

**UNIVERSITATEA “POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA
FACULTATEA DE HIDROTEHNICĂ**

Ing. ADIA GROZAV

TEZĂ DE DOCTORAT

Conducător științific

Prof.dr.ing. GHEORGHE ROGOBETE

TIMIȘOARA

2011

UNIVERSITATEA “POLITEHNICA” DIN TIMIȘOARA
FACULTATEA DE HIDROTEHNICĂ

Ing. ADIA GROZAV

*Fenomene de poluare a solului și apei-
studiul unui tronson din bazinul
hidrografic Bârzava*

Conducător științific
Prof.dr.ing. GHEORGHE ROGOBETE

TIMIȘOARA
2011

CUPRINS

Necesitatea cercetării și obiectivele propuse	1
CAPITOLUL 1 Resursele de sol și apă	
1.1 Resursele de sol	3
1.2 Resursele de apă	11
CAPITOLUL 2 Protecția și conservarea resurselor de apă și sol	
2.1 Protecția și conservarea resurselor de apă	20
2.2 Protecția și conservarea resurselor de sol	35
CAPITOLUL 3 Cadrul natural al bazinului hidrografic Bârzava	
3.1. Localizare	54
3.2. Elemente geologice structural	
3.3. Unitățile de relief și alcătuirea lor geologic	56
3.4. Hidrografia și hidrologia	62
3.5. Hidrogeologia	66
3.6. Caractere climatic	68
3.7. Vegetația	76
3.8. Solurile	78
CAPITOLUL 4 Calitatea solurilor din bazinul hidrografic Bârzava	
4.1 Considerații generale	91
4.2 Degradarea terenurilor	93
4.3 Evaluarea calității terenurilor	100
4.4 Caracteristicile fizico-chimice ale solurilor din bazinul hidrografic Bârzava	102
CAPITOLUL 5 Calitatea apei din bazinul hidrografic Bârzava	
5.1 Caracteristici calitative ale apelor naturale	122
5.2 Caracterizarea apelor de suprafață	130
5.3. Caracterizarea apelor subterane	150
5.4 Monitorizarea și caracterizarea stării apelor	155
CAPITOLUL 6 Modele de calcul și prognoză a proceselor erozionale	
6.1 Modelarea scurgerii solide pe versanții bazinului hidrografic	171
6.2 Prognoza fenomenelor erozionale	186
CAPITOLUL 7 Estimarea erodabilității solurilor din bazinul hidrografic Bârzava	
7.1 Estimarea erodabilității prin modelare fizică	199
7.2 Estimarea pierderilor de sol prin metoda profilelor reconstituite	204
7.3 Evaluarea scurgerii solide prin aplicarea modelului WEPP	210
Concluzii și contribuții personale	217

Bibliografie

Anexe

Necesitatea cercetării și obiectivele propuse

Existența în subsol a unor importante resurse de minereuri, în special de fier, a zăcămintelor de cărbuni superiori, a pădurilor și apelor, au făcut ca zona inclusă în bazinul hidrografic al Bârzavei să cunoască o intensă dezvoltare economică și implicit o concentrare a populației.

Exploatarea miniere de la Doman și Ocna de Fier au asigurat materia primă necesară siderurgiei și construcțiilor de mașini de la Reșița și Bocșa, începând din anii 1750 și atingând un maxim între anii 1960-1980. Ampla dezvoltare industrială a fost însoțită însă și de apariția și înmulțirea poluanților, depuși în soluri, ape și plante, prezenți și în atmosferă.

Presiunea umană s-a manifestat și asupra pădurilor tot mai mult reduse prin tăieri și prin creșterea suprafețelor agricole pe versanții din aval de Bocșa. S-au declanșat astfel fenomenele de eroziune a solului și fenomenele de acidifiere.

Dacă avem în vedere și conexiunea cu fenomenele de poluare transfrontaliere din bazinul Dunării, este evident că sunt necesare măsuri de protecție a mediului, de prevenire a poluării și degradării, măsuri de combatere a eroziunii și depoluare a ariilor deja poluate.

Managementul științific necesar nu se poate realiza decât pe baza unei cunoașteri detaliate a factorilor de mediu, a surselor de poluare și a mecanismelor degradării și poluării.

Considerăm că numai tratarea fenomenelor la nivelul unui bazin hidrografic, cum este cel al Bârzavei, poate asigura o rezolvare corectă a ansamblului fenomenelor ce afectează factorii de mediu și în ultimă instanță viața oamenilor.

Din această prezentare a principalelor caracteristici ale bazinului hidrografic Bârzava, precum și din cercetarea studiilor anterioare cunoscute referitoare la acest areal, s-au conturat următoarele obiective propuse a fi realizate în cadrul tezei de doctorat:

- cunoașterea rezultatelor obținute de alți cercetători referitoare la bazinul hidrografic Bârzava;
- studierea mecanismelor degradării terenurilor și ale poluării cu eventuale contribuții în cunoașterea mecanismelor fizice și chimice de transport, reținere și transformare a substanțelor poluante din sol și apă;
- efectuarea de analize fizice și chimice ale solurilor și apelor din bazinul hidrografic Bârzava sau prelucrarea datelor analitice și interpretarea lor;
- caracterizarea corpurilor de sol și a corpurilor de apă din tronsoanele Semenici-Crivaia, Reșița-Bocșa și Berzovia-Gătaia, în vederea stabilirii calității acestor resurse și a tipului și gradului degradării și poluării;
- efectuarea de cercetări pe versanți omogeni pentru stabilirea grosimii de sol pierdute și calculul pierderilor de sol prin metoda profilelor reconstituite;
- modelarea fizică, în laborator, a pierderilor de sol la ploi simulate și elaborarea unei ecuații a acestor pierderi pe baza proprietăților solului;
- monitorizarea și caracterizarea stării apelor;
- elaborarea unui program de calcul privind riscurile poluării și degradării solului și apei în bazinul hidrografic Bârzava;
- propunerea măsurilor de refacere a terenurilor degradate și depoluare a apei și solului.

CAPITOLUL 1

Resursele de sol și apă

1.1 Resursele de sol	3
1.1.1 Funcțiile solului și capacitatea de reziliență	4
1.1.2 Clasificarea și răspândirea solurilor	5
1.2 Resursele de apă	11
1.2.1 Problema apei la nivel mondial și național	11
1.2.2 Directiva Cadru privind Apa	15

CAPITOLUL 1

Resursele de sol și apă

1.1 Resursele de sol

Cu mult înainte de apariția mașinilor și a chimicalelor toxice și chiar înaintea apariției agriculturii, oamenii au început să afecteze mediul – terenurile, apa și organismele, într-un mod care să destabilizeze ecosistemele naturale. În multe din țările dezvoltate în antichitate, unde exploatarea terenurilor a început încă din preistorie, sunt exemple de transformare a unor regiuni fertile în pustiuri, prin degradări produse de om. Numeroase societăți antice, ajunse la nivele avansate de dezvoltare și-au cauzat propria dispariție nu datorită războaielor repetate sau modificărilor climatice, cât mai ales datorită unei prelungite exploatare a fragilului mediu, de generații de tăietori de păduri, incendii, cultivare și irigare nerațională. Una din regiunile în care activitatea umană a fost intensă și îndelungată este zona mediteraneană, cu terenuri în pantă exploatate fără măsuri de conservare, precum sunt cele din Israel, Liban, Grecia, Cipru, Creta, Sicilia, Tunisia și sud-estul Spaniei. Aceste terenuri și-au pierdut vegetația naturală iar cuvertura inițială de soluri fertile a fost spălată de precipitații și transportată în râuri și mare. Așa se explică și politica de cuceriri a unor teritorii noi, fertile, dusă de Fenicieni, Greci, Cartaginezi și Romani.

“Raiul” Mesopotamian, astăzi Irakul cu permanente războaie, este un alt exemplu de transformare a unor terenuri fertile în terenuri denudate și albite de cruste de săruri. O situație similară este și în Valea Indului din Pakistan.

Există pe de altă parte și societăți antice, cum ar fi cele din estul Asiei (China), parțial sud-estul Asiei, Egiptul, America “indienilor” unde solul a fost venerat și folosit cu grijă și chiar respect. Chiar și în al doilea capitol al “Genezei” din Biblie, omul este făcut de Dumnezeu din sol și I se dă suflet și îndemnul de a păstra și îngriji solul din care a fost creat.

De altfel, Adam și Eva în ebraică semnifică “Sol și Viață”, iar în latină numele de “homo” derivă din “humus”.

O primă intervenție sistematică asupra ecosistemelor terestre, în special asupra vegetației, s-a produs prin utilizarea focului și despăduririle necesare agriculturii din Paleolitic. Din această perioadă, se consideră inițiată eroziunea antropică.

Cu aproximativ 40000 ani în urmă, omul cu nimic deosebindu-se de cel actual, a fost capabil să-și construiască așezări și să dezvolte metode tot mai sofisticate de producere și depozitare a hranei, de domesticire a animalelor și de creare de plante cultivate. Procesul de intensificare a utilizării terenului a fost un răspuns la presiunea crescândă a numărului sporit de locuitori. Denumită și Revoluția Neolitică, transformările din agricultură au reprezentat începutul civilizației cu aproximativ 10000 ani în urmă. Domesticirea animalelor și specializarea pe activități a afectat viața familiei, a creat clasele și statele. Vegetația, populațiile de animale, versanții și văile, ca și învelișul de soluri au fost radical modificate. Terasarea, irigația și drenajul au fost o consecință a eroziunii versanților despăduși. Arătura pe versanți a accelerat cu mult eroziunea. În timp, agricultura s-a extins din zonele relativ umede în spre văile unor râuri situate în zone semiumede și semiaride, ca Tigrul și Eufratul, Nilul și Indul. Solurile din aceste zone cu aluviuni sunt profunde și fertile. Sedimentele depuse la revărsările provocate de înălțarea patului albiilor prin materialul erodat de pe versanți au

aprovizionat permanent cu substanțe nutritive dar au și intensificat inundațiile și au adus săruri în exces. Acumularea sărurilor aduse de apele de suprafață și freatice a condus la declinul unor mari civilizații din Sumer, Akad, Babilon, Asiria.

1.1.1 Funcțiile solului și capacitatea de reziliență

Rolul și importanța solului pentru economie și societatea umană în general rezultă în modul cel mai clar din funcțiile ecologice și din cele cu caracter social și cultural pe care le are.

Sub aspect ecologic solul are trei funcții majore: (a) producerea de biomasă; (b) protecția celorlalți factori de mediu și (c) habitat biologic.

Sub aspect socio-economic sunt importante funcțiile: (d) mediu fizic, (e) sursă energetică și de materii prime și (f) mediu istoric.

a). **Producerea de biomasă** este esențială pentru existența omului și este rezultat al proprietății solului de a avea fertilitate, adică de a asigura creșterea plantelor prin conținutul de apă și nutrienți, de aer cu oxigen și dioxid de carbon.

b). **Protecția celorlalți factori de mediu** se manifestă prin capacitatea de tamponare a solului, transformare fizico-chimică, filtrare și procese biochimice. Materia minerală și organică a solului, organizată structural și deci cu porozitate de diferite mărimi, are dimensiuni de la grosier disperse până la dimensiuni coloidale cu suprafețe enorme pe care se desfășoară fenomene de adsorbție – desorbție și reținere chimică. În acest mod, pe lângă filtrarea mecanică solul realizează și o epurare a apelor ce traversează profilul și protejează poluarea stratelor acvifere.

c). **Habitat biologic**. Macro și microorganismele solului desfășoară în sol un număr enorm de reacții biochimice pentru propriile procese vitale, astfel că sporesc capacitatea solului de a se opune poluării cu diverși poluanți și se constituie în componenta vie ce are ca rezultată formarea unei substanțe caracteristice și stabile – humusul.

O serie de practici agricole greșite au afectat grav această funcție a solului (lucrare excesivă, eliminarea resturilor vegetale, arderea miriștei) și au redus rezerva de gene.

Alături de capacitatea multifuncțională a solului și de starea lui de fertilitate, trebuie să se ia în considerare și o altă caracteristică deosebit de complexă și anume “capacitatea sa de reziliență”.

Această caracteristică derivă din comportamentul solului de “corp elastic” ce are însușirea de a-și “reveni” și de a-și “restaura” procesele sale vitale degradate anterior prin acțiunea antropică, dacă această degradare nu este atât de severă și se realizează în timp după încetarea acțiunii respective.

Reziliența reprezintă abilitatea solului de a reacționa la factorii de stress ca un corp elastic, adică de a reveni la starea sa inițială după încetarea presiunii. Solul poate suferi și modificări negative ireversibile, cu distrugerea funcțiilor sale (prin eroziune excesivă sau decopertarea stratului fertil). Factorii care influențează capacitatea de reziliență sunt endogeni – textura, mineralogia argilei, materialul parental, umiditatea, biodiversitatea și exogeni – folosința, tehnologiile, managementul, inputurile.

Deosebim o *reziliență fizică*, prin care solul se opune degradării fizice prin eroziune sau compactare și o *reziliență chimică* prin care solul se opune degradării chimice prin acidifiere, sodizare, salinizare.

1.1.2 Clasificarea și răspândirea solurilor

Considerăm utilă prezentarea, pe scurt, a clasificării românești și a WRB (Baza Mondială de Referință pentru Resursele de Sol).

- Clasificarea românească – SRTS-2010

Reprezintă Sistemul Românesc de Taxonomie a Solului aflat în faza de publicare și apoi de legiferare, probabil la începutul anului 2011.

Tabel 1.1 Clasificarea SRTS (Rogobete, 2010)

Clasa de sol	Orizontul sau proprietățile diagnostice specifice	Tipuri genetice de sol	
		Simbol	Denumire
PROTISOLURI	Orizont A sau O (sub 20 cm grosime) fără alte orizonturi diagnostice. Urmează roca (Rn sau Rp) sau orizont C provenit din materiale parentale naturale	LS	Litosol
		RS	Regosol
		PS	Psamosol
		AS	Aluviosol
CERNISOLURI	Orizont A molic și orizont intermediar (AC, AR, Bv, Bt) prezentând culori molice cel puțin în primii 10-15 cm, urmat de orizont Cca în primii 125 cm	KZ	Kastanoziom
		CZ	Cernoziom
		FZ	Faeoziom
		RZ	Rendzină
UMBRISOLURI	Orizont A umbric și orizont intermediar (AC, AR, Bv) ce are la partea superioară valori și crome <3,5 (umed)	NS	Nigrosol
		HS	Humosiosol
CAMBISOLURI	Orizont B cambic (Bv) cu valori și crome >3,5 (umed). Nu prezintă Cca în primii 75 cm (excepție cele erodate)	EC	Eutricambosol
		DC	Districambosol
LUVISOLURI	Orizont B argic (Bt) cu valori și crome >3,5. Nu se includ solurile cu Bt _{na} specific solonețurilor	EL	Preluvosol
		LV	Luvosol
		PL	Planosol
		AL	Alosol
SPODISOLURI	Orizont spodic (B _{hs} , B _s) sau criptosodic (B _{cp})	EP	Prepodzol
		PD	Podzol
PELISOLURI	Orizont vertic (y) sau structură poliedrică foarte mare și crăpături largi și profunde în perioada uscată a anului începând din primii 25 cm	PE	Pelosol
		VS	Vertosol
ANDISOLURI	Orizont andic (an) de asociere, fără orizonturi spodice (Es, B _{hs} , B _s)	AN	Andosol
HIDRISOLURI	Proprietăți gleice (Gr) sau stagnice (W) intense care încep în primii 50 cm, sau orizont A limnic (Al _m) și/sau histic (T) submers	SG	Stagnosol
		GS	Gleiosol
		LM	Limnosol
SALSODISOLURI	Orizont salic (sa) sau natric (na) în primii 50 cm sau orizont B _{tna}	SC	Solonceac
		SN	Soloneț
HISTISOLURI	Orizont organic hidromorf (T) de peste 50 cm grosime în partea superioară a solului	TB	Histosol
ANTRISOLURI	- Orizont antropedogenetic sau - Lipsa orizontului A, E și parțial B îndepărtate prin eroziune accelerată ori decopertare antropică sau - Soluri în curs de formare pe materiale antropogene cu grosime >50cm	AT	Antrosol
		TT	Tehnosol

Sistemul românesc are 12 clase de soluri, cu 29 tipuri genetice de sol, varietăți, specii, familii și variante.

- **Versiunea 2006 a WRB-SR** are următoarele grupe de soluri de referință

Tabel 1.2 Clasificarea WRB-SR (World Reference Base for Soil Resources, 2006)

1	Soluri cu orizonturi organice groase	Histosoluri
2	Soluri puternic influențate antropic -cu folosire agricolă îndelungată și intensă -care conțin multe artefacte	Antrosoluri Tehnosoluri
3	Soluri cu înrădăcinare limitată -afectate de permafrost -subțiri sau extrem de pietroase	Criosoluri Leptosoluri
4	Soluri influențate de apă -bogate în argile gonflante -din lunci și zone de maree -alcaline -afectate de apa freatică	Vertisoluri Fluvisoluri Solonețuri Soloncaecuri Gleisoluri
5	Soluri cu chimism determinat de Fe și Al -cu complexe alofanice sau aluminohumice -cu cheluvier și chiluvier -cu acumulare de Fe în condiții de hidromorfie -cu argile puțin active, fixare de P, structurate -cu predominarea caolinitului și sescvioxizilor	Andosoluri Podzoluri Plintosoluri Nitisoluri Ferralsoluri
6	Soluri cu apă stagnantă -cu schimbare texturală abruptă -cu schimbare texturală moderată	Planosoluri Stagnosoluri
7	Soluri cu acumulare de materie organică, saturate -molice -tranziție spre climate uscate -tranziție spre climate umede	Cernoziomuri Kastanoziomuri Faeoziomuri
8	Soluri cu acumulare de săruri puțin solubile -gips -silice -carbonat de calciu	Gipsisoluri Durisoluri Calcisoluri
9	Soluri îmbogățite în argilă -cu limbi albeluvice -cu argilă activă, saturație în baze scăzută -cu argilă puțin activă, saturație în baze scăzută -cu argilă activă, saturate în baze -cu argilă puțin activă, saturate în baze	Albeluvisoluri Alisoluri Acrisoluri Luvisoluri Lixisoluri
10	Soluri tinere, cu profil slab dezvoltat -cu orizont de suprafață humifer și acid -soluri nisipoase -soluri moderat dezvoltate -soluri fără dezvoltarea profilului	Umbrisoluri Arenosoluri Cambisoluri Regosoluri

În toate domeniile științelor naturii, clasificările sunt continuu ajustate pe măsură ce apar date, metode și interpretări noi. Deși sunt argumente solide pentru a limita studiul solurilor și cartarea pedologică la terenurile cu soluri stabile fertile, WRB-SR (World Reference Base for Soil Resources) a propus la cel de al XVIII-lea Congres mondial de Știința Solului de la Philadelphia (USA) din 2006 o abordare mai cuprinzătoare, în sensul de a considera sol orice material aflat în primii 2 m de la suprafața uscatului, care este în contact cu atmosfera. Se exclud organismele vii, zonele ocupate de gheață și corpurile de apă mai adânci de 2 m.

Definiția propusă include suprafețele cu rocă dură continuă, solurile din peșteri, ca și solurile subacvatice (sub ape < 2m).

Se constată că Sistemul românesc și WRB-SR au un mare număr de soluri cu aceeași denumire, între cele două sisteme se pot face ușor echivalări, ceea ce favorizează studiul și proiectele internaționale.

La nivel global, suprafața ocupată de soluri este 14,335 miliarde hectare, dominante fiind Cryosolul (1,770 mld.ha), Cambisolul (1,500mld.ha) și Acrisolul (1mld.ha). Soluri foarte bune pentru producția de hrană sunt Cernoziomul (230mil.ha), Kastanoziomul (465 mil.ha) și Faeoziomul (190 mil. ha), un total de 885 mil.ha, adică 6,17%. La acestea se mai adaugă Fluvisoluri, Cambisoluri, Calcisoluri și Vertisoluri, care cu investiții pentru irigații, scarificări, drenaje pot reprezenta surse pentru producția de hrană. Rezultă o suprafață cultivabilă de circa 1 miliard de hectare pentru viața celor 6,5 miliarde locuitori ai Terrei.

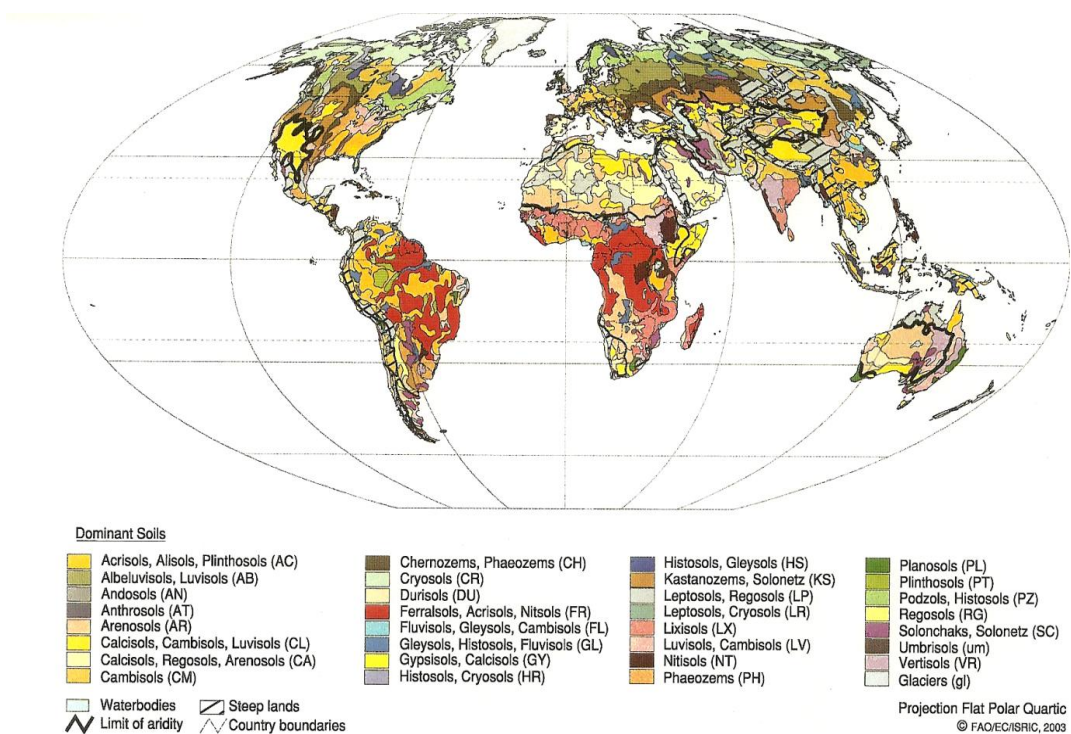


Plate 7 Classification Systems/FAO World soil resources map. Original scale 1:25 000 000. Flat polar quartic projection.

Figura 1.1 *Harta solurilor lumii* (Soil Atlas, 2001)

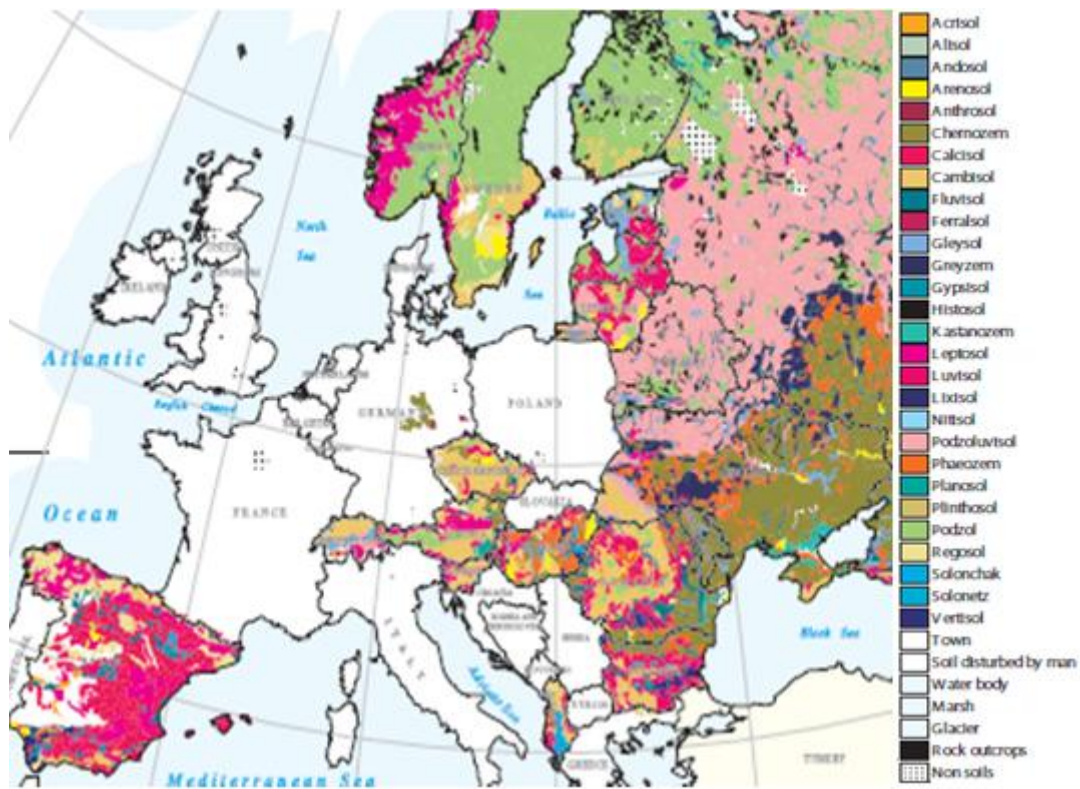


Figura 1.2 Clasificarea FAO a principalelor grupe de soluri din Europa (Soil Atlas, 2001)

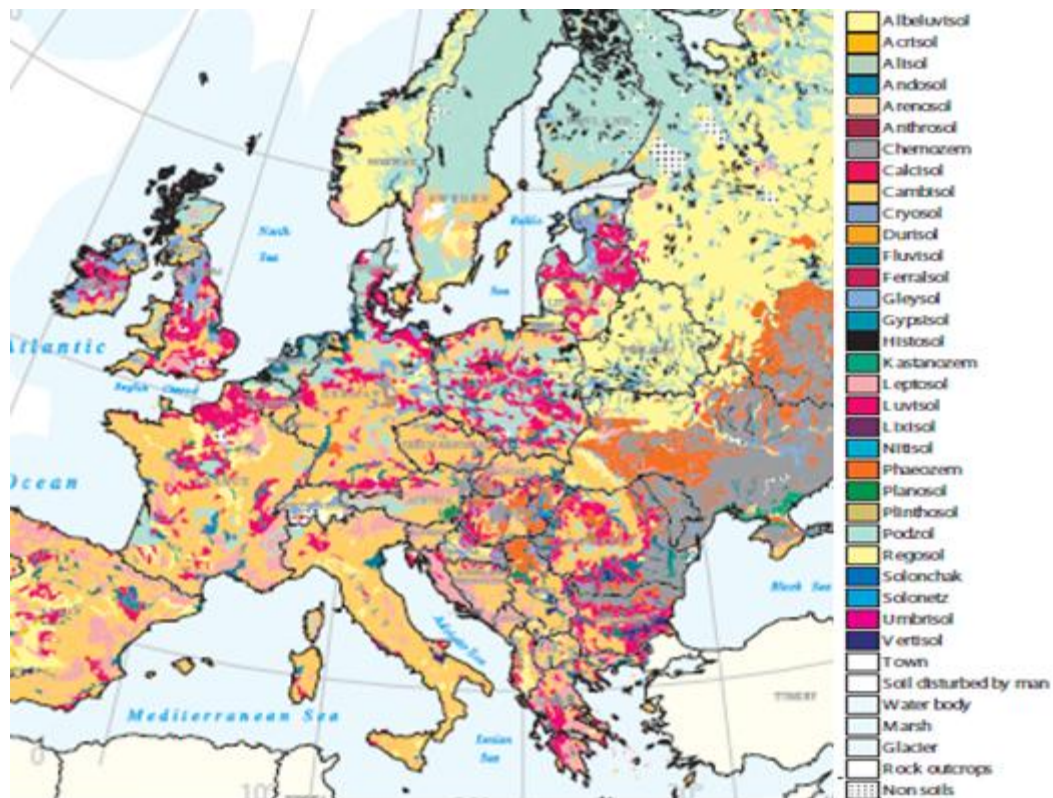


Figura 1.3 Clasificarea WRB a grupelor de soluri din Europa (Soil Atlas, 2001)

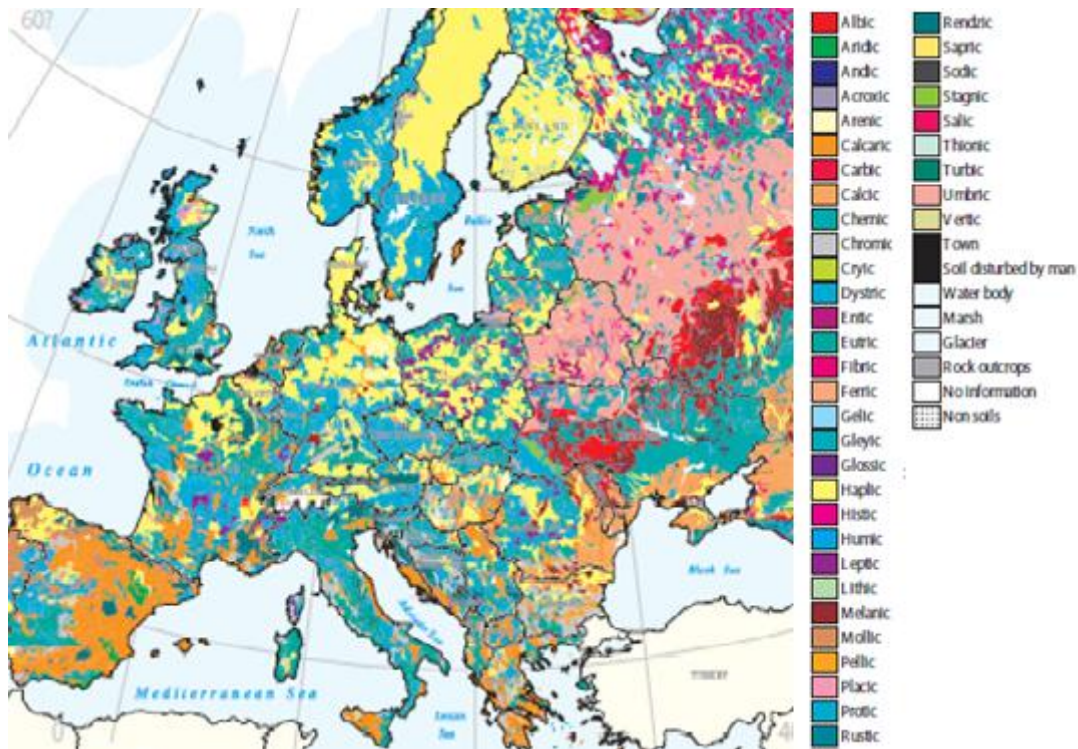


Figura 1.4 Gruparea WRB a solurilor-nivelul 2 din Europa (Soil Atlas, 2001)

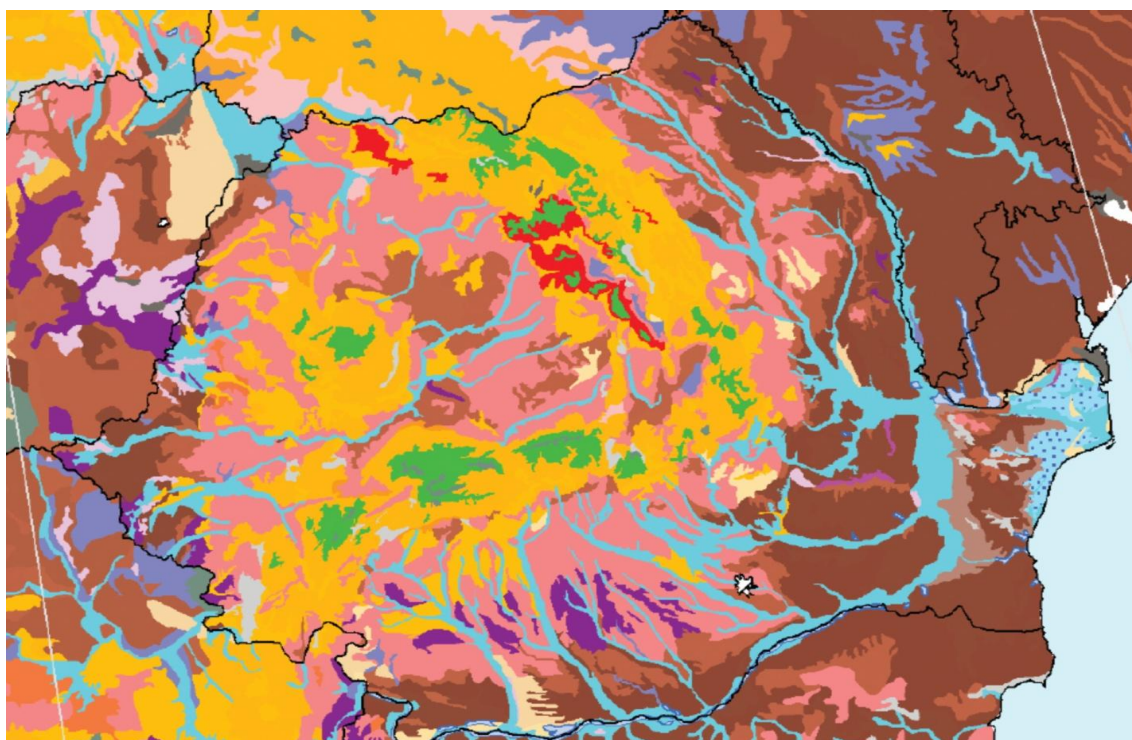
Hărțile arată distribuția solurilor din Europa, cu clasificarea FAO (Food Agricultural Organization) și WRB (World Reference Base) adoptată de FAO.

Ele se bazează pe informațiile furnizate de European Soil Bureau Network, o colecție de organizații din toate țările din Europa care sunt responsabile de cartografierea și gestionarea solurilor.

European Soil Bureau Network colaborează cu Comisia Europeană pentru a furniza informații relevante pentru factorii de decizie.

În România, cele trei tipuri de soluri foarte bune pentru agricultură, Cernoziomul-Faeoziomul și Kastanoziomul, reprezintă 26,7%, ceea ce ilustrează potențialul agricol ridicat al țării. Un procent apropiat revine celor trei tipuri de soluri (CZ – FZ – KZ) și în zona de vest a țării, în județele Timiș – Arad – Bihor, cu o pondere de 28,28% cu note de bonitare de 80-100 puncte (clasa I) și 60-80 puncte (clasa II).

Raportat la suprafața terestră locuită, fără terenurile inaccesibile climatic sau topografic, degradarea antropică a terenurilor a cauzat pierderea ireversibilă a circa 1 miliard de hectare, de când societățile umane “stăpânesc” solul. În prezent, degradarea antropică afectează 25% din suprafața locuită, cu variații de la un continent la altul. În Asia 31%, Africa 26%, America de Nord 12%, etc. Cel mai extins tip de degradare îl constituie eroziunea solurilor, ce reprezintă 56% din totalul suprafeței degradate antropic (1,1mld.ha), din care eroziunea de suprafață pe 920 milioane ha și eroziunea în adâncime pe 174 milioane ha.



WRB Major Reference Group Legend







	Acrisol		Gleysol		Solonchak
	Albeluvisol		Gypsisol		Solonetz
	Andosol		Histosol		Umbrisol
	Anthrosol		Kastanozem		Vertisol
	Arenosol		Leptosol		Rock
	Calcisol		Luvisol		Urban
	Cambisol		Phaeozem		Water body
	Chernozem		Planosol		Marsh
	Cryosol		Podzol		Soil disturbed by men
	Fluvisol		Regosol		Glacier

Figura 1.5 *Harta României - clasificare WRB* (Soil Atlas, 2001)

În România, din cele 24 milioane hectare, cât este fondul funciar al țării, circa 15 mil.ha sunt agricole și 6,5 mil.ha pădure. 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 degradarea fizică (tasarea, compactarea, distrugerea structurii solului) pe 7,1 milioane ha (30% din suprafața țării) urmată de eroziunea solurilor prin apă cu 4,3 mil.ha (18,2% din suprafața țării). Peste 1 milion de hectare au fost trecute de la folosința pădure, prin despăduriri la folosința "terenuri părăsite" fapt real întrucât nu pot fi considerate agricol. Acestor tipuri de degradări li se adaugă și altele, cum ar fi seceta și deșertizarea în Câmpia Română, excesul de apă și sodizarea (prioritar în Câmpia de Vest), poluările prin acidifiere, nitrați – nitriți, metale grele, pesticide, excavații, halde, deponii, poluări radioactive, epuizarea conținutului de humus ca urmare a absenței reintroducerii de materie organică în sol, etc.

În aceste condiții, utilizarea sustenabilă și prevenirea și combaterea degradărilor antropice, este o problemă de securitate națională, o cerință obligatorie.

1.2 Resursele de apă

1.2.1 Problema apei la nivel mondial și național

Conform Directiva Cadru 2000/60 a Uniunii Europene în domeniul apei, “apa nu este un produs comercial ca oricare altul, ci o moștenire care trebuie păstrată, protejată și tratată ca atare”.

După ultimele estimări, hidrosfera conține o cantitate de circa 1386 milioane km³ apă. Din această cantitate, apa sărată reprezintă 97,5% (având o salinitate specifică în medie de 35 g/l), iar apa dulce doar 2,5% (cu o mineralizare mai mică și diferită, în funcție de rocile pe care le-a spălat) (figura 1.6).

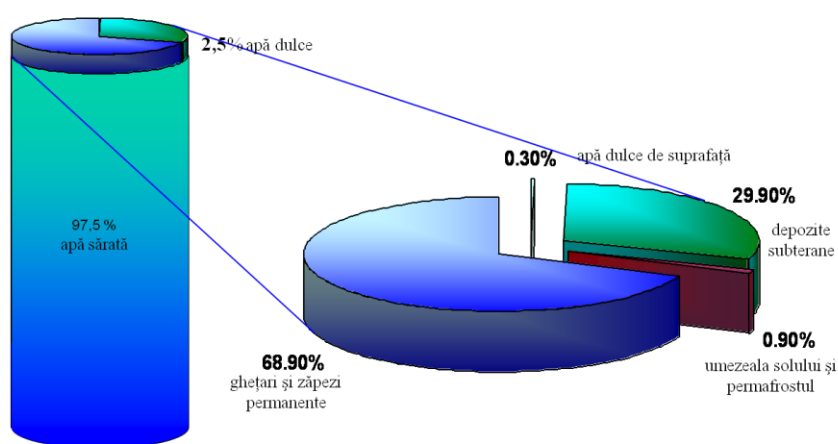


Figura 1.6 *Structura resurselor globale de apă* (Bojin, 2006)

Valorile de mai sus caracterizează pe termen lung cantitatea medie de apă înmagazinată în corpurile de apă, acvifere și atmosferă.

Pentru perioade de timp mai scurte (ani, anotimpuri, luni), valorile cantităților de apă înmagazinate în hidrosferă variază permanent o dată cu schimbul de apă dintre hidrosferă, litosferă și atmosferă. Această mișcare a resurselor de apă este completă, ea formând un ciclu hidrologic (figura 1.7)

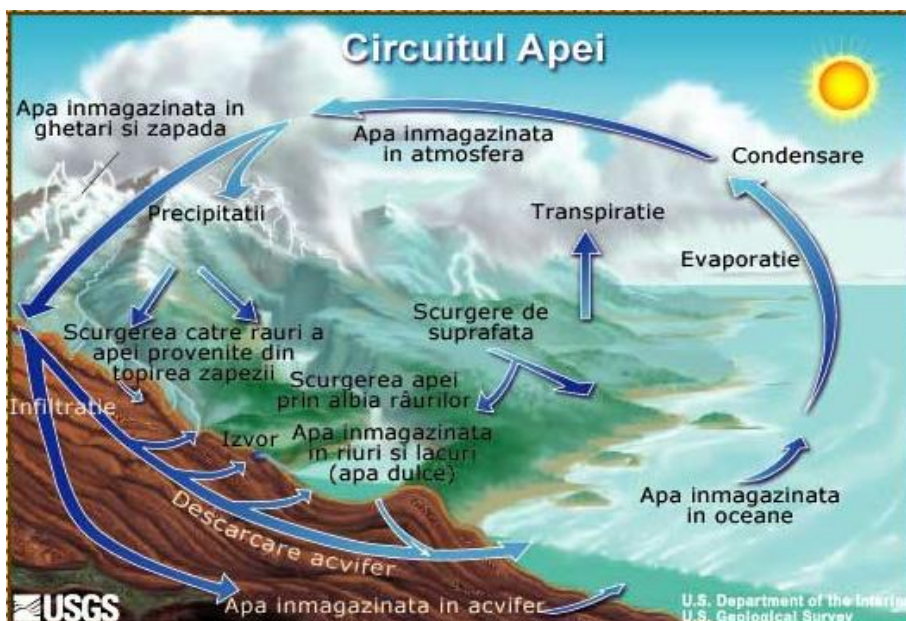


Figura 1.7 *Circuitul apei în natură* (Vlaicu, 2006)

În fiecare an, acest ciclu implică 576000 km^3 apă, care reprezintă apa evaporată de la suprafața Oceanului Planetar (502800 km^3) și a continentelor (74200 km^3). Această cantitate de apă se reîntoarce sub forma precipitațiilor atmosferice, însă cu o altă structură calitativă: deasupra oceanului cad 458000 km^3 precipitații, iar deasupra uscatului 119000 km^3 . Diferența dintre precipitații și evaporația de la suprafața uscatului ($44800 \text{ km}^3/\text{an}$), reprezintă scurgerea totală a râurilor ($42600 \text{ km}^3/\text{an}$) și scurgerea directă către ocean a apelor subterane ($2200 \text{ km}^3/\text{an}$) (Bojin, 2006).

Analiza resurselor de apă evidențiază diferențele vizibile între regiunile globului în ceea ce privește disponibilitatea și accesibilitatea resurselor de apă. Asia și America de Sud se detașează vizibil, ele stocând cele mai mari cantități ($13.500 \text{ km}^3/\text{an}$ și respectiv $12.000 \text{ km}^3/\text{an}$). Cele mai mici valori sunt caracteristice Europei ($2900 \text{ km}^3/\text{an}$), Australiei și Oceaniei ($2400 \text{ km}^3/\text{an}$) (Bojin, 2006).

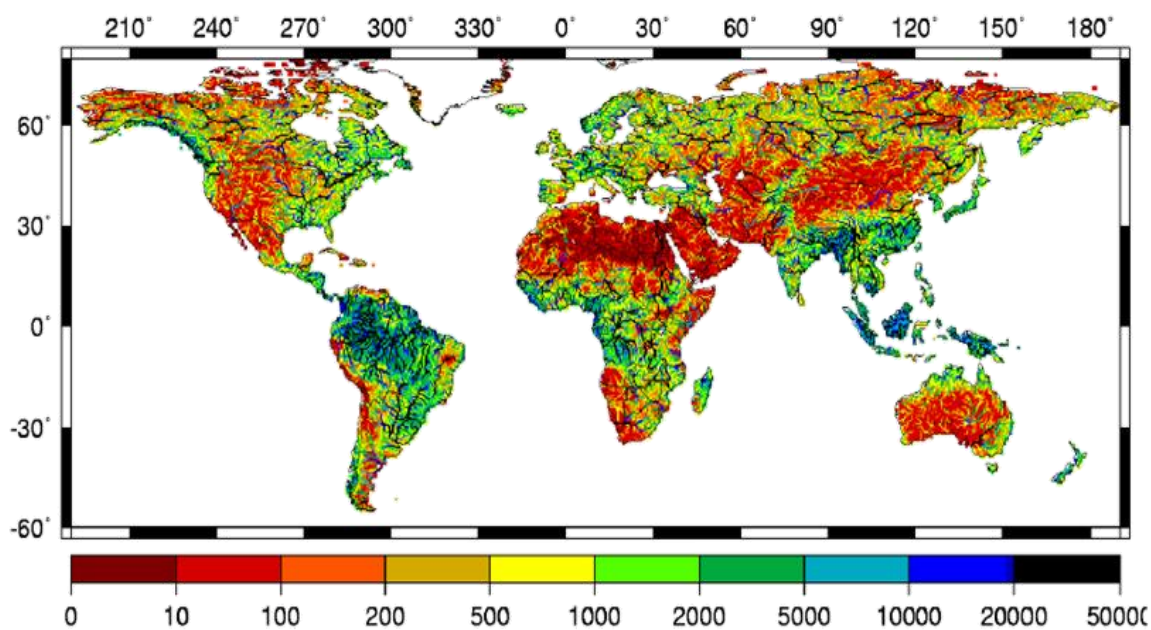


Figura 1.8 *Volumele de apă disponibile* (Bojin, 2006)

Cel mai mare fluviu la planetei, Amazonul, reprezintă 16% din scurgerea anuală de suprafață a Terrei. 27% din resursele de apă ale planetei sunt formate de cele mai mari 5 sisteme hidrologice ale globului: Amazon, Gange cu Brahmaputra, Congo, Yangtze și Orinoco. Cele mai mari regiuni endoreice se află situate în zona Mării Caspice, centrul Asiei, nord-estul Chinei, Australia, Peninsula Arabia și nordul Africii.

Importanța apei pentru viață, ca o componentă a ecosistemului global, este din ce în ce mai clară. Este o resursă care nu numai că servește nevoilor primare ale populațiilor umane, dar este și cheia pentru dezvoltarea și în particular pentru generarea și menținerea sănătății prin agricultură, pescuit, generarea de electricitate, industrie, transport, turism etc. În același timp apa este vitală și pentru toate ecosistemele de pe glob. Cu toate acestea, faptele arată că ne confruntăm cu o criză mondială a apei dulci.

Pentru consumul populației umane sunt disponibile mai puțin de 1% din resursele de apă ale planetei.

Mai mult de 1,2 miliarde de oameni nu au acces la surse sigure de apă potabilă. În comparație cu situația din alte părți ale lumii, starea resurselor de apă din Europa este oarecum favorabilă: continentul nu se confruntă cu o lipsă globală a resurselor de apă și nici cu situații extreme cum ar fi secetele și inundațiile. Însă, după o examinare mai atentă, se constată că resursele de apă ale Europei sunt departe de a fi satisfăcătoare, din punct de vedere calitativ.

Informații cheie despre situația apei în *Europa*:

- 20% din apele de suprafață ale Europei sunt amenințate foarte serios de poluare;
- resursele de apă subterane reprezintă aproximativ 65% din resursele de apă potabilă ale Europei;
- 60% din orașele europene își supraexploatează resursele de apă subterane;
- 50% dintre zonele umede au statut de “zonă amenințată” datorită supraexploatării resurselor subterane;
- suprafața zonelor din sudul Europei care sunt irigate a crescut cu 20% din anul 1985.

Ținând cont de numeroasele presiuni exercitate asupra propriilor resurse de apă, este necesar ca instrumentele legislative să fie adresate rezolvării eficiente a problemelor și să contribuie la menținerea respectivelor resurse pentru generațiile viitoare (www.recromaniaro).

În ceea ce privește resursele *naționale* de apă, ele sunt constituite din apele de suprafață – râuri interioare, lacuri naturale și artificiale, fluviul Dunărea – și apele subterane. România este situată în bazinul hidrografic al Mării Negre, mai exact în bazinul Dunării, aceasta fiind principalul colector de ape. Din teritoriul național, 97,8% se găsește în bazinul Dunării, reprezentând 28,9% din suprafața acestuia. Doar câteva râuri mici din Dobrogea se scurg în lacuri de pe litoral și nu în Dunăre.

Din punct de vedere al resurselor de apă raportate la numărul de locuitori, România se află în jumătatea inferioară a clasamentului european.

Zonele sărace în resurse de apă se află în Dobrogea, zona sudică și estică a Câmpiei Române, jumătatea vestică a Depresiunii Transilvaniei și în estul Moldovei. Zonele cu resurse bogate de apă se suprapun arcului carpatic.

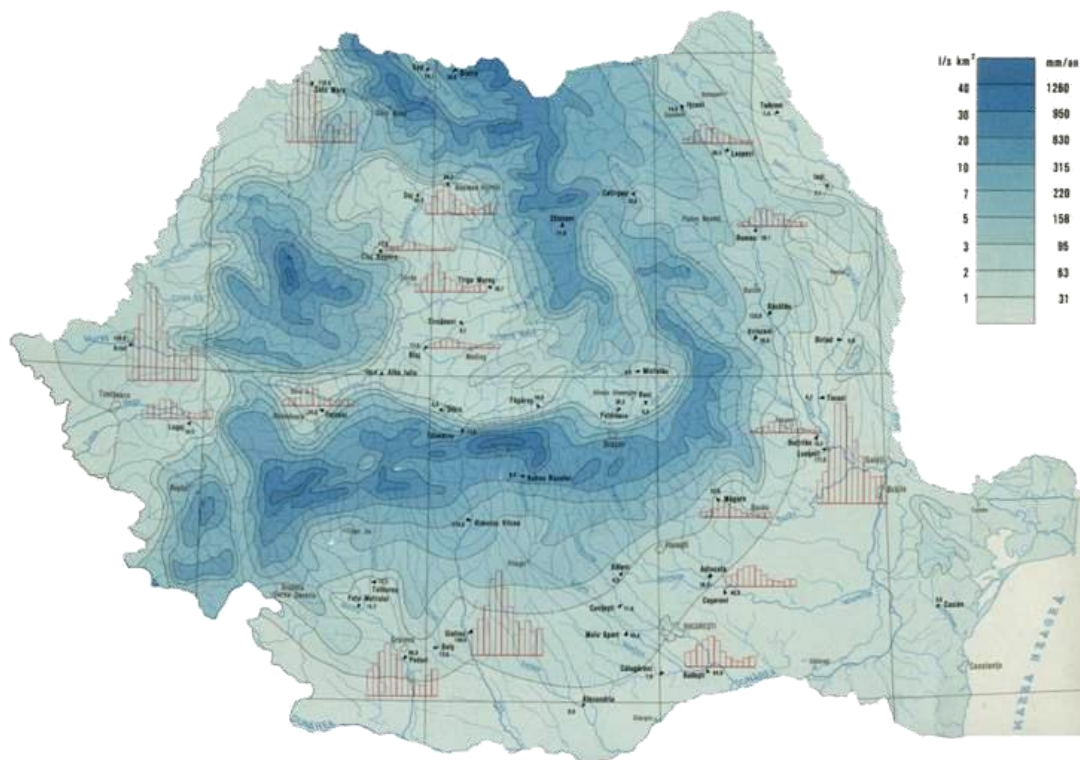


Figura 1.9 *Resursele naționale* (Bojin, 2006)

Tabel 1.3 *Resursele de apă potențiale și tehnic utilizabile ale României* (A.N.P.M., 2007)

Sursa de apă-indicator de caracterizare	Total (mii mc)
Râuri interioare	
Resursă teoretică	40 000 000
Resursă existentă potrivit gradului de amenajare a bazinelor hidrografice	3 059 071
Cerința de apă a folosințelor, potrivit capacităților de captare aflate în funcțiune	3 940 724
Dunăre (direct)	
Resursa teoretică (în secțiunea de intrare în țară)	85 000 000
Resursa existentă potrivit gradului de amenajare a bazinelor hidrografice	20 000 000
Cerința de apă a folosințelor, potrivit capacităților de captare aflate în funcțiune	4 737 664
Subteran	
Resursa teoretică, din care:	9 600 000
- ape freatiche	4 700 000
- ape de adâncime	4 900 000
Resursa existentă potrivit gradului de amenajare a bazinelor hidrografice	6 677 150
Cerința de apă a folosințelor, potrivit capacităților de captare aflate în funcțiune	758 628
Total resurse	
Resursa teoretică	134 600 000
Resursa existentă potrivit gradului de amenajare a bazinelor hidrografice	39 736 221
Cerința de apă a folosințelor, potrivit capacităților de captare aflate în funcțiune	9 437 016
Cerința de apă pentru protecția ecologică	4 341 972

Lungimea totală a cursurilor de apă interioare este de 78905 km, dintre care 55535 km reprezintă cursuri permanente (aproximativ 70%), iar 23370 km reprezintă cursuri nepermanente. Majoritatea cursurilor de apă au lungimi mai mici de 50 km, cel mai lung râu fiind Mureșul cu 768km. Debitul mediu specific este cuprins între 1 l/s (în zonele joase) și 40 l/s (în zonele montane). Dunărea, al doilea fluviu ca mărime din Europa, cu o lungime de 2850 km din care mai bine de o treime, respectiv 1075 km se găsesc pe teritoriul României, are un stoc mediu la intrarea în țară de 17400000000 mc apă.

Densitatea rețelei hidrografice a fost estimată la 0,49 km/km², ceea ce reprezintă în medie 490 m albie la fiecare km² de suprafață a țării.

La acest inventar se mai adaugă peste 2000 de izvoare minerale și termale precum și numeroase lacuri naturale și artificiale.

1.2.2 Directiva Cadru privind Apa

Datorită presiunilor ce se exercită asupra resurselor de apă, este important ca instrumentele legislative din domeniu să abordeze clar problemele și să asigure conservarea acestor resurse pentru generațiile viitoare. Directiva Cadru privind Apa (DCA) vizează protecția tuturor surselor de apă, stabilind în acest sens obiective clare care să ducă la o îmbunătățire substanțială a calității surselor de apă până în anul 2015, precum și la o utilizare durabilă a acestora la nivel european. Acest nou sistem integrator este cu atât mai oportun cu cât presiunea ce se exercită asupra resurselor de apă la nivel european este mai mare. Este momentul potrivit pentru a efectua schimbările impuse astfel încât să se asigure resursele de apă necesare atât pentru generațiile prezente cât și pentru cele viitoare.

Directiva Cadru privind Apa extinde scopul protecției apelor către toate tipurile de apă și stabilește obiective clare pentru atingerea la un stadiu bun al acestora, obiective ce trebuie atinse pentru toate țările din Europa până în 2015 și astfel, să fie asigurată folosirea durabilă a resurselor în toată Europa.

- *Apa este o resursă fragilă*

Contaminarea râurilor datorită accidentelor chimice ilustrează în mod dramatic legătura dintre diversele părți ale ecosistemului și utilizarea în diverse feluri a apei de către populația umană. Un exemplu este accidentul de la depozitul Sandoz din Basel, Elveția, 1986. Apa utilizată pentru stingerea incendiului a fost contaminată cu mercur, pesticide organo-fosforice și alte substanțe chimice. Această apă a ajuns în Rin provocând poluare masivă și moartea a jumătate de milion de pești. De asemenea acești poluanți au fost detectați pe tot traseul spre Olanda. Din acest motiv, alimentarea cu apă potabilă a 9 milioane de persoane de-a lungul Rinului a fost întreruptă imediat. Incidentul din amonte a avut ca rezultat afectarea întregului râu în aval și un interval de timp considerabil a fost necesar pentru ca Rinul să fie complet refăcut. Accidentul s-a soldat cu întărirea cooperării între țările afectate și ca un rezultat, peștii, inclusiv somonul, pot fi reîntâlniți în Rin.

Accidente similare s-au petrecut pe Dunăre, așa cum a fost cel de la Baia Mare, România din anul 2000, sau accidentul din 1998 din Aznalcóllar (Andaluzia - Spania) unde ruperea unui stăvilă a otrăvit Parcul National Doñana.

O picătură dintr-o substanță periculoasă poate polua mii de litri de apă. Poluarea cauzată în zilele noastre rămâne timp de mai multe generații în apa freatică pe care intenționăm să o folosim ca apă potabilă. Este adevărat deci, că resursele de apă sunt afectate datorită diverselor moduri de folosire, cum ar fi agricultura, industria sau consumul casnic. În esență, Directiva Cadru dorește să prevină poluarea la sursă și să stabilească mecanismele de control care să asigure managementul durabil al tuturor surselor de apă. Prevederile Directivei conduc la protejarea stratului freatic și stabilesc obiective ambițioase în privința calității și cantității.

De asemenea, sunt stabilite obiective foarte precise și pentru protecția ecosistemelor acvatice ale râurilor, lacurilor și zonelor costiere.

- *Folosind apa într-un mod durabil*

Acum, când am aflat mulțimea activităților ce pot afecta resursele de apă, putem înțelege importanța conservării și protejării împotriva poluării. Mult mai important este însă conștientizarea faptului că cererea pentru apă este într-o continuă creștere. Prin urmare, depinde de noi să asigurăm implementarea eficace a Directivei Cadru privind Apa

astfel încât resursele de apă pentru generațiile viitoare să fie suficiente și să aibă un înalt standard de calitate.

Cum lipsa de apă crește la nivel mondial, oamenii se gândesc la modalități pentru reutilizarea apelor uzate. Acest lucru permite dubla utilizare în aceleași costuri de pompare și costuri obligatorii de tratare a apei uzate. De asemenea, reduce cantitatea de apă ce trebuie redirecționată și prin aceasta resursele sunt conservate. Singurul dezavantaj este că se micșorează cantitatea de apă evacuată deoarece după consum, mai puțină apă este reîntoarsă în sistemul hidrologic natural.

Reutilizarea este o metodă importantă pentru gospodărirea sistemelor de canalizare. Pentru a obține beneficii maxime dintr-un sistem de alimentare cu apă și pentru a ajuta la depozitarea apelor canalizate, au fost elaborate strategii. Acest lucru a fost necesar pentru a lua în considerare mai mulți factori, de la necesitățile pe termen scurt și lung până la aspectele sensibile referitoare la localizare.

În regiunile uscate unde sistemele de irigații sunt limitate, apa uzată poate fi utilizată ca supliment. Oricum, calitatea apei uzate determină care anume culturi pot fi irigate. Apele uzate cu încărcătură mare de săruri nu pot fi utilizate pentru irigarea culturilor sensibile la săruri. Pot fi reutilizate pentru culturile furajere tolerante sau în sistemele agro-forestiere saline. Într-adevăr, apa salină uzată este reutilizată la scară din ce în ce mai mare pentru culturile tolerante la săruri. De asemenea, când un proiect pentru un sistem de irigații este în apropierea unei zone umede naturale, apa uzată poate fi reutilizată la nivelul zonei umede.

Trebuie luate măsuri de precauție pentru a asigura calitatea apelor uzate, astfel încât peștii, păsările de apă sau alte forme de viață din zona umedă să nu fie afectate și cantitatea de apă din zona umedă să fie suficientă pentru a preveni acumulările în concentrații dăunătoare.

▪ *Cooperarea transfrontalieră și noua solidaritate a apei*

Oricine a văzut marile bazine hidrografice ale Europei cum ar fi Dunărea sau Rinul știe că apa nu are frontiere. Așa stând lucrurile, cea mai bună abordare este managementul comun prin cooperare internațională.

Comisia Europeană a învățat din experiențele câștigate în diferite regiuni din Europa, cum ar fi bazinul Rinului unde exista o lungă experiență de cooperare internațională.

Directiva Cadru privind Apa cere ca toți partenerii dintr-un bazin hidrografic să-și managerieze apele în strânsă cooperare. Directiva stipulează că partenerii trebuie să-și elaboreze un plan comun de management al bazinelor hidrografice care să cuprindă măsuri pentru implementarea obiectivelor ambițioase ale directivei în limitele de timp stabilite.

Directiva Cadru privind Apa încearcă să stimuleze solidaritatea în jurul managementului apei, în interiorul bazinelor hidrografice.

▪ *Apa - preocupare a fiecăruia dintre noi*

După modelul cooperării între state pentru protecția resurselor de apă, vor trebui să procedeze și autoritățile din diferite sectoare. Așa cum toți folosim apa în scopuri personale sau profesionale (fie într-o întreprindere, o fermă sau la birou), în aceeași măsură este important să ne implicăm în atingerea obiectivelor legislației.

Cooperarea între toate părțile implicate în managementul resurselor de apă este încurajată și de Directivă. Cu cât înțelegem mai bine impactul pe care îl producem asupra resurselor de apă, atât din punct de vedere cantitativ cât și calitativ, cu atât mai mult vom putea contribui la protejarea acestora. Directiva Cadru privind Apa încurajează toți cetățenii să se implice în managementul și protejarea resurselor de apă.

Implicarea tuturor în elaborarea Directivei a fost vizibilă pentru că au participat atât grupuri de cetățeni cât și factori de decizie.

