34 km. Acest rezervor cu o suprafață de 700 ha ar putea cuprinde un volum de 12,5 milioane mc apă.

Pentru cazuri cu totul excepționale când rezervorul de acumulare nu ar fi cuprins întregul volum al returului de viituri neevacuate, proiectul preconizează aplicarea unor închideri succesive a rețelei de canale, inclusiv a colectorului principal Aranca. Aceste închideri denumite "oprituri gradate" au fost prevăzute în actul de autorizare a lucrărilor, precum și în regulamentul de funcționare a sistemului, în număr de circa 60 opriri, aplicate în general la punctele unde canalele traversau hotarele diferitelor comune. Aceste opriri urmau să fie executate în caz de extremă nevoie, din baraje de pământ.

Astfel conceput și executat, sistemul Aranca a funcționat în condițiuni multumitoare și fără a se recurge vreodată la opririle gradate, până în anul 1919 când bazinul Aranca a fost dezmembrat de actuala frontieră. În acel an organele iugoslave au aplicat pentru prima dată măsura unilaterală de a închide albia canalului Aranca la traversarea frontierei. Urmarea acestei măsuri a fost inundarea la precipitații mari a teritoriului românesc.

Între timp, în urma lucrărilor de regularizare făcute pe albia râului Tisa precum și datorită despăduririlor din bazinul superior al acestei râu, decalajul între viiturile Tisei și apele mari ale Arancăi, pe care s-a contat la întocmirea proiectului de amenajare, a dispărut, viiturile ajungând a se suprapune.

În anul 1931 s-a ajuns la un acord provizoriu de reglementare a regimului de scurgere pe Aranca, care în esență prevedea următoarele:

- Reducerea nivelului maxim admisibil în rezervorul Aranca, de la cota 78,20 la 77,60 m, adică cu 60 cm mai scăzut, rezultând din acestea dreptul pentru partea iugoslavă să oprească scurgerea apelor Arancăi la punctul de traversarea frontierei, unde între timp și-a construit un stăvilă (definitiv, la această cotă redusă).
- Construirea la Palei, pe teritoriul iugoslav a unei stații de pompare de 6 mc / sec. cu destinația specială de a asigura evacuarea în Tisa a apelor provenite de pe teritoriul românesc, atunci când evacuarea liberă a acestora nu este posibilă. Costul acestei instalații, precum și întreținerea ei, urma să fie suportată de către partea românească. Numai după înființarea acestei stațiuni, urma să se renunțe la clauza mai sus arătată.

După inundațiile catastrofale din primăvara anului 1932, când s-a văzut efectul nefast pentru partea românească a acordului în chestiune, iugoslavii și-au construit o stație de pompare proprie, cu o capacitate de 4 mc / sec. Acest debit corespunde cu capacitatea totală a celor 5 stațiuni de pompare vechi, amplasate pe teritoriul iugoslav, de-a lungul rezervorului, acestea având rolul de a evacua apele canalelor colectoare situate pe teritoriul iugoslav. (Totodată partea iugoslavă și-a extins și completat rețeaua de canale proprii, pe un traseu total de cca. 300 km, înființând numeroase canale secundare de desecare.)

În urma tratatelor ce au continuat, partea românească a cedat din nou pretențiilor iugoslave de a se pune la adăpost față de revărsarea apelor provenite de pe teritoriul românesc, independent de faptul că partea românească își execută sau nu lucrările proprii de apărare. Astfel, s-a hotărât a se desființa toate traversările peste frontieră a canalelor secundare care își aveau vărsarea în Aranca pe teritoriul iugoslav, precum și a colectorului Galațca care își are vărsarea naturală în Tisa, rămânând o singură trecere pe la frontieră, aceea a colectorului principal Aranca - Galațca, unde trebuia să fie concentrate toate apele sistemului Aranca - Galațca.

Ca urmare, a trebuit să se construiască (în anii 1936 -1937) canalul Giucosin - Valcani care conduce în Aranca, aval de Valcani, apele colectoarelor

Galațca și Giucosin – Colector, desființându-se trecerea acestor ape înspre stațiunea de pompare Varbița pe teritoriul iugoslav.

De asemenea s-a desființat trecerea canalului Varbița – Paloș (la SV de comuna Beba Veche), apele acestuia fiind conduse printr-un canal de legătură ce s-a construit ulterior, în colectorul Cociohat.

În felul acesta un control asupra tuturor apelor scurse de pe suprafața bazinului Aranca – Galațca a putut fi constituit de către partea iugoslavă, într-un singur punct care în prealabil a fost prevăzut cu un stăvilă de închidere.

Pentru o mai mare siguranță, partea iugoslavă a mai construit, de-a lungul frontierei, în depresiunile naturale, o serie de diguri de izolare, care împiedică orice revărsare de ape peste frontieră.

S-a dovedit astfel în mod definitiv că sistemul hidrotehnic Aranca este cu totul ineficace pentru suprafața bazinului său aflat pe teritoriul românesc, în cazul apelor mari extraordinare, care se produc în mod periodic la intervale de 8 – 10 ani.

Problema construirii stației de pompare la Palei, pentru deservirea apelor românești, a fost reluată în anul 1944 când s-a ajuns la un nou acord cu partea iugoslavă și când s-a comandat în Germania instalațiile unei stații de pompare având capacitatea de 13,5 mc/sec. Împreună cu stația existentă de 4 mc/sec., capacitatea totală de pompare la Palei ar fi fost astfel de 17,5 mc/sec. ceea ce ar corespunde unui debit specific, socotit pentru întreaga suprafață a bazinului până la Tisa, de aproape 12 l/sec/kmp. Din cauza războiului, lucrările pompei noi de la Palei, nici nu au ajuns să fie începute.

În cadrul ultimelor tratative privitoare la reglementarea regimului apelor ce traversează frontiera româno-iugoslavă, duse în anii 1947-1948, s-a menținut hotărârea privind înființarea stației de pompare la Palei, urmând ca partea iugoslavă să prezinte anumit material documentar în valoarea întocmirii noului proiect.

În anul 1950, Direcțiunea Apelor a inițiat studiul din nou a problemei Aranca, renunțându-se la soluția cu stația de pompare la Palei. Fostul Serviciu al Apelor Timișoara, a executat studiul cuprinzând soluția de a evacua în Mureș printr-un canal de legătură și 2 stații de pompare (una la Aranca și a doua cu funcțiune reversibilă la Mureș) o parte din viiturile Arancăi, iar pentru restul apelor, să se amenajeze un rezervor de acumulare pe 1200 ha, cu capacitatea de 22 mil. mc apă, pentru înmagazinare, pe malul drept al Arancăi la Valcani.

În anul 1951, Ministerul Agriculturii – Direcția Îmbunătățiri Funciare, a inițiat un nou stadiu al problemei Aranca, care a fost executat de către IPA Timișoara și avizat în ședința din 1 martie 1952. În anii următori 1952-1953 s-au extins studiile în bazinul Aranca și s-a întocmit sarcina de Proiectare care în esență cuprinde soluția evacuării apelor din bazinul superior și mijlociu Aranca, în Mureș pe teritoriul românesc cu ajutorul a 2 canale de legătură Aranca Mureș și 2 stații de pompare, iar pentru bazinul inferior până la frontieră, înmagazinarea temporară a apelor într-un rezervor de acumulare amenajat prin îndiguire pe malul drept al Arancăi.

Pe baza proiectului întocmit, în anul 1954 s-a început execuția lucrărilor din amonte spre aval, iar până în 1958 cele două subbazine amintite au fost completate cu instalațiile necesare pentru evacuarea apelor.

### 7.1.2 Descrierea sistemului hidrotehnic Aranca

În prezent, sistemul hidrotehnic Aranca-Galațca deservește suprafața de 1016 kmp care formează bazinul de recepție al Colectorului Aranca pe teritoriul românesc.

Lungimea colectorului Aranca, de la frontiera româno-iugoslavă până la limita din aval a bazinului său superior, denumit Timiș – Aranca este de 84,750 km, iar de aici și până la origine, colectorul Timiș – Aranca are o lungime de încă 37,540 km, deci în total 124,990 km (figurile 7.1(a); 7.1 (b); 7.1 (c) – harta sistemului).

Întregul său traseu cu excepția tăierilor bucle făcute în scop de regularizare, urmează firul unei văi naturale care în trecut a constituit una din albiile schimbătoare ale Mureșului. Albia naturală a acestei văi, are lățimi ce variază între 30-100 m, iar malurile cu înălțimi de 3 – 10 m față de fundul canalului.

Cursul colectorului Aranca, foarte sinuos, are o albie stabilă, cu taluze înierbate și pe alocuri, mai ales în cursul său interior, are o albie majoră dezvoltată.

Deși nu are debit permanent, Aranca trece printr-o serie de comune de-a lungul parcurșului până la frontieră, având rolul în perioadele cu exces de apă, de colector al apelor din aceste comune și constituind până la secarea completă în perioadele de secetă, sursa de apă pentru irigarea grădinilor ce s-au amenajat în preajma colectorului, care ajung până în albia majoră.

În mod normal, cu ajutorul unei rețele de colectare secundare, Aranca conduce până la vărsarea în Tisa, pe teritoriul iugoslav, toate apele provenite din precipitații de pe suprafața întregului său bazin, cu excepția bazinului inferior Galațca de 32 kmp care încă nu este racordat la colectorul Aranca.

Pentru evacuarea apelor mari, care de regulă se produc primăvara, în perioadele topirii zăpezilor, sistemul hidrotehnic Aranca funcționează divizat în 4 compartimente, prevăzut cu stații de pompare (tabel 7.1).

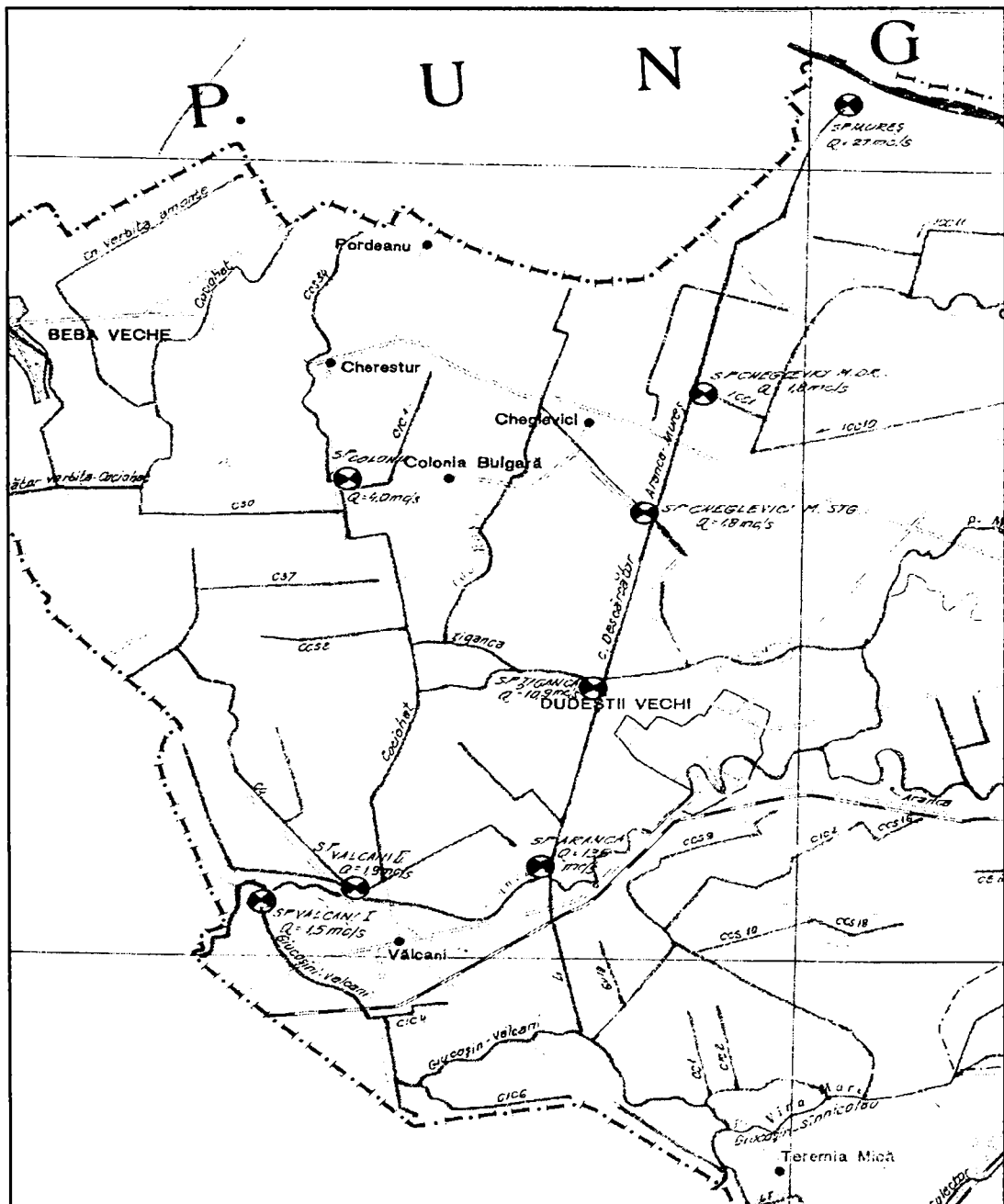


Figura 7.1 (a) - Harta sistemului





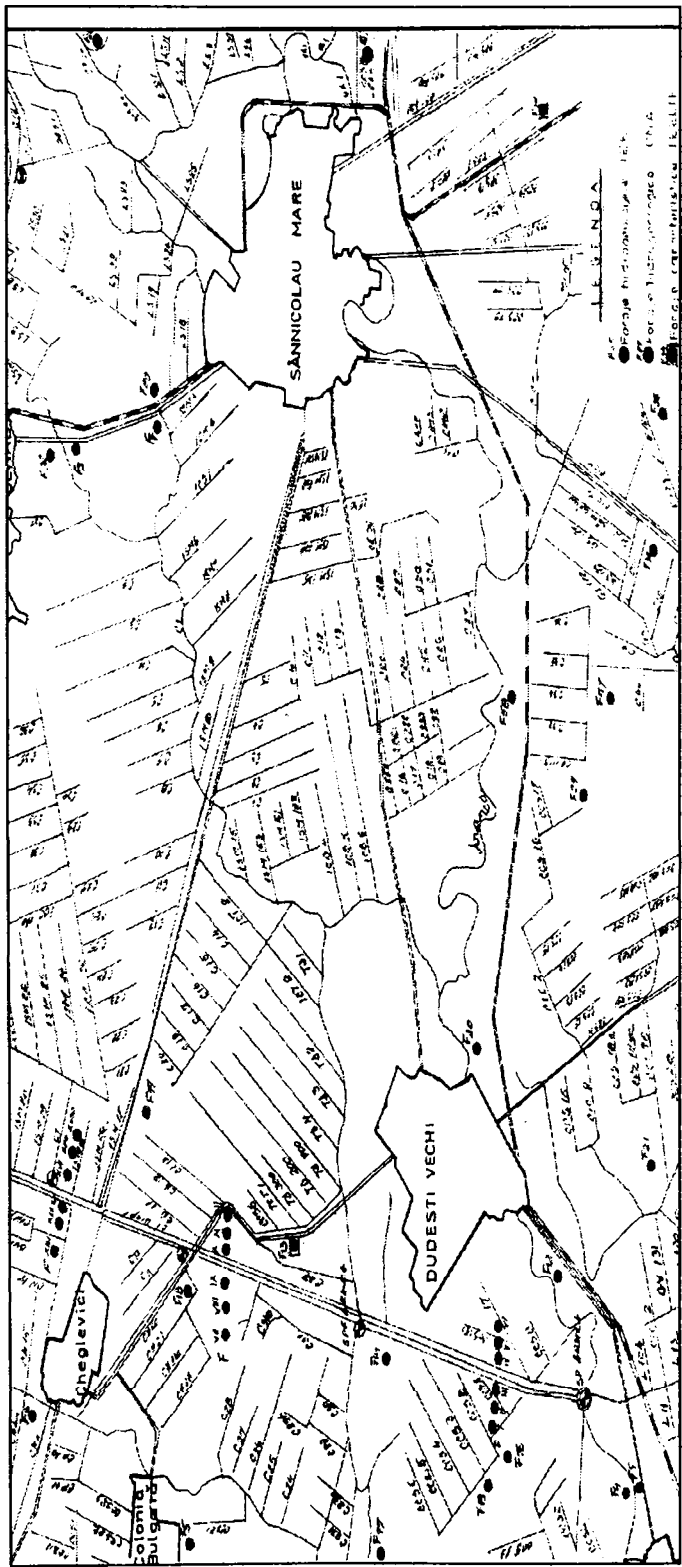


Figura 7.1 (c) - Harta sistemului

Tabel 7.1

**INVENTARUL  
stațiilor de pompare  
SĂNICOLAU MARE**

Nr. ct.	Sistemul/stația	Destinație	Tipul stației	Anul p.P.F.	Tensiune (kv) (barmsă)	Înălțimea nominală de pomp (mCA)	Nr. agr. de bază	Tip pompa	Debit agr. (mc/s)	Debit stație (mc/s)	Consum specific kWh /100 mc	Put. motor (kW)	Turaj motor (rpm)	Puterea totală instal. stație (kW)	Suprafața de serv. ha	Sistem tehnic și stație							
																stare	Pc (<kw)						
1	SP Tigiana	D	SEP	1976	0.4 0.6	7.5	4	1xDV-5-47 3xDV2-110	0.71	10.91	49.6	75 400	960 368	1311	(14380)	F	37.2						
2	SP Aranca	D	SPB (SRP)	1965	0.4	6.0	8	6xOH-750	1.69	13.52	24.6	150	500	1231	(17013)	F	37.2						
3	SP Colonia Bulgaria	D	SRP	1976	0.4	4.3	4	4xBR-600	1.02	4.88	24.32	90	590	392	(7140)	F	18.6						
4	SP Cheglevica mal drept	D	SRP	1975	0.4	6.5	5	2xBR-500 1xBR-350 2xCR-50	0.75 0.25 0.033	1.81	33.8	90 90 5	740 730 960	197	(3062)	F	18.6						
5	SP Cheglevica mal drept	D	SRP	1975	0.4	3.6	3	3xBR-500	0.6	1.8	25.0	65	590	197	(3735)	F	18.6						
6	SP Hureze	D	SBP	1965	0.4 0.6	8.4	9	6xDV-150 3xDV-5-110	2.25 4.5	27	37.8	200 630	586 497	3124	4986 <sup>1</sup>	F	37.2						
7	SP Teremia M.	D	SRP	1970	0.4	6	2	2xBR-400	0.45	0.9	24.6	40	590	110	(4281)	F	18.6						
8	SP Velceani I	D	SPB	1977	0.4	6	2	2xBR-500	0.75	1.5	33.3	90	745	212	2700	F	18.6						
9	SP Velceani II	D	SPB	1977	0.4	3.6	3	3xBR-500	0.65	1.95	23.4	55	565	197	3021	F	18.6						
<b>TOTAL</b>																<b>63.47</b>	<b>6971</b>	<b>8698975</b>					

Compartimentul I – constituit din bazinul superior în suprafață de 66,65 kmp de la origine până la km 81,7 al Arancăi, este deservit de canalul Timiș – Aranca și de colectorul secundar Timiș – Aranca – lateral cu o lungime de 6,85 km. Apele colectate din acest bazin, calculate la un debit maxim de 1 mc/sec. sunt evacuate prin canalul de legătură Aranca – Mureș, în lungime de 2 km, cu ajutorul unei stații de pompare amplasată la Mureș la Periam Port, printr-o conductă pe sub corpul digului stâng, în Mureș.

Capacitatea stației de pompare, construită cu funcție reversibilă este de 1 mc/sec., fiind compusă din 2 unități pompe centrifugale Sigam.

Pentru abaterea apelor pe canalul de legătură, s-a construit pe colectorul Aranca la km 81,7 un stăvilă (care ridică nivelul în Aranca la cota 91,90 m. Stăvilă este construit ca să permită scurgerea unui debit de 4 mc/sec. ce ar fi captat din Mureș).

Compartimentul II – cuprinzând partea de mijloc a bazinului Aranca pe teritoriul românesc, are o suprafață de 233,65 kmp și este deservit de colectorul Aranca de la km 81,7 până la km 42.

Colectoarele secundare:

- Igrăș mal drept cu ramificația sa în lungime de 9,900 km
  - Saravale Igrăș cu ramificația sa în lungime de 12,750 km
  - Sânnicolau - Saravale cu ramificația sa în lungime de 7,760 km
  - Marastflur cu ramificația sa în lungime de 9,140 km
  - Mureșan, tronsonul superior cu ramificația sa în lungime de 20,640 km
- în total: 60,190 km

situate pe ambele maluri ale colectorului principal Aranca adună apele din subbazinele respective pe care le descarcă gravitațional în colectorul principal.

Apele mari are Arancăi la limita din aval a compartimentului II calculate la un debit maxim 3 mc/sec. sunt evacuate în Mureș cu ajutorul unui canal de legătură Aranca . Mureș în lungime de 6,4 km și o stație de pompare amplasată la digul Mureșului la Cenad. Stația de pompare este utilată cu 2 unități pompe axiale verticale cu capacitatea de 1,5 mc / sec., având o capacitate totală de 3 m / sec. Stația este construită cu funcțiune reversibilă, pentru a servi și la captarea din Mureș a unui debit de 3 mc/sec. pentru irigații.

Pe colectorul Aranca la km 42 s-a construit un stăvilă cu rolul de umfla apele în Aranca (la nivelul de 85 m), fiind astfel conduse gravitațional prin canalul de legătură la stația de pompare de la Mureș.

Compartimentul IV – cuprinzând partea inferioară a bazinului Aranca, are o suprafață de 607,35 kmp și este deservită de colectorul principal Aranca de la km 42 până la km 0 la frontieră și de următoarele colectoare secundare, situate pe ambele maluri ale colectorului principal:

- Beșenova – Cenad în lungime de 15,830 km cu  
afluentul său Mureșan de 8,000 km  
23,830 km
- Cociohat în lungime de 22,587 km cu  
afluenții săi:
  - Verbița – Paloș de 9,510 km
  - Verbița – Paloș legător de 2,520 km
  - Ciarda Roșie de 7,750 km
 42,367 km
- Giucosin – Valcani în lungime de 16,462 km  
afluenții săi:
  - Vâna Mare de 2,050 km

- Giucosin – Sânnicolau de 12,980 km
- Giucosin – Colector de 25,675 km
- Vizurin de 3,400 km
- Valcani – Mocrin de 1,950 km
- Malul Lupilor de 2,350 km Total = 64,867 km

La acestea se mai adaugă partea superioară a colectorului Galațca în lungime de 26,8 km cu o suprafață de recepție de 75,65 kmp care în urma închiderii definitive la frontieră a văii Galațca se descarcă în canalul Giucosin – colector fiind dirijate spre colectorul principal Aranca.

Apele mari colectate în acest compartiment sunt evacuate în mod gravitațional de către Colectorul Aranca până la un nivel de 77,10 m la Valcani, dacă stăvilarul de la frontieră este deschis. De la acest nivel, până la nivelul maxim de 77,60 m admis conform convenției în vigoare, chiar dacă stăvilarul de la frontieră este deschis, apele colectoarelor Cociohat și Giucosin – Valcani, nu mai pot fi descărcate în Aranca în mod gravitațional. Peste nivelul de 77,60 m când stăvilarul la frontieră este deschis, toate apele colectate din compartimentul IV se strâng în zonele joase de la Valcani și rămân pe canalele colectoare, provocând inundații.

În prezent nu se află nici un fel de lucrări pentru evacuarea acestor ape pe teritoriul românesc, atât timp cât stăvilarul de la frontieră este închis.

Valea Galațca, de la legătura tronsonului superior cu colectorul Giucosin și până la frontieră, este lipsită de asemeni de lucrări pentru evacuarea apelor provenite de pe suprafața de recepție de 32 km care se îngrămădesc în valea închisă la frontieră, în aval de comuna Lunga.

Rezultă deci că suprafața totală care nu are asigurată evacuarea apelor interne de:

- 607,35 kmp compartimentul IV
- 75,65 kmp bazinul superior Galațca care se descarcă în colectoarele compartimentului IV
- 32,00 kmp valea Galațca fără posibilitatea de evacuare
- 715,00 kmp în total.

## 7.2 Caracteristicile geotehnice ale pământurilor cu umflări și contracții mari (P.U.C.M.)

### 7.2.1. Rezistența la tăiere, consolidarea

Stabilitatea pământurilor este dată de rezistența la tăiere, această condiție fiind îndeplinită atunci când înclinarea față de verticală a efortului  $E$ , care acționează asupra unei suprafețe din masa pământului, nu depășește valoarea unui unghi limită  $\psi$ , denumit unghi de deviere, dat de expresia

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{\tau}{\delta} \quad (31)$$

Cunoașterea rezistenței la tăiere permite rezolvarea unor probleme importante referitoare la consolidare, determinarea capacității portante, calculul împingerii pământului și a presiunilor admisibile și convenționale, etc.

Pentru pământurile coezive, expresia rezistenței la tăiere este dată de legea lui Coulomb:

$$\tau = p \cdot \operatorname{tg} \Phi + c \quad (32)$$

în care  $\tau$  este efortul de tăiere,  $p$  – efortul unitar normal pe suprafața de lunecare,  $\Phi$  – unghiul de frecare interioară,  $c$  – coeziunea.

Determinarea parametrilor de comportare se poate face fie pe probe de sol recoltate din teren și încercate în laborator (tabel 7.2), fie chiar în teren (tabel 7.3). În cele două tabel sunt prezentate comparativ avantajele metodelor.