Pentru aplicarea prevederilor Directivei Cadru privind Apa trebuie proiectat “planul de management pentru bazinul hidrografic”. Acesta trebuie să includă o analiză a caracteristicilor bazinului hidrografic, o prezentare a impactului antropic asupra resurselor de apă precum și o analiză economică a utilizării apei. După aceea, lucrând împreună cu grupurile de interes și utilizatorii, măsurile vor fi adoptate și implementate. Această cooperare între grupurile de interes cum ar fi organizațiile non-guvernamentale, comunitățile locale și, la diferite niveluri, autoritățile publice, pe parcursul tuturor fazelor de implementare, este crucială pentru a asigura transparența și îndeplinirea eficientă a întregului proces.

Această implicare trebuie să continue astfel încât să existe echilibru între protecția mediului și cei care depind de resursele de apă. În 2000-2001, în cadrul Programului European privind Apele Dulci, al WWF, realizat cu sprijinul financiar al Comisiei Europene, au fost organizate o serie de trei seminarii, fiecare abordând un domeniu cheie specific implementării Directivei Cadru privind Apa:

- Apa și agricultura,
- Rolul zonelor umede în managementul integrat al bazinelor hidrografice,
- Bune practici în planificarea bazinelor hidrografice.

Principalele obiective ale acestor trei seminarii au fost diseminarea de informații și dezbaterile directivei, transparența și conștientizarea populației, facilitarea schimbului de experiență și expertiză, și identificarea “bunelor practici” pentru implementarea elementelor legislative cheie.

▪ *Prețul corect al apei*

Așa cum multe țări din Europa practică de mai mulți ani, este important să acordăm apei un preț care să acționeze ca un mecanism pentru încurajarea folosirii acesteia într-un mod durabil.

Principiul pe care îl impune și respectă Directiva este “poluatorul plătește” prețul poluării. Cu toate acestea, Directiva permite țărilor să furnizeze servicii de apă la un preț care să fie accesibil cetățenilor care o folosesc.

▪ *Implementarea comună*

Modalitatea de aplicare a Directivei Cadru privind Apa este unică. Se bazează pe implicarea tuturor actorilor interesați și de șansa Comisiei Europene, Statelor Membre, țărilor candidate și tuturor celor interesați să formeze noi parteneriate. Acest mod de aplicare este un fapt fără precedent, dar ghidează procesul de aplicare și asigură o implementare efectivă și coerentă.

Termene limită importante pentru Directivă

- ◆ *Decembrie 2003:* Legislația în domeniul apelor la nivel național și regional să fie adaptată Directivei Cadru privind Apa. Realizarea operativității cooperării în cadrul Bazinelor Hidrografice;
- ◆ *Decembrie 2004:* Analiza presiunilor și impactelor asupra apelor să fie definitivată, incluzând și o analiză economică;
- ◆ *Decembrie 2006:* Programele de monitoring să fie operaționale, ca bază pentru managementul resurselor de apă;
- ◆ *Decembrie 2008:* Prezentarea Planurilor de management pentru bazinele hidrografice către public;

- ◆ *Decembrie 2009*: Publicarea primului Plan de management pentru bazinele hidrografice;
- ◆ *Decembrie 2015*: Aducerea apelor la standarde de bună calitate.

- *Politici de integrare*

Protecția mediului acvatic poate fi obținută numai prin integrarea în viitor a diferitelor arii de interes.

În esență, Directiva Cadru privind Apa încurajează și, în anumite cazuri, impune integrarea politicilor și acțiunilor care pot contribui la îmbunătățirea calității apei. De exemplu, vor fi fermieri ce vor schimba practicile de utilizare a terenului pentru a reduce nivelul infiltrării nitratilor în freatic, ori producători industriali ce vor investi în tehnologii noi pentru a reduce emisiile, sau consumatori care vor cumpăra produse prietenoase mediului cum ar fi detergenții biodegradabili.

De aceea, obiectivele pentru utilizarea durabilă a resurselor de apă, corelate cu Directiva Cadru privind Apa, trebuie integrate în politicile Europene privind agricultura și piscicultura, energia, transportul, turismul, etc. Acolo unde legislația existentă nu reușește să rezolve problemele referitoare la buna calitate a apei, Statele Membre trebuie să identifice și să propună măsuri adiționale pentru satisfacerea tuturor obiectivelor relevante. De exemplu, acestea pot include controale stricte privind emisiile poluante din industrie și agricultură.

- *Prevenirea și controlul poluării sunt esențiale*

În ce privește controlul poluării, Directiva combină două abordări: cea mai mare reducere posibilă a emisiilor și calitate minimă a pragului de sensibilitate, în scopul atingerii obiectivelor și standardelor de calitate până în 2015.

Statele Membre trebuie să atingă aceste standarde. Comisia Europeană pregătește “standardele de calitate” definind nivelul maxim admisibil de substanțe chimice în apă pentru ca aceasta să fie considerată bună.

În același timp, sunt pregătite măsurile de control a emisiilor, de la reducere până la stoparea totală a eliberării lor în mediul acvatic, pe o perioadă de 20 ani, a celor mai nocivi poluanți în apele europene, prioritate având “substanțele periculoase”. Va fi necesară din nou integrarea tuturor instrumentelor disponibile în scopul atingerii acestor obiective ambițioase pentru substanțele periculoase. (www.recromania.ro/programe)

CAPITOLUL 2

Protecția și conservarea resurselor de apă și sol

<i>2.1 Protecția și conservarea resurselor de apă</i>	20
<i>2.1.1 Conceptul de poluare</i>	20
<i>2.1.2 Fenomene fizico-chimice și biochimice la interfața de contact apă-sedimente</i>	21
<i>2.1.3 Reacții chimice la interfața sediment-apă</i>	24
<i>2.1.4. Poluarea apei subterane</i>	28
<i>2.1.5. Metode și tehnici de depoluare a apelor</i>	33
<i>2.2 Protecția și conservarea resurselor de sol</i>	35
<i>2.2.1 Conceptul de poluare și degradare a solului</i>	36
<i>2.2.2 Poluarea solurilor prin acidifiere</i>	39
<i>2.2.3 Degradarea terenurilor prin eroziune antropică</i>	43
<i>2.2.4 Remedierea solurilor degradate și poluate</i>	45

CAPITOLUL 2

Protecția și conservarea resurselor de apă și sol

2.1 Protecția și conservarea resurselor de apă

2.1.1 Conceptul de poluare

Poluarea apei este definită în diverse moduri. Astfel, la Conferința de la Geneva, ea este definită ca fiind „modificarea directă sau indirectă a compoziției sau stării apelor unei surse oarecare, ca urmare a activității omului, astfel încât apele devin inadecvate utilizărilor pe care le au în mod obișnuit, ridicând risc pentru sănătatea omului și pentru integritatea ecosistemelor acvatice”.

De asemenea, prin poluarea apei, se înțelege: alterarea caracteristicilor fizice, chimice și biologice ale apei, produsă direct sau indirect de activitățile umane și care face ca apele să devină improprie utilizării normale, în scopurile în care această utilizare era posibilă înainte de a interveni alterarea.

Unii recunosc și termenul de poluare naturală sau autopoluare. În acest sens, o definiție simplă și cuprinzătoare a poluării ar fi: poluarea apei = modificarea calității acesteia datorită activității umane sau în urma unor fenomene naturale. Definiția este destul de arbitrară, pentru că de fapt și poluarea naturală uneori nu este chiar naturală: apa anoxică provine adesea de pe fundul unui lac artificial, invaziile de alge apar mai ales pe fondul excesului de nutrienți generat de poluarea cu nitrați și fosfați, suspensiile de după ploile masive vin în mare parte de pe terenurile poluate sau defrișate de om.

Modificarea compoziției calitative și cantitative a apelor naturale nu reprezintă întotdeauna poluare. La aceasta se ajunge doar când modificările limitează folosirea apei în unul din scopurile sale inițiale. Trebuie făcută astfel distincția între impurificare, respectiv modificarea compoziției apei și poluare, când este împiedicată utilizarea ulterioară a apei.

Poluanții sunt elemente ale mediului înconjurător existenți în mod natural sau introduși de către om ca urmare a activității sale.

Gruparea lor se face de obicei, după apartenența la unul dintre domeniile clasice de studiu:

- factori fizici: particule solide, radiații ionizate (elemente sau izotopi radioactivi) emisiuni masive de energie, zgomote, etc.;
- factori chimici: compuși chimici naturali sau artificiali;
- factori biologici sau genetici: specii (genofonduri) de plante și animale.

În funcție de natura factorilor poluanți se vorbește despre poluare fizică (sonoră, termică, radioactivă, etc.), chimică, biologică.

2.1.2 Fenomene fizico-chimice și biochimice la interfața de contact apă-sedimente

Reacțiile chimice și biochimice de la interfața apă – sedimente au un rol foarte important în reglarea compoziției apelor naturale.

Sedimentele prezintă un rol esențial în *depozitare* respectiv imobilizarea unor specii chimice, cum ar fi metalele grele, dar și în reintroducerea în circuitul acvatic al acestora, funcție de o serie de condiții privitoare la pH și potențial redox. În plus sedimentele ca și materialele în suspensie asigură capacitatea de tamponare a pH-ului și a concentrației de metale grele.

Substanțele insolubile se prezintă sub forma unor dispersii grosiere, cu particule de dimensiuni mai mari decât 0,1 mm și sub forma unor dispersii fine din particule cu dimensiuni cuprinse între 0,1 mm și 0,1 μ.

În funcție de dimensiuni și greutatea specifică, particulele se separă sub formă de depuneri (sedimentabile), rămân în suspensie (nesedimentabile) sau plutesc pe suprafața apelor (plutitoare).

Pentru definire, materiile în suspensie reprezintă cantitatea de substanțe insolubile în apă care se pot separa prin filtrare, centrifugare sau sedimentare. Conținutul de materii în suspensie se exprimă volumetric (ml/l) sau gravimetric (mg/l). Determinările se fac pentru conținutul total de materii în suspensie, sedimentabile și plutitoare (Varduca, 1997).

Concentrația suspensiilor decantabile în apele uzate, exprimată în substanță uscată este de 35-50 g/om·zi, iar pentru o normă de consum de 200l/om·zi este:

$$(35 \dots 50) \times 1000 \times \frac{1}{200} = 178 \dots 250 \text{mg/l} \quad (2.1)$$

Depunerile reprezintă însă numai 60-70% din cantitatea totală de substanțe insolubile, care este de 65 g/om·zi.

Substanțele insolubile conținute în ape se compun din particule de natură organică și anorganică. Materiile în suspensie se determină în laborator, prin filtrare (sau centrifugare) sau instrumental (nefelometric). La determinările gravimetrice după filtrare urmează o evaporare în etuvă la 105⁰C. Continuând încălzirea de la 105⁰C la 600⁰C se obține reziduiul calcinat, care este alcătuit din substanțe anorganice întrucât cele organice au dispărut prin ardere.

Compoziția chimică a materiilor în suspensie și a sedimentelor, cât și dimensiunile particulelor joacă un rol major în reținerea metalelor grele din ape. Hidroxizii de aluminiu și fier au capacități net superioare comparativ cu SiO₂ din acest punct de vedere. În același timp, cu cât suprafața de contact este mai mare cu atât reținerea de metale va fi mai ridicată. În consecință pentru a se compara datele experimentale, chiar la același râu, ele trebuie *normalizate* prin raportare la conținutul de Fe, Al, propriu sedimentelor din zona investigată. Din punct de vedere metodologic, trebuie ținut cont și de natura formelor filtrabile de metale, respectiv:

- forme nedizolvate;
- specii anorganice dizolvate;
- specii organometallice dizolvate.

În prima categorie se pot include materialele coloidale sau foarte fin dizolvate. De menționat că materialul filtrat la 0,45 μm, chiar dacă nu este dizolvat total el va acționa ca substrat de metal biodisponibil pentru acumulare în mediul acvatic. Din categoria speciilor anorganice fac parte cu prioritate hidroxi-complecșii, urmând apoi complecșii cu

liganzi anorganici (CO_3^{2-} , Cl^- , etc.). În sfârșit, la clasa de specii organometalice dizolvate se disting în esență două tipuri de complecși organici:

- chelați organici reali, dizolvați în apă, liganzii fiind citratul, aminoacizi, EDTA;
- complecși organometalici coloidali cu acizi humici și acizi fulvici (Cu^{2+} , Ni^{2+} , Ca^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+} , Mn^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} , Fe^{2+} , Hg^{2+} , Cd^{2+}) (Varduca, 1997).

Sedimentele se constituie din materiale insolubile solide transportate de ape, de natură minerală și organică, rezultate din:

- eroziunea albiei majore și a terenului adiacent prin ape ca atare și respectiv precipitații;
- substanțe autohtone, produși de metabolism în mediul acvatic, detritus vegetal și animal, precipitate anorganice rezultate din reacțiile chimice.

Sedimentele constituie o imagine globală pe termen lung a gradului de impurificare a apelor și în mod direct vârsta apei cel puțin din punctul de vedere trofic. Prin analiza diferitelor strate de sedimente și datarea cu C14 se poate reconstitui influența antropică și dezvoltarea (evoluția istorică) acestora. Sedimentele integrează ansamblul de factori perturbatori și poluanți, servind alături de măsurătorile de zoobentos, ca un depozit în care s-au concentrat și acumulat în timp un ansamblu de poluanți organici și anorganici. (Varduca, 1997)

Ecuția generală care prezintă repartitia substanțelor nutritive (P, N, C, compuși metalici) interfaza apoasă și sedimentele este:

$$\begin{array}{ccc} \text{Păstrați în soluție} & & \text{Fosfați în sedimente} \\ \leftarrow \text{---} \rightarrow & & \leftarrow \text{---} \rightarrow \\ \text{(cantitate scăzută)} & & \text{(fracțiunea principală)} \end{array} \quad (2.2)$$

S-a evidențiat faptul că în primele strate de sedimente (1-3cm) concentrația de fosfor este net superioară față de cea determinată în faza apoasă.

Ecuția care corespunde echilibrului de repartitie a fosforului între cele două faze este dată de relația:

$$\frac{[\text{fosfați}]_{\text{sedimente}}}{[\text{fosfați}]_{\text{apă}}} = k(\text{const}) \quad (2.3)$$

În consecință, sedimentele joacă rolul de rezervoare pentru nutrienți.

În figura 2.1 se prezintă circulația și repartitia fosforului prin reacții fizico-chimice și biochimice. Cifrele reprezintă $\mu\text{g/l}$ de fosfor în situația unui lac. Valorile din dreptul săgeților corespund concentrației de fosfor ($\mu\text{g/l}$) pe zi. În condițiile aerobe se observă că în sedimente concentrația este de circa 25000 ori mai mare decât în faza apoasă.

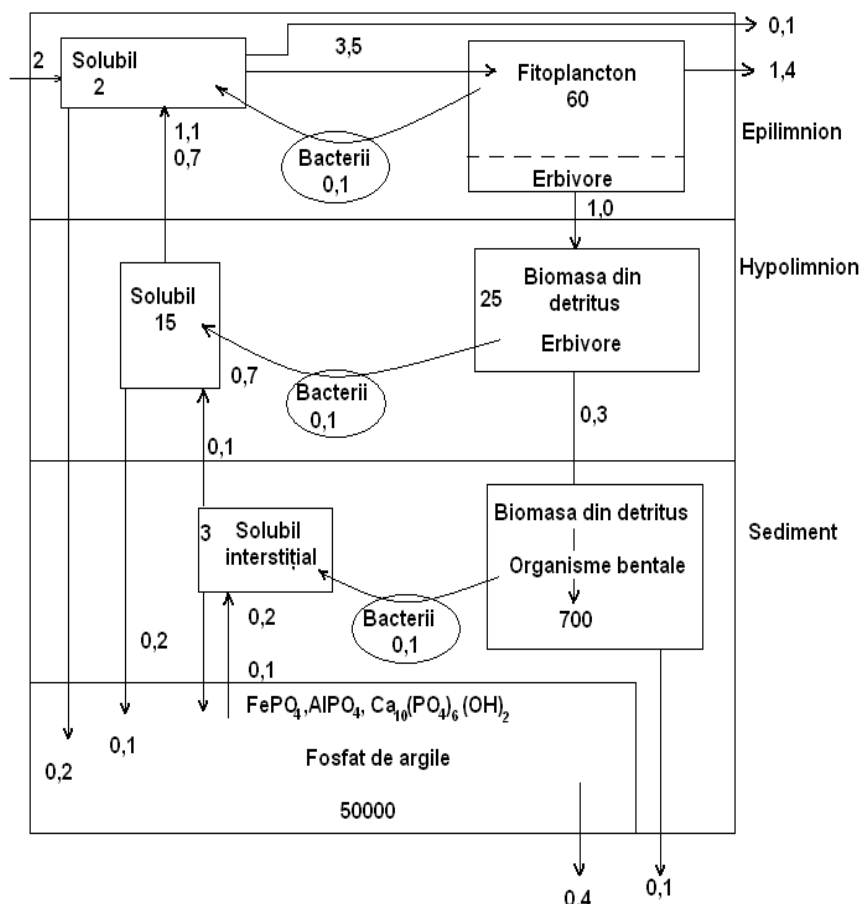


Figura 2.1 Model simplificat al stării staționare într-un ecosistem acvatic în care se prezintă fazele importante de transferare limnologică a fosforului (Varduca, 1997)

Fazele principale care intervin în acest proces de acumulare a fosforului (similar este și cazul la azot) în sedimente sunt următoarele:

- intrare nutrienți în sistem (lac) ca urmare a evacuărilor directe (ape menajere) sau difuze (scurgeri de pe terenuri agricole la care s-au administrat nutrienți);
- asimilare P, N în urma procesului de fotosinteză (stratul superior din lac) și dezvoltarea fitoplanctonului;
- faza de descreștere a biomasei și formarea detritusului;
- depunerea detritusului în sedimente și acumularea N, P din acestea de către sedimente;
- resolubilizarea P din sedimente (condiții anaerobe) și intrarea în circuit a acestora.

Se observă că pentru circa 2 $\mu\text{g P/l}$ în faza apoasă reacțiile chimice în sedimente au o pondere foarte mică (0,2 $\mu\text{g/l}$) spre deosebire de cele biochimice: fitoplanctonul acumulează circa 60 $\mu\text{g P/l}$, iar prin detritus circa 700 $\mu\text{g P/l}$.

2.1.3 Reacții chimice la interfața sediment-apă

Precipitațiile și resolubilizările unor specii chimice; adsorbție/absorbție/chemosorbție; schimbul ionic; reacții congruente și incongruente; procese de oxido-reducere; reacțiile biochimice, sunt principalele tipuri de procese fizico-chimice și reacții la interfața sedimente-apă.

Ca rezultat al faptului că sedimentele, apa interstițială și cea de la interfață au pH-ul, concentrația de Ca^{2+} , Mg^{2+} , etc. constante, perturbarea lor de către impuritățile de apă necesită timp și anumite condiții din punct de vedere al depășirii unor condiții de tamponare pH, pX, pM pe termen îndelungat. În consecință se poate scrie:

$$\text{Capacitatea de tamponare (sedimente)} \gg \text{capacitatea tamponare (apă)} \quad (2.4)$$

Ca rezultat, reacțiile de formare și determinare a compoziției sedimentelor și cele ce au loc la interfața sedimente-apă, reglează și tamponează compoziția fazei apoase.

Modelele de echilibru exprimă parțial compoziția unei ape naturale, neluând în considerare modificările ce intervin ca urmare a activității microbiene. Degradarea unor compuși organici și ca urmare modificarea a însăși echilibrelor dintre diferite specii, schimbul energetic dintre exterior și mediul acvatic, dinamica acestor transformări și predicția lor nu poate fi cunoscută decât după considerarea echilibrelor de oxido-reducere din apă.

Se definește în acest sens mărimea p (logaritmul cu semn schimbat al activității relative a electronului) (Varduca, 1997):

$$p\varepsilon = \frac{F_j}{\ln 10} E_H \quad (2.5)$$

unde:

E_H reprezintă potențialul redox în scara de hidrogen (convenția de la Stockholm).

O valoare mare, pozitivă, a lui $p\varepsilon$ va indica condiții de oxidare puternice, în timp ce valori mici sau negative a lui $p\varepsilon$ corespund unor condiții puternic reducătoare. Pentru apele curgătoare nepoluate, $p\varepsilon$ se situează în domeniul +14-10.

De subliniat că dacă se ține seama de $p\varepsilon\text{H}_2\text{O}$ (134,6 la pH=7 și $t=25^\circ\text{C}$), teoretic C, N, S, Fe, Mn ar trebui să fie toate în starea de oxidare superioară, concentrația remanentă de Fe^{2+} fiind mai mică de 10^{-18} în comparație cu FeOOH sau Fe_2O_3 , cea de SH^- sau SO_3^{2-} sub 10^{-20} etc.

Fotosinteza constituie principala cauză care conduce la nepăstrarea condițiilor de echilibru termodinamic în apele naturale. Convertirea energiei solare în energie chimică, respectiv fotosinteza, favorizează forma redusă, dar cu o energie liberă ridicată (respectiv condiții de neechilibru cu $p\varepsilon$ negativ). Convertirea CO_2 la glucoză necesită de exemplu $p\varepsilon^0(\text{mV})=-7,2$.

În contrast cu respirația, alte organisme tind a restabili echilibrul prin catalizarea sau medierea reacțiilor, cu eliberare de energie, crescând astfel valoarea medie $p\varepsilon$.

În ansamblu, sistemele ecologice din apele naturale sunt deci mult mai bine reprezentate prin modele dinamice decât prin cele de echilibru. Primele modele sunt astfel necesare pentru a descrie fluxul de energie liberă, apărut ca urmare a absorbției radiației solare și eliberării ulterioare de energie în procesele redox, în timp ce modelele de echilibru permit stabilirea speciilor predominante din punct de vedere termodinamic și direcția spre care tind procesele respective.

Dinamica proceselor de oxido-reducere la faza azot se descriu pe scurt în cele ce urmează, calcule similare putând fi efectuate pentru reacțiile implicând un substrat de C sau S.

Figura 2.2 redă astfel relațiile dintre stațiile de oxidare ale azotului ca o funcție de pH, pentru a concentrație totală în $N = 10^{-3}$ M.

În cele mai frecvente cazuri, N_2 este specia cea mai stabilă, cu toate că la $p\epsilon$ negativ NH_3 devine specia predominantă, în timp ce la $p\epsilon = +12$ și $pH=7$, NO_3^- va exista.

Faptul că N_2 gazos nu este convertit în măsură mai mare la NO_3^- în condiții aerobe poate fi pus pe seama eficienței mediatorilor biologici. În mod similar, rezultă că denitrificarea apare printr-un mecanism indirect, cum ar fi reducerea într-o primă fază la NO_2^- , urmând ulterior reacția de tipul: $NO_2^- + NH_4^+ \rightarrow N_2 + H_2O$.

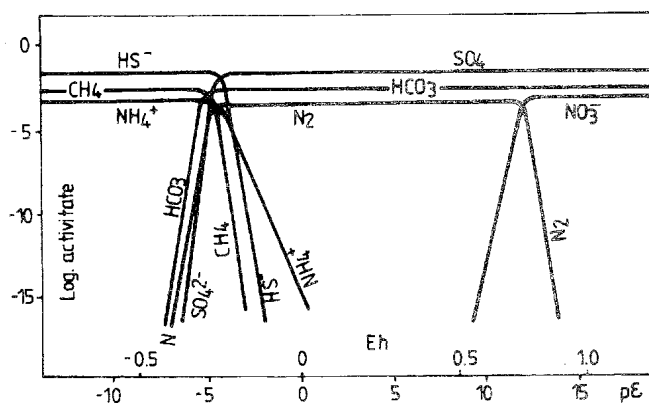
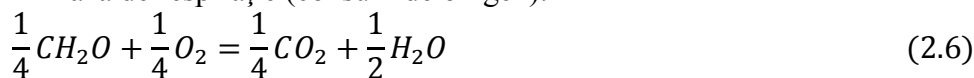


Figura 2.2 **Predominanța unor specii chimice de $p\epsilon$** (Varduca, 1997)

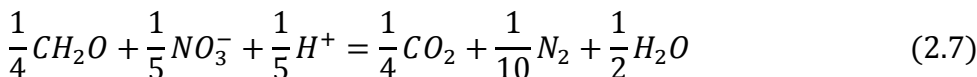
Deoarece la reducerea $N_2 \rightarrow NH_4^+$ la $pH=7$ se produce un maximum de randament doar la $p\epsilon = -4,5$ și ținând cont că această valoare este mai pozitivă în comparație cu $p\epsilon$ de reducere a dioxidului de carbon la CH_2O , nu este surprinzător de ce algele albastre sunt capabile a media această reducere, la valori $p\epsilon$ negative. De notat, de asemenea, faptul că valoarea $p\epsilon$ arată ca fiind posibil din punct de vedere termodinamic o reducere a N_2 , însoțită de oxidarea CH_2O , respectiv o explicare a mecanismului de mediere pe care îl joacă bacteriile de fixare a azotului în absența radiației solare. (Varduca, 1997)

Reacțiile de oxido-reducere de la interfața sedimente-apă joacă un rol esențial în dimensionarea proprietăților de stocare a fosforului în sedimente. Ca rezultat al aportului de material organic din detritus la nivelul sedimentelor au loc o serie de reacții biochimice pentru transformarea substratului organic (notat cu CH_2O):

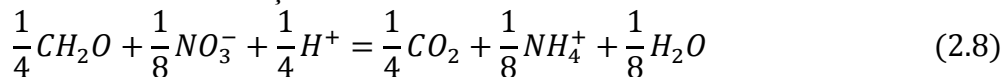
- faza de respirație (consum de oxigen):



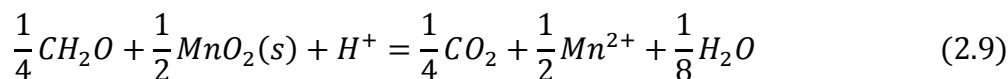
- denitrificare:



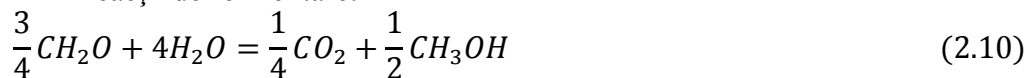
- reducerea azotaților:



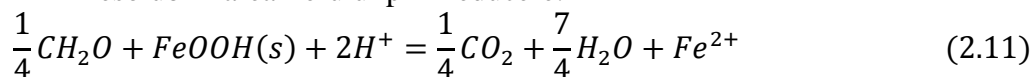
- resolubilizarea manganului prin reducere:



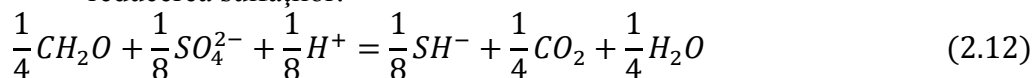
- reacții de fermentare:



- resolubilizarea fierului prin reducere:



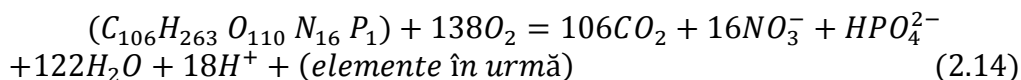
- reducerea sulfatilor:



- formarea metanului:



În realitate, masa biologică (CH_2O) este reprezentată de clorofilă cu formula ($C_{106}H_{263}O_{110}N_{16}P_1$) astfel încât relația (2) devine:



Consumul mare de oxigen necesar oxidării substratului organic nu poate fi asigurat prin respirație aerobă ci numai anaerobă. Prezentarea sinoptică a celor două tipuri de respirații (I) aerobă la sintetizarea clorofilei în Epilimnum și (II) anaerobă de oxidare a acestora (sedimente) este dată în figura 2.3, în corelație cu potențialul de oxido-reducere.

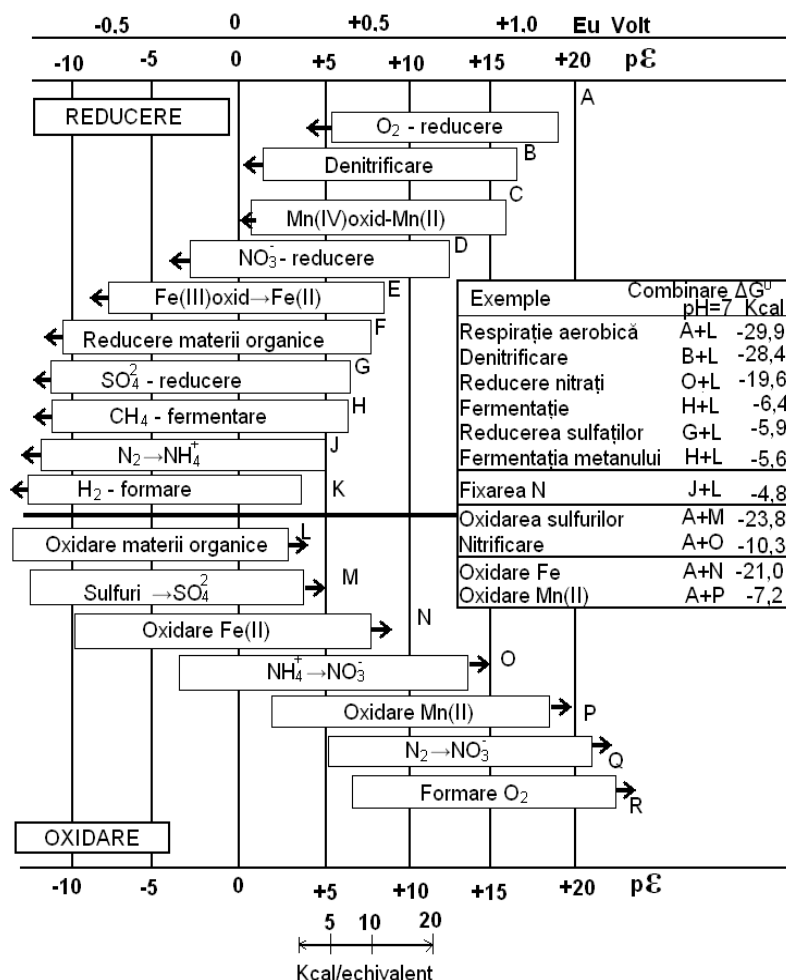


Figura 2.3 Domeniile de potențiale redox și reacțiile de oxido-reducere la interfața apă-sedimente (Varduca, 1997)

Schimbul de fosfați prin sedimente

Fosfații sunt reținuți la suprafața sedimentelor de CaCO_3 , Al_2O_3 și FeOOH ($\text{Fe}(\text{OH})_3$), conducând la precipitarea de FePO_4 , AlPO_4 și $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ cât și reținerea prin adsorbție, formându-se fosfați bazici de Fe (III) sau Al (III) (de exemplu: $\text{Fe}(\text{OH})_x(\text{PO}_4)_y$) la suprafețele de CaCO_3 , $\text{Fe}(\text{OH})_3$ sau Al_2O_3 . Oxidul de fier (FeOOH sau $\text{Fe}(\text{OH})_3$) joacă un rol important în fixarea fosforului în sedimente, atât prin reacții de precipitare dar mai ales adsorbție, ținându-se cont de suprafața specifică ridicată ($200\text{-}400 \text{ m}^2/\text{g}$). Astfel, 80 mg de P sunt reținute de 1 g de Fe.

În situația trecerii de la condițiile aerobe la anaerobe are loc o reducere a Fe^{3+} la Fe^{2+} și transformarea FePO_4 în $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$, fosfatul feros fiind solubil.

În consecință, sedimentele au capacitatea de rezervoare de P atâta timp cât există oxigen la interfața cu apă, în caz contrar proprietățile de stocare fiind eliminate.

De menționat că, în ansamblu cantitatea de fosfor eliberată este mai mare, de regulă, decât cea introdusă în sistem. Astfel pentru lacul Eric (15000 km^2) din Elveția, pe o perioadă de 2 luni (august-octombrie 1970) situația a fost următoarea:

- aport exterior de fosfor → 1720 T P;
- aport interior de fosfor → 2351 T P;
- aport total de fosfor → 4071 T P.

Modificarea potențialului redox la interfața apă/sedimente conduce nu numai la eliberarea, în fază apoasă, a nutrienților stocați (în principal fosfor, dar și azot) ci și la o serie de alte procese de resolubilizare, în principal a metalelor grele.

Două elemente trebuie considerate în acest sens:

- modificarea condițiilor redox;
- variația de pH la interfață.

În condiții anaerobe (mediu reducător), speciile chimice predominante sunt NH_4^+ , $Mn(II)$, $Fe(II)$, fosforul fiind reintrodus prin resolubilizarea în fază apoasă. În același timp, pentru unele metale grele deplasarea echilibrului chimic de la S^{2-} la SH^- și H_2S conduce și la solubilizarea unor sulfuri ale metalelor grele (cum ar fi cea de fier).

Efectul este mult mai complex, prin faptul că transformarea Fe^{3+} în Fe^{2+} conduce și la modificarea peliculei de $FeOOH$ cu capacități de adsorbție ridicată având drept consecințe diminuarea proprietăților de retenție și la alți poluanți, chiar de natură organică hidrofobă (hidrocarburi, substanțe tensioactive ș.a.).

Diminuarea pH-ului la interfața apă - sedimente modifică radical produsele de solubilitate ale unor precipitate ale metalelor grele. Este cunoscut în acest sens efectul precipitațiilor acide asupra reducerii capacității de tamponare a pH-ului apelor și al redizolvării precipitatelor de metale grele (Cd, Cu, Pb, Zn, Se). (Varduca, 1997)

2.1.4. Poluarea apei subterane

Contaminarea apei subterane reprezintă un pericol global major. În țările dezvoltate apa freatică este supusă contaminării în cazul unui sistem de salubritate defectuos asociat cu o creștere rapidă a populației. În zonele rurale ale acestor țări contaminarea este atribuită în principal folosirii îngrășămintelor și pesticidelor, ca și condițiilor inadecvate de irigare (cantități mari de apă de calitate slabă). În zonele urbane contaminarea apei subterane are cauze variate (poluare chimică și microorganisme), provenite din industrie și domestice.

Acviferele sunt formațiuni cu permeabilitate mare, capabile să stocheze cantități semnificative de apă subterană, reprezentând cea mai importantă sursă de apă proaspătă pentru oameni. Dintre cele două tipuri de acvifere (freatic și captiv), acviferul freatic, cu suprafața liberă, este cel mai ușor contaminat, prin pătrunderea poluanților prin zona vadoasă, nesaturată a solului. Penetrarea poluanților se face cu apa din precipitații care se infiltrează și alimentează stratul freatic sau cu apa din alte surse.

Există mai multe căi de contaminare a apei subterane, cea mai frecventă fiind prin contactul direct dintre apa de suprafață și apa subterană. Sunt numeroase astfel de situații în care râurile transportă poluanți care ajung în acvifere, din SUA (Arkansas-Colorado), Israel (Ayalon-Tel Aviv), România (Bega, Bârzava, etc.). În cele mai multe cazuri, apa subterană suferă contaminare prin infiltrarea poluanților prin zona nesaturată a solului, care se află deasupra acviferului. Mecanismele de transfer prin această zonă sunt extrem de variate și se racordează la circuitul apei din mediu.

Datorită coeficientului dielectric foarte mare, apa dizolvă majoritatea sărurilor, majoritatea proceselor biochimice având loc în mediu apos. Prin utilizarea diverselor săpunuri și detergenți, societatea umană a crescut capacitatea de dizolvare a apei chiar și pentru substanțe considerate “nemiscibile în apă”. În societatea umană contemporană apa este folosită ca agent de dizolvare și transport a materialelor solide. În consecință, în zilele noastre, implicarea transportului poluanților în diferitele etape ale circuitului apei este crucial pentru menținerea sănătății oamenilor și a echilibrelor în mediu. Este extrem de importantă calcularea bugetului și a bilanțului fluxului masic a contaminanților în

diferitele zone ale mediului. Chiar la o primă aproximare este evident că apele care intră în mări și oceane încorporează concentrații mici de săruri în timp ce apa care iese din mări și oceane sub formă de vapori este liberă de săruri. În acest mod salinitatea mărilor este în creștere, ca și în lacurile (cum ar fi Marea Moartă saturată cu NaCl), care nu se drenează în alte corpuri mari de ape (figura 2.4)

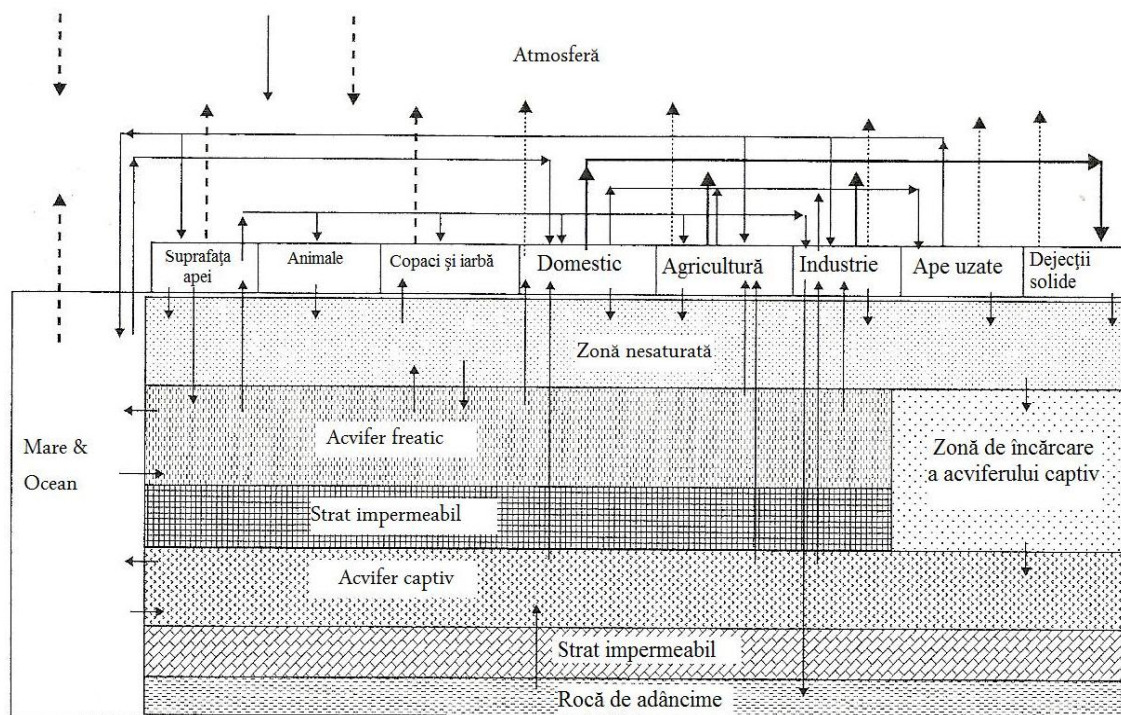


Figura 2.4 *Circuitul apei și al poluanților*

Acviferele freactice și captive reprezintă cele mai mari rezervoare de apă din mediu. Rezervoarele sunt în legătură cu apa de suprafață și alimentează cu apă societatea umană (casnic, agricultură, transport, industrie). Consumul și reintegrarea în circuitul apei se soldează cu o concentrație mărită față de cea inițială. O parte din apa uzată, transferată în stare lichidă se tratează și se refolosește pentru agricultură, industrie sau se stochează la suprafață. O altă parte a apei, uzată prin consum, intră direct în zona nesaturată a solului, prin irigare. Această apă suferă evapotranspirație, cu acumularea sărurilor în plante și în zona nesaturată a solului, respectiv se infiltrează prin zona nesaturată a solului în acviferul freatic. O astfel de infiltrație poate alimenta acviferul freatic cu contaminanți din zona nesaturată prin mișcarea capilară a apei. Contaminanții volatili dizolvați în apa subterană pot fi transferați ca vapori în zona nesaturată a solului, intrând în faza gazoasă a solului. Transferul poluanților între acviferul freatic și zona nesaturată este puternic intensificat de fluctuațiile nivelului freatic, fluctuații temporare, sezonale sau anuale. Multe industrii "scapă" de poluanți prin injectarea acestora în puțuri de adâncime, ce pot ajunge până la stratul de rocă masivă, prin pompare. Zona nesaturată este "membrana" care separă acviferul freatic de apa consumată. Zona nesaturată transformă conținutul soluției (inclusiv al soluțiilor cu poluanți, suspensii coloidale, microbi, paraziți, etc.) apoase care se infiltrează, în funcție de componenții solului, de conținutul în minerale argiloase și de saturația în apă. Pe de altă parte, suspensiile transportate în apele de scurgere de la suprafață, nu pot penetra zona nesaturată și nu ajung în acvifer. În anumite cazuri, calitatea apei care se infiltrează poate fi îmbunătățită prin adsorbția poluanților de către mineralele argiloase. Oricum, unele aspecte ale fenomenelor pozitive de ameliorare

a calității apei sunt dependente de timp și ele pot fi evaluate atent din punct de vedere cantitativ.

Este potrivit să considerăm că orice substanță dizolvată în apă, care are o concentrație superioară concentrației critice, poate fi considerată ca un poluant a cărui prezență este un risc pentru sănătatea omului și pentru mediu. Zona de interes major referitor la penetrarea substanței dizolvate în acviferul freatic, este zona franjei capilare, care conține apă supusă unei presiuni sub cea atmosferică.

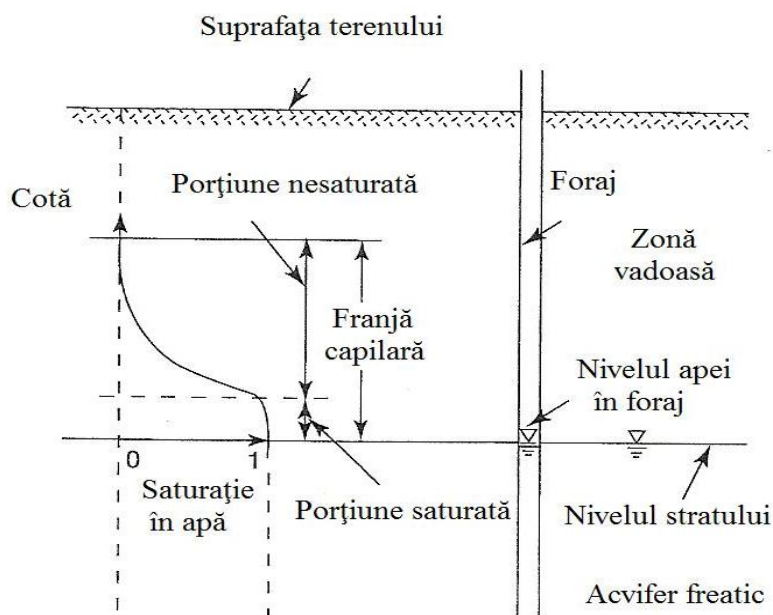


Figura 2.5 Saturația în apă în acviferul freatic și zona vadoasă

În funcție de forțele de capilaritate, apa din franja capilară este aproape stagnantă și nu participă la mișcarea orizontală. Nivelul freatic este definit ca nivelul la care presiunea este egală cu presiunea atmosferică și așa cum se vede în figură, nivelul apei din foraj reprezintă nivelul acviferului freatic. Contaminantul migrează de obicei ca o substanță dizolvată cu apa care se infiltrează ca front de umezire prin zona vadoasă. În timpul acestui proces și mai ales în franja capilară unde saturația în apă reziduală este relativ mare, apa de infiltrație este supusă amestecului cu apa reziduală și se produce redistribuirea contaminantului. Acest amestec este asociat cu micșorarea locală a efectului capilarității și cu migrarea apei cu poluanți în acvifer. Oricum, toate aceste procese pot crește semnificativ concentrația poluantului în franja capilară. Aici, efectul fluctuației nivelului stratului acvifer freatic poate juca un rol important în menținerea contaminării franjei capilare la nivel similar celui din acvifer. Totuși, dacă, fluctuațiile sunt neînsemnate, atunci zona franjei capilare va avea o concentrație în poluanți superioară acviferului.

Pătrunderea poluanților prin franja capilară, prin frontul de umezire sau datorită fluctuațiilor nivelului freaticului, este supusă, cel puțin, celor două ecuații diferențiale ale curgerii apei subterane, respectiv ecuației Darcy și difuziunii-advecției:

$$q = K \cdot J \quad (2.15)$$

$$\frac{\partial C}{\partial t} + V \cdot \nabla C = \nabla \cdot (D_h \cdot \nabla C) - R \quad (2.16)$$

unde q este vectorul fluxului specific (viteza Darcy), K este tensorul conductivității hidraulice (care este dependent de permeabilitate și vâscozitatea cinematică a fluidului - apa), J este gradientul sarcinii hidraulice, C este concentrația poluantului, V este viteza interstițială (fluxul specific împărțit la porozitatea efectivă), D_h este tensorul dispersiei hidrodinamice (încorporează efectele difuziunii și tortuozității liniilor de curent), care depinde de V și de proprietățile domeniului permeabilității și R care exprimă posibilele reacții chimice (cum ar fi adsorbția, dezintegrarea).

În cazurile unui mediu poros izotrop și a unui fluid cu densitate constantă (fără stratificații de densitate semnificative), conductivitatea hidraulică este o mărime scalară. În acest caz ecuația (2.15) reprezintă fluxul specific ca un vector provenit din gradientul sarcinii hidraulice, care este o mărime scalară. În consecință, toate abordările și tehnicile folosite pentru soluționarea problemelor fluxului potențial sunt aplicabile și la descrierea fenomenului curgerii din acvifer. Cum în mod obișnuit în curgerea apei subterane curenții de linie sunt aproximativ orizontali, se poate aplica pentru astfel de situații aproximația Dupuit. Conform aproximației, liniile echipotențiale sunt verticale. Dacă poluanții au un efect minim asupra densității fluidului, soluțiile ecuațiilor (2.15) și (2.16) se pot rezolva în serie. Aceasta înseamnă că după rezolvarea curgerii cu ecuația (2.15) și obținerea unei descrieri complete a liniilor de curent și a distribuției vitezei în domeniu, aceste rezultate sunt folosite ca mărimi de intrare pentru rezolvarea ecuației (2.16). În cazul unei concentrații mari de poluant, când stratificarea densității poate fi semnificativă și deci viteza și distribuția poluanților poate fi obținută simultan prin ecuațiile (2.15) și (2.16). Astfel de cazuri sunt tipice pentru pătrunderea apei sărate în acvifer. Rezolvarea ecuației (2.15) se obține prin metode analitice, considerând că stratificarea densității este minoră. Pe de altă parte, în cele mai multe cazuri practice, soluția ecuației (2.16) sub toate tipurile de distribuție a densității fluidului în domeniu, necesită o abordare numerică. Figura 2.6 oferă o descriere schematică a construirii penei contaminantului în zona de penetrare. În anumite cazuri, construirea acestor pene poate fi evaluată prin metode de aproximare a stratului limită de separație.

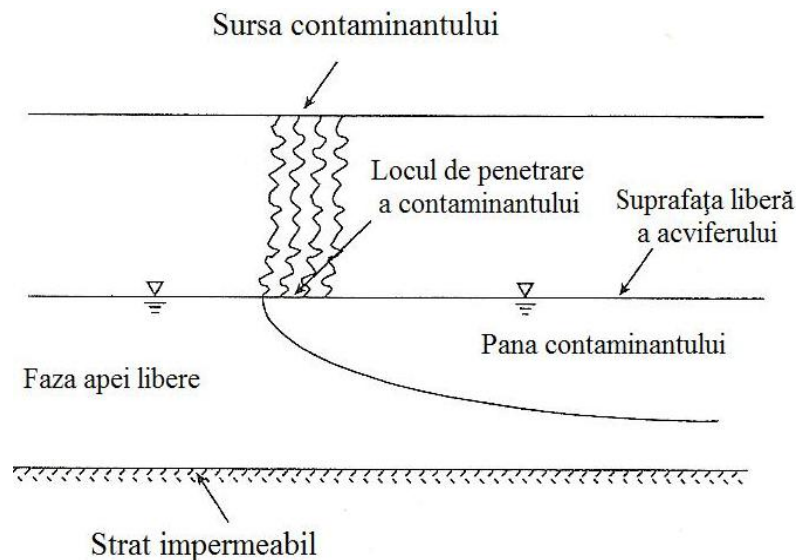


Figura 2.6 *Construirea penei de contaminant* (Rubin H and Buddemeier, 2002)

Este de notat că ecuațiile (2.15) și (2.16) se referă la materiale permeabile neconsolidate și la un singur tip de poluant. Dacă sunt implicați mai mulți poluanți, atunci fiecare poluant se rezolvă prin ecuația separată a transportului contaminantului, cu condiții de margine inițiale. Sunt utilizate o mare varietate de abordări în rezolvarea

problemei transportului poluanților, ca de exemplu aproximarea dublei porozități și metode statistice pentru caracteristicile mediului și a parametrilor de transport.

Un caz aparte în constituie poluarea acviferului și a zonei vadoase din sol cu poluanți organici nemiscibili în faza lichidă apoasă (sau cu o miscibilitate extrem de scăzută, de ordinul a câtorva ppm). Este cazul unor combustibili fosili folosiți în arderile de la motoare sau a creosotului folosit în tratarea lemnului din industria forestieră, hidrocarburi clorinate din medicină, tricloretilena din industria oțelului.

Fluidele nemiscibile pot fi grupate în două categorii, după densitate, în:

- (1) fluide cu densitate mai mică decât a apei;
- (2) fluide a căror densitate este superioară densității apei.

Gruparea aceasta este extrem de importantă pentru evaluarea penetrării contaminanților fluizi nemiscibili în acvifer și pentru migrarea lor cu apa subterană (figura 2.7)

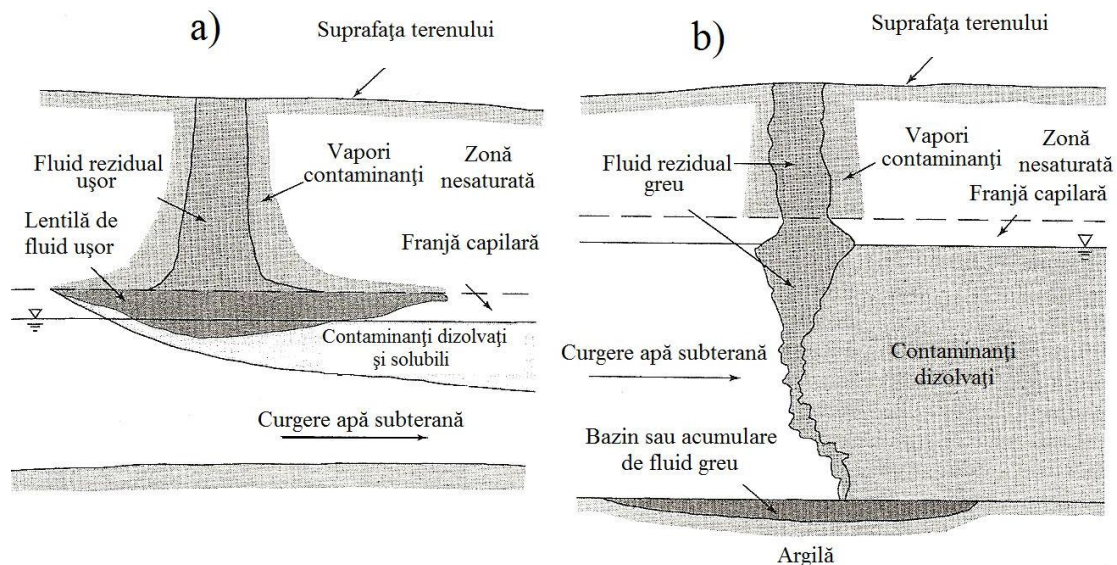


Figura 2.7 *Contaminarea zonei vadoase și a acviferului freatic cu fluide nemiscibile* (Rubin H, Narkis N., Carberry J., 1998)

În zona nesaturată, calculele se referă la fluidul aflat în trei faze (gazoasă, apă și contaminant nemiscibil). În acvifer referirea se face la două faze lichide (apa și contaminantul nemiscibil). Modelul matematic pentru curgerea multifazică în mediu poros este formulat în general ca:

$$\epsilon_{\alpha} \rho^{\alpha} \frac{\partial \omega_i^{\alpha}}{\partial t} + \rho^{\alpha} q^{\alpha} \nabla \omega_i^{\alpha} - \nabla \cdot (\epsilon_{\alpha} \rho^{\alpha} D_{hi}^{\alpha} \cdot \nabla \omega_i^{\alpha}) = \sum_{\beta \neq \alpha} E_i^{\alpha\beta} - \omega_i^{\alpha} E^{\alpha} \quad (2.17)$$

și supusă următoarelor două condiții:

$$\sum_i \omega_i^{\alpha} = 1; \quad \sum_{\alpha} \epsilon_{\alpha} = 1 \quad (2.18)$$

unde ϵ_{α} este volumul unei fracțiuni din faza α , ω_i^{α} este masa fracțiunii componentului i din faza α , D_{hi}^{α} este tensorul dispersiei hidrodinamice al fazei α , q^{α} este debitul specific al fazei α , ρ^{α} este densitatea fazei α și $E_i^{\alpha\beta}$ este variația masei componentului i între fazele α și β . Pe lângă ecuațiile 2.17 și 2.18 pot fi aplicate și o serie de interrelații pentru a calcula propagarea fiecărei faze fluide și categoriile specifice din domeniu. Pentru timpi limitați, în care contaminantul nemiscibil este prins în mediul poros al solului nesaturat,

mişcarea apei subterane cu saturația în vapori micșorată se exprimă prin legea lui Darcy modificată:

$$q = \nabla \cdot \left[g \left(k \frac{k_{rw}}{\nu} \right) \cdot J \right] \quad (2.19)$$

unde g este accelerația gravitațională, K este tensorul permeabilității, k_{rw} este permeabilitatea relativă a apei și ν este vâscozitatea.

Ecuția modificată a difuziunii-advecției este dată de:

$$\emptyset S_w \frac{\partial C}{\partial t} + q \cdot \nabla C = \nabla \cdot (\emptyset S_w D_h \cdot \nabla C) + R + E^{wn} \quad (2.20)$$

unde \emptyset este porozitatea, S_w - saturația în apă, E^{wn} - transferul masic interfaze, respectiv masa de contaminant prinsă în pori, prin dizolvarea fluidului nemiscibil de poluant, R - termen al unei reacții chimice de adsorbție sau desorbție.

2.1.5. Metode și tehnici de depoluare a apelor

Procesul tehnologic de epurare a apelor uzate decurge pe baza unor procese fizice, chimice și biologice care se intercondiționează și se completează reciproc. În fluxul tehnologic general al unui proces de epurare se pot distinge 3 etape ale procesului de epurare: epurare mecanică, chimică și biologică. Având în vedere natura proceselor ce se desfășoară în cele trei etape ale epurării, ele sunt cunoscute mai frecvent sub denumirea de epurare mecanică, epurare mecano-chimică și epurare mecano-biologică. Uneori procesul de epurare este completat prin epurarea avansată în vederea îmbunătățirii calităților apei rezultate la epurare (Rădulescu, 2001).

Prin epurarea apelor uzate se înțelege ansamblul proceselor tehnologice prin care sunt reținute, neutralizate și îndepărtate substanțele poluante (în suspensie, coloidale și dizolvate) conținute în apă.

Necesitatea epurării apelor uzate este impusă de respectarea anumitor condiții de calitate pe care trebuie să le îndeplinească apele la reîntoarcerea în bazinele naturale, după ce au fost folosite în cadrul diferitelor activități umane.

Gradul de epurare (e %) impus fiecărui indicator, ce depășește limita admisă, se calculează prin intermediu relației:

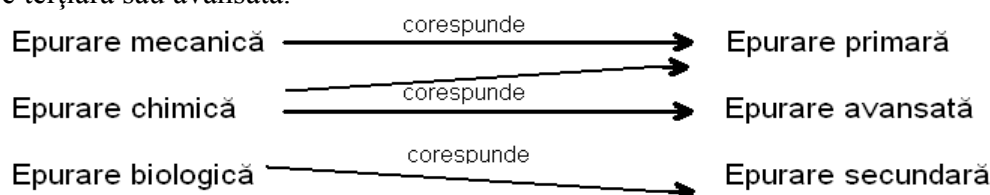
$$e = \frac{C_{nz} - C_a}{C_{nz}} \cdot 100\% \quad (2.21)$$

unde:

C_{uz} - concentrația indicatorului în apa uzată;

C_a - concentrația maxim admisă conform STAS.

În funcție de gradul de epurare asigurat de către fiecare treaptă de epurare, aceste metode se pot încadra în noțiunile mai generale de epurare primară, epurare secundară și epurare terțiară sau avansată.



Epurarea mecanică (primară) se bazează pe procedee fizice de separare a suspensiilor. Construcțiile și instalațiile folosite la epurarea mecanică permit reținerea materialelor grosiere, plutitoare prin grătare și site, decantarea suspensiilor prin procese de sedimentare gravitațională cu ajutorul decantoarelor și a deznisipatoarelor, separarea grăsimilor și a uleiurilor precum și uniformizarea debitelor și a calității apei supuse tratării. Procesele din treapta de epurare mecanică pot fi considerate procese de preepurare a apelor uzate.

Epurarea chimică constă în utilizarea proceselor chimice și fizico-chimice pentru reținerea și inactivarea poluanților. Aceasta se poate aplica atât la separarea materiilor foarte fine și coloidale prin coagularea prealabilă cu ajutorul unor reactivi chimici, cât și la eliminarea unor poluanți dizolvați.

În primul caz, epurarea chimică poate fi inclusă în noțiunea de epurare mecano-chimică reprezentând o *epurare primară*. Prin aplicarea procedurii de decantare cu coagulanți, materiile în suspensie se separă în proporție de 95%.

În cel de-al doilea caz, reactivii chimici introduși asigură precipitarea poluanților dizolvați sau oxidarea lor, transformându-i în substanțe inactive. Astfel pot fi eliminate din soluție metale grele, cianuri, fenoli (folosind drept reactivi lapte de var, clor, ozon). Procedeele se încadrează în treaptă de epurare numită *epurare terțiară*.

Epurarea biologică (secundară) se folosește la eliminarea din apă a substanțelor biodegradabile și asigură oxidarea, descompunerea și mineralizarea substanțelor organice prin activitatea controlată a unor microorganisme aerobe. Acestea se pot dezvolta pe suportul nutritiv oferit de substanțele organice respective. Elementul esențial în procesul de epurare biologică este oxigenul consumat de către bacteriile aerobe pentru desăvârșirea mineralizării substanțelor organice.

Epurarea biologică poate avea loc în bazine cu nămol activ, biofiltre, iazuri de oxidare biologică sau câmpuri de filtrare și irigare, ultimele urmărind atât epurarea apelor uzate cât și valorificarea substanțelor nutritive pe care acestea le conțin.

În vederea valorificării nămolurilor rezultate în procesul de epurare acestea pot fi supuse unor procese cum sunt:

- *fermentarea*: proces de descompunere și mineralizare a substanțelor organice care poate decurge alcalin (fermentația metanică are loc în mediu alcalin, lipsit de O_2 în prezența bacteriilor anaerobe având ca produs principal biogazul) sau acid;
- *stabilizarea*: operație de mineralizare completă prin aerare, în comun cu apa de epurat, fără ca nămolul să mai fie supus unei fermentări separate;
- *îngroșarea*: operație de reducere a umidității nămolului fără schimbarea stării de fluiditate;
- *deshidratarea*: operație de reducere a umidității nămolului fermentat până la 45-80%.

Epurarea avansată (terțiară) se folosește de regulă în continuarea celorlalte două trepte de epurare și vizează un grad ridicat de epurare al apei. Se aplică în cazurile în care apa trebuie restituită unor emisari, în vederea evitării proceselor de eutrofizare sau în cazul recirculării apei în fluxul tehnologic.

Epurarea terțiară are la bază procese fizico-chimice folosite frecvent în tehnologiile chimice:

- *adsorbția*: fenomen de reținere pe suprafața unui corp denumit adsorbant, a moleculelor unei alte substanțe, denumită adsorbat;

- *neutralizarea*: operație aplicată apelor uzate acide sau alcaline, în scopul aducerii pH-ului la valori neutre, folosindu-se lapte de var, dolomită calcinată sau CO₂ și acizi reziduali industriali;
- *flotația*: proces de antrenare a unor particule solide de către bule de gaz care se atașează de acestea;
- *extracția*, bazată pe solubilitatea selectivă a unor componenți chimici ai apei uzate în care se introduce un solvent. Acesta permite, după sedimentarea particulelor solide, realizarea a două straturi lichide: rafinatul și extractul, strat care se separă prin procedee tehnice și din care se recuperează solventul;
- *distilarea*, prin care pe principiul vaporizării, se separă apa de substanțele chimice și suspensiile conținute, microorganismele fiind de asemenea distruse;
- *înghețarea*, bazată pe formarea de cristale de gheață care conțin apă pură și care se pot separa din soluția reziduală îmbogățită în impurități;
- *spumarea*, bazată pe formarea de spumă în care are loc acumularea unora din impuritățile prezente în apă. Ea este stimulată prin procedee de insuflare de aer în masa apei uzate și dă rezultate în cazul substanțelor poluante superficial active, care au capacitatea de a micșora tensiunea superficială a apei (detergenții, proteinele sau compușii de descompunere);
- *schimbul ionic*, bazat pe proprietatea unor materiale de a schimba sub influența unei ape mineralizate conținând săruri ionizante, ionii din apă cu ionii proprii, realizând astfel demineralizarea apei. Procedeele sunt folosite pentru eliminarea ionilor de metale grele și recuperarea unor materiale valoroase;
- *oxidarea chimică*, cea mai avansată formă de îndepărtare a impurităților, realizată prin oxidarea lor completă până la produși minerali simpli (bioxid de carbon și oxizi de azot). Se utilizează compuși cu proprietăți oxidante (ozon, apă oxigenată, clor);
- *dezinfecția* definită ca un ansamblu de măsuri menite să distrugă agenții patogeni. Drept agenți de dezinfecție sunt utilizați frecvent clorul și compușii lui (Rădulescu, 2001).

2.2 Protecția și conservarea resurselor de sol

Din suprafața totală a planetei noastre, care acoperă 51 miliarde de hectare, uscatul ocupă 13 miliarde hectare din care pentru agricultură sunt folosite 1,5 miliarde ha. Degradarea terenului apare când, ca urmare a unor fenomene antropice se constată o reducere a capacității actuale sau viitoare de suport a solului.

Ca urmare a frecvenței cu care unele procese afectează solul din țara noastră, pot fi considerate ca acțiuni poluante următoarele:

- eroziunea și scurgerile de suprafață;
- alunecările de teren;
- salinizarea;
- alcalinizarea și acidifierea;
- compactarea stratului accesibil rădăcinilor plantelor;
- dezechilibre de nutriție, exces sau carență de elemente nutritive;
- poluare chimică sau biologică datorată activității antropice;

- excavări de teren;
- acoperirea solului cu diverse deșeuri;
- deteriorări prin lucrări miniere.

Acestea determină o modificare a caracteristicilor naturale ale solului sub influența unor factori interni sau externi, respectiv surse interne sau externe.

Solul reprezintă un factor indispensabil al echilibrului ecologic cu rol esențial în viața societății și a colectivității umane.

2.2.1 Conceptul de poluare și degradare a solului

Terenurile degradate sunt terenuri care au devenit complet sau parțial neproductive ca urmare a proceselor de degradare.

Conceptul de degradare a terenurilor sau a solurilor este un concept general, ce descrie toate procesele, induse în principal de activitățile umane, dar nu numai, ce conduc la scăderea sau pierderea capacității solului de a întreține viața sau a-și îndeplini funcțiile ecologice și sociale.

Conceptul **degradării solului** include astfel: eroziunea, aridizarea, stagnarea apei, compactarea, crustizarea, scăderea conținutului de humus și nutrienți, salinizarea-sodizarea și poluarea.

Termenul de **poluare a solului** este folosit frecvent dar rareori definit. O cercetare a literaturii de specialitate relevă că adesea este folosit sinonim cu termenul “**contaminare**”.

Considerăm că este utilă precizarea sensului celor două concepte.

Prin **contaminare** se înțelege introducerea în mediu a unor contaminanți prin intermediul activităților umane, fără a produce un rău evident și deci poluarea nu este prezentă.

Contaminant este orice material, substanță sau radiație care este introdusă în mediu, într-o cantitate ce depășește ocurența naturală, dar nu atât de mare încât să aibă efecte periculoase.

Poluarea reprezintă alterarea directă sau indirectă a mediului, în principal datorită activităților umane, dar pot fi și dezastre naturale (exemplu erupțiile vulcanice, inundațiile) și se produce prin introducerea poluanților în cantități superioare acelor ce definesc contaminarea. Se poate produce alterarea proprietăților fizice, termice, chimice, biologice și radiologice a componentelor mediului (sol, apă, aer). Poluarea cauzează pericole și riscuri potențiale, pentru sănătatea, siguranța și bunăstarea oricărei specii vii și poate pune în pericol structuri și clădiri și interferează în folosința normală a mediului.

Poluant este orice material, substanță sau radiație introdusă în mediu în cantități superioare cantității contaminante, care produce efecte dăunătoare. Poluanții cei mai răspândiți sunt pesticidele, poluanții anorganici, materiile reziduale organice, sărurile, radionuclizii, depunerile ploilor acide, agenții patogeni. În mod obișnuit poluarea solului se referă la adăugarea de substanțe chimice. Importanță deosebită o prezintă durata și doza substanțelor ce intră în sol, pentru că aceste substanțe pot fi degradate, spălate, volatilizate sau imobilizate; dacă “inputurile” depășesc pierderile atunci solul devine poluat.

Importanța și mărimea poluării depinde de factori cum ar fi adaosul de poluanți pe unitatea de suprafață. Este necesară luarea în considerare și însumarea fiecărei rute sau căi urmate de poluanți în atingerea sitului. Căile pot include ape uzate din industrie, deșeuri solide, emisiile în aer și depunerile subsecvente și scurgerile și materiile împrăștiate.

Tabel 2.1 Număr estimativ al siturilor contaminate din Europa și SUA (Adriano D.C, 2001)

Țara	Total situri estimate	Situri în condiții critice
Austria	3300	-
Belgia	8300	2000
Danemarca	20000	3600
Germania	>100000	10000
Italia	5600	2600
Olanda	110000	4000
UE	1500000	300000
Norvegia	25000	-
M. Britanie	100000	-
SUA	37600	>1300

Excluzând pesticidele și radionucleizii, cei mai frecvenți poluanți sunt: acetona, arsenul, bariu, benzen, cadmiu, tetraclor de carbon, cloroform, crom, cianide, etene, plumb, mercur, metilene, naftene, nichel, pentaclorfenol, PCB, hidrocarburi aromatice, tetracloretilen, toluen, vinil, xilen, zinc.

Radionucleizii comuni sunt: americium-241, cesiu-137, cobalt-60, iod, plutoniu, radium, radon, stronțiu, tehneci-99, thoriu, tritium, uraniu.

Numeroase industrii și procese industriale emit poluanți în mediu. Folosirea în agricultură a fertilizanților chimici, cum sunt nitrații și fosfații, a pesticidelor, procesele biologice ale dejecțiilor animaliere, transporturile, dragarea căilor navigabile, deșeurile menajere sunt poluanți care se adaugă celor industriali.

Industriile care produc cel mai frecvent contaminarea solului sunt: chimice, metalifere, energetice, minele, țigăria, electronice, de sticlă, ceramicile, balastiere și prelucrarea pietrelor, textile, pielărie, lemn, hârtie, alimentare, meșteșuguri și de trafic. Astfel de activități ce pot cauza poluarea solului sunt prezentate în tabelul 2.2:

Tabel 2.2 Activități posibil a cauza poluarea solurilor

Activitate	Exemple	Poluanți anorganici	Poluanți organici
Extracții minerale prelucrare			
Cărbune	Mine de adâncime sau deschise, sfărâmare	Aciditate, pirite, sulfuri	Praf
Metale	Feroase și neferoase, mine de adâncime sau cariere, sfărâmare, lagune cu reziduuri	Toate metalele și anionii asociați	
Alte minerale	Azbest, cretă, caolin, gips	Sulfizi, sulfazi	
Evacuarea deșeurilor			
Municipale	Deșeuri casnice, evacuare nămol	Numeroși, inclusiv leșii	Numeroși
Industrial	Materii prime nefolosite, produse secundare, catalizatori uzați	Numeroși, inclusiv leșii	Numeroși
Industrii			
Fabrică de cărămizi	-	Fluoruri, dioxid de sulf	
Fabrici chimice	Baterii, electronice, pigmenți, galvanoplastie	Aciditate, alcalinitate, As, azbest, Cd, Cu, Cr, cianuri, Pb, Hg, Ni, sulfazi, Zn	Dioxizi, hidrocarburi halogenate, pesticide, fenoli, difenili policlorinați, solvenți
Fabrici de gaz	Gazeificarea cărbunilor	Sulfuri, cianide	Fenoli, hidrocarburi aromatice

			policiclice, gudron
Fier și oțel	Furnale	Deșeuri metalice, zgură	
Topitorii/ prelucrări neferoase	Pb, Zn, Cu - topituri	Pb, Zn, Cu, Hg, Cd, Ni, aciditate	
Rafinării de petrol	Producție de petrol	Compuși ai Pb	Gudron, uleiuri, fenoli, sulfați, PCB fenili
Producere de energie	Cărbune, gaz, uzine nucleare	Cenuși, radionuclizi	PCBf, PAHs
Reciclare / fier vechi	Baterii, mașini, aparate domestice	Aciditate, azbesturi, Pb, Ni, Cd	Uleiuri, vopsele, fenoli, PCB fenili
Tratare ape uzate	Procese variate	Metale, fosfați	Variate
Tăbăcării		Crom	Coloranți
Baze militare			
Baze aeriene / terestre / navale	Muniții, chimicale anticorozive și de protecție	Variate	Variate, uleiuri
Poligoane de tragere		Pb, variate	Variate
Aeroporturi	Scurgeri, ateliere		Combustibili, uleiuri
Canale, căi navigabile, docuri	Sedimente dragate, descărcare deșeuri	Aciditate, alcalinitate, deșeuri metalice, compuși de vopsele antivegetative	Sedimente contaminate
Căi ferate	Căi ferate, zone de triaj	Resturi metalice, azbesturi	Ulei, vopsele
Drumuri	Borduri, rezervații centrale, zone de scurgeri	Pb, Cd, Zn	Hidrocarburi aromatice, policiclice, leșii, uleiuri
Furnizare de energie			
Conducte	Conducte de țigeli		
Rețele electrice	Cabluri și stâlpi, substații, transformatoare	Zn, Cu	PCBfenili
Depozite de țigeli, petrol, benzină		Pb	Gudron, fenoli, petrolifere

Aceste surse staționare sunt de mărimi diferite și afectează mediul pe distanțe mai mari sau mai mici. Lor li se alătură și sursele de poluanți din activitățile desfășurate în agricultură, orașe, transporturi.

Termenul de “poluare” implică faptul că un anumit spațiu de mediu a fost deja poluat. Metodele recente de control au ca obiectiv prevenirea dispersiei poluanților în mediu și deci legislația prevenirii poluării trebuie să intervină pe traseul sursă-cale de transmitere-receptori. Prevenirea poate fi realizată prin stoparea surselor sau punând o barieră în calea transportului spre receptori. Prezența în sol a unui poluant nu înseamnă că acest poluant va ajunge la receptori, datorită prezenței în sol a complexelor coloidale capabile de a lega acești poluanți. Un exemplu îl reprezintă cromul; în mediu pot fi două stări de valență a cromului Cr^{3+} și Cr^{6+} . În sol cromul este redus la crom III, care este insolubil și în consecință puțin accesibil. În sistemele acvatice poate să apară Cr^{6+} , care este foarte toxic.

Tabel 2.3 Valori de referință pentru elemente chimice din sol, ppm (SRTS, 2003)

Elemente	Valori normale	Praguri de alertă Tipuri de folosință	
		sensibile	tolerante
Metale			
Stibiu (Sb)	5	12,5	20
Argint (Ag)	2	10	20
Arsen (As)	5	15	25
Bariu (Ba)	200	400	1000
Beriliu (Be)	1	2	5
Cadmiu (Cd)	1	3	5
Cobalt (Co)	15	30	100
Crom ⁶⁺ (Cr ⁶⁺)	1	4	10
Cupru (Cu)	20	100	250
Mangan (Mn)	900	1500	2000
Mercur (Hg)	0,1	1	4
Molibden (Mo)	2	5	15
Nichel (Ni)	20	75	200
Plumb (pb)	20	50	250
Seleniu (Se)	1	3	10
Staniu (Sn)	20	35	100
Zinc (Zn)	100	300	700
Alte elemente			
Cianuri complexe	<5	100	200
Sulfuri	-	200	400
Sulfați	-	2000	5000
Benzen	<0,01	0,25	0,5
Toluen	<0,05	15	30
Hidrocarburi aromatice	<0,5	25	50
Hidrocarburi aromatice polinucleare	<0,1	7,5	25
Hidrocarburi din petrol	<100	200	1000
Pesticide organoclorurate	<0,2	1	2
Pesticide triazinice	<0,1	1	2

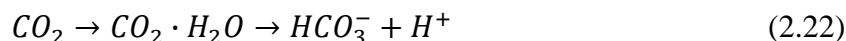
2.2.2 Poluarea solurilor prin acidifiere

Acidifierea antropică

Cercetările științifice efectuate în ultimele decenii ale secolului 20 și din prezent au demonstrat invariabil o creștere a acidității solurilor în ecosistemele naturale și seminaturale. Întrucât într-un anumit ecosistem procesele din sol, declanșate de schimbarea modului de folosință sau a managementului, pot scădea pH-ul solului, este dificilă identificarea surselor de acidifiere. Totuși, studiile pe termen lung au arătat că depunerile de substanțe cu caracter acid provoacă o acidifiere rapidă a solurilor, funcție de intensitatea depunerilor și de capacitatea de tamponare a solului. Procesele de acidifiere sunt caracterizate de modificări specifice în chimica sistemului sol-soluție.

Ploile acide

Ploile sunt în mod natural acide, cu pH 5,0-5,5, datorită dioxidului de carbon dizolvat, ce formează acid carbonic:



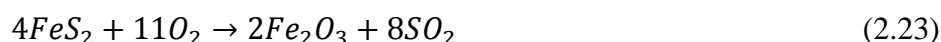
Datorită prezenței ionului de H^+ , apa de ploaie reprezintă un puternic agent de alterare a rocilor, cu eliberarea esențială de nutrienți din mineralele solului. Numai când concentrația de protoni crește de 10-100 ori peste valorile pH-ului natural în prezența unor acizi puternici, se produc efectele negative ale ploilor acide.

Precursorii acizilor puternici din atmosferă sunt poluanții proveniți din combustia carburanților fosili și topirea minereurilor cu sulfuri. Acești poluanți sunt augmentați semnificativ de amoniul produs în agricultura intensivă și în special de la dejecțiile complexelor zootehnice.

Se pot identifica patru grupe de poluanți în atmosferă sau poluanți secundari creați în atmosferă prin procese chimice:

1. Gazoși primari: SO_2 , NO , $NO_2(NO_x)$, N_2O , NH_3 , CO_2 , hidrocarburi;
2. Gazoși secundari: NO_2 (din oxidarea NO); ozonul (O_3) și alți oxidanți fotochimici formați în troposferă prin acțiunea razelor solare; HNO_3 format prin oxidarea NO_x ;
3. Particule primare: particule de cenușă și particule metalice din industria grea și metalurgică;
4. Particule secundare: produși de reacție ai acizilor sulfuric și azotic cu alți constituenți ai atmosferei, ca NH_3 (NH_4HSO_4 , NH_4NO_3 , etc.). H_2SO_4 și HNO_3 rezultă din oxidarea SO_2 , respectiv NO_x .

Sursa primară a oxizilor sulfurului o reprezintă arderea cărbunilor în termocentrale, cărbuni care conțin 2%S, prezent ca pirită (FeS) și sulf organic.

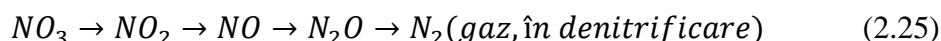


Oxizii azotului apar în atmosferă prin procese naturale sau prin arderile de la furnale sau autovehicule.

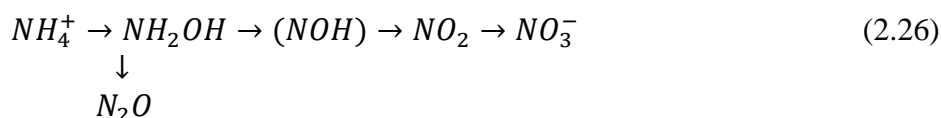
La temperaturi înalte:



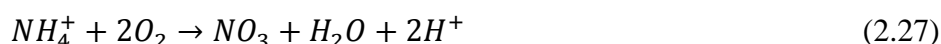
În ciclul azotului din sol:



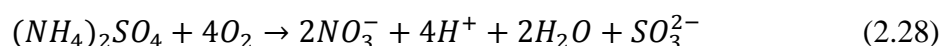
Din materia organică sau din fertilizantii cu amoniu:



Prin procesele de nitrificare:



Ionul de amoniu provine din depunerile acide în cursul proceselor de oxidare a sărurilor de amoniu:



Concentrațiile poluanților primari și secundari determină natura și tipul depunerilor atmosferice dintr-o regiune. Aceste concentrații sunt rezultat și al proceselor chimice care se petrec simultan cu transportul și dispersia în atmosferă. În cazul în care depunerea poluanților primari, ca SO₂ și NO_x, nu se face direct în stare uscată, atunci se petrece oxidarea la poluanți secundari acizi sub formă de aerosoli. Oxidarea atmosferică în sisteme cu reactanți foarte diluați se realizează datorită energiei razelor solare și este inițiată de radicalul liber OH, agent natural de curățire a atmosferei. Alți doi agenți de oxidare, ce provoacă aciditatea atmosferică sunt ozonul (O₃) și peroxidul de hidrogen (H₂O₂).

În absența norilor, producerea H₂SO₄ via radicalii OH, în faza gazoasă este:



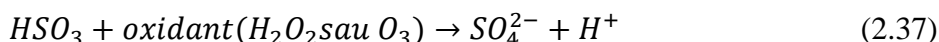
Producerea, în timpul zilei, a HNO₃ se realizează conform reacțiilor:



Noaptea se produc reacțiile:



Oxidarea umedă a sulfurilor se petrece în picăturile de apă în care se dizolvă SO₂:



Depunerea uscată a particulelor și a gazelor se face prin sedimentare și adsorbție pe suprafața particulelor de sol și frunze și se produce aciditate prin disocierea ionilor de H⁺, deși unii ioni de H⁺ tind să fie neutralizați de NH₃ cu formarea de ioni de NH₄. Mecanismul dominant al transportului poluanților de la sursa de poluare este depunerea umedă a poluanților spălați din atmosferă. Depunerea umedă implică transportul poluanților primari (SO₂) prin reacții cu apa atmosferică și oxidarea cu H₂O₂ sau O₃ și transportul NO₂ secundar ca HNO₃, prin reacția cu radicalul OH.

După anul 1980 depunerile de S din atmosferă au descrescut în întreaga Europă și Americă de Nord, ca rezultat al strategiilor bazate pe determinările cantitative ale încărcărilor critice a poluanților de acidifiere.

Pentru cele mai multe ecosisteme naturale, menținerea pH-ului solurilor la valorile prezente impune valori ale depunerilor mai mici de 5kg·ha⁻¹ pe an pentru S și N și restricționarea emisiilor în zona preindustrială. Depunerile poluanților cu N rămân încă în multe locuri la valori cu mult superioare limitei menționate.

Acidifierea naturală

Cele mai semnificative procese generatoare de protoni în sol sunt cele asociate circuitului C, N și S și aceste procese pot fi induse de plante (absorbție-asimilare) și de sol.

În cazul carbonului, acesta este asimilat prin fotosinteză, se produc în celule acizi organici care disociază ioni de H^+ , care fiind în exces în citoplasmă sunt transportați în soluția solului, prin schimb cu nutrienții existenți în soluția solului.

Azotul este absorbit din soluția solului ca NO_3^- sau NH_4^+ și ca N_2 prin fixare. Absorbția azotului ca NH_4^+ sau prin fixarea de N_2 implică eliberarea la schimb, în soluția solului de ioni de H^+ . Când are loc asimilarea în rădăcină a amoniului (NH_4^+), se produce deprotonarea lui NH_4^+ la $R-NH_2$ și se eliberează 1 mol de H^+ per un mol de NH_4^+ .

În cazul sulfului, descompunerea aminoacizilor cu sulf (cisteina, cistina, metionina) generează doi moli de H^+ pentru fiecare mol de $-SH$ oxidat.

Descompunerea în sol a materiei organice de către microorganisme este însoțită de producerea de CO_2 care hidrolizează în H_2CO_3 și HCO_3^- .

Nitrificarea și amonificarea eliberează de asemenea ioni de H^+ . În condiții anaerobe unele bacterii au capacitatea de a folosi SO_4^{2-} ca acceptor terminal de electroni, astfel că în lanțul de transformări apare H_2S care reacționează cu ionii metalici și în sol apare pirita (FeS_2) care prin oxidare (în cazul drenajului) generează H^+ cu o puternică acidifiere a solului (pH-ul coboară la valoarea 2-3).

Producerea în sol de acizi organici prin activitatea microorganismelor se petrece la nivelul orizontului organic (O) și a orizontului A, în timp ce în orizontul B au loc mai ales reacții chimice de precipitare.

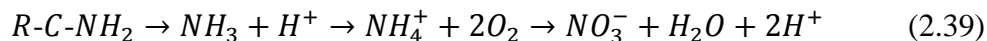
Substanțele care creează aciditate în sol, comportându-se ca donori de protoni sunt:

1. În faza solidă:

- Cationi care formează hidroxizi slabi, în special Al, Fe, Mn, cationii schimbabili sau slab legați de mineralele argiloase ori asociați cu materia organică



- Mineralizarea compușilor cu N după nitrificare



- Grupări acide nedisociate pe minerale argiloase (pH dependent de sarcină) și materie organică ($R-OOH$)
- Hidroxisulfați de Al și sulfați adsorbiți pe hidroxizii de Al
- NH_4^+ schimbabil
- Sulf legat organic ($S_{organic} \rightarrow H_2SO_4$)

2. În soluție:

- $CO_2 \cdot H_2O \rightarrow HCO_3^- + H^+$ (acid carbonic) (2.40)

- $NH_4^+ (NH_4^+ \leftrightarrow NH_3 + H^+)$
 $NH_4^+ \rightarrow N_{organic} + H^+$ (2.41)

- Cationi care formează acizi slabi
- Acizi organici ($R-COOH$):
 $CO_2 + R - CH_2OH \rightarrow R - COO^- + H_2O + H^+$ (2.42)

2.2.3 Degradarea terenurilor prin eroziune antropică

Eroziunea solului este cauzată de precipitații, vânt, lucrarea solului sau irigații, particulele de sol detașate fiind transportate și depuse în alte zone. Extinderea cea mai mare o are eroziunea prin apă, fie din precipitații, zăpadă topită sau gheață, fie prin irigații.

Eroziunea excesivă poate pune în pericol producția agricolă și silvică. Eroziunea are de asemenea un impact negativ asupra cursurilor de apă și a acumulărilor de apă și contribuie la poluarea terenurilor. Eroziunea prin apă se petrece în interiorul rigolelor și între rigole, în ogașe, în albiile minore, în păduri și în spațiile dintre construcții. Elementele importante care determină intensitatea eroziunii sunt caracteristicile ploii, factorii de sol, clima, topografia și modul de folosință al terenului. Principalele măsuri de combatere a eroziunii pe terenurile agricole sunt lucrarea pe curbele de nivel, culturile în fâșii pe curbele de nivel, terasarea, benzile înierbate și folosirea pe terenurile irigate a poliacrilamidei. Pentru zonele împădurite, albiile minore și terenuri cu construcții au fost dezvoltate măsuri antierozive specifice. Una din măsurile cele mai eficiente pentru reducerea eroziunii o constituie menținerea unui covor vegetal sau a reziduurilor vegetale pe suprafața solului.

Tipurile de eroziune prin apă

Eroziunea prin apă poate fi separată în eroziunea prin șiroire, eroziunea în adâncime și eroziunea din albia minoră.

- Eroziunea prin șiroire se manifestă ca urmare a scurgerii apei pe versanți, prin concentrarea scurgerii pe formele de microrelief. Când crește viteza de curgere a apei pe terenul înclinat, apar mici canale sau rigole. Rigolele apar cel mai adesea între rândurile culturilor prășitoare, sau pe urmele lăsate de lucrările solului (arat, prășit, semănat). Forfecarea hidraulică a apelor de scurgere și proprietățile solului sunt factorii principali ce influențează eroziunea prin șiroire. Rigolele formate dispar prin lucrările solului. Solul detașat însă prin eroziunea din rigole și dintre rigole este transportat de apele de scurgere. Odată apărute aceste rigole, eroziunea cauzează pierderi însemnate de sol, cu o evidentă micșorare a fertilității solului.

- Eroziunea dintre rigole este rezultat al acțiunii picăturilor de apă care detașează particulele de sol ale elementelor structurale distruse de energia cinetică a picăturilor de ploaie. Materialul detașat este apoi transportat spre rigole de pânza de apă temporară. Existența acestui tip de eroziune este vizibilă pe pantele convexe, prin culoarea mai deschisă în stare uscată în special pe terenurile lucrate unde uneltele de mobilizare a solului amestecă suprafața solului cu material din orizontul subiacent.

- Eroziunea în adâncime. Canalele mai adânci și mai mari decât rigolele, care nu dispar prin lucrările solului sunt considerate **ogașe**. Ogașele apar în porțiunea superioară a unor cursuri intermitente sau acolo unde cărările, potecile sau drumurile concentrează scurgerile. Ogașele se dezvoltă în bazinele hidrografice favorizante, în terenurile despădurite și cultivate nerațional. După ce s-au format, ogașele devin parte permanentă a peisajului, care “consumă” porțiuni de teren și reprezintă o pagubă însemnată. În cazul unor ploi torențiale, bucăți din ogașe se rup și ogașele se dezvoltă atât în profunzime, atingând 3-4 m adâncime cât și lateral. Ele se ramifică și talvegul devine similar cu cel al unei văi, caz în care sunt denumite **ravene**. Ravenele sunt considerate *active* când pereții lor sunt fără vegetație și *inactive* când sunt stabilizate prin vegetație.

- *Eroziunea din albia minoră* afectează suprafețe mai mici de teren și se referă la solul erodat din malurile și albia cursurilor de apă.

Eroziunea produsă de apele curgătoare are un impact sever asupra solurilor fertile în cazul în care nivelul apei depășește malul, ca la inundații, în special acolo unde sunt cotiturile cursurilor de apă. Meandrarea provoacă și intensifică eroziunea malurilor. Este de subliniat că diminuarea sedimentelor provenite din amonte, conduce la o intensificare a eroziunii malurilor albiilor.

Tabel 2.4 *Grade de eroziune în suprafață* (conform SRTS-2003, modificat de Rogobete, 2010)

Denumire	Orizontul rămas la suprafață			Corelarea cu nivelul superior taxonomic
	A-AC-C	A-B-C	A-E-B-C	
Neerodat	Nu se constată eroziune			Sol neerodat
	Am, Au > 30cm	Au+E > 30cm		
	Ao > 20cm	Ao+E > 20cm		
Slab erodat	Am, Au 20-30cm	Au+E 20-30cm		Orice tip de sol slab erodat
	Ao 10-20cm	Ao+E 10-20cm		
Erodat moderat	Am, Au 10-20cm	Au+E < 20cm		Orice tip de sol erodat moderat
	Ao < 10cm	Ao+E < 10cm		
Erodat puternic	AC > 20cm	EB		Orice tip de sol puternic erodat
	sau	sau		
	Am, Au < 10cm	E+B < 20cm		
Erodat foarte puternic	AC < 20cm	B		Antrosol erodic (cambic, argic,
	sau B			feriluvic, andic)
Erodat excesiv	BC	BC		

- *Eroziunea terenurilor irigate* este una din cele mai periculoase întrucât afectează cele mai fertile soluri din lume. Sunt erodate solurile irigate din zonele aride, soluri care au un orizont A sărac în materie organică, slab structurate din această cauză și în consecință cu erodabilitate foarte mare. Odată erodate, aceste soluri se pot reface foarte greu. Irigația este vitală pentru producerea cerealelor în aceste zone. După aprecierea FAO însă numai 5% din terenurile agricole sunt irigate, aici fiind incluse și pajiștile, totuși aceste terenuri irigate realizează aproximativ 30% din producția mondială de alimente. Similară este situația și în SUA, unde 15% din terenurile cultivate irigate produc 40% din producția națională. Dacă irigația prin picurare folosește cantități mici de apă și umezește volume relativ mici de sol fără a produce eroziune, irigația prin aspersiune și scurgere la suprafață poate produce eroziune.

Irigarea la suprafață provoacă o umezire rapidă a elementelor structurale relativ uscate și cu un potențial matricial mare. În consecință se produce distanțarea foilor mineralelor argiloase, respectiv gonflarea argilei, îndepărtarea O₂ și N₂ de pe suprafața particulelor și compresia acestor gaze în interiorul agregatelor structurale. Forțele apărute duc la fracturarea elementelor structurale în particule primare. Fenomenul cauzează în mare măsură producerea unei cantități importante de sol în special pe brazde, sol antrenat de curentul de apă de irigație și transportat și depus în partea din aval a brazdelor. Fără măsuri de precauție și management corespunzător pierderile de sol din astfel de sisteme de irigații pot fi foarte mari. În primii ani de funcționare a sistemului de irigații, când infiltrația apei în sol și respectiv în brazdă este mai mare, viteza de deplasare a apei de irigație scade spre capătul brazdei și implicit capacitatea de transport a sedimentelor. Cu trecerea timpului, viteza de infiltrație a apei de irigare în sol scade și în același timp se mărește viteza de scurgere a apei pe brazdă și se micșorează cantitatea de sediment antrenată din sol.

Irigarea prin aspersiune este asemănătoare cu efectul ploilor naturale cu procese de detașare, transport și sedimentare. Detașarea se produce sub impactul picăturilor de

apă, ca o consecință a energiei cinetice, astfel că solul agregatelor structurale este împrăscat și apoi cărat de curenții de apă spre zonele mai joase pe o distanță de câțiva metri sau poate rămâne în zona apropiată. În general viteza de infiltrație a apei de irigare este arareori depășită de volumul de apă aplicat astfel că scurgerea și eroziunea sunt slabe. Pentru cazul irigației însă cu pivot central de irigare ce are o distanță mare de aplicare a apei, posibilitatea depășirii vitezei de infiltrație este mărită și în consecință se produce scurgere și eroziune. O viteză mare de aplicare a apei conduce la eroziune, scurgere și pierdere de sol. Panta și microrelieful afectează de asemenea procesele de eroziune.

2.2.4 Remedierea solurilor degradate și poluate

Măsuri de prevenire și combatere a poluării solului. Protecția solurilor în România

Măsurile ce pot fi aplicate în scopul prevenirii poluării solurilor se grupează în funcție de sectorul generator de poluanți, respectiv poluarea menajeră, industrială, agricolă și cea generată de transport. Ele depind de natura sursei de poluare mai exact de tipul și cantitatea de poluant emanat în mediu.

Prevenirea *poluării datorată activității menajere* are loc pe următoarele căi:

- amplasarea clădirilor (locuințe și dependințe) în așa fel, încât să existe posibilități de alimentare cu apă, de îndepărtare și neutralizare a apelor meteoritice și uzate cât și a deșeurilor generate, ceea ce să permită dezvoltarea normală a zonei verzi de recreație și odihnă;
- instituirea unor zone de protecție în jurul captărilor de apă din foraje;
- îndepărtarea apelor uzate menajere numai prin rețeaua de canalizare iar în lipsa acesteia, prin instalații și amenajări proprii (fose septice) care să nu permită infiltrarea acestora în sol;
- gunoaiile menajere și alte deșeuri de natură casnică se vor depozita în locuri special amenajate, bine izolate și etanșate, astfel încât să nu existe impact asupra zonei limitrofe;
- supravegherea și întreținerea corectă a rețelei de canalizare pentru a se evita contaminarea solului prin scăpări necontrolate;
- reciclarea deșeurilor menajere prin reintroducerea lor, ca materii prime, în diverse procese tehnologice și obținerea unor produse utile.

Poluarea industrială poate fi prevenită în fazele de concepție, construcție, exploatare, închidere și abandon. Măsurile de prevenire trebuie să țină seama de natura surselor de contaminare generate de întreprindere și de vulnerabilitatea solului la poluare (caracteristici și structura solului). Câteva dintre posibilitățile de prevenire a poluării industriale, concomitent cu cea a solului, sunt: (Grozav, 2010)

- respectarea tehnologiilor de producție, introducerea unor tehnologii noi ecologice și captarea emisiilor nocive la locul de formare al acestora;
- stocarea sau reutilizarea deșeurilor tehnologice până la stadiul în care acestea devin materii finite sau materiale inerte, din punct de vedere al poluării;
- înmagazinarea lichidelor cu potențial poluant în rezervoare rezistente la deteriorarea mecanică și coroziune, în special când acestea sunt amplasate subteran (pereți dublii și peretele exterior din cărămidă);
- depozitarea reziduurilor industriale pe soluri argiloase impermeabile sau impermeabilizate (cu beton, plastic) pe radierul și taluzurile depozitelor în scopul evitării pericolului infiltrării substanțelor nocive în sol;

- existența unor rezervoare de colectare a substanțelor poluante în cazul unor avarii sau accidente;
- închiderea sau abandonul întreprinderilor trebuie să se desfășoare după un program prestabilit, care să întrevadă și unele tehnici curative de readucere a calității solului, la cea avută înaintea de impactul activității desfășurate;
- combaterea apariției "pustiurilor industriale" prin recultivarea solului, ce va fi precedată de măsuri de copertare a solului poluat (acoperirea cu un strat fertil de 30-60cm grosime);
- prevenirea poluării solului pe suprafețe întinse și la distanțe mari de sursa generatoare (ca urmare a poluanților purtați de aer) prin înființarea unor perdele protectoare (plantații forestiere sau plantarea de arbori în fâșii);
- prevenirea poluării solului ca urmare a exploatărilor petroliere, prin colectarea reziduurilor de petrol și apă sărată din foraje, în bazine speciale și refacerea fertilității solului la închiderea exploatării.

Poluarea generată de sectorul agricol se datorește în principal practicării unui sistem intensiv de agricultură respectiv a agriculturii chimizate. Folosirea pe scară largă a îngrășămintelor minerale, tratamentele frecvente și susținute împotriva bolilor și dăunătorilor, ierbicidele folosite în combaterea buruienilor, substanțele hormonale de creștere, biostimulatorii și desicatorii reprezintă prin natură și cantitățile administrate și poluanți ai solului. Aceștia au ca urmare deteriorarea progresivă a fertilității solului, erodarea și deșertificarea acestuia.

Măsurile ce se impun în vederea prevenirii poluării de natură agricolă a solului, sunt următoarele:

- prevenirea dozării excesive, prin administrarea unor doze de îngrășăminte, ce țin seama de cerințele culturilor și rezerva disponibilă de element nutritiv din sol cât și aplicarea fazială a acestora;
- folosirea sortimentelor de îngrășăminte cu azot, fără potențial de acidifiere, pe soluri moderat și slab acide;
- combaterea acidifierii solului prin administrarea de amendamente calcaroase;
- folosirea în agricultură numai a pesticidelor și produselor de uz fitosanitar omologate în România;
- utilizarea în doze optime (limitate) a unor pesticide selective și cu remanență redusă în sol;
- respectarea dozelor de pesticide impuse de către unități fitosanitare autorizate și inventarierea administrărilor la zi, pe parcele și culturi respectiv evidența tratamentelor aplicate;
- utilizarea nămolurilor de la stațiile de epurare ca sursă de fertilizare a solului numai după o prealabilă tratare a acestora (fermentare, pasteurizare, îndepărtarea agenților patogeni, eliminarea metalelor grele, etc.);
- irigarea culturilor cu ape uzate zootehnice sau provenite din alte surse trebuie să respecte normele de udare optime și calitatea impusă prin STAS;
- aplicarea combaterii integrate a buruienilor, bolilor și dăunătorilor, care are în vedere scăderea cantității de substanțe chimice aplicate și creșterea rolului asolamentului și al practicilor agrotehnice în menținerea fertilității și a calității solurilor;
- practicarea unei agriculturi ecologice;
- combaterea fenomenului de deșertificare prin ameliorarea metodelor de cultură, evitarea suprapășunatului și a supraexploatării terenului, stabilizarea dunelor de nisip, înființarea unor perdele de protecție și reîmpădurirea zonelor defrișate;

- refolosirea deșeurilor din sectorul vegetal și zootehnic ca surse de fertilizare pentru agricultură (compost) și adjuvant sau nutreț (surse proteice) pentru animale.

Poluarea generată de transportul terestru se datorează numărului mare de mijloace de transport și intensității sporite a circulației acestora în special în aglomerările urbane. Poluanții proveniți din transporturi se formează preponderent în procesul de ardere a combustibililor (benzină sau motorină) din motoare. Pentru prevenirea poluării generate de transport se pot lua următoarele măsuri:

- utilizarea unor carburanți, care prin ardere să nu elibereze noxe toxice, ca de exemplu benzina fără plumb și motorina de calitate superioară. În acest mod poate fi prevenită poluarea cu metale grele a solului, aflat în apropierea magistrelor intens circulate cât și acidifierea solului prin intermediul noxelor gazoase, generatoare de ploii acide;
- exploatarea, întreținerea și supravegherea mijloacelor și a căilor de transport în condiții de siguranță sporită, din punct de vedere al poluării solurilor (operații de întreținere, curățire și reparație a mijloacelor de transport efectuate în condiții corespunzătoare;
- protejarea și supravegherea rețelelor de transport a combustibililor în vederea prevenirii poluării solurilor, prin scurgeri sau perforări accidentale ale conductelor.

Protecția solului, a subsolului și a ecosistemelor terestre este reglementată prin intermediul Legii Protecției Mediului nr. 137/1995 în cadrul secțiunii a 3-a, articolele 47-53. Aceasta prevede obligația pentru toți deținătorii de terenuri de a proteja solul prin măsuri adecvate de gospodărire, conservare, organizare și amenajare a teritoriului. Autoritatea centrală stabilește sistemul de monitorizare a calității solului în scopul cunoașterii stării actuale și a tendințelor de evoluție ale acestuia. De asemenea elaborează reglementările privind protecția calității solului precum și cele privind refacerea cadrului natural, în zonele în care solul a fost afectat de fenomene naturale sau antropice de poluare.

În vederea protecției calității solurilor, autoritățile centrale pentru agricultură și silvicultură au obligația:

- să elaboreze reglementări privind sistemele din agricultură, tehnologiile de cultură a plantelor și de creștere a animalelor, regenerarea pășunilor, recoltarea, colectarea și transportul lemnului în scopul menținerii și ameliorării acestora;
- să țină evidența terenurilor devenite improprie pentru agricultură și să ofere asistență tehnică pentru ameliorarea sau schimbarea folosinței acestora;
- să îndrume și să exercite controlul tehnic de specialitate pentru lucrări de îmbunătățiri funciare și agropedoameliorative.

Deținătorii de terenuri au următoarele obligații privind protecția calității solurilor:

- să prevină deteriorarea calității solurilor;
- să nu ardă miriștile, stuful, tufărișurile sau vegetația ierboasă fără autorizație;
- să mențină suprafața împădurită a vegetației forestiere din afara fondului forestier inclusiv a jnepenișurilor, tufișurilor și pajiștilor existente;
- să exploateze masa lemnoasă numai în limita posibilității pădurilor, stabilită de amenajamentele silvice;
- să asigure aplicarea măsurilor speciale de conservare pentru pădurile cu funcții deosebite de protecție, situate pe terenuri cu pante foarte mari, cu procese de alunecare și eroziune, pe grohotișuri, stâncării la limita superioară de altitudine vegetației forestiere, precum și pentru alte asemenea păduri;

- să se respecte regimul silvic, stabilit pentru conservarea vegetației lemnoase de pe pășunile împădurite care îndeplinesc funcții de protecție a solului și a resurselor de apă;
- să se asigure exploatarea rațională, organizarea și amenajarea pajiștilor, în funcție de capacitatea de refacere a acestora.

Îndeplinirea acestor obligații, care reprezintă numai câteva cerințe prevăzute în lege, permite protecția calității solului ca urmare a respectării unor măsuri de prevenire a poluării solului.

Tehnologii de depoluare a solurilor

Depoluarea cuprinde întreaga gamă de tehnici curative menite să neutralizeze sau să blocheze fluxul de noxe generatoare de poluare. Criteriile folosite în clasificarea metodelor de depoluare a solului sunt reprezentate de către locul de aplicare în raport situl poluant și principiile tehnice de depoluare folosite. În funcție de locul de aplicare, în raport cu situl poluant, se disting 3 categorii de metode de depoluare:

- metode aplicabile în afara sitului;
- metode aplicabile pe sit;
- metode aplicabile “in situ”.

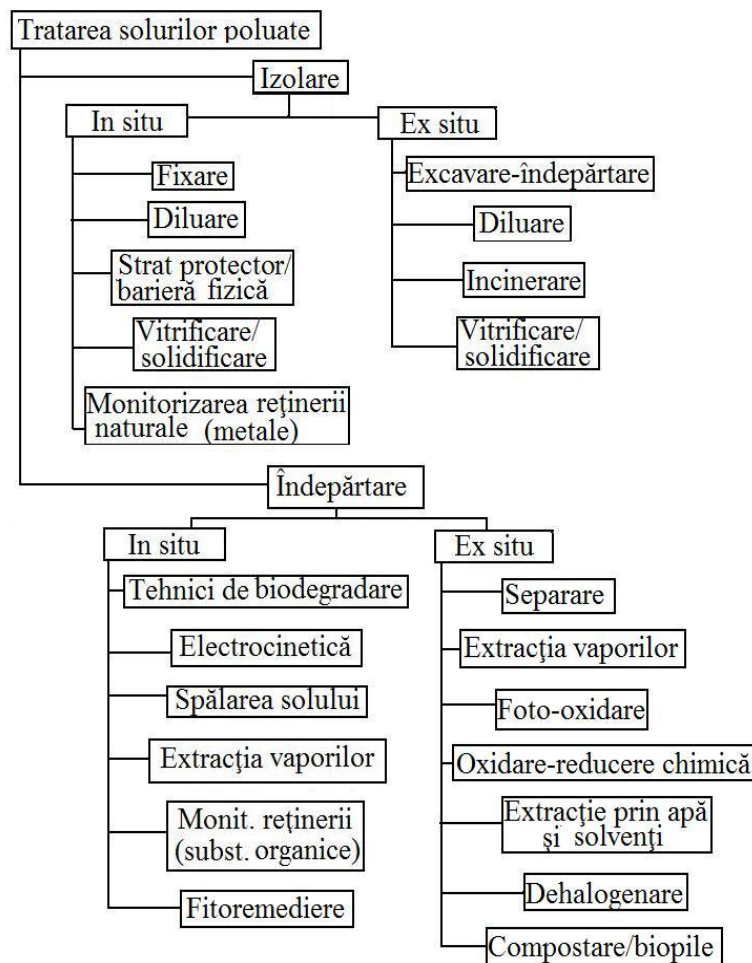


Figura 2.8 **Tratarea solurilor poluate** (Elsevier, 2005)

În funcție de natura procesului, ce stă la baza metodei de depoluare folosite, se deosebesc:

- metode fizice de depoluare a solului;
- metode chimice de depoluare a solului;
- metode termice de depoluare a solului;
- metode biologice de depoluare a solului.

Metodele fizice de depoluare a solurilor se pot deosebi, astfel:

- bazate pe imobilizarea fizică a poluanților:
 - prin izolare (etanșare, blocare hidraulică);
 - prin stabilizare sau inertare;
- bazate pe extracția fizică a poluanților din mediul contaminat: excavare, pompare, spălare, flotație, extracție de gaze sub vid, injecție de aer cu presiune, extracție electrocinetică etc.

Metode chimice, aplicate pentru distrugerea, separarea, neutralizarea sau transformarea poluanților în urma unor reacții chimice specifice, ca de exemplu:

- extracția chimică;
- oxidarea;
- reducerea;
- declorurarea;
- precipitarea.

Metode termice, care au ca principii de bază, extracția, distrugerea sau imobilizarea poluanților prin supunerea materialului contaminat la temperaturi ridicate, ca de exemplu:

- incinerarea;
- desorbiția termică;
- vitrificarea mediului contaminat.

Metode biologice, care degradează poluanții prin intermediul activității microorganismelor (bacterii, ciuperci, etc) în condiții aerobe sau anaerobe, ca de exemplu:

- bioreactorul;
- biodegradarea în vrac (compostarea, landfarming sau biopile);
- biodegradarea in situ;
- bioventingul;
- biosparging;
- biolixivierea;
- bioacumularea.

Ultimele două procese nu presupun distrugerea poluanților ci doar separarea lor din mediul contaminant.

1. Metode fizice de depoluare a solului

Metode fizice de imobilizare a poluanților

Imobilizarea fizică a poluanților presupune blocarea migrării lor, fapt care reduce impactul poluant asupra mediului. Tehnicile sunt aplicate cu precădere "in situ", cele mai frecvent utilizate fiind etanșarea, blocarea hidraulică, stabilizarea și inertarea.

Etanșarea constă în închiderea fizică a mediului contaminat, prin utilizarea unui sistem etanș de protecție format din pereți, cuvertură și fund. Acest sistem, aplicat inițial pentru rampele de reziduuri menajere, se poate folosi la izolarea solurilor și apelor subterane contaminate. Principiul metodei constă din utilizarea unor bariere fizice care contracarează efectele dispersiei poluanților.

Blocarea hidrolică se aplică în regim de urgență, când poluanții au atins pânza freatică și se deplasează în direcția de curgere a apei subterane. Metoda presupune instalarea unor sonde sau puțuri de pompare cu priză de apă sub nivelul zonei contaminate și evacuarea apei în exterior.

Stabilizarea și inertarea sunt metode asemănătoare ce pot fi aplicate atât pentru soluri poluate cât și pentru deșeuri. Stabilizarea presupune transformarea poluantului solubil în unul insolubil pe baza unei reacții chimice sau prin absorbție pe o matrice neutră. Inertarea sau solidificarea realizează amestecul solului poluant cu anumite produse adjuvante și obținerea în final a unui material solid, impermeabil și nereactiv. Ca produși adjuvanți se pot utiliza amestecul ciment-apă sau varul și cenușa de termocentrală.

Metodele fizice de extracție a poluanților

Metodele fizice de extracție au un domeniu larg de aplicabilitate, iar principiul care stă la baza realizării lor constă în eliberarea solului de poluanți prin mijloace și procedee fizice. Extracția substanței poluante din sol este urmată de tratarea acesteia în vederea neutralizării ei.

Din această categorie de metode fizice fac parte:

- *excavarea*, care se aplică în cazul unor poluări accidentale și punctiforme ale solului. Sunt folosite excavatoare care, în mod simplu și rapid, elimină total materialul contaminat în condițiile unor costuri reduse de execuție;

- *pomparea*, deține aplicabilitatea cea mai extinsă în rândul metodelor de depoluare a acviferelor. Există trei procedee de pompare, care sunt frecvent utilizate și a căror principiu de lucru decurge în felul următor:

- pomparea la suprafață a apei poluate din acvifer, urmată de operații de decontaminare specifice;

- pomparea selectivă a poluanților care plutesc la partea superioară a acviferului;

- combinații de pompări cu alte metode de separare selectivă.

- *spălarea* solurilor reprezintă o metodă fizică sau fizico-chimică de eliminare a fazei reziduale de poluant, care se găsește imobilizat în matricea solului. Metoda are loc de obicei pe sit și in situ, iar poluanții extrași pot fi de natură organică, anorganică sau metale grele. Principiul metodei constă în extragerea poluanților din sol și transferul lor în faza lichidă sau gazoasă sub acțiunea apei și a energiei mecanice.

Instalații industriale care efectuează depoluarea solurilor pe principiul prezentat anterior, sunt: instalația de spălare EIMCO-WEMCO; instalația de spălare LURGI-DECONTERRA; procedeul OECOTEC (spălare sub presiune). Toate aceste procedee realizează spălarea solului excavat. Pentru cazul spălării solului "in situ" poate fi amintit procedeul HOLZMANN, care se bazează pe spălarea solului la presiune înaltă. Spălarea "in situ" se realizează frecvent prin două procedee clasice, cu apă caldă sau spălare cu abur;

- *flotația*, ca procedeu de depoluare a solurilor poate avea loc pe sit sau în afara sitului, gama poluanților extractibili prin această metodă fiind vastă (hidrocarburi, compuși organoclorurați, compuși cianhidrici și metale grele). Principiul metodei are la bază diferența dintre proprietățile superficiale (tensiuni interfaciale) ale mineralelor din sol și cele ale substanțelor poluante. Utilajele folosite în flotație se numesc mașini de flotație, ele adăpostind desfășurarea principalelor etape ale procesului: aerarea turburelii în care se găsește solul poluat; dispersia omogenă a solului în turbureală; alimentarea continuă și uniformă; evacuarea optimă a spumei și produsului de cameră; asigurarea unei zone liniștite la partea superioară a incintei de flotație. Utilizarea flotației, în depoluarea

solurilor, a dat rezultate bune la separarea substanțelor grase emulsionate, a materialelor fibroase și a metalelor grele.

- *extracția poluanților cu ajutorul curenților de aer* este aplicabilă în cazul poluanților volatili și depinde de echilibrul stabilit între următoarele proprietăți ale poluanților: solubilitatea în apă și aer, adsorbția în sol și aer, raportul dintre faza lichidă și faza gazoasă la diferite temperaturi și presiuni. Principalele tehnici de depoluare a solului cu ajutorul curenților de aer sunt:

- *extracția poluanților sub vid sau ventingul in situ* se aplică pentru poluanți volatili sau semivolatili și constă în punerea sub presiune a solului contaminat, utilizând ventilatoare sau pompe de vid, racordate la sonde sau puțuri de extracție. Gradientul de presiune realizat, determină circulația gazelor în interiorul solului spre sonda sau puțul de extracție;

- *extracția poluanților prin injecția aerului cu presiune* poate decurge in situ sau în coloană. Tehnica in situ presupune injecția de aer sub presiune în mediul subteran contaminat, fapt ce determină o vaporizare intensă a poluanților volatili. Procedul în coloană se folosește la depoluarea la suprafață a apelor subterane evacuate din acvifer, ce conțin poluanți organici volatili. Principiul metodei are la bază realizarea unui contact energetic între apă și aer, care determină trecerea compușilor volatili din faza lichidă în cea gazoasă.

Depoluarea solurilor prin *extracția electrocinetică* se bazează pe deplasarea controlată a poluanților în mediul subteran umed sub acțiunea unui câmp electric creat între doi electrozi. Metoda este aplicabilă pentru poluanții aflați sub formă de compuși ionici (metale grele, azotați, fosfați, cianuri, compuși organici polari). Extracția electrocinetică aplicată in situ permite decontaminarea simultană a solului și a apei subterane, fiind practicabilă numai în soluri îmbibate cu apă. Aplicarea pe sit a metodei, presupune excavarea solului contaminat și depunerea acestuia în grămezi bine umectate.

2. Metode chimice de depoluare a solurilor

Depoluarea prin metode chimice urmărește separarea, distrugerea sau transformarea poluanților din sol în compuși mai puțin nocivi prin provocarea unor reacții între poluanți și reactivii introduși în mediul de reacție. Reacțiile pot avea loc in situ, pe sit sau în afara lui, iar clasificarea acestora are drept criteriu reacția dominantă (oxidare, reducere, reacția solului prin extracție chimică trochimică, neutralizare, precipitare, hidroliză).

Depoluarea solului prin *extracție chimică* are ca principale forme aplicative extracția cu solvenți, extracția acidă sau extracția bazică. Principiul metodei se bazează pe separarea poluanților de mediul contaminat cu ajutorul unor reactivi chimici, fază urmată de recuperarea reactivilor și distrugerea poluanților. Cea mai largă aplicabilitate o are extracția cu solvenți (organici). Metoda poate decurge pe sit sau în afara sitului, iar tipurile de poluanți pentru care se pretează sunt hidrocarburile grele, gudroanele, hidrocarburile aromatice pelociclice, pesticidele organice etc. Extracția acidă se folosește la depoluarea solului de metale grele. Ea poate avea loc in situ și pe sit și utilizează drept reactivi de decontaminare acidul clorhidric (HCl), acidul azotic (HNO₃) sau acidul sulfuric (H₂SO₄). Extracția bazică folosește pentru solubilizarea și recuperarea din sol a unor poluanți specifici (cianuri, metale, amine, fenoli), hidroxizi (hidroxidul de sodiu).

Depoluarea solului prin *oxidare* este provocată de către un oxidant puternic (ozon, apă oxigenată) care intră în reacție cu poluanții din materialul supus tratamentului. Se impune o atenție sporită în cazul aplicării acestei metode în depoluarea solurilor

contaminate cu reziduuri de pesticide. Acestea se pot transforma prin oxidare în compuși la fel de toxici, dar cu o stabilitate sporită (transformarea aldrinului în dieldrin, care se degradează foarte lent).

Decontaminarea solurilor prin *reacția de reducere* este aplicabilă pentru poluanții din categoria produselor organice (substanțe aromatice, pesticide) și metalelor (crom, seleniu). Se folosesc drept reducători metale, în special fierul sub formă de pulbere.

Toxicitatea compușilor clorurați este direct proporțională cu numărul de atomi de clor din moleculă. În vederea reducerii toxicității unui produs clorurat cu potențial poluant se urmărește decontaminarea, prin reducerea gradului de clorurare, respectiv prin *declorurare*. În principal declorurarea decurge prin înlocuirea parțială sau totală a ionilor de clor din poluanții organici, cu radicali hidroxil (OH^\cdot), în prezența unor baze tari (NaOH , KOH) și a etilenglicolului.

Depoluarea prin reacția de *precipitare* urmărește transformarea poluanților din apa contaminată sau sol în compuși insolubili. Gradul de eliminare a poluanților prin intermediul precipitării depinde direct de contaminant, natura agentului de precipitare cât și de natura și concentrația celorlalte substanțe din mediu.

Metodele chimice de depoluare oferă avantajul unei game extinse de posibilități de decontaminare cu mijloace tehnice specifice tehnologiilor chimice. Dezavantajele constatate le reprezintă riscul unor poluări secundare cât și costurile ridicate ce însoțesc aceste tehnologii.

CAPITOLUL 3

Cadrul natural al bazinului hidrografic Bârzava

3.1. Localizare	54
3.2. Elemente geologice structurale	56
3.3. Unitățile de relief și alcătuirea lor geologică	57
3.4. Hidrografia și hidrologia	62
3.5. Hidrogeologia	66
3.6. Caractere climatice	68
3.6.1 <i>Temperatura aerului</i>	68
3.6.2 <i>Regimul precipitațiilor atmosferice</i>	72
3.6.3 <i>Regimul vânturilor</i>	76
3.7. Vegetația	76
3.8. Solurile	78

CAPITOLUL 3

Cadrul natural al bazinului hidrografic Bârzava

3.1. Localizare

Râul Bârzava, “râu repede” în limba slavă, izvorăște din Munții Semenic care fac parte din Carpații Occidentali, grupa Munților Banatului.

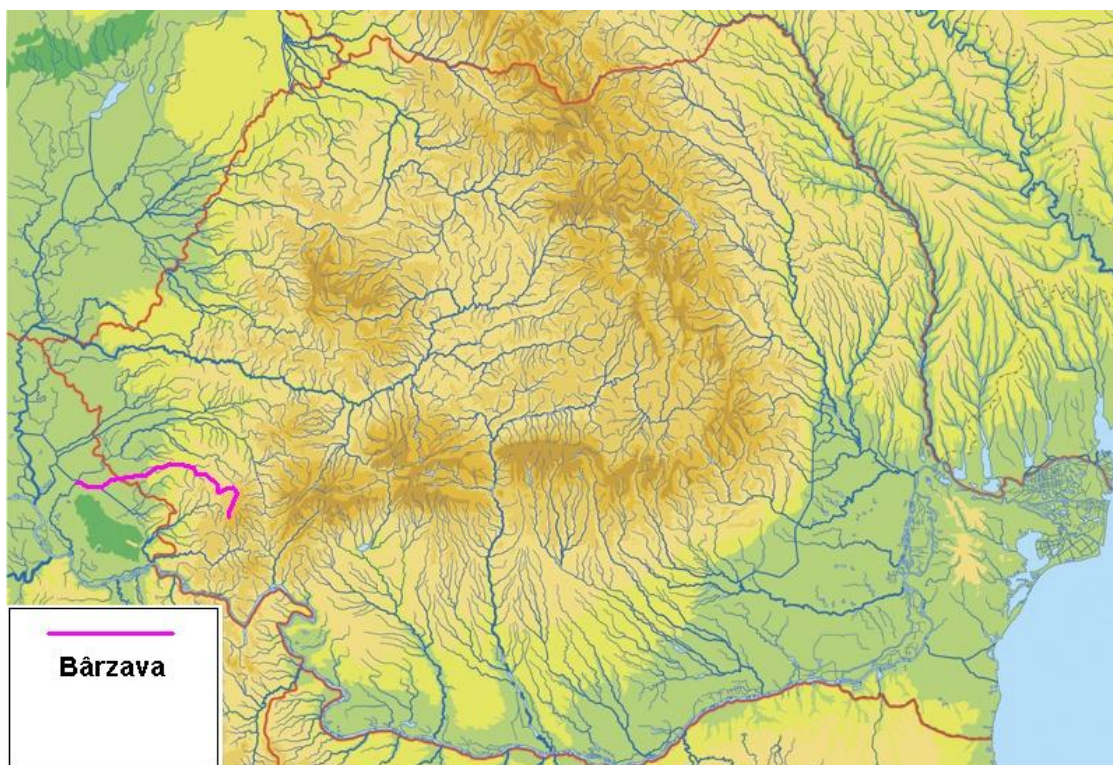


Figura 3.1 *Localizarea râului Bârzava pe harta României* (www.google.ro)

Râul delimitează Munții Semenic de Munții Aninei până în orașul Reșița. Pe această porțiune au fost realizate amenajări hidrotehnice cu formarea lacurilor de acumulare Gozna, Văliug și Secu.

În aval de Reșița, Bârzava separă Munții Dognecei de Munții Areniș în zona orașului Bocșa, după care iese în Câmpia Gătaia în apropiere de localitățile Berzovia, Gherteniş, orașul Gătaia, Partoș și părăsește teritoriul țării noastre intrând în Serbia, unde se varsă în râul Timiș.

Bazinul Hidrografic Bârzava ocupă partea centrală a Spațiului Hidrografic Banat, învecinându-se la nord și la est cu Bazinul Hidrografic Timiș, la sud cu Bazinul Hidrografic Nera și la vest cu Serbia.

Suprafața bazinului de recepție este de 1202 km², altitudinea medie fiind de 289m.