Tabel 7.2

Caracteristicile principalelor dispozitive de laborator  
(adaptare după Zamfirescu, 1985)

Aparatul	Consolidare	Se măsoară direct	Posibilități			Vanză $\sigma_2$	Protecția lucr. speciale	Aplicați	
			Măsoară relația $\sigma - \epsilon$	Măsoară rezistența $\Phi, C$	Determină anizotropia			Tipul și caracteristicile porii	Protecție uzuală
Edometru	$K_0$	Forța axială Deplasarea axială	Nu	Nu	Nu	Nu	Nu	Da	Nu
Forfecare direcți	$K_0$	Forța axială Forța de forfecare	Nu	Da (rezonale)	Nu	Nu	Nu	Da (?)	Nu
simplă	izotrop	Deplasarea axială Deplasare de forfecare idem + presiunea în pori	Da (?)		Nu	Nu	Nu	Da	Nu
Triaxial Standard	Anizotrop, $K_0$	Forța axială Deplasarea axială	Da (?)	Da (?)	Nu	Nu	Nu	Da	Nu
Special	Anizotrop, $K_0$	Efort lateral (variația de volum, deform. laterală) Presiunea în pori	Da	Da	împreună ( $\delta = 0 \rightarrow 90^\circ$ )	Da	Da	Da	Efecte combinate
Deformații plană	Anizotrop, $K_0$	idem + efortul $\sigma_2$	Da	Da	$\delta = 0^\circ \rightarrow 90^\circ$	Nu	Da	Nu	$\delta = 0 \rightarrow 90^\circ$
Triaxial real	Anizotrop, $K_0$	Efort și deformare + presiune în pori	Da	Da	$\delta = 0^\circ \rightarrow 90^\circ$	Da	Nu (?)	Da (?)	Ideal pentru $\sigma_2$
Probe inelare $p_1 = p_0$	Anizotrop	Forța axială Mom. de torziune Deplasări axiale Rotații Presiune în pori	Da	Da	împreună $\delta = 0^\circ \rightarrow 90^\circ$		Da (?)	Da (?)	Efecte combinate

Tabel 7.3

## Caracteristicile principalelor încercări de teren

Încercarea	Modul de încercare	Ce se măsoară direct	Parametri care se măsoară	Proiectarea		Aplicații	
				Proiectarea lucrărilor speciale	Proiectare uzuală	Tipul și caract. rocii	Anizotropia
Permeabilitatea determinată piezometric	Nivel variabil	Debitul infiltrat în timp la diverse presiuni	Presiunea în pori. Coeficient de permeabilitate Efortul lateral $\sigma_2$ și $K_0$	Da	Da	Nu	Nu
Penetrare dinamică	Introducerea prin batere a unei ștanțe sau con prin presare	Număr de lovituri la înaintare	Stratificația Propri. de identificare	Da	Nu	Da	Nu
Penetrare statică + plezometrie (diagrame)	Introducerea unui con prin presare + măsurarea presiunii generate de penetrare	Rezistența pe con și frecarea pe manta + presiunea în pori	Stratificația Rezistența la forfecare nedrenată + coeficientul de consolidare. presiune în pori, permeabilitatea	Nu (?)	Da	Nu	Nu
Forfecare cu palete	Rotirea unor lame introduse în masiv până la rupere	Momentul de torsiune la rupere	Rezistența la forfecare nedrenată	Nu	Da	Nu	Nu
Presiometrie	Dilatarea unei găuri de foraj perfora în presare din interior	deformația globală – efortul aplicat	Stratificația relația efort –deformație presiometrică coeficientul de consolidare rezistența la forfecare nedrenată	Nu	Da	Nu	Nu
Încercare pe plăci	Încărcarea unei plăci așezate pe suprafața terenului	Forța aplicată și tasarea plăcii	Relația efort deformație	Da	Da	Nu	Nu

O cerință de bază a încercărilor este uniformitatea eforturilor și deformațiilor în timpul încercării.

Efortul normal aplicat planului de tăiere este preluat inițial de apa din masa pământului – presiunea neutră – I de scheletul mineral – presiunea efectivă.

Prin comprimarea pământului apa din masa acestuia se elimină treptat, cu viteză determinată de permeabilitate, rezultând astfel micșorarea presiunii neutre și creșterea în schimb a presiunii efective care favorizează rezistența la tăiere.

Dacă așteaptă **consolidarea** – eliminarea presiunii neutre – sub acțiunea forțelor verticale la tăierile directe și sub acțiunea forțelor după toate direcțiile la încercările cu aparatul triaxial, anterior aplicării solicitărilor de tăiere, încercările respective poartă denumirea de **consolidate**, iar în caz contrar de **neconsolidate**.

În situația permiterii consolidării probelor cu eliminarea apei sub acțiunea forțelor orizontale la determinările cu tăieri directe și sub acțiunea solicitărilor verticale la determinările cu triaxialul, încercările respective poartă denumirea de **drenate**, iar în caz contrar – **nedrenate**.

Fenomene de consolidare – Conceptul de tensiune efectivă

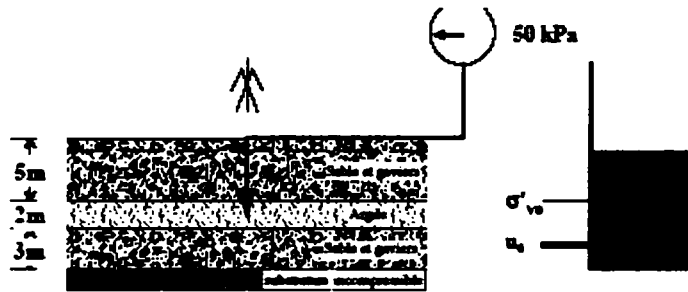
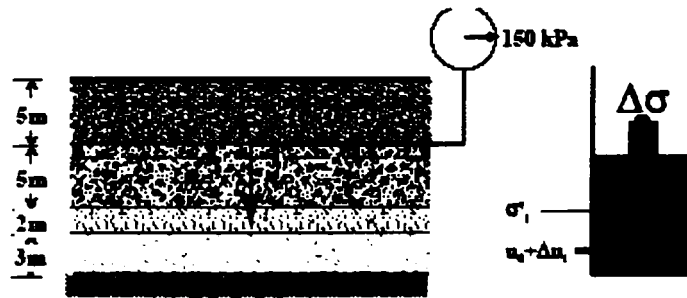


Figura 7.2 Stare inițială:  $u_0 = 50 \text{ kPa}$

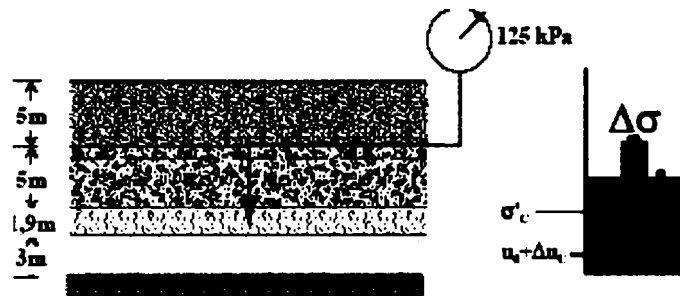
$$\sigma'_v = \sigma'_{v0}$$



Termen scurt

Figura 7.3 La încărcare:  $u_1 = 150 \text{ kPa}$

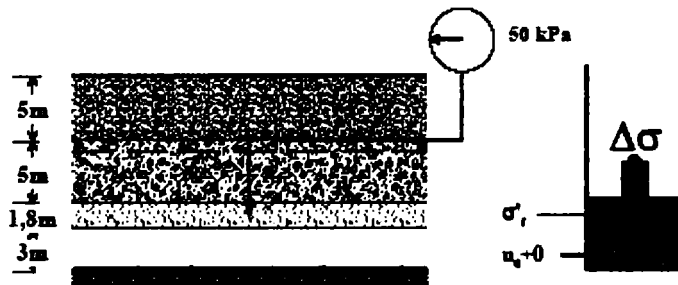




Consolidare

Figura 7.4 După încărcare:  $u_2 < u_1$

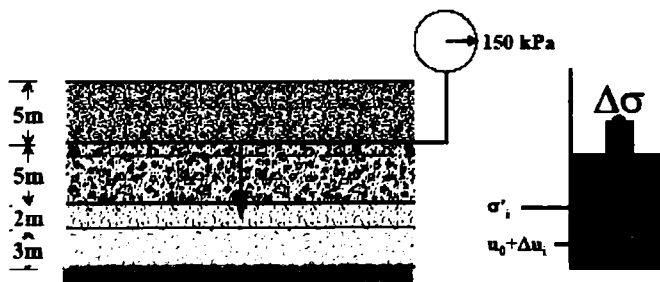
$$\sigma'_v > \sigma'_{v0} \Rightarrow \text{tasare}$$



Termen lung

Figura 7.5 la  $t = t_1$  :  $u_3 = u_0 = 50 \text{ kPa}$

$$\sigma'_v = \sigma'_{v0} + \Delta\sigma$$



Termen scurt

Figura 7.6 Disiparea presiunii interstițiale

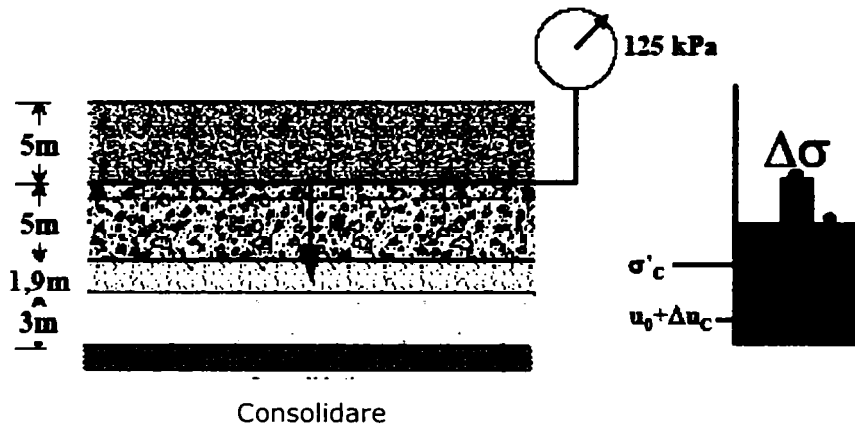


Figura 7.7 Transfer de tasare

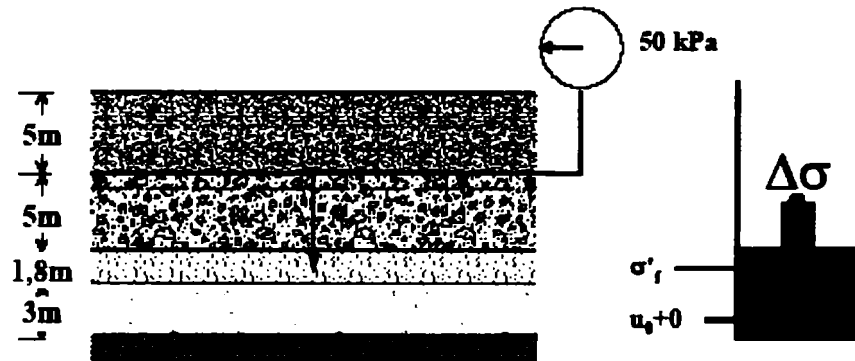


Figura 7.8 Tasare

**Conceptul de tensiune efectivă**

$$\sigma' = \sigma - u \quad (33)$$

La încărcare  $\Delta u = \Delta \sigma$   $\Delta \sigma = 0$  (34)

În timpul încărcării  $\Delta u = \Delta u(t)$   $\Delta \sigma' = \Delta \sigma - \Delta u(t)$  (35)

La sfârșitul încărcării  $\Delta u = 0$   $\Delta \sigma' = \Delta \sigma$  (36)

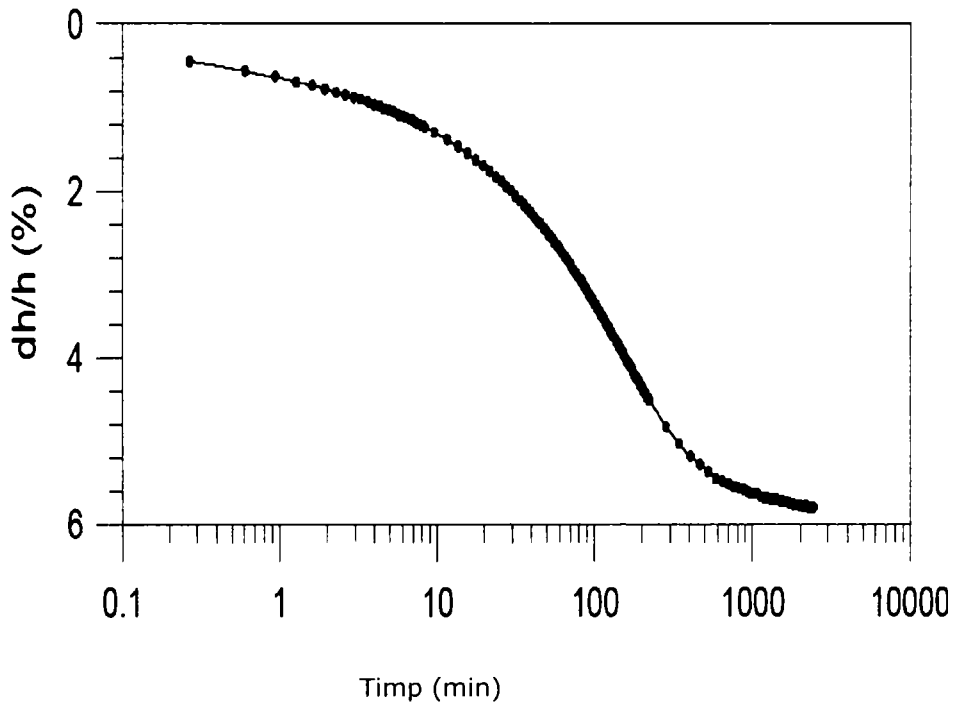


Figura 7.9 Curba de consolidare, argila FoCA 7, MARCIAL (2003)

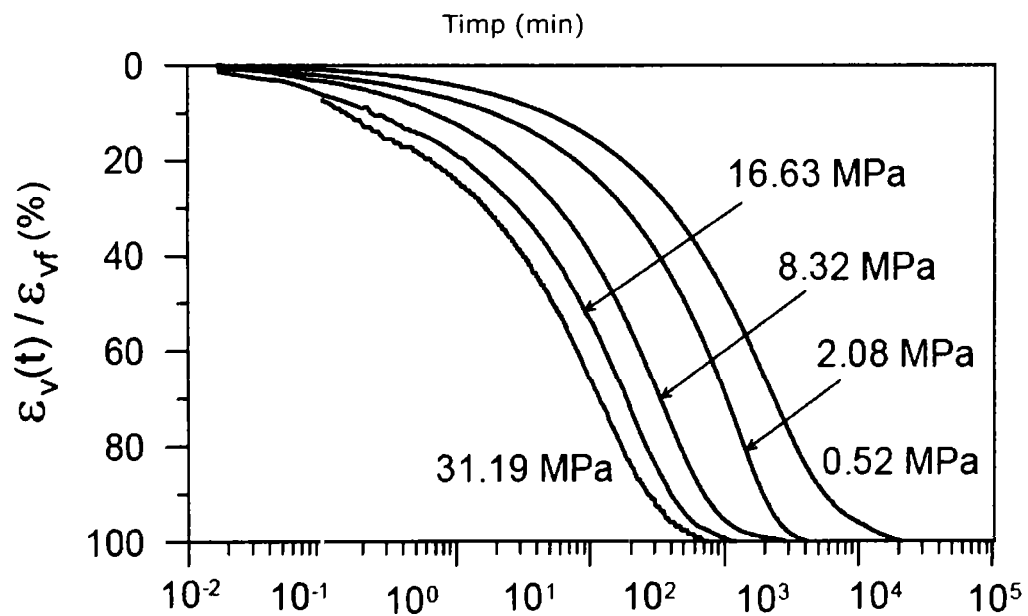


Figura 7.10 Argila gonflanta Kunigel VI (Marcial si colab., 2002)

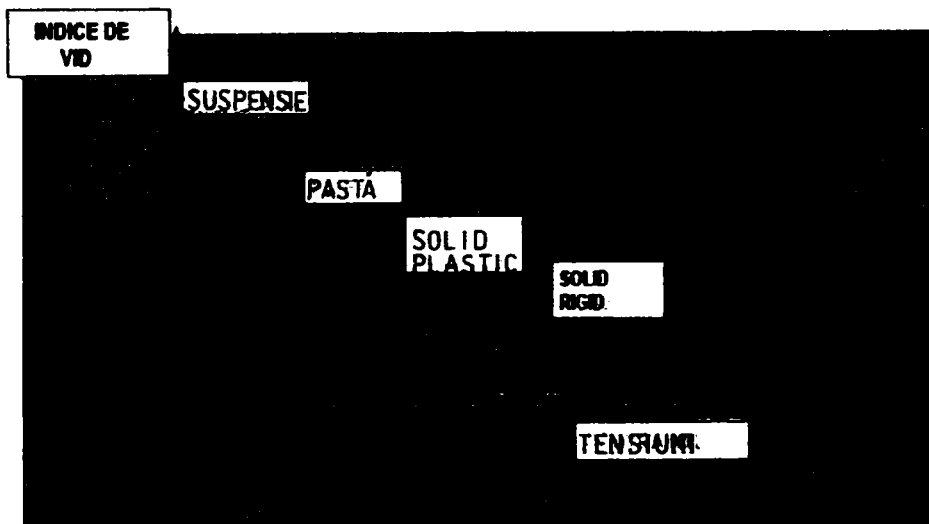


Figura 7.11 Efectul consolidării asupra stării unei argile

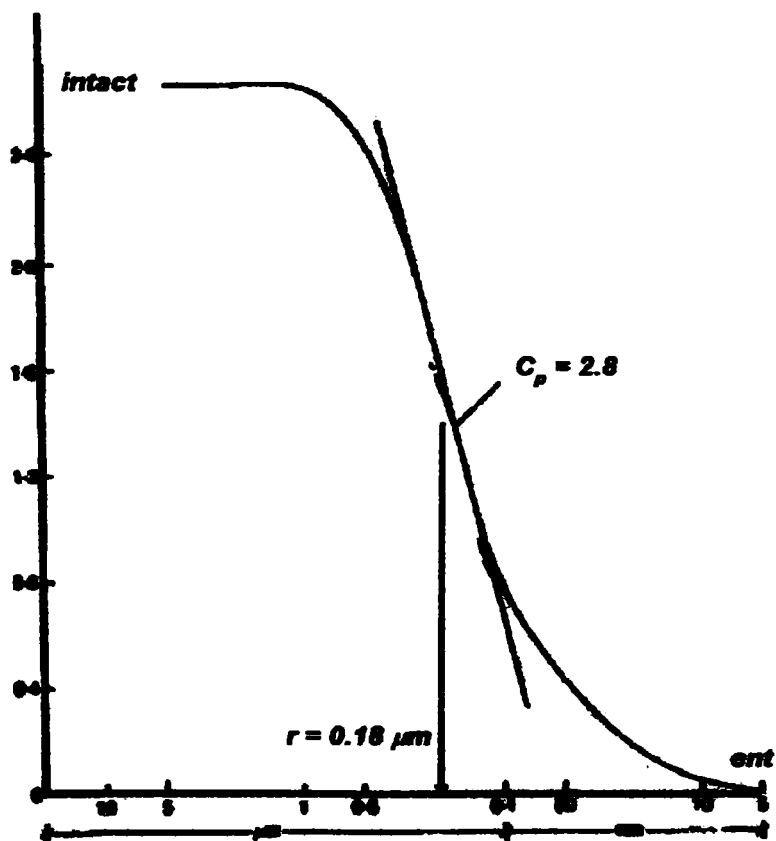


Figura 7.12 Curba porozimetrica (Delage si Levebvre, 1986)

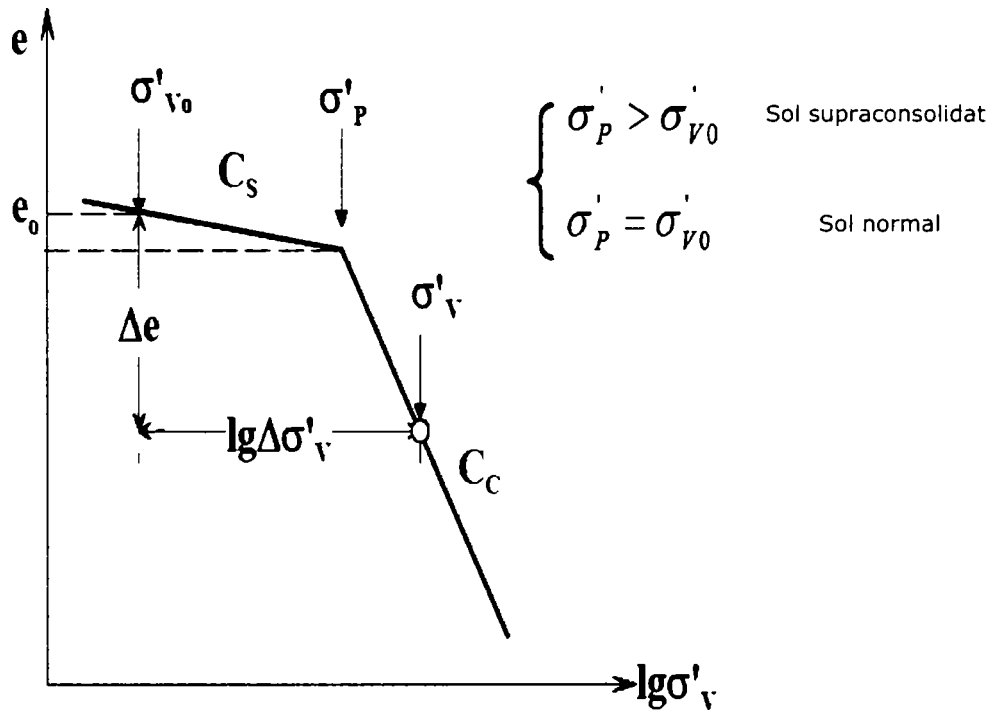


Figura 7.13 Curba de compresie într-un plan semilogaritm

ECUAȚIA CONSOLIDĂRII UNIDIMENSIONALE  
(KARL TERZAGHI, 1923)

IPOTEZE :

- Solul este întotdeauna saturat;
- Apa și particulele solide sunt incompresibile;
- Legea lui Darcy este valabilă;
- $\Delta e = -a_v \Delta \sigma'_v$
- Deformările rămân mici în timpul consolidării

așa că avem:

$$\operatorname{div} \vec{v}_w + \frac{\partial n}{\partial t} = \frac{\partial v_w}{\partial z} + \frac{\partial n}{\partial t} = 0 \quad (37) \quad - \text{Conservarea masei apei}$$

$$\operatorname{div} \vec{v}_s + \frac{\partial(1-n)}{\partial t} = \frac{\partial v_s}{\partial z} - \frac{\partial n}{\partial t} = 0 \quad (38) \quad - \text{Conservarea masei particulelor solide}$$

$$\vec{v}_w - e\vec{v}_s = k\dot{i} = -k\text{grad}h = -\frac{k}{\rho_w g} \frac{\partial}{\partial z} (u + \rho_w g z) \quad (39) \quad \begin{array}{l} \text{-} \\ \text{Legea lui} \\ \text{Darcy} \end{array}$$

$$de = -a_v d\sigma'_v \quad (40) \quad \text{- Legea comportării solului}$$

DUPĂ DIVERSE TRANSFORMĂRI:

$$\left\{ \frac{k_v (1 + e)}{a_v \cdot \gamma_w} \right\} \cdot \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = \frac{\partial u}{\partial t} \quad (41)$$

SAU

$$C_v \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = \frac{\partial u}{\partial t} \quad (42)$$

$C_v$  : coeficient de consolidare

$$u = \frac{4}{\pi} \Delta\sigma \sum_1^{\infty} \frac{1}{2m-1} \sin \frac{(2m-1)\pi z}{2H} e^{-\frac{(2m-1)^2 \pi^2 C_v t}{4H^2}} \quad (43)$$