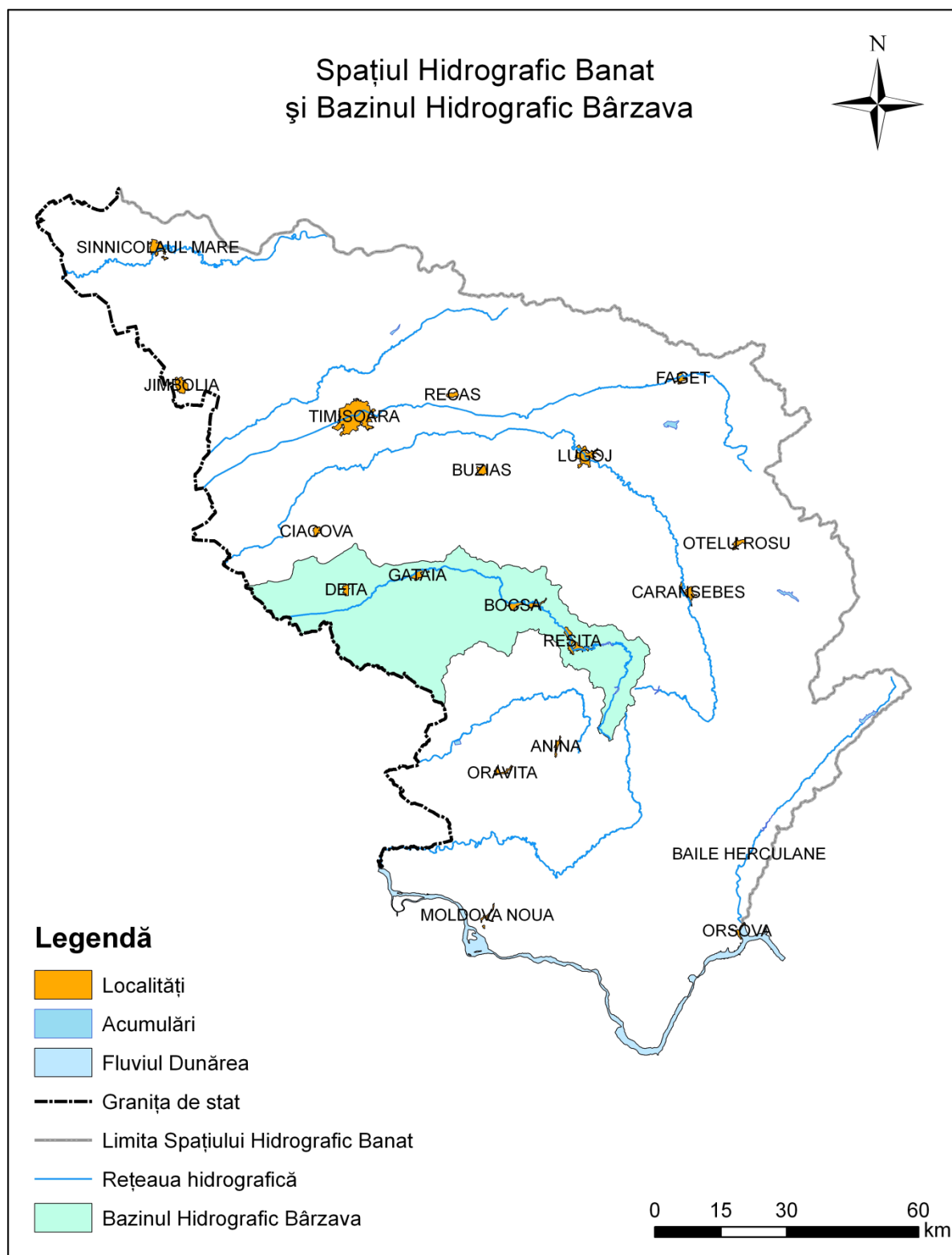


Figura 3.2 *Localizarea Bazinul Hidrografic Bârzava* (Direcția Apelor Banat, 2010)

3.2. Elemente geologice structurale

Geneza reliefului bazinului 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 care 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 caledoniene, 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 dintre care *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.

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.

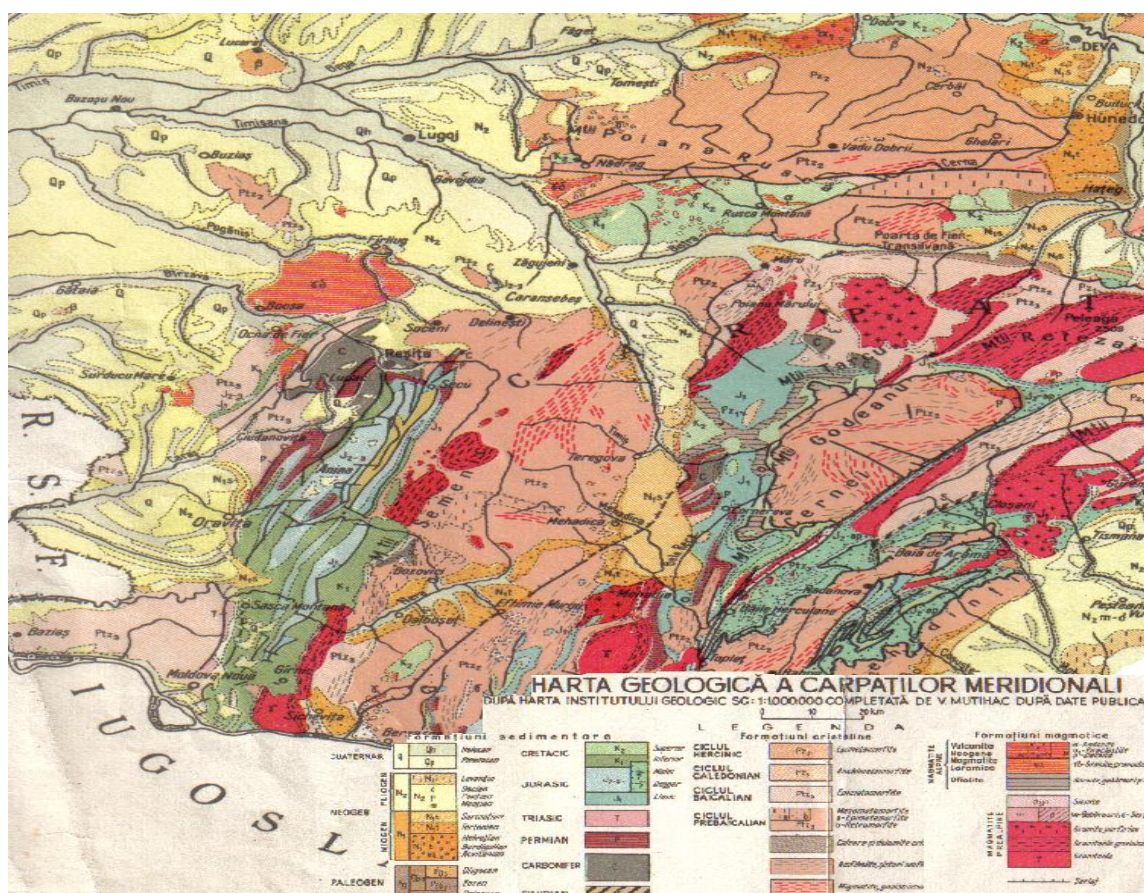


Figura 3.3 Harta geologică a sud-vestului României (Mutihac, 1974)

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.

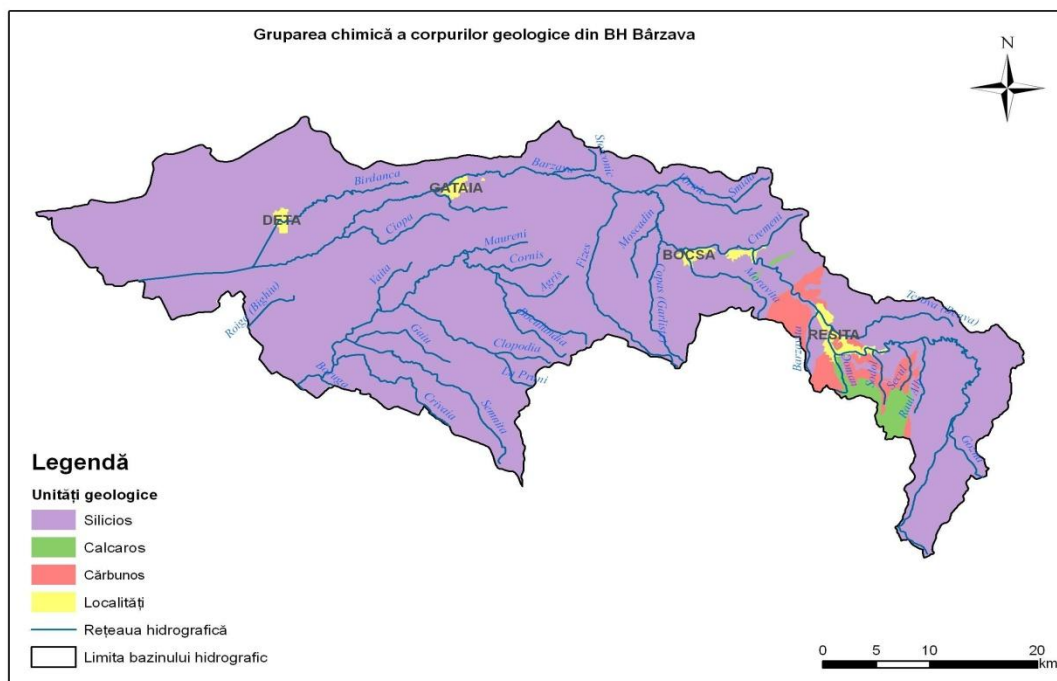


Figura 3.4 *Gruparea chimică a corpurilor geologice din BH Bârzava* (Direcția Apelor Banat, 2010)

3.3. *Unitățile de relief și alcătuirea lor geologică*

Relieful bazinului se desfășoară între altitudini de cca. 1450 m și 85 m sub forma unui grandios amfiteatru, deschis spre nord - vest. 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 lărgește coborând treptat într-o întinsă zonă de subsidență.

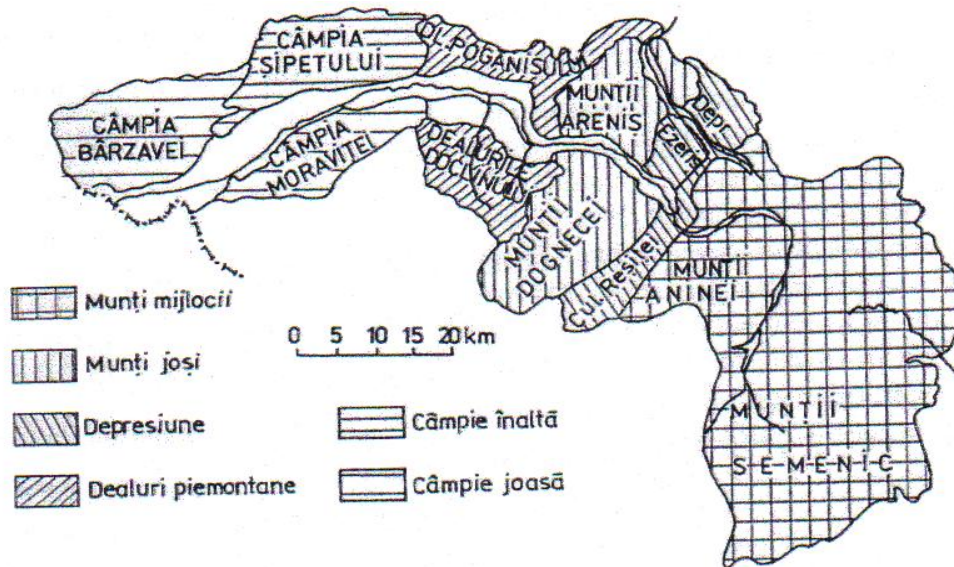


Figura 3.5 *Schița morfologică a Văii Bârzava* (Coteț, 1973)

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

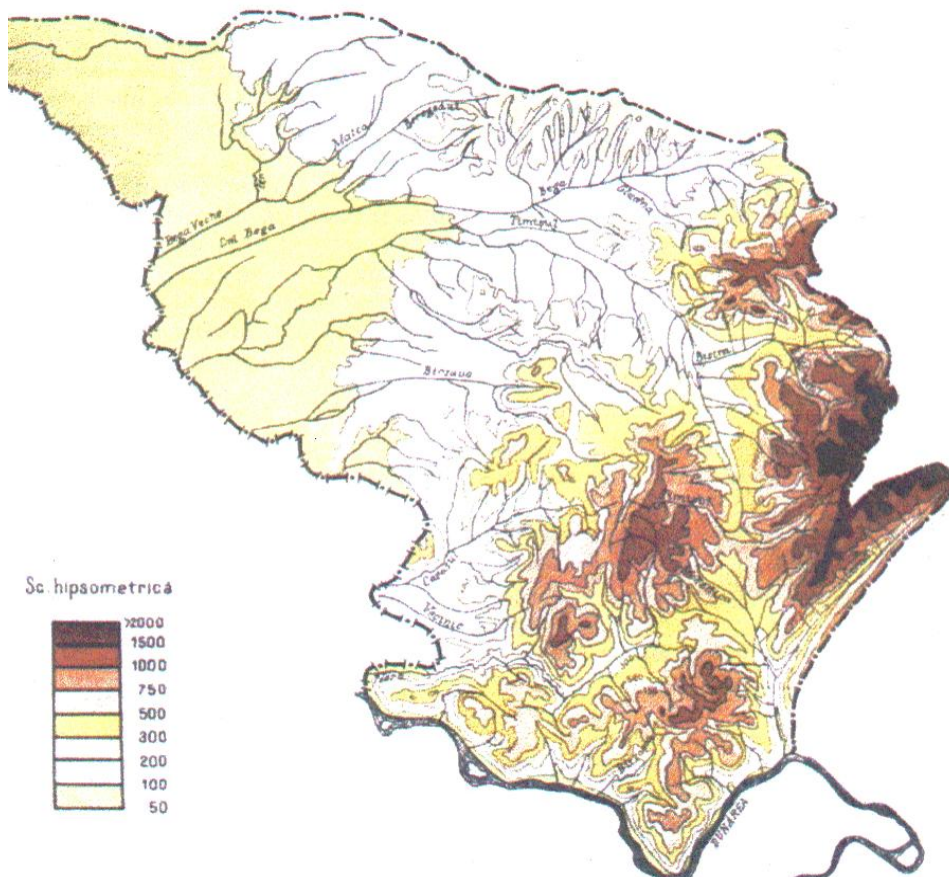


Figura 3.6 *Harta hipsometrică a Banatului* (Coteț P., 1973)

Munții Banatului, situați în sudul regiunii formează un ansamblu structural în jurul munților Semenici 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 Semenici, reprezintă un masiv bine individualizat mărginit de arii de depresiune și culoare 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 Dealurile Pogănișului sau Sacoșului, 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, Poneasca și Bârzava 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 Semenici (1446m), Piatra Goznei (1447m) și Poiana Nedeii (1437 m) acoperite cu pajiști.

Munții Semenici sunt constituiți predominant din șisturi cristaline mezometamorfice, alături de care apar masive eruptive granodioritice și banatite, peste care în vestul regiunii se așează transgresiv depozite sedimentare liasice și cretacice iar la est depozitele neogene ale culoarului Mehadia-Caransebeș.

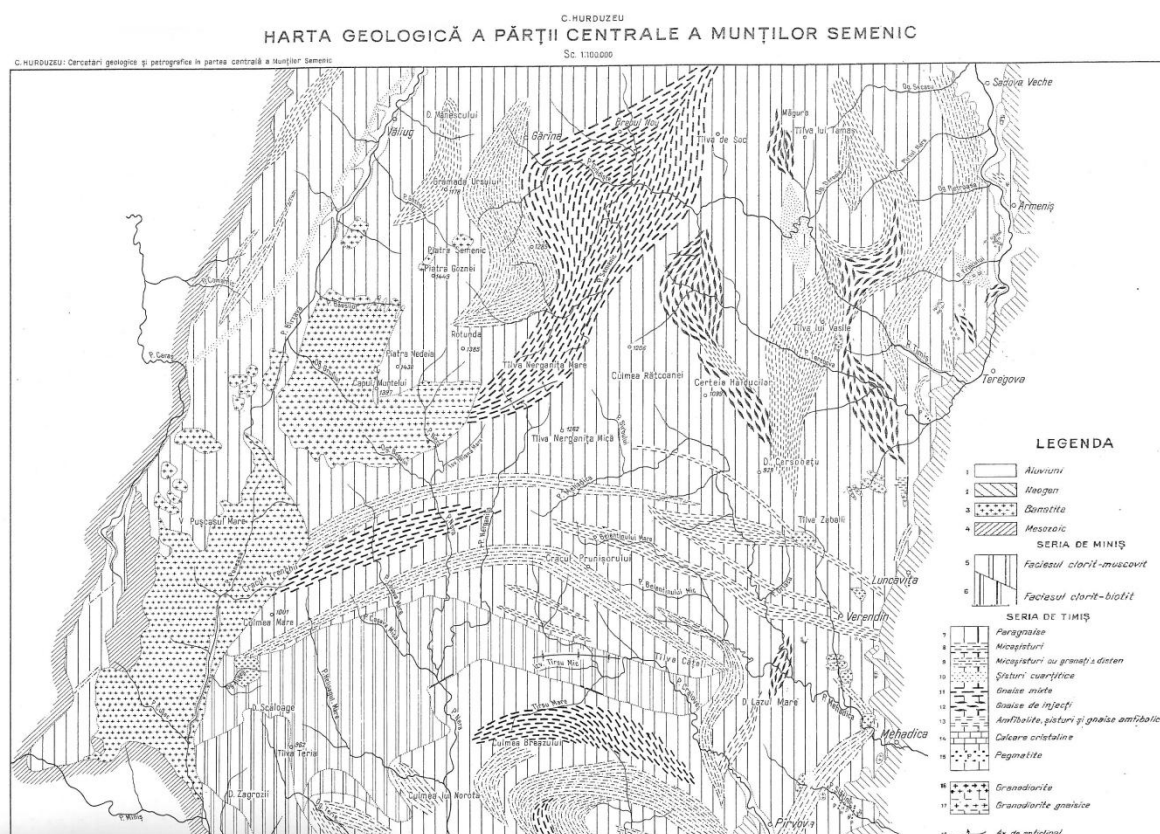


Figura 3.7 Harta geologică a Munților Semenici (după C. Hurduzeu, 1962)

Șisturile cristaline aparțin domeniului getic repartizate la seria de Miniș, cu facies mai ales epizonal și seria de Timiș cu facies mezozonal. Rocile din *seria Miniș* se pot separa în complexul muscovitic-cloritic și complexul biotit-cloritic.

Complexul muscovit-cloritic, reprezentat prin filite, șisturi cloritice, șisturi cuarțitice, șisturi amfibolice și micașisturi filitoase cu granat, apar în zona văilor Nera, Nergănița și la izvoarele Bârzavei.

Complexul biotit-cloritic apare la est de granodioritul de Poneasca, peste Poiana Murăscu și Tâlva Tăriei.

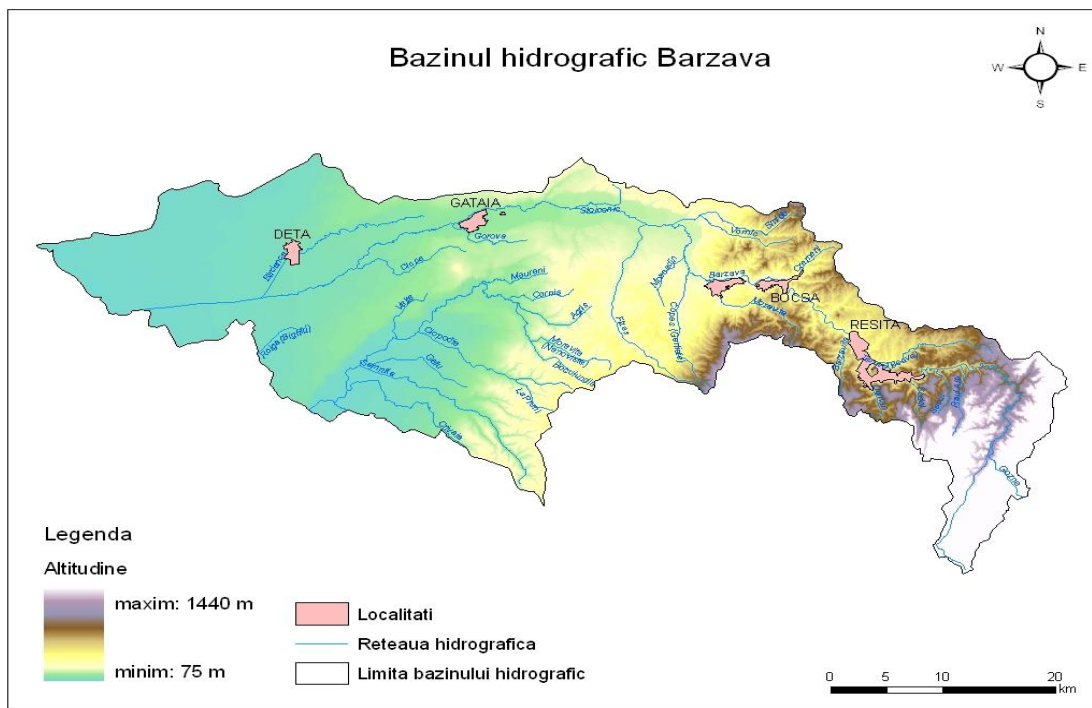


Figura 3.8 *Unitățile de relief din bazinul hidrografic Bârzava* (A.B.A.B, 2010)

Rocile din *seria de Timiș* au cea mai mare extindere și sunt constituite din micașisturi și paragneise, în care apar zone cu injecțiuni aplito-pegmatitice. Cele mai răspândite sunt micașisturile muscovito-biotitice, bogate în cuarț și plagioclaz. O zonă larg dezvoltată, de micașisturi cu granat apare în jurul Vârfului Semenic. În zona Vârfului Gozna, micașisturile sunt cu disten albastru și staurolit.

Paragneisele formează orizonturi separate pe zone întinse. Sub formă de intercalații între micașisturi și gnaise apar pe văile Craiova, Teregova, Timiș, Pietroasa, Mehadica, Slătinic. Altă zonă de paragneise cuarțitice pleacă din culmea munților peste ogașul Nerei și Nergăniței până la vest de Bârzava.

Granodioritele de Poneasca și Gruniu sunt în partea de vest a munților Semenic, în bazinul hidrografic al pârâului Poneasca și pe versantul drept al văii Bârzava sub Vârful Piatra Nedeii. Granodioritul este cu biotit sau muscovit.

Banatitele din estul Semenicului, sunt reprezentate de granodiorite, porfire granodioritice și porfirodioritice.

Intruziunile banatitelor s-au produs pe linii de minimă rezistență sau falii între Ogașul Clocotici și Certej.

În timpul cutărilor hercinice, depozitele sedimentare din partea estică s-au transformat în micașisturi și paragneise, iar în vest în roci cuarțitice cu intercalații de micașisturi.

Este de subliniat că rocile ce alcătuiesc masivul Semenic au un caracter acid, iar apele ce își au originea în “castelul de apă Semenic”, Timișul, Nera și Bârzava, sunt puternic influențate de aceste roci.

Munții Aninei situați în prelungirea vestică a Semenicului sunt cuprinși între râurile Bârzava la est și nord est, râurile Miniș și Nera la sud-est și sud 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.

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.

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 pleistocene.

Câmpia înaltă cu depozite fluvio – lacustre: 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 - Nițhidorf.

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 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 remaniate fluviatil.

Câmpiile joase cu depozite fluvio-lacustre. Câmpiile joase acoperite cu depozite fluvio - 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;

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 albiu, 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 sunt cele mai recente forme de relief, cu precădere holocene, a căror înfățișare a fost condiționată de modificările survenite în dinamica râurilor, de variații climatice 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 fluviale 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 relict, 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.

3.4. Hidrografia și hidrologia

Caracterul specific al regimului hidrologic al râurilor din bazinul hidrografic Bârzava este determinat de specificul climatic al Banatului sudic, rezultat al suprapunerii maselor de aer atlantic cu aerul mediteranean și adriatic, ceea ce generează caracterul moderat al temperaturilor, perioadele de încălzire din timpul iernii, începerea timpurie a primăverii, precum și cantitățile medii plurianuale de precipitații relativ ridicate (800-1400mm). La definirea caracterului regimului hidrologic concură în egală măsură și relieful, întrucât există un raport strâns de interdependență între altitudinea, gradul de împădurire, panta de scurgere, densitatea rețelei, constituția petrografică și valorile scurgerii. Relieful înalt constituie un baraj în calea maselor de aer umed, pe versantul expus înregistrându-se valori maxime ale precipitațiilor medii anuale care, la rândul lor, imprimă valori ridicate scurgerii medii.

Datorită succesiunii unor ani ploioși și încălzirilor bruște survenite primăvara în Munții Banatului, cantitățile excepționale de precipitații se suprapun cu topirea zăpezilor (stratul de zăpadă înregistrează grosimea medie multianuală cea mai mare din țară în Semenic), sunt generate viituri. În vederea reducerii efectelor distrugătoare ale apelor, s-au executat lucrări de regularizare și îndiguire a albiilor.

Bazinul hidrografic Bârzava face parte din Spațiul Hidrografic Banat prezentat în figura 3.9.

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.

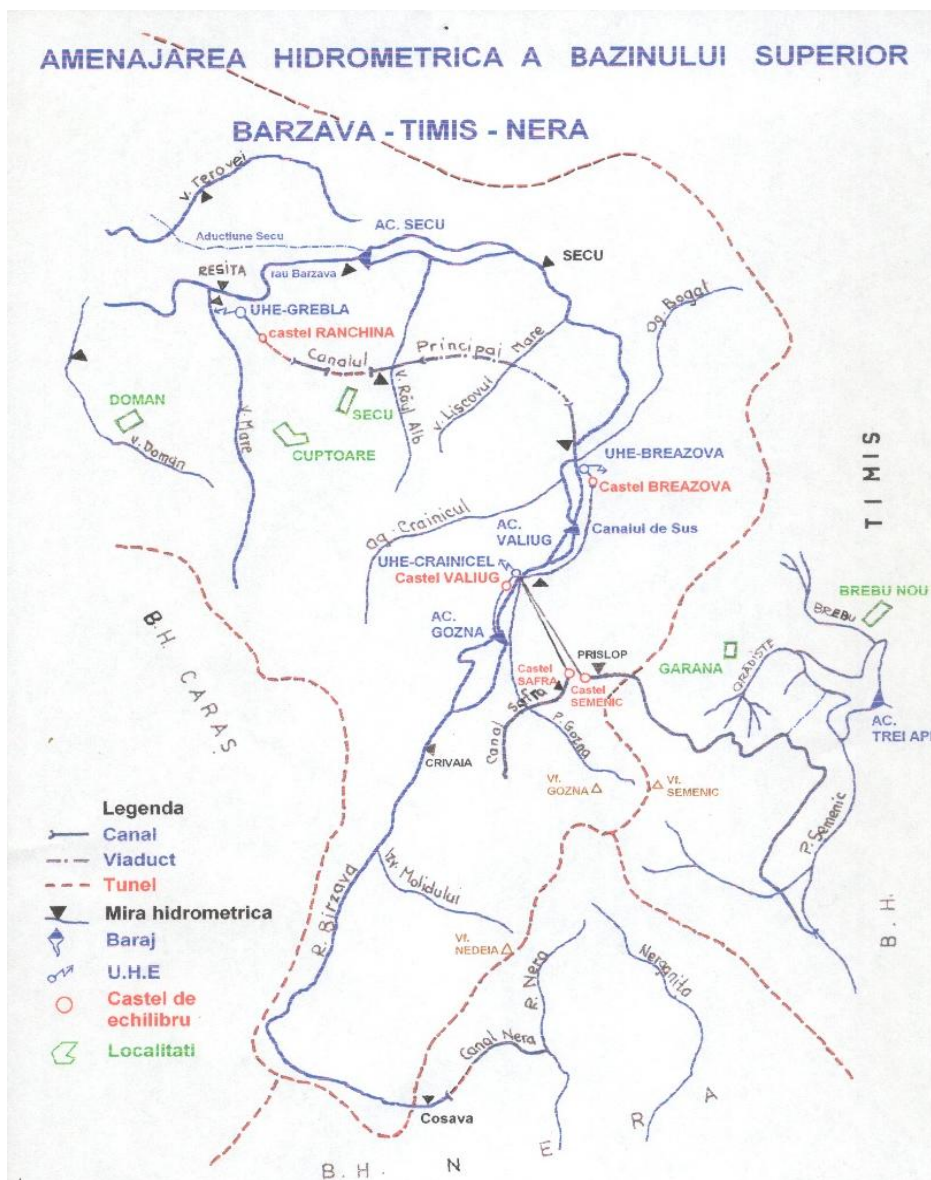


Figura 3.10 Amenajarea hidrometrică a bazinului (S.G.A. Caraș-Severin, 2005)

În cursul superior până la ieșirea din zona montană, valea Bârzavei este îngustă, cu pante ce depășesc 15m/km. În acest sector captează prin canalele Semenic și Zănoaga ape de pe 43 km² 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 bălțiri ceea ce a făcut necesară rectificarea și îndiguirea văii.

Pe stânga, Bârzava primește pe teritoriul iugoslav râul Moravița, 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.

Bârzava primește afluenți mici: Valea Mare, Valea Doman, Țerova, Fizeș, acesta din urmă curge pe un fost curs al râului principal. Inițial Bârzava curgea spre depresiunea mlaștinilor Alibunar (Serbia), împreună cu afluentul său Moravița, însă prin realizarea sistemului de desecare Terezia, cursurile inferioare ale acestor râuri se îndreaptă spre Timiș.

Este afluent al Timișului de gradul II și face parte din bazinul hidrografic Bega-Timiș-Caraș, subbazinul Timiș. Se varsă în Timiș pe teritoriul Iugoslaviei.

Ca și afluenți principali are:

- Moravița, cu o lungime de 14 km și o suprafață de 35 km²;
- Gârliște, cu o lungime de 15 km și o suprafață de 38 km²;
- Vornic, cu o lungime de 13 km și o suprafață de 45 km²;
- Fizeș, (care curge pe un fost curs al râului principal) cu o lungime de 26 km și o suprafață de 74 km². (după S.G.A Caraș-Severin, 2005).

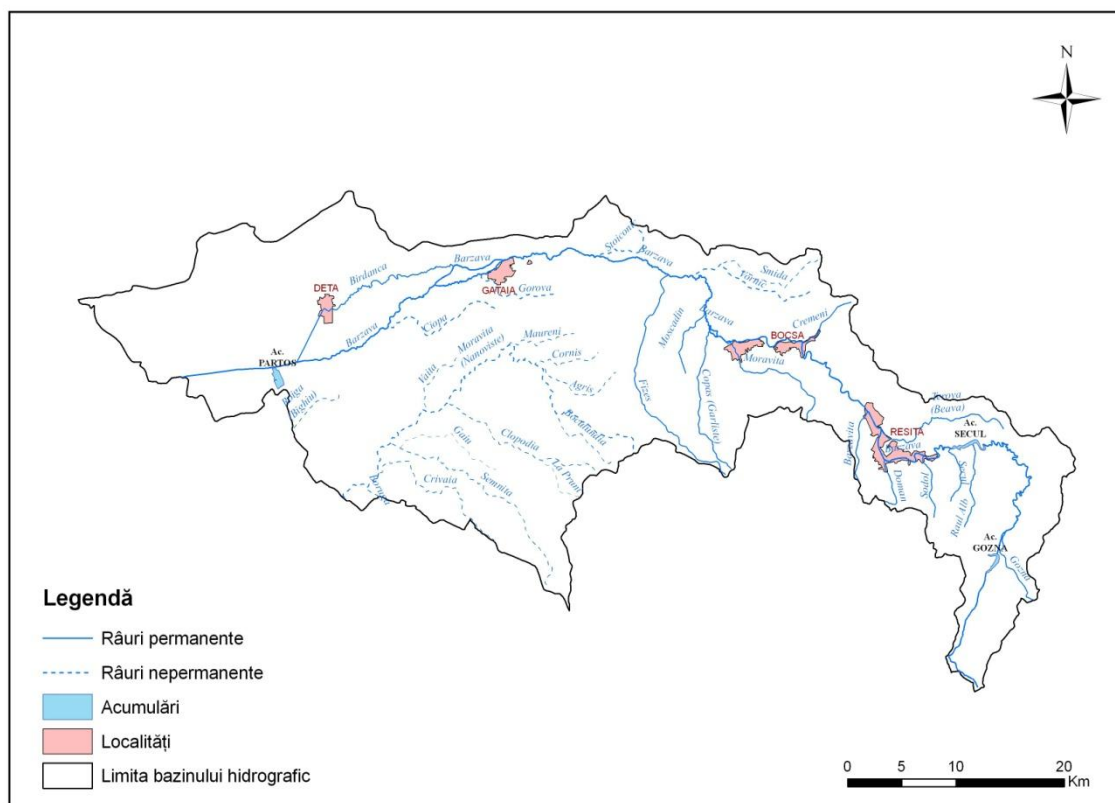


Figura 3.11 *Prezentarea bazinului hidrografic Bârzava* (Administrația Bazinală de Apă Banat, 2010)

În bazinul hidrografic Bârzava scurgerea medie multianuală are valori cuprinse între 1 l/s/km² și 40 l/s/km².

Tabel 3.1 *Caracteristicile regimului hidrologic* (după Planul de management al Spațiului Hidrografic Banat, 2009)

Nr.crt	Râul	Stația hidrometrică	Lungimea tronsonului râului (km)	Debit mediu multian. (m ³ /s)	Debitul lunar cu asigurarea			Qm/QM
					(m ³ /s)			
					80%	90%	95%	
1	Bârzava	Crivaia	36,0	0,994	0,20	0,19	0,135	1/131,15
2	Bârzava	Moniom	78,5	3,85	1,000	0,960	0,860	1/84,91
3	Bârzava	Gătaia	119,0	5,16	1,300	1,050	0,930	1/105,50
4	Bârzava	Partoș	145,0	5,74	1,350	1,090	1,040	1/71,43

Lacurile ocupă un loc important în hidrografia bazinului, predominând cele de natură antropică, efect al dezvoltării economico-sociale a așezărilor, al necesarului tot mai sporit de apă potabilă și industrială, al adăugării funcției de agrement.

Lacul crio-naval Baia Vulturilor, de mică întindere, din platoul Semenic a stat în atenția specialiștilor, fiind lac natural, carstic.

Lacurile antropice (de baraj) au apărut odată cu dezvoltarea industrială, ulterior, pentru producerea energiei electrice, alimentarea cu apă potabilă și industrială a municipiului Reșița și a altor centre, folosințe piscicole și atenuarea undei de viitură.

Cele mai importante lacuri rămân însă cele din cadrul amenajărilor hidrotehnice de pe cursurile Bârzavei și Timișului superior, legate între ele prin sistemul de derivații și canale colectoare ale tuturor apelor din Munții Semenicului. Funcțiile acestor lacuri sunt multiple: alimentarea cu apă potabilă și industrială a municipiului Reșița, producerea de energie electrică (în salba de centrale hidroelectrice: Breazova - Crăinicel, Grebla), agrement, piscicultura și atenuarea undelor de viitură. Pe Bârzava se succed, din amonte de localitatea Văliug până în apropierea Reșiței, lacurile Gozna, Văliug și Secu. Denumirile lacurilor care se succed pe Bârzava sunt folosite în unele lucrări și de către localnici ca: Văliug, Breazova, Secu, iar în evidența Cadastrului Apelor Romane și în hărțile topografice 1:50000, sunt date denumirile de: Gozna, Văliug și Secu.

Lacul de acumulare Gozna, pus în funcțiune în anul 1953, are o suprafață de 66,2 ha și un volum de apă de 11997000 mc, fiind folosit pentru hidrocentralele Crăinicel și Grebla și ca bazin piscicol în cadrul complexului turistic Crivaia.

Lacul de acumulare Văliug funcționează din anul 1909 în scop hidroenergetic și pentru alimentare cu apă. Are o suprafață de 12,6 ha și un volum de 1130000 mc.

Lacul de acumulare Secu construit în anul 1963, cu o suprafață de 105,67 ha și un volum de 15132000 mc, servește la alimentarea cu apă, apărarea municipiului Reșița împotriva inundațiilor, având și rol de agrement în cadrul stațiunii turistice Secu.

Lacuri antropice de dimensiuni mici, destinate industriei și cu funcții de agrement, mai există în vecinătatea orașului Bocșa: lacurile Hârtoape și Medreș.

Lacuri de interes piscicol sunt păstrăvăriile de la Semenic (0,65 ha) pe Bârzava superioară

3.5. Hidrogeologia

În ceea ce privește rețeaua hidrogeologică, din analiza secțiunilor hidrogeologice obținute pe baza forajelor executate, se poate urmări variația litologică a freaticului la diferite adâncimi și extinderea pe orizontală și verticală a stratelor acvifere. Acestea sunt favorizate de întinsele suprafețe calcaroase care au generat drenaje cu consecințe în dezorganizarea rețelei hidrografice de suprafață și au condus la apariția unor sisteme carstice importante.

Modul de manifestare a apelor subterane din bazinul hidrografic Bârzava este o rezultată a condițiilor climatice, morfologice, hidrologice și, în special, a condițiilor litologice, ceea ce explică dinamica apelor freatice și valorile principalilor parametri hidrologici - mai mare spre rama montană și mai mică spre zonele joase.

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 (Bârzava) 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 (0,5-3,0m) și au o scurgere foarte lentă, chiar stagnante, ceea ce determină o încărcare a lor cu săruri provocând salinizarea solurilor.

În Munții Semenic circulația apelor freatică este intensă, iar debitele specifice subterane variază în jur de 2-5 l/s/km².

Râul Bârzava drenează fluxul subteran până la Deta. În sectorul inferior, apele râului cu nivel freatic intră în echilibru sau îl alimentează parțial. Interferența dintre apele freatică și apa râului Bârzava se extinde de obicei numai în limitele câmpiei joase, de subsidență și în luncă. În fazele de ape mari, Bârzava alimentează orizontul freatic, mai evident atunci când viiturile se produc într-o perioadă de niveluri coborâte ale suprafeței piezometrice. Pe interfluvii și în special în câmpie, sursa principală (96%) o constituie apa din precipitațiile infiltrate.

Zona de alimentare indirectă a stratului freatic prin deversarea fluxului subteran din părțile mai înalte ale câmpiei, se poate delimita în sectoarele de contact dintre câmpia piemontană și cea joasă, pe următorul aliniament: Liebling - Voiteg - Deta. Pentru acest aliniament se mențin suprafețe cu exces de umiditate. În sectoarele de subsidență apele freatică sunt mai apropiate de suprafața terenului (0,5 - 3 m) și au o scurgere foarte lentă sau stagnează. Regimul lor este puternic influențat de lucrările de îndiguire și desecări. În aceste condiții apar salsodisolurile, iar calitatea apelor se înrăutățește.

Apele de adâncime, cu caracter ascensional sau artezian, sunt răspândite în regiunile sedimentare ale văii Bârzavei. Zona cu ape dulci, carbonatate, dintre izvoarele Bârzavei și localitatea Bocșa coincide cu zona de alimentare a apelor de adâncime. Această zonă hidrochimică se întinde și la suprafață, însă are un rol deosebit în îndulcirea orizonturilor de ape de adâncime.

Zona montană cu straturi acvifere specifice cumpenelor cu strate cutate, prezintă acumulări locale de ape captive cu o direcție de înclinare generală a orizonturilor acvifere est - vest. Aceste ape de adâncime sunt utilizate îndeosebi pentru alimentarea cu apă potabilă a orașului Bocșa, constituind adevărate lacuri subterane.

Între Bocșa și granița cu Serbia, de-a lungul văii Bârzavei, suprapunându-se raionului depresionar de subsidență mezocainozoică, necutat sau slab cutat, apele de adâncime sunt dulci, carbonatate, sulfurate, alcaline sau sărate.

La nivelul orașului Bocșa, au fost efectuate foraje de adâncime, aparținând de gospodăriile comunale și foraje de adâncime din patrimoniul CNAR - Direcția Apelor Banat, având drept scop aprecierea calității apei în stratul de adâncime. Din măsurători rezultă că toți indicatorii au avut valori ale concentrațiilor mai mici decât limitele admise, conform STAS 1342/91, cu excepția indicatorului amoniac. Astfel, la un foraj de pe raza localității Bocșa, aparținând de gospodăria comunală, acesta a avut o valoare de 0,9 mg/l. Față de această situație este necesară monitorizarea calității apei subterane și aplicarea de măsuri pentru reducerea și sistarea poluării. Apa din primul strat freatic (din fântâni) este folosită pentru băut și nevoi gospodărești de circa 80%

din populație, sistemul de alimentare cu apă nefiind destul de dezvoltat pentru a face față consumului rural (după SGA Caraș-Severin).

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

Table 3.2 *Repartiția terenurilor agricole în funcție de adâncimea apei pedofreatice (OSPA Timișoara)*

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

3.6. Caractere climatice

Pentru analiza și exemplificarea proceselor și factorilor climatici s-au folosit datele de la :

- stația meteorologică Banloc - altitudine de 83 m
- stația meteorologică Reșița – altitudinea 279 m;
- stația meteorologică Semenic – altitudinea 1432 m

Romania este situata în partea de sud est a Europei, fiind cuprinsă între coordonatele 43°37' și 48°15' latitudine N și între 20°15' și 29°41' longitudine E.

Datorită poziției geografice a României, regimul radiației solare care condiționează toate procesele fizice ce au loc în atmosferă, sunt moderate, situând țara noastră în tipul de climat temperat-continental de tranziție.

3.6.1 Temperatura aerului

Sursa principală de căldură pe Pământ și pentru aerul atmosferic ce îl înconjoară este radiația solară.

Ținând seama de neomogenitatea suprafeței terestre și de repartiția diferențiată a radiației solare, se poate afirma că temperatura nu este o mărime constantă, ea prezentând două feluri de variații:

- variații periodice zilnice și anuale;
- variații accidentale sau neregulate.

Transmiterea căldurii în atmosferă este determinată de o serie de procese, dintre care mai importante sunt: conductibilitatea calorică moleculară, advecția, convecția termică și dinamică, turbulentă.

Turbulența, advecția și convecția joacă un rol important în încălzirea aerului. Stratul de aer din imediata vecinătate a suprafeței terestre, suferă mari schimburi de temperatură, care se atenuază pe măsură ce altitudinea crește.

Temperatura medie anuală

Temperatura medie anuală are în perimetrul studiat în prezenta lucrare o distribuție normală, caracterizată prin scăderea valorilor termice din luna august până în luna ianuarie (luna cu temperaturile medii cele mai coborâte), creșterea temperaturii din februarie și până în iulie (luna cu temperaturile medii cele mai ridicate) și prin scăderea valorilor termice o dată cu creșterea altitudinii.

Distribuția temperaturii cu altitudinea este și ea în limitele normalului, acest lucru observându-se și din valorile temperaturii medii multianuale ale aerului. Astfel, la Banloc - la altitudinea de 83 m, temperatura medie multianuala este de 11,6°C, la Reșița de 11,1°C – la amplitudinea de 279 m , în timp ce la stația Semenic , la altitudinea de 1432 m, aceasta are valoarea de 4,5°C.

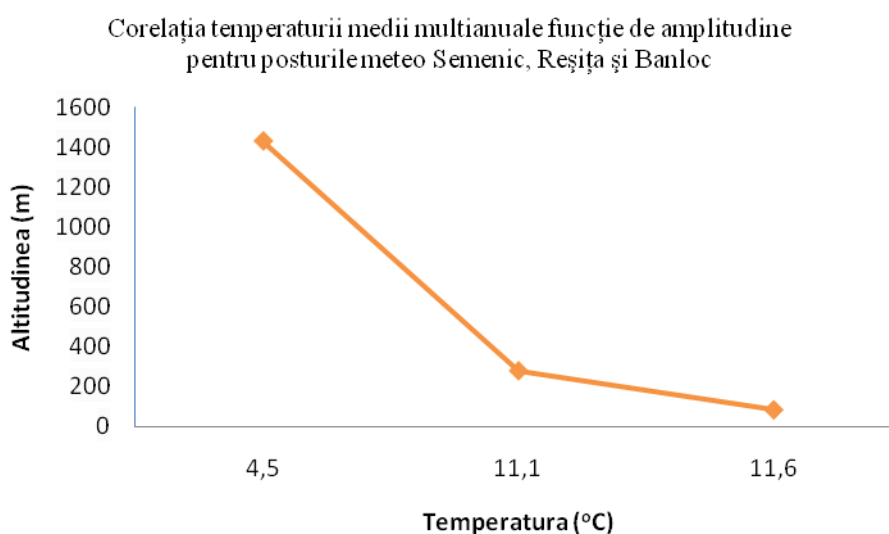


Figura 3.12 Corelația temperaturii funcție de amplitudine

Stația Semenic

Pentru zona muntoasă din cadrul bazinului sunt prezentate temperaturile medii anuale înregistrate la stația Semenic, amplasată la altitudinea de 1432, în perioada 2000 – 2009:

Tabel 3.3 (Date prelucrate după Centrul Meteorologic Regional Banat Crișana, 2010)

Anul	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Temperatura medie anuală	5,1	4,2	5,1	4,2	3,9	3,4	4,2	5,3	4,7	5,0

a căror repartiție lunară este:

Tabel 3.4 (Date prelucrate după Centrul Meteorologic Regional Banat Crișana, 2010)

Temperatura medie lunară și anuală la stația Semenic în perioada 2000-2009												
Anul	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Media	-5,0	-4,7	-1,7	3,7	9,3	12,1	14,1	14,2	8,9	5,4	0,9	-3,2

Variația temperaturii anuale-Stația Semenic

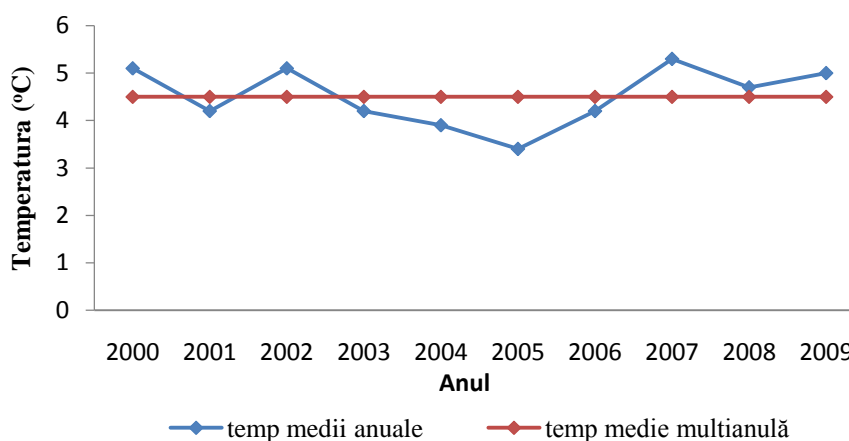


Figura 3.13 *Variația temperaturilor la stația Semenic*

Comparativ cu temperatura medie multianuală calculată în urma analizei valorilor în 10 de ani de observații meteorologice (2000-2009), valoarea este de 4,5°C pentru stația Semenic, valorile înscrise în tabelul 3.3, scot în evidență faptul că începând cu anul 2000, urmând anul 2002 și din anul 2006 până în prezent temperaturile medii anuale au fost mai ridicate sau aproximativ egale cu temperatura medie multianuală, cu un ecart maxim de până la 1,0°C, iar în ani de observație 2003 – 2005 temperaturile medii anuale au fost mai coborâte decât temperatura medie multianuală cu valori cuprinse între -0,3°C și -1,1°C.

Variațiile accidentale neperiodice ale temperaturii aerului se datoresc invaziilor maselor de aer reci sau calde. Cu această ocazie, se produc perturbații și în evoluția celorlalte elemente meteorologice (presiune, vânt, nebulozitate, fenomene meteo, etc.). Aceste perturbații nu prezintă regularitate în apariții, astfel că și variațiile imprimite temperaturii aerului au un caracter accidental.

În urma analizei temperaturilor medii lunare și anuale înregistrate la stația Semenic în intervalul 2000-2009 (valori înscrise în tabelul 3.4) se pot observa următoarele aspecte: temperatura medie anuală cea mai ridicată a fost de 5,3°C și s-a înregistrat în anul 2007, iar temperatura medie anuală cea mai scăzută a fost de 3,4°C și s-a înregistrat în anul 2005.

Stația Reșița

Temperaturile medii anuale înregistrate la stația Reșița, în perioada 2000 – 2009 sunt:

Tabel 3.5 (Date prelucrate după Centrul Meteorologic Regional Banat Crișana, 2010)

Anul	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Temperatura medie anuală	12	10,9	11,7	10,6	10,5	9,7	10,5	11,6	11,7	11,5

a căror repartiție lunară este:

Tabel 3.6 (Date prelucrate după Centrul Meteorologic Regional Banat Crișana, 2010)

Temperatura medie lunară și anuală la stația Reșița în perioada 2000-2009												
Anul	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Media	0	1,8	6,3	11,5	16,4	19,3	21,2	20,9	15,3	11,5	6,9	1,8

Variația temperaturii anuale Stația Reșița

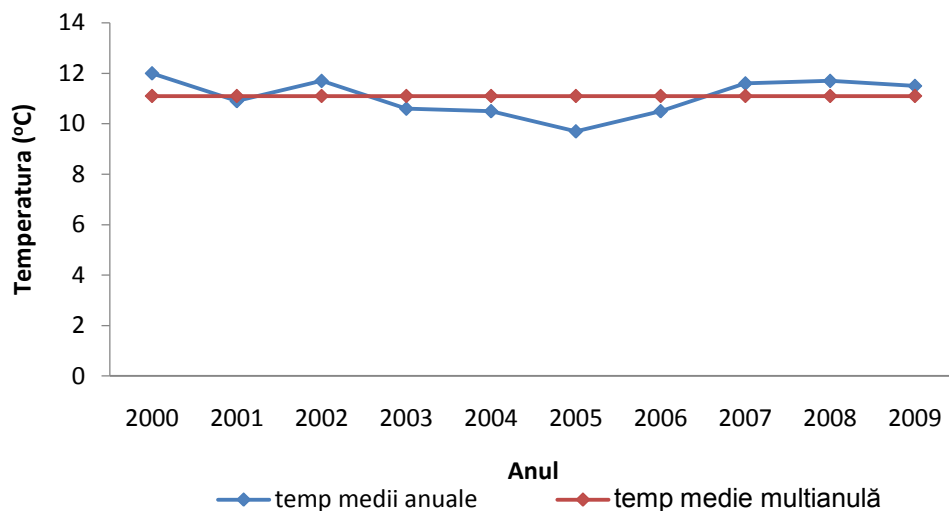


Figura 3.14 *Variația temperaturilor la stația Reșița*

Comparativ cu temperatura medie multianuală calculată, care este de 11,1°C pentru stația Reșița, valorile înscrise în tabelul 3.5, scot în evidență faptul că începând în anii 2000, 2002 și din anul 2007 până în prezent temperaturile medii anuale au fost mai ridicate sau aproximativ egale cu temperatura medie multianuală, cu un ecart maxim de până la 0,9°C, iar în ani de observație 2003 – 2006 temperaturile medii anuale au fost mai coborâte decât temperatura medie multianuala cu valori cuprinse între -0,2°C și -1,4°C.

În urma analizei temperaturilor medii lunare și anuale înregistrate la stația Reșița în intervalul 2000-2009 (valori înscrise în tabelul 3.6) se pot observa următoarele aspecte: temperatura medie anuală cea mai ridicată a fost de 12°C și s-a înregistrat în anul 2000, iar temperatura medie anuală cea mai scăzută a fost de 9,7°C și s-a înregistrat în anul 2005.

Stația Banloc

Temperaturile medii anuale înregistrate la stația Banloc, în perioada 2000 – 2009 sunt:

Tabel 3.7 (Date prelucrate după Centrul Meteorologic Regional Banat Crișana, 2010)

Anul	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Temperatura medie anuală	12,5	11,3	12,2	11	11,1	10,3	11,2	12,2	12,2	12

Variația temperaturii anuale Stația Banloc

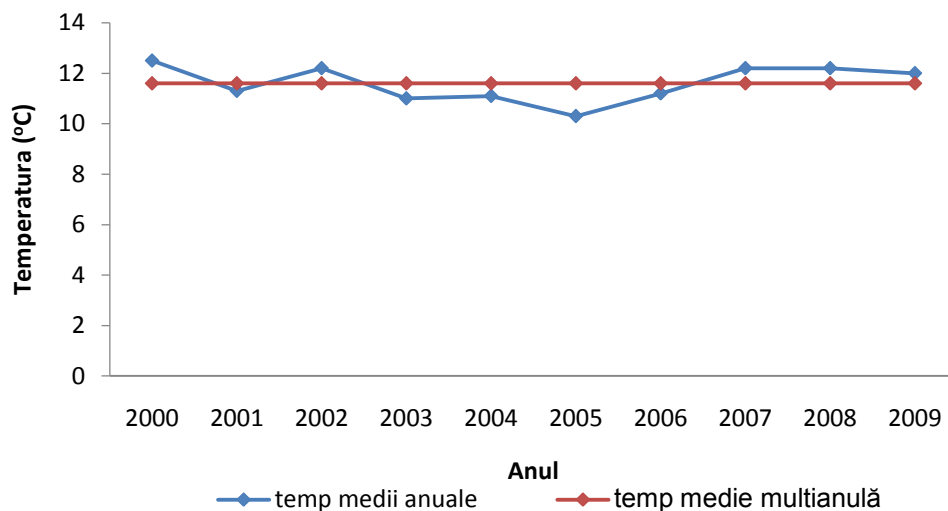


Figura 3.15 Variația temperaturilor la stația Banloc

a căror repartiție lunară este:

Tabel 3.8 (Date prelucrate după Centrul Meteorologic Regional Banat Crișana, 2010)

Temperatura medie lunară și anuală la stația Banloc în perioada 2000-2009												
Anul	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Media	-0,3	1,4	6,4	12,1	17,6	20,7	22,6	22,2	16,4	11,9	6,6	1,6

Comparativ cu temperatura medie multianuală calculată, care este de 11,6°C pentru stația Banloc, valorile înscrise în tabelul 3.7, scot în evidență faptul că în anii 2000, 2002 și din anul 2007 până în prezent temperaturile medii anuale au fost mai ridicate sau aproximativ egale cu temperatura medie multianuală, cu un ecart maxim de până la 0,9°C, iar în ani de observație 2003 – 2006 temperaturile medii anuale au fost mai coborâte decât temperatura medie multianuala cu valori cuprinse între -0,3°C și -1,3°C.

În urma analizei temperaturilor medii lunare și anuale înregistrate la stația Banloc în intervalul 2000-2009 (valori înscrise în tabelul 3.8) se pot observa următoarele aspecte: temperatura medie anuală cea mai ridicată a fost de 12,5°C și s-a înregistrat în anul 2000, iar temperatura medie anuală cea mai scăzută a fost de 10,3°C și s-a înregistrat în anul 2005.

3.6.2. Regimul precipitațiilor atmosferice

Precipitațiile reprezintă un fenomen meteorologic discontinuu în spațiu și timp. Repartiția lor la suprafața pământului depind de latitudinea geografică, natura suprafeței active subiacente, orografia și circulația atmosferică.

Cantitățile medii anuale de precipitații

Precipitațiile atmosferice anuale prezintă o evoluție caracterizată prin creșterea cantităților de apă din februarie până în iunie și descreșterea lor din iunie până în februarie.

La stația Semenik au fost înregistrate următoarele precipitații:

Tabel 3.9 Cantitatea lunară și anuală de precipitații (l/m^2) la Semenik (2000-2009)

AN	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	An
2000	142,4	41,4	93,7	125,4	74,8	11,9	115,6	41,5	96,5	7,9	31,8	74,7	857,6
2001	47,9	76,7	111,3	138,7	75,9	254,3	131,4	33,9	360,4	41,3	96	62,6	1430,4
2002	59,5	30	37,1	40,4	112,4	104,4	188,2	200,9	112,4	111,3	54,1	51,8	1102,5
2003	99,6	28,1	19,1	76	153,9	32,5	138,6	34,8	103,9	129,7	22,9	26,8	865,9
2004	119,1	76,3	34,2	60	89,1	57,8	110,6	168,4	84,6	59,3	140	44	1043,4
2005	103,4	92,2	53,5	146,3	196,9	126	174,4	183,9	93,4	46,8	63,8	104,1	1384,7
2006	43,3	76,4	86,6	98,4	145,3	161	129,4	422,8	31	26,6	43,2	29,2	1293,2
2007	104,8	79,8	82,9	6,1	188,8	162,6	59,6	141,6	188	103	91,3	35	1243,5
2008	92,2	23,5	103,7	71,6	107,6	106,8	165,2	37,8	139,9	113,3	107,7	115,2	1184,5
2009	55,3	92,1	135,8	18,2	64,6	194,4	162,2	78,2	22,8	125	181	81,3	1210,9
Media	86,8	61,7	75,8	78,1	120,9	121,2	137,5	134,4	123,3	76,4	83,2	62,5	1161,7
Max	142,4	92,2	135,8	146,3	196,9	254,3	188,2	422,8	360,4	129,7	181	115,2	1430,4
Min	43,3	23,5	34,2	6,1	64,6	11,9	59,6	33,9	22,8	7,9	22,9	26,8	857,6

Variația precipitațiilor medii anuale Stația Semenik

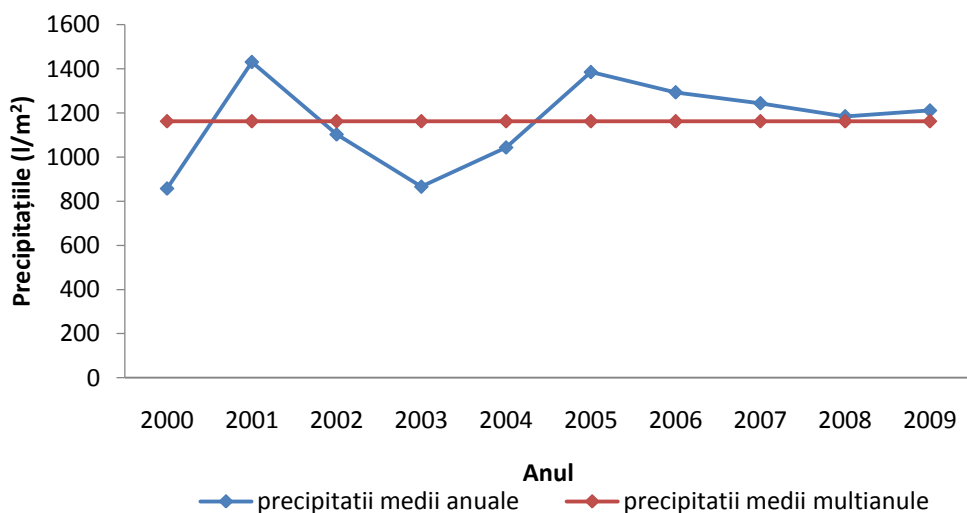


Figura 3.16 Variația precipitațiilor la stația Semenik

Din analiza tabelului 3.9 reiese faptul că cea mai mare cantitate de precipitații în cursul unui an a fost de $1430,4 l/m^2$ și s-a înregistrat în anul 2001, iar cea mai mică a fost de $857,6 l/m^2$ și s-a înregistrat în anul 2000.

Totodată, din analiza celor 10 ani de observații, rezultă că cea mai mare cantitate de precipitații s-a înregistrat în luna august 2006 de $422,8 l/m^2$, iar cea mai mică în luna aprilie 2007 de $6,1 l/m^2$.

La stația Reșița, pe râul Bârzava au fost înregistrate următoarele precipitații anuale, observându-se că anul cel mai bogat în precipitații a fost anul 2005, valoarea fiind de $1100,5$

l/m² și cu o maximă lunară de 205,3 l/m² înregistrată în luna aprilie, iar cel mai deficitar, anul 2000, cu o valoare de 443 l/m², minima lunară fiind tot în acest an de 1 l/m² în luna octombrie.

Tabel 3.10 Cantitatea lunară și anuală de precipitații (l/m²) la Reșița (2000-2009)
(după Centrul Meteorologic Regional Banat Crișana, 2010)

AN	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	An
2000	51,1	21,2	58,5	73,8	54,1	12,3	25,2	31,2	62,5	1	14,3	37,8	443
2001	37,7	34,4	63,5	113,4	79,3	198,7	53,9	39,6	183,6	28,4	65,2	32,2	929,9
2002	16,4	10,8	12,3	30,7	37,2	109,6	133,2	102,5	70,1	70,1	44	72,8	709,7
2003	76	16,1	7,7	51,7	85,6	17,4	157,2	11,4	90,9	156,8	27,4	23	721,2
2004	112,5	60,9	20,9	71,6	70,4	49,2	104,2	50,2	65,4	56,2	129,3	45,3	836,1
2005	48,3	72,2	38	205,3	121,2	78,7	122,6	181	77,6	34,6	32,1	88,9	1100,5
2006	26,7	52,7	59,9	139,2	67,8	128,6	63	188,1	12,2	14,4	47,2	30,8	830,6
2007	80,5	74,6	79,7	13,2	131,8	98,2	31,8	72,7	116,8	92,2	75,8	36,3	903,6
2008	51,4	23,3	102,6	81,6	78	78,4	70,6	45,8	73,8	64,8	82,5	83	835,8
2009	52,7	95,6	52,8	19,1	40	154,8	61,6	53,8	6	125,8	87,9	92,5	842,6
Media	55,33	46,18	49,6	80,0	76,5	92,6	82,3	77,6	75,9	64,4	60,6	54,3	815,3
Max	112,5	95,6	102,6	205,3	131,8	198,7	157,2	188,1	183,6	156,8	129,3	92,5	1100,5
Min	16,4	10,8	7,7	13,2	37,2	12,3	25,2	11,4	6	1	14,3	23	443

Variația precipitațiilor medii anuale Stația Reșița

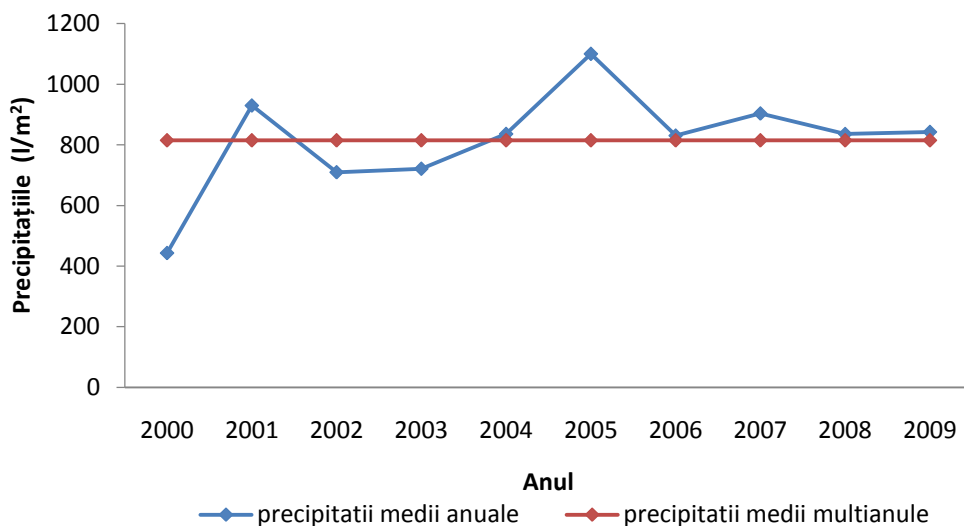


Figura 3.17 Variația precipitațiilor la stația Reșița

Din analiza tabelului 3.11 reiese faptul că cea mai mare cantitate de precipitații în cursul unui an la stația meteorologică de la Banloc a fost de 915,2 l/m² și s-a înregistrat în anul 2005, iar cea mai mică a fost de 297,3 l/m² și s-a înregistrat în anul 2000.