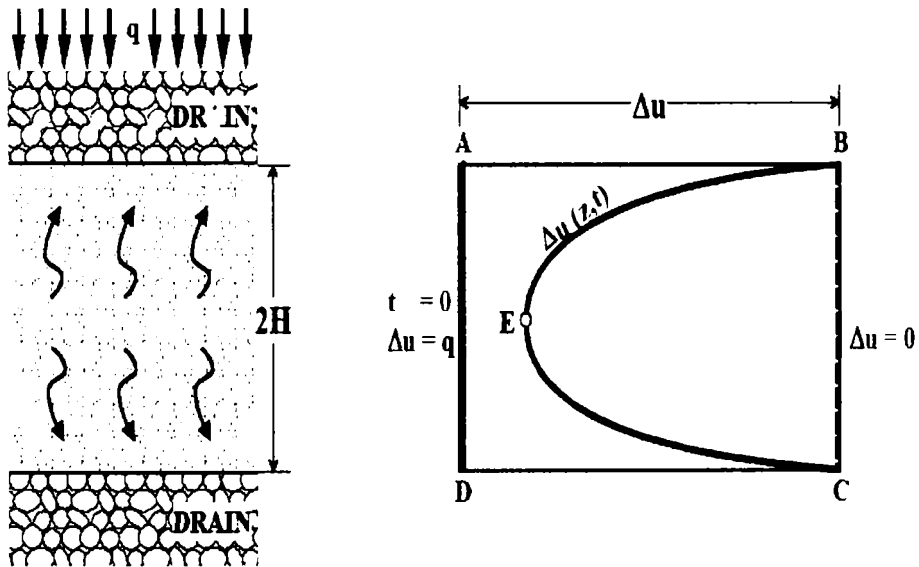


Figura 7.14 Gradul de consolidare si factorul timp

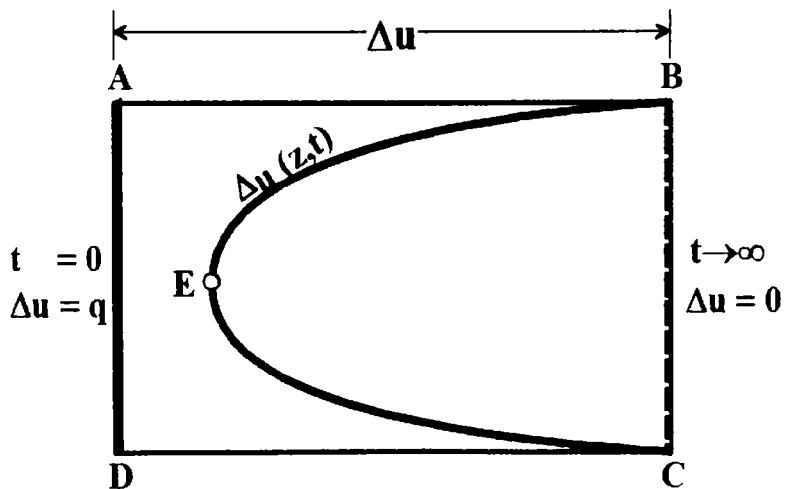


Figura 7.15

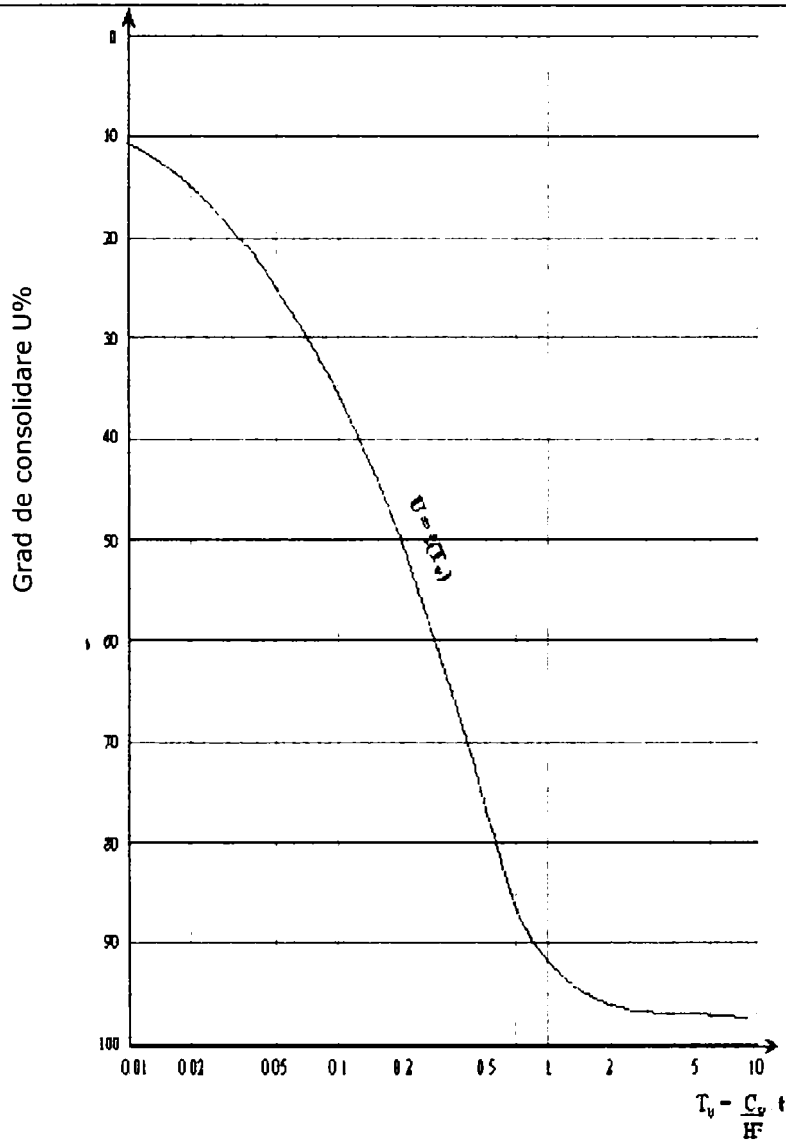
$$U\% = \frac{ABECD}{ABCD} \rightarrow \text{grad de consolidare (mediu)} \quad (44)$$

$$T_v = \frac{C_v}{H^2} \times t \rightarrow \text{factor timpi} \quad (45)$$

$$T_v = f(U\%) \quad (46)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} U = \sqrt{\frac{4T_v}{\pi}} \quad (T_v < 0,2827) \quad (47) \\ U = 1 - \frac{8}{\pi^2} \exp\left(-\frac{\pi^2}{4} T_v\right) \quad (T_v > 0,2827) \quad (48) \end{array} \right.$$





(49)

Taylor :

$$C_v = \frac{0,848.H^2}{t_{90}}$$

Figura 7.16 Metode de determinare a coeficientului de consolidare

$$C_v = \frac{0.197 \cdot H^2}{t_{50}} \quad (50)$$

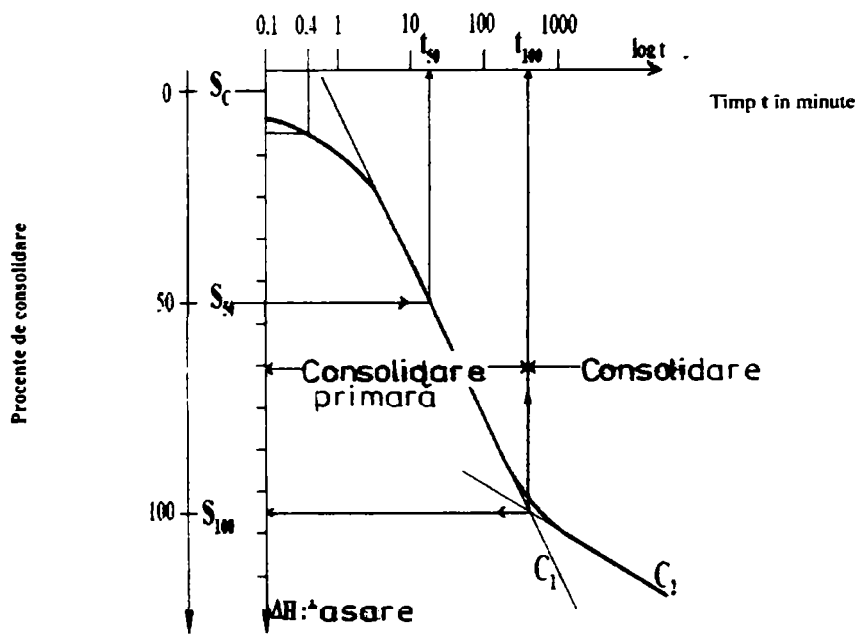


Figura 7.17 Metoda Casagrande

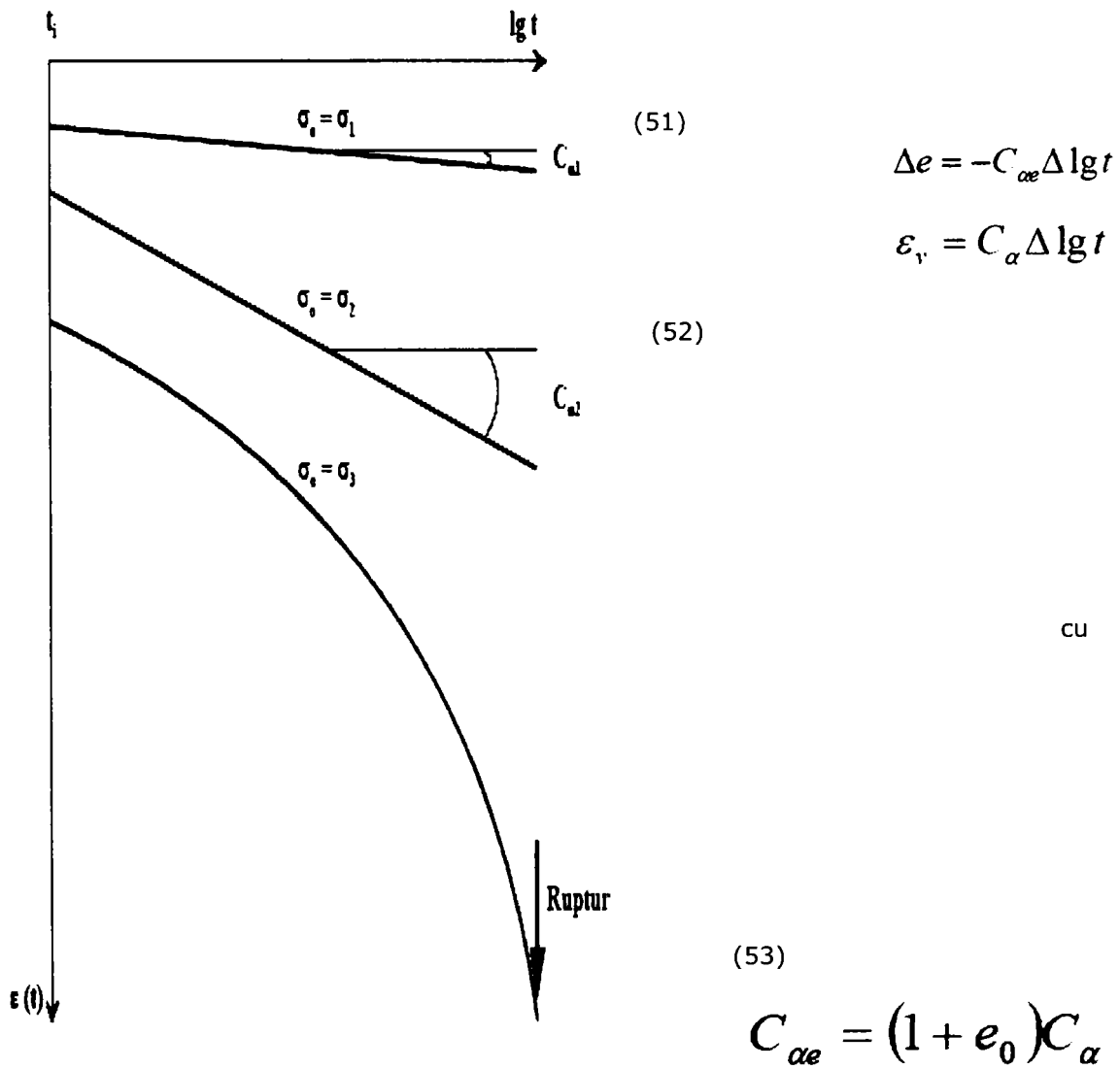


Figura 7.18 Consolidare secundara

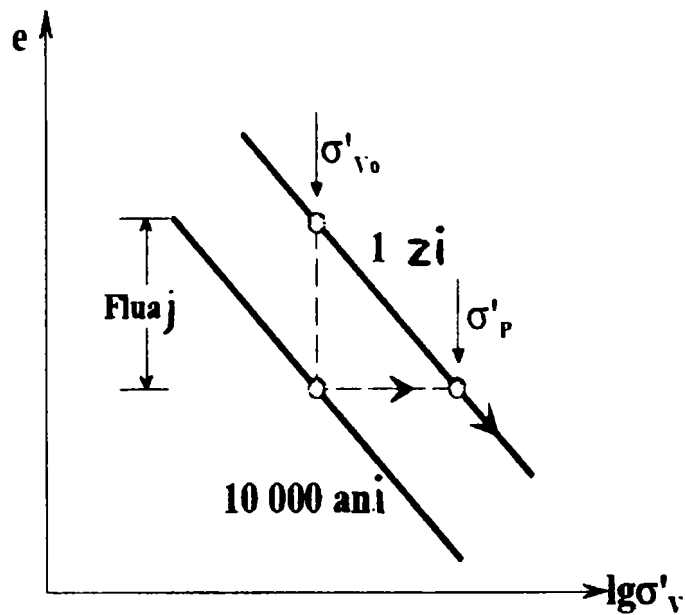


Figura 7.19

#### EXEMPLE DE APLICAȚII

Determinarea evoluției tasării  $\Delta h(t)$ :

$$\Delta h_{\infty} = \frac{a_v h_0}{1 + e_0} \Delta \sigma \quad (54)$$

$$T_v = \frac{C_v t}{H^2} \quad (55)$$

$$T_v = f(U(t)) \quad (56)$$

$$\Delta h(t) = U(t) \Delta h_{\infty} \quad (57)$$

Determinarea timpului necesar pentru atingerea unui grad de consolidare dorit:

$$T_v = f(U(t)) \quad (58)$$

$$t = \frac{T_v H^2}{C_v} \quad (59)$$

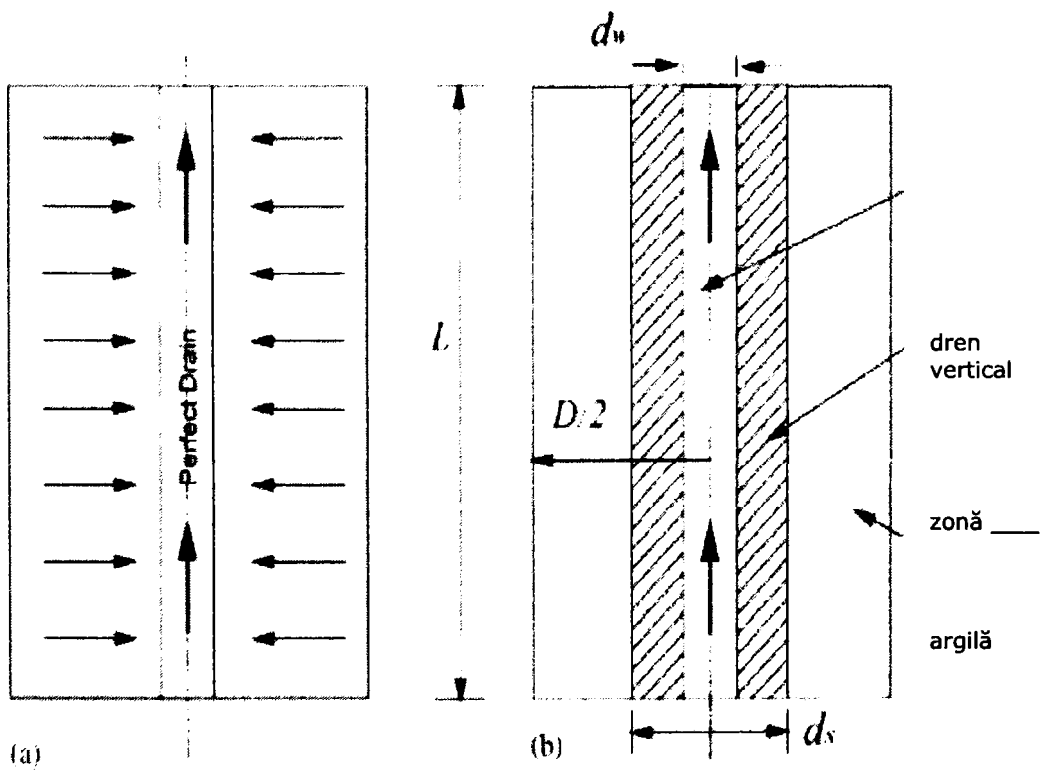


Figura 7.20 Consolidarea cu drenuri verticale

GRAD DE CONSOLIDARE

$$U_v = 1 - \exp\left(-\frac{8c_h t}{\mu D^2}\right) \quad (60)$$

(61)

$$\mu = \ln\left(\frac{D}{d_s}\right) + \frac{k_h}{k_s} \ln\left(\frac{d_s}{d_w}\right) - \frac{3}{4} + \pi(2l_m - z) \frac{k_h}{q_s}$$

Cu:

$c_h$  – coeficient de consolidare orizontal

$D$  – lungimea (diametrul) particulelor

$d_w$  – diametrul drenului

$d_s$  – diametrul zonei remaniate

$k_h$  – coeficient de permeabilitate a solului intact

$k_s$  – coeficient de permeabilitate a solului remaniat

$l_m$  – lungimea maximă a drenului

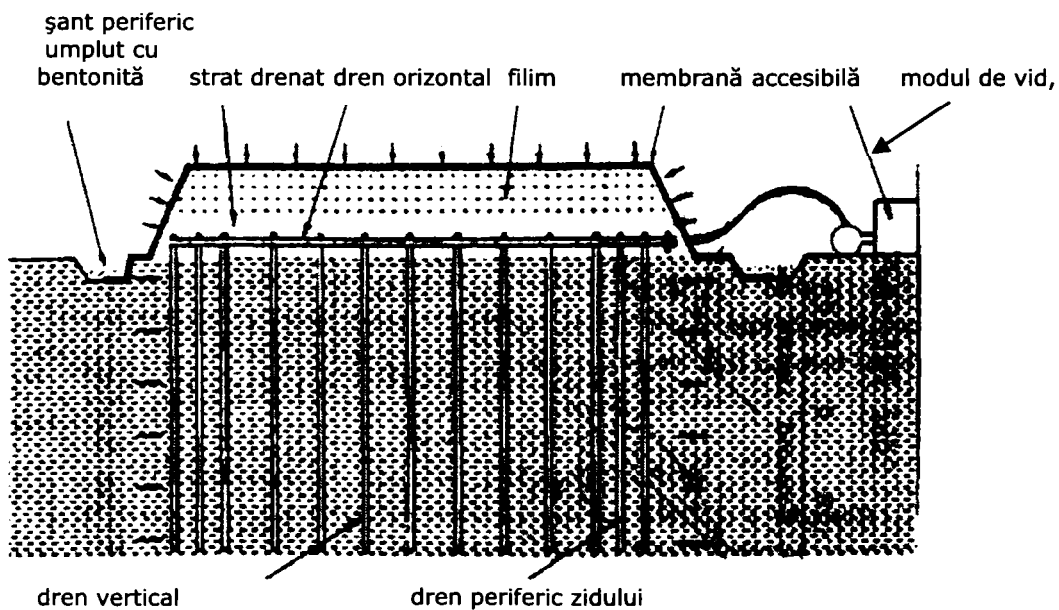


Figura 7.21 Consolidarea sub vid  
Proiect de construcție a Centrului de Stocare a deșeurilor menajere

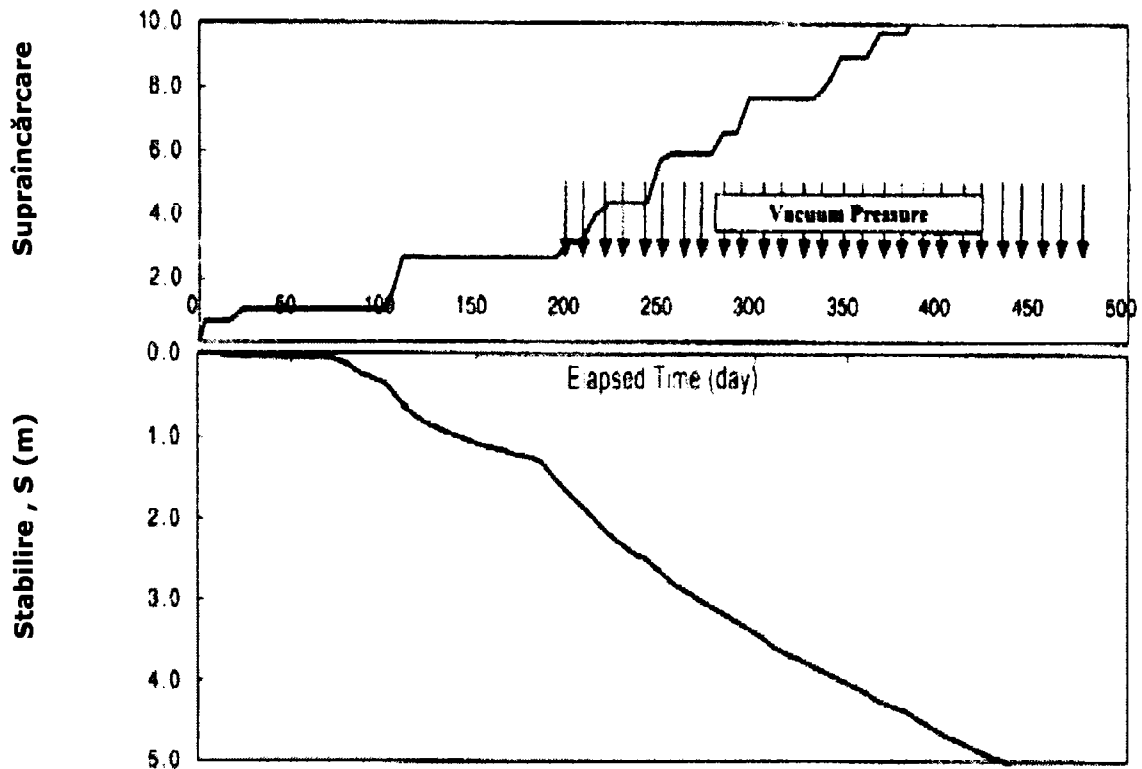


Figura 7.22 Tasarea datorata supraincarii si vidului

### 7.2.2 Răspândirea P.U.C.M.

Pământurile cu umflări și contracții mari sunt întâlnite în toate marile zone geografice ale României (figura 7.23):

- în zonele piemontane din Banat, Oltenia, Muntenia și izolat în Moldova și Dobrogea;
- în zona nordică a Podișului Transilvania;
- în extremitatea vestică a Câmpiei Banatului;
- în zonele de luncă și terase ale unor râuri din Podișul Bârladului și Sucevei (Bahlui la Iași, Vaslui, Bârlad, Roman etc.)

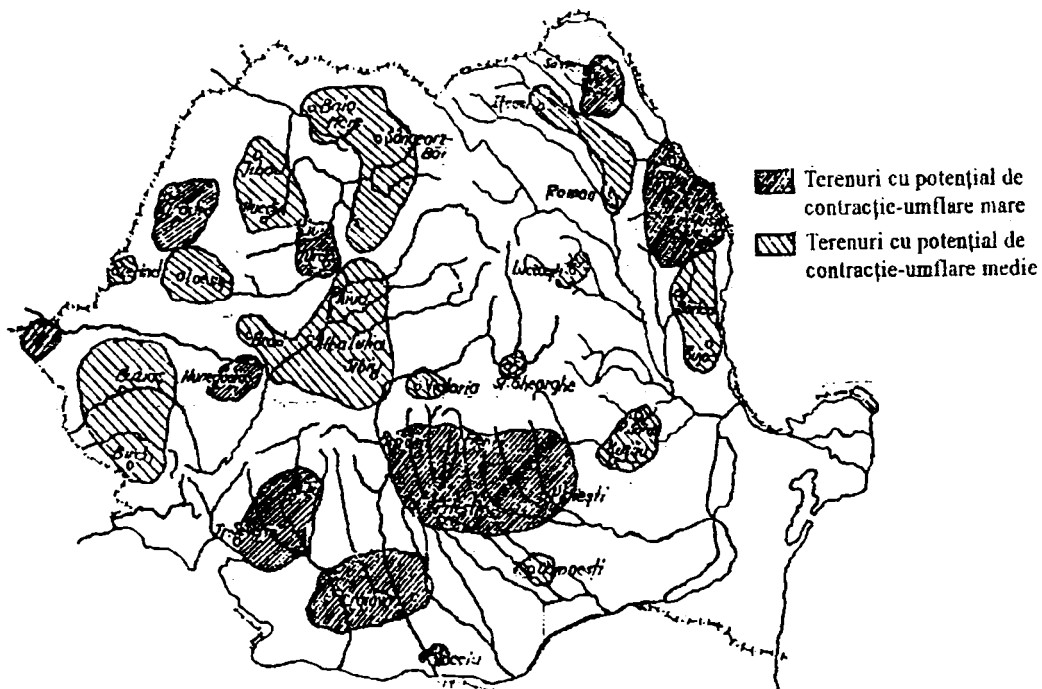


Figura 7.23 Răspândirea pământurilor cu potențial de contracție –umflare pe teritoriul României

### 7.2.3 Clasificarea pământurilor cu umflări și contracții mari

Tabelul 7.4

Activitatea PUMC	A <sub>2</sub> , %	I <sub>p</sub> %	I <sub>A</sub> %	C <sub>p</sub> %	U <sub>L</sub> %	w <sub>s</sub> %	C <sub>v</sub> %		q <sub>u</sub> max J/g	w <sub>15</sub> %	P <sub>u</sub> MPa
							tulburată	netulburată			
Foarte active	>30	>35	>1,25	I <sub>p</sub> ≥ < p	>140	< 10	> 100	> 35	> 37	> 18	> 0,4
Active	18-35	25-35	1,0-1,25	I <sub>p</sub> ≥ < p	100-140	14-10	75-100	25-35	25-37	13-18	0,1-0,4
Puțin active	15-25	20-30	0,75-1,0	I <sub>p</sub> ≥ < p	70-100	16-14	55-75	15-25	12-25	10-13	0,05-0,1



#### 7.2.4 Umflarea unui teren cu P.U.C.M.

Contribuții importante la studiul geotehnic al PUCM au adus Andrei S (1967), colectivul de la Iași – Boți N. (1992, 1996, 2002), Siminca I. (1996), Răileanu P. (1986, 1992).

Deformațiile pământurilor cu umflări și contracții mari se determină fie pe baza metodei edometrice duble, fie pe baza teoremei umidității la echilibru.

Metoda încercării edometrice duble constă în determinarea umflărilor specifice ( $\varepsilon_{ui}$ ) pe baza curbelor de compresiune – porozitate stabilite în urma încercării în paralel a două probe recoltate de la aceeași cotă, supuse încercării clasice de consolidare în edometru.

Ca urmare, una din probe se încearcă în condițiile menținerii umidității din situ, iar cea de a doua în condiții de inundare completă, după ce a fost supusă în prealabil unei presiuni de 0,02 daN/cm<sup>2</sup>. Metodologia încercării edometrice duble constă în translatarea curbei  $e - \log p$ , corespunzătoare probei neinundate, până când coincide cu curba probei inundate pe ramura primară și determinarea umflării specifice pe baza variației de porozitate, cu ajutorul relației:

$$\left( \frac{\Delta h}{h} \right)_{p_i} = \frac{e_0 - e_i}{1 + e_0} \Rightarrow \varepsilon_{ui} = \frac{(\Delta e)_i}{1 + e_0} \quad (62)$$

În consecință, determinarea umflării unui teren de fundare, constituit din P.U.C.M., acționat de o presiune  $p$  (figura 7.24) se face prin însumarea umflărilor straturilor elementare din cuprinsul zonei active, cu formula:

$$S_u = \sum_1^n h_i \varepsilon_{ui} \quad (63)$$

sau

$$S_u = \sum_1^n h_i \frac{(\Delta e)_i}{1 + e_0} \quad (64)$$

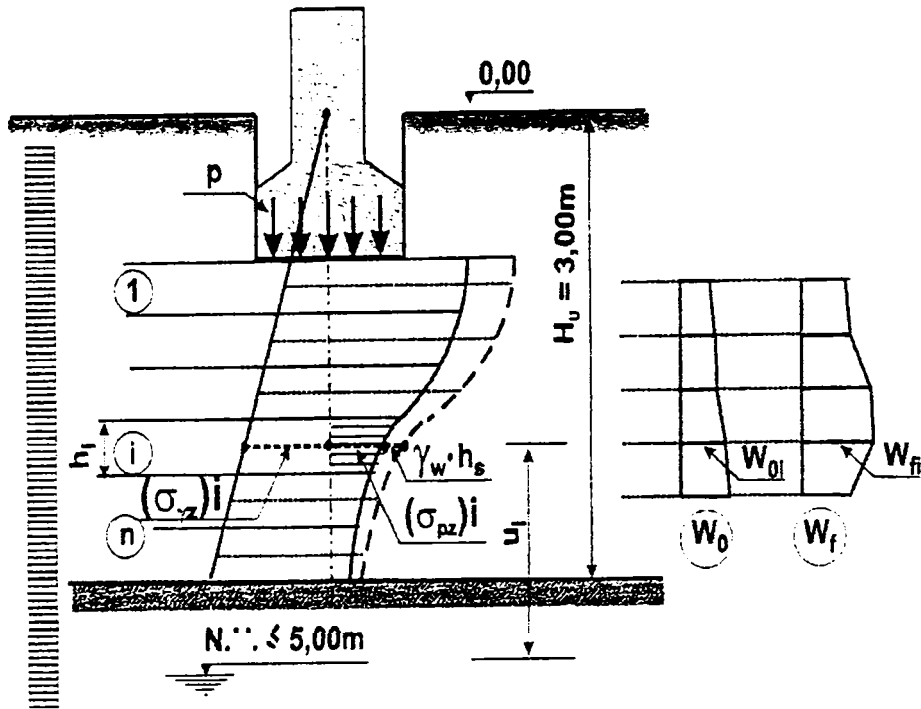


Figura 7.24 Schema de calcul pentru estimarea umflării terenului constituit din P.U.C.M.

unde:  $h_i$ , reprezintă grosimea stratului elementar de PUCM, având indicele porilor  $e_0$ , pentru care variația estimată a porozității, prin umflare, este  $(\Delta e)$ ;  $n$  este numărul de straturi elementare în care se împarte zona activă de umflare  $H_u$  ( $H_u$  se ia egală cu 3,00m de la cota terenului).