Tabel 3.11 Cantitatea lunară și anuală de precipitații (l/m²) la Banloc (2000-2009)

AN	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	An
2000	23,6	10,3	45,4	33	42,2	33,1	29	6,1	33,3	2,8	12,4	26,1	297,3
2001	22,3	31,1	45,7	110	40,9	149,6	51,4	25,2	155,5	23,5	64,3	13,7	733,2
2002	5,7	10,9	7,7	16,2	47,1	74,6	118,9	128,4	49,4	57,9	28,9	68,8	614,5
2003	56,9	19,1	7,7	31,6	51,8	47,2	85,6	18,6	67,6	117	32,7	20,2	556
2004	55,5	35	19	44,2	34,7	43,8	61	84,5	33,4	44	126	49,4	630,5
2005	37,3	76	27,9	105,9	32,9	54,8	160,4	253,9	53,3	16,3	12,3	84,2	915,2
2006	23,6	38,6	64,7	77,3	34,6	102,3	15,5	133,9	9	16,8	27,2	31,4	574,9
2007	39,9	77,4	64	0,4	66,6	56,4	22,3	83,3	65,2	79	85,5	23,4	663,4
2008	21,9	8,7	56,8	58,9	57,2	72,6	21,9	29,9	54,8	13,8	55,1	59,4	511
2009	42,9	38,6	50,8	8,8	42,7	115,6	115,2	56,9	0	87,2	97,8	86	742,5
Media	33,0	34,6	39,0	48,6	45,1	75,0	68,1	82,1	52,2	45,8	54,2	46,3	623,9
Max	56,9	77,4	64,7	110	66,6	149,6	160,4	253,9	155,5	117	126	86	915,2
Min	5,7	8,7	7,7	0,4	32,9	33,1	15,5	6,1	0	2,8	12,3	13,7	297,3

Totodată, din analiza celor 10 ani de observații, rezultă că cea mai mică cantitate de precipitații s-a înregistrat în luna septembrie a anului 2009, iar cea mai mare în luna august 2005 de 253,9 l/m².

Variația precipitațiilor medii anuale Stația Banloc

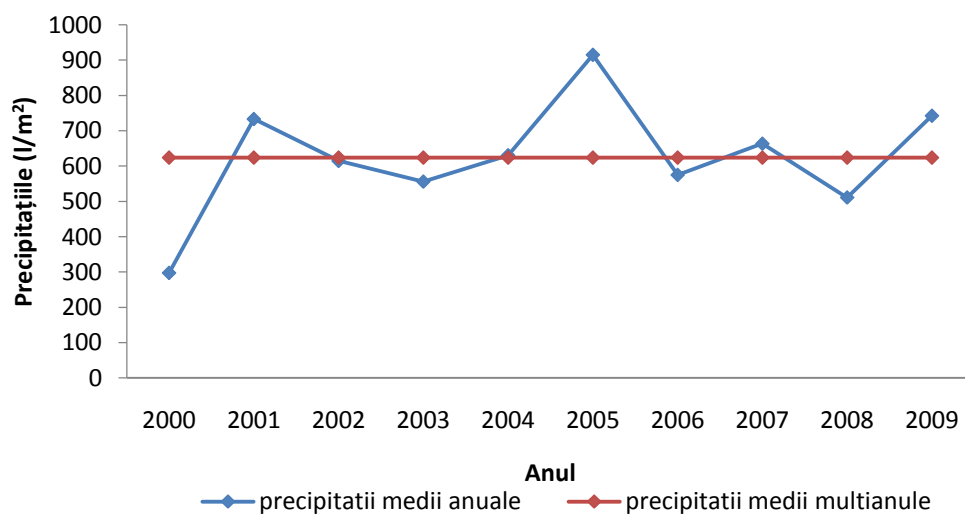


Figura 3.18 Variația precipitațiilor la stația Banloc

Analizând mai în amănunt modul de distribuire a precipitațiilor pe teritoriu, se observă nu numai o scădere a acestora de la sud la nord, în raport direct cu coborârea generală a reliefului, dar și o reducere de la est la vest, în funcție de condițiile locale ale reliefului și de deplasările aerului.

În luna noiembrie, acționează depresiunile mediteraneene, dar advecția aerului continental din nord favorizează producerea inversiunilor termice, așa încât precipitațiile sunt mai reduse. În luna decembrie, acționează fronturile atmosferice aferente depresiunilor mediteraneene. În luna ianuarie, frecvența mare a inversiunilor de temperatură determină cantități reduse de precipitații.

Variația precipitațiilor medii anuale la cele 3 stații de monitorizare

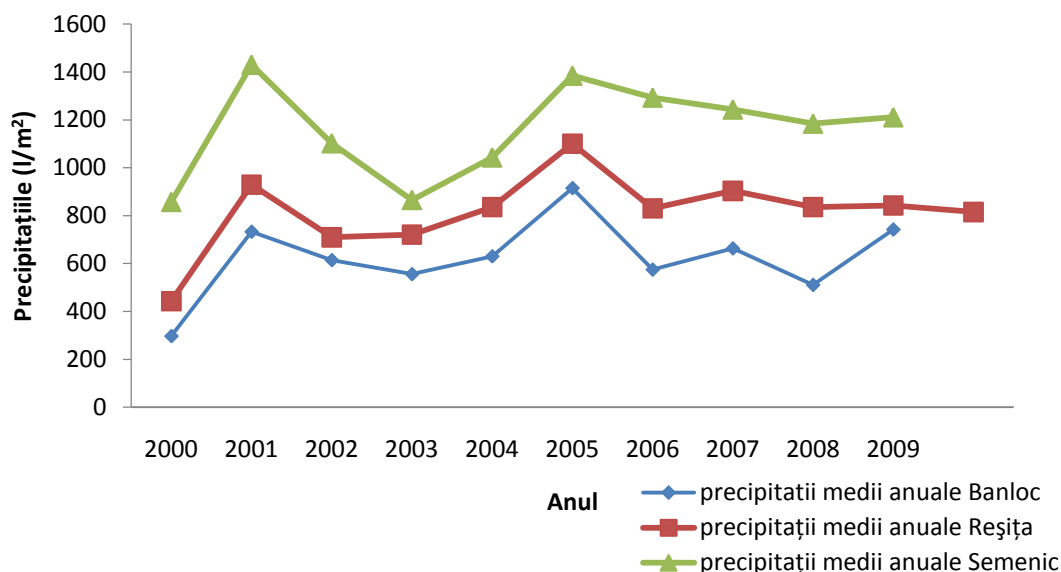


Figura 3.19 *Reprezentarea grafică a variației precipitațiilor medii anuale a stațiilor de monitorizare analizate*

3.6.3 Regimul vânturilor

Frecvența anuală a vânturilor pe anumite direcții prezintă unele deosebiri condiționate de caracterul circulației generale și de relief.

Pe platforma Semenic în cea mai mare parte a anului domină vânturile din sud, sud-est și nord, nord-vest.

Pe pantele Muntelui Semenicului, cât și în regiunile depresionare, vara, pe timp frumos, sunt frecvente brizele de munte sau vale.

În zona de câmpie direcția dominantă a vânturilor este din sectorul vestic și estic remarcându-se, ca amplitudine, slaba frecvență a vânturilor din sud și nord. Caracteristic este vântul Coșava, deosebit de intens în sectorul vestic cu direcție SE-NV.

3.7. 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 (Coste, 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 pajiști de *Juncus trifidus* și *Carex curvula* între care se intercalează tufișuri scunde primare de *Loiseleuris procumbens*, *Empetrum hermaphroditum*, *Vaccinium gaultherioides*. Pe grohotișuri provenite din dezagregarea șisturilor 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 grohotișurile 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 sempervirens*. În zăcătorile de zăpadă pe povârnișurile căldărilor glaciare pe substrat silicios cenoze chionofile de *Salix herbacea* și *Luzula spadicea*, *Plantago gentionoides*, *Ranunculus crenatus*, *Soldanella pusilla*, iar pe cele două cu substrat calcaros cenose de *Salix retusa* cu *Anemone narcisiflora*.

Etajul montan cu altitudini cuprinse între 1000-1800m, bine reprezentat în Carpații Meridionali (Țarcu, Godeanu, Muntele Mic, Munții Cernei, Munții Poiana Ruscă, Semenice și Almăj) este acoperit pe platourile înalte, cu pajiști de *Nardus stricta* sau *Festuca nigrescens* și tufișuri de *Juniperus sibirica* și *Vaccinium myrtillus*, iar pe versanții mai ferți 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 nigrescens*, *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 – carpinete 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 frainetto* 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 coggygria* în amestec și cu alte specii se dezvoltă în sudul Banatului (Munții Cernei, Munții Almăjului, Munții Aninei, Munții Gorgon, 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*, *Arenatherum 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*.

3.8. Solurile

Arealul ocupat de tipurile de sol sau asociațiile de soluri sunt redată în harta solurilor din Banat.

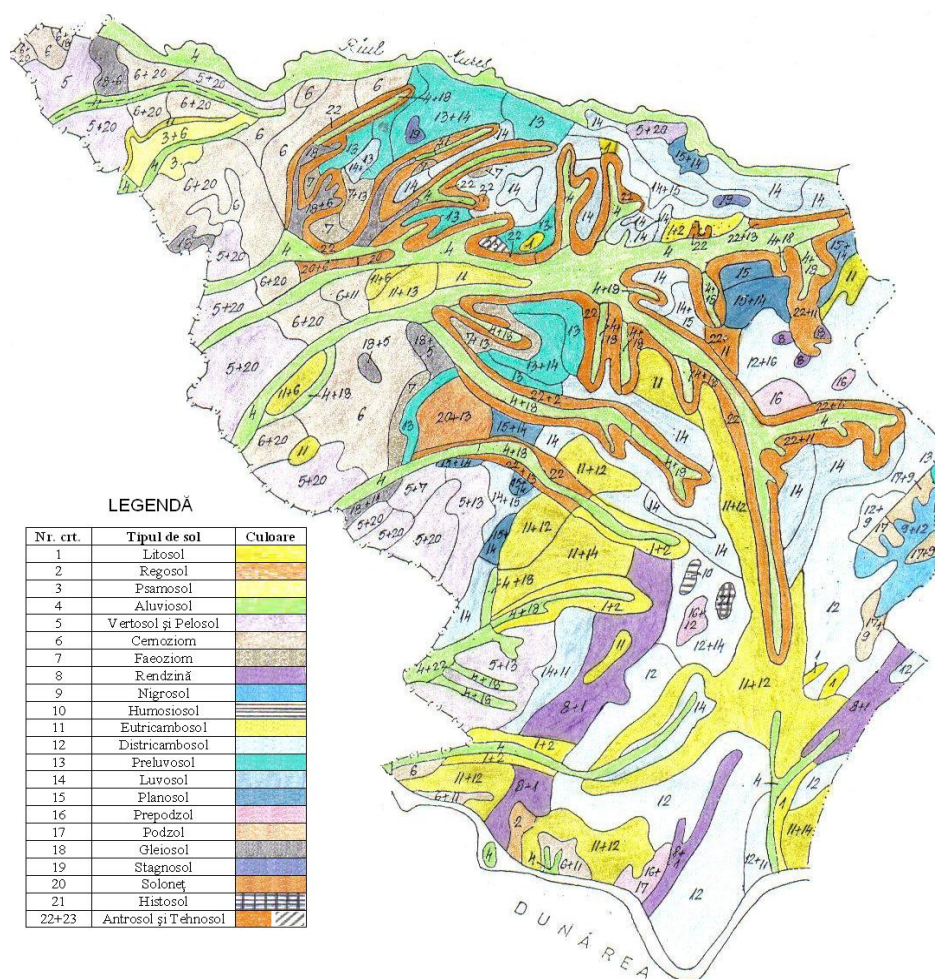


Figura 3.20 *Harta solurilor din Banat* (OSPA Timișoara, 2010)

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).

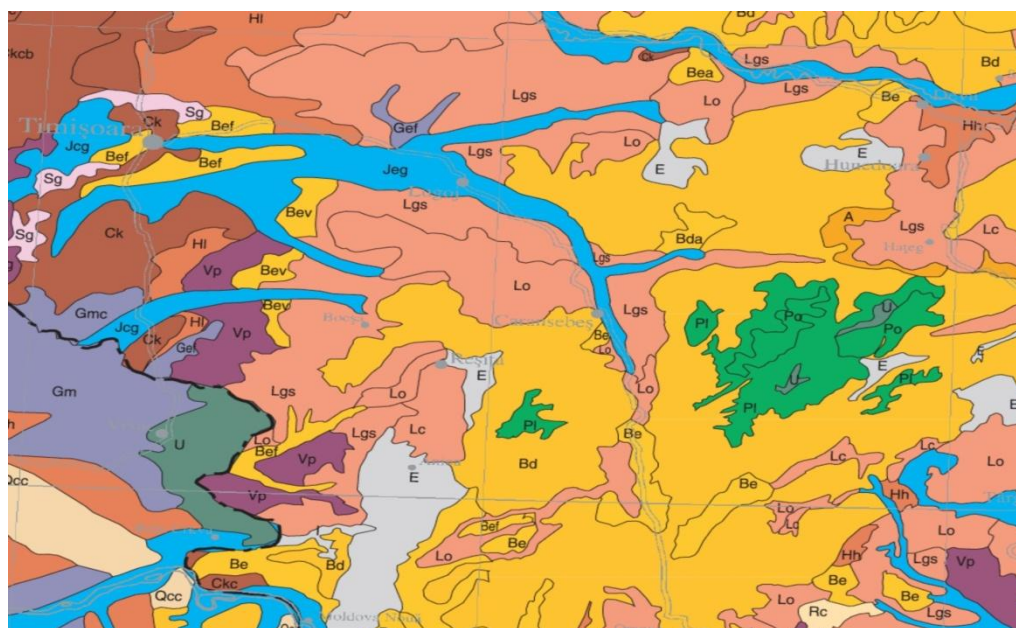
Din cele 25 tipuri de soluri existente în Banat, cu folosință agricolă, constatăm că în zona de câmpie și de deal, în care se obțin producțiile agricole, ponderea solurilor “bune” este de numai 18,55%, adică Cernoziom – 16,95% și Faeoziom – 1,60%. Dacă la acestea adăugăm și unele subtipuri molice de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

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 solurile erodate să cunoască o creștere a suprafețelor (32136 ha – 2,73%).



WRB Major Reference Group Legend

 Acrisol	 Gleysol	 Solonchak
 Albeluvisol	 Gypsisol	 Solonetz
 Andosol	 Histosol	 Umbrisol
 Anthrosol	 Kastanozem	 Vertisol
 Arenosol	 Leptosol	 Rock
 Calcisol	 Luvisol	 Urban
 Cambisol	 Phaeozem	 Water body
 Chernozem	 Planosol	 Marsh
 Cryosol	 Podzol	 Soil disturbed by men
 Fluvisol	 Regosol	 Glacier

Figura 3.21 *Harta solurilor din Banat clasificare WRB* (Atlas of Soils, 2001)

Zona munților

Cea mai mare suprafață revine **Districambosolului (Cambisols Dystric)**, 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, micașisturi gnaisice), sedimentare acide.

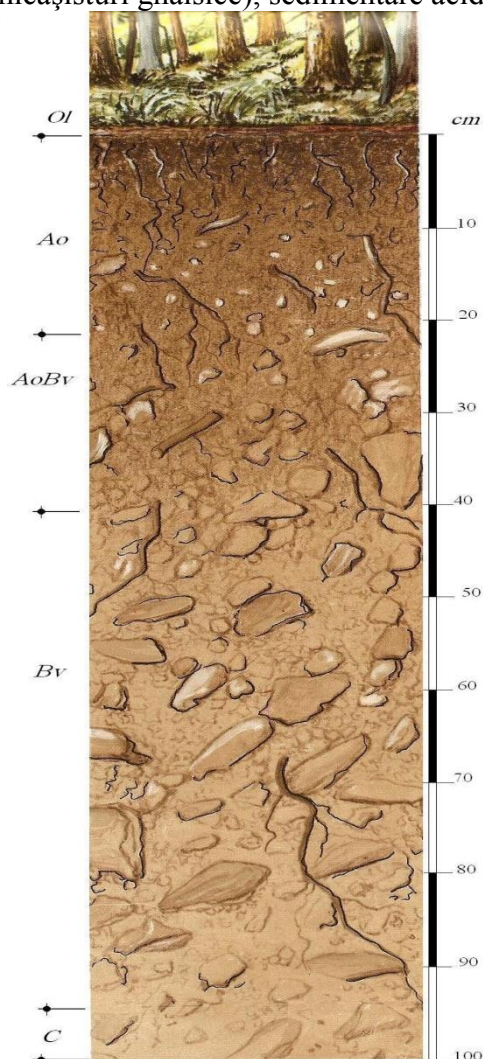


Figura 3.22 *Districambosol scheletic*

Este și zona în care apare *Vaccinium myrtillus* – 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.

Solul este permeabil pentru că are o textură mijlocie, mijlocie-ușoară, 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, Semenici, Almăj, Poiana Ruscă, frecvent sub pădurile de conifere sau sub pajiștile alpine cu *Festuca rubra* sau *Festuca curvula*, pe materiale parentale acide (granitoide, șisturi gresii și conglomerate silicioase) și în climat cu peste 1000 mm precipitații pe an și o medie anuală a temperaturilor sub $6^{\circ}C$ 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 țapoșica – *Nardus stricta*.

Podzolul (Haplic sau Umbric Podzols) are profil de tipul Ao, Au – Ea – Bhs, 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 E albic-spodic, 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.

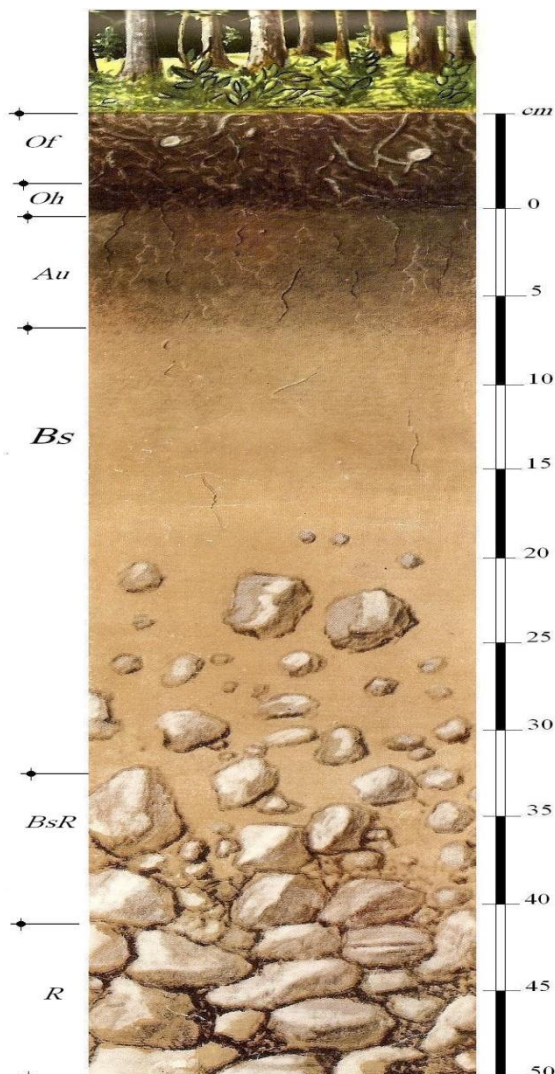


Figura 3.23 *Prepodzol umbric*

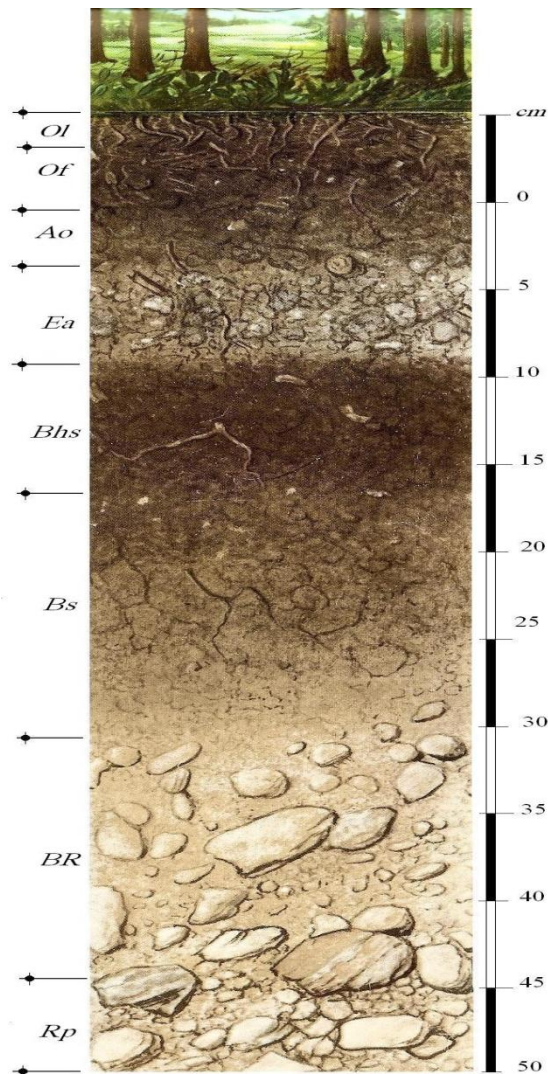


Figura 3.24 *Podzol tipic*

În arealul situat la peste 1800-2000m altitudine sub pajiști alpine de graminee și epiperacee, pe roci acide masive se întâlnește **Humosiosolul (Humic Umbrisol)**. 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 25 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)**.

Histosolurile – se formează în zonele de concentrare a apelor, unde materia organică provenită din mușchii Sphagnum se descompune anaerob și formează orizont histic.

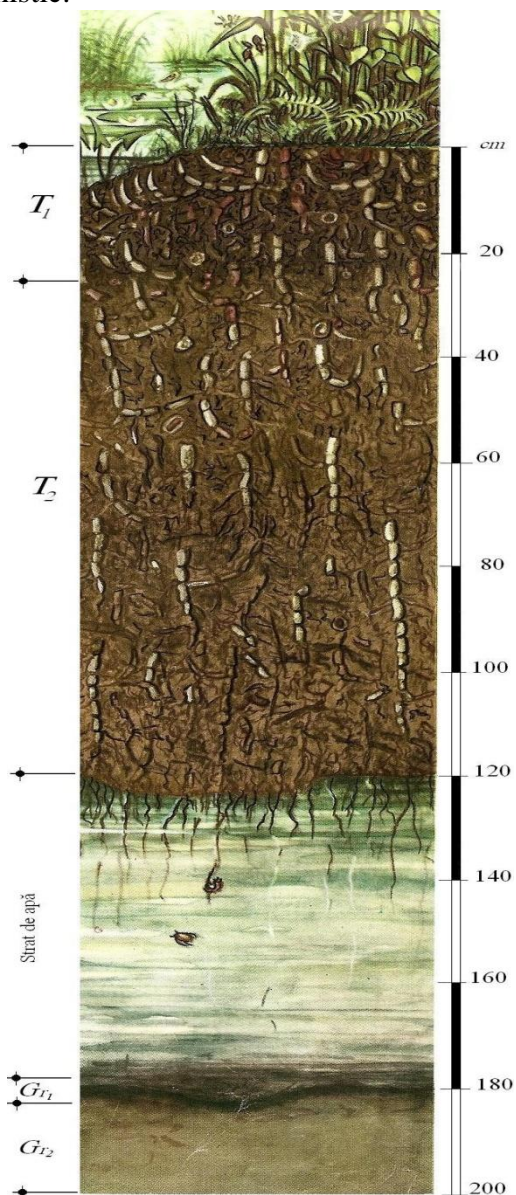


Figura 3.25 *Histosol distric*

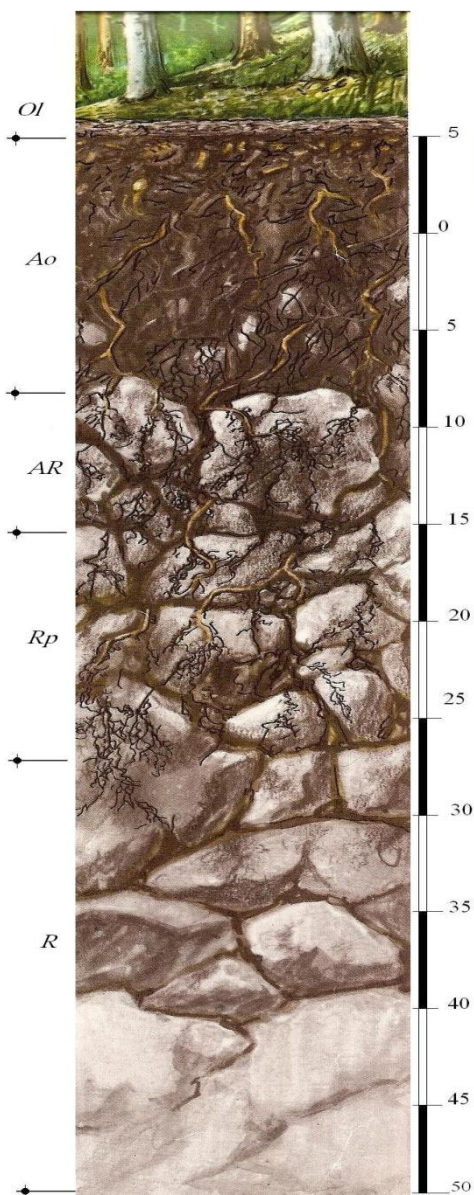


Figura 3.26 *Litosol rendzinic*

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.

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. (Rogobete, 1979)

Este de subliniat că Luvosolul tipic este cu erodabilitate mare și în mod frecvent fiind arat se află cu profilul 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.

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. În special magnetitul, Fe_3O_4 , este oxidul dominant, el având și Fe^{3+} și Fe^{2+} , astfel că apare la $pH \geq 6$ într-un domeniu îngust al pe la interfața formelor de Fe oxidate și reduse. Acumularea acidității la suprafața solului prin feroliză este un proces localizat favorizat de separarea 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 Al^{3+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ se deplasează lateral. O parte din ionii înlocuiți (Al^{3+} , Ca^{2+} , etc.) formează interstraturi în mineralele argiloase (clorite) cu descreșterea capacității de schimb cationic. Hidrogenul fixat prin feroliză pe coloizi induce o dizolvare parțială a straturilor octaedrice și destabilizează mineralul cu eliberarea silicei care se deshidratează în perioada uscată și devine insolubilă (Rogobete, 2009).

De importanță deosebită o reprezintă cunoașterea mecanismelor redox din sol care se manifestă prin existența sistemelor redox.

Sisteme redox

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

$$E = E_0 + \frac{0.058}{n} \lg \frac{[ox]}{[red]} \quad (3.1)$$

pentru reacția: $Fe^{3+} + e^- \leftrightarrow Fe^{2+}$, ecuația va fi: $E = E_0 + \frac{0.058}{e^-} \lg \frac{[Fe^{3+}]}{[Fe^{2+}]}$ (3.2)

iar pentru reacția: $MnO_4^- + 5e^- + 8H^+ \leftrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$ avem:

$$E = E_0 + \frac{0.058}{5} \lg \frac{[MnO_4^-]}{[Mn^{2+}]} [H^+]^8 \quad (3.3)$$

în care: E_0 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:

$$rH = \frac{E + 0.058pH}{0.029} \quad (3.4)$$

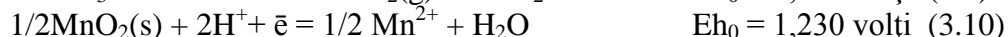
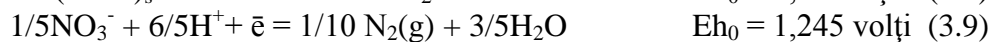
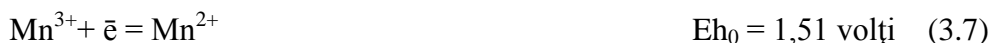
înșușirile redox ale sistemelor se exprimă sugestiv prin exponentul redox pO_x și prin exponentul electronic pe .

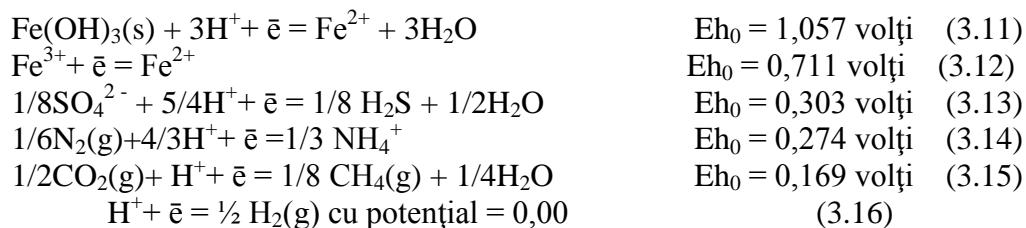
$$\text{Exponentul redox, } pO_x = -\lg \frac{P_{H_2}^{1/2}}{[H^+]} \text{ și } pO_x = pe \quad (3.5)$$

În cazul echilibrului redox la care participă și ioni de H^+ se obține:

$$pe = pe_0 + \frac{1}{n} \lg \frac{[ox]}{[red]} - \frac{m}{n} pH \quad (3.6)$$

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





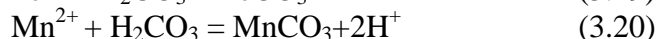
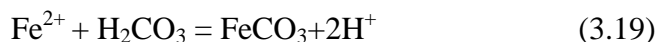
Deși în soluțiile apoase nu există electroni liberi putem cuantifica mărirea accesibilității electronilor, denumită și activitate virtuală a electronului, prin parametrul

$$p\varepsilon = -\lg(\bar{e}) \quad (3.17)$$

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

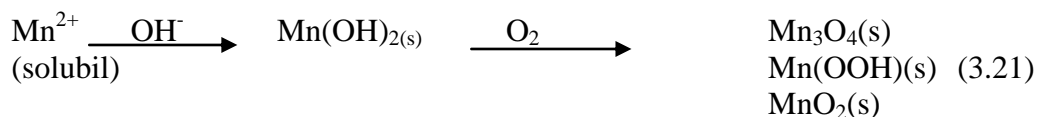
$$p\varepsilon = 20,8 - 0,5 \lg(\text{Mn}^{2+}) - 2\text{pH} \quad (3.18)$$

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 Mn²⁺ - oxizi de Mn

Microorganismele din sol folosesc energia reacțiilor redox și prin sistemele lor enzimactice reduc O₂ la H₂O și susțin oxidarea Mn la Mn³⁺ și Mn⁴⁺. În solurile alcaline aerate, Mn²⁺ se oxidează spontan.



Sistemul redox Fe²⁺ - oxizi de Fe

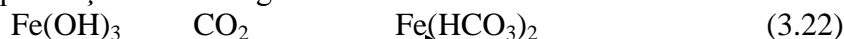
Pentru că potențialul reducător al Fe³⁺ din sol este mai mic decât al Mn³⁺ sau Mn⁴⁺, Fe²⁺ apare în solurile cu apă stagnantă mai târziu. Introducerea unor ape oxigenate cauzează o rapidă oxidare a Fe²⁺ cu precipitare ca hidroxid feric la pH > 6. În solurile aerate și cu pH ≥ 7 persistă doar câteva minute. În condiții oxidative cele mai stabile forme ale fierului sunt oxizii și hidroxizii ferici. În diferite zone însă, chiar în solurile aerate pot să apară fenomene de reducere a Fe de către substanțe organice sau datorită slabei difuzii în micropori a O₂.

Fe³⁺ poate fi redus la Fe²⁺ de acizii humici sau diferiții polifenoli din sol:

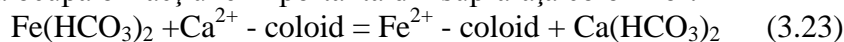


Complexele organo-minerale cu metalele, ce includ acizii humici și fulvici sunt prioritar legate cu Fe³⁺ sau Fe²⁺, astfel că raportul Fe²⁺ / Fe³⁺ este cel care determină potențialul redox al soluției. Tendința este de micșorare a potențialului redox pentru că prin complexare se stabilizează starea oxidată a fierului. Dacă într-un sistem se adaugă un ligand capabil să formeze complecși solubili cu Fe³⁺, o parte a Fe(OH)₃ va fi dizolvată și crește cantitatea totală de Fe³⁺ solubil. Totuși pentru că dizolvarea nu afectează activitatea ionilor liberi de Fe³⁺ și Fe²⁺, potențialul redox nu va fi afectat de liganzi.

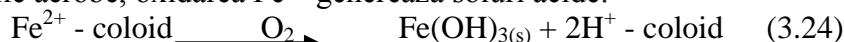
În multe soluri un nivel fluctuant al apei freatice sau o alternanță a stagnerii apei în profil crează condiții alternante anaerobe – aerobe. În perioada umedă ionii oxidați de fier se reduc în prezența materiei organice furnizoare de electroni.



Ionul de 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 Fe^{2+} pe măsura pierderii bazelor. Îndată ce solul se drenează și domină condițiile aerobe, oxidarea Fe^{2+} generează soluri acide:



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.

O caracteristică generală a solurilor situate pe versanți, în zona dealurilor, este fenomenul de eroziune antropică, predominant pe terenurile lucrate, fenomen care a condus la pierderea unei părți din profilul solului și implicit la diminuarea rezervei de nutrienți. În unele cazuri solul a pierdut orizonturile de suprafață (A, E, AB, EB) astfel că se lucrează orizontul argic Bt.

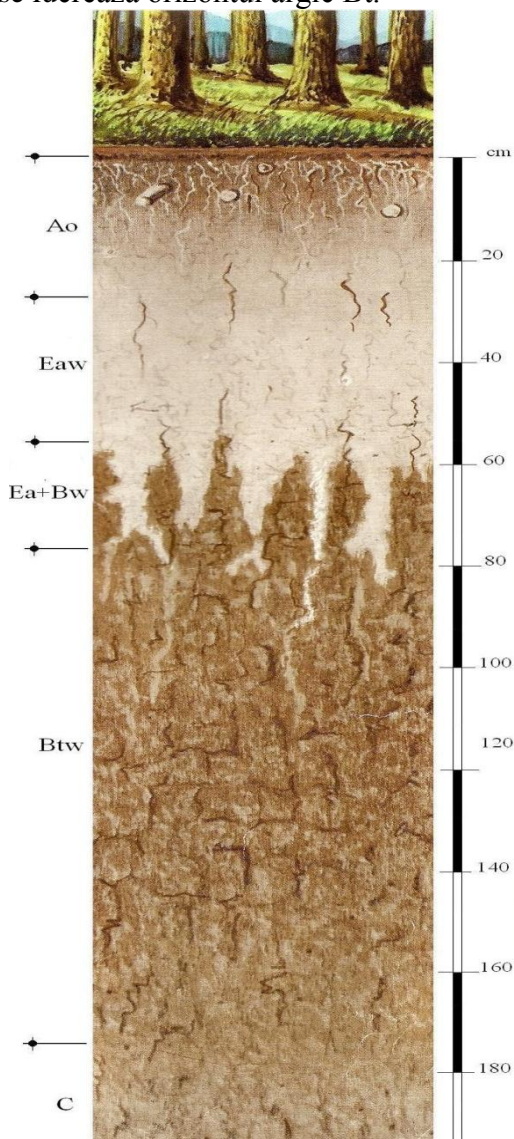


Figura 3.27 *Luvosol albic-glosic stagnic*

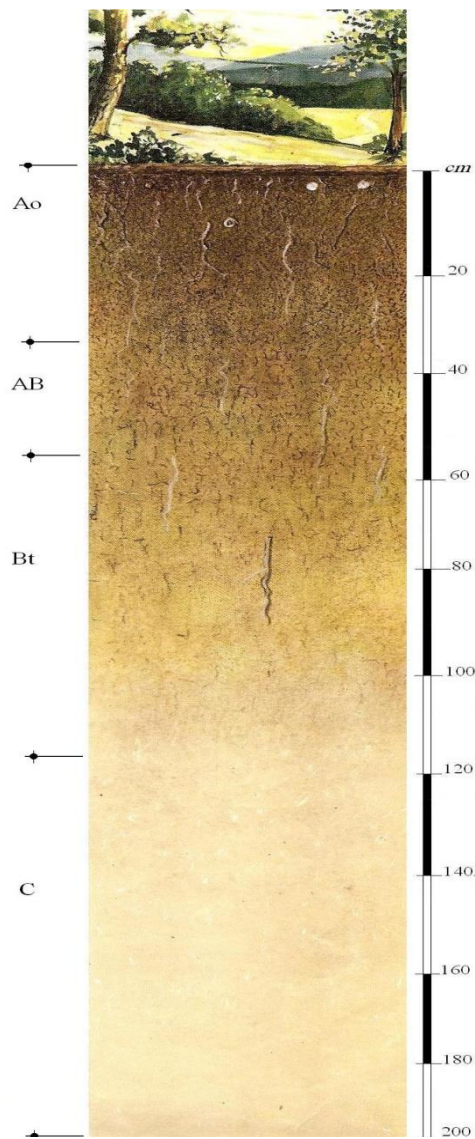


Figura 3.28 *Preluvosol tipic*

Zona de câmpie

Variatatea formelor de mezorelief și microrelief, de materiale parentale și vegetație a creat o mare diversitate a învelișului de sol. Reprezentative 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 ≤ 2 , al doilea orizont AmC, 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**.

Se constată că cernoziomurile au o textură mijlocie sau mijlocie fină ușor lucrabile, 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 compușii fierului (Fe^{2+}), valoarea rH devine ≤ 19 , oxigenul și nitrații sunt virtual absenți, iar manganul se află numai în forme reduse, ca Mn^{2+} ceea ce se exprimă prin apariția unor culori de gleizare de reducere – albastre, verzui date de Fe^{2+} și negre date de Mn^{2+} . Compușii Fe^{2+} și Mn^{2+} 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^{2+} se oxidează la Fe^{3+} 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^{2+} , Mn^{2+} . 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 subtipuri 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 sulfatați 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 decât în perioadele secetoase. 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 CO_2 în aerul solului, precipită sărurile de Ca și Mg sub formă de $CaCO_3$, $MgCO_3$, $CaSO_4$. Crește ponderea sărurilor de sodiu din soluție, ionul de 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_{na}**, impermeabil, specific **Solonețului**. Având proprietăți rele (impermeabil, compact, tasat) și chimice rele ($pH > 9-10$) 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 45 % 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**.

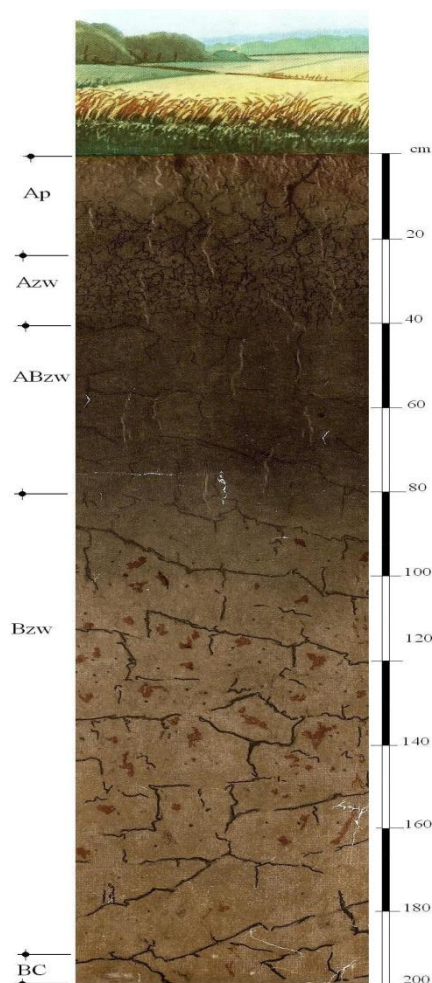


Figura 3.28 *Pelosol stagnic*

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**.

Apreciem că suprafața ce revine Pelosolurilor se va obține prin diminuarea suprafeței acordate Vertosolului, pe măsura cartării după noul SRTS. 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, acesta fiind o condiție a succesului.

Zona luncii

Depozite sedimentare tinere, care cunosc periodic aport de suspensii prin revărsarea râurilor, generează fie **Aluviosoluri**, fie **soluri aluvice** în cazul evoluției spre solul zonal, cu materiale parentale fluvice (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.

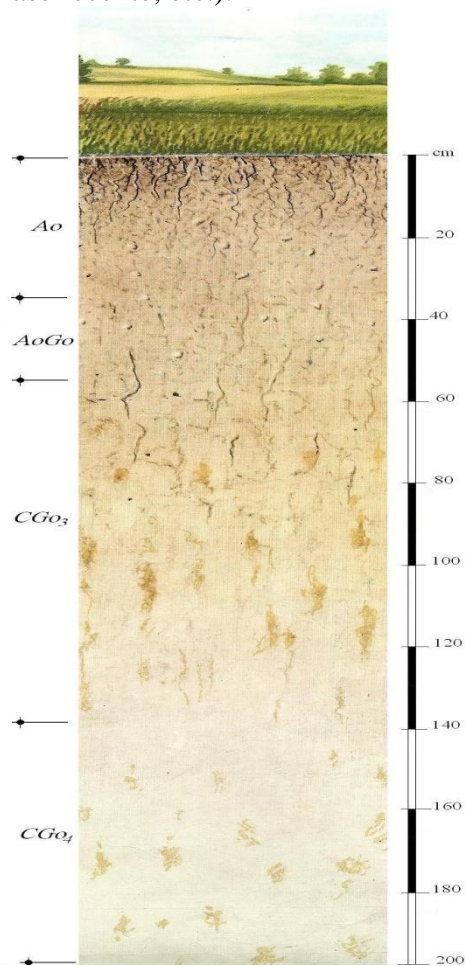


Figura 3.29 Aluviosol gleic

CAPITOLUL 4

Calitatea solurilor din bazinul hidrografic Bârzava

4.1 Considerații generale	91
4.2 Degradarea terenurilor	93
4.2.1 Inventarierea solurilor degradate	93
4.2.2 Factori agravanți ai proceselor de degradare a solului	95
4.2.3 Sursele de poluare în bazinul hidrografic Bârzava	97
4.3 Evaluarea calității terenurilor	100
4.4 Caracteristicile fizico-chimice ale solurilor din bazinul hidrografic Bârzava	102
4.4.1 Zona montană	102
4.4.2 Zona dealurilor	107
4.4.3 Zona joasă	116

CAPITOLUL 4

Calitatea solurilor din bazinul hidrografic Bârzava

4.1 Considerații generale

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, încorporată 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 siturile 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 m², ele purtând denumirea de pedon, iar secțiunea bidimensională, pe verticală, de profil de sol. Mulțimea pedonurilor de același fel constituie unitatea de sol (US) sau polipedonul. 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, deponii, etc.) și mediu istoric (funcția de “memorie”).

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.

4.2 Degradarea terenurilor

4.2.1 Inventarierea solurilor degradate

Sistemul de monitorizare a terenurilor degradate impune stabilirea strategiilor pentru eliminarea efectelor de ordin social și/sau ecologic, rezultate în urma proceselor de degradare a solului, a programelor de prioritate a lucrărilor de ameliorare.

Scopul strategiilor îl constituie inventarierea statistică a terenurilor degradate cu prioritate a acelor afectate de eroziuni de suprafață foarte puternice și excesive, eroziuni în adâncime, alunecări active sau semistabilizate cu potențial major de reactivare și exces permanent de umiditate, datorate atât factorilor naturali cât și antropici care necesită reconstrucția ecologică.

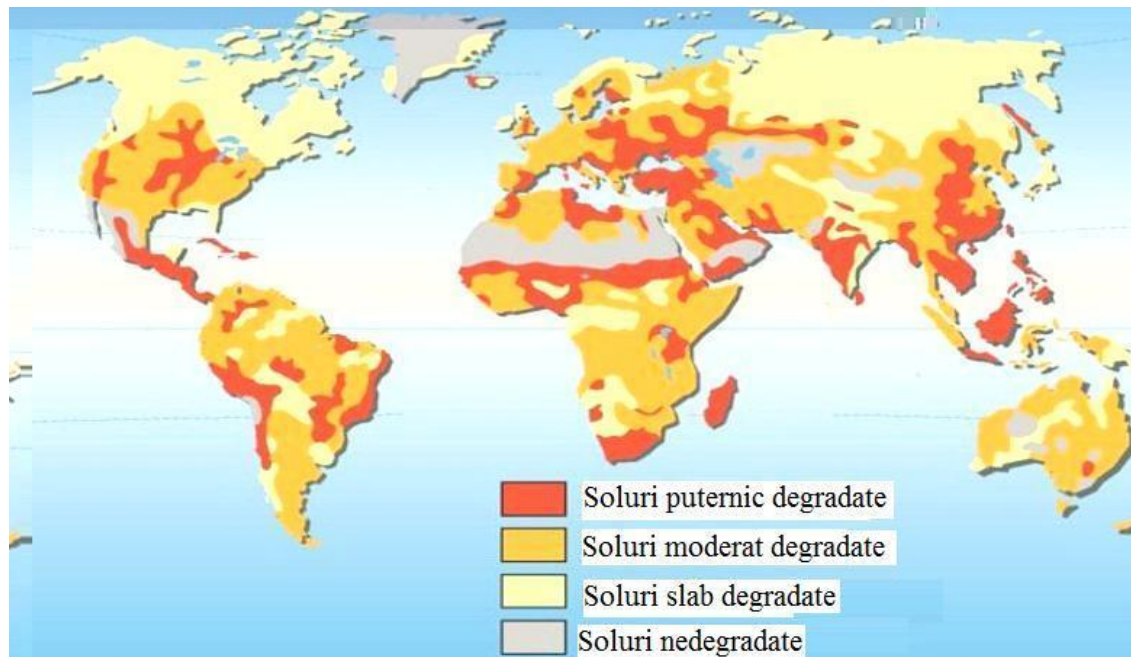


Figura 4.1 *Harta degradării solurilor în lume* (www.sciencealert.com)

Principalele efecte de ordin economic, social și/sau ecologic rezultate în urma proceselor de degradare a solului constau din: scăderea producției agricole, scoaterea suprafețelor din circuitul agricol și silvic, abandonarea terenurilor de către proprietar, colmatarea cursurilor de apă și a lacurilor de acumulare, distrugerea căilor de comunicații și a localităților, degradarea mediului înconjurător și distrugerea echilibrului ecologic.

În scopul stabilirii strategiilor pentru eliminarea efectelor menționate și a programelor de prioritizare a lucrărilor de ameliorare este necesară efectuarea studiului de inventariere. Studiul va stabili evaluarea estimativă a cantităților de lucrări și a costurilor, iar în final priorități de amenajare după criteriile de ordin tehnic, financiar, economic și ecologic. (după OSPA Timișoara)

În prima etapă s-au delimitat pe fiecare unitate teritorială suprafețele de teren afectate de eroziune foarte puternică și excesivă, alunecări active, litosoluri, vertosoluri, psamosoluri, sărături, cât și exces de umiditate permanent care au constituit unități primare de inventariere de cel puțin 3 ha.

În a doua etapă s-au făcut propuneri pentru punerea în valoare a terenurilor ce necesită reconstrucție ecologică, estimarea cantitativă a lucrărilor de îmbunătățiri funciare necesare pentru ameliorare, stabilirea priorităților de amenajare, criteriile de eșalonare și

bonitare, cât și considerații privind investițiile specifice pe clase de importanță ale lucrărilor de îmbunătățiri funciare pentru reconstrucție ecologică.

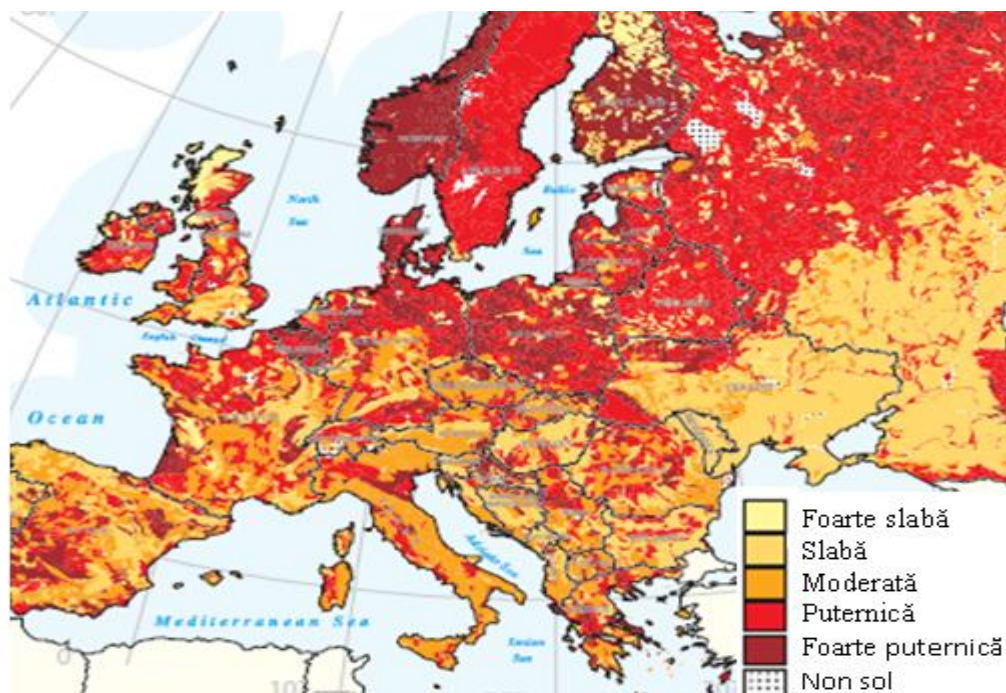


Figura 4.2 Clase de erodabilitate ale solului (Soil Atlas)

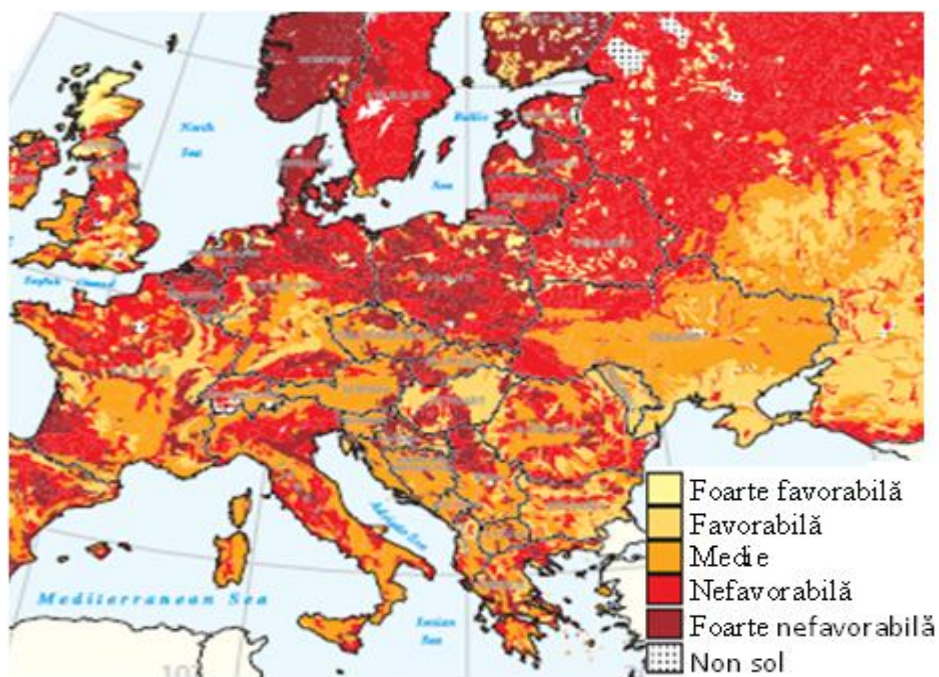


Figura 4.3 Textura ca factor al erodabilității solului (Soil Atlas)

4.2.2 Factori agravanți ai proceselor de degradare a solului

Solul și vegetația constituie un sistem a cărui depreciere a calității se exprimă prin calitatea de biomasă acumulată.

Procesul privind deprecierea calității solului cuprinde 3 stadii:

- **stadiul I** – când funcțiile principale ale sistemului sunt normale, iar variațiile de productivitate se autoreglează, realizându-se o stare de echilibru (climax)
- **stadiul II** – când are loc o dereglare a funcțiilor principale, iar prin autoreglare sistemul nu reușește să restabilească starea de echilibru, pe termen lung are loc o depreciere a calității. Limita de toleranță este eroziunea admisibilă, care pentru eroziunea de suprafață este de 1-6 t/ha/an. Reabilitarea sistemului se poate realiza prin intervenții antropice (schimbarea modului de folosință, a structurii folosințelor, aplicarea de îngrășăminte, lucrări și amenajări cu rol antierozional)
- **stadiul III** – când dereglarea funcțiilor este foarte puternică, și ireversibilă. În acest caz se intervine prin mijloace specifice de reconstrucție ecologică.

Condițiile naturale care favorizează fenomenele geodinamice sunt reprezentate de o serie de factori de ordin geologic, geomorfologici, hidrografici, climatici, care acționează conjugat cu ponderea diferențiată și care după rolul pe care îl au sunt grupați în factori potențiali și factori declanșatori.

Caracterizarea factorilor

Factorii potențiali se remarcă prin prezența în alcătuirea litologică a unor zone variate de formațiuni, constituite din roci mari, permeabile sau slab permeabile, reprezentate în cea mai mare parte printr-o serie de complexe argilo-marnoase cu intercalații de nisipuri și pietrișuri.

Complexele litologice cantonează mai multe orizonturi acvifere (freatice și de adâncime medie) și care fiind secționare de numeroase văi, prezintă condiții de modelare facială a versanților sub acțiunea agenților exogeni, fenomene a căror dezvoltare mai mare sau mai redusă este dependentă și de prezența vegetației arboricole.

Factorii declanșatori în dezvoltarea proceselor de versant și stabilirea caracteristicilor dinamice și morfologice ale fenomenelor sunt reprezentați de excesul de umiditate care poate proveni atât din precipitații directe (precipitații de lungă durată, exces de apă provenită din topirea zăpezilor, averse de ploaie,) din sursele subterane freatică sau de adâncime medie, cât și din canalele de desecare prost întreținute și înfundate.

Dintre factorii declanșatori cei mai evidenți se pot specifica:

- erodarea bazei versanților de către rețeaua hidrografică;
- secționarea și erodarea antropică a versanților relativ stabili;
- ciclurile de gelivitate, acțiunea seismică, etc.

Marea varietate a situațiilor care apar prin modificarea conjugată a factorilor potențiali și cei declanșatori fac dificilă stabilirea etapelor de apariție și reactivare a fenomenelor geodinamice din zona Timiș.

În general se poate aprecia că cele mai multe dintre acestea (în special alunecările) se produc imediat după perioada ce produce o umectare intensă a formațiunilor predispușe, înregistrându-se în acest sens și o ciclicitate a fenomenelor (Rogobete, 1998).

În general eroziunea de suprafață nu generează un microrelief specific, efectul acesteia fiind sesizabil numai pe suprafețele de versant lipsite de vegetație, eroziunea de suprafață fiind marcată de numeroase indicii care evidențiază îndepărtarea orizontului superior al stratului de sol și apariția la zi a rocii de bază.

Suprafețele afectate cel mai mult de eroziunea în adâncime sunt acelea în care acțiunea factorilor declanșatori (în special precipitațiile cu caracter torențial) se combină cu cea a factorilor potențiali importanți, pante mari și absența protecției pe care o oferă vegetația arbustivă. Din acestea, în primul rând sunt afectate arealele în care eroziunea de suprafață a creat deja prin efectele sale premise favorabile prin îndepărtarea stratului vegetal (orizontul A), de asemenea fiind predispuse eroziunii în adâncime zonele în care s-a practicat și se practică agrotehnica empirică cu arături din deal în vale și o structură aleatoare a culturilor agricole, precum și amplasarea nejudicioasă a rețelei de circulație și de evacuare a apelor de pe versanți. Menționăm că în majoritatea cazurilor eroziunea în adâncime este asociată cu cea de suprafață și cu alunecările de teren.

În cadrul județului în zona colinară alunecările de teren au consecințe imediate și negative asupra terenurilor agricole, căilor de comunicație, infrastructurii localităților, etc.

La fenomenele erozionale și de alunecare descrise se mai pot adăuga și alte procese gravitaționale, ca de exemplu surpările prezente în lungul unor abrupturi de la partea superioară a versanților, cu deosebire în sectoarele unde litologia este prezentată prin roci stâncoase și sufoziile combinate cu alunecări mai ales pe suprafețele unde se evidențiază un strat de depozite loessoide cu grosimi ce depășesc 2-3 m.

Descrierea factorilor

Factorii naturali care generează sau agravează fenomenele de eroziune sunt legați de procesele fizico - dinamice geologice, condițiile litologice și pedologice, morfologia, relieful (exprimat prin energia de relief), hidrografia (exprimată prin densitatea rețelei hidrografice care contribuie direct la reducerea timpilor de concentrare a scurgerilor de pe versanți, influențând creșterea debitelor maxime, mai ales în condițiile unor energii de relief mari), precum și prin vegetația naturală.

Factorii antropici - urmare a modului defectuos de aplicare a Legii 18/1991 în perioada 1991 – 1997, s-au produs acțiuni care aduc prejudicii importante agriculturii, după cum urmează:

- parcelarea terenurilor arabile pe vechile amplasamente a condus la apariția unor loturi orientate cu latura lungă pe linia de cea mai mare pantă, ceea ce implică și executarea lucrărilor în același sens, contravenind astfel celor mai elementare reguli de prevenire și combatere a eroziunii solului;
- lotizarea terenurilor arabile în parcele mici și foarte mici în general sub 5 ha, precum și lipsa prevederii unei scheme raționale de drumuri de exploatare agricolă a condus la deteriorarea și chiar lichidarea unor sisteme de combatere a eroziunii solului, constând în benzi înierbate, culturi în fâșii, terase banchetă sau culturi de protecție;
- în plantațiile de vie amenajate în terase s-au produs grave deteriorări ale teraselor ca urmare a dorinței unor proprietari de a obține rânduri de vie din deal în vale;
- suprafețele excesiv degradate prin eroziune sau ravene care au fost împădurite în anii trecuți, au fost defrișate de noii proprietari de terenuri.

Importante suprafețe de teren situate pe pante mai mari de 15-16% greu mecanizabile sau situate pe solurile cu orizont A neevoluat, introduse în circuitul arabil în perioada 1975-1989, ca urmare a politicii de extindere a suprafeței arabile, sunt sau vor fi abandonate de actualii proprietari de terenuri datorită producțiilor agricole extrem de

scăzute la degradarea terenurilor agricole respective, și cu implicații în producerea unor prejudicii social – economice.