Variația de porozitate ( $\Delta e$ ), pentru un strat elementar  $i$ , prin umflare, se determină ca diferență între indicii porilor corespunzător probei inundate ( $e_f$ ), pentru o presiune egală cu sarcina geologică + tensiunea indusă de presiunea  $p$  + sucțiunea de echilibru ( $p_f = \sigma_n + \sigma_{pz} + \gamma_w h_s$ ) și indicii porilor ( $e_0$ ) corespunzător sarcinii geologice pe curba probei neinundate translate. Sucțiunea de echilibru, exprimată în cm coloană de apă  $h_s$ , se poate aproxima la mijlocul fiecărui strat elementar, cu relația:

$$h_s = \alpha \cdot \sigma_{pz} + u \quad (65)$$

în care:  $u$  este presiunea apei din pori exprimată în cm coloană de apă, negativă, egală cu distanța de la nivelul apei subterane până la mijlocul stratului considerat;  $\alpha$  este factorul de compresiune dedus de pe curba experimentală de contracție.

În cazul când variațiile de volum ( $\Delta V$ ) se produc ca urmare a ecranării suprafeței (impermeabilizarea ei prin îmbrăcămînți de drumuri, aeroporturi etc.) și deci a perturbării echilibrului hidrotermic, variațiile de volum și respectiv umflările ( $\Delta h$ ) se determină pe baza următorului raționament:

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{\Delta h}{h} \text{ - în cazul deformațiilor orizontale împiedicate și cum (66)}$$

$$(67) \quad \frac{\Delta h}{h} = \frac{e_f - e_0}{1 + e_0}, \text{ iar pământul se consideră saturat în orice moment al}$$

procesului de umflare,  $S_r = \frac{w\gamma_s}{e\gamma_w} = 1 \Rightarrow e = \frac{w\gamma_s}{\gamma_w}$ , astfel încât: (68)

$$(69) \quad \frac{\Delta h}{h} = \frac{\gamma_w \gamma_s}{1 + e_0} = \frac{\gamma_w}{1 + e_0} \Rightarrow \frac{\Delta h}{h} = \frac{K(w_f - w_0)}{1 + e_0} \text{ și înlocuind pe } e_0 = w_0 \gamma_s /$$

$\gamma_w$  și pe  $K = \gamma_s / \gamma_w$ , rezultă că:

$$\varepsilon_u = \frac{\Delta h}{h} = \frac{(w_f - w_0)\gamma_s}{\gamma_w + w_0\gamma_s} \Rightarrow \varepsilon_u = \frac{\gamma_s \Delta w}{\gamma_w + w_0\gamma_s} \quad (70)$$

unde:  $\Delta w$  este variația de umiditate între starea inițială  $w_0$  și starea de echilibru a umidității  $w_f$ ,  $\gamma_s$  este greutatea volumică a scheletului mineral. Valoarea umflării se poate calcula apoi cu relația generală.

$$S_u = \sum_{\&}^n h_i \varepsilon_{ui} \eta \quad (71)$$

unde  $\eta$  este un coeficient de corecție, considerat cu valori între 1 pentru variații de volum împiedicate pe direcție orizontală și 1/3 pentru modificări de volum izotrope pe cele trei direcții.

Umflarea terenului de fundare constituit din PUMC se poate calcula și cu relația:

$$S_u = \sum_{i=1}^n \varepsilon_{ui} \Delta h_i m_i \quad (72)$$

unde  $\varepsilon_{ui} = \frac{h_i - h_0}{h_0}$ , umflarea relativă a stratului elementar (i) stabilită prin

încercarea electronică cu două curbe;  $h_i$  este înălțimea probei edometrice inundată și supusă șao presiune  $p_{tot}$  corespunzătoare mijlocului stratului elementar (figura 7.25);  $h_0$  este înălțimea probei edometrice neinundate și supusă aceleași presiuni  $p_{tot}$ ;  $m_i$  este coeficientul condițiilor de lucru;  $\Delta h_i$  este grosimea stratului elementar (i).

Presiunea totală pe stratul elementar se estimează cu formula:

$$p_{tot} = \sigma_\eta + \sigma_{pz} + \sigma_s \quad (73)$$

în care  $\sigma_\eta$  este sarcina geologică calculată de la talpa fundației la mijlocul stratului elementar considerat;  $\sigma_{pz}$  este tensiunea verticală la mijlocul stratului elementar considerat, indusă de presiunea transmisă de fundație,  $p$ ;  $\sigma_s = m_n \cdot \gamma (z + D_f)$  este presiunea suplimentară provocată de influența greutateii părții neumezite din masiv, vecină cu o zonă neumezită - valorile coeficientului  $m_n$  sunt date în tabelul 7.5 în funcție de dimensiunile suprafeței umezite L/B (de regulă dimensiunile construcției).

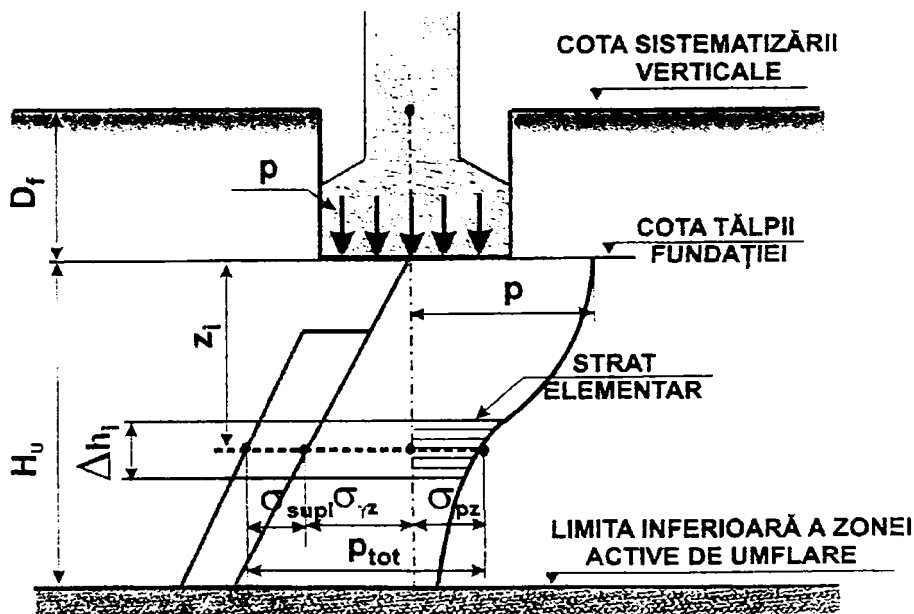


Figura 7.25 Schema de calcul a umflării terenului constituit din P.U.C.M.

Tabel 7.5

Valorile coeficientului  $m_n$  de calcul a presiunii suplimentare

$\frac{z + D_f}{B}$	Raportul laturilor suprafeței umezite L/B				
	1	2	3	4	5
0,50	0	0	0	0	0
1	0,58	0,50	0,43	0,36	0,29
2	0,81	0,70	0,61	0,50	0,40
3	0,94	0,82	0,71	0,59	0,47
4	1,02	0,89	0,77	0,64	0,53
5	1,07	0,94	0,82	0,69	0,57

Coeficientul condițiilor de lucru  $m_i$  este egal cu:

- $m = 0,80$ , pentru  $p_{tot} = 0,50 \text{ daN/cm}^2$ ;
- $m = 0,60$ , pentru  $p_{tot} = 3,00 \text{ daN/cm}^2$
- valorile  $m$  pentru intervalul de presiuni anterior se obțin prin interpolare liniară cu relația:

$$m = 0,84 - 0,08 \frac{p_{tot}}{p_0} \quad (p_0 = 1,00 \text{ daN/cm}^2) \quad (74)$$

pentru calculul amplitudinii deplasărilor suprafeței terenurilor contractile ca urmare a variațiilor sezoniere de umiditate, umflarea relativă se calculează cu relația:

$$\varepsilon_{ui} = 2 \left[ \frac{(w_{max} - w_{min})}{1 + e_0} \right] = \frac{2\Delta w_{med,i}}{1 + e_0} \quad (75)$$

în care:  $\Delta w_{med,i}$  este variația medie a valorii umidității calculată ca medie aritmetică a variațiilor de umiditate  $\Delta w = w_{max} - w_{min}$  a două straturi elementare succesive;  $w_{max}$ ,  $w_{min}$  sunt umiditățile corespunzătoare perioadei de umiditate maximă, respectiv de secetă maximă, determinate prin măsurători in situ sau estimate pe baza indicelui climatic ( $I_m$ );  $e_0$  este indicele porilor determinat pentru perioada de secetă maximă.

Limita inferioară a zonei active de umflare se consideră astfel:

- la infiltrarea apei în terenul constituit din PUCM, până la adâncimea la care presiunea totală este egală cu presiunea de umflare a pământului ( $p_u$ ), determinată în laborator;
- la ecranarea suprafeței terenului se consideră adâncimea stabilită pe cale experimentală pentru fiecare zonă climatică, iar lipsa acestora se poate considera adâncimea de 5,00 m;
- în cazul prezenței apei subterane, limita inferioară a zonei active de umflare se ia cu 3,00 m mai sus de la nivelul inițial al apei subterane dar mai jos decât adâncimea stabilită în primul caz;

198 Impactul pământurilor cu umflări și contracții mari (PUMC) asupra construcțiilor în sistemul Aranca

- în cazul variațiilor de umiditate ca urmare a factorilor climatici, în lipsa unor determinări experimentale, se consideră adâncimea de 3,00 m. Valoarea tasării ( $S_c$ ) determinată de contracția terenului de fundare constituit din P.U.C.M., prin reducerea umidității, se determină cu formula:

$$S_c = \sum_{i=1}^n h_i \varepsilon_{ci} m_c \quad (76)$$

în care:  $h_i$  este grosimea stratului elementar;  $\varepsilon_{ci}$  este contracția specifică a stratului ( $i$ )m rezultată prin raportarea reducerii înălțimii probei de pământ supusă uscării în edometru sub diverse presiuni, la înălțimea probei,  $m_c$  – coeficient al condițiilor de lucru egal cu 1,30;  $n$  este numărul de straturi elementare în care este împărțită zona activă de contracție  $H_c$ , a terenului de fundare ( $H_c = 3,00$  m în cazul terenurilor neacoperite).

O altă modalitate de estimare a mărimii tasării terenului constituit din P.U.C.M. ca urmare a reducerii umidității se stabilește cu formula:

$$S_c = \sum_{i=1}^n \varepsilon_{ci} \Delta h_i m_c \quad (77)$$

unde:  $\varepsilon_{ci}$  este contracția liniară specifică a stratului elementar ( $i$ ), determinată prin încercarea edometrică sub o presiune egală cu presiunea totală corespunzătoare mijlocului stratului elementar considerat, prin variația umidității din strat (respectiv probă) de la valoarea maximă la valoarea minimă;  $\Delta h_i$  este grosimea stratului elementar;  $m_c$  este coeficientul condițiilor de lucru egal cu 1,30;  $n$  este numărul de straturi elementare în care a fost împărțită zona activă de contracție a cărei limită inferioară se stabilește experimental sau, în lipsa experimentelor, se ia egală cu 5,00 m.

Presiunile orizontale ce se exercită asupra unor elemente de construcție (fundaje, pereți de subsol etc.) prin împiedicarea umflării P.U.C.M. se pot estima cu relația:

$$p_h = m \cdot k_I \cdot p_{\max}^e \quad (78)$$

în care:  $m$  este coeficient al condițiilor de lucru egal cu 0,85;  $k_I$  este coeficient ce depinde de intensitatea procesului de umflare, conform tabelului 7.6;  $p_{\max}^e$  este presiunea maximă orizontală determinată în laborator.

Tabel 7.6

Valorile coeficientului  $k_I$  de corecție a împingerii orizontale

Mărimea umflării libere % în 24 h	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70
valori $k_I$	1,40	1,25	1,12	1,05	1,03	1,01	1,00

## 7.3 Referat geotehnic pentru construcție hală Gătaia în P.U.C.M.

### Introducere

Studiul geotehnic prezent a fost întocmit pe baza comenzii SC OTNIEL SRL Timișoara, în vederea stabilirii parametrilor de fundare a unei hale industriale amplasată la intrarea comunei Gătaia, județ Timiș.

Pentru efectuarea studiului au fost executate încercări în teren și un foraj de 3,5 m adâncime, cu recoltarea de probe netulburate și tulburate.

Lucrările de teren, poziționate pe planșa 01 – geo anexată, redau și profilul litologic și fișele de stratificație.

### Date generale

Amplasamentul cercetat se află la cca. 200 m amonte de Gătaia limitrof DN Timișoara – Reșița.

Construcția ce urmează a se realiza va fi o hală industrială.

Morfologic, amplasamentul aparține Câmpiei Timișului, terasa înaltă, terenul este relativ plan și orizontal, având o stabilitate generală asigurată.

Geologic, pe adâncimea ce interesează din punct de vedere geotehnic, se întâlnesc:

- în suprafață (până la adâncimea de 5-6 m) depozite cuaternare de vârstă pleistocen, reprezentate prin pământuri argilo-prăfoase cu concrețiuni și pietrișuri rulate

- sub depunerile cuaternare se găsesc depozitele panoniene alcătuite dintr-o succesiune de nisipuri argiloase, marne și argile, de mare grosime

Apa subterană nu apare în primii 3,5 m de la suprafață, nivelul hidrostatic fiind situat la circa 5 m adâncime.

Seismic, conform normativului P<sub>100</sub> - 92 amplasamentul se află în zonă de gradul 7, scara MKS.

Adâncimea de îngheț stabilită conform STAS 6054/85 este de 0,8 m de la terenul actual.

Examinând valoarea indicilor geotehnici redați în fia de stratificație și stabiliți ca valori medii pentru straturile respective (10 adâncimi) se constată o consolidare normală a terenului, cu o consistență vârtoasă până la tare, plastic, cu variații de volum.

### Concluzii și recomandări

Pe baza celor mai sus prezentate și a parametrilor geotehnici din fișa de stratificații rezultă posibilitatea fundării directe a construcției în terenul natural.

terenul apt de fundare constă dintr-o argilă gălbuie, cu concrețiuni calcaroase, consistență tare, jilav.

Adâncimea minimă de fundare se recomandă:

$D_{min} = 1,50$  m de la terenul actual

Pentru calculul terenului de fundare, conform STAS 3300/2-85 și pentru diferite calcule de rezistență se vor lua în considerare următorii indici geotehnici:

- pentru stratul de fundare situat în argila cafeniu-gălbuie cuprinsă între 50 – 220 cm:

## 200 Impactul pământurilor cu umflări și contracții mari (PUMC) asupra construcțiilor în sistemul Aranca

---

$$\rho = 14,12 \text{ mN/cm}^3 \text{ (KN/mc)}; \Phi = 20^\circ; c = 0,40 \text{ daN/cm}^2$$

$$M = 125 \text{ daN/cm}^2 \text{ m presiunea critică (admisă)} = 2,69 \text{ daN/cm}^2 \text{ (26,94 t/m}^2)$$

$$\nu = 0,35 \text{ (coeficient Poisson)}$$

- pentru stratul de fundare situat în argila gălbuie, cuprinsă între 220 - 350 cm:

$$\rho = 15,00 \text{ mN/cm}^3 \text{ (KN/mc)}; \Phi = 17^\circ; c = 0,45 \text{ daN/cm}^2$$

$$M = 125 \text{ daN/cm}^2 \text{ m presiunea critică (admisă)} = 2,02 \text{ daN/cm}^2 \text{ (20,17 t/m}^2)$$

$$\nu = 0,342 \text{ (coeficient Poisson)}$$

Apa freatică nu apare până la 3,5 m și pentru fundații nu sunt necesare epuizamente.

Pentru săpături mai adânci de 1,5 m sunt necesare sprijiniri.

Din punct de vedere al săpăturilor, terenul se încadrează la teren mijlociu pentru săpături normale și la categoria a II-a la săpături mecanice.

Pentru a evita alterarea terenului de fundare, ultimul strat de 0,10 - 0,20 m se va îndepărta manual imediat înaintea betonării.

Se va avea în vedere faptul că natura argiloasă a terenului și predominanța mineralelor argiloase expandabile favorizează, ca urmare a variației conținutului de umiditate, apariția la suprafață a unor crăpături și fisuri prin uscare și presiuni suplimentare prin umezire.



-3,50	-2,20	-0,50	0,00	Cota față de 0,00	
1,30	1,70	0,50	∩	Grosimea stratului	
			∩	Cota apei subterane	
				Stratificația	
argilă gălbuie plastic consistentă, concrețiuini calcaroase	argilă cafeniu-gălbuie, plastic consistentă	sol vegetal	Forajul F1	Denumirea stratului	
2,35	2,25	2,95	%	Nisip grosier	Compoziția granulometrică
26,67	27,07	38,05		Nisip fin	
24,6	24,8	38,3		Praf	
46,4	45,9	39,8		Argilă	
argilă	argilă lutoasă	lut argilos mediu		Clasa texturală	
54,97	55	48,95	%	w <sub>i</sub>	Compoziția granulometrică
20,28	22,24	23,50		w <sub>p</sub>	
34,69	32,76	25,45		I <sub>p</sub>	
1,53	1,44	1,35	t/m <sup>3</sup>	greutatea volumetrică	
46,0	46,2	50,0	%	porozitatea	
0,85	0,86	1,0	%	Cifra porilor	
18	17	10		Rezistența la penetrare	
1,14	1,01	0,98	%	Indice de consistență	
0,75	0,71	0,64	%	Indice de activitate	
64,03	41,95	42,97	%	Contrație volumică	
15,43	21,72	22,79	%	Limita de contracție	
17,14	11,99	12,42	%	Umiditate optimă Proctor de compactare	
17,2	15,6	12,9	daNcm <sup>2</sup>	Modul de deformație	
148	125	116	daNcm <sup>2</sup>	Coeziunea	
0,45	0,40	0,25	e <sup>o</sup>	Unghiul de frecare	
17	20	21	t/m <sup>2</sup>	Presiunea critică	
20,17	26,94	23,41		Presiunea convențională	
380 kPa	425kPa				

Rezultatul încercărilor de laborator

Tabel 7.7

Localitatea Gâtaia  
Data 01.02.1996

## 7.4 Degradările construcțiilor din amenajările de îmbunătățiri funciare

### 7.4.1 Efecte

În cazul lucrărilor de îmbunătățiri funciare executate din/sau în pământuri cu umflături și contracții mari apar o serie de probleme specifice.

Regimul alternativ de umplere – golire a canalelor de desecare și de irigații favorizează formarea de fisuri de contracție, ce se constituie în căi preferențiale de infiltrare a apei. Retenția îndelungată favorizează propagarea umidității în profunzime.

Din tot ce s-a arătat până aici în acest capitol rezultă că producerea unor fenomene intense de umflare-contracție este condiționată pe de o parte de prezența unor pământuri argiloase active, la care forțele de interacțiune dintre apă și scheletul solid se manifestă cu intensitate și pe de altă parte de existențe unor factori care să conducă la producerea unor fenomene însemnate de migrație a apei cum ar fi cele provocate de condițiile climatice, efectul vegetației, uscarea artificială datorită prezenței unor cuptoare sau furnale etc.

Acțiunea argilelor cu umflări și contracții mari asupra construcțiilor ingineresti se poate manifesta în mai multe feluri așa după cum se arată mai departe.

În primul rând astfel de argile pot provoca degradări ale construcțiilor care sunt fondate mai sus ca adâncimea pe care se resimte influența variațiilor sezoniere sau a vegetației și la care presiunea adusă pe teren fiind relativ redusă nu este în măsură să compenseze presiunea de umflare. Astfel rădăcinile plantelor pătrund la o adâncime considerabilă în sol și-l usucă atunci când anotimpul este secetos. După datele din literatura de specialitate rezultă că sucțiunea pe care rădăcinilor plantelor o exercită asupra apei din sol variază în funcție de specia plantei fiind cuprinsă între 7 și 40 at ( $pF = 3,85 \dots pF = 4,60$ ), limita inferioară corespunzând plantelor din zonele cu apă în exces, iar limita superioară celor din zonele aride. În medie în știința solului se consideră că pentru majoritatea plantelor umiditatea de ofilire corespunde unei sucțiuni de 15 at ( $pF=4,2$ ). Chiar în țările cu climat umed, cum ar fi Anglia, s-a observat sub arbori și arbuști o zonă, în permanență mai uscată, care are o adâncime de 4-5 m și prin contractarea căreia rezultă o coborâre a suprafeței terenului de ordinul centimetrilor. Sub suprafețele înierbate contracția are loc până la adâncimi de 1,5 – 2 m, dar în acest caz uscarea nu are caracter de permanență deoarece apa eliminată prin transpirația ierbii în perioadele de vară este înlocuită de apa provenită din precipitațiile din timpul iernii. Chiar în aceste condiții măsurătorile făcute au pus în evidență între lunile aprilie și septembrie deplasări ale suprafeței de ordinul 2-3 cm.

Este de observat că măsurători efectuate în țara noastră într-o zonă cu argile contractile au pus în evidență deplasări ale suprafeței terenului de același ordin de mărime.

La efectul de drenare a vegetației se adaugă faptul că pe timp de secetă aceste pământuri se crapă formându-se o rețea poligonală de crăpături, care favorizează procesele de evaporare. Pământul este astfel fragmentat în blocuri poligonale, mai mult sau mai puțin izolate la partea superioară. În condițiile climatice din țara noastră adâncimea crăpăturilor atinge în majoritatea cazurilor 2

2,5 m, iar deschiderea lor poate ajunge în locurile expuse la insolații la 15 cm, în medie fiind însă de 5-10 cm. Se menționează în literatura de specialitate regiuni în care zona afectată de variații de volum este sensibil mai groasă. Astfel pentru anumite zone din Birmania se indică o adâncime de 8 m, pentru Texas adâncimea de 8 m, iar pentru Africa de Sud adâncimea de 4-5 m.

Prin executarea unei clădiri schimbul natural de umiditate al terenului de fundație cu atmosfera este perturbat tinzându-se spre realizarea unei distribuții de echilibru a umidității. Cum în general construcțiile sunt ridicate în perioadele mai sărace în precipitații, înseamnă că de obicei prin executarea construcției are loc o creștere a umidității terenului de sub construcție. Datorită permeabilității reduse a pământului în stare nesaturată realizarea distribuției de echilibru a umidității este un fenomen de lungă durată, de ordinul anilor (4-5 ani). Ca urmare a creșterii umidității terenul se umilă mai mult în zona centrală a construcției în raport cu zonele de margine ale construcției, rezultând eforturi de întindere la partea superioară a clădirii care conduc de obicei la apariția de fisuri mai deschise la partea superioară (figura 7.26.a). O dată cu aceasta au loc desprinderi ale părților anexe ale clădirilor (scări, trotuare etc.) care sunt fondate de obicei la adâncimi mici. La apariția eforturilor contribuie și faptul că perioadele uscate pământul din jur se contractă și se crapă în special pe laturile unde insolația este mai puternică. Aceste crăpături permit să pătrundă în perioada umedă care urmează și să înmoaie pământul de lângă și sub fundație. În plus apa în mișcare transportă particule de pământ care se acumulează în crăpături, astupându-le uneori complet, ceea ce face să aibă loc o lățire a lor în fiecare vară uscată. De obicei materialul acumulat în crăpături poate fi recunoscut ușor datorită diferenței sale de culoare în raport cu masa de pământ din jur.

Uneori prezența fisurilor în pământul din jurul clădirilor permite o infiltrație a apei în subsoluri și conduce la inundarea acestora. Izolațiile verticale obișnuite, care au drept suport un zid de jumătate de cărămidă nu constituie de multe ori o protecție suficientă deoarece o dată cu crăparea terenului poate avea loc și o fisurare a zidului suport și deci și a izolației hidrofuge.

Atunci când clădirea se construiește după o perioadă bogată în precipitații când terenul de fundație este foarte umed are loc o migrație a apei din terenul de sub clădire spre zonele din jur ceea ce conduce la o contracție a pământului din zona centrală a clădirii (figura 7.26.b) și la apariția de fisuri mai deschise la partea inferioară. În cazul clădirilor în care au loc procese tehnologice la temperaturi ridicate (cuptoare, furnale etc.) este probabil o uscare intensă a terenului de sub clădire ceea ce conduce de asemenea la contractarea sa. Pentru a reduce aceste efecte sursa de căldură trebuie izolată în raport cu terenul și dacă este posibil spațiul dintre pardoseală și teren trebuie ventilat sau trebuie prevăzut un sistem de răcire.