Procesele de alunecare, fie stabilizate sau semistabilizate afectează o parte considerabilă din suprafața agricolă afectând în special pășunile care constituie cele mai grave focare de degradare a solului.

Eroziunea de suprafață afectează practic toate bazinele hidrografice ale județului, datorită atât factorilor naturali, cât în mod deosebit influenței negative și pe termen lung a factorului antropic.

Alți factori ce influențează negativ terenurile agricole din județul Timiș prin modificarea antropică a climatului:

Este de remarcat faptul că în Banat și implicit în județul Timiș pe o bună parte a teritoriilor comunale, s-a ajuns la un procent al suprafețelor împădurite de numai 11% față de un optim de 40%, în câmpia joasă ajungându-se chiar la 2%, fapt ce a atras după sine modificări semnificative ale climei:

Analiza perioadei 1975-1995 indică tendințe de reducere a precipitațiilor față de media multianuală cu 7,6-9,85%, pentru perioada aprilie – septembrie fiind de 17,7%, mai mică decât cea normală (la Sânicolau Mare).

Începând cu anul 1999 media multianuală a fost depășită cu peste 30% (la Lovrin), foarte neuniform repartizată în perioadele de vegetație, cantitatea de apă căzută în 24 de ore fiind adeseori mai mare decât media decată sau chiar lunară, depășind astfel capacitatea de înmagazinare a solurilor sau cea de colectare și evacuare înspre emisari, către canalele existente în teritoriu. În urma acestui fapt în perioada 06-10 aprilie 2000, au avut loc inundațiile catastrofale ce au distrus și o suprafață însemnată de terenuri agricole.

De asemenea, aplicarea unor măsuri de protecție și conservare a solurilor ori de reconstrucție ecologică a terenurilor degradate pot fi realizate prin organizarea unor perimetre de ameliorat(bazinul superior și mijlociu al râului Bega, bazinul mijlociu al Timișului, Pogănișului) și de revizuire a celor existente (sistem hidroameliorativ Aranca, Vinga – Biled – Beregsău, Uivar – Pustiniș – Răuți, Behala, Ianca – Birda, Moravița etc.).

De asemenea, desecările intense practicate în special în colțul de NV al Banatului ce au condus la coborârea nivelului pedofreatic de la 1-2 m la 5-7 m, astfel încât în perioadele uscate ale anului plantele suferă de secetă. Pe de altă parte compactarea solurilor și distrugerea agregatelor structurale ca efect al exploatării neraționale au determinat apariția fenomenelor de prăfuire, adevărate furtuni cauzate de vânturile ce s-au declanșat prin aridizarea climatului.

4.2.3 Sursele de poluare în bazinul hidrografic Bârzava

Cercetările făcute în anul 2001 au urmărit cunoașterea impactului activităților economice și s-au concentrat pe zona Combinatului Siderurgic Reșița interior, executându-se profile de sol și recoltându-se probe, pe adâncimi mergând până la 4,70m. Analizele și interpretarea datelor referitoare la sol s-au efectuat conform Metodologiei ICPA și STAS-urilor în vigoare.

Datorită faptului că, haldele de steril, iazurile de decantare, haldele de zgură și cenușă sunt principalele surse de poluare ale solului, prezentăm în continuare valori ale capacităților și a suprafețelor ocupate de acestea.

Tabel 4.1 Halde de steril (după OSPA, Timișoara)

Nr. crt	Denumire	Tip depozit	Capacități (mii m ³)	Suprafața ocupată (ha)
1	Cariera Doman	Halda cotă 420	618,00	31,00
2	Cariera Doman	Halda cotă 430	403,40	2,30
3	Cariera Doman	Halda 2	2,70	0,60
4	Cariera Doman	Halda Popii	1170	5,00
5	Cariera Doman	Halda 3	6,10	0,80
6	Cariera Doman	Halda cotă 354	94,90	0,20
7	Secția Minieră Bocșa	Halda Ursoanea	59,40	0,63
8	Cariera Doman	Halda Paulus	29,10	0,25
9	Cariera Doman	Halda Ferdinand	38,90	0,50



Figura 4.4 Halda de steril Doman

Tabel 4.2 Iazuri de decantare (după OSPA, Timișoara)

Nr. crt	Denumire	Tip iaz	Capacități (tone)	Suprafața ocupată (ha)
1	Secția Minieră Bocșa	Iaz 1	3.480.000	12,64
2	Secția Minieră Bocșa	Iaz 2	280.000	10,57
3	C.S. Reșița	Iaz Țerova	150.000	4,00

Tabel 4.3 Halde de zgură și cenușă (după OSPA, Timișoara)

Nr. crt	Denumire	Tip haldă	Capacități (tone)	Suprafața ocupată (ha)
1	C.S. Reșița	Haldă zgură A	6.000.000	31,50
2	C.S. Reșița	Haldă zgură B	2.500.000	15,50



Figura 4.5 *Halda de zgură Reșița*

Poluarea solurilor include pe lângă fenomenele și procesele determinate de pătrunderea unor substanțe sau elemente nocive (poluante) și dereglările ce intervin complex, de natură fizică, chimică și biologică realizat și ajuns la un anumit grad, într-o perioadă îndelungată de timp. Deranjarea unei însușiri a solului afectează toate funcțiile acestuia și implicit fertilitatea lor.

Tabel 4.4 *Date din zona Reșița-sol (Stroie,2009)*

Profile	Țerova, versant	Țerova, haldă	Găvondari		Haldă Doman	Valea Doman	Reșița, versant	Câlnic
Adâncime(cm)	0-25	0-15	0-20	20-50	0-10	0-18	0-10	0-7
Nisip grosier	14,8	24,2	14,2	14,0	27,6	14,7	22,6	5,6
Nisip fin	43,0	39,2	56,5	46,7	33,2	33,0	34,9	38,2
Praf	20,3	23,4	20,7	22,0	19,6	31,5	24,8	37,0
Argilă	21,9	13,2	8,6	17,3	19,6	20,8	17,7	19,2
pH	4,90	5,80	5,94	5,96	6,45	5,94	6,52	5,75
Humus	2,20	2,68	3,24	2,80	3,72	3,28	3,26	2,10
Pm ppm	8	7	17	11	11	10	36	-
Km ppm	60	48	40	70	96	76	108	-
V %	60,4	68,9	77,6	82,0	92,1	80,2	88,8	72,5

Tabel 4.5 *Metale grele în zona Reșița-sol (ppm) (Stroie,2009)*

Nr. crt	Loc recoltare	Mn	Cu	Zn	Ni	Cd	Cr	Pb
1	Țerova, versant	111,7	41,4	80,5	29,0	4,35	35,8	30,0
2	Țerova haldă	190,0	124,2	257,6	121,2	19,7	57,2	60,0
3	Găvondari	171,0	41,4	48,3	43,8	4,35	21,5	45,0
4	Reșița, versant	160,0	44,2	40,2	53,9	3,25	28,7	37,5
5	Câlnic	425,0	10	175	25	1,05	45	40

Tabel 4.6 *Metale grele interior C.S.Reșița (ppm) (Stroie,2009)*

Nr.crt	Loc recoltare	Cd	Ni	Cr	Cu	Zn	Pb
1	Furnal 1	10,0	200	150	440	850	50
2	Furnal 2	7,5	100	175	70	1150	60
3	Depozit păcură	27,5	125	50	190	1200	95
4	Uzina de aglomerare	10,0	50	40	40	165	60
5	Uzina de cocs	7,5	50	40	450	725	400

4.3 Evaluarea calității terenurilor

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

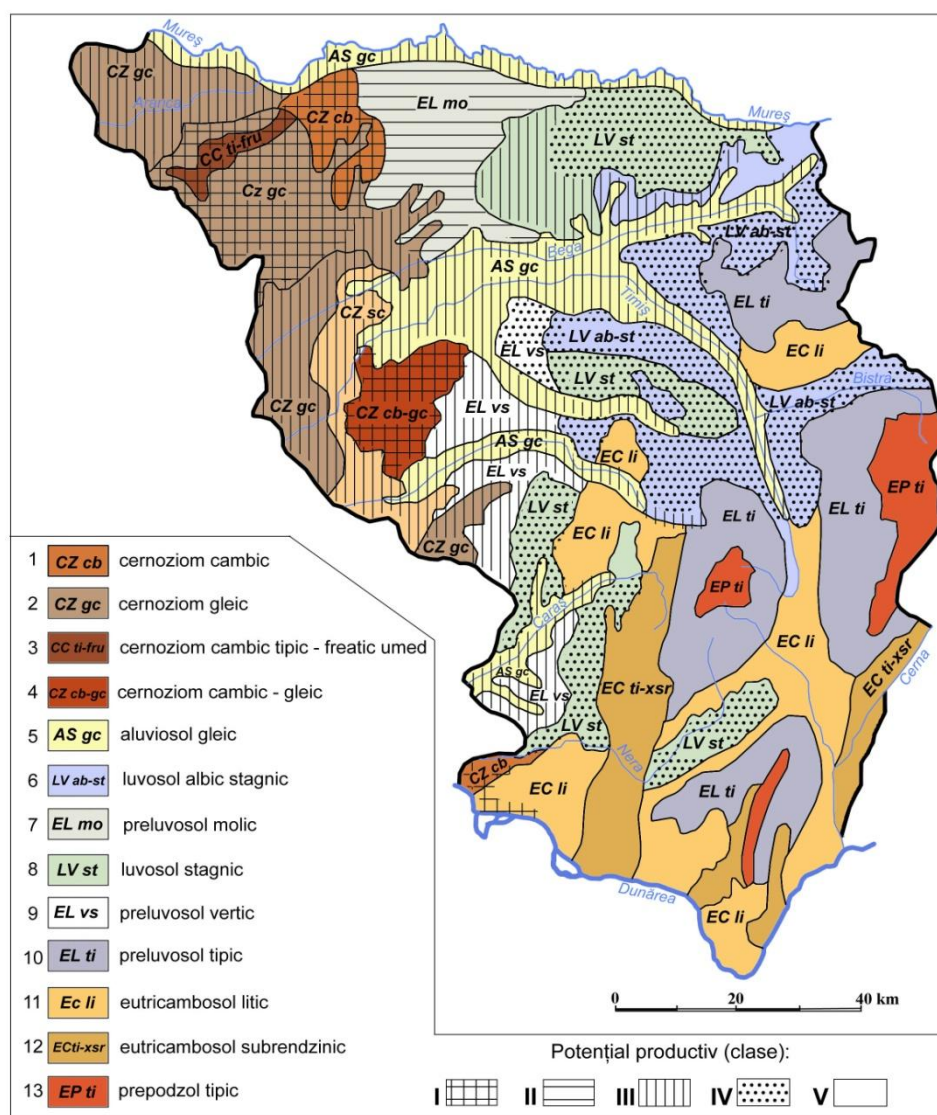


Figura 4.6 *Potențialul productiv al solurilor din Banat* (OSPA, 2007)

Tabel nr. 4.7 Solurile agricole din Banat - repartiția lor pe categorii de folosință (OSPA, completat Grozav, 2010)

Nr. crt	Tipul de sol		Agricol (ha)	%	Pășune (ha)	%	Fânețe (ha)	%
	SRTS	WRB						
1	Litosol	Leptosols-Histosol folic	29089	2,47	17226	6,36	11818	10,07
2	Regosol	Regosols	27508	2,34	18008	6,65	3000	2,56
3	Psamosol	Arenosols	1535	0,13	164	0,06	5	0,01
4	Aluviosol	Fluvisols	99124	8,43	17173	6,39	12293	10,48
5	Vertosol și Pelosol	Vertisols	90127	7,66	27091	10,00	4598	3,92
6	Cernoziom	Chernozems	199308	16,95	4994	2,04	1422	1,22
7	Faeoziom	Phaeozems	18801	1,60	544	0,20	1466	1,24
8	Rendzină	Leptosols rendzic	5176	0,44	1523	0,56	948	0,81
9	Nigrosol	Umbrisols	2174	0,18	2174	0,80	-	-
10	Humosiosol	Umbrisols humic	2000	0,17	2000	0,74	-	-
11	Eutricambosol	Cambisols entric	130402	11,09	30004	11,08	18613	15,86
12	Districambosol	Cambisols distric	84032	7,15	59253	21,88	24780	21,11
13	Preluvoso	Luvissols	157852	13,42	10250	3,78	2641	2,25
14	Luvoso	Luvissols	169605	14,42	26561	9,80	10540	8,98
15	Planoso	Planosols	6511	0,55	1009	0,37	247	0,21
16	Prepodzol	Podzols	1352	0,12	1462	0,54	-	-
17	Podzol	Podzols	2525	0,22	2525	0,13	-	-
18	Gleioso	Gleysols	83798	7,13	13912	5,14	32693	14,52
19	Stagnoso	Stagnic luvisols	11008	0,94	2711	1,00	2877	2,45
20	Soloneț	Solonetz	16682	1,42	10635	3,93	1003	0,85
21	Histosol	Histosols	317	0,03	317	0,12	-	-
22+ 23	Antrosol + Tehnosol	Eroded phase Anthrosols Tehnosols	36941	2,84	21342	7,88	4067	3,46
24	Total		1175866	100	270860	100	117351	100

În tabel sunt redată tipurile de sol din Banat și repartiția lor pe diferite categorii de folosință.

4.4 Caracteristicile fizico-chimice ale solurilor din Bazinul Hidrografic Bârzava

4.4.1 Zona montană

Solurile dominante pe Semenic sunt Podzolurile (în special Prepodzolul) și Cambisolurile Districe, iar în zona cu numeroase izvoare și stagnări de ape – Histosolurile. Pantele Semenicului sunt acoperite de păduri în special fag cu mesteacăn și stejar. Pădurile sunt gospodărite tradițional, prin ardere, pășune împădurită, arbore exploatat în scaun. Platoul înalt constă din pajiște cu *Nardus stricta* *Deschampsia caespitosa*, *Festuca rubra*, *Agrostis tenuis*, *Vaccinium myrtillus*, *Carex rostrata*, *Carex flava*, *Sphagnum acutifolium*, *Sphagnum magellanicum*, *Sphagnum fallax*. Materialul parental este reprezentat de micașturi, gnaise și intruziuni granitice.

Histosolurile (din Gr. “histos”-țesut) includ o mare varietate de soluri turboase și organice, variind de la turba de mușchi din tundra boreală, turba de *Phragmites* și *Carex*, la turba forestieră din zona temperată până la turba de mlaștină din zona umedă tropicală.

În accepția WRB, definiția Histosolurilor include solurile care au un orizont histic sau folic, cu o grosime >10cm pe rocă dură sau ≥ 40 cm pe material mineral de sol și fără a avea orizont andic. Histosolurile acoperă circa 275 mil.ha în nordul Americii, Europei și Asiei și sunt asociate cu Podzolul, Gleiosolul și Fluvisolul. Harta Atlasului Europei arată că Histosolul ocupă 5% din Europa. Taxonomia USDA consideră că Histosolul este un sol saturat cu apă >30 zile cumulate într-un an normal sau este drenat artificial și are limita superioară în primii 40cm de la suprafața solului, cu o grosime totală ≥ 60 cm, dacă $\geq 3/4$ din volum constă din fibre de mușchi, sau dacă DA umedă este $< 0,10\text{g/cm}^3$ sau ≥ 40 cm dacă materialul este hemic sau sapric, sau material fibric cu $3/4$ fibre de mușchi și are o DA umedă de $\leq 0,10\text{g/cm}^3$.

În SRTS, Histosolul are la partea superioară a profilului de sol un orizont histic, >50cm grosime. Histosolurile sunt denumite turbării. Solurile puternic acide sunt considerate de mlaștină înaltă, tinoave. Histosolurile mai puțin acide sunt denumite eutrofe sau mezotrofe când lipsesc arborii și domină ierburile sau mlaștinile, dacă au fost parțial împădurite. Solurile umede de litoral sau poldere sunt cu ierburi și/sau *Carex*.

Procesul pedogenetic dominant este cel de alterare a formelor vizibile, organice, de frunze, tulpini și rădăcini la materiale organice neidentificabile. Histosolurile formează o parte a peisajului unde există concentrare a apelor de scurgere, retenție a precipitațiilor sau ascensiune freatică. Acumularea de materiale organice este favorizată de climatele umede și reci care inhibă descompunerea acestor materiale. Mediul anaerob prezervă polenul, astfel că Histosolurile reflectă flora și climatele anterioare. În zonele temperate rata medie de formare a Histosolurilor este de circa 0,6 mm/an și contribuția C este de circa 21,4g/m²/an. Majoritatea Histosolurilor s-au format la sfârșitul ultimei glaciații.

În zonele latitudinale joase rata acumulării este de 1,4 mm/an.

În Michigan, aflat mult mai la nord, media ratei acumulării a fost 0,55 mm/an. În Groenlanda a fost de 0,39 mm/an (Rösch, 1999).

O grosime de 3,6m materiale organice s-a acumulat între 4400 BP (față de prezent) și anul 1914, lângă Belle Glade (USA). Biomasa totală de plante a fost de 500-700 GtC (1Gt=10⁹tone) cu o contribuție anuală de C în litieră de 100 Gt, atât la suprafață cât și în zona radiculară. Aproximativ aceeași cantitate de C este anual eliberată din sol, ca și CO₂.

Apa afectează direct descompunerea prin controlul activității și transportul microorganismelor, solubilizării constituenților organici, alimentării cu oxigen și pH-ul solului.

Temperatura controlează activitatea biochimică a enzimelor intra și extracelulare, ca și a metabolismului majorității organismelor solului. Pentru fiecare 10⁰C creștere a temperaturii, descompunerea crește în general de 1-2 ori. Când O devine insuficient în sol, descompunerea se diminuează cu mult. Acceptorii alternativi de electroni, cum ar fi NO_3^- , Fe^{3+} , Mn^{4+} , SO_4^{2-} și CO_2 pot fi utilizați de bacteriile anaerobe, ca denitrificatoarele, sulfaticele și metanogenicele. Când pH-ul solului scade <4, activitatea microbiană este sever diminuată și se poate produce acumularea materiei organice. Procesul de acumulare a resturilor organice în terenurile umede și transformarea lor în turbă este considerat ca proces de turbificare. Turba este un material de sol organic aflat în diferite stadii de descompunere. Se disting stadiile fibrice, hemic și sapric ale turbei.

Materialul *fibrice* este un material organic de sol cu un conținut de fibre $\geq 3/4$ din volumul total, cu DA joasă și o mare capacitate de reținere a apei.

Materialul *hemic* este intermediar ca grad de descompunere între fibrice și sapric. DA este 0,10-0,20g/cm³, conținutul de fibre 1/3-2/3 din volumul total și conținutul maxim de apă variază între 450 și $\geq 850\%$.

Materialul *sapric* este puternic descompus, fibrele sunt <1/6 din volumul total de material, excluzând fragmentele grosiere, DA $\geq 0,2$ g/cm³, iar conținutul maxim de apă este <450%.



Figura 4.7 Areal cu histosol din masivul Semenik (Grozav, 2010)

Datele analitice ale principalelor tipuri de sol sunt prezentate în tabelele următoare:

Tabel 4.8 Date analitice –Histosol distric

Adâncime cm	pH _{H₂O}	Aciditate hidrolitică me	SB me	T me	V %	C %	N _{tot} %	P ₂ O ₅ %	C/N
0-32	3,60	60,2	13,8	73,8	18,43	50,42	0,71	0,03	71,01
32-53	3,71	58,8	13,8	72,6	19,01	50,76	1,02	0,02	49,76
53-64	3,76	58,3	14,7	73,0	20,14	51,18	1,12	0,05	45,70
64-74	3,75	58,3	14,6	72,9	20,03	53,20	0,74	0,05	71,89
74-130	3,95	56,6	15,1	71,7	21,06	54,36	0,59	0,08	92,13
130-153	4,10	55,4	15,4	70,8	21,75	57,22	0,77	0,06	74,31
153-160	4,20	55,2	16,1	71,3	22,58	55,07	0,50	0,04	110,14



Figura 4.8 *Histosol distric* (Grozav, 2010)

Histosolul acoperă în Semenici 34 ha, cu un volum estimat la 320000m³. Cele mai importante zone sunt Zănoaga Roșie (turbă pe 8-9ha, grosime până la 185cm, pH3,7-4,6), Gozna (4 ha, 2,4m), Goznuța (0,5ha, 0,9m), Șaua Goznei (1ha, 1,5m, pH 3,75-4,30), Râțul Mare (15ha, 2,5m, pH 3,7-4,2), Baia Vulturilor (2,5 ha, 1,5m), Ogașul Băilor (2ha, 0,75m), Poiana Preluca (4000m², 1,4m).

Oligotrofia și umiditatea prelungită sunt în special cauza unei rate scăzute a descompunerii resturilor organice. Densitatea și densitatea aparentă a materialului are o importanță aparte pentru proprietățile mecanice, fizice și chimice a Histosolurilor. Acestea determină volumul total de pori și influențează puternic capacitatea de reținere a solului, traficabilitatea și rata subsidenței când se drenează artificial. Terenurile turboase pot fi utilizate în diferite moduri, ca păduri și/sau pășiști sau nefolosite. Turbele groase este cel mai bine să fie păstrate în stare naturală.

Probele de apă colectate din Histosolul de la Baia Vulturilor sunt foarte pure, cu pH 7,2-7,28; CO₃ 0,0mg/dm³; HCO₃ 9,6-24 mg/dm³; Cl⁻ 30,2-39,5 mg/dm³; Ca²⁺ 4,0-12 mg/dm³; Mg²⁺ 2,43 mg/dm³; PO₄³⁻ 0,0; NH₄⁺ 0,0; Na⁺ 1,0-1,5 mg/l; EC 41-42 μS/cm³.

Tabel 4.9 *Datarea cu radiocarbon și analiza polinică pentru Histosol* (Rösch, 1999)

Adâncimea, cm	Zonele cu polen	Vârsta BP	Abateri standard
90-84	Fagus –Picea-Carpinus-MOF	1261	±19
115-105	Fagus –Picea-Carpinus-MOF	2586	±39
135-125	Carpinus	3895	±47
150-140	Corylus-MOF	6781	±57

Datele din baza profilului (140-150 cm) cu 6781 ani vârstă, corespund pădurilor de amestec (MOF și Corylus) respectiv Quercus + Ulmus + Tilia + Fraxinus + Acer (MOF) din Atlanticul Mijlociu. Datele stratului supraiacent (125-135 cm) relevă un material cu circa 3000 ani mai tânăr (3895) și marchează maximumul Carpinusului și începutul expansiunii Fagusului la începutul perioadei de Mijloc a Subborealului. Datele

cele mai aproape de suprafață (84-90 cm) de 1261 ani vârstă marchează declinul final al speciilor de *Tilia* și *Ulmus* către sfârșitul perioadei SubAtlanticului Mijlociu. Rata dezvoltării turbei crește de la 0,05 mm/an cât este în bază la 0,7 mm/an în partea superioară.



Figura 4.9 Areal cu podzol din masivul Semenic (Grozav, 2010)

Tabel 4.10 Date analitice –Podzol

Adâncime cm	Argilă %	pH_{H_2O}	Humus %	N_{tot} %	P_{tot} %	V %
Ao 0-18	19,2	3,9	13,7	0,388	0,065	3,5
Ea 18-21	10,8	3,8	5,0	0,203	0,049	3,3
Bs 21-56	12,7	4,3	3,2	0,116	0,040	2,4



Figura 4.10 Areal cu prepodzol din masivul Semenic (Grozav, 2010)

Prepodzol tipic mezolitic: masivul Semenec, altitudinea absolută 1420m, pantă 5%; depozite antecuatere provenite din alterarea micașturilor și a paragnaiselor; temperatura medie anuală de 3,8⁰C, precipitații medii anuale 1402mm; pășune subalpină cu Festuca rubra, Nardus stricta, Agrostis tenuis. Descrierea profilului:

A₁: 0-5 cm, cu plante parțial descompuse;

Au: 5-22 cm, 10YR3/2, nisip-lutos grosier, conținut mare de humus brut, slab structurat, 20% schelet;

Bs: 22-47 cm, 7,5YR4/3, nisip-lutos-grosier, grăunți de nisip în aglomerate, 50% schele;

BR: 47-76 cm, 7,5YR4/4, nisip-lutos-grosier, schelet 70-80%;

R: sub 76 cm, rocă masivă, compactă.

Tabel 4.11 Date analitice –Prepodzol

Adâncime cm	Argilă %	Praf %	pH _{H₂O}	Humus	P _{mob} ppm	K _{mob} ppm	SB me	SH me	T me	V %
5-22	9,7	14,2	4,77	15,0	9,2	140	2,17	26,49	28,66	7,57
22-47	10,9	19,7	4,73	7,25	7,8	130	1,08	18,16	19,24	5,61
47-76	9,6	13,3	5,43	2,10	16,8	127	0,43	9,42	9,88	4,35



Figura 4.11 Prepodzol umbric (Grozav, 2010)

Tabel 4.12 Date analitice – Districambosol

Adâncime cm	pH _{H₂O}	SB me	SH me	T me	V %
0-12	5,85	12,0	19,9	31,9	37,6
12-20	5,03	7,2	14,7	21,9	32,8
20-42	4,88	4,8	12,3	17,1	28,0
42-65	4,92	3,7	8,6	12,3	30,1
65-87	5,01	3,6	4,0	7,6	47,4
87-107	4,86	4,6	2,8	7,4	63,0

Majoritatea **Podzolorilor** au o textură grosieră, de la lutonispoasă spre nisipoasă, cu <10-15% argilă. Capacitatea de reținere a apei este scăzută. Podzolorile și Cambisolurile districe sunt soluri foarte acide, cu pH ce variază între 3,8 și 4,8 în orizonturile de la suprafață. pH-ul poate crește spre baza profilului la 5,4. Materia organică are un raport C/N mare, în special în orizontul de suprafață (≥25), expresie a unei activități biologice scăzute și o slabă degradare a materialului organic.

4.4.2 Zona dealurilor

A. Teritoriul Reșița

Luvosol tipic: textură luto-nisipoasă în orizonturile A și El, lutoasă în orizontul Bt, structură grăunțoasă friabilă la suprafață. Reacție slab acidă, conținut mijlociu de humus, eubazic, capacitate de schimb cationic mică-mijlocie. Slab erodat, necesită măsuri de prevenire a eroziunii în suprafață.

Tabel nr. 4.13 Date analitice profil 9 - Luvosol tipic, slab erodat – Haplic Luvisols

Orizonturi	Ao	El	EB	Bt ₁	Bt ₂
Adâncimi (cm)	0-20	20-32	32-53	53-64	64-100
Nisip grosier (2,0-0,2 mm) %	9,0	8,5	8,9	7,2	7,9
Nisip fin (0,2-0,02 mm) %	42,1	44,7	53,8	39,4	38,5
Praf (0,02-0,002 mm) %	26,9	32,5	16,7	33,3	29,8
Argilă (sub 0,002 mm) %	19,3	14,3	20,6	20,1	23,8
pH în H ₂ O	6,45	6,48	6,57	6,46	6,13
Humus (%)	2,28	1,64	0,84		
Baze de schimb (SB. me la 10g sol)	12,88	19,07	18,04	17,62	11,64
Hidrogen schimbabil (SH, me)	4,07	2,83	2,98	2,78	3,14
Cap. de schimb cationic (T, me)	16,95	21,90	21,02	20,4	14,78
Grad de satur. în baze (V, %)	75,98	87,07	85,82	86,37	78,75
Densitate aparentă (g/cm ³)	1,19	1,26	1,27	1,34	

Luvosol stagnic: sol cu diferențiere texturală clară, lut nisipos în orizontul superior, lut argilos în orizontul Bt, ceea ce cauzează fenomene de stagnare a apei din precipitații. Reacția solului, pe întreg profilul, este slab acidă, conținutul de humus în orizontul A este mijlociu, solul este eubazic și are o capacitate de schimb cationic mijlocie. Solul necesită lucrări de accelerare a drenajului.

Tabel nr. 4.14 Date analitice profil 8 - Luvosol stagnic, slab erodat – Stagnic Luvisols

Orizonturi	Ao		El	EB	Btw		C
Adâncimi (cm)	0-3	3-21	21-37	37-95	95-120	120-150	150-185
Nisip grosier (2,0-0,2 mm) %	10,0	7,6	7,5	7,3	8,9	10,2	9,8
Nisip fin (0,2-0,02 mm) %	45,7	45,6	42,5	43,5	42,1	32,6	42,1
Praf (0,02-0,002 mm) %	27,0	30,5	32,3	30,1	20,6	22,3	18,6
Argilă (sub 0,002 mm) %	17,3	16,3	17,7	19,1	28,4	34,9	29,5
pH în H ₂ O	6,14	6,45	6,62	6,41	6,03	6,90	7,45
Carbonați (CaCO ₃ %)							0,67
Humus (%)	2,74	1,99	1,30				
Baze de schimb (SB. me la 10g sol)	21,13	19,69	20,31	18,24	14,53	18,86	
Hidrogen schimbabil (SH, me)	3,40	2,83	2,78	3,14	3,60	1,85	
Cap. de schimb cationic (T, me)	24,53	22,52	23,09	21,38	18,13	20,71	
Grad de satur. în baze (V, %)	86,13	87,43	87,96	85,31	80,14	91,06	
Densitate aparentă (g/cm ³)	1,21	1,22					

Eutricambosol tipic: sol cu textură luto-nisipoasă, uniformă pe întregul profil. Reacția solului este moderat acidă, conținutul de humus este mijlociu, solul este mezobazic, cu o capacitate mică de schimb cationic. Situat pe versanți, cu o slabă rezistență hidrică a elementelor structurale, solul este moderat erodat și necesită măsuri de combatere a eroziunii.

Tabel nr. 4.15 Date analitice profil 7a - *Eutricambosol tipic, moderat erodat* – *Eutric Cambisols*

Orizonturi	Ao	AB	Bv
Adâncimi (cm)	0-17	17-39	39-69
<i>Nisip grosier (2,0-0,2 mm) %</i>	22,8	17,8	22,8
<i>Nisip fin (0,2-0,02 mm) %</i>	30,3	33,1	31,0
<i>Praf (0,02-0,002 mm) %</i>	31,6	33,4	30,2
<i>Argilă (sub 0,002 mm) %</i>	15,3	15,7	16,0
<i>pH în H₂O</i>	5,81	5,85	5,82
<i>Humus (%)</i>	2,91	2,28	
<i>Baze de schimb (SB. me la 10g sol)</i>	8,96	9,17	9,38
<i>Hidrogen schimbabil (SH, me)</i>	4,02	4,79	3,91
<i>Cap. de schimb cationic (T, me)</i>	12,98	13,96	13,29
<i>Grad de satur. în baze (V, %)</i>	69,02	65,68	70,57
<i>Densitate aparentă (g/cm³)</i>	1,30	1,31	1,38

Eutricambosol tipic: sol cu textură mijlocie, luto-nisipoasă, uniformă pe profil. Reacția solului este moderat acidă, conținutul de humus este mijlociu (în orizontul Ao de la 0-17 cm, este mare datorită țelinei), dar de la adâncimea de 17 cm este foarte scăzut. Solul este mezobazic, suferind o levigare a bazelor și are o capacitate de schimb cationic mică.

Tabel nr. 4.16 Date analitice profil 7 - *Eutricambosol tipic, moderat erodat* – *Eutric Cambisols*

Orizonturi	Ao	AB	Bv			BC	C
Adâncimi (cm)	0-17	17-30	30-39	39-50	50-69	69-90	90-110
<i>Nisip grosier (2,0-0,2 mm) %</i>	32,5	22,9	18,8	20,9	19,6	22,4	26,4
<i>Nisip fin (0,2-0,02 mm) %</i>	27,9	31,2	33,0	30,4	31,2	27,8	29,3
<i>Praf (0,02-0,002 mm) %</i>	24,6	29,4	30,0	29,2	27,3	27,3	24,7
<i>Argilă (sub 0,002 mm) %</i>	15,0	16,5	18,2	19,5	21,9	22,5	19,6
<i>pH în H₂O</i>	5,56	5,50	5,59	5,77	5,84	5,83	5,99
<i>Humus (%)</i>	4,52	1,58	0,84	0,66			
<i>Baze de schimb (SB. me la 10g sol)</i>	10,00	9,17	11,03	10,41	19,07	12,47	11,64
<i>Hidrogen schimbabil (SH, me)</i>	6,70	5,82	4,27	3,71	3,61	3,66	2,94
<i>Cap. de schimb cationic (T, me)</i>	16,7	14,99	15,30	14,12	22,68	16,13	14,58
<i>Grad de satur. în baze (V, %)</i>	59,88	61,17	72,09	73,72	84,08	77,30	79,83
<i>Densitate aparentă (g/cm³)</i>	1,22	1,24	1,31	1,36			

Districambosol tipic: sol cu mult material scheletic, materialul fin fiind luto-nisipos, moderat acid și cu un grad de saturație în baze sub 53% de la adâncimea de 21 cm pe întreg profilul.

Conținutul de humus este mijlociu, dar trebuie precizat că este un humus acid în care predomină acizii fulvici. Capacitatea de schimb cationic este scăzută. Solul necesită aplicarea unor amendamente calcice.

Tabel nr. 4.17 Date analitice profil 6 - *Districambosol tipic, subscheletic – Dystric Cambisols*

Orizonturi	Ao		ABv		Bv	
Adâncimi (cm)	0-9	9-21	21-34	34-51	51-65	65-80
Nisip grosier (2,0-0,2 mm) %	23,6	26,3	24,9	36,6	21,6	22,7
Nisip fin (0,2-0,02 mm) %	43,6	34,4	35,6	29,6	40,6	39,5
Praf (0,02-0,002 mm) %	16,9	23,2	23,0	16,8	18,8	19,1
Argilă (sub 0,002 mm) %	15,9	16,1	16,5	17,0	19,0	18,7
pH în H ₂ O	5,68	5,70	5,67	5,44	5,08	5,05
Humus (%)	4,81	2,62	1,47	0,55		
Baze de schimb (SB, me la 10g sol)	12,06	8,76	6,70	6,90	7,52	6,08
Hidrogen schimbabil (SH, me)	6,96	5,72	5,21	5,05	7,89	8,76
Cap. de schimb cationic (T, me)	19,02	14,48	11,91	11,95	15,41	14,84
Grad de satur. în baze (V, %)	63,40	60,49	56,25	57,74	48,79	40,97

Eutricambosol tipic: sol cu textură mijlocie, neutru – slab alcalin ca reacție, calcaric și cu un conținut scăzut de humus.

Tabel nr. 4.18 Date analitice profil 5 - *Eutricambosol tipic – Eutric Cambisols*

Orizonturi	Ao	ABv	Bv	
Adâncimi (cm)	0-14	14-36	36-58	58-83
Nisip grosier (2,0-0,2 mm) %	31,8	58,5	30,8	57,8
Nisip fin (0,2-0,02 mm) %	39,2	22,2	40,7	22,7
Praf (0,02-0,002 mm) %	3,1	1,7	5,4	1,5
Argilă (sub 0,002 mm) %	25,9	17,6	24,1	18,0
pH în H ₂ O	7,96	7,48	7,13	7,39
Carbonați (CaCO ₃ %)	4,23	0,50	1,18	0,84
Humus (%)	1,66	0,87	0,65	

Litosol rendzinic: sol cu textură fină în primii 45 cm urmat de materiale scheletice calcaroase și calcar masiv. Prezența carbonaților imprimă solului un pH slab alcalin, conținutul de humus este scăzut.

Tabel nr. 4.19 Date analitice profil 4 - *Litosol rendzinic – Eutri-lithic Leptosols*

Orizonturi	Ao	Rrz	
Adâncimi (cm)	0-15	15-45	45-
Nisip grosier (2,0-0,2 mm) %	16,1	39,2	6,2
Nisip fin (0,2-0,02 mm) %	35,7	22,8	82,7
Praf (0,02-0,002 mm) %	10,6	4,9	5,8
Argilă (sub 0,002 mm) %	37,6	33,1	5,3
pH în H ₂ O	7,93	8,17	8,34
Carbonați (CaCO ₃ %)	23,21	3,38	81,17
Humus (%)	2,56	0,93	

Eutricambosol tipic: sol cu textură medie, reacție slab acidă și conținut mic de humus. Grad de saturație în baze de tipul mezobazic și o capacitate de schimb cationic mică.

Tabel nr. 4.20 Date analitice profil 3 - *Eutricambosol tipic, subscheletic – Eutric Cambisols*

Orizonturi	Ao	AoBv
Adâncimi (cm)	0-20	20-50
<i>Nisip grosier (2,0-0,2 mm) %</i>	21,7	22,8
<i>Nisip fin (0,2-0,02 mm) %</i>	36,1	35,9
<i>Praf (0,02-0,002 mm) %</i>	17,3	13,5
<i>Argilă 2 (sub 0,002 mm) %</i>	24,9	27,8
<i>Argilă fizică (sub 0,01 mm) %</i>	33,7	38,0
<i>pH în H₂O</i>	6,05	5,65
<i>Humus (%)</i>	2,51	1,15
<i>Baze de schimb (SB. me la 10g sol)</i>	14,74	14,12
<i>Hidrogen schimbabil (SH, me)</i>	4,27	5,25
<i>Cap. de schimb cationic (T, me)</i>	19,01	19,37
<i>Grad de satur. în baze (V, %)</i>	77,53	72,89

Regosol eutric: sol cu o textură grosieră, nisipo-lutoasă, pe întreg profilul, cu pH moderat acid și mezobazic. Conținutul scăzut de humus și capacitate de schimb cationic mică – foarte mică.

Tabel nr. 4.21 Date analitice profil 2 - *Regosol eutric – Eutric Regosols*

Orizonturi	Ao		AoC	C	
	0-11	11-23	23-36	36-48	48-61
Adâncimi (cm)					
<i>Nisip grosier (2,0-0,2 mm) %</i>	33,6	22,3	27,6	30,3	23,2
<i>Nisip fin (0,2-0,02 mm) %</i>	36,9	40,5	37,3	35,4	42,1
<i>Praf (0,02-0,002 mm) %</i>	19,6	24,3	23,4	22,5	24,4
<i>Argilă (sub 0,002 mm) %</i>	9,9	12,9	11,7	11,8	10,3
<i>pH în H₂O</i>	5,83	5,48	5,31	5,38	5,55
<i>Humus (%)</i>	1,77	1,66	1,21	0,65	
<i>Baze de schimb (SB. me la 10g sol)</i>	8,14	6,70	6,28	6,49	6,49
<i>Hidrogen schimbabil (SH, me)</i>	4,22	3,97	4,99	4,12	4,69
<i>Cap. de schimb cationic (T, me)</i>	12,36	10,67	11,27	10,61	11,18
<i>Grad de satur. în baze (V, %)</i>	65,85	62,79	55,72	61,16	58,05

Regosol eutric: sol cu o textură grosieră uniformă pe întreg profilul, nisipo-lutoasă, reacția este slab acidă și un grad de saturație în baze diferențiat pe profil: eubazic în primii 18 cm și mezobazic în profunzime. Conținutul de humus este mic.

Tabel nr. 4.22 Date analitice profil 1 - *Regosol eutric – Eutric Regosols*

Orizonturi	Ao	AoC	C	
	0-18	18-37-	37-58	58-66
Adâncimi (cm)				
<i>Nisip grosier (2,0-0,2 mm) %</i>	30,1	23,9	23,4	23,8
<i>Nisip fin (0,2-0,02 mm) %</i>	42,9	40,5	44,6	38,3
<i>Praf (0,02-0,002 mm) %</i>	18,5	22,9	20,6	25,6
<i>Argilă 2 (sub 0,002 mm) %</i>	8,5	12,7	11,4	12,3
<i>Argilă fizică (sub 0,01 mm) %</i>	18,8	26,2	26,1	27,3
<i>Densitate aparentă (DA g/cm³)</i>	1,32	1,18	1,33	
<i>pH în H₂O</i>	6,61	5,51	5,40	5,39
<i>Humus (%)</i>	1,49	0,70	0,59	
<i>Baze de schimb (SB. me la 10g sol)</i>	11,23	7,73	6,90	7,52
<i>Hidrogen schimbabil (SH, me)</i>	2,01	4,95	4,02	4,33
<i>Cap. de schimb cationic (T, me)</i>	13,24	12,68	10,92	11,85
<i>Grad de satur. în baze (V, %)</i>	84,81	60,96	63,18	63,45

B. Teritoriul Bocșa

Luvosol tipic, slab erodat: reacția solului este moderat acidă pe tot profilul. Solul are un conținut de humus bogat în Ao și scăzut în profunzime; azot total: bine aprovizionat în Ao și mediocru până la 34 cm; fosfor mobil: bogat în tot profilul; potasiu asimilabil: mijlociu în tot profilul. Textura este mijlocie în Ao și grea în profunzime.

Tabel nr. 4.23 Date analitice profil 1 - **Luvosol tipic, slab erodat – Haplic Luvisols**

Orizonturi	Ao	El	EIBt	Bt
Adâncimi (cm)	0-12	12-24	24-36	36-77
pH	5,98	6,06	5,84	5,80
Carbonați (CaCO ₃ %)				
Humus (%)	3,12	1,78	1,22	
N total %	0,18	0,10	0,08	
P ₂ O ₅ mobil (mgr/100gr)	8,0	12,4	6,0	
K ₂ O asimil. (mgr/100gr)	8,2	6,4	6,4	
Baze de schimb (SB, me la 100 g sol)	13,65	16,60	32,94	24,10
Hidrogen schimbabil(SH, me la 100g sol)	2,31	2,14	2,22	2,55
Cap.de schimb cationic (T, me la 100g sol)	15,96	18,74	35,16	26,65
Grad de saturare în baze (V, %)	85,5	88,7	93,7	90,3
Nisip grosier (2,0-0,2 mm)%	9,0	8,0	7,0	7,0
Nisip fin (0,2-0,02 mm)%	34,6	28,1	30,0	25,4
Praf 1 (0,02-0,01 mm)%	29,0	26,5	22,1	19,0
Argilă (sub 0,002 mm)%	27,4	37,4	40,9	48,6
Densitate aparentă (g/cm ³)	1,18	1,23	1,36	1,42

Luvosol roșcat, mediu erodat: reacția solului este slab acidă până la 22 cm și moderat – slab acidă în profunzime; solul are un conținut de humus: scăzut pe tot profilul; azot total: mediocru până la 22 cm și slab în profunzime; fosfor mobil: sărac pe tot profilul; potasiu asimilabil: bogat pe tot profilul. Textura este mijlocie în Ao și grea în profunzime.

Tabel nr. 4.24 Date analitice profil 2 - **Luvosol roșcat, mediu erodat – Chromic Luvisols**

Orizonturi	Ao	EIBt	Bt	C
Adâncimi (cm)	0-13	13-22	22-39	39-71
pH	6,40	6,04	5,94	6,04
Carbonați (CaCO ₃ %)				
Humus (%)	1,76	1,58	1,27	
N total %	0,10	0,08	0,06	
P ₂ O ₅ mobil (mgr/100gr)	1,6	1,0	0,9	
K ₂ O asimil. (mgr/100gr)	7,2	6,4	6,2	
Baze de schimb (SB, me la 100 g sol)	15,90	20,65	21,20	23,65
Hidrogen schimbabil(SH, me la 100g sol)	2,38	2,38	1,97	2,14
Cap.de schimb cationic (T, me la 100g sol)	18,28	23,03	23,17	25,79
Grad de saturare în baze (V, %)	87,2	89,4	91,7	92,0
Schelet > 2 mm în %				
Nisip grosier (2,0-0,2 mm)%	12,0	11,0	16,0	14,5
Nisip fin (0,2-0,02 mm)%	40,0	41,1	37,0	44,9
Praf 1 (0,02-0,01 mm)%	18,4	10,9	12,0	5,7
Argilă (sub 0,002 mm)%	29,6	37,0	35,0	34,9
Densitate aparentă (g/cm ³)	1,26	1,37	1,36	1,39

Luvosol stagnic slab erodat: reacția solului este puternic acidă până la 86 cm și moderat acidă spre profunzime; solul are un conținut de: humus: mijlociu în Ao și sărac în profunzime; azot total: mijlociu în Ao și Ea și sărac în profunzime; fosfor mobil: bogat în Ao, normal în Ea și sărac în profunzime; potasiu asimilabil: bogat în tot profilul. Textura este mijlocie în Ao, mijlocie grea în Ea și grea în profunzime.

Tabel nr. 4.25 Date analitice profil 3 - Luvosol stagnic slab erodat – Stagnic Luvisols

Orizonturi	Ao	Ea	EaBt	Btw			BtC	C
Adâncimi (cm)	0-15	15-28	28-38	38-63	63-86	86-113	113-140	140-181
pH	5,05	5,50	5,60	5,40	5,45	5,85	5,75	5,20
Carbonați (CaCO ₃ %)								
Humus (%)	2,10	1,33	0,80	1,00				
N total %	0,133	0,112	0,077	0,077				
P ₂ O ₅ mobil (mgr/100gr)	5,2	4,4	1,3	1,0				
K ₂ O asimil. (mgr/100gr)	14,0	12,5	10,5	10,0				
Baze de schimb (me)	2,4	6,0	6,0	10,8	16,0	16,0	16,0	15,0
Hidrogen schimbabil (me)	7,20	5,86	5,60	6,10	5,43	4,95	5,30	5,76
Cap.de schimb cationic (T, me)	9,60	11,86	11,60	16,90	21,43	20,95	21,30	20,76
Grad de saturare în baze (V, %)	25,0	50,3	51,6	63,70	74,5	76,0	75,0	72,2
Schelet > 2 mm în %								
Nisip grosier (2,0-0,2 mm)%	4,0	4,0	4,0	3,0	4,0	3,0	4,0	5,0
Nisip fin (0,2-0,02 mm)%	38,2	36,6	30,7	28,6	28,7	28,8	30,8	30,3
Praf 1 (0,02-0,01 mm)%	16,2	13,6	14,6	13,4	12,4	11,6	11,1	11,3
Praf 2 (0,01-0,02 mm)%	17,9	17,4	16,5	14,6	13,3	14,1	13,4	13,4
Argilă (sub 0,002 mm)%	23,7	28,4	34,2	40,4	41,6	41,5	40,7	40,0
Densitate aparentă (g/cm ³)	1,16	1,28	1,31	1,42				

Alosol albic: reacția solului este puternic acidă pe tot profilul, scade în adâncime; solul are un conținut de: humus: foarte bogat în Ao, mijlociu în Ea și scăzut între 29 și 43 cm; azot total: bogat până la 43 cm; fosfor mobil: sărac; potasiu asimilabil: bogat în Ao, mediu în Ea și bogat în E+Bt.

Textura este ușoară până la 29 cm, mijlocie grea de la 29-43cm și grea – foarte grea în profunzime.

Tabel nr. 4.26 Date analitice profil 4 - Alosol albic – Albic Alisols

Orizonturi	Ao	Ea	E+Bt	Bt ₁	Bt ₂
Adâncimi (cm)	0-11	11-29	29-43	43-56	56↓
pH	4,82	4,55	5,20	5,20	5,00
Carbonați (CaCO ₃ %)					
Humus (%)	5,50	2,17	1,39		
N total %	0,240	0,147	0,112		
P ₂ O ₅ mobil (mgr/100gr)	1,2	1,0	1,0		
K ₂ O asimil. (mgr/100gr)	11,5	7,5	13,0		
Baze de schimb (me)	5,4	8,0	10,8	16,4	13,2
Hidrogen schimbabil (me)	9,98	9,40	12,0	16,3	16,4
Cap.de schimb cationic (T, me)	15,38	17,40	22,80	34,70	29,60
Grad de saturare în baze (V, %)	35,6	45,8	47,3	47,2	44,5
Schelet > 2 mm în %					
Nisip grosier (2,0-0,2 mm)%	20,0	21,0	18,0	15,0	26,0
Nisip fin (0,2-0,02 mm)%	38,1	30,4	22,1	20,4	20,2
Praf 1 (0,02-0,01 mm)%	9,5	10,5	9,3	3,5	3,6
Praf 2 (0,01-0,02 mm)%	11,7	15,7	10,0	12,1	8,2
Argilă (sub 0,002 mm)%	20,7	22,4	40,6	49,0	42,0
Densitate aparentă (g/cm ³)	1,12	1,18	1,44	1,52	

Districambosol tipic: reacția solului este puternic acidă până la 89 cm, în profunzime ea devine moderat acidă; solul are un conținut de: humus: bogat în Ao apoi scade spre profunzime fiind sărac în profunzime; azot total: bine aprovizionat; fosfor mobil: slab aprovizionat; potasiu asimilabil: normal aprovizionat. Textura este mijlocie pe tot profilul.

Tabel nr. 4.27 Date analitice profil 5 - *Districambosol tipic – Dystric Cambisols*

Orizonturi	A _t	A _o	AB _v	B _v		B _v R
Adâncimi (cm)	0-12	12-42	42-63	63-76	76-89	89-159
pH	5,05	5,25	5,30	5,35	5,35	5,75
Carbonați (CaCO ₃ %)						
Humus (%)	3,03	3,00	1,16			
N total %	0,172	0,161	0,084			
P ₂ O ₅ mobil (mgr/100gr)	0,8	0,8	0,6			
K ₂ O asimil. (mgr/100gr)	9,5	7,0	5,5			
Baze de schimb (me)	7,0	6,0	3,0	3,2	7,2	13,2
Hidrogen schimbabil (me)	8,70	8,30	6,60	6,10	6,00	5,78
Cap.de schimb cationic (T, me)	15,70	14,30	9,60	9,30	13,20	18,98
Grad de saturare în baze (V, %)	44,7	42,0	31,3	34,4	54,3	69,7
Schelet > 2 mm în %						
Nisip grosier (2,0-0,2 mm)%	6,0	4,0	5,0	6,	4,0	6,0
Nisip fin (0,2-0,02 mm)%	29,8	31,6	33,0	31,2	30,4	29,8
Praf 1 (0,02-0,01 mm)%	19,9	19,1	19,2	20,3	18,2	16,7
Praf 2 (0,01-0,02 mm)%	19,1	20,9	20,8	17,0	18,9	14,1
Argilă (sub 0,002 mm)%	25,2	24,4	22,0	25,5	28,5	33,4
Densitate aparentă (g/cm ³)	1,07	1,16	1,21	1,26		

Eutricambosol aluvic: reacția solului este moderat acidă și slab acidă mai jos de 15 cm; solul are un conținut de: humus: bogat de la 0-15cm și mijlociu de la 15-60 cm; azot total: bogat până la 15 cm și normal în profunzime; fosfor mobil: normal până la 39 cm și scăzut în profunzime; potasiu asimilabil: bogat până la 39 cm și normal în profunzime. Textura este mijlocie în Ao și grea până la 84 cm și ușoară sub 84 cm adâncime.

Tabel nr. 4.28 Date analitice profil 6 - *Eutricambosol aluvic – Fluvi-eutric Cambisols*

Orizonturi	A _o		AB _v	B _v		C
Adâncimi (cm)	0-15	15-39	39-60	60-84	84-104	104-130
pH	5,95	6,15	6,25	6,30	6,35	6,35
Carbonați (CaCO ₃ %)						
Humus (%)	3,10	2,10	2,06			
N total %	0,172	0,133	0,112			
P ₂ O ₅ mobil (mgr/100gr)	5,0	3,5	2,09			
K ₂ O asimil. (mgr/100gr)	13,0	13,0	9,5			
Baze de schimb (me)	15,0	20,0	20,0	15,8	16,8	14,0
Hidrogen schimbabil (me)	5,83	5,29	4,73	4,48	3,98	3,90
Cap.de schimb cationic (T, me)	20,83	25,29	24,73	20,28	20,78	17,90
Grad de saturare în baze (V, %)	71,7	79,9	81,0	78,0	81,2	78,2
Schelet > 2 mm în %						
Nisip grosier (2,0-0,2 mm)%	10,0	9,0	5,0	9,0	10,0	17,0
Nisip fin (0,2-0,02 mm)%	36,9	36,6	38,8	41,4	47,0	45,0
Praf 1 (0,02-0,01 mm)%	9,1	8,9	10,6	6,9	8,6	6,4
Praf 2 (0,01-0,02 mm)%	18,2	19,1	17,2	18,9	11,0	10,3
Argilă (sub 0,002 mm)%	25,8	26,4	28,4	23,8	23,4	21,3
Densitate aparentă (g/cm ³)	1,23	1,36	1,38	1,36		

Luvosol albic-stagnic: reacția solului este moderat acidă la suprafață și slab acidă de la 51 cm spre profunzime; solul are un conținut de: humus: normal în Ao și sărac în profunzime; azot total: bogat în Ao și moderat până la 51 cm; fosfor mobil: normal până la 51 cm; potasiu asimilabil: bogat în tot profilul.

Tabel nr. 4.29 Date analitice profil 7- *Luvosol albic-stagnic – Stagni-albic Luvisols*

Orizonturi	Ao	Ea	Btw	BtW	C		
Adâncimi (cm)	0-24	24-36	36-51	51-67	67-85	85-135	135-150
<i>pH</i>	5,50	5,80	5,95	6,05	6,10	6,15	6,20
<i>Carbonați (CaCO₃ %)</i>							
<i>Humus (%)</i>	2,44	1,74	1,44	1,05			
<i>N total %</i>	0,147	0,0119	0,105	0,091			
<i>P₂O₅ mobil (mgr/100gr)</i>	4,4	3,0	3,0	2,4			
<i>K₂O asimil. (mgr/100gr)</i>	12,0	11,5	11,5	11,5			
<i>Baze de schimb (me)</i>	7,0	6,4	10,0	11,6	14,0	15,0	15,8
<i>Hidrogen schimbabil (me)</i>	7,16	6,10	5,88	5,40	5,30	5,22	4,33
<i>Cap.de schimb cationic (T, me)</i>	14,16	12,50	15,88	17,00	19,30	20,22	20,13
<i>Grad de saturare în baze (V, %)</i>	49,3	51,2	63,0	68,2	72,4	74,0	78,7
<i>Nisip grosier (2,0-0,2 mm)%</i>	10,0	16,0	21,0	17,0	16,0	14,0	20,0
<i>Nisip fin (0,2-0,02 mm)%</i>	35,6	30,4	29,3	28,8	26,6	27,8	25,3
<i>Praf 1 (0,02-0,01 mm)%</i>	14,0	12,1	12,2	10,6	11,6	8,6	8,6
<i>Praf 2 (0,01-0,02 mm)%</i>	14,2	13,6	10,4	11,8	10,8	14,4	11,2
<i>Argilă (sub 0,002 mm)%</i>	26,2	27,9	27,1	31,8	35,0	35,2	34,9
<i>Densitate aparentă (g/cm³)</i>	1,15	1,28	1,32	1,41			

Eutricambosol rodic, varietate subscheletic, erodat moderat: reacția solului este moderat acidă; solul are un conținut de: humus: bogat de la 0-16 cm și scăzut de la 16 cm spre profunzime; azot total: bogat în Ao și mediocru în profunzime; fosfor mobil: conținut scăzut; potasiu asimilabil: foarte bogat în Ao și bogat în AoBv. Textura este ușoară în Ao și mijlocie în AoBv și Bv.

Tabel nr. 4.30 Date analitice profil 8- *Eutricambosol rodic, varietate subscheletic, erodat moderat – Rhodi-eutric Cambisols*

Orizonturi	Ao	AoBv	Bv	
Adâncimi (cm)	0-16	16-34	34-55	55↓
<i>pH</i>	5,65	5,85	5,80	5,80
<i>Carbonați (CaCO₃ %)</i>				
<i>Humus (%)</i>	3,88	1,62		
<i>N total %</i>	0,172	0,091		
<i>P₂O₅ mobil (mgr/100gr)</i>	1,4	1,4		
<i>K₂O asimil. (mgr/100gr)</i>	21,0	15,0		
<i>Baze de schimb (me)</i>	8,4	12,4	12,4	12,4
<i>Hidrogen schimbabil (me)</i>	4,20	4,82	5,48	5,82
<i>Cap.de schimb cationic (T, me)</i>	12,60	17,22	17,88	18,22
<i>Grad de saturare în baze (V, %)</i>	66,7	72,2	69,5	68,5
<i>Nisip grosier (2,0-0,2 mm)%</i>	27,0	23,0	25,0	33,0
<i>Nisip fin (0,2-0,02 mm)%</i>	28,6	25,4	11,4	22,2
<i>Praf 1 (0,02-0,01 mm)%</i>	8,8	8,7	19,7	7,6
<i>Praf 2 (0,01-0,02 mm)%</i>	13,4	11,5	11,2	10,7
<i>Argilă (sub 0,002 mm)%</i>	22,2	31,4	32,7	26,5
<i>Densitatea aparentă (g/cm³)</i>	1,22	1,39	1,40	

Erodosol argic: reacția solului este slab acidă; solul are un conținut de: humus: bogat până la 15 cm și normal până la 26 cm; azot total: normal în Bt și mediocru în profunzime; fosfor mobil: sărac în tot profilul; potasiu asimilabil: normal în tot profilul.

Tabel nr. 4.31 Date analitice profil 9- *Erodosol argic – Luvisols (eroded phase)*

Orizonturi	Bt		C
	0-15	15-26	26-67
Adâncimi (cm)			
pH	6,25	6,12	6,50
Carbonați (CaCO ₃ %)			
Humus (%)	3,20	2,40	
N total %	0,14	0,10	
P ₂ O ₅ mobil (mgr/100gr)	2,4	1,0	
K ₂ O asimil. (mgr/100gr)	8,5	5,8	
Baze de schimb (me)	24,10	32,33	34,65
Hidrogen schimbabil (me)	2,55	2,46	1,39
Cap.de schimb cationic (T, me)	26,65	34,89	36,04
Grad de saturare în baze (V, %)	90,4	92,7	96,2
Nisip grosier (2,0-0,2 mm)%	28,0	23,0	59,0
Nisip fin (0,2-0,02 mm)%	31,8	29,8	18,6
Praf 1 (0,02-0,01 mm)%	12,2	9,2	10,0
Praf 2 (0,01-0,02 mm)%	12,2	9,2	10,0
Argilă (sub 0,002 mm)%	28,0	38,0	12,4
Densitate aparentă (g/cm ³)	1,43	1,56	1,40

4.4.3 Zona joasă

Teritoriul Berzovia

Preluvosol stagnic moderat, melanic, moderat erodat: sol cu diferențiere texturală clară pe profil, în orizontul de suprafață, până la adâncimea de 43cm. Textura este mijlocie, respectiv lut mediu, iar de la adâncimea de 40 cm devine o textură fină, argiloasă, cu permeabilitate scăzută, ceea ce favorizează stagnarea apei în perioadele umede. Stagnarea apei este cauzată și de starea avansată de compactare, densitatea aparentă fiind de 1,50g/cm³. Solul are o reacție slab acidă, conținutul de humus este mijlociu, fosforul și potasiul sunt în limita apreciată drept mijlocie.

Tabel nr. 4.32 Date analitice profil 52- **Preluvosol stagnic moderat, melanic, moderat erodat – Stagnic Luvisols**

Orizonturi	Ap	AB	Btw			Bt
Adâncimi (cm)	0-22	22-43	43-60	60-83	83-150	150-170
Nisip grosier (2,0-0,2 mm)%	8,3	6,0	2,9	2,8	2,5	3,3
Nisip fin (0,2-0,02 mm)%	33,3	33,5	26,0	25,5	23,9	24,0
Praf (0,02-0,002 mm)%	27,8	30,1	26,8	24,7	23,5	23,4
Argilă (sub 0,002 mm)%	30,6	30,4	44,3	47,0	50,1	49,3
Densitate (g/cm ³)	2,58	2,61	2,63	2,66		
Densitate aparentă (DA g/cm ³)	1,22	1,50	1,46	1,46		
Conductivitate hidraulică (K mm/oră)	6,0	1,3	0,8	0,8		
pH în H ₂ O	6,03	6,22	6,10	6,24	6,47	6,17
Humus (%) RHT=208.08	4,09	2,53	1,82			
Indice de azot (IN)	3,29	2,08	1,50			
P _{mobil} (ppm)	22,0					
K _{mobil} (ppm)	185					
Baze de schimb (SB, me la 100 g sol)	22,65	21,63	24,48	24,08	24,48	24,08
Hidrogen schimbabil(SH, me)	5,51	4,74	5,21	4,18	3,16	3,67
Cap. de schimb cationic (T, me)	28,16	26,37	29,69	28,26	27,64	27,75
Grad de saturație în baze (V, %)	80,43	82,02	82,45	85,21	88,56	86,77

Preluvosol pelic-stagnic, puternic erodat: sol cu o textură argiloasă și o circulație defectuoasă a apei în special de la 40 cm în profunzime, unde K este 0,8 mm/oră. Solul este slab acid, cu o debazificare avansată în primii 17 cm, care corespund orizontului AB, întrucât primul orizont a fost erodat. Solul este moderat aprovizionat cu humus, fosfor și potasiu.