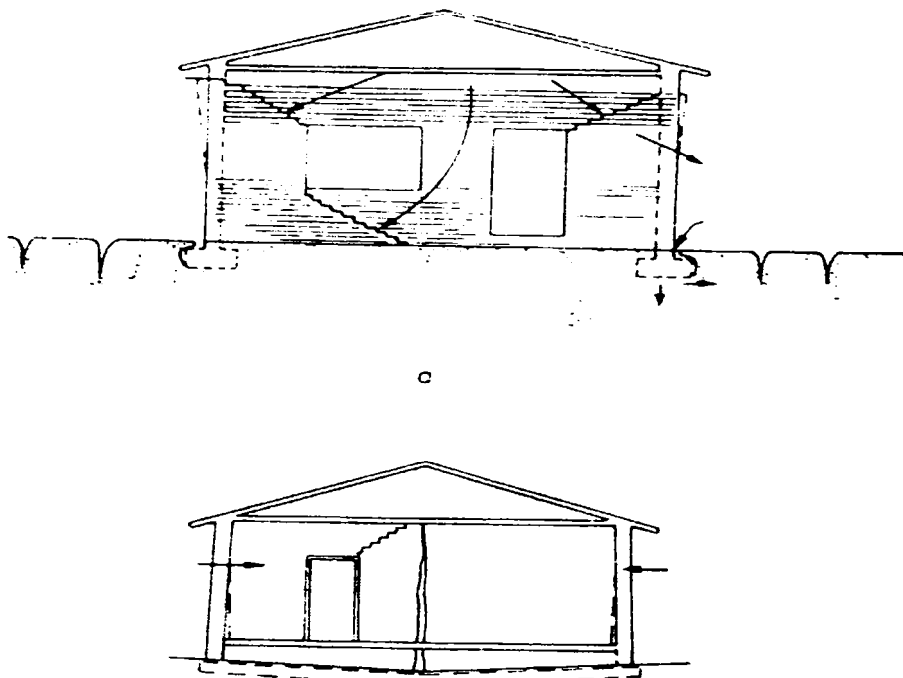


Figura 7.26 (a,b)Scheme pentru explicarea fisurării clădirilor ca urmare a umflării (a) sau a contracției (b)terenului de fundație

În afară de clădiri, o serie întreagă de construcții așezate direct pe teren: rigole, trotuare, șosele, căi ferate, canale etc. pot suferi serioase avarii datorită argilelor cu umflări și contracții mari. De asemenea, numeroase șosele din zonele cu argile contractile, în special atunci când sunt asfaltate sau betonate, prezintă spre marginea îmbrăcăminții, fisuri sau crăpături care au o orientare aproximativ paralelă cu axele căii. Aceste degradări se datoresc uscării excesive a pământului în părțile laterale în raport cu porțiunea mediană, unde materialul rămâne cu umiditate sporită ca urmare a protecției oferite de sistemul rutier. Degradări similare se semnalează uneori în cazul terasamentelor de cale ferată constituite din argile foarte active.

Fenomenele de evapotranspirație datorită arborilor din vecinătatea construcțiilor conduce, de asemenea, la reducerea umidităților din terenul de inundație și deci la producerea unor fenomene de contracție. În mod aproximativ se poate considera că arborii se găsesc față de clădire la o distanță mai mare decât o dată și jumătate înălțimea arborilor maturi pericolul este înlăturat. Dacă se constată degradări datorită arborilor atunci remediul constă în a înlătura cauza fizică adică a tăia arborii. Trebuie ținut seamă că după tăierea arborilor are loc o creștere lentă a umidității pământului din zona care fusese asecată de rădăcini (figura 7.27) și deci

la producerea unor fenomene de umflare, așa că repararea zidurilor nu trebuie făcută de obicei mai înainte de un an. Observații efectuate de către Stațiunea de Cercetări în Construcții din Anglia, asupra unui bloc construit în anul 1959 pe un teren ce fusese defrișat cu un an mai înainte au constatat o ridicare a terenului de ordinul a 8 mm pe an și se presupunea că fenomenul va mai continua timp de circa 10 ani de la începerea construcției.

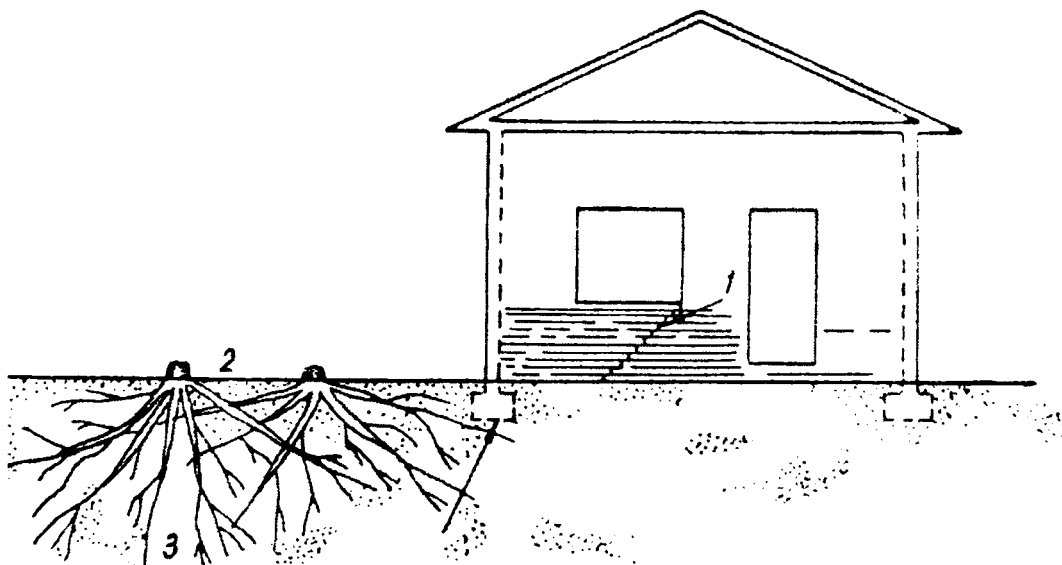


Figura 7.27 Reprezentarea schematică a fisurării (1) construcției ca urmare a tăierii arborilor (2); zona inițial mai uscată (3); forța datorită umflării ca urmare a umezirii (4)

Dar în afară de pericolul îl reprezintă deformațiile de volum ale argilelor active, prin eforturile suplimentare pe care le provoacă în construcțiile de diferite feluri, argilele contractile mai pot periclita stabilitatea lucrărilor de pământ ca urmare a umezirii fețelor glomerulelor formate prin dezvoltarea sistemului de fisuri de contracție.

Astfel prin adăugarea unei cantități relativ reduse de apă are loc umezirea fețelor glomerulelor și acestea au posibilitatea să alunece mai ușor una în raport cu alta cu toate că în medie umiditatea masei de pământ crește cu foarte puțin. Spre exemplu ca urmare a reducerii sensibile a rezistenței la lunecare taluzurile executate în argile fisurate își pot pierde stabilitatea în perioadele cu precipitații bogate. Aceste fenomene se manifestă cu intensitate mai mare cu precipitații bogate, care urmează imediat după perioadele secetoase în care a avut loc deschiderea accentuată a fisurilor și deci s-a creat condiția pentru o pătrundere rapidă a apei în sistemul de fisuri. În afară de aceasta în perioadele de secetă, prin contracția argilelor,

glomerulele se desprind din taluz și cad spre baza acestuia, expunându-se în acest fel alte suprafețe insolațiilor așa că procesul progresează în interiorul masivului de argilă fisurată.

Fenomene similare pot avea loc și în cazul construcțiilor de pământ (diguri, baraje etc.) constituie din argile contractile atunci când prin felul exploatării sunt supuse unor alternanțe de umiditate și se creează un sistem de fisuri dezvoltate. În cazul când are loc o ridicare bruscă a nivelului apei de perioadă de secetă, apa pătrunde cu ușurință în fisuri și are loc o reducere simțitoare a rezistenței la lunecare a construcției din pământ (figura 7.28, figura 7.29, figura 7.30).

În afară de cazurile menționate mai înainte acțiunea argilelor active se manifestă și

în cazul construcțiilor subterane. Astfel atunci când se execută excavații subterane într-un asemenea masiv prin umezirea materialului, provoacă uneori numai prin adsorbirea vaporilor de apă din atmosfera înconjurătoare, se dezvoltă presiuni de umflare foarte mari de ordinul zecilor de kilograme forță pe centimetru pătrat. Intensitatea acestor fenomene este cu atât mai accentuată cu cât materialul argilos este mai activ și se găsește într-o stare mai pronunțată.

De asemenea fenomene similare de umflare a argilelor se observă în cazul excavațiilor adânci realizate în pământuri argiloase. În literatura de specialitate se semnalează cazul când fundul unor săpături s-a ridicat cu 10 – 20 cm, ca urmare atât a decompresiei argilei cât și a umezirii și umflării materialului argilos. Printre tipurile de pământ din țara noastră care prezintă fenomene de umflare a fundului săpăturii, merită să fie menționată argila marnoasă cenușie – vânăță, tare, care apare drept fundament în numeroase regiuni și care prezintă particularitatea că este alcătuită dintr-o alternanță de microorizonturi argiloase și nisipoase.

Datorită alcătuirii specifice, prin excavațiile executate în acest pământ apa poate pătrunde și circula mai ușor în masivul de pământ de-a lungul orizonturilor nisipoase și ca urmare a umflării orizonturilor argiloase are loc ridicarea fundului săpăturilor precum și înrăutățirea capacității portante a terenului legate de argilele contractile au fost studiate în perioada 1949 – 1950 de un colectiv al Academiei R. P. Române, iar după anul 1958 de colective din secțiile de fundații INCERC și ISCH care au stabilit specificul manifestării acestor fenomene, metodele de identificare a pământurilor precum și măsurile indicate pentru inundarea construcțiilor.

Astfel s-a stabilit că în condițiile climatice din țara noastră fenomenele de umflare – contracție a argilelor active din terenul de fundație se manifestă numai până la adâncimi de 2 – 2,5 m, din care cauză aceste variații de volum afectează în special construcțiile din mediu rural care sunt fondate la adâncimi mai mici decât 1 – 1,5 m și care transmit pe teren presiuni reduse. Avariile care survin la corpul principal al clădirilor se manifestă prin fisuri pornind din inundații oblice, sau unghi de aproximativ 45° spre colțuri, sau uneori aproape verticale, în zona de mijloc a deschiderii zidurilor. Fisurile sunt la început filiforme, apoi se deschid an de an până ajung la dimensiuni apreciabile.

Fisurile apărute între corpul principal al clădirilor și anexele acestora sunt mai frecvente, însă nu tot atât de periculoase. Ele constau de obicei în desprinderea scârilor sau a trotuarelor și fisurarea lor.

Fisuri apar și la construcții mai importante, cu etaj, la care pornind din fundație și trecând de preferință prin golurile ferestrelor, ajung până sub cornișa acoperișului. Fisuri largi au fost observate chiar și la tălpile de fundații din beton simplu, neîncărcate.

În afara de clădiri, degradări datorită argilelor cu contracții mari s-au observat și la trotuare, rigole, șosele, căi ferate etc.

Măsurătorile de umiditate și variații de volum pe verticală, efectuate în cadrul cercetărilor amintite, au scos în evidență faptul că masivul de pământ pe adâncimea studiată poate fi împărțit în următoarele zone:

- zona de suprafață, cuprinsă între 0 și 1 m adâncime, în care variațiile de umiditate provenite din regimul temperaturii aerului și precipitațiilor se fac mai simțite asupra umflării și contracției pământului;
- o zonă, de trecere situată în jurul adâncimii de 1,5 m, în care crăpăturile fine nu mai ajung, însă cele mai mari sunt încă deschise; zona este oarecum la adăpost de variațiile importante de temperatură, iar apa infiltrată din suprafață se scurge spre adâncime, fără a avea răgazul să producă variații importante de volum;
- o zonă, de bază, situată în jurul adâncimii de 2 m, în care se găsește partea inferioară a fisurilor și în care datorită acumulării apei argila are tendința de a se umfla.

Sub adâncimea de 2,5 m procesele de umflare-contracție în mod practic sunt neglijabile.

Exemple de lucrări hidrotehnice (podețe, stații pompare) afectate de variația de volum a vertisolurilor în sistemul Sânnicolau Mare.

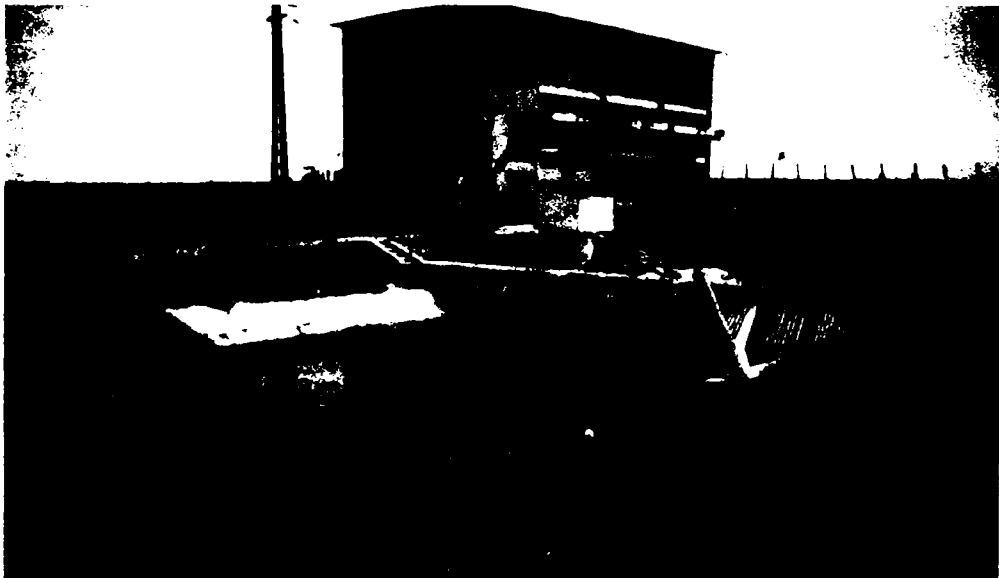
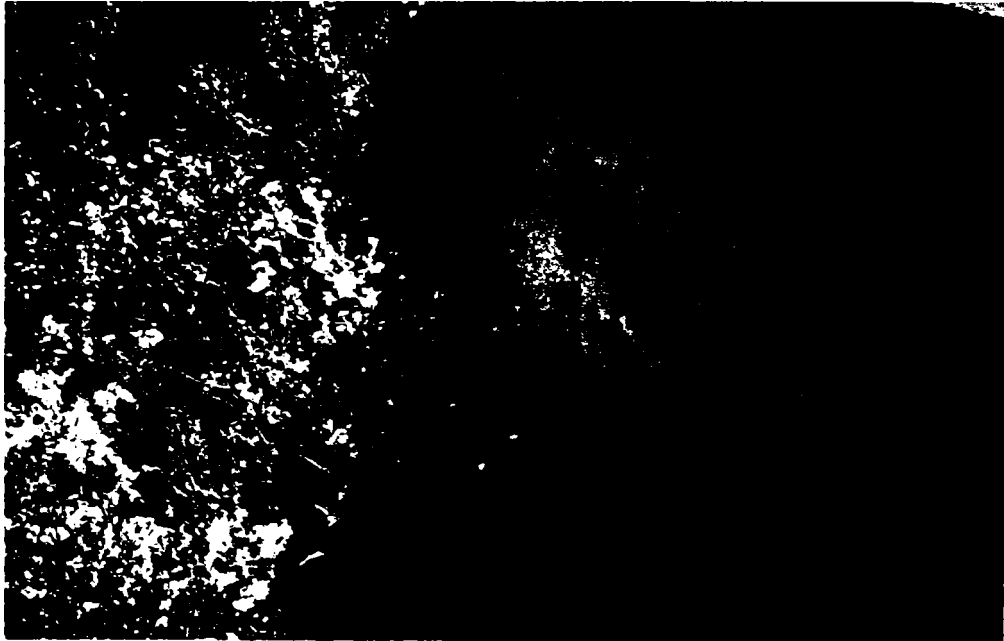


Figura 7.28



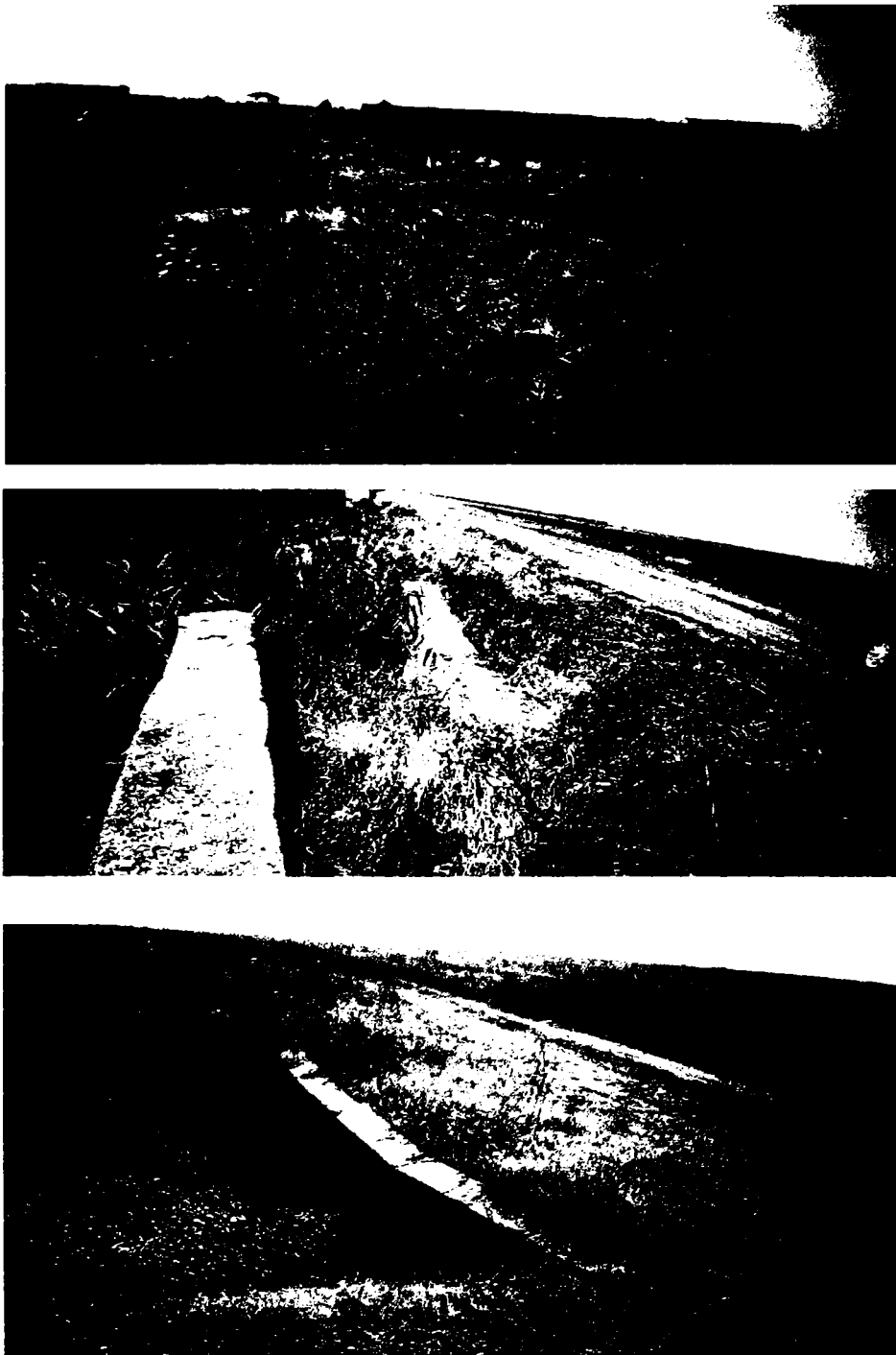


Figura 7.29

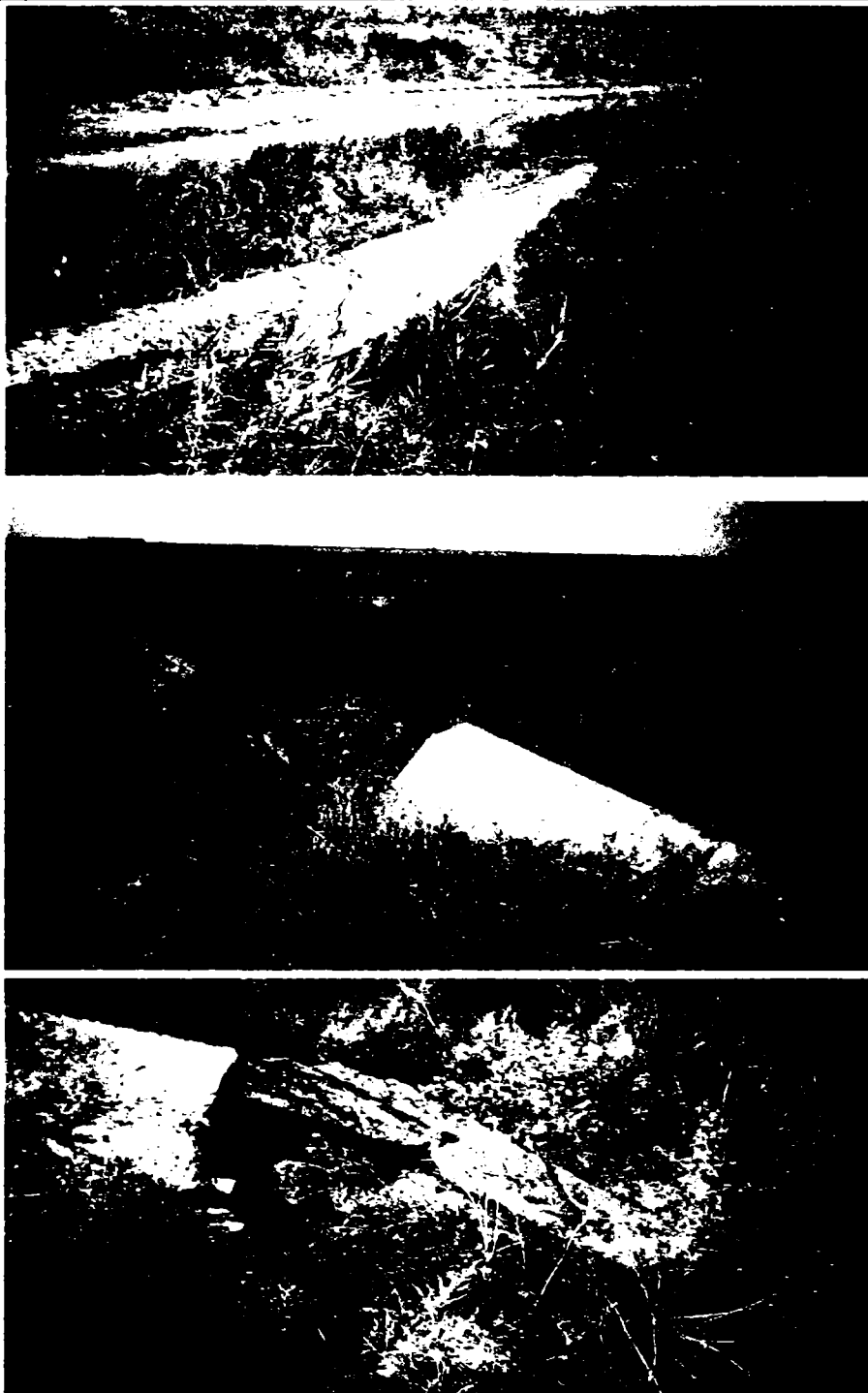


Figura 7.30

O ilustrare a necesității unor permanente lucrări de întreținere și de cheltuieli pentru materiale, combustibili și manoperă pentru întreținerea unor canale de desecare și pentru decolmatări este prezentată în tabelele 7.8 - 7.9 și în figura 7.31

Tabel 7.8

A.N.I.F. RA Sucursala Teritorială Timiș-Mureș Inferior  
Unitatea de Administrare BEGA Nord  
Formația ARANCA  
- 1,5

b=2

m=1

## FIȘA DE GABARITAJ

## Lucrarea: Canal CI 3

Profil	Cota existentă	Cota proiectată	H (m)	B (m)	B+b 2	Secțiuni		Distanțe		Volume	
						parțiale	medii	parțiale	cumul	parțiale	cumul
0+000	7604	7538	0,60	9		2,00					
0+100	7623	7556	0,67	10		1,40	1,70	100	100	170	170
0+200	7632	7574	0,58	10		1,90	1,65	100	200	165	335
0+300	7668	7592	0,76	12		1,60	1,75	100	300	175	510
0+400	7680	7610	0,60	13		1,80	1,70	100	400	170	680
0+500	7672	7628	0,44	11		1,30	1,55	100	500	155	835
0+600	7710	7646	0,64	9		1,50	1,40	100	600	140	975
0+700	7710	7652	0,54	12		1,60	1,53	100	700	155	1130
0+800	7710	7658	0,52	12		1,60	1,60	100	800	160	1290
0+900	7720	7664	0,56	11		1,80	1,70	100	900	170	1460
1+000	7712	7670	0,42	12		1,70	1,75	100	1000	175	1635
1+100	7720	7676	0,44	13		1,60	1,65	100	1100	165	1800
1+200	7740	7682	0,58	12		1,50	1,55	100	1200	155	1955
1+300	7738	7688	0,50	12		1,50	1,50	100	1300	150	2105
1+400	7740	7694	0,46	14		1,60	1,55	100	1400	155	2260
1+500	7742	7700	0,42	13		1,30	1,45	100	1500	145	2405
1+600	7760	7706	0,54	13		1,50	1,40	100	1600	140	2545
1+700	7760	7712	0,48	12		1,40	1,45	100	1700	145	2690
1+800	7760	7718	0,42	12		1,40	1,40	100	1800	140	2830
1+900	7781	7724	0,52	11		1,90	1,65	100	1900	165	2995
2+000	7770	7727	0,42	11		1,20	1,55	100	2000	155	3150
2+100	7780	7730	0,50	11		1,60	1,40	100	2100	140	3290
2+200	7765	7732	0,33	10		1,00	1,30	100	2200	130	3420
2+300	7770	7736	0,34	9		0,90	0,95	100	2300	95	3515
2+400	7778	7738	0,40	10		0,90	0,90	100	2400	90	3605
2+500	7784	7741	0,43	8		1,00	0,95	100	2500	95	3700
2+600	7782	7744	0,38	8		0,90	0,95	100	2600	95	3795
2+700	7790	7746	0,44	8		1,00	1,00	100	2700	100	3805
2+800	7777	7749	0,28	8		1,10	1,10	100	2800	110	4005
2+900	7802	7752	0,50	9		0,90	1,00	100	2900	100	4105
3+000	7802	7755	0,47	8		1,00	0,95	100	3000	95	4200
3+100	7816	7735	0,81	7		2,00	1,50	100	3100	150	4350
3+200	7808	7738	0,50	8		1,10	1,55	100	3200	155	4505
3+300	7795	7760	0,35	8		0,80	0,95	100	3300	95	4600



Tabel 7.9

A.N.I.F. RA Sucursala Timiș  
 Se aprobă  
 Formația Aranca  
 Manager  
 Amenajarea Aranca  
 Cod amenajare 165

Măsurători privind lucrarea: Decolmatări canale  
 Cod deviz: DPRO2  
 Luna august 2005

Nr. crt.	Simbol articol Lucrare	a. Denumire articol de lucrare b. Determinarea prin calcule a cantităților executate	UM	Cant.
1	TSCO3C <sub>1</sub>	Săpătură mecanică cu excav. de 0,4 - 0,7 mc în pământ cu umiditate naturală. Canal CI3 km 0+000 ÷ 1+7000 Mal drept 20% din cantitate 2690 x 20% = 538 mc km 1+800 ÷ 2+630 mal stâng = 1135 mc	100 mc	16,73
2	TSC26A <sub>1</sub>	Dislocare pământ depozitat necompactat cu împingere la 5 m cu buldozer canal CI 3 km 0+000=1+700 = 5,38 x 100 mc 1+700 ÷ 2+630 = 11,35 x 100 mc	100 mc	16,73
3	TSEO4A <sub>1</sub>	Nivelarea suprafeței de teren și platforma cu buldozer	100 mc	300

Pentru înlăturarea sau atenuarea fenomenelor defavorabile datorate existenței P.U.C.M. în terenul de fundare se poate recurge la un set de măsuri ce vizează:

- a) eliminarea cauzelor care generează variații de umiditate în terenul de fundare:
- eliminarea surselor ce provoacă umezirea – conducte sau canalizări degradate, ridicare nivelului apei subterane, infiltrații datorate precipitațiilor sau stagnării apelor la suprafața terenului, irigații, defrișări etc.;
  - eliminarea surselor ce provoacă uscarea – existența unor arbori în vecinătatea construcției, coborârea nivelului apei subterane, procese tehnologice cu temperaturi ridicate sau cu ventilație.
- b) transmiterea solicitărilor exercitate de fundații sub zona ce prezintă variații de volum de la suprafața terenului prin stabilirea unei adâncimi de fundare adecvate sau prin adoptarea unei fundații pe piloți;

- c) îmbunătățirea terenului de fundare pentru a diminua sau anula variațiile de volum;
- d) măsuri care conferă construcției capacitatea de a prelua solicitările datorate deformațiilor provocate de variațiile de volum ale terenului de fundare.

În cazul talazurilor și lucrările de drumuri se recomandă măsuri constructive specifice acestor construcții care au la bază observații și studii efectuate asupra comportării căilor de comunicații fundate pe P.U.C.M.

La talazuri, degradarea are loc de obicei, prin formarea unor cruste crăpate care se desprind progresiv și afectează zone din ce în ce mai profunde. Sunt frecvente de asemenea, ruperi de picior sau de adâncime atunci când apa se infiltrează prin fisuri de contracție sau când argila de la baza taluzului devine saturată ca urmare a unui drenaj deficient. În cazul când argila absoarbe apă sau este supusă unor cicluri de uscare – umezire, rezistența la forfecare scade foarte mult, până la valori de ordinul a câțiva N/cm<sup>2</sup>. În astfel de cazuri talazurile stabile sunt la înclinări de 5° și 10°. La aceste valori se ajunge dacă în calculele de stabilitate se contează pe rezistența la forfecare reziduală, care în cazul argilelor active poate fi de 0,3 ... 0,1 din rezistența la forfecare maximă (de vârf).

În unele cazuri, talazuri inițial stabile se degradează după câteva luni sau câțiva ani, probabil ca urmare a atingerii unei noi stări de echilibru a presiunilor interstițiale, care prin descărcare au avut la început valori negative. Adesea procesul se accelerează ca urmare a unei ploii puternice. Ruperea prin pierderea stabilității se consideră ca efect al unei proiectări bazată pe valori prea optimiste pentru rezistența la forfecare și ca urmare a unor fenomene reologice.

Măsurile de atenuare a degradărilor prezentate anterior asupra talazurilor se recomandă a se efectua imediat după taluzare și constau în principal din:

- îmbunătățirea condițiilor de drenaj atât la piciorul cât și la partea superioară a taluzului;
- protejarea suprafeței împotriva eroziunii și a pătrunderii apei prin infiltrație în fisuri (așternerea unor materiale granulare sau textile neșesute, torcretarea);
- adoptarea unor pante ale taluzurilor de ordinul 1/3 .... 1/4.

Nu se recomandă folosirea pământurilor contractile la realizarea rambleelor. Atunci când nu se dispune de alte materiale se poate recurge la îmbunătățirea lor prin stabilizare cu var. Compactarea trebuie realizată la umidități cât mai apropiate de umiditatea de echilibru, diminuându-se astfel variațiilor de volum aferente modificărilor.

Orientativ se prezintă în figura 7.32 gradul de compactare necesar, în funcție de condițiilor climatice și de indicele de plasticitate al pământului (nu se aplică rambleele de drum cu trafic greu). Condițiile cele mai defavorabile din grafic corespund unor zone climatice cu perioade de secetă mai mari de 3 luni.

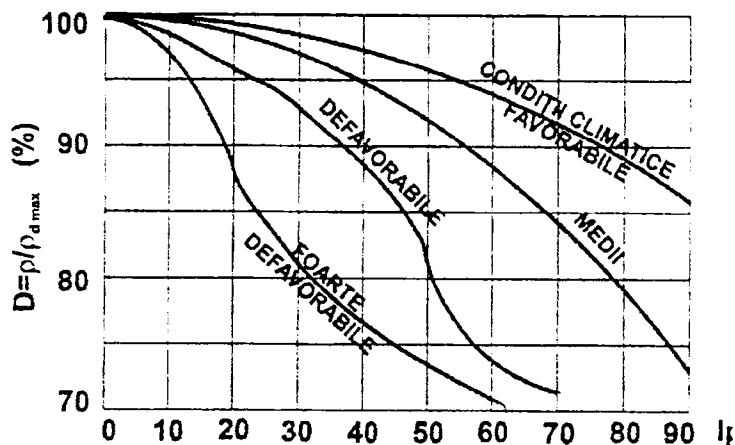


Figura 7.32 Variația gradului de compactare necesar  $D$  în funcție de condițiile climatice și de indicele de plasticitate  $I_p$  al pământului

În ceea ce privește drumul propriu-zis, acesta se comportă ca orice construcție ușoară, la care greutatea proprie nu compensează presiunea de umflare dezvoltată de pământul contractil și în consecință situația din timpul execuției condiționează comportarea ei în timp. Dacă execuția a avut loc la sfârșitul verii, atunci când datorită secetei, suucțiunea pământului este ridicată, are loc ulterior un proces de migrație a apei din zonele învecinate mai umede, spre zona centrală până la atingerea unei noi stări de echilibru. Astfel, în zona centrală a drumului se așteaptă să apară umflări ale pământului ceea ce induce crearea și dezvoltarea de fisuri caracteristice, longitudinale.

În faza de proiectare a lucrărilor de drumuri este necesar să se dispună de următoarele date:

- evaluarea profilului de umiditate a terenului de pe amplasament;
- prognoza distribuției de echilibru a umidității după construirea drumului și a variațiilor de volum aferente;
- determinarea densității în stare uscată  $\rho_d$  și a umidității optime de compactare  $w_{opt}$ .

Pentru a micșora tendința de umflare a terenului în raport cu îmbrăcămintea drumului se pot aplica următoarele soluții tehnice:

- a) se poate recurge la înlocuirea argilei pe 0,6 – 0,8 m, cu pământ mai puțin activ sau cu pământ stabilizat și la repararea periodică (6-7 ani) a îmbrăcăminții, soluție care implică luarea în considerare a unor costuri suplimentare;
- b) pentru diminuarea efectelor umflării – contractiei pământurilor argiloase se preferă îmbrăcăminți flexibile, care pot fi reparate mai ușor;

- c) se recomandă ca eficientă construirea în etape, între care se lasă suficient timp pentru stabilizarea condițiilor de umiditate;
- d) lucrări de dirijare a apelor de suprafață și drenarea platformei drumului pentru a se evita stagnarea apei și apariția umflăturilor aferente.

În ceea ce privește executarea lucrărilor de fundații pe P.U.C.M. se impune respectarea unor măsuri ce au rolul de a reduce semnificativ variațiile de volum ale acestor pământuri, care se pot grupa astfel:

- înaintea începerii lucrărilor de săpătură, suprafața terenului va fi curățată și nivelată, cu pante de scurgere spre exterior, pentru a nu se permite stagnarea apelor din precipitații sau scurgerea lor în săpăturile pentru fundații;
- ultimul strat de pământ, de circa 30 cm grosime, din săpătura pentru fundație va fi excavat pe porțiuni eşalonate în timp – pe măsura posibilităților de execuție a fundațiilor în ziua respectivă – și imediat înainte de turnarea betonului în fundații, pentru a se evita variațiile de umiditate;
- dacă apar crăpături în terenul săpat până la cota de fundare, înainte de turnarea betonului se va face matarea lor, fie cu lapte de ciment (la dimensiuni mici) fie cu pământ stabilizat și apoi compactarea suprafeței de fundare precedată de o ușoară stropire a pământului; stabilizarea pământului se va face fie prin metode chimice, fie prin degresare cu nisip.

#### **7.4.2 Sisteme de fundare și măsuri de prevenire și combatere a degradărilor**

Primele măsuri mai importante care trebuie avute în vedere în legătură cu proiectarea sistemelor de fundare sunt: coborârea fundațiilor sub zona de influență a agenților atmosferici și realizarea de presiuni ridicate asupra pământului care să preîntâmpine tendința de umflare.

În afara acestor măsuri importante, în vederea depășirii zonei de influență a agenților atmosferici, la construcțiile respective se vor mai impune următoarele:

- a) clădirile și fundațiile vor fi secționare prin rosturi dispuse la distanțe între ele de maximum 30 m;
- b) conductele purtătoare de apă, ce intră sau ies din clădiri vor fi prevăzute cu racorduri elastice și etanșe la traversarea zidurilor sau fundațiilor.

În același timp este recomandabil să se adopte pentru construcții forme geometrice cât mai regulate și să se evite lăsarea sub fundații a unor lentile de pământ moi, care să poată provoca tasări sub influența presiunilor mai ridicate. Anexele clădirilor vor fi fundate de regulă la aceeași adâncime cu construcțiile respective, pentru a se evita degradarea lor.

În cazul fundării la o adâncime mai mică sau construcții importante măsurile pentru preîntâmpinarea degradărilor sunt mai deosebite.

La construcțiile parter se va avea în vedere principiul ca lungimea tronsoanelor segmentate prin rosturi de tasare să nu depășească înălțimea acestora. Fiecare porțiune de construcție tronsonată va avea înălțimea constantă și va fi prevăzută cu centuri care să asigure o comportare corespunzătoare. La clădirile numai parter, de formă în plan apropiată de pătrat, centura superioară poate fi înlocuită cu armarea zidăriei la colțuri, pe 1,50 ... 2,00 m lungime fiecare latură, care să depășească în orice caz golurile ușilor și ferestrelor. Centurile se armează de regulă simetric, având minimum 4 fiare  $\Phi$  12. Pentru centuri cu lățime mai mare de 25 cm sunt necesare minimum 6 fiare  $\Phi$  12.



La construcții cu subsoluri așezate pe pământuri contractile, zidurile sub suprafața terenului se pot arma și trebuie evitată realizarea acestora din cărămidă. Înălțimea medie a zidurilor armate de la subsoluri trebuie să fie de 1,5 m ... 2,0 m și la pământuri pronunțat contractile lungimea lor se va limita la 3... 4 m <sup>(16)</sup>.

În vederea realizării de presiuni ridicate asupra pământului, se pot utiliza fundații pahar oprite în masa pământurilor susceptibile la mici variații de volum, sau coborâte pe pământuri necontractile.

Fundațiile sistem radier pot fi armate sau nearmate, dimensionarea acestora efectuându-se în funcție de solicitarea construcției și de presiunea de umflare a pământului care de obicei este mai importantă. În această privință se vor avea în vedere momentele încovoietoare, forțele de tăiere și săgețile maxime. În unele cazuri cu aprecieri necorespunzătoare, s-au constatat rotiri ale zidurilor susținute de radierele împinse în sus și fisurări la contactul dintre radiere și ziduri. Pentru prevenirea unor astfel de degradări, în multe cazuri se prevăd rosturi la contactul dintre pereți și radiere. Un efect pozitiv asupra comportării radierele are așezarea acestora pe un strat drenant de pământ grosier în grosime de 10 cm. În vederea realizării de presiuni ridicate asupra pământului de fundații, se pot avea în vedere și radiere cu grinzi între care rămân goluri, sistem în general scump din care cauză nu se are în vedere decât în situații deosebite.

În vecinătatea construcțiilor amplasate în zone cu terenuri contractile este importantă oprirea de apă în apropierea fundațiilor, pentru a se preveni variațiile de volum ale pământurilor. Sursele de apă pot fi scurgerile din canalizări și rețele de alimentare cu apă, infiltrațiile apelor provenite din precipitații etc.

Un rol important în această privință prezintă trotuarele etanșe din jurul clădirilor. Acestea vor trebui să aibă o lățime de minimum 1,50 m și se vor așeza pe un strat de pământ stabilizat, în grosime de 20 cm prevăzut cu pantă de 5% spre exterior, fiind totodată necesară realizarea unui pinten.

Evacuarea apelor de pe acoperiș trebuie făcută prin burlane la rigole impermeabile, special prevăzute în acest scop, cu debușee asigurate.

Prin măsurile de sistematizare verticală trebuie să se evite stagnarea apelor superficiale la distanțe mai mici de 10 m în jurul fiecărei construcții.

Este importantă recomandarea de a se evita plantarea sau menținerea de diferiți arbuști în apropierea construcțiilor. Spațiul de siguranță, respectiv nu trebuie să fie mai mic de  $L = 7,50$  m, iar pentru cazurile de fundare superficială ( $D < 2,0$  m) cu pământ foarte contractil, se recomandă  $L = 30$  m.

Dezrădăcinarea copacilor se va face într-o perioadă umedă (primăvara sau toamna), umplerea golurilor efectuându-se imediat, cu pământul local sau preferabil stabilizat, bine compactat.

La construcțiile hidrotehnice, așa cum s-a arătat anterior, infiltrațiile de apă în majoritatea sunt inevitabile, fapt ce trebuie avut în vedere în proiectare. Un fapt pozitiv ar fi saturarea terenurilor fără posibilitate de uscare ulterioară, așa cum deseori se poate conta în practica construcțiilor din cadrul rețelilor hidroameliorative.

Înlocuirea pământurilor pronunțat contractile de sub fundații reprezintă o metodă utilă de asigurare a stabilității construcțiilor. În practică se constată că fundațiile așezate pe straturi granulare, urmate la adâncimi mai mari de 1,5 m cu pământuri contractile, nu suferă degradări specifice variațiilor de volum ale terenurilor. Realizarea de umpluturi artificiale în grosimi de cca. 1,2... 1,5 m nu exclude însă totdeauna pericolul degradărilor, mai ales dacă la execuție se produce umezirea patului argilos contractil. Până în prezent nu s-a putut justifica în mod corespunzător această diferență de comportare dintre pământurile naturale și

pernele artificiale, una din cauze fiind atribuită și extinderii laterale față de față de perimetrul construcțiilor a straturilor de pământ naturale, superficiale, necontractile. Din această cauză umpluturile, indiferent de grosimea lor chiar în jur de cca. 1,5 m, trebuie extinse în afara fundațiilor cel puțin 2...3 m și se impun o serie de măsuri privind condițiile de realizare și natura pământului utilizat.

Greutatea volumică uscată recomandabilă a pământurilor din corpul pernelor de cca. 1,6 ... 1,8 kN/m<sup>3</sup> și se va evita pe cât posibil inundarea săpăturilor de fundație în timpul lucrărilor de execuție.

Pământurile utilizate este bine să fie nisipoase, ușor argiloase, pentru a fi rezistente și în același timp să nu permită infiltrațiilor lesnicioase de apă sub fundații. În cazul executării de umpluturi argiloase se Impun încercări de laborator pentru a se evita punerea în operă a unor pământuri contractile. Este necesar ca umpluturile respective să fie așternute în straturi de 15 ... 20 cm, bine compacte.

O măsură eficace este coborârea pernelor până la pământuri necontractile.

În aceste cazuri în practică se utilizează perne compensatoare, care diminuează în mod sensibil presiunea de ridicare a pământurilor umezite neuniform asupra fundațiilor. Schema unei perne compensatoare și ansamblul de forțe care acționează asupra acesteia, se va vedea din figura 7.32. Datorită presiunii mai ridicate exercitate de fundație  $p_1$  și a presiunilor mai reduse  $q$  produse de umplutura din jurul fundațiilor pământul din perna compensatoare, împins de forțele de umflare a pământului umezit, se deplasează în lungul suprafețelor laterale ale nucleului îndesat arătat în figura 7.32 care astfel joacă rolul unei pene. În funcție de o serie de lucrări experimentale, s-au stabilit următoarele în legătură cu pernele compensatoare:

1. Nucleul îndesat de sub fundații reduce cu cca. 50% ridicarea fundațiilor și diminuează în mod sensibil neuniformitățile acestui fenomen.
2. Procedul de perne compensatoare se recomandă la fundațiile continue.
3. Admițând că lățimea este  $b_f$ , înălțimea pernei se ia între 1,00 și 1,2  $b_f$ , iar lățimea acestora între 1,8  $b_f$  și 2,2  $b_f$ .
4. Greutatea volumică uscată a pernelor nisipoase trebuie să fie de cca. 1,6 t/m<sup>3</sup>.
5. Fundațiile urmează să exercite o presiune  $p$  cât mai ridicată, iar umplutura laterală nu trebuie să apese cu mai mult de 0,25  $p$ .

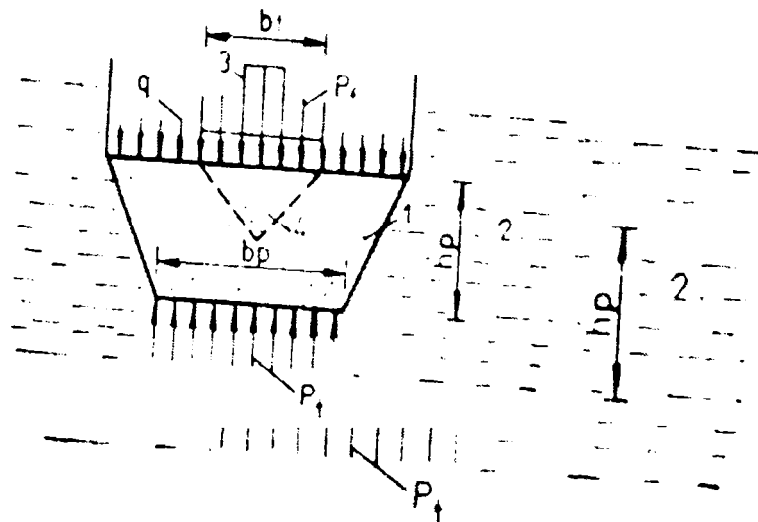


Figura 7.33  
Schema  
forțelor ce  
acționează  
asupra unei  
perne  
com. ensatoare  
1 - nisip; 2 -  
pământul care  
se umflă; 3 -  
fundația; 4 -  
nucleul îndesat

6. În cazul unei presiuni de umflare a pământului mai mare de  $2,5 \text{ daN/cm}^2$ , pernele trebuie executate din nisip fin sau mediu (<sup>38</sup>).

Dimensiunile pernelor compensatoare se stabilesc în funcție de lățimea fundației corespunzătoare tabelului 7.10.

Tabel 7.10

Dimensiunile pernelor compensatoare

Lățimea fundației $b_f$ , în m	Dimensiunile pernei	
	$b_p$	$b_p$
$0,5 < b_f \leq 0,7$	$1,2 b_f$	$2,2 b_f$
$0,7 < b_f < 1$	$1,15 b_f$	$2,0 b_f$
$1 \leq b_f < 1,2$	$1,1 b_f$	$1,8 b_f$

Metoda cea mai frecventă pentru anihilarea fenomenului de umflare a fundațiilor constă în umezirea prealabilă a pământurilor. În acest fel pământurilor se umflă înaintea executării construcțiilor, eliminându-se pericolul producerii ulterioare a acestui fenomen, dacă nu se creează condiții de uscare ulterioare.

Conform recomandărilor, în acest scop se execută o săpătură la cotă uniformă, ridicată cu cca. 0,3 m deasupra nivelului prevăzut pentru așezarea fundațiilor. În săpătura realizată se execută foraje cu diametrul de cca. 80 mm, dispuse în formă de șah, la distanțe stabilite în funcție de caracteristicile structurale ale pământurilor. Forajele se umplu cu material macrogranular, pietriș sau pietriș în masă nisipoasă, luându-se măsuri de preîntâmpinare a antrenării în acestea a unui material colmatat dinspre suprafața terenului, în care scop, gurile forajelor se izolează cu cutii de scândură. Adâncimea forajelor se ia cu cca. 0,50 m mai mică față de grosimea stratului de pământ necesar a fi umezit. În săpătura de fundație amenajată cu foraje se introduce apă, care se menține pe o înălțime de cca. 0,2 ... 0,3 m timp de cca. 2...4 luni.

Fu Hua Chen, în baza unor cercetări efectuate în SUA, menționează că pământurilor umezite numai superficial au atins gradul de umiditate necesar pe o adâncime de cca. 1,2 m după cca. 24 zile de la începerea, inundării superficiale a terenului fără utilizarea de foraje. Pentru realizarea unei umeziri pe adâncime mai mare acest cercetător recomandă o perioadă de inundare de cca. 30 zile.

În vederea urmării umflării pământului, anticipată de obicei prin calcule, se prevăd repere care se urmăresc prin citiri de nivelment.

După terminarea operației de inundare, se decapează stratul superficial de pe fundul săpăturii, așternându-se în schimb pământ macrogranular în grosime de 15... 20 cm.

Pentru a se reduce contractilitatea pământurilor, se pot efectua lucrări de stabilizare prin metode chimice sau degresare cu nisip.

Pentru stabilizarea prin metode chimice, se recomandă utilizarea prafului de var nestins, în proporție de 3 ... 8% din greutatea pământului uscat. Procentul exact se stabilește prin încercări, funcție de natura și umiditatea naturală a pământului tratat. Stabilizarea prin degresare cu nisip necesită un procent de 20 ... 40% nisip grăunțos, care de asemenea se stabilește prin încercări.

Operația propriu-zisă de stabilizare a pământurilor contractile constă din amestecarea cât mai omogenă a pământului respectiv cu praf de var nestins sau cu nisip grăunțos.

În unele cazuri, pentru prevenirea fenomenelor de contracții a pământurilor argiloase, acestea se scarifică pe grosimi de aproximativ 0,5 ... 0,6 m tratându-se cu cca. 4 ... 6% praf argilos sau preferabil ciment. Se poate arăta că practica cu prafuri argiloase, aplicată redusă în multe țări, este utilizată de secole în China.

Referitor la tehnologia de execuție în zonele cu pământuri contractile, trebuie menționat că înainte de începerea săpăturilor la fundații, este absolut necesar ca suprafața terenului să fie bine curățată și nivelată, cu pante de scurgere către exterior, spre a nu se permite stagnarea apelor din precipitații și curgerea lor în săpăturile de fundație. Toate aceste lucrări se vor efectua pe tronsoane, fără întreruperi și în timp cât mai scurt, pentru a se evita variațiile importante de umiditate a pământului contractil, în timpul execuției.

Ultimul strat de pământ, de cca. 30 cm grosime, din săpăturile de fundație, trebuie excavat pe porțiuni, eșalonat în timp – pe măsura posibilităților de execuție a fundațiilor în ziua respectivă și imediat înainte de turnarea betonului de fundație, pentru a se evita efectele negative cauzate de variațiile de umiditate.

Dacă totuși se produc crăpături pe suprafața terenului la cota de fundare, înainte de turnarea betonului, se va proceda la mătarea lor, fie cu lapte de ciment (dacă crăpăturile sunt mici), fie cu pământ stabilizat, urmând apoi compactarea suprafeței terenului.

Umpluturile de sub pardoseli, precum și cele pentru diferite ramblee sau astuparea șanțurilor conductelor, se vor realiza fie din pământuri potențial necontractile, fie din pământuri stabilizate, așa cum s-a arătat anterior. Punerea lor în operă va fi realizată în straturi de 15 ... 20 cm bine compactate, fiind interzisă utilizarea materialelor drenate.

### 7.4.3 Utilizări ale bentonitei

#### Bentonita

Termenul "bentonita" a fost propus în 1898 de Knight pentru a desemna o argilă coloidală întâlnită în regiunea Rock River (Wyoming) unde prima exploatare sub numele de Fort-Benton se afla situată la aproximativ 650 km nord de Rock River.

Piața bentonitelor a fost tulburată de o abundență de termeni comerciali (tabel).

O primă confuzie a provenit în urma utilizării termenului "pământ absorbant". Acest termen se referă la toate tipurile de argilă care absorb uleiurile, grăsimile sau materiile (.....) (sau toarce) lână. Acest termen mai este încă utilizat în Marea Britanie și SUA. Ca și în cazul torsului lânii, argila absorbantă se referă:

- În Marea Britanie la smectita calcică
- În SUA la atapulgita, smectita calcică sau un amestec între acestea două

De asemenea, se folosesc numeroase calificative pentru a desemna o caracteristică în funcție de regiunea de producție (bentonita de Wyoming).

Pentru o mai bună înțelegere a acestei lucrări, vom numi bentonita ansamblul de minerale din grupa smectitelor.