Tabel nr. 4.33 Date analitice profil 69- **Preluvosol pelic-stagnic, puternic erodat – Vertic-Stagnic Luvisols**

Orizonturi	A/B	Btw	Btw	Bty(w)	BC	C
Adâncimi (cm)	0-17	17-40	40-60	60-78	78-94	94-115
Nisip grosier (2,0-0,2 mm)%	4,4	4,5	3,4	3,7	3,4	3,1
Nisip fin (0,2-0,02 mm)%	35,8	31,0	29,7	30,1	29,8	29,3
Praf (0,02-0,002 mm)%	26,3	21,2	19,8	20,5	21,8	21,1
Argilă (sub 0,002 mm)%	33,5	43,3	47,1	45,7	45,0	46,5
Densitate (g/cm ³)	2,61	2,63	2,68	2,70		
Densitate aparentă (DA g/cm ³)	1,28	1,43	1,46	1,41		
Conductivitate hidraulică (K mm/oră)	6,4	2,6	0,8	0,9		
pH în H ₂ O	5,96	5,89	5,96	6,06	6,18	6,29
Humus (%)	3,09	2,14	1,37			
P _{mobil} (ppm)	9,0	9,0				
K _{mobil} (ppm)	190	180				
Baze de schimb (SB, me la 100 g sol)	16,12	20,05	18,08	20,27	21,58	18,96
Hidrogen schimbabil(SH, me)	8,63	7,76	7,70	7,48	5,79	4,64
Cap. de schimb cationic (T, me)	24,75	27,81	25,78	27,75	27,37	23,60
Grad de saturare în baze (V, %)	65,13	72,09	70,13	73,04	78,84	80,34

Luvosol pelic-stagnic, melanic, moderat erodat: sol cu textură luto-argiloasă care prin eroziune a pierdut orizontul A și se lucrează în orizontul eluvial. Permeabilitatea în orizontul argic este mică și a generat fenomene de stagnare a apei. Solul este slab acid și mijlociu aprovizionat în azot, fosfor și potasiu.

Tabel nr. 4.34 Date analitice profil 28- *Luvosol pelic-stagnic, melanic, moderat erodat – Veric-Stagnic Luvisols*

Orizonturi	Ap	EB	BtE	Bt(w)	Btyw	BC		
Adâncimi (cm)	0-17	17-29	29-41	41-61	61-85	85-110	110-140	140-160
Nisip grosier (2,0-0,2 mm)%	4,0	3,9	3,1	2,5	1,7	2,2	3,0	2,6
Nisip fin (0,2-0,02 mm)%	33,0	33,1	30,1	25,9	23,5	26,8	24,9	25,4
Praf (0,02-0,002 mm)%	31,4	31,4	29,0	26,6	28,1	25,9	25,0	24,8
Argilă (sub 0,002 mm)%	31,6	31,6	37,8	45,0	46,7	45,1	47,1	47,2
Densitate (g/cm ³)	2,63	2,65	2,68	2,70				
Densitate aparentă (DA g/cm ³)	1,08	1,44	1,36	1,35				
Conductivitate hidraulică (K mm/oră)	22,0	1,9	2,8	1,4				
pH în H ₂ O	6,18	6,24	6,13	6,15	6,24	7,09	7,56	7,98
Carbonați (CaCO ₃ %)							0,25	0,43
Humus (%) RHT=150,63	3,50	2,49	1,68	1,31				
P _{mobil} (ppm)	40,0	31,0						
K _{mobil} (ppm)	165	185						
Baze de schimb (SB, me la 100 g sol)	16,24	18,39	16,45	20,32	22,90			
Hidrogen schimbabil (SH, me)	6,45	6,77	6,34	6,77	6,18			
Cap. de schimb cationic (T, me)	22,69	25,16	22,79	27,09	29,08			
Grad de saturare în baze (V, %)	71,57	73,09	72,18	75,01	78,75			

Planosol pelic-stagnic: caracteristica principală a acestui tip de sol este dublarea cantității de argilă (de la 23,4% în EB la 50,4% în Btw) pe distanță mai mică de 7,5cm. Implicat, circulația apei este aproape stopată, apar fenomene de feroliză, cu formarea de Fe²⁺ și Mn²⁺ toxic. Reacția solului este puternic acidă în orizontul eluvial și moderat acidă în întregul profil. Gradul de saturație în baze și conținutul de N, P, K este scăzut.

Tabel nr. 4.35 Date analitice profil 24- *Planosol pelic-stagnic – Vertic-Haplic Planosols*

Orizonturi	Ap	El	EB	Btw	Btyw	Btyw	BC(w)	BC	C
Adâncimi (cm)	0-19	19-38	38-44	44-55	55-68	68-85	85-110	110-140	140-170
Nisip grosier (2,0-0,2 mm)%	8,3	9,6	6,0	3,5	3,4	3,1	4,1	4,2	4,4
Nisip fin (0,2-0,02 mm)%	35,5	34,3	37,8	21,5	21,6	22,7	24,6	27,0	27,3
Praf (0,02-0,002 mm)%	35,5	36,7	32,8	24,6	22,1	22,4	21,6	24,4	24,9
Argilă (sub 0,002 mm)%	20,7	10,4	23,4	50,4	52,9	51,8	49,4	44,4	43,4
Densitate (g/cm ³)	2,66	2,68	2,70	2,72					
DA (g/cm ³)	1,33	1,36	1,37	1,38					
K (mm/oră)	8,0	5,9	5,0	0,78					
pH în H ₂ O	5,19	5,03	5,37	5,45					
Carbonați (CaCO ₃ %)									
Humus (%) RHT=83,69	1,65	1,31	0,99						
P _{mobil} (ppm)	25,0								
K _{mobil} (ppm)	146								
SB (me la 100 g sol)	10,00	8,50	12,14	17,70	17,91	21,98	22,19	22,90	
SH (me)	5,08	5,64	6,63	8,02	8,18	7,54	5,94	2,68	
T (me)	15,08	13,14	18,77	25,72	26,09	29,52	28,13	25,58	
V (%)	66,31	64,69	64,67	68,81	68,64	74,45	78,88	89,52	

Gleiosol eutric: solul are o textură lutoasă uniformă pe profil, permeabilitate pentru apă mijlocie însă prezența aproape de suprafață a stratului freatic provoacă o puternică gleizare. Humusul este prezent în cantitate mijlocie dar concentrat în primii 20 cm, ca și P și K mobil. Reacția solului este slab alcalină.

Tabel nr. 4.36 Date analitice profil 26- Gleiosol eutric – Eutric Gleysols

Orizonturi	Ap	AoGo	ACGr	CGr					
				0-22	22-38	38-53	53-76	76-85	85-100
Adâncimi (cm)									
Nisip grosier (2,0-0,2 mm)%	24,7	22,1	24,7	26,9	23,3	23,8	24,2	23,9	
Nisip fin (0,2-0,02 mm)%	27,7	29,0	29,0	25,8	29,0	28,8	30,9	30,4	
Praf (0,02-0,002 mm)%	18,4	18,2	18,4	19,6	18,7	18,6	17,4	17,2	
Argilă (sub 0,002 mm)%	29,2	30,7	27,9	27,7	29,0	28,8	27,5	28,5	
Densitate (g/cm ³)	2,56	2,63	2,70	2,72					
Densitate aparentă (DA g/cm ³)	1,21	1,40	1,38	1,36					
Conductivitate hidraulică (K mm/oră)	7,0	2,0	3,8	3,6					
pH în H ₂ O	7,96	8,39	8,43	8,41	8,51	8,46	8,44	8,37	
Carbonați (CaCO ₃ %)	1,64	1,29	0,77	0,77	0,86	0,69	0,60	0,60	
Humus (%) RHT=186,97	4,84	1,90	0,94						
P _{mobil} (ppm)	40,0								
K _{mobil} (ppm)	260								
T _{Na} (me)			27,34	25,17	25,17	22,57	30,38		
PSA (%)			3,47	1,75	6,15	1,82	0,92		
Ec (mg/100g sol)			98,76	99,82	85,41	84,08	77,41		
Grad de saturație în baze (V, %)	100	100	100	100	100	100	100		

Aluviosol gleic: stratificația provoacă diferențe texturale, de la argilă prăfoasă la 0-21 cm la textură lutoasă în adâncime. Tasarea de la suprafață (1,42g/cm³) micșorează permeabilitatea. Reacția solului este slab acidă, conținutul de N, P, K este mijlociu.

Tabel nr. 4.37 Date analitice profil R4- Aluviosol gleic – Gleyic Fluvisols

Orizonturi	Ap	Ao	2C				3C			
			0-21	21-33	33-47	47-75	75-97	97-115	115-145	145-175
Adâncimi (cm)										
Nisip grosier (2,0-0,2 mm)%	4,6	6,3	6,3	8,7	9,1	10,2	13,2	12,0	12,6	
Nisip fin (0,2-0,02 mm)%	13,2	30,7	26,1	29,7	30,1	29,9	33,8	34,9	40,3	
Praf (0,02-0,002 mm)%	34,3	36,0	35,3	28,6	29,7	30,2	27,5	29,3	25,1	
Argilă (sub 0,002 mm)%	47,9	27,0	32,3	33,0	31,1	29,7	25,5	23,8	22,0	
Densitate (g/cm ³)	2,69	2,69	2,69	2,70						
Densitate aparentă (DA g/cm ³)	1,42	1,39	1,24	1,35						
Conductivitate hidraulică (K mm/oră)	0,8	3,5	5,9	2,5						
pH în H ₂ O	6,05	5,94	6,64	6,76	6,67	6,64	6,61	6,68	6,68	
Carbonați (CaCO ₃ %)										
Humus (%) RHT=135,82	2,74	1,86	1,33							
P _{mobil} (ppm)	22,0									
K _{mobil} (ppm)	236									
Baze de schimb (SB, me la 100 g sol)	18,23	18,44	19,68	20,09	20,30	17,93	20,27	15,37	18,14	
Hidrogen schimbabil (SH, me)	5,72	4,79	5,26	4,90	5,21	3,94	4,48	4,10	4,00	
Cap. de schimb cationic (T, me)	23,95	23,23	24,94	24,99	25,51	21,87	24,75	19,47	22,14	
Grad de saturare în baze (V, %)	76,11	79,38	78,90	80,39	79,57	81,98	81,89	78,94	81,93	

Aluviosol gleic, cu sol îngropat la adâncime mică: sol cu textură luto-nisipoasă și reacție moderat acidă, cu un conținut mijlociu de azot, fosfor și potasiu. Materialul de sol de la suprafață este alcătuit și provenit din sedimente mai acide.

Tabel nr. 4.38 Date analitice profil 14- *Aluviosol gleic, cu sol îngropat la adâncime mică – Gleyic Fluvisols*

Orizonturi	Ap	Ao	2CGo				
Adâncimi (cm)	0-17	17-30	30-46	46-59	59-82	82-115	130-150
Nisip grosier (2,0-0,2 mm)%	20,0	22,4	18,9	15,7	16,9	22,3	22,7
Nisip fin (0,2-0,02 mm)%	36,8	34,5	35,0	34,9	34,7	33,4	35,6
Praf (0,02-0,002 mm)%	24,8	25,6	24,7	23,9	20,2	19,0	16,7
Argilă (sub 0,002 mm)%	18,6	17,5	21,4	25,5	28,2	25,3	25,0
Densitate (g/cm ³)	2,68	2,69	2,70	2,72			
Densitate aparentă (DA g/cm ³)	1,18	1,48	1,38	1,40		1,86	
Conductivitate hidraulică (K mm/oră)	44,0	11,6	5,5	3,5			
pH în H ₂ O	5,75	5,83	5,99	6,05	6,17	6,23	6,20
Carbonați (CaCO ₃ %)							
Humus (%) RHT=83,92	1,84	1,24	0,83	0,86			
P _{mobil} (ppm)	69,0	60,0					
K _{mobil} (ppm)	170	155					
Baze de schimb (SB, me la 100 g sol)	11,49	9,20	10,86	11,70	16,28	15,86	14,20
Hidrogen schimbabil(SH, me)	5,36	5,16	4,74	5,10	4,79	5,21	4,48
Cap. de schimb cationic (T, me)	16,85	14,36	15,60	16,80	21,07	21,07	18,68
Grad de saturare în baze (V, %)	68,19	64,06	69,61	69,64	77,26	75,27	76,01

Erodosol argic: sol foarte puternic erodat astfel că la suprafață a ajuns orizontul argilos (Bt), compactat cu densitate aparentă mare și permeabilitate foarte mică. Conținutul de humus, fosfor și potasiu mobil este foarte scăzut.

Tabel nr. 4.39 Date analitice profil 68- *Erodosol argic – Luvisols (eroded phase)*

Orizonturi	Ap	Bt	Bt	BC	C	C
Adâncimi (cm)	0-28	28-35	35-65	65-85	85-130	130-160
Nisip grosier (2,0-0,2 mm)%	4,1	1,8	2,6	2,8	2,4	2,3
Nisip fin (0,2-0,02 mm)%	32,0	26,8	26,3	30,6	29,8	24,7
Praf (0,02-0,002 mm)%	26,0	24,1	23,9	20,2	22,8	27,2
Argilă (sub 0,002 mm)%	37,9	47,3	47,2	46,4	45,0	45,8
Densitate (g/cm ³)						
Densitate aparentă (DA g/cm ³)	1,42	1,51	1,56	1,42		
Conductivitate hidraulică (K mm/oră)	0,30	0,30	0,15	0,10		
pH în H ₂ O	6,54	6,01	6,01	7,00	6,91	6,54
Carbonați (CaCO ₃ %)						
Humus (%)	1,49	0,95	0,42			
P _{total} (%)	8,5					
P _{mobil} (ppm)	9,0					
K _{mobil} (ppm)	165					
Baze de schimb (SB, me la 100 g sol)	18,96	20,49	18,52	21,80	25,08	23,11
Hidrogen schimbabil(SH, me)	4,21	7,38	6,34	2,79	3,17	4,75
Cap. de schimb cationic (T, me)	23,17	27,86	24,86	24,59	28,25	27,86
Grad de saturare în baze (V, %)	81,83	73,55	74,49	88,65	88,77	82,95

Erodosol argic: sol foarte puternic erodat cu orizontul argic la suprafață. solul rămas este slab acid și are un conținut mijlociu de azot, fosfor și potasiu.

Tabel nr. 4.40 Date analitice profil 66- *Erodosol argic – Luvisols (eroded phase)*

Orizonturi	Ap	Bt	BC
Adâncimi (cm)	0-13	13-30	30-48
<i>Nisip grosier (2,0-0,2 mm)%</i>	3,7	3,6	2,9
<i>Nisip fin (0,2-0,02 mm)%</i>	27,1	25,7	26,4
<i>Praf (0,02-0,002 mm)%</i>	28,4	25,7	26,4
<i>Argilă (sub 0,002 mm)%</i>	40,8	44,4	45,9
<i>Densitate (g/cm³)</i>			
<i>Densitate aparentă (DA g/cm³)</i>			
<i>Conductivitate hidraulică (K mm/oră)</i>			
<i>pH în H₂O</i>	6,20	5,95	6,00
<i>Carbonați (CaCO₃ %)</i>			
<i>Humus (%)</i>	2,38	1,07	0,60
<i>Indice de azot (IN)</i>			
<i>P_{mob}il (ppm)</i>	31,0	10,0	
<i>K_{mob}il (ppm)</i>	185	175	
<i>Baze de schimb (SB, me la 100 g sol)</i>	22,24	21,15	22,67
<i>Hidrogen schimbabil(SH, me)</i>	4,21	5,68	5,46
<i>Cap. de schimb cationic (T, me)</i>	26,45	26,83	28,13
<i>Grad de saturare în baze (V, %)</i>	84,08	78,83	80,59

CAPITOLUL 5

Calitatea apei din bazinul hidrografic Bârzava

5.1 Caracteristici calitative ale apelor naturale	122
5.1.1 Programul de prelevare a probelor	125
5.1.2 Metodologia de cercetare	127
5.2 Caracterizarea apelor de suprafață	130
5.2.1 Categoriile de apă de suprafață din bazinul hidrografic Bârzava	130
5.2.2 Tipologia și condițiile de referință pentru râuri	131
5.2.3 Delimitarea corpurilor de apă	132
5.2.4 Presiunile semnificative	133
5.2.5. Evaluarea impactului antropic și riscul neatingerii obiectivelor de mediu	146
5.3. Caracterizarea apelor subterane	150
5.3.1. Identificarea, delimitarea și caracterizarea corpurilor de apă subterană	150
5.3.2 Evaluarea impactului antropic asupra resurselor de apă subterană și riscul neatingerii obiectivelor de mediu	153
5.4 Monitorizarea și caracterizarea stării apelor	155
5.4.1 Rețelele și programele de monitorizare	155
5.4.2 Caracterizarea stării apelor de suprafață	155
5.4.3 Starea apelor subterane	169

CAPITOLUL 5

Calitatea apei din bazinul hidrografic Bârzava

5.1 Caracteristici calitative ale apelor naturale

În ciuda prezenței cvasitotale pe planeta Pământ, apa rămâne o enigmă; unele din proprietățile ei nefiind încă explicate. Aproximativ 1,39mld km³ de apă lichidă stocată în depresiunile scoarței terestre și în special în oceane, acoperă peste 70% din suprafața planetei. Apa este unică în mai multe moduri:

- 1cm³ de apă lichidă conține cca. $3,4 \times 10^{22}$ molecule, al căror diametru este de 3Å și au un caracter dipol;
- electronii din perechile singuratiche dau naștere “legăturii de hidrogen” prin care practic toate moleculele apei sunt legate între ele;
- căldura specifică a apei este maximă, fiind egală cu 1cal/g la 15⁰C, în timp ce gheața are 0,5cal/g, aluminiul 0,215 cal/g, fierul 0,106cal/g, mercurul 0,033cal/g, aerul 0,17cal/g, solul circa 0,15cal/g;
- la punctul de fierbere (100⁰C la presiunea atmosferică) apa trece în stare de vapori, cu absorbția a 540cal/g – căldură de vaporizare;
- densitatea apei este maximă la 4⁰C, egală cu 1g/cm³ și scade la 0,988 g/cm³ la 50⁰C;
- apa poate exista la temperaturile de pe Pământ în stare lichidă, solidă sau gazoasă;
- având rol de solvent apa în natură conține ioni de Na, K, Ca, Mg, NH₄, HCO₃, CO₃, Cl, SO₄, NO₃, substanțe organice și gaze ca N₂, O₂, CO₂ în cantități de până la 25 ppm.

Apele naturale se caracterizează în mod unitar printr-un ansamblu de proprietăți, ce pot fi grupate astfel: caracteristici fizice, caracteristici radioactive, caracteristici chimice, caracteristici biologice și caracteristici bacteriologice.

a) *caracteristici fizice:*

- organoleptice, care pot fi determinate calitativ și cantitativ doar cu ajutorul simțurilor:
 - *mirosul:* determină clasificarea apelor în șase categorii: fără miros, cu miros neperceptibil, cu miros perceptibil unui specialist, cu miros perceptibil unui consumator, cu miros puternic și cu miros foarte puternic;
 - *gustul,* ce permite încadrarea apelor în șapte categorii, respectiv ape cu gust mineral bicarbonato-sodic (MB), ape cu gust mineral magnezic (Mg), ape cu gust mineral metalic (Mm), ape cu gust mineral sărat (Ms), ape cu gust organic hidrocarbonat (Oh), ape cu gust organic pământos (Op) și ape cu gust organic vâscos (Ov).
- propriu-zise, care se măsoară cu precizie doar cu ajutorul unor aparate:
 - *turbiditatea-* se manifestă prin lipsa de transparență a apelor datorită creșterii concentrației de particule fine în suspensie, ce împiedică propagarea razelor luminoase. Particulele în suspensie pot fi grosiere (mai mari de 1mm), fine (0,1mm - 0,1 μm) sau coloidale (mai mici de 0,1 μm). Relația dintre substanțele în

suspensie (proprietate gravimetrică) și turbiditatea (proprietatea optică), determină așa numitul "coeficient de finețe" al suspensiilor;

- *culoarea*, nu trebuie confundată cu turbureala apei. O apă curată este incoloră, dar ea poate fi și colorată și în același timp perfect limpede, deoarece nu conține particule în suspensie (infuzia de ceai). Coloranții apei pot fi de natură minerală (compuși ai fierului, ce dau culoarea roșu-cărămiziu, ai manganului, ce dau culoarea neagră - cafenie, etc.) sau de natură organică (clorofila frunzelor proaspete dă culoarea verde-gălbui, xantofila din frunzele uscate dă culoarea galbenă, iar acizii humici imprimă o culoare brun-roșcată);
- *temperatura*, variază în limite foarte largi și are o importanță deosebită, influențând puternic procesele fizice, chimice și biologice ce au loc în apă;
- *conductivitatea electrică*, reprezintă proprietatea apelor naturale de a permite trecerea curentului electric între doi electrozi, și se măsoară în Siemens/cm. Reprezintă unul din indicatorii cei mai utilizați în aprecierea gradului de mineralizare al apelor.

b) caracteristici radioactive - reprezintă proprietatea apei de a emite spontan radiații corpusculare α , β sau electromagnetice γ , datorită unor substanțe pe care aceasta le conține. Concentrația radiațiilor se exprimă în $\rho\text{Ci}/\text{dm}^3$ (picocurie/dmc) și se măsoară cu ajutorul contoarelor Geiger sau a altora similare.

c) caracteristicile chimice - nu au ele însele efecte nocive, însă prezența lor în ape indică existența altor elemente, care pot avea o acțiune nocivă asupra sănătății.

- *reacția apei*, ce poate fi alcalină, neutră sau acidă. Un indicator precis al ei este concentrația ionilor de hidrogen într-un litru de apă, notată cu pH. Acesta are valori cuprinse între 0-14 unități pH;
- *oxigenul dizolvat* este cel mai important parametru de calitate al apelor naturale și trebuie să fie de minim 2mg/l, în timp ce în lacuri, el trebuie să fie de 8-15 mg/l;
- *consumul biochimic de oxigen* (CBO_5) reprezintă cantitatea de oxigen consumată de microorganisme într-un anumit interval de timp, pentru descompunerea biochimică a substanțelor organice conținute în apă. Timpul standard este de 5 zile la 20°C
- *deficitul de oxigen din apă*, reprezintă diferența dintre cantitatea de oxigen dizolvat în condiții de saturație și cea găsită în proba analizată. Cu cât deficitul este mai mare, cu atât nivelul poluării este mai ridicat;
- *consumul chimic de oxigen* (CCO), reprezintă cantitatea de oxigen echivalentă cu consumul de oxidant necesar oxidării substanțelor organice (la cald) și anorganice (la rece) din apă. Se cunosc două tipuri de indicatori: CCO-Mn (care reprezintă consumul chimic de oxigen prin oxidare cu KMnO_4 , în mediu de H_2SO_4) și CCO-Cr (reprezintă consumul chimic de oxigen prin oxidare cu $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, în mediu acid);
- *sărurile dizolvate* sunt reprezentate de cationi (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , etc) și anioni (HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , etc);
- *reziduul fix*, care reprezintă totalitatea substanțelor dizolvate în apă, stabile după evaporare la 105°C ;
- *duritatea apei*, reprezintă proprietatea pe care o imprimă apei, compușii de calciu și de magneziu aflați în soluție și care pot fi: carbonați, bicarbonați, sulfati,

cloruri, azotați, fosfați sau silicați. Se măsoară în grade de duritate, un grad de duritate fiind echivalent cu 100 mg CaO conținute într-un dmc de apă;

- *compuși ai azotului*, reprezintă etape importante ale prezenței azotului în apă. Astfel azotul organic din apă este azotul provenit din compuși biologici (proteine, peptide, aminoacizi). Azotul total din apă este format din azotul organic și cel mineral. Amoniacul (NH_3), rezultă din degradarea incompletă a substanțelor organice care conțin azot sau poate proveni din sol. El reprezintă un prim stadiu de descompunere a substanțelor organice (prin mineralizare) și de aceea indică o poluare recentă (ore). Nitriții provin din oxidarea incompletă a amoniacului în prezența bacteriilor nitrificatoare. Apariția acestora indică un stadiu mai avansat al procesului de descompunere a substanțelor organice ce conțin azot, evidențiind o poluare mai veche (zile, săptămâni) și mai puțin periculoasă. Prezența concomitentă a amoniacului și a nitriților indică o poluare continuă. Nitrații se formează ca urmare a oxidării complete a amoniacului în prezența bacteriilor nitrificatoare, dar pot să apară și ca urmare a poluării cu substanțe azotoase;
- *fosfații* (PO_4), apar în ape prin poluarea acestora cu ape reziduale industriale, pesticide și îngrășăminte sau detergenți și favorizează eutrofizarea bazinelor naturale prin dezvoltarea algalor;
- *substanțele minerale* conținute în apă: carbonul (carbonați și bicarbonați), clorul (cloruri sau clor liber rezidual), fluor, iod (ambele în cantități foarte mici), sulful (sulfați în general), siliciul (sub formă de silice SiO_2), fosforul, calciul (bicarbonați, sulfați, cloruri și influențează cel mai puternic duritatea apei), magneziul, sodiul și potasiul (în combinație cu clorul, sub formă de cloruri), fierul (sub formă de bicarbonat feros în apele subterane care apoi ieșind la suprafață pierd o parte din CO_2 , rezultând o combinație ferică), manganul, aluminiul (alumina Al_2O_3 dă un gust de pământ), cuprul, plumbul, zincul;
- *gazele* conținute în apă: un dm^3 de apă, conține în medie 25-40 cm^3 de aer dizolvat, respectiv: oxigenul dizolvat, bioxidul de carbon (este de trei feluri: liber, sub formă de gaz, semilegat, sub formă de bicarbonați și legat, sub formă de carbonați), hidrogenul sulfurat (imprimă apei un gust și miros de ouă clocite, indicând lipsa oxigenului în apă și apariția proceselor anaerobe), metanul.

d) caracteristici biologice, sunt date de totalitatea organismelor din apă, respectiv de plancton, care se colectează împreună cu o serie de produse inerte (triptonul), formând împreună sestonul. Componenta vie a sestonului se numește bioseston, iar cea fără viață, abioseston. Totalitatea organismelor ce-și petrec viața pe fundul solid al bazinelor de apă constituie bentosul.

e) caracteristici bacteriologice, sunt date de prezența bacteriilor în apele naturale. Acestea pot fi bacterii banale, ce nu au nici o influență asupra corpului uman, bacterii coliforme, care în număr redus sunt inofensive, însă în număr mare produc îmbolnăviri, bacterii saprofite lichefiante și saprofite fecaloide ce produc putrezirea materiilor organice, bacterii patogene, ce produc îmbolnăviri grave.

Pentru toți acești indicatori ai stării de calitate a apei, au fost stabilite limite prin Ordinul MMGA 161/2006, pentru Normativul privind clasificarea apelor de suprafață în vederea stabilirii stării ecologice a corpurilor de apă. Acesta abrogă Ordinul MAPA nr. 1146/2002 pentru aprobarea Normativului privind obiectivele de referință pentru clasificarea calității apelor de suprafață.

Ordinul 161/2006 aprobă lista de elemente de calitate fizico-chimică, chimică, hidromorfologică, biologică, în vederea stabilirii stării ecologice a ecosistemelor acvatice continentale - râuri și lacuri, naturale și artificiale, sau modificate ireversibil.

Prin acest ordin se stabilesc cinci stări ecologice pentru râuri și lacuri naturale: foarte bună (I), bună (II), moderată (III), slabă (IV) și proastă (V). Pentru lacuri se ține seama și de gradul trofic, celor cinci stări ecologice corespunzându-le cinci grade de trofic: ultraoligotrof, oligotrof, mezotrof, eutrof și hipertrof. Pentru ecosistemele acvatice artificiale sau modificate ireversibil, se stabilesc: potențial ecologic foarte bun (E), bun (B) sau moderat (M).

5.1.1 Programul de prelevare a probelor

Pentru urmărirea cantităților de poluanți din apele uzate s-au folosit rezultatele determinărilor efectuate în decursul anilor de către laboratorul acreditat al Sistemului de Gospodărire al Apelor Caraș-Severin precum și cercetări și studii proprii efectuate în perioada 2000-2009.

Drept bază legală pentru monitorizarea parametrilor fizico-chimici de la toate evacuările directe în emisar, s-a folosit Standardul Român SR ISO 5667-10. Acesta este identic cu standardul Internațional ISO 5667-10:1992, fiind o traducere recunoscută ISO în limba română a textului din franceză. Standardul a fost elaborat cu scopul de a pune la dispoziția specialiștilor un instrument de lucru unitar, util în relațiile interne și externe, pentru prelevarea probelor de ape uzate.

ISO-Organizația Internațională de Standardizare, este o federație mondială de organisme naționale de standardizare (comitete membre ale ISO). Standardul Internațional ISO 5667-10 a fost elaborat de comitetul tehnic ISO/TC 147, Calitatea apei, Subcomitetul SC6, Prelevare (metode generale). Standardul se aplică apelor uzate de orice natură, adică efluenților industriali și efluenților menajeri de apă brută sau epurată.

Punctele de prelevare

Standardul prevede metode de lucru aplicabile în diferite tipuri de amplasament, cum ar fi: în interiorul instalațiilor industriale (în efluenții reziduali netratați), în punctele de evacuare ale instalațiilor industriale (amestec de ape uzate netratate), în rețelele de colectare urbane, înțelegând prin aceasta canalizările sub presiune și sistemele prin curgere liberă), în interiorul, respectiv la ieșirea din stațiile de epurare a apelor uzate. Esențial este ca în toate cazurile să se aleagă un loc reprezentativ pentru efluentul studiat.

Frecvența și momentul prelevărilor probelor de apă

Concentrația diferitelor substanțe analizate într-un efluent evoluează sub efectul variațiilor aleatorii și sistematice. Din punct de vedere tehnic, soluția optimă pentru determinarea valorilor adevărate ar fi utilizarea unui aparat automat care să efectueze continuu analize ale substanțelor considerate. Însă acest lucru este rareori aplicabil.

Frecvența de recoltare a probelor a fost lunară, trimestrială sau semestrială, în funcție de impactul estimat asupra emisarului. Alegerea momentului și modului de prelevare a probelor este adesea dictat de obiectivul programului de prelevare. Ca regula generală, se consideră în mod normal următoarele tipuri de variație a calității: variații zilnice; variații săptămânale; variații lunare; variații anuale și sezoniere.

Metoda de prelevare a probelor de apă

De obicei se disting două tipuri de probe:

- probe punctuale - în acest caz, ansamblul volumului ce constituie proba este prelevat o singura dată. Acest tip de probă este util pentru determinarea compoziției unei ape reziduale la un moment dat. Atunci când variațiile de volum, de compoziție ale efluentului sunt mici, o probă punctuală poate fi reprezentativă în ceea ce privește compoziția pe o perioadă lungă. Prelevarea probelor punctuale este indispensabilă atunci când obiectivul programului de prelevare este evaluarea conformității cu standardele care nu se bazează pe o caracteristică medie. Atunci când din contra, estimarea calității este fondată pe caracteristici medii, întotdeauna trebuie să se utilizeze probe medii.

- probele medii sunt obținute prin amestecarea mai multor probe punctuale, de volum constant, prelevate la intervale de timp constante, în timpul perioadei de prelevare. La acestea se mai adaugă și măsurarea continuă, aplicabilă numai în anumite cazuri.

În cazul de față au fost folosite doar probe punctuale, ținând cont de fluctuațiile relativ mici ale emisiilor.

Material de prelevare folosit

Ca recipiente de prelevare s-au folosit doar acelea care nu produc pierderi prin absorbție, volatilizări sau contaminări cu substanțe străine. Criteriile pe care trebuie să le îndeplinească în general un recipient, sunt următoarele:

- rezistența mecanică;
- etanșeitarea sistemului de închidere;
- ușurința redeschiderii;
- rezistența la temperaturi extreme;
- comoditate (mărime, formă, greutate);
- posibilități de curățare și reutilizare;
- disponibilitate și preț.

În ceea ce privește echipamentul, a fost folosită în general cea mai simplă variantă, cea compusă dintr-un borcan, o lopățică de apă sau dintr-un flacon cu gât larg, eventual având un mâner de lungime adecvată și un volum de cel puțin 100 ml. Echipamentele de prelevare manuală trebuie să fie constituite de preferință dintr-un material inert, nesusceptibil să perturbe analizele care se vor efectua asupra probelor (în general sticla sau polietilena). Ele trebuie prevăzute cu dop rodat și închise ermetic.

Înainte de a începe prelevarea, este necesar să se curețe echipamentele de prelevare cu apă și detergent sau urmând metoda specificată de producător, apoi să se clătească din abundență cu apă sau apă distilată. De asemenea înainte de utilizare, echipamentul trebuie clătit cu apa din care se va efectua prelevarea, cu scopul de a reduce la minim riscurile contaminării. În final, recipientul se umple până la refuz, iar dopul se va fixa astfel încât să nu mai rămână aer.

Conservare și depozitare probe

Mijlocul cel mai curent de conservare a probelor de apă uzată constă în răcirea lor la o temperatură cuprinsă între 0-4°C. Durata stabilității probelor depozitate la această temperatură și la întuneric este în mod normal de 24h. În cazul anumitor substanțe analizate, este admis să se congeleze probele cu scopul asigurării stabilității pe termen lung.

5.1.2 Metodologia de cercetare

HG 352/2005 stabilește condițiile de descărcare în mediul acvatic al apelor uzate. Această hotărâre guvernamentală modifică și completează HG 188/2002. NTPA 001/2005, stabilește valorile limită de încărcare cu poluanți a apelor uzate industriale și urbane evacuate în receptori naturali și se aplică tuturor categoriilor de efluenți proveniți sau nu din stațiile de epurare.

Tabelul 5.1 Valorile limită de încărcare cu poluanți a apelor uzate industriale și urbane evacuate în receptori naturali (după Monitorul Oficial al României nr.398/11.05.2005-HG 352/2005)

Nr crt.	Indicatorul de calitate	U.M.	Valori limită admisibile	Metoda de analiză
A. Indicatori fizici				
1	Temperatura	⁰ C	35	-
B. Indicatori chimici				
2	pH	unități pH	6,5-8,5	SR ISO 10523-97
3	Materii în suspensie (MS)	mg/dm ³	35,0 (60,0)	STAS 6953-81
4	Consum biochimic de oxigen la 5 zile (CBO ₅)	mgO ₂ /dm ³	25,0	SR EN 1899-2/2002
5	Consum chimic de oxigen (CCO _{Cr})	mgO ₂ /dm ³	125,0	SR ISO 6060-96
6	Azot amoniacal (NH ₄ ⁺)	mg/dm ³	2,0 (3,0)	SR ISO 5664/2001 SR ISO 7150-1/2001
7	Azot total (N)	mg/dm ³	10,0 (15,0)	SR EN ISO 13395/2002
8	Azotați (NO ₃ ⁻)	mg/dm ³	25,0 (37,0)	SR ISO 7890-2/2000 SR ISO 7890-3/2000 SR ISO 7890-1/1998
9	Azotiți (NO ₂ ⁻)	mg/dm ³	1 (2,0)	SR EN 26777/2002
10	Sulfuri și hidrogen sulfurat (S ²⁻)	mg/dm ³	0,5	SR ISO 10530-97 SR 7510-97
11	Sulfii (SO ₃ ²⁻)	mg/dm ³	1,0	STAS 7661-89
12	Sulfați (SO ₄ ²⁻)	mg/dm ³	600,0	STAS 8601-70
13	Fenoli antrenabili cu vapori de apă (C ₆ H ₅ OH)	mg/dm ³	0,3	SR ISO 6439/2001 SR ISO 8165/1/00
14	Substanțe extractibile cu solvenți organici	mg/dm ³	20,0	SR 7587-96
15	Produse petroliere	mg/dm ³	5,0	SR 7877/1-1995 SR 7877/2-1995
16	Fosfor total (P)	mg/dm ³	1,0 (2,0)	SR EN 1189-2000
17	Detergenți sintetici	mg/dm ³	0,5	SR EN 903/2003 SR ISO 7875-2/1996
18	Cianuri totale (CN)	mg/dm ³	0,1	SR ISO 6703/1/2/-98/00
19	Clor rezidual liber(Cl ₂)	mg/dm ³	0,2	SR EN ISO 7393-1/2002 SR EN ISO 7393-2/2002 SR EN ISO 7393-3/2002
20	Cloruri (Cl)	mg/dm ³	500,0	STAS 8663-70
21	Fluoruri (F)	mg/dm ³	5,0	SR ISO 10359-1/2001 SR ISO 10359-2/2001
22	Reziduu filtrat la 105 ⁰ C	mg/dm ³	2000,0	STAS 9187-84
23	Arsen (As ⁺)	mg/dm ³	0,1	SR ISO 10566/2001
24	Aluminiu (Al ³⁺)	mg/dm ³	5,0	STAS 9411-83
25	Calciu (Ca ²⁺)	mg/dm ³	300,0	STAS 3662-90 SR ISO 7980-97
26	Plumb (Pb ²⁺)	mg/dm ³	0,2	STAS 8637-79
27	Cadmiu (Cd ²⁺)	mg/dm ³	0,2	SR ISO 8288/2002 SR EN ISO 5961/2002
28	Crom total (Cr ³⁺ +Cr ⁶⁺)	mg/dm ³	1,0	SR EN 1233/2003

				SR ISO 9174-98
29	Crom hexavalent (Cr^{6+})	mg/dm^3	0,1	SR EN 1233/2003 SR ISO 11083/98
30	Fier total ionic (Fe^{2+} Fe^{3+})	mg/dm^3	5,0	SR ISO 6332-96
31	Cupru (Cu^{2+})	mg/dm^3	0,1	STAS 7795-80 SR ISO 8288/2001
32	Nichel (Ni^{2+})	mg/dm^3	0,5	STAS 7987-67 SR ISO 8288/2001
33	Zinc (Zn^{2+})	mg/dm^3	0,5	STAS 8314-87 SR ISO 8288/2001
34	Mercur (Hg^{2+})	mg/dm^3	0,05	SR EN 1483/2001 SR EN 12338/2003
35	Argint (Ag^+)	mg/dm^3	0,1	STAS 8190/68
36	Molibden (Mo^{2+})	mg/dm^3	0,1	STAS 11422-84
37	Seleniu (Se^{2+})	mg/dm^3	0,1	STAS 12663-88
38	Mangan total (Mn)	mg/dm^3	1,0	STAS 8662/1-96 SR ISO 6333-96
39	Magneziu (Mg^{2+})	mg/dm^3	100,0	STAS 6674-77 SR ISO 7980-97
40	Cobalt (Co^{2+})	mg/dm^3	1,0	SR ISO 8288/2001

În ceea ce privește calitatea apelor naturale este în vigoare Ordinul nr. 161/2006 pentru aprobarea Normativului privind clasificarea calității apelor de suprafață în vederea stabilirii stării ecologice a corpurilor de apă. Acest ordin abrogă Ordinul MAPM nr. 1146/2002 pentru aprobarea Normativului privind obiectivele de referință pentru clasificarea calității apelor de suprafață și STAS-ul 4706/1988-Ape de suprafață.

Ordinul 161/2006 aprobă lista de elemente de calitate fizico-chimică, chimică, hidromorfologică, biologică, în vederea stabilirii stării ecologice a ecosistemelor acvatice continentale - râuri și lacuri, naturale și artificiale sau modificate ireversibil.

Prin acest ordin se stabilesc 5 stări ecologice pentru râuri și lacuri naturale:

- foarte bună (I);
- buna (II);
- moderata (III);
- slabă (IV);
- proasta (V).

Pentru lacuri se tine seama și de gradul trofic, celor cinci stări ecologice corespunzându-le cinci grade de trofic:

- ultraoligotrof;
- oligotrof;
- mezotrof;
- eutrof;
- hipertrof.

Pentru ecosistemele acvatice artificiale sau modificate ireversibil, se stabilesc:

- potențial ecologic foarte bun (E);
- bun (B);
- moderat (M).

Tabelul 5.2 *Elementele și standardele de calitate chimice și fizico-chimice pentru stabilirea stării ecologice a apelor de suprafață (după Ordinul nr161/2006)*

Nr crt.	Indicatorul de calitate	U.M.	Clasa de calitate				
			I	II	III	IV	V
C.1. Regimul termic și de acidifiere							
1	pH	unități pH	6,5-8,5				
C.2. Regimul oxigenului							
2	Oxigen dizolvat	mg O ₂ /l	9	7	5	4	<
3	Saturația oxigenului dizolvat - Epilimnion (ape stratificate) - Hipolimnion (ape stratificate) - Ape nestratificate	%	90-110 90-70 90-70	70-90 70-50 70-50	50-70 50-30 50-30	30-50 30-10 30-10	<30 <10 <10
4	CBO ₅	mg O ₂ /l	3	5	7	20	>20
5	CCO-Mn	mg O ₂ /l	5	10	20	50	>50
6	CCO-Cr	mg O ₂ /l	10	25	50	125	>125
C.3. Nutrienți							
7	Amoniu (N-NH ₄ ⁺)	mg N/dm ³	0,4	0,8	1,2	3,2	>3,2
8	Azotiți (N-NO ₂ ⁻)	mg N/dm ³	0,01	0,03	0,06	0,3	>0,3
9	Azotați (N-NO ₃ ⁻)	mg N/dm ³	1	3	5,6	11,2	>11,2
10	Azot total (N)	mg N/dm ³	1,5	7	12	16	>16
11	Ortofosfați solubili (P-PO ₄ ³⁻)	mgPA	0,1	0,2	0,4	0,9	>0,9
12	Fosfor total (P)	mgP/l	0,15	0,4	0,75	1,2	>1,2
13	Clorofila "a"	μg/dm ³	25	50	100	250	>250
C.4. Salinitate							
14	Conductivitate	μS/cm					
15	Reziduu filtrabil uscat la 105 ⁰ C	mg/dm ³	500	750	1000	1300	>1300
16	Cloruri (Cl ⁻)	mg/dm ³	25	50	250	300	>300
17	Sulfați (SO ₄ ²⁻)	mg/dm ³	60	120	250	300	>300
18	Calciu (Ca ²⁺)	mg/dm ³	50	100	200	300	>300
19	Magneziu(Mg ²⁺)	mg/dm ³	12	50	100	200	>200
20	Sodiu(Na ⁺)	mg/dm ³	25	50	100	200	>200
C.5. Poluanți toxici specifici de origine naturală							
21	Crom total (Cr ³⁺ +Cr ⁶⁺)	μg/dm ³	25	50	100	250	>250
22	Cupru(CU ²⁺)	μg/dm ³	20	30	50	100	>100
23	Zinc (Zn ²⁺)	μg/dm ³	100	200	500	1000	>1000
24	Arsen (As ³⁺)	μg/dm ³	10	20	50	100	>100
25	Bariu (Ba ²⁺)	mg/dm ³	0,05	0,1	0,5	1	>1
26	Seleniu (Se ⁴⁺)	μg/dm ³	1	2	5	10	>10
27	Cobalt (Co ²⁺)	μg/dm ³	10	20	50	100	>100
28	Plumb (Pb ²⁺)	μg/dm ³	5	10	25	50	>50
29	Cadmiu (Cd)	μg/dm ³	0,5	1	2	5	>5
30	Fier total (Fe ²⁺ +Fe ³⁺)	mg/dm ³	0,3	0,5	1,0	2	>2
31	Mercur (Hg ²⁺)	μg/dm ³	0,1	0,3	0,5	1	>1
32	Mangan total (Mn ²⁺ +Mn ⁷⁺)	mg/dm ³	0,05	0,1	0,3	1	>1
33	Nichel (Ni ²⁺)	μg/dm ³	10	25	50	100	>100
C.6. Alți indicatori chimici relevanți							
34	Fenoli totali (index fenolic)	μg/dm ³	1	5	20	50	>50
35	Detergenți anionici activi	μg/dm ³	100	200	300	500	>500
36	AOX	μg/dm ³	10	50	100	250	>250

5.2 Caracterizarea apelor de suprafață

5.2.1 Categoriile de apă de suprafață din bazinul hidrografic Bârzava

Râul Bârzava izvorăște din Munții Semenic de la altitudinea de 1190 m, are lungimea cursului de apă de 154 km, cu o pantă medie de 7‰ și un coeficient de sinuozitate de 1,50.

Suprafața bazinului de recepție este de 1202 km², altitudinea medie fiind de 289m.

În cursul său superior Bârzava străbate o zonă de roci cristaline în care a săpat o vale adâncă cu aspect de defileu între localitățile Văliug și Reșița. În continuare râul străbate Depresiunea Reșiței și apoi defileul Moniom-Bocșa, zonă în care pantele râului scad treptat, pentru că în sectorul piemontan, dar mai ales cel de câmpie, albia se lărgeste tot mai mult, ajungând în unele zone până la 2-4 km lățime.

Bârzava primește afluenți mici: Valea Mare, Valea Doman, Țerova, Fizeș, acesta din urmă curge pe un fost curs al râului principal. Inițial Bârzava curgea spre depresiunea mlaștinilor Alibunar (Serbia), împreună cu afluentul său Moravița, însă prin realizarea sistemului de desecare Terezia, cursurile inferioare ale acestor râuri se îndreaptă spre Timiș.

Acumulările au fost construite cu scopuri multiple: alimentare cu apă potabilă și industrială, energetic și apărare împotriva inundațiilor. În acest sens sunt: acumularea Gozna - pe râul Bârzava, cu o suprafață de 0,6 ha și un volum la NNR 9,839 mil. m³, acumularea Secul - pe râul Bârzava, cu o suprafață de 0,73 ha și un volum la NNR 7,5 mil. m³.

Tabel 5.3 Caracteristicile regimului hidrologic în Bazinul Hidrografic Bârzava (după Planul de management al Spațiului Hidrografic Banat, 2009)

Nr crt	Râul	Stația hidrometrică	Lungimea tronsonului râului (km)	Supr. (km ²)	Altit. (md M)	Debit mediu multian. (m ³ /s)	Debitul lunar cu asigurarea (m ³ /s)			Qm/QM
							80%	90%	95%	
1	Bârzava	Crivaia	36,0	41	970	0,994	0,20	0,19	0,135	1/131,15
2	Bârzava	Moniom	78,5	309	570	3,85	1,000	0,960	0,860	1/84,91
3	Bârzava	Gătaia	119,0	721	359	5,16	1,300	1,050	0,930	1/105,50
4	Bârzava	Partoș	145,0	933	293	5,74	1,350	1,090	1,040	1/71,43

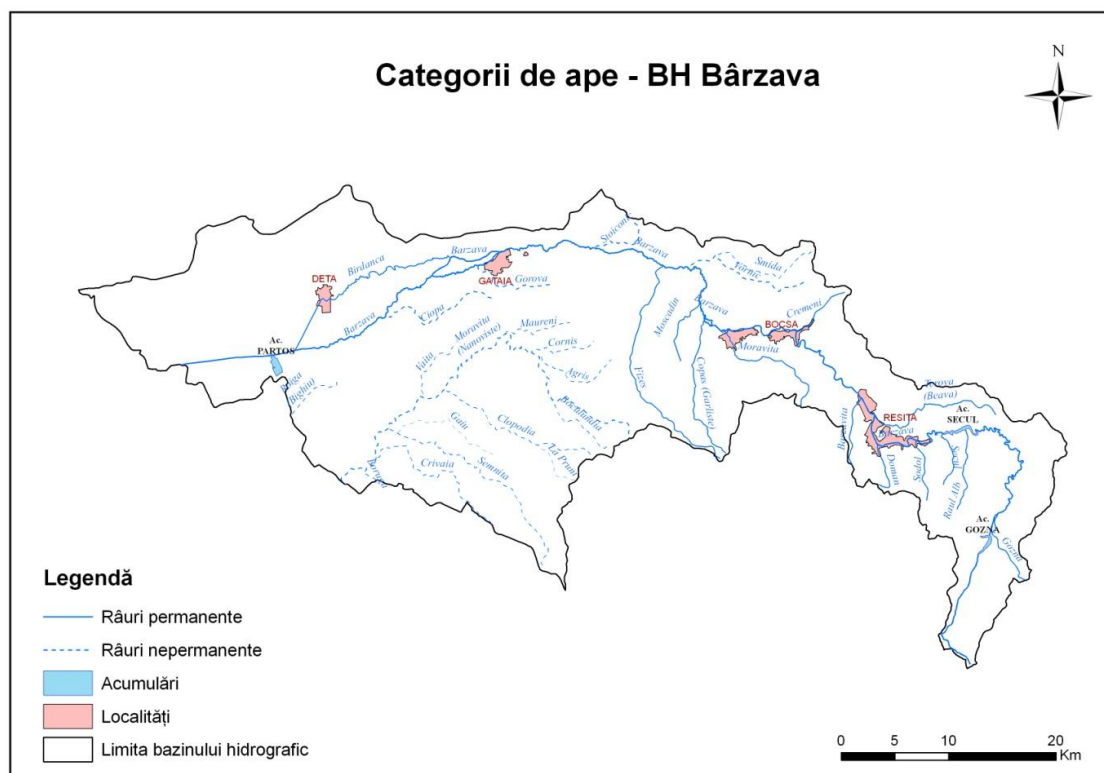


Figura 5.1 *Categorii de ape din Bazinul Hidrografic Bârzava* (Administrația Bazinală de Apă Banat, 2010)

5.2.2 Tipologia și condițiile de referință pentru râuri

Directiva Cadru 2000/60/EC în domeniul apei prevede ca pentru fiecare categorie de apă de suprafață, corpurile de apă dintr-un bazin sau district hidrografic să fie diferențiate după tipul lor.

Clasificarea tipologică a cursurilor de apă se realizează în următoarele etape:

- ◆ abordarea *top-down* - tipologie bazată pe parametrii descriptivi abiotici, factori presupuși a se afla în relație indirectă cu comunitățile biologice (relație de tip cauză-efect);
- ◆ abordarea *bottom-up* – tipologie bazată pe măsurători directe ale variabilității comunităților biologice (relație de tip efect-cauză) prin care se urmărește o verificare biologică a tipologiei abiotice;
- ◆ suprapunerea celor două abordări pentru definirea finală a tipurilor de corpuri de apă.

Pentru *caracterizarea tipologică* abiotică a cursurilor de apă din România, având la bază sistemul B de clasificare (Anexa II a Directivei Cadru), s-au utilizat următorii parametri:

- *obligatorii* – care conduc la primele diferențieri:

- ecoregiunile;
- altitudinea bazinului;
- caracteristicile geologice;
- suprafața bazinului de recepție;

- *opționali* – care conduc la diferențieri mai detaliate:

- structura litologică a patului albiei;
- debitul specific mediu multianual;

- debitul specific mediu lunar minim anual cu probabilitatea de 95%;
- caracteristicile climatice: precipitațiile medii multianuale și temperatura medie multianuală;
- panta medie a cursului de apă.

Condiții de referință pentru râuri

Directiva Cadru prevede stabilirea condițiilor de referință pe baza elementelor hidromorfologice, fizico-chimice și biologice, specifice fiecărui tip de corp de apă. Condițiile de referință reprezintă valorile elementelor biologice, hidromorfologice, fizico-chimice neperturbate sau cu influențe antropice minime, corespunzând unor situații din prezent sau din trecut.

Definirea condițiilor de referință s-a realizat în mod preponderent prin metoda abordării spațiale, constând în selectarea secțiunilor de referință sau a celor mai bune secțiuni disponibile pe baza unor criterii specifice, completată în unele cazuri (ex: date nerelevante sau date indisponibile) cu abordarea intitulată „*expert judgement*” (judcata expertului). Lipsa datelor istorice relevante a evidențiat de asemenea dificultatea procesului de stabilire a condițiilor de referință.

5.2.3 Delimitarea corpurilor de apă

Directiva Cadru a Apei 2000/60/EC, definește *corpul de apă de suprafață* ca fiind un element discret și semnificativ al apelor de suprafață ca: râu, lac, canal, sector de râu, sector de canal, ape tranzitorii, o parte din apele costiere.

Corpul de apă este unitatea care se utilizează pentru stabilirea, raportarea și verificarea modului de atingere al obiectivelor țintă ale Directivei Cadru a Apei, astfel că delimitarea corectă a acestor corpuri de apă este deosebit de importantă.

Criterii de baza pentru delimitarea corpurilor de apă de suprafață

Pentru delimitarea corpurilor de apă de suprafață s-a ținut cont de următoarele:

- categoria de apă de suprafață;
- tipologia apelor de suprafață;
- caracteristicile fizice ale apelor de suprafață.

Criterii adiționale pentru delimitarea corpurilor de apă de suprafață

Pentru delimitarea mai exactă a corpurilor de apă de suprafață s-au considerat, în mod suplimentar, următorii parametri:

◆ **starea apelor**

- un element discret de apă de suprafață nu trebuie să conțină elemente semnificative ale unor stări diferite. Un „corp de apă” trebuie să aparțină unei singure clase a stării ecologice;
- în procesul de sub-divizare progresivă a apelor în unități din ce în ce mai mici, este necesar să se păstreze un echilibru între descrierea corectă a stării apelor și necesitatea evitării fragmentării apelor de suprafață într-un număr prea mare de corpuri de apă;

◆ **ariile protejate**

- limitele existente ale ariilor protejate pot fi considerate la identificarea corpurilor de apă. De cele mai multe ori, limitele corpurilor de apă nu vor coincide cu limitele zonelor protejate deoarece ambele zone geografice au fost definite în scopuri diferite, pe baza unor criterii diferite;

◆ **alterările hidromorfologice**

- în cazul alterărilor hidromorfologice semnificative, criteriile de desemnare a CAPM (corpuri de apă puternic modificate), s-au bazat pe rezultatele Proiectului Regional UNDP-GEF al Dunării *Identifying hydromorphological pressures on the Danube River. Questionnaire – step 1, c) Significant pressures / impacts;*
- corpurile de apă puternic modificate pot fi identificate și desemnate atunci când starea ecologică bună nu poate fi atinsă din cauza impactului alterărilor fizice asupra caracteristicilor hidromorfologice ale apelor de suprafață;
- CAPM sunt definite preliminar de limitele schimbărilor caracteristicilor hidromorfologice care:
 - rezultă din alterările umane generate de activitățile umane și
 - împiedică atingerea stării ecologice bune (Planul de management al Spațiului Hidrografic Banat, 2009).

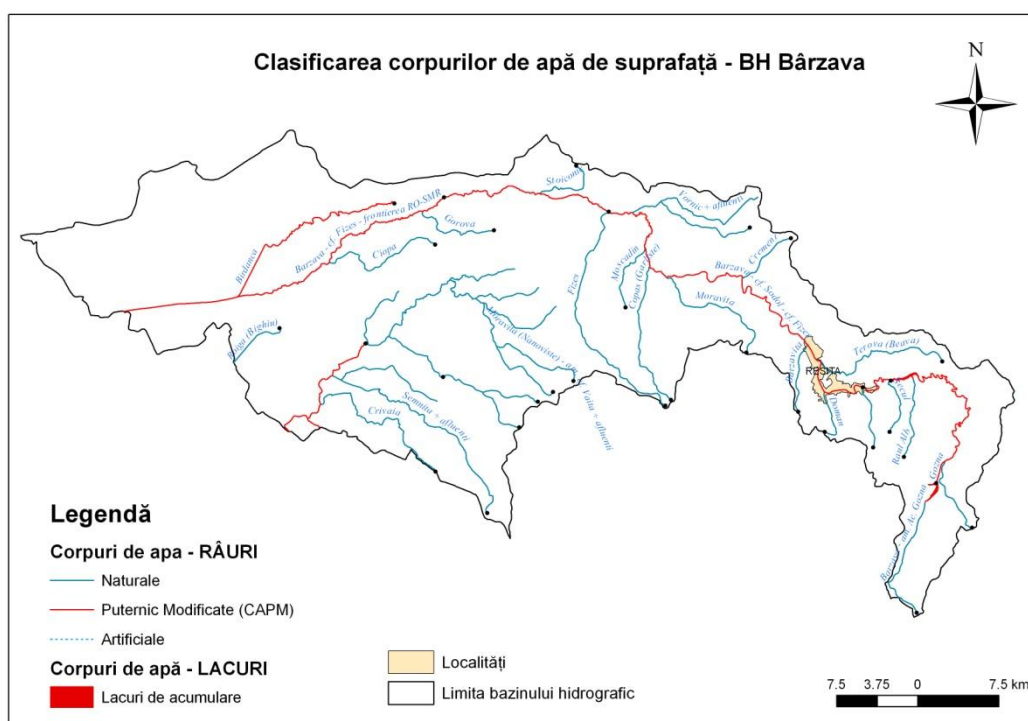


Figura 5.2 *Corpuri de apă de suprafață din bazinul hidrografic Bârzava* (Administrația Bazinală de Apă Banat, 2010)

5.2.4 Presiunile semnificative

Surse punctiforme de poluare semnificative

Criterii pentru evaluarea surselor de poluare semnificative

În conformitate cu Directiva Cadru în Domeniul Apei, se consideră presiuni semnificative presiunile care au ca rezultat neatingerea obiectivelor de mediu pentru corpul de apă studiat. După modul în care funcționează sistemul de recepție al corpului de apă se poate cunoaște dacă o presiune poate cauza un impact. Această abordare corelată cu lista tuturor presiunilor și cu caracteristicile particulare ale bazinului de recepție conduce la identificarea presiunilor semnificative.

O alternativă este aceea ca înțelegerea conceptuală să fie sintetizată într-un set simplu de reguli care indică direct dacă o presiune este semnificativă. O abordare de acest tip este de a compara magnitudinea presiunii cu un criteriu sau o valoare limită relevantă pentru corpului de apă. În acest sens, Directivele Europene prezintă limitele peste care presiunile pot fi numite semnificative și substanțele și grupele de substanțe care trebuie luate în considerare.

Aplicarea setului de criterii prezentat a condus la identificarea presiunilor semnificative punctiforme, având în vedere evacuările de ape epurate sau neepurate în resursele de apă de suprafață:

- ◆ **Aglomerările umane** (identificate în conformitate cu cerințele Directivei privind epurarea apelor uzate urbane - Directiva 91/271/EEC), ce au peste 2000 locuitori echivalenți (l.e.) care au sisteme de colectare a apelor uzate cu sau fără stații de epurare și care evacuează în resursele de apă; de asemenea, aglomerările <2000 l.e. sunt considerate surse semnificative punctiforme dacă au sistem de canalizare centralizat; de asemenea, sunt considerate surse semnificative de poluare, aglomerările umane cu sistem de canalizare unitar care nu au capacitatea de a colecta și epura amestecul de ape uzate și ape pluviale în perioadele cu ploii intense;
- ◆ **Industria:**
 - instalațiile care intră sub incidența Directivei privind prevenirea și controlul integrat al poluării – 96/61/EC (Directiva IPPC) - inclusiv unitățile care sunt inventariate în Registrul Poluanților Emiși (E-PRTR) care sunt relevante pentru factorul de mediu - apă;
 - unitățile care evacuează substanțe periculoase (lista I și II) și/sau substanțe prioritare peste limitele legislației în vigoare (în conformitate cu cerințele Directivei 2006/11/EC care înlocuiește Directiva 76/464/EEC privind poluarea cauzată de substanțele periculoase evacuate în mediul acvatic al Comunității);
 - alte unități care evacuează în resursele de apă și care nu se conformează legislației în vigoare privind factorul de mediu apă;
- ◆ **Agricultura:**
 - fermele zootehnice sub incidența Directivei privind prevenirea și controlul integrat al poluării – 96/61/EC (Directiva IPPC) - inclusiv unitățile care sunt inventariate în Registrul Poluanților Emiși (E-PRTR) care sunt relevante pentru factorul de mediu - apă;
 - fermele care evacuează substanțe periculoase (lista I și II) și/sau substanțe prioritare peste limitele legislației în vigoare (în conformitate cu cerințele Directivei 2006/11/EC care înlocuiește Directiva 76/464/EEC privind poluarea cauzată de substanțele periculoase evacuate în mediul acvatic al Comunității);
 - alte unități agricole cu evacuare punctiformă și care nu se conformează legislației în vigoare privind factorul de mediu apă;

Surse de poluare urbane/aglomerări umane

În general, în conformitate cu cerințele Directivei privind epurarea apelor uzate urbane (Directiva 91/271/EEC) apele uzate urbane ce pot conține ape uzate menajere sau amestecuri de ape uzate menajere, industriale și ape meteorice sunt colectate de către sistemele de colectare/canalizare, conduse la stația de epurare (unde sunt epurate corespunzător) și apoi evacuate în resursele de apă, având în vedere respectarea concentrațiilor maxime admise.