Tabel 7.11

Mineralul constitutiv	Termeni comerciali
smectita Na	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bentonita sodică naturală</li> <li>• bentonita sodică artificială</li> <li>• bentonita sodică activată</li> <li>• bentonita absorbantă</li> </ul>
smectita Ca	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bentonita calcică</li> <li>• bentonita neabsorbantă</li> <li>• bentonita albă</li> </ul>
smectita Mg smectita K	<ul style="list-style-type: none"> <li>• saponita</li> <li>• metabentonita</li> </ul>
smectita Li, Mg	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hectorita (naturala)</li> <li>• laponita (artificială)</li> </ul>
smectita H (tratament acid)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• argila activată acidă</li> <li>• argila decolorantă</li> </ul>
smectita + molecule organice altoite	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bentonita organofilă</li> <li>• benton</li> </ul>

*Nomenclator cu cei mai importanți termeni comerciali.*

#### Lintobent – Etanșeitate naturală prin GSB

Structurile geosintetice bentonitice (GSB) lintobent conțin o argilă bentonitică caracterizată printr-o capacitate mare de absorbție și o permeabilitate foarte scăzută. Bentonita absorbantă absoarbe apa din solul care o înconjoară, hidratându-se. Această absorbție este limitată, totuși, de structura geosintetică bentonitică și de presiunea exercitată de materialul așezat peste GSB. Astfel se obține un strat foarte dens pentru grosimea nu foarte mare a materialului care sigur impermeabilizează structura. Lintobent se utilizează în principal ca substitut pentru straturile de argilă densă, permițând o amplasare rapidă și sigură la cel mai mic preț. Printr-un procedeu special de fabricație, lintobentul devine GSB cu proprietăți unice și performanțe excepționale:

- compatibil cu solul din jur
- ușor de amplasat
- de calitate constantă
- cu proprietăți hidraulice bine definite și constante



Figura 7.34 Bentonita din lintobent absoarbe apa din solul din jur și formează un strat extrem de dens

Greutatea redusă permite optimizarea costurilor de transport. Un camion plin cu lintobent conține aproximativ 4000 m<sup>2</sup>.

Amplasarea ușoară și rapidă nu necesită un compactor greu, material de sudură sau personal calificat.

Toate componentele folosite pentru producerea lintobentului, cât și produsul finit sunt testate în permanență pentru asigurarea unei calități constante.

Proprietățile de auto-cicatrizare permit cicatrizarea și impermeabilizarea micilor penetrații în GSB datorită capacității mari de absorbție a bentonitei

Etanșeitățile bine definite datorită grosimii și permeabilității bine definite. Invers decât în cazul argilei dense, aceste valori cheie nu depind de gradul de densitate și de calitatea argilei.

Lintobent este alcătuit din trei componente principale:

- (1) un compozit compus dintr-un geotextil țesut consolidat printr-un strat de fibre ca strat de sprijin
- (2) bentonita de o calitate excelentă
- (3) un geotextil nețesut ca strat superior.

Bentonita se întinde uniform în spațiile și porii deschiși ai structurii compozite de sprijin.

Această structură pe baza de fibre menține cu fermitate bentonita pe loc.

Materialul geotextil nețesut, ca strat superior, este atașat termic de fibrele compozitului de sprijin. Acest procedeu garantează o bună legătură și o excelentă rezistență la fisurare.

Celălalt avantaj al acestei metode este absența fibrei și a filamentului penetrant care poate produce trecerea preferențială a lichidelor de-a lungul GSB, cum este în cazul altor produse legate mecanic.

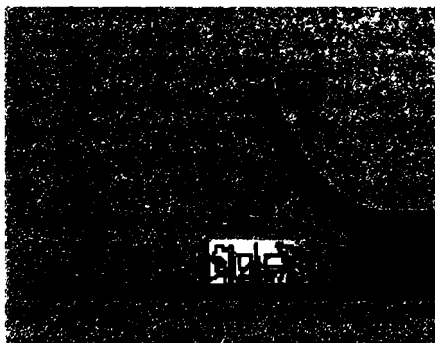


Figura 7.35 Secțiune transversală pentru a arăta cele 3 componente principale ale lintobent-ului:

- (1) stratul de sprijin alcătuit dintr-un material geotextil țesut consolidat cu un strat de fibre,
- (2) bentonita
- (3) strat superior de geotextil ne-țesut

Tehnologia inovativă de fabricație garantează un produs de o calitate constantă.

## 8. CONCLUZII, CONTRIBUȚII PERSONALE

Soluri argiloase, cu orizont vertic de diferite grosimi drept caracter de diagnoză conform clasificării FAO, WRB, Taxonomiei Americane sau SRTS, Vertisolurile sunt soluri speciale, cu o suprafață însemnată pe glob, de circa 335 milioane hectare.

Extrem de greu de cultivat cu mijloace agricole tradiționale, pot fi însă valorificate la nivel superior pentru cereale păioase, porumb, orez, bumbac sau trestie de zahăr, în cazul utilizării unor mijloace mecanizate adecvate.

Pentru toate tipurile de construcții civile, industriale, agricole și de îmbunătățiri funciare sunt considerate terenuri dificile datorită variațiilor de volum și necesită studii speciale, soluții constructive specifice și o permanentă urmărire în perioada folosirii și exploatării acestor construcții.

1. Vertisolurile sunt formate din produși de alterare bogați în baze transportați din zonele mai înalte în câmpii în sezoanele umede, iar în perioada uscată se produce cristalizarea mineralelor argiloase smectitice, în care domină montmorillonitul. Mineral tristratificat, cu înlocuiri și substituții în rețeaua cristalină octaedrică și tetraedrică care determină fixarea între foițe a cationilor compensatori ce se hidratează, smectitele au volum variabil, cu expandări și contracții la variațiile de umiditate. Pentru zona vestică se apreciază că smectitul reprezintă 71% din argila vertisolurilor.
2. Criteriile de diagnoză a Vertisolurilor sunt asemănătoare în cazul Atlasului WRB, Taxonomiei Solurilor American, Atlasului Solurilor Europei și Sistemului Român de Taxonomie a Solurilor, cu unele deosebiri neesențiale:
  - vertisolurile sunt soluri argiloase (>30% argilă, >35% argilă) cu orizont vertic sau caractere vertice în primii 100 cm de la suprafață
  - deosebirea se referă la SRTS care precizează că pentru a fi Vertisol, orizontul vertic se continuă până la cel puțin 100 cm (practic există condiția de orizont vertic cel puțin 80 cm grosime)
3. Există diferențe de apreciere a suprafețelor ocupate de Vertisol în lume:
  - conform WRB, suprafața este de 335 milioane ha
  - conform WS Map suprafața este de 316 milioane ha

În privința răspândirii vertisolurilor din Banat suprafața estimată conform studiilor OSPA Timișoara este de circa 90.000 ha.

Introducerea în SRTS a Pelosolului, asemănător cu Vertosolul, dar fără argile smectice (predominant nesmetitice) conduce la micșorarea suprafețelor atribuite anterior Vertisolului. Un studiu efectuat în colaborare cu Gh. Rogobete a permis aprecierea pentru bazinul Aranca a diminuării suprafeței de la 17036 ha cu vertosol la circa 13000 ha.

4. Propunem pe baza studiilor întreprinse inclusiv în anul 2006 în teritoriile Foeni, Giulvăz și Uivar, că ar fi necesară alinierea criteriului de diagnoză pentru vertosol la clasificările mondiale, în sensul că: "vertosolul este un sol având orizont vertic de la suprafață sau de la cel mult 20 cm (sub stratul arat); conținut peste 30% argilă în toate orizonturile până la cel puțin 100 cm adâncime".
5. Întrucât nu există posibilitatea practică de analiză mineralogică a argilei pentru a identifica argila smectitică și ponderea acestor minerale, considerăm că ar fi recomandabilă orientarea în separarea Vertosolului de Pelosol pe baza valorilor capacității de schimb cationic ( $Tme/100$  g sol).



Propunem ca valoarea pentru vertosol să fie de peste 35 me, pentru Pelosol sub 35 me.

6. Automulcirea orizontului vertic superior creează un strat mărunțit alcătuit din micropoliedri cu diametrul de ordinul milimetrilor, ce are o grosime de 1 – 10 cm și este foarte favorabil germinării semințelor.
7. Utilizarea penetrometrului cu con în redarea deformațiilor solului s-a dovedit ineficientă chiar a condus la dezvoltarea unor aparate noi, cu senzori, pentru determinarea nivelului de compactare. Senzorul TCI se conectează la sistemul GPS pentru a obține harta rezistenței solului și corelarea cu producția agricolă.
8. Pentru rezolvarea ecuației curgerii apei în solurile gonflante s-au utilizat metode numerice cu o curbă neliniară a contracției. Existența crăpăturilor dă o curgere de tip bypas, curgerea prin macropori domină în primele faze. Conductivitatea hidraulică saturată,  $K$  ( $10^{-6}$  cm/s) are valoare 15 în Ay și devine egală cu zero în celelalte orizonturi (ByA, By) la Dudeștii Vechi și  $K=10$  în Ay și  $K=2$  în ABy și By la Cheglevici.  
Potențialul total al apei, egal cu suma potențialelor gravitaționale, matriciale și de suprasarcină, imprimă sucțiuni puternice și deci coeficienți de ofilire și de câmp foarte mari (maxime de 29,3% CO și 38,7 CC), cu o mișcare foarte lentă a apei și stagnare îndelungată după ploii.
9. Regimul hidric defectuos conduce la reacții de reducere în microsături, cu descompunerea lentă a materiei organice când temperatura trece de 5°C. Acumulările de Fe și Mn se manifestă morfologic sub formă de linii pe suprafața porilor – evidența unui exces de apă contemporan, noduli și concrețiuni – reflectă exces anterior sau masă difuză – rezultat al unor reoxidări ale fierului.
10. Atunci când nivelul apei freatică tinde să rămână "fixat" într-o poziție în profil, la interfața zonei anaerobe cu zona aerobă, prin feroliză se formează un hardpan al oxizilor de fier.
11. Diversitatea foarte mare a factorilor de solificare a creat o mare varietate de soluri în Banat, de la Protisoluri la Antrisoluri. Clasa Pelisoluri, reprezentată de Pelosol și Vertosol, apare în zona dealurilor (Dognecei, Lipovei), Depresiunea Oraviței, Câmpia Gătaiei și predominant în câmpia joasă, începând de la Jamu Mare, Tolvădia, Foeni, Giulvăz, Uivar, Ciacova, Săcălaz și în mod deosebit la Dudeștii Vechi, Valcani, Cheglevici, Beba Veche, Cenad.
12. În acord cu ipoteza dr. I. Munteanu, considerăm că vertisolurile din Banat sunt soluri tinere, cu cea mai mare entropie și cea mai joasă energie liberă.
13. Conținutul de argilă ( $<2\mu$ ) depășește în toate cazurile 45% și atinge valori de peste 76%, cu elemente sfenoidale, fețe de lustruire date de alunecările masei solului, cu înclinări de 10 – 60° față de orizontală, rezervă mare de humus (peste 200 t/ha), conținut ridicat de azot total, mijlociu-mic fosfor și mare potasiu. Capacitatea de schimb cationic este mare și foarte mare, depășind frecvent 35-40 me/100g sol.
14. Analiza a 53 profile de vertisoluri din sistemul hidrotehnic Aranca și a peste 400 profile din județul Timiș a permis calcularea gradului de tasare (GT) și a hărții cu urgențele de scarificare. Se remarcă starea avansată de compactare a terenurilor cu vertisoluri și cerința de scarificare-
15. Studiile pedologice existente în Arhiva OSPA Timișoara au permis încadrarea vertisolurilor în clase de calitate (fertilitate) pentru folosința arabil  
Dominantă este încadrarea vertisolurilor în clasa a III-a și a IV-a; unele

- vertisoluri tipice și brunice pot fi chiar clasa a II-a, iar subtipurile gleice, salinice și sodice (puternic – foarte puternic) pot fi de clasa a IV-a și chiar de clasa a V-a. Vertisolurile pot da producții bune dacă se dispune de o dotare corespunzătoare de mașini agricole pentru o lucrare la momentul optim de umiditate, pentru afânare, cu completarea cerinței pentru apă în perioadele uscate și drenarea excesului în perioadele umede.
16. Caracteristicile reologice ale vertosolului de la Cheglevici denotă că majoritatea indicilor, pe toate straturile de câte 25 cm grosime până la 125 cm sunt foarte active și deci fenomenele de contracție – gonflare sunt dominante.
17. Monitorizarea timp de 38 de ani în Câmpul experimental Cheglevici a permis pe baza determinării caracteristicilor morfologice, fizice, reologic și chimice, a urmării deplasărilor granulelor colorate de poliester plasate între straturile de 25 cm grosime de sol, de la suprafață până la 150 cm, pe un profil de 15 m/3 m, stabilirea a două procese certe:
- datorită prezenței argilei smectitice și a sărurilor din baza profilului, în condițiile alternării umezire – uscare sunt generate presiuni de împingere treptată spre suprafață a maselor de sol astfel încât solul aflat la baza profilului ajunge la suprafață, iar micropoliedri din stratul cu automulcire ajung prin crăpături până la baza profilului.
  - În circa 30-35 de ani întreaga masă a vertosolului este total răsturnată și înnoită, astfel că vertosolul este veșnic tânăr.
18. O mare parte a pământurilor cu umflări și contracții mari este cuprinsă în bazinul hidrografic Aranca, respectiv în sistemul hidrotehnic Aranca, sistem a cărui construcție a început în anii 1887 – 1894 pentru a deservi o suprafață de 148,5 km pătrați, cu evacuare în Tisa. Funcționarea a fost corespunzătoare până în anul 1919 când sistemul a fost dezmembrat și atribuit României – Serbiei – Ungariei. Urmare a acordurilor nefavorabile cu Serbia, România a început să aibă probleme în zona Aranca în anii cu precipitații excesive, construind începând cu 1937 canale interioare, cum ar fi Giucosin – Valcani, stații de pompare și repompare pentru evacuarea apelor în Mureș și în Timiș, stăvilare și colectoare.
19. Construcțiile executate în sistem se fac pe baza determinărilor caracteristicilor geotehnice ale pământurilor. Cunoașterea stabilității pământurilor se face prin determinarea rezistenței la tăiere care permite rezolvarea unor probleme importante referitoare la consolidare, capacitate portantă, calculul împingerii pământului, presiunile admisibile și convenționale, etc. Aplicațiile exemplificate și formulele prezentate permit determinarea evoluției tasării, determinarea timpului necesar pentru atingerea gradului de consolidare dorit și metoda de consolidare sub vid pentru un centru de stocare a deșeurilor menajere.
- Pământurile cu umflări și contracții mari, răspândite și în bazinul hidrografic Aranca, cu impact asupra construcțiilor, se supun unor încercări și determinări în teren și laborator pentru stabilirea valorii umflării specifice. Sunt prezentate relațiile de calcul pentru umflarea straturilor elementare, presiune pe strat și presiunile orizontale ce se exercită asupra unor elemente de construcție.
20. Pentru un caz concret de construire a unei hale la Gătaia sunt stabiliți indicii geotehnici și soluțiile de fundare. Adâncimea minimă de fundare este 1,50 m ( $D_{min}$ ),  $\phi=20^\circ$ ,  $c=0,40\text{daN/cm}^2$ , modulul  $M=125\text{daN/cm}^2$ , presiune admisă= 20,17 t/m<sup>2</sup>, presiunea convențională = 425 kPa.

21. Producerea unor fenomene intense de umflare – contracție este cauzată de prezența pământurilor argiloase active și de variația conținutului de umiditate.
- Argilele active pot provoca degradări ale construcțiilor care sunt fondate mai sus ca adâncimea la care se resimte influența variațiilor sezoniere de umiditate sau a vegetație. Între lunile aprilie și septembrie s-a constatat o deplasare în plan vertical a suprafețelor de ordinul a 2-3 cm.
- În condițiile climatice din țara noastră adâncimea crăpăturilor poate atinge 2 – 2,5 m, cu deschidere medie de 5 – 10 cm.
- Prin executarea unor construcții, realizarea distribuției de echilibru a umidității este un fenomen de lungă durată, circa 4-5 ani. Prin creșterea umidității terenul se umflă mai mult în zona centrală a construcției și apar fisuri la partea superioară și în marginile construcției.
22. În afară de clădiri și stații de pompare o serie întreagă de construcții, cum ar fi canalele, taluzurile, lucrările de artă, podețele suferă avarii serioase, care necesită continue lucrări de reparații, întreținere, decolmatări, înlocuiri, toate foarte costisitoare.
- Asupra conductelor și tuburilor de dren subterane se exercită în pământurile cu argile active presiuni de umflare foarte mari, de ordinul zecilor de kilograme forță pe centimetru pătrat.
- Sub adâncimea de 2,5 m procesele de umflare – contracție în mod practic sunt negliabile.
23. Pentru a micșora tendința de umflare a terenului pentru construirea drumurilor se recomandă înlocuirea argilei pe 0,6 – 0,8 m cu pământ mai puțin activ sau pământ stabilizat, îmbrăcămînți flexibile și drenarea platformei drumurilor.
- În cazul lucrărilor de fundații pe P.U.C.M., înaintea începerii lucrărilor de săpătură se nivelează suprafața, ultimul strat de pământ de 30 cm grosime se excavează în ziua turnării betonului și dacă apar crăpături până la cota de fundare se stabilizează prin metode chimice sau prin degresare cu nisip și apoi se compactează suprafața de fundare.
- Conductele purtătoare de apă vor fi prevăzute cu racorduri elastice și etanșe.
- Zidurile sub suprafața terenurilor trebuie să fie armate cu o înălțime medie de 1,5 – 2,0 m, iar lungimea lor se va limita la 3 – 4 m.
- Se va evita prezența arborilor sau arbuștilor la un  $L < 7,50$  m, iar pentru fundarea superficială ( $D < 2,0$  m) se recomandă  $L = 30$  m.
24. În cazul utilizării pernelor compensatoare la fundațiile continue, admitând că lățimea fundațiilor este  $b_f$ , înălțimea pernei se ia între 1,00 și 1,2  $b_f$ , iar lățimea acestora între 1,8  $b_f$  și 2,2  $b_f$ ; greutatea volumică a pernelor nisipoase va fi de 1,6 t/m<sup>3</sup>. Fundațiile urmează să exercite o presiune  $p$  cât mai ridicată, iar umplutura laterală nu trebuie să apese cu mai mult de 0,25  $p$ .
- Pentru stabilizarea prin metode chimice se recomandă varul stins în proporție de 3-8% din greutatea pământului uscate.
25. Un substitut pentru straturile de argilă smectică, permițând o amplasare rapidă și sigură și la cel mai mic preț este lintobentul, care este o structură geosintetică bentonitică. Bentonita din lintobent absoarbe apa din solul din jur și formează un strat extrem de dens.

În realizarea obiectivelor propuse la partea introductivă a tezei au rezultat peste 211 pagini, (hărți) ce includ cele 8 capitole din care subliniez capitolele 4, 5, 6, 7 ca fiind substanța tezei.

Teza se bazează pe 217 referințe bibliografice, menționate pe parcursul tezei și conține 28 hărți, 77 tabele cu date analitice, 56 figuri și 78 relații matematice.

# BIBLIOGRAFIE

- 1 Adams J.E., Hanks R.J., 1964, *Evaporation from soil and shrinkage cracks*, Soil Sci. Soc. Am. Proc.;
- 2 Ahmad N., Mermut A., 1996, *Vertisols and technologies for their Management*, Elsevier, Amsterdam;
- 3 Aitchenson C.D., 1973, *Expansive soil*, Proceeding of the Fifth Inter. Confer. SMFE, Moscova;
- 4 Allen B.D., Fanning D.S., 1983, *Composition and soil genesis*, Ed. Elsevier Acad. Press.;
- 5 Anderson J.C., Fadul K.E., O'Connor G.A., 1973, *Factors affecting the coefficient of linear extensibility in Vertisols*, Soil Sci., Soc. Am. Proc.;
- 6 Anderson J.V., Kamal Elf., O'Connor G.A., 1973, *Factors affecting of linear extensibility in Vertisols*, Soil Sci. Soc. Am. Proc.;
- 7 Andrei S., 1967, *Apa in pamanturile nesaturate*, Ed. Tehnica Bucuresti;
- 8 Armstrong D.E., Chesters G., 1964, *Properties of protein - bentonite complexes as influenced by equilibration conditions*, Soil Sci.;
- 9 Artemyeva Zenaida, 1998, *The composition of fine fraction in vertic horizon of native vertisols*, Trans 16 th World Congr. Soil Sc., Montpellier, France;
- 10 Bally R., 1977, *Alunecarile si stabilitatea versantilor agricoli*, Ed. Ceres Bucuresti;
- 11 Bancila I., colectiv, 1981, *Geologie inginereasca*, vol. I, Ed. Tehnica Bucuresti;
- 12 Barbulescu Viorica, 1979, *Pedologia tropicala si subtropicala*, vol. I, II, III, ICPA Bucuresti;
- 13 Barshad I., 1959, *Factors affecting clay formation*, Clays-Clay Mines 2.;
- 14 Barshad I., 1964, *Chemistry of soil development*, Ed. Bear, Rheinbold;
- 15 Berbecel O., Cusursuz B., 1979, *Resursele agroclimatice ale judetului Timis*, Studiu monografic, IMH Bucuresti;
- 16 Bertici R., Rogobete Gh., Beutura D., Tudor Clara, 2005, *Pelosoluri si Vertosoluri in bazinul hidrografic Aranca - Timis*, Factori si procese pedogenetice, vol.4, Ed. Al.I. Cuza;
- 17 Beutura D., Rogobete Gh., 2006, *Impact of the inundations 2005 year upon the soils in the Low Plaine of Banat*, Factori si procese, vol. 5, Ed. Al.I. Cuza Iasi, pag. 45-51;
- 18 Blaga Gh., Filipov F., Rusu I., Udrescu S., Vasile D., 2005, *Pedologie*, Ed. Academic Pres Cluj Napoca;
- 19 Blidaru V., Pricop Gh., A. Wehry, 1981, *Irigații și drenaje*, Ed. Didactică și Pedagogică, București;
- 20 Blokhuis W.A., 1993, *Vertisol in the Central Clay Plain of the Sudan*, Grafish Service Centrum, Wageningen;
- 21 Borcean I., Tabara V., David Gh., Borcean Eugenia, Tarau D., Borcean A., 1994, *Zonarea, cultivarea si protectia plantelor de camp in Banat*, Ed. Mirton Timisoara;
- 22 Borza I., 1997, *Ameliorarea si protectia solurilor*, Ed. Mirton Timisoara;
- 23 Boți N., Stanciu A., Bostan I., 1992, *Metoda de estimare a comportarii argilei expansive din zona orasului Iasi*, Confer. VII de Geotehnica si Fundatii Timisoara, Nota I;

- 24 Boți N., Stanciu A., Bostan I., 1992, *Metoda de estimare a comportării argilei expansive din zona orasului Iasi*, Confer. VII de Geotehnica si Fundatii Timisoara, Nota II;
- 25 Boți N., Stanciu A., Lungu I., Droniuc N., 1996, *Unele aspecte privind caracterizarea pamanturilor contractile*, Conf. VIII de Geotehnica si Fundatii, Iasi;
- 26 Boyle H., 2005, *Forest Soils*, Enciclopedia of Soils in the Environment, vol. 2, Elsevier Academic Press;
- 27 Bridges E.M., Batjes N.H., Nachtergaele F.O., 1998, *World Reference Base for Soil Resources – Atlas*, I.S.S.S. – Acco Leuven, Belgium;
- 28 Brochardt G.A., *Montmorillonite and other smectite minerals*, Ed. Dikon, Madison;
- 29 Bronswijk J.J.B., 1989, *Prediction of actual cracking and subsidence in clay soils*, Soil Sci., vol. 148, nr.2;
- 30 Bronswijk J.J.B., 1991, *Magnitude, modelling and significance of swelling and shrinkage processes in clay – soils*, Ph. D. Thesis, Wageningen;
- 31 Bui E.N., Mermut A.R., 1989, *Orientation of planar voids in Vertisols and soils with vertic properties*, Soil Sci. Soc. Am. Proc.;
- 32 Buol S.W., Hole F.D., Mc Cracken R.J., 1980, *Soil genesis and Classification*, Sec. Ed. The Iowa State Univ., Press. Am.;
- 33 Caillere S., Henin S., 1982, *Mineralogie des argiles*, Masson Paris;
- 34 Canarache A., 1990, *Fizica solurilor agricole*, Ed. Ceres Bucuresti;
- 35 Canarache A., 1997, *Însușirile fizice ale solurilor agricole din Banat*, Publ. ASAS-SNRSS, Simpoz. Național Timișoara;
- 36 Chen F.H., 1975, *Foundations on expansive soils*, Elsevier, Amsterdam;
- 37 Chirita C., Paunescu C., Teaci D., 1967, *Solurile Romaniei*, Bucuresti;
- 38 Chirita C., 1974, *Ecopedologia cu baze de pedologie generala*, Ed. Ceres Bucuresti;
- 39 Coleman R., 1944, *Phosphorus fixation by montmorillonitic and kaolinitic clays*, Soil Sci. Soc. Am. Proc.;
- 40 Coleman N.T., Le Roux, Cady G., 1963, *Biotite-hydrobiotite-vermiculite in soils*, Nature;
- 41 Collins L.E., 1958, *Recent developments relating to foundations on expansive soils*, The Transact of the South African of Civil Engr., 8 nr.10;
- 42 Conea Ana, Irina Vintila, Canarache A., 1977, *Dictionar de Stiinta Solului*, Edit. St. Si Enciclop. Bucuresti;
- 43 Coste I., Benea Gh., Avramut O., 1993, *Evolutia vegetatiei pe solurile supuse lucrarilor de drenaj in Campia Banatului*, Lucr. St. Agro., XXV, IAT;
- 44 Coste I., Tarau D., Rogobete Gh., 1997, *Tendinte ale evolutiei mediului in sud-vestul Romaniei*, Simpoz. Nat. Pedologie Timisoara;
- 45 Coste I., 2003, *Vegetatia naturala a Banatului si Crisanei*, Conf. Stiinta Solului Timisoara, Ed. Estfalia Bucuresti;
- 46 Cotet P., 1967, *Harta geomorfologica a Campiei Tisei*, Studii si cercetari de geografie, tom XIV Bucuresti;
- 47 Coteș P., 1973, *Geomorfologia României*, Ed. Tehnică București;
- 48 Crăciun C., Lacatusu R., Kovacsovics B., Lungu M., 1997, *Rolul argilei ca sursa potentiala pentru unele metale grele din vertisolurile Campiei de Vest*, Public. SNRSS 29A;
- 49 Crăciun C., 1998, *Mineralele argiloase si influenta lor asupra însușirilor fizice ale solurilor din Campia Romana*, Bul. St. Univ. Politehnica Timisoara, vol. II;
- 50 Crăciun C., 1998, *The clay minerals in vertisols of Romania. Implication in soil physical and chemical properties*, St. Solului, XXXII, nr. 1-2;

- 51 Crăciun C., Latiș L., Vasilescu P., Marilena Zota, 1993, *Influența mineralelor argiloase asupra unor însușiri ale solului*, Analele ICPA, vol. II;
- 52 Crăciun C., 2000, *Minerale argiloase din sol. Implicații în agricultură*, Ed. G.N.P. Minischool, București;
- 53 Crăciun C., I. Piciu, E. Dobrin, *Relațiile argilei și componentelor ei mineralogici cu însușirile fizice și chimice ale solurilor din I.M.B.*, Publ. LCNSS nr. 15;
- 54 Cui Yu-Jun, 2006, *Consolidation de argiles*, ENPC – Cermes Institut Navier;
- 55 Dalal R.C., 1990, *Changes in the properties of vertisols under different tillage and crop residual management*, 14 th Internat. Congr. Of S.S., Kyoto, Japan;
- 56 De Laune R.D., Reddy K.R., 2005, *Redox Potential*, Enciclopedia of Soils in the Environmernt, vol.2, Elsevier Academic Press;
- 57 Deckers J.A., Nachtergaele F.O., Spaargaren O.C., 1998, *World Reference Base for Soil Reources-Introduction*, I.S.S.S. – Acco Leuven, Belgium;
- 58 Desrues J., 2005, *Comportement mecanique et rupture des roches tendres etudies per microtomographie numerique*, Synchrotron Grenoble, France;
- 59 Dima I. (coordonator), 1972, *Dicționar de fizică*, Edit. Enciclopedică Română București;
- 60 Driessen P., Dudal R., 1991, *The major soils of the world*, Wgoeningen, Leuven;
- 61 Dron A., 1984, *Geotehnica pentru hidroameliorații*, Edit. Ceres București;
- 62 Duchaufour Ph., 1983, *Pedologie, I Pedogenese et classification*, 2 ed., Masson, Paris;
- 63 Dudal R., 1963, *Dark clay soils of tropical and subtropical regions*, Soil Science, vol. 95, nr.4;
- 64 Dudal R., 1965, *Dark clay soils tropical and subtropical regions*, FAO Agric. Dev. Paper 83;
- 65 Dumitru E., Enache R., Gus P., Dumitru M., 1999, *Efecte remanente ale unor practici agricole asupra starii fizice a solului. Studiu de caz in judetul Timis*, Edit. Risoprint Cluj-Napoca;
- 66 Dumitru M., 1983, *Cercetari cu privire la prevenirea si combaterea poluarii solului cu produse reziduale (ape si namoluri) provenite de la complexele de cresterea industriala a porcilor*, Teza de doctorat, IANB Bucuresti;
- 67 Dumitru M., Rauta C., Gamet E., 1994, *Metodologia de identificare, inventariere a lacurilor poluate*, Public. SNRSS, nr. 28 F, Bucuresti;
- 68 Dumitru M., Rauta C., Toti M., Gamet E., 1994, *Evaluarea gradului de poluare a solului*, Public. SNRSS, nr. 28 E, Bucuresti;
- 69 Dumitru M, Stefanescu S., 2000, *Scheme agroambientale in contextul dezvoltarii rurale*, Stiinta Solului nr. 2, vol. XXXIV Bucuresti;
- 70 Dumitru M., 2002, *Starea agrochimica a solurilor in Romania*, Stiinta Solului, seria III-a, vol. XXXVI, Bucuresti;
- 71 Dumitru M si colab., 2004, *Privire generala asupra monitoringului calitatii solului*, Public. SNRSS, Conf. Timisoara, vol.1, nr. 34 A, Bucursti;
- 72 Edwards A.P., Bremner J.M., 1967, *Microaggregation in soils*, J Soil Sci. 18;
- 73 Eswaran H., ReichP.F., 2005, *World Soil Map*, E.S.E., vol.4, Elsevier;
- 74 Feth H.D., 1990, *Fundamentals of Soil Science*, John Willey and Sons, New York;
- 75 Florea N., Munteanu I., Rapaport C., Chitu C., Opris M., 1968, *Geografia solurilor Romaniei*, Ed. St. Bucuresti;

- 76 Florea N., Munteanu I., 2003, *Sistemul Român de Taxonomie a Solurilor*, Edit. Estfalia București;
- 77 Florea N., Savulescu I., Geanana M., 2005, *Solurile pe glob*, Univ. Bucuresti;
- 78 Florea N., Ilie L., Raducu D., 2005, *Morfologia si geneza solului*, USAMV Bucuresti;
- 79 Foray P., 2005, *Comportement dynamique des sols et prevision de la liquefaction seismique*, Grenoble, Paris;
- 80 Franzmeier D.P., Ross S.J., 1968, *Soil swelling*, Soil Sci. Soc. Am. Proc. 32;
- 81 Fu Hua Chen, 1975, *Foundation on expansive soils*, Elsevier, New York;
- 82 Gata G., Craciun C., 1987, *The mineralogical characterization of some vertisols from Romania*, Publ. SNRSS, 23 B;
- 83 Gata G., 1997, *Mostenirea mineralogica si proprietatile solului*, St. Solului, XXXII, 2;
- 84 Goian M., 2000, *Agrochimie*, Ed. Marineasa Timisoara;
- 85 Greene Kelly R., 1974, *Shrinkage of clay soils*, Geoderma 11;
- 86 Griselini Fr., 1779, *Versuch einer politischen und naturlischen Geschichte des Temeswarer Banats* Wienn;
- 87 Hillel D., 2005, *Civilization, Role of Soils*, Enciclopedia of Soils in the Environment, vol 1, Elsevier Academic Press;
- 88 Hurt G.W., 2005, *Hydric Soils*, Enciclopedia of Soils in the Environment, vol.2, Elsevier Academic Press;
- 89 Ianos Gh., Rogobete Gh., Pusca I., Borza I., Tarau D., 1994, *Evolutia Campiei Banatului de la faza submersa la starea actuala*, Public. SNRSS, nr. 28 C, Bucuresti;
- 90 Ianoș Gh., Pușcă I., Goian M., 1999, *Solurile Banatului*, Ed. Mirton, Timișoara;
- 91 Ionescu N., Rogobete Gh., Constantinescu Laura, Stereanko I., 1998, *Study on factors influencing the compaction of agricultural land*, Bul. St. UPT, tom 43 (57) Timisoara;
- 92 Jackson M.L., Sherman G.D., 1953, *Chemical weathering in soils*, Adv. Agron., 5;
- 93 Lambe T.W., Whitman R.V., 1969, *Soil mechanics*, John Wiley, New York;
- 94 Laret B., 2005, *Modelisation a grande echelle du comportement differe et de l'endommagement d'ouvrages souterrains de stockage*, Synchrotron Grenoble, France;
- 95 Lungu Irna, Stanciu A., Boți N., 2002, *Pământuri cu umflări și contractii mari*, Probleme speciale de Geotehnica și Fundatii, Ed. Junimea Iasi;
- 96 Man T.E., 1982, *Exploatarea sistemelor de îmbunătățiri funciare*, Lit. UT Timisoara;
- 97 Man T.E., 1983, *Studiul rezistentelor hidraulice la intrarea apei in tubul de dren*, Teza de doctorat, Unniv. PTV Timisoara;
- 98 Man T.E., Rogobete Gh., Constantinescu Laura, Popescu F., 2004, *Studii de drenaj pentru principalele tipuri de sol afectate de exces de umiditate din vestul Romaniei*, Publ. SNRSS Timisoara, vol.1, nr. 34A, Bucuresti;
- 99 Manciu St., 1938, *Campia Tisei*, Bul. Soc., Regale Geograf. I-VIII, Bucuresti;
- 100 Marshall E.C., 1977, *The physical chemistry and mineralogy of soils*, Ed. John Wiley;



- 101 Măgdălina I., C. Cismaru, F. Mărăcineanu, T. E. Man, 1983, *Exploatarea și întreținerea lucrărilor de îmbunătățiri funciare*, Ed. Didactică și Pedagogică, București;
- 102 Mahara Gh., 1970, *Evoluția paleogeografică a Campiei de Vest până în cuaternar*, Analele Univ. De Vest, Seria Geografie Timisoara;
- 103 Mercy Cl. Von, 1725, *Der Temeschwarer Bannat Karte*, Wienn;
- 104 Mering J., 1975, *Smectite*, Ed. Gieseking;
- 105 Mermaud A., 1998, *Elements de physique du sol*, Ed. HGA Bucarest;
- 106 Millot G., 1970, *Geology of clays*, Springer Verlag;
- 107 Ming D., Dixon J.B., 1986, *Zeolites. Recent developments in soil mineralogy*, Trans 13 th Int. Cong. Soil Sci., Hamburg (v);
- 108 Munteanu I., 1985, *Aspecte genetice și de clasificare ale solurilor submerse și foste submerse*, St. Solului nr. 3-4, 3/22;
- 109 Munteanu I., 1994, *Solurile României în sistemele de clasificare internațională*, Stiinta Solului, nr.3-4, București;
- 110 Munteanu I., 1996, *Soils of the Romanian Danube Delta Biosphere Reserve*, RIZA, Netherlands;
- 111 Munteanu I., Rogobete Gh., Tarau D., 2003, *Pelosoal aluvionice gleice stagnice*, Ghidul Conf. Națională XVII de Stiinta Solului, Ed. Estfalia, București;
- 112 Munteanu I., 2005, *Considerații asupra aplicării conceptelor de echilibru și neechilibru la sistemele de soluri*, Stiinta Solului, vol. XXXVII, nr. 1-2, București;
- 113 Munteanu I., Dumitru M., Burgă D., Geambasu N., Gercu A., 2004, *Prevenirea și combaterea desertificării în România*, Publ. SNRSS Timisoara, vol. 1, nr. 34 A, București;
- 114 Murray B., Mc Bride, 1994, *Environmental chemistry of soils*, Oxford University Press;
- 115 Musy A., Souter M., 1999, *Physique du sol*, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes;
- 116 Nico P.S., Fendorf S., 2005, *Redox Reactions*, Enciclopedia of Soils in the Environment, vol 2, Elsevier Academic Press;
- 117 Nicolescu L., 1981, *Consolidarea și stabilizarea pământurilor*, Ed. Ceres București;
- 118 Ninnof J.R., 2005, *Porosity and pore-size distribution*, Enciclopedia of Soils in the Environment vol. 3, Elsevier Academic Press;
- 119 Nemeș I. Șumălan I., 1992, *Corelații posibile între indicii fizici și hidrofizici ai unor soluri din Banat*, Publ. Simp. Protecția Mediului, ASAS;
- 120 Nemes I., Rogobete Gh., Ianos Gh., 1991, *Impactul amenajărilor hidro asupra resurselor funciare ale Banatului*, Sisteme hidrografice în impact cu mediul Resita;
- 121 Oanea N., Rogobete Gh., 1977, *Pedologie generală și ameliorativă*, Ed. Didactică și Pedagogică, București;
- 122 Oncescu N., 1965, *Geologia României*, Ed. Tehnica București;
- 123 Oprea C.V., 1960, *Condițiile de pedogeneza și însușirile morfologice, fizice și chimice ale lacovistilor din Campia de Vest a RPR*, Probleme actuale de biologie și științe agricole, Ed. Acad. RPR București;
- 124 Oprea C.V., Rosa V., Rogobete Gh., 1970, *Vertisolajul fenomen fizico-mecanic natural de evoluție a lacovistilor*, Lucr. St. I.A. Timisoara;
- 125 Oprea C.V. și colab., 1972, *Solurile salinice și alcaline din România*, Ed. Ceres București;

- 126 Opris M., Cardos I., Untaru G., Tibil A., Craciun C., 1987, *Contributii la cunoasterea morfogenezei vertisolurilor din Campia Somesului in vederea stabilirii posibilitatilor de ameliorare*, Publ. SNRSS nr. 23C Bucuresti;
- 127 Otiman I.P., Man T.E., 2004, *Dezvoltarea rurala in jud. Timis, Arad, Bihor*, Publ. SNRSS vol. 1, Conf. Timisoara, nr. 34 A, Bucuresti;
- 128 Paton T.R., 1974, *Origin and terminology for gilgai in Australia*, *Gederma*;
- 129 Păltineanu Cr., 1987, *Consideratii teoretice privind fenomenul de gonflare-contractiei a solului*, St. Solului nr. 4 Bucuresti;
- 130 Păltineanu Cr., Paltineanu R., 1988, *Histerezisul fenomenelor de gonflare-contractie in vertisol*, St. Solului, nr. 2, Bucuresti;
- 131 Păltineanu C.R., Seceleanu I., Crăciun C., 2003, *Vertisolurile și solurile vertice din România*, Edit. Estfalia București;
- 132 Păunescu C., 1968, *Solurile forestiere*, Ed. Acad. Române, București;
- 133 Pascu M., 1983, *Apele subterane din Romania*, Ed. Tehnica București;
- 134 Pedro G., 1965, *La classification des mineraux argileaux*, *Ann. Agron.* 16;
- 135 Popescu Al., Todorescu A., 1983, *Bazele mineritului și mecanica rocilor*, Edit. Didact. și Ped. București;
- 136 Posea Gr., 1995, *Campia de Vest a Romaniei*, Ed. F. Romania Mare Bucuresti;
- 137 Postolache Tatiana, 1985, *Publicatiile SNRSS*; Ghidul Conf. Timișoara;
- 138 Puiu C., 1980, *Pedologie*, Ed. Ceres;
- 139 Pusca I., Borza I., Dragan I., Rogobete Gh., Ianos Gh., 1987, *Solurile grele si tasate afectate de exces de umiditate din Banat*, Publ. SNRSS nr. 23C Bucuresti;
- 140 Pusca I., 2002, *Campia Banatului*, Fundatia Satul Romanesc, Bucuresti;
- 141 Raileanu P., Boți N., Stanciu A., 1986, *Geologia, geotehnica si fundatii*, Rotoprint, IP Iasi;
- 142 Raileanu P., Platca D., 1992, *Estimarea presiunii de umflare a argilelor active*, Conf. VII de Geotehnica si Fundatii, Timisoara;
- 143 Reid D., Graham R., Douglas L., Amrhein C., 1996, *Smectite mineralogy and charge characteristics along on arid geomorfic transect*, *Soil Sci. Soc. Am. J.*;
- 144 Rogobete Gh., Faur A., Rosa V., 1972, *Cercetarea activitatii enzimaticice a unei lacovisti recent luata in cultura (Jamu Mare-Timis)*, Publ. SNRSS, nr. 10B, Bucuresti;
- 145 Rogobete Gh., 1980, Teză doctorat - *Solurile din Dealurile Lipovei* - Univ. Craiova;
- 146 Rogobete Gh., Farcasiu L., 1981, *Valori ale conductivitatii hidraulice obtinute prin metode diferite intr-o lacoviste solonetizata*, Publ. SNRSS, nr. 19 A, Bucuresti;
- 147 Rogobete Gh., Teaci D., Constantinescu Laura, 1987, *Observatii privind evolutia vertisolului de la Cheglevici (Timis)*, Publ. SNRSS nr. 23 C, Bucuresti;
- 148 Rogobete Gh., Crihan P., Constantinescu Laura, 1987, *Aspecte privind influenta unor lucrari ameliorative asupra miscarii apei intr-o lacoviste din CE Timisoara*, Publ. SNRSS nr. 23 A, Bucuresti;
- 149 Rogobete Gh., 1993, *Știința solului*, Edit. Mirton Timișoara;
- 150 Rogobete Gh., 1993, *Fenomene de subsidență a terenurilor agricole in judetul Timis*, *Analele Univ. Vest, Geografie*, vol. II, Timisoara;
- 151 Rogobete Gh., Constantinescu Laura, Ianos Gh., 1995, *Relatia roca-material parental-sol si influența ei asupra compoziției mineralogice a solurilor din Banat*, *Factori si procese pedogenetice*, vol 2, Univ. Al. I. Cuza Iasi;

- 152 Rogobete Gh., Jărau D., 1997, *Solurile și ameliorarea lor*, Edit. Marineasa Timișoara;
- 153 Rogobete Gh., Constantinescu Laura, Tarau D., 1997, *Conductivitatea hidraulică și variația nivelului freatic în sistemul Aranca*, Publ. SNRSS, Simp. De Pedologie Timișoara;
- 154 Rogobete Gh., Jărau D., Chisăliță Gh., 1998, *Evoluția solurilor și a clasificării lor în Câmpia joasă a Banatului*, Analele Univ. Gh. Asachi Iași, Seria Pedologie – Geografie, vol. 4;
- 155 Rogobete Gh., Tarau D., Tudor V., Tarau Irina, Chisalita Gh., Popovici Ecaterina, Beutura D., Bertici R., Lozici L., 1998, *Efectele activităților industriale miniere și urbane asupra mediului din sud-vestul României*, Protecția Mediului în Agricultură, ICPA București;
- 156 Rogobete Gh., Constantinescu Laura, Nemeș I., 1999, *Manual de pedologie practică*, Ed. Mirton Timișoara;
- 157 Rogobete Gh., Tarau D., Borza I., Beutura D., 2000, *Impactul exploatarilor de petrol și gaze naturale din județul Timiș asupra mediului*, Lucr. St. XXXII, Ed. Agroprint Timișoara;
- 158 Rogobete Gh., Bertici R., Beutura D., 2005, *Comportament reologic în vertisolul de la Cheglevici – Timiș*, St. Solului, seria a III-a, vol. 1-2, București;
- 159 Rogobete Gh., Bertici R., 2006, *Fenomene de vertisolaj monitorizate 38 de ani la Cheglevici- Timiș*, Factori și procese pedogenetice, vol. 5, Ed. Univ. Al.I. Cuza;
- 160 Rogobete Gh., Beutura D., Bertici R., Grozav A., 2006, *Land degradation phenomena in the oldest paddy in Romania*, 41 th Croatian International Symposium on Agriculture, Opatija;
- 161 Rogobete Gh., 2006, *Feroliza proces de formare și evoluție a solurilor*, Comunicare la Conf. XVIII-a de Știința Solului, Cluj Napoca (sub tipar);
- 162 Ross G., Phillips P., Culley J., 1985, *Transformation of vermiculite to pedogenetic mica*, Canad. J. Soil Sci.;
- 163 Roșu Al., 1980, *Geografia fizică a României*, Ed. didactică și pedagogică București;
- 164 Rusu I., Sanpalean D., Stefan V., Popescu Gh., Lazureanu A., Ianos Gh., 1993, *Studii cu privire la componentii humusului al principalelor tipuri de sol din Banat*, Lucr. St. USAMVB vol. XXVII, Timișoara;
- 165 Rusu I., Stefan V., Nita L., Topcioiu A.M., 2000, *Starea de asigurare cu nutrienți a solurilor din jud. Timiș*, Lucr. S. XXXII, Ed. Agroprint Timișoara;
- 166 Rusu I., Stefan V., Nita L., Stroia N., Duma A., 2002, *Favorabilitatea solurilor din jud. Timiș pentru principalele culturi agricole*, Ed. Orizonturi Universitare Timișoara;
- 167 Sawhney B., Voigt G., 1969, *Chemical and biological weathering in vermiculite from Transvaal*, Soil Sci. Soc. Am. Proc., 33;
- 168 Scheffer F., Schachtschabel P., 1992, *Lehrbuch der Bodenkunde*, Enke Verlag;
- 169 Schnitzer M., Kodama H., 1966, *Montmorillanite effect of pH on its adsorption of a soil humic compound*, Science 153;
- 170 Schnitzer M., Kodama H., 1967, *Reaction between fulvic acid and Na-montmorillanite*, Soil Sci. Am. Proc. 31;
- 171 Seceleanu I., Munteanu I., Simota C., 1994, *Microvariability on the main characteristics of swell shrink clay soils from the Western Romanian Plain*, The 15 th ICSS, Acapulco, Mexic;

- 172 Seceleanu I., Munteanu I., Simota C., 1995, *Microvariabilitatea vertisolurilor și solurilor vertice din Câmpia Română*, Factori și procese pedogenetice, vol. 2, Univ. Al.I. Cuza;
- 173 Siminea Ioana, 1993, *Cercetări fundamentale asupra contracției la uscare a materialelor poroase*, USAMV București;
- 174 Siminea Ioana, 1996, *Execuția lucrărilor de îmbunătățiri funciare pe pământuri contractile*, USAMV București;
- 175 Smiles D., Raats P.A.C., 2005, *Swelling and shrinking*, E.S.E., vol.4, Elsevier;
- 176 Snyder V.A., Vazquez M.A., 2005, *Structura* E.S.E., vol.4, Elsevier;
- 177 Stanciu A., Boți N., Plătică D., Bostan I., 1992, *Asupra modalităților de identificare a pământurilor cu umflări și contracții mari*, Conf. VII de Geotehnică și Fundații, Timișoara;
- 178 Stematiu N., 1997, *Mecanica rocilor*, Ed. Didactică și Pedagogică București;
- 179 Ștefan V., 2000, *Ecopedologie*, Ed. Marineasa Timișoara;
- 180 Taină Ioana, Răducu D., Seceleanu I., 2003, *Organizarea constituenților minerali ai vertisolurilor din interfluviul Olt-Vedea*, Știința Solului, 1-2, XXXVII, București;
- 181 Teaci D., 1964, *Smolnița ca tip de sol distinct în România*, Știința Solului București, nr. 4;
- 182 Teaci D., Rogobete Gh., Seceleanu I., Popescu I., 1990, *Experimental demonstration of vertic phenomena in some soils of the same category in Romania*, The 14<sup>th</sup> I.C.S.S., Kyoto, Japan;
- 183 Terzaghi K., 1943, *Theoretical Soil Mechanics*, John Willey, New York;
- 184 Terzaghi K., Peck R.B., 1961, *Mecanica des sols appliquee*, Dumod, Paris;
- 185 Jărașu D., Rogobete Gh., Borza I., Pușcă I., Fomitescu Cr., 2002, *Evolution of the natural, ecopedological conditions in south west Romania as regards of production capacities*, Soil Science, vol. XXXVI, nr. 1, București;
- 186 Jărașu D., Luca M., 2002, *Panoptic al comunelor bănațene*, Ed. Marineasa Timișoara;
- 187 Jărașu D., Rogobete Gh., Borza I., 2003, *Solurile*, Ghidul Conf. XVII de Știința Solului, Ed. Estfalia București;
- 188 Jimbota I., Goian M., 2001, *Modificări agrochimice în sistemul sol-plantă la aplicarea îngrășămintelor pe solurile brune argiloiluviale din Câmpia Înaltă a Banatului*, Ed. Mirton Timișoara;
- 189 Jițeica R., Popescu I., 1971, *Fizica generală*, vol. 1+2, Edit. Tehnică București;
- 190 Udrescu S., 1997, *Solurile lumii*, Ed. Ceres București;
- 191 Ugoli F.C., Zachara F.C., Reunier R., 1982, *Dynamic of soil farming processes in the Arctic*, The 4th Int. Proc. Canada;
- 192 Ugoli F.C., 2005, *Dynamic*, Enciclopedia of Soils in the Environment, Elsevier, Academic press, Oxford;
- 193 Ungureanu A., 1985, *Aprecieri asupra calității apelor freatice din Câmpia Banatului*, Hidrotehnica vol. XXX, București;
- 194 Upadhyaya S.K., 2005, *Stress-strain and soil strength*, E.S.E., vol.4, Elsevier;
- 195 Wang T., Wang M., Ferng Y., Huang P., 1983, *Catalytic synthesis of humic substances by natural clays, jilts and soils*, Soil Sci. 135;
- 196 Warkentin B., 1984, *Importance of soil clay minerals to physical properties of soils*, Winthr Soil Research;

- 197 Wehry A., David I., Man T.E., 1982, *Probleme actuale în tehnica drenajului*, Ed. Facla Timișoara;
- 198 White J.L., 1950, *Transformation of illite into montmorillonite*, Soil Sci. Soc. Am. Proc. 15;
- 199 Wilding L.P., Smeck N.E., Hall G.F., 1983, *Pedogenesis and soils taxonomy*, Elsevier, Amsterdam - Oxford;
- 200 Wilding L.P., Caulambe C.E., 1996, *Expansive soils*, In Proc., NATO ARW Kluwer Academic, Dordrcht, Netherlands;
- 201 Zamfirescu F., Comșa R., Matei L., 1985, *Rocile argiloase în practica inginerescă*, Ed. Tehnică București;
- 202 xxx, *Atlasul climatologic*, 1966, IMH București;
- 203 xxx, *Atlasul României*, 1976, Ed. Acad. București;
- 204 xxx, *Center d'Enfonissement technique*, 1995, d'Hallembaye, France 1-7;
- 205 xxx, *Etancheite naturelle par GSB*, 2005, Center de Stockage de Dechets, France;
- 206 xxx, *Ghidul Conf. XVII Timișoara*, 2003, Ed. Estfalia, București;
- 207 xxx, *Harta Geologică Timișoara, sc.1:200.000*, 1968, Inst. Geologic București;
- 208 xxx, *Harta Geologică Arad, sc.1:200.000*, 1968, Inst. Geologic București;
- 209 xxx, *Harta Geologică Sânnicolau Mare, sc.1:200.000*, 1968, Inst. Geologic București;
- 210 xxx, INTERNET
- 211 xxx, *Lucrările Conferinței Naționale pentru Știința Solului*, 1985, Timișoara;
- 212 xxx, *Metodologia elaborării studiilor pedologice*, 1987, ASAS - ICPA București (sub coordonarea Florea N., Răuță C., Canarache A.) vol. I, II, III;
- 213 xxx, *Referentiel pedologique principaux sols d'Europe*, 1992, Paris;
- 214 xxx, *Sistemul român de clasificare a solurilor*, 1980, ASAS - ICPA București;
- 215 xxx, *Sistemul Român de Taxonomie a Solurilor (SRTS) 2003*, ICPA București;
- 216 xxx, *Soil Map of the World*, 1988, Revised Legend, WRS no.60, Rome, FAO-UNESCO;
- 217 xxx, *Studii pedologice 1967 - 2005*, Arhiva OSPA Timișoara;