România a obținut perioada de tranziție pentru implementarea acestei Directive de maximum 12 ani de la aderare (31decembrie 2018), întrucât, sunt aglomerări umane care nu se conformează acestor cerințe, neavând sisteme de colectare și/sau stații de epurare cu dotare și funcționare corespunzătoare (cel puțin cu epurare mecanică și biologică pentru aglomerările cuprinse între 2000-10000 l.e și în plus treapta terțiară-pentru îndepărtarea nutrienților pentru aglomerările cu peste 10000 l.e). Apele uzate urbane conțin, în special materii în suspensie, substanțe organice, nutrienți, dar și alți poluanți ca metale grele, detergenți, hidrocarburi petroliere, micropoluanți organici, etc. depinzând de tipurile de industrie existente, cât și de nivelul de pre-epurare al apelor industriale colectate.

În conformitate cu Planul de implementare al Directivei 91/271/CEE privind epurarea apelor uzate urbane, în bazinul hidrografic Bârzava exista un număr de 11 aglomerări umane (>2000 l.e.).

Se menționează ca există aglomerări umane (> 2000 l.e.) care nu au încă în dotare stații de epurare, iar din numărul total de stații de epurare, niciuna nu se conformează cerințelor legislative.

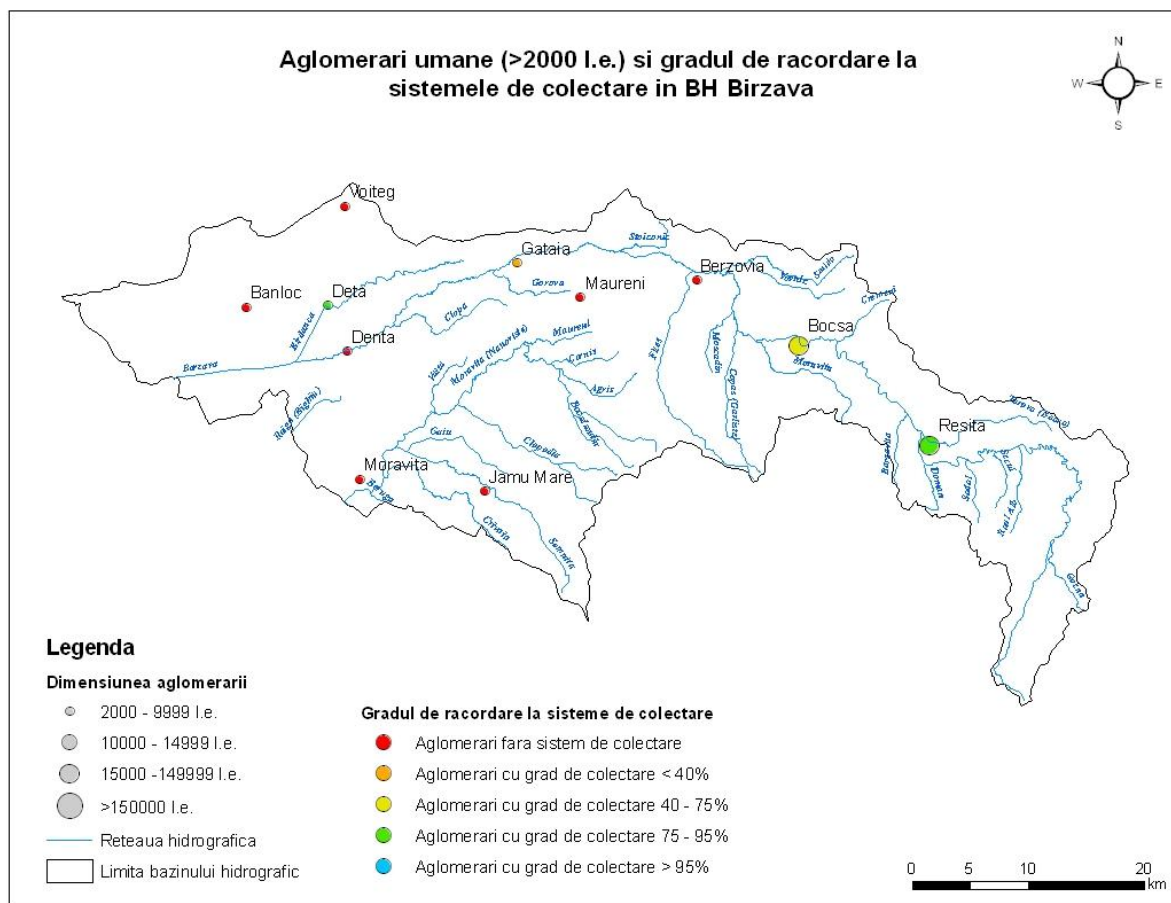


Figura 5.3 *Aglomerări umane (>2000 l.e.) și gradul de racordare la sistemele de colectare din bazinul hidrografic Bârzava* (Administrația Bazinală de Apă Banat, 2010)

În figura 5.3 se prezintă aglomerările umane (>2000 l.e.) și gradul de racordare la sistemele de colectare, iar în figura 5.4 se prezintă aglomerările umane (>2000 l.e.) și tipul de stații de epurare existente.

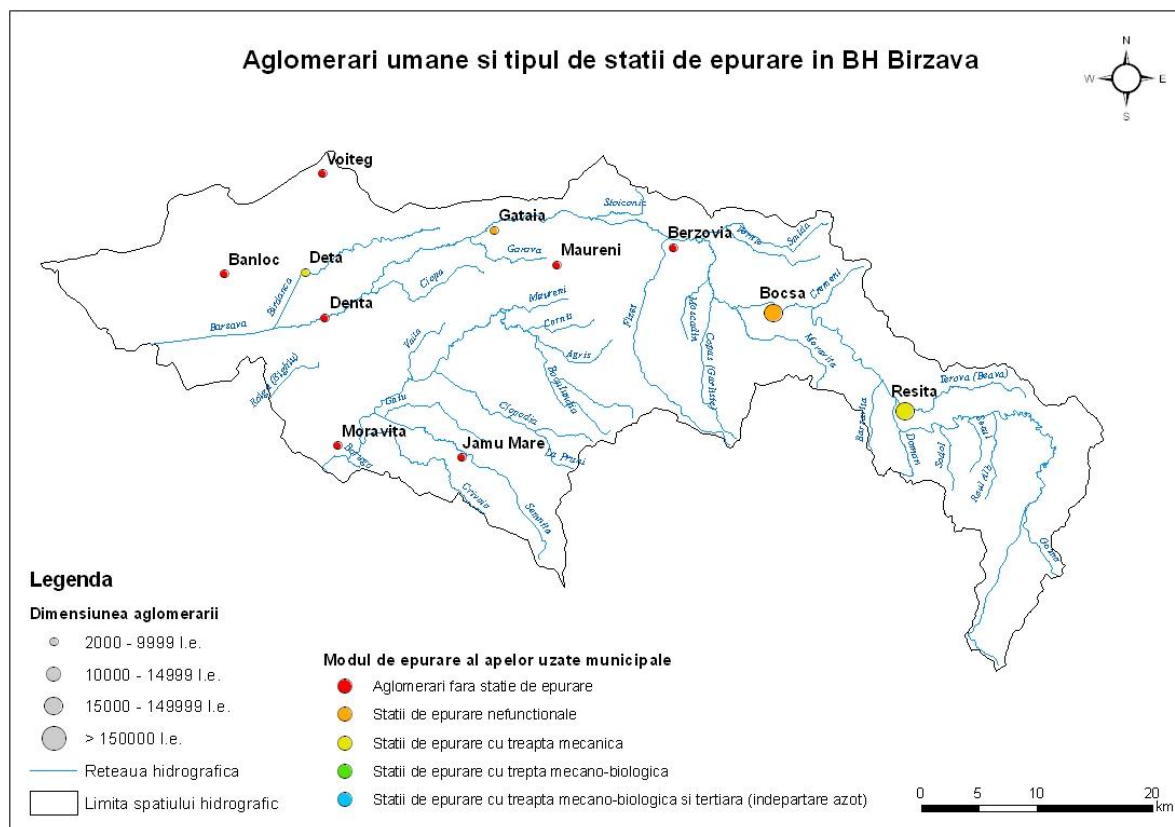


Figura 5.4 Aglomerări umane (>2000 l.e) și tipul de stații de epurare din Bazinul Hidrografic Bîrzava (Administrația Bazinală de Apă Banat, 2010)

Se precizează că la nivelul anului 2007, pe parcursul perioadelor cu ploi intense, s-au înregistrat evenimente la sistemul de colectare și epurare a apelor uzate și pluviale care nu a putut funcționa corespunzător în localitatea Reșița.

În continuare se prezintă situația celor mai importante aglomerări umane (>10000 l.e) din bazinul hidrografic Bîrzava.

▪ **S.C. AQUACARAS S.A. Exploatare Reșița**

Apele uzate menajere și o parte din apele industriale de la agenții economici (97214 l.e.) sunt

colectate în rețeaua de canalizare (cu o lungime de 106 km) și evacuate în râul Bîrzava prin 7

descărcări, dintre care 6 sunt fără epurare (descărcare directă) și una prin stația de epurare echipată cu o treaptă mecanică. Debitul mediu evacuat prin stația de epurare a fost de 284,469 l/s, iar prin descărcările directe s-au evacuat 145,29 l/s. S-au înregistrat depășiri conform NTPA 001/2002 la indicatorii: substanțe organice (CBO₅) și azot total.

▪ **S.C. AQUACARAS S.A. Exploatare Bocșa**

Orașul Bocșa dispune de o rețea de canalizare de 32,5 km cu un grad de racordare de 46%.

Pentru zona Bocșa Română a fost abandonată execuția stației de epurare mecano-biologică, având capacitatea de 30 l/s. A fost executată treapta mecanică, fără racordare la rețeaua de canalizare; terenul a fost revendicat de către proprietar. Evacuarea apelor uzate se face în râul Bîrzava prin doua guri de deversare, debitul mediu evacuat fiind de 13,67 l/s. S-au înregistrat depășiri conform NTPA 001/2002 la indicatorii: NH₄ (7,977 mg/l și 8,304), fosfor total (29,271 mg/l și 1,529) și detergenți sintetici (0,626mg/l și 0,619 mg/l).

Surse de poluare industriale și agricole

Sursele de poluare industriale și agricole contribuie la poluarea resurselor de apă, prin evacuarea de poluanți specifici tipului de activitate desfășurat. Astfel, se pot evacua substanțe organice, nutrienți (industria alimentară, industria chimică, industria fertilizanților, celuloza și hârtie, fermele zootehnice, etc.), metale grele (industria extractivă și prelucrătoare, industria chimică, etc.), precum și micropoluanți organici periculoși (industria chimică organică, industria petrolieră, etc.).

Sursele punctiforme de poluare industriale și agricole trebuie să respecte cerințele Directivei privind prevenirea și controlul integrat al poluării – 96/61/EC (Directiva IPPC), Directivei 2006/11/EC care înlocuiește Directiva 76/464/EEC privind poluarea cauzată de substanțele periculoase evacuate în mediul acvatic al Comunității, Directivei privind protecția apelor împotriva poluării cu nitrați din surse agricole -91/676/EEC, Directivei privind accidentele majore – 86/278/EEC (Directiva SEVESO), precum și cerințele legislației naționale (HG 352/2005 privind modificarea și completarea HG nr. 188/2002 privind aprobarea unor norme privind condițiile de descărcare, HG 351/2005 privind aprobarea Programului de eliminare treptată a evacuărilor, emisiilor și pierderilor de substanțe prioritar periculoase).

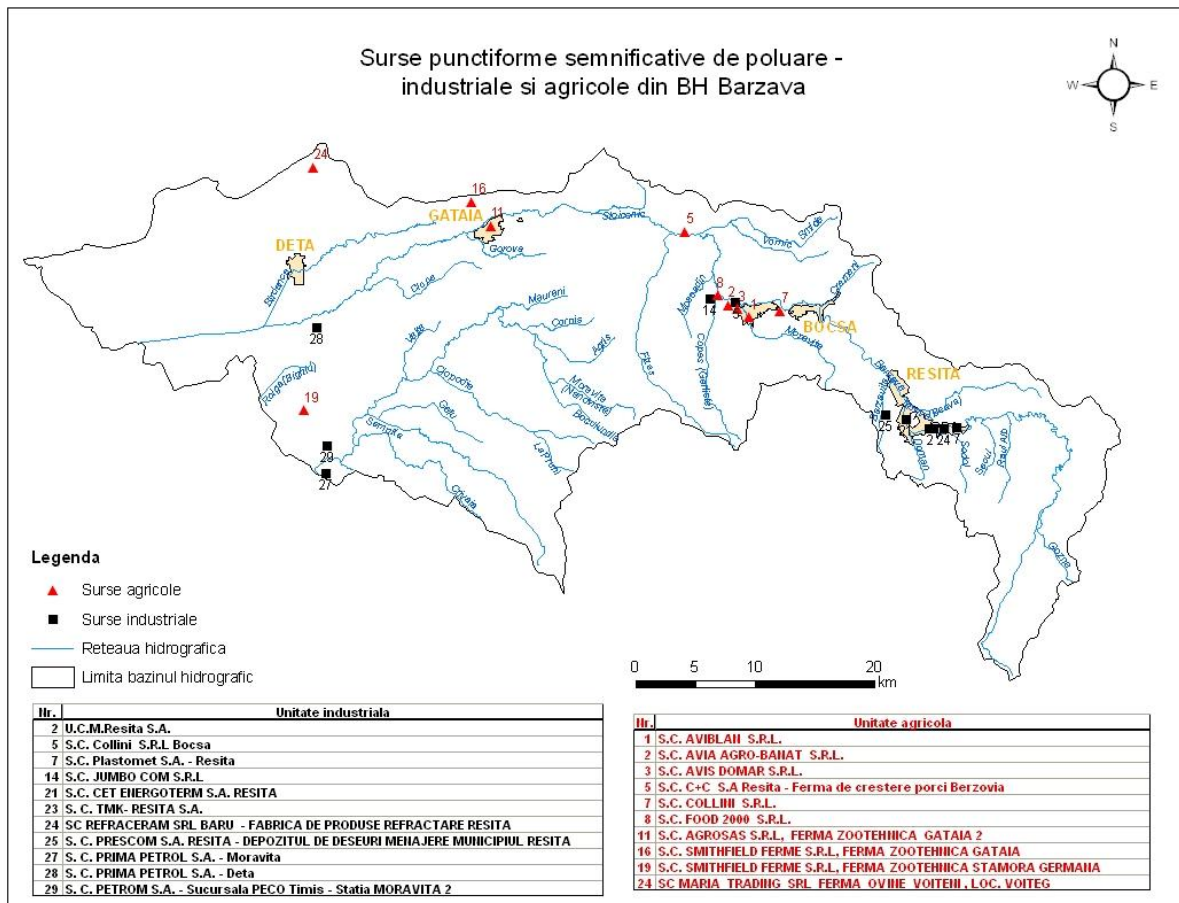


Figura 5.5 Surse punctiforme semnificative de poluare – industriale și agricole din bazinul hidrografic Bârzava (Administrația Bazinală de Apă Banat, 2010)

În figura 5.5 se prezintă sursele punctiforme semnificative de poluare – industriale și agricole.

În continuare se prezintă situația celor mai importante surse punctiforme semnificative de poluare – industriale și agricole din bazinul hidrografic Bârzava.

▪ **Uzina Constructoare de Mașini Reșița**

Unitatea desfășoară o activitate ce se încadrează în domeniul industriei metalurgice și construcțiilor de mașini. Apa este evacuată în râul Bârzava prin 17 guri de evacuare. Debitul evacuat este de 38,76 l/s, din care epurat mecanic 20,9 l/s și neepurat 17,86 l/s. Sistemele de epurare și evacuare a apelor uzate sunt în general învechite și necesită modernizare. Unitatea a solicitat perioada de tranziție pentru rezolvarea problemelor de mediu aflate sub incidența Directivei 96/61/EC privind prevenirea și controlul integrat al poluării până la finele anului 2010, valoarea totală a investiției va fi de 596 mii euro.

▪ **S.C. TMK Reșița**

Activitatea pe care o desfășoară unitatea aparține domeniului industriei metalurgice și constructoare de mașini. Debitul mediu evacuat în râul Bârzava, prin cele două guri de evacuare – Laminoare și Eruga în anul 2007 fiind de 239,64 l/s. S.C. TMK Reșița nu a solicitat perioada de tranziție pentru activitatea/installațiile aflate sub incidența Directivei 96/61/EC privind prevenirea și controlul integrat al poluării. Unitatea a pus în funcțiune instalația de desprăfuire a gazelor de la cuptorul de ardere în luna noiembrie 2006, ca atare a fost eliminat transferul de poluați din aer în apă.

▪ **S.C. AVIA AGROBANAT Bocșa**

Unitatea desfășoară activitatea de creștere intensivă a păsărilor în sistem baterie. Apele uzate menajere și tehnologice sunt evacuate într-un batal ce prezintă exfiltrații. Acestea dau în canalul de gardă și apoi în rigola șoselei Reșița – Bocșa, de unde printr-un șant săpat sunt evacuate direct în Bârzava. Debitul mediu evacuat este de 1,57 l/s, înregistrându-se depășiri la indicatorii: materii în suspensie (139,33 mg/l), CBO₅ (203,875 mg/l), CCO-Cr (863 mg/l), NH₄⁺ (199,325 mg/l), substanțe extractibile (30,183 mg/l), N_t (157,483 mg/l), P_t (41,572 mg/l). S.C. AVIA AGROBANAT Bocșa a obținut perioada de tranziție până în decembrie 2011.

▪ **S.C. Collini S.R.L.**

Unitatea desfășoară activitatea de creștere a păsărilor. Apele de spălare rezultate din procesul de dezinfecție-spălare se evacuează într-un bazin vidanjabil cu V=120 mc. Apa stocată se transportă la stația de epurare aparținând SC Collini SRL – abator de păsări. Debitul mediu evacuat este de 0.81 l/s, înregistrându-se depășiri la indicatorii: materii în suspensie (86,67 mg/l), CBO₅ (68,1 mg/l), CCO-Cr (277,64 mg/l), NH₄⁺ (10,09 mg/l), substanțe extractibile (23,49 mg/l), NO₂ (2.64 mg/l). S.C. Collini S.R.L. a obținut perioada de tranziție până în decembrie 2014.

▪ **S.C. Smithfield Ferme S.R.L. – ferma zootehnică Gătaia**

Unitatea are ca profil de activitate creșterea porcilor. Apele uzate provenite din adăposturi, împreună cu dejecțiile sunt colectate în sistem intern de canalizare, racordate la canalizarea din incintă, apoi prin scurgere gravitațională ajunge în stația de pompare urmând a fi descărcate în cele 4 bazine tip Permastore 4×10000 mc/buc. Dejecțiile se mențin stocate în bazine pe perioada de interdicție privind împrăștierea îngrășămintelor, funcție de tipul culturilor ce ocupă terenurile. Acestea se administrează pe terenurile proprii sau aflate în arendă (Planul de management al Spațiului Hidrografic Banat, 2009).

▪ **Exploatările miniere**

Cariera de șisturi bituminoase Doman

Figura 5.6 reprezintă variația pH-ului din apele de carieră în pârâul Doman, afluent de stânga al râului Bârzava, de la exploatarea de șisturi bituminoase Doman, în intervalul 2000-2008. (Marinică, 2010)

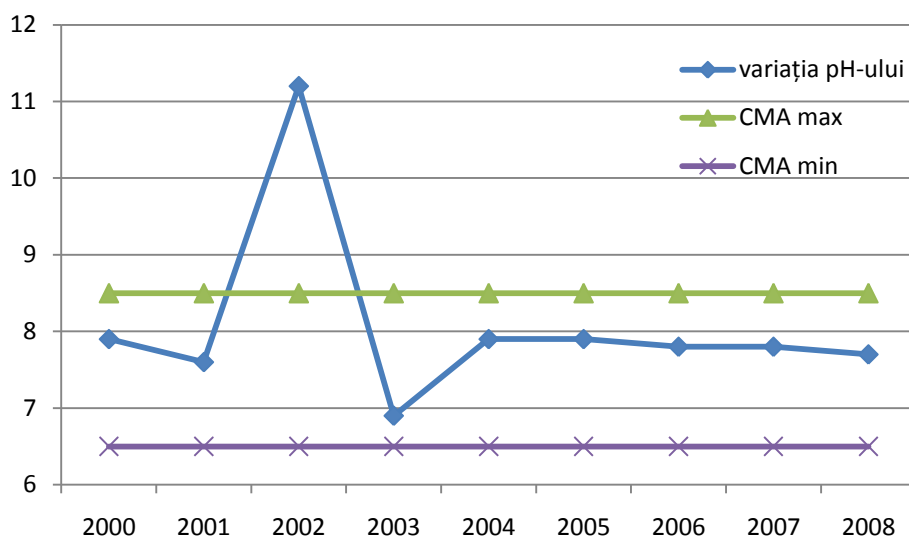


Figura 5.6 *Variația pH-ului în apele uzate de la cariera de șisturi bituminoase Doman*

pH-ul se încadrează în limitele admise de HG 352/2005, oscilând într-un ecart de 6,9-7,9 unități pH. Există o singură excepție la nivelul anului 2002, când pH-ul înregistrează un caracter puternic bazic de 11,2 unități pH. Explicația acestui maxim constă în variația litologică a zăcământului, respectiv asocierea șisturilor bituminoase cu lentile de huiă antracitoasă.

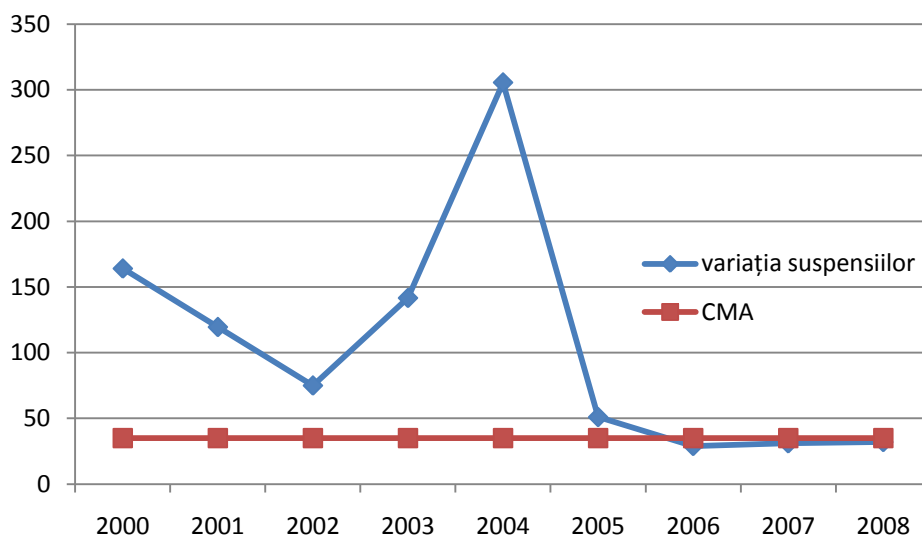


Figura 5.7 *Variația concentrației de suspensii în apele uzate evacuate de la cariera de șisturi bituminoase Doman*

Indicatorul care depășește constant concentrația maximă admisă, înregistrând valori foarte ridicate este cel de suspensii. Poluarea pârâului Doman este vizibilă, datorită culorii negre a particulelor de șist cărbunos. Antrenarea acestora este puternică mai ales în perioadele ploioase, decantorul fiind subdimensionat. Începând cu anul 2006, ca urmare a încetării activității, concentrația se încadrează în limită.

Exploatarea minieră Bocșa

Minereul cuprifera exploatat la Ocna de Fier și Dognecea era preluat și transportat la Uzina de Preparare, iar sterilul rezultat era depozitat în două iazuri de decantare. Galeria monitorizată din punct de vedere al apelor de mină evacuate în receptori de suprafață au fost Ursoane și Dănilă. Ele reprezintă soluția de evacuare a apelor de mină aparținând complexului minier Ocna de Fier – Dognecea, soluție rezultată în urma lucrărilor de închidere și ecologizare. Receptorul lor este pârâul Moravița.

pH-ul apelor de mină, evacuate în pârâul Moravița prin galeriile Ursoane și Dănilă, în perioada 2002-2004, este ușor acid, de 6,6 unități pH pentru mina Ursoane și ușor bazic de 7,76 unități pH pentru mina Dănilă. În mod normal aceste ape uzate ar trebui să aibă un caracter mai acid, dar intervine tamponul bazic asigurat de calcarele în care este cantonată mineralizația de fier.

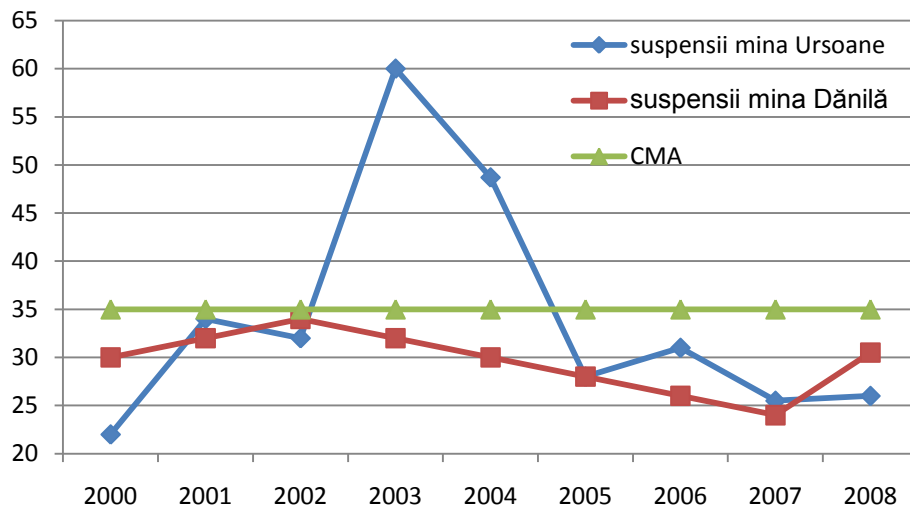


Figura 5.8 Variația concentrației de suspensii în apele uzate evacuate de la exploatarea IM Bocșa

În cazul celor două mine, apele uzate evacuate în pârâul Moravița au curbe de variație aprox. asemănătoare. Depășiri ale concentrației admise la suspensii se înregistrează în anii 2003 și 2004 la mina Ursoane, în timp ce la mina Dănilă valorile concentrațiilor la suspensii se încadrează ușor sub limita admisă. În continuare sunt prezentate variațiile concentrațiilor la cupru și zinc.

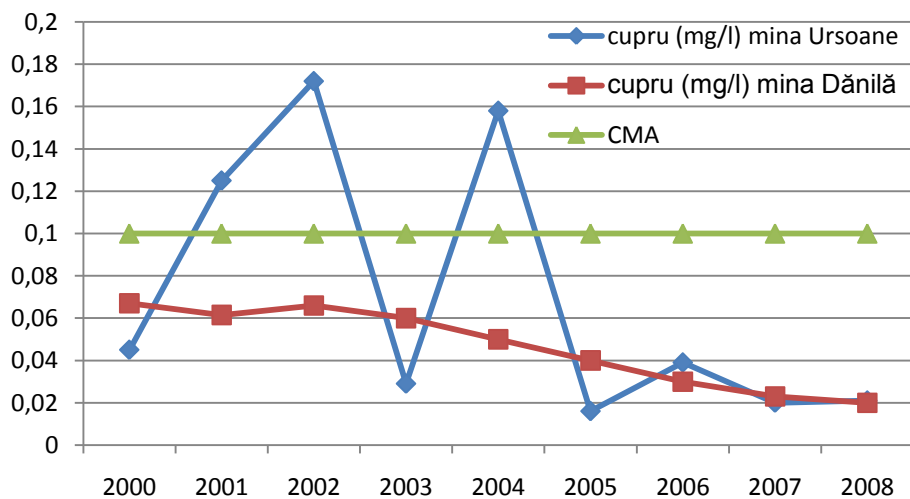


Figura 5.9 Variația concentrației de cupru în apele uzate evacuate de la exploatarea IM Bocșa

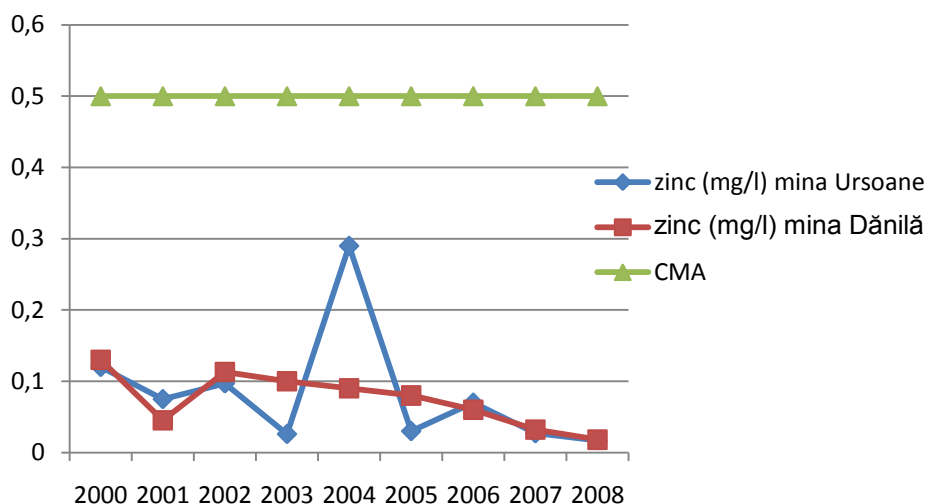


Figura 5.10 *Variația concentrației de zinc în apele uzate evacuate de la exploatarea IM Bocșa*

Surse difuze de poluare semnificative, inclusiv modul de utilizare al terenului

În Spațiul Hidrografic Banat se observă o diferențiere netă a utilizării terenurilor, în concordanță cu relieful. Conform Corine Land Cover (CLC 2000), ponderea cea mai mare o ocupa suprafața aferentă pădurilor, urmată de terenuri arabile și apoi de arii agricole eterogene. De remarcat este faptul că zonele urbane și industriale ocupă și ele o suprafață de 3,89 % din totalul Spațiului Hidrografic Banat (fig. 4.10). Suprafața agricolă reprezintă cca. 50,68 % (932156 ha) din suprafața totală a Spațiului Hidrografic Banat.

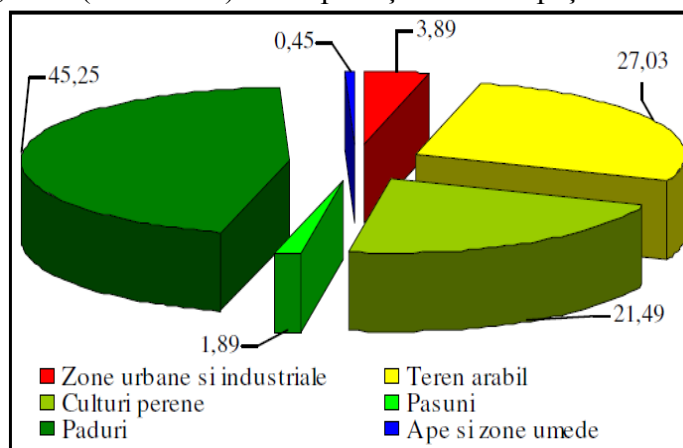


Figura 5.11 *Utilizarea terenului din Spațiul Hidrografic Banat* (Planul de management al Spațiului Hidrografic Banat, 2009)

Categoriile principalele de surse de poluare difuze

Aceste categorii sunt reprezentate de:

- ◆ **Aglomerările umane/localitățile** care nu au sisteme de colectare a apelor uzate sau sisteme corespunzătoare de colectare și eliminare a nămolului din stațiile de epurare, precum și localitățile care au depozite de deșeuri menajere neconforme;
- ◆ **Agricultura:** ferme agrozootehnice care nu au sisteme corespunzătoare de stocare /utilizare a dejecțiilor, comunele identificate ca fiind zone vulnerabile sau potențial vulnerabile la poluarea cu nitrați din surse agricole, unități care utilizează

pesticide și nu se conformează legislației în vigoare, alte unități/activități agricole care pot conduce la emisii difuze semnificative;

- ◆ **Industria:** depozite de materii prime, produse finite, produse auxiliare, stocare de deșuri neconforme, unități ce produc poluări accidentale difuze, situri industriale abandonate.

În continuare este prezentată o caracterizare a principalelor categorii de surse de poluare difuze:

- *Surse de poluare urbane/aglomerări umane*

Fenomenul de poluare difuză este accentuat datorită faptului că la sfârșitul anului 2006, numai un procent din populația echivalentă (a aglomerărilor >2000 l.e.) este racordat la sistemele centralizate de canalizare.

Managementul necorespunzător al deșeurilor menajere la nivelul localităților, constituie o sursă de poluare difuză locală. De asemenea, modul de colectare/eliminare al nămolului provenit de la stațiile de epurare poate conduce la poluarea resurselor de apă.

Dezvoltarea zonelor urbane necesită o mai mare atenție din punct de vedere al colectării deșeurilor menajere prin construirea unor depozite de gunoi ecologice și eliminarea depozitării necontrolate a deșeurilor, întâlnită deseori pe malurile râurilor și a lacurilor.

- *Agricultura*

Pe lângă presiunile punctiforme exercitate, activitățile agricole pot conduce la poluarea difuză a resurselor de apă. Căile prin care poluanții (în special nutrienții și pesticidele, dar și alți poluanți) ajung în corpurile de apă sunt diverse (scurgere la suprafață, percolare, etc.).

Sursele de poluare difuză sunt reprezentate în special de:

- stocarea și utilizarea îngrășămintelor organice și chimice;
- creșterea animalelor domestice;
- utilizarea pesticidelor pentru combaterea dăunătorilor.

De asemenea, în Raportul Național 2004, s-a evidențiat faptul că cele mai importante surse de poluare difuză sunt situate în perimetrele localităților din zonele vulnerabile și potențial vulnerabile, identificate în conformitate cu cerințele Directivei 91/676/EEC privind protecția apelor împotriva poluării cu nitrați din surse agricole.

La nivel național, cantitățile specifice de îngrășămintă chimice (exprimate în substanță activă) utilizate în anul 2006, au fost cu cca 10% mai mari față de situația din 2002, pe când la nivelul Spațiului Hidrografic Banat erau utilizate cantități medii de cca. 11,99 kg N/ha de teren agricol, respectiv 3,40 kg P/ha de teren agricol. În anul 2006, comparativ cu anul 2002, cantitățile de îngrășămintă naturale utilizate au scăzut cu cca. 10%. Comparând cantitățile specifice de îngrășămintă utilizate în România cu cantitățile utilizate în statele membre ale UE, se observă că România se situează cu mult sub media europeană.

- *Emisiile de nutrienți din surse difuze*

Presiunile difuze datorate activităților agricole sunt greu de cuantificat. Presiunile agricole difuze afectează atât calitatea apelor de suprafață, cât mai ales calitatea apelor subterane. Prin aplicarea modelelor matematice se pot estima cantitățile de poluanți emise de sursele difuze de poluare.

Modelul MONERIS (MOdelling Nutrient Emissions in RIVER Systems) este folosit pentru estimarea emisiilor provenind de la sursele de poluare punctiforme și difuze. Modelul a fost elaborat și aplicat pentru evaluarea emisiilor de nutrienți (azot și fosfor) în mai multe bazine/districte hidrografice din Europa, printre care și bazinul/districtul Dunării. În ultimul timp, modelul MONERIS a fost dezvoltat pentru a fi aplicat atât la nivel național (al statelor din Districtul internațional al Dunării), cât și la nivel de sub-bazine internaționale (Tisa, Prut).

În cazul surselor de poluare difuze, estimarea încărcărilor cu poluanți a apelor este mai dificilă decât în cazul surselor punctiforme având în vedere modul diferit de producere a poluării. Pe lângă emisiile punctiforme, modelul MONERIS consideră următoarele moduri (căi) de producere a poluării difuze:

- ◆ depuneri din atmosfera;
- ◆ scurgerea de suprafață;
- ◆ scurgerea din rețelele de drenaje;
- ◆ eroziunea solului;
- ◆ scurgerea subterană;
- ◆ scurgerea din zone impermeabile orășenești.

Se menționează că, scurgerea subterană, reprezintă principala cale de emisie difuză pentru azot, iar scurgerea din zone impermeabile orășenești prezintă contribuția cea mai mare la emisia difuză de fosfor.

De asemenea, modelul MONERIS cuantifică contribuția diverselor categorii de surse de poluare la emisia totală de nutrienți. Astfel pentru sursele difuze de poluare, aceste categorii de surse sunt reprezentate de: agricultura, localități (așezări umane), alte surse (ex. depunerea oxizilor de azot din atmosfera), precum și fondul natural. De subliniat este faptul că, modelul MONERIS ia în considerare toate sursele de poluare și nu numai pe acelea identificate ca fiind semnificative.

Presiuni hidromorfologice semnificative

Criterii pentru desemnarea presiunilor hidromorfologice semnificative

Informațiile despre tipurile și mărimea presiunilor hidromorfologice la care sunt supuse corpurile de apă de suprafață din fiecare bazin hidrografic sunt necesare a fi cunoscute și monitorizate în scopul identificării corpurilor de apă puternic modificate.

Criteriile utilizate au la baza Proiectul Regional UNDP-GEF al Dunării și iau în considerare tipurile de lucrări hidrotehnice, mărimea presiunii și efectele acestora asupra ecosistemelor.

Din multitudinea activităților desfășurate pe ape sau care au legătura cu apele, numai unele dintre ele exercită asupra acestora o presiune semnificativă, determinată pe baza unor criterii bine stabilite. Pe baza acestor criterii s-au identificat corpurile de apă care sunt afectate semnificativ de prezenta presiunilor hidromorfologice.

În continuare, se prezintă aceste presiuni hidromorfologice:

▪ *Lacurile de acumulare*

Lacurile de acumulare produc în principal ca presiune hidromorfologică, întreruperea continuității.

▪ *Derivații*

Obiectivele hidrotehnice din aceasta categorie, au drept scop suplimentarea debitelor în secțiuni cu un necesar de apă mai mare decât potențialul natural al râului.

Relocarea prin aceste derivații a unor volume de apă semnificative produc diminuări esențiale ale debitelor cursurilor de apă sursă și creșteri de debite pe cursurile de apă destinate, în ambele situații provocând dezechilibre hidrologice și ecologice majore.

▪ *Prelevări/restituții de apă semnificative*

Prelevările de apă, restituțiile (evacuările), produc alterări hidromorfologice semnificative care se materializează prin modificarea caracteristicilor cursului de apă pe care sunt poziționate atât prizele de apă cât și evacuările de apă ale căror debite prelevate, respectiv restituite, sunt semnificative din punct de vedere cantitativ.

Aplicând criteriile de stabilire a presiunilor semnificative, în Bazinul Hidrografic Bârzava s-au identificat un număr de 2 unități, care pot fi considerate cu prelevări semnificative de apă și anume:

- ◆ TMK (fost CSR) Reșița ($Q_{\text{prelevat}} = 1,205 \text{ m}^3/\text{s}$);
- ◆ Aquacaras (fost Prescom) Reșița ($Q_{\text{prelevat}} = 0,916 \text{ m}^3/\text{s}$)

Pe lângă degradarea semnificativă produsă de alterările hidromorfologice asupra corpurilor de apă, există un număr considerabil de proiecte propuse pentru navigație, producere de energie electrică, apărare împotriva inundațiilor, îndiguiri și regularizări – în diferite stadii de planificare și implementare, care pot contribui de asemenea la alterarea fizică a corpurilor de apă. Este destul de dificil de a cuantifica presiunile și impactul produs de aceste proiecte, dar este posibil ca implementarea lor să conducă la deteriorarea stării actuale a corpului de apă.

Aceste viitoare proiecte de infrastructura sunt reglementate de Directiva Cadru a Apei și trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

- ◆ sunt luate toate măsurile posibile pentru reducerea impactului nefavorabil asupra stării corpurilor de apă;
- ◆ motivele acestor modificări sau alterări sunt prezentate și explicate în mod specific în PMB, conform art. 13 al DCA, iar obiectivele sunt revizuite la fiecare 6 ani;
- ◆ motivele acestor modificări sau alterări sunt de interes public predominant și/sau beneficiile aduse mediului sau societății prin atingerea obiectivului de “stare buna” sunt depășite de beneficiile noilor modificări sau alterări aduse sănătății umane, menținerii siguranței umane sau dezvoltării durabile;
- ◆ obiectivele benefice aduse de acele modificări sau alterări ale corpurilor de apă, din motive tehnice sau din cauza costurilor disproporționate nu pot fi atinse prin alte mijloace, care sunt o opțiune semnificativ mai bună din punct de vedere al mediului.

În consecință aceste viitoare proiecte de infrastructură pot fi obiectul unor evaluări de impact de mediu (EIA) și/sau a unor evaluări strategice de mediu (SEA); în timpul fazei de planificare a acestora, ținând cont de presiunea și impactul lor asupra mediului acvatic.

Pentru planuri și programe care afectează obiectivele DCA, evaluarea în conformitate cu art. 4.7. ar trebui incorporată în SEA.

În cazul planificării unor “noi modificări” ar fi utilă realizarea unei evaluări de impact asupra mediului care să demonstreze cel puțin, că criteriile și condițiile Art.4(7) și Art. 4(8) și Art. 4(9) ale DCA sunt satisfăcute și anume că cel puțin același nivel de protecție ca și legislația comunitară existentă este asigurată și ca aplicarea excepțiilor nu exclude sau compromite permanent atingerea obiectivelor de mediu în alte corpuri de apă în cadrul aceluiași district de bazin hidrografic.

Corpul de apă care suferă o nouă modificare hidromorfologică, trebuie supus etapelor testului de desemnare în următorul Plan de Management.

Corpurile de apă nu pot fi desemnate ca fiind corpuri de apă puternic modificate înainte ca aceste noi modificări să aibă loc, numai pe baza anticipării alterărilor hidromorfologice semnificative.

La nivelul Bazinului Hidrografic Bârzava sunt implementate sau în curs de derulare mai multe proiecte de infrastructură.

Dintre aceste proiecte viitoare, cele mai reprezentative sunt detaliate în cele ce urmează:

- *Regularizare și consolidare râu Bârzava pe sectorul Gătaia - frontieră Serbia județul Timiș*

Proiectul este deja în stare de implementare. Lucrările se desfășoară pe o lungime de 7,07km și constau în lucrări de reprofilare a albiei minore, supraînălțare diguri, diguri noi, protecții de mal, prag alimentare, disipator canal italian, descărcător canal italian, praguri îngropate, decolmatare și reprofilare a albiei în zona de aval captare. Principalul obiectiv al acestui proiect este de apărare împotriva inundațiilor, urmat de cel de alimentare cu apă. Proiectul nu are efect transfrontalier.

- *Amenajarea râului Bârzava și afluenții municipiului Reșița, județul Caras - Severin*

Proiectul este deja în stare de implementare. Lucrările sunt amplasate în albia minoră și majoră a râului Bârzava și a pâraurilor Țerova, Doman și Sodol. Lucrările se desfășoară pe o lungime de 15,987 km pe râul Bârzava și 2,167 km pe afluenți și constau în lucrări de reprofilare și decolmatare a albiilor, protecții de mal din cutii de gabioane, refaceri parament zid beton, refacere perete, subzidiri, praguri îngropate, supraînălțări ziduri existente. Principalul obiectiv al acestui proiect este de apărare împotriva inundațiilor, urmat de cel de alimentare cu apă. Proiectul nu are impact transfrontalier.

Alte tipuri de presiuni antropice

Surse cu potențial de producere a poluărilor accidentale

Calitatea resurselor de apă este influențată într-o anumită măsură și de poluările accidentale, care reprezintă alterări bruște de natură fizică, chimică, biologică sau bacteriologică a apei, peste limitele admise. În funcție de tipul poluărilor accidentale, acestea pot avea magnitudini și efecte diferite (locale, bazinale, transfrontaliere) asupra resurselor de apă.

În Spațiul Hidrografic Banat s-au identificat un număr de 106 utilizatori de apă ce pot produce poluări accidentale și care sub coordonarea Direcției Apelor Banat și-au elaborat Planuri proprii de prevenire și combatere a poluărilor accidentale. În general aceste surse de poluare sunt unități care folosesc, produc, stochează și evacuează substanțe care pot ajunge în mod accidental în resursele de apă.

La nivelul Districtului Internațional al Dunării, pe baza metodologiei de evaluare a riscului potențial (Metodologia pentru determinarea indexului de risc pentru apă) elaborată de Grupul Experti ICPDR privind poluarea accidentală (Accident Pollution Task Group), nu au fost identificate sursele industriale cu risc potențial ridicat de poluare accidentală în Bazinul Hidrografic Bârzava, luând în considerare lista „Zonelor industriale cu risc potențial ridicat” din România.

Prin aplicarea metodologiei ICPDR (Metodologia M2) privind identificarea zonelor contaminate cu risc potențial ridicat, pe teritoriul administrat de Direcția Apelor Banat nu au fost desemnate asemenea locații.

Alte presiuni relevante

O alta categorie de presiuni hidro-morfologice care ar putea avea efecte asupra râurilor o constituie *balastierele*. Efectele lor se materializează, în general, prin modificarea formei profilului longitudinal, în variabilitatea depozitelor din albia râului și în procesele de degradare - mai ales eroziune.

Având în vedere importanța acestei activități desfășurate de regulă în albiile minore ale cursurilor de apă, precum și implicațiile unei exploatare neraționale asupra râurilor și aceasta presiune trebuie supusa inventarierii și monitorizării. Aceste balastiere funcționează într-un temei legal și ar trebui să se conformeze autorizațiilor și avizelor

emise (respectând cantitățile, termenele de exploatare, perioada de refacere a materialului aluvionar din albie).

Astfel, conform articolului 33, alineatul (2) din Legea Apelor 107/1996 cu modificările și completările ulterioare, se precizează: “Dreptul de exploatare a agregatelor minerale din albiile sau malurile cursurilor de apă, cuvetele lacurilor, bălților, prin exploatare organizate, se acordă de autoritatea de gospodărire a apelor numai în zone care necesită decolmatare, reprofilarea albiei și regularizarea scurgerii, pe baza unui studiu tehnic zonal privind influența exploatării asupra cursului de apă și pe baza avizului și autorizației de gospodărire a apelor, cu avizul deținătorilor de lucrări hidrotehnice în albie din zonă.”

În cazul extragerii balastului și nisipului din albiile minore ale cursurilor de apă, această presiune poate fi considerată importantă mai ales în cazul în care apar efecte negative, de natură:

- ◆ hidraulică, constând în modificarea regimului natural al curgerii apei și implicit al transportului de aluviuni;
- ◆ morfologică, constând din declanșarea și/sau amplificarea unor procese de eroziune și/sau depunerea aluvionară în sectorul de influență al balastierii;
- ◆ hidrogeologică, constând din modificarea regimului natural al nivelurilor apelor subterane din zona adiacentă;
- ◆ poluantă, constând din alterarea calității apelor de suprafață ca urmare a deversărilor tehnologice poluante de la utilajele din cadrul balastierelor;
- ◆ a afecta lucrările de amenajare, de protecție sau de traversare a albiei, putând afecta siguranța și eficiența funcționării acestora sau altor infrastructuri ingineresti destinate captării apei sau peisajele.

De asemenea, această presiune poate avea un impact semnificativ negativ mai ales în cazurile în care condițiile specifice impuse prin autorizația de gospodărire a apelor nu sunt respectate, impact negativ semnificativ manifestat asupra:

- ◆ realizarea de secțiuni optime de scurgere;
- ◆ regularizarea și igienizarea râului în zona de exploatare;
- ◆ păstrarea talvegului natural al râului;
- ◆ respectarea perimetrelor de exploatare;
- ◆ volumele de balast extrase să nu depășească volumele depuse prin aport la viituri, etc.

Tot, în aceeași categorie de alte presiuni se pot înscrie și exploatările forestiere, în cazul în care acestea se fac prin despădurirea unor suprafețe semnificative, nerespectând prevederile legale, efectul lor materializându-se asupra stabilității terenului (prin apariția eroziunii, formarea de torenți, alunecări de maluri, amplificarea viiturilor, scăderea ratei de realimentare a straturilor acvifere, etc).

5.2.5. Evaluarea impactului antropic și riscul neatingerii obiectivelor de mediu

Necesitatea analizării presiunilor antropice și impactul acestora este prezentată în articolul 5 al Directivei Cadru, articol care precizează: Fiecare Stat Membru trebuie să asigure trecerea în revistă a impactului activităților umane asupra stării apelor de suprafață și subterane pentru fiecare district al bazinului hidrografic sau pentru o porțiune a unui district al unui bazin hidrografic internațional care se află pe teritoriul său.

Acest proces de evaluare al presiunilor antropice și al impactului acestora la nivelul corpurilor de apă conduce la identificarea acelor corpuri de apă care riscă să nu atingă obiectivele Directivei Cadru, având în vedere parcurgerea următoarelor etape importante:

- ◆ identificarea activităților și a presiunilor;
- ◆ identificarea presiunilor semnificative;
- ◆ evaluarea impactului;
- ◆ evaluarea riscului neîndeplinirii obiectivelor de mediu.

Totodată, pentru analiza presiunilor și a impactului s-a folosit conceptul DPSIR (Driver - Pressure - State - Impact - Response - Activitate antropică - Presiune - Stare - Impact - Răspuns), astfel a fost necesar să se utilizeze informații/date despre activitățile antropice și schimbările la nivelul stării corpului de apă, cât și răspunsul (măsurile de bază ce vor fi luate pentru a îmbunătăți starea corpului de apă). În figura este ilustrată schema analitică DPSIR.

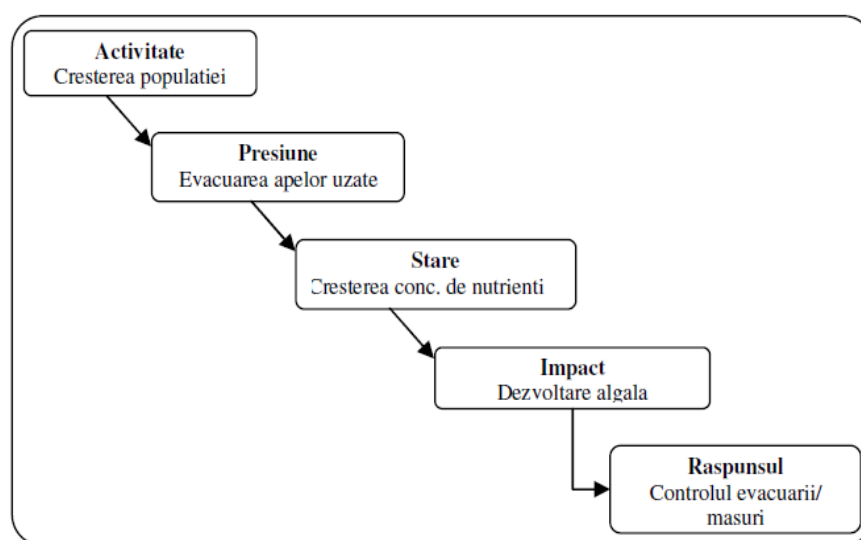


Figura 5.12 *Ilustrarea conceptului DPSIR* (Planul de management al Spațiului Hidrografic Banat, 2009)

Identificarea presiunilor diferitelor tipuri de presiuni semnificative are ca scop furnizarea de informații ce vor fi utilizate în analiza de risc și în caracterizarea stării apelor în conformitate cu Anexa V a Directivei Cadru Apa.

Procesul de evaluare al impactului presiunilor antropice are la baza compararea stării corpului de apă cu obiectivele de mediu aferente corpului de apă analizat, în cazul în care există date de monitoring disponibile. Dacă la nivelul unui corp de apă nu sunt stabilite secțiuni de monitorizare, la evaluare se pot considera datele de monitoring determinate într-o altă secțiune situată pe un alt corp de apă care prezintă aceeași tipologie și aceleași categorii de presiuni antropice (gruparea corpurilor de apă în scopul realizării monitoringului/evaluării).

În Raportul 2004 privind analiza caracteristicilor bazinelor hidrografice, riscul neatingerii obiectivelor de mediu a fost evaluat pentru toate corpurile de apă permanente.

În anul 2008, în cadrul Administrației Naționale „Apele Române” s-au realizat *Elementele metodologice privind identificarea presiunilor semnificative și evaluarea impactului acestora asupra stării apelor de suprafață – Identificarea corpurilor de apă care prezintă riscul de a nu atinge obiectivele Directivei Cadru Apa*, care au fost aplicate la nivelul bazinelor/spațiilor hidrografice.

Riscul neatingerii obiectivelor de mediu pentru corpurile de apă de suprafață a fost evaluat având în vedere corpurile de apă redelimitate în anul 2008, reactualizarea

informațiilor privind presiunile semnificative și impactul acestora asupra apelor, precum și identificarea măsurilor de bază care aplicate până în 2012/2013 ar putea conduce la atingerea obiectivelor Directivei Cadru Apa. În acest sens, instrumente precum modelarea matematică pot fi utilizate pentru estimarea efectelor măsurilor de bază propuse. Modelele disponibile utilizate sunt reprezentate de: MONERIS (nutrienți), modelele WAQ (nutrienți) și QUAL 2K (substanțe organice).

În procesul de evaluare al impactului presiunilor semnificative, obiectivele preliminare utilizate au fost, în general, cele din Ordinul Ministrului Mediului și Gospodăririi Apelor nr. 161/2006 pentru aprobarea Normativul privind clasificarea calității apelor de suprafață în vederea stabilirii stării ecologice a corpurilor de apă, obiective care nu sunt în acord cu cerințele Directivei Cadru. Astfel, în prima etapă au fost determinate preliminar 3 clase de corpuri de apă: „la risc”, „fără risc” și „în curs de evaluare”. După finalizarea studiului științific „Metodologie pentru elaborarea sistemelor de clasificare și evaluare globală a stării apelor de suprafață (râuri, lacuri, ape tranzitorii, ape costiere) conform cerințelor Directivei Cadru Apa 2000/60/EC pe baza elementelor biologice, chimice și hidromorfologice” și realizarea evaluării la nivel de corp de apă, corpurile de apă „în curs de evaluare” au fost clasificate în cele două clase („la risc” sau „fără risc”).

La evaluarea riscului neatingerii obiectivelor de mediu pentru corpurile de apă s-a ținut cont de presiunile semnificative identificate, precum și de evaluarea impactului acestora. Pentru evaluarea riscului s-au luat în considerare următoarele categorii de risc:

- ◆ poluarea cu substanțe organice;
- ◆ poluarea cu nutrienți;
- ◆ poluarea cu substanțe periculoase;
- ◆ alterări hidromorfologice.

Având în vedere, că aceste 4 categorii de presiuni au fost identificate, atât la nivelul Districtului Internațional al Dunării, cât și la nivel național, ca fiind cele mai importante probleme de gospodărire a apelor.

Elementele metodologice mai sus menționate au fost aplicate având ca obiectiv atingerea stării ecologice și a stării chimice aferente anului 2015, luând în considerare scenariul de baza (implementarea măsurilor de baza până în 2012-2013 pentru activitățile antropice cauzatoare de presiuni semnificative). Corpurile de apă la nivelul cărora există presiuni semnificative și/sau impact semnificativ și pentru care nu se vor implementa măsurile necesare pentru atingerea obiectivelor până în 2015 sunt identificate ca fiind la risc.

Riscul ecologic (riscul de a nu atinge starea ecologica bună) este definit de cele 3 categorii de risc: poluarea cu substanțe organice, poluarea cu nutrienți, precum și de alterările hidromorfologice. Pentru riscul ecologic, evaluarea realizată pe baza elementelor biologice are un rol primordial, însă în lipsa unor corelații exacte dintre presiune/măsuri și impact, s-au utilizat și parametrii abiotici (elemente fizico-chimice și hidromorfologice). Riscul ecologic se cuantifică având în vedere cea mai proastă situație regăsită în categoriile de risc (poluarea cu substanțe organice, poluarea cu nutrienți, precum și de alterările hidromorfologice).

Riscul chimic (riscul de a nu atinge starea chimică bună) este definit de o singură categorie și anume poluarea cu substanțe prioritare și cu alți poluanți, considerând valorile prag propuse de către Directiva 2008/105/EC privind standardele de calitate pentru mediu în domeniul politicii apei și care amendează Directiva Cadru a Apei.

Riscul total este compus din riscul ecologic și riscul chimic, iar evaluarea este dată de cea mai proastă situație regăsită la cele 2 categorii de risc. În această etapă, se precizează ca evaluarea riscului a fost realizată numai pentru a fi utilizată la:

- ◆ caracterizarea stării ecologice/potențialului ecologic și a stării chimice, în condițiile în care pentru unele corpuri de apă nu au existat metode și/sau date de monitoring conforme cu Directiva Cadru Apa, iar gruparea corpurilor de apă nu a putut fi realizată (confidența scăzută);
- ◆ stabilirea măsurilor suplimentare;
- ◆ aplicarea analizei cost – eficiență și cost – beneficiu;
- ◆ aplicarea excepțiilor de la atingerea obiectivelor de mediu.

Poluarea cu substanțe organice

Poluarea cu substanțe organice se datorează emisiilor/evacuărilor de ape uzate provenite de la sursele punctiforme și difuze, în special aglomerările umane, sursele industriale și agricole.

Lipsa sau insuficiența epurării apelor uzate conduce la poluarea apelor de suprafață cu substanțe organice, care odată ajunse în apele de suprafață încep să se degradeze și să consume oxigen. Poluarea cu substanțe organice produce un impact semnificativ asupra ecosistemelor acvatice prin schimbarea compoziției speciilor, scăderea biodiversității speciilor, precum și reducerea populației piscicole sau chiar mortalitate piscicolă în contextul reducerii drastice a concentrației de oxigen.

Poluarea cu nutrienți

O altă problemă importantă de gospodărire a apelor este poluarea cu nutrienți (azot și fosfor). Ca și în cazul substanțelor organice, emisiile de nutrienți se datorează atât surselor punctiforme (ape uzate urbane, industriale și agricole neepurate sau insuficient epurate), cât și surselor difuze (în special, cele agricole: creșterea animalelor, utilizarea fertilizanților).

Nutrienții conduc la eutrofizarea apelor (îmbogățirea cu nutrienți și creștere algală excesivă), în special a corpurilor de apă stagnante sau semi-stagnante (lacuri naturale și de acumulare, râuri puțin adânci cu curgere lentă), ceea ce determină schimbarea compoziției speciilor, scăderea biodiversității speciilor, precum și reducerea utilizării resurselor de apă (apă potabilă, recreere, etc.).

Referitor la impactul generat de poluarea cu nutrienți în cazul lacurilor, evaluarea s-a realizat prin aprecierea stadiului trofic exprimat prin indicatori specifici, luându-se în considerare și manifestarea procesului de eutrofizare.

Poluarea cu substanțe periculoase

Poluarea cu substanțe prioritare/prioritare periculoase se datorează evacuărilor de ape uzate din surse punctiforme sau emisiilor din surse difuze ce conțin poluanți nesintetici (metale grele) și/sau poluanți sintetici (micropoluanți organici). Substanțele periculoase produc toxicitate, persistență și bioacumulare în mediul acvatic. În procesul de analiză a riscului privind poluarea cu substanțe periculoase trebuie subliniată lipsa sau insuficiența datelor de monitoring care să conducă la o evaluare cu un grad de încredere mediu sau ridicat.

Presiuni hidromorfologice

Aceste presiuni influențează caracteristicile hidromorfologice specifice apelor de suprafață și produc un impact asupra stării ecosistemelor acestora. Construcțiile hidrotehnice cu barare transversală (baraje, stăvilare, praguri de fund) întrerup conectivitatea longitudinală a râurilor cu efecte asupra regimului hidrologic, transportului de sedimente, dar mai ales asupra migrării biotei.

Lucrările în lungul râului (îndiguirile, lucrări de regularizare și consolidare maluri) întrerup conectivitatea laterală a corpurilor de apă cu luncile inundabile și zonele de reproducere ce au ca rezultat deteriorarea stării. Prelevările și restituțiile semnificative au efecte asupra regimului hidrologic, dar și asupra biotei. Astfel, impactul alterărilor hidromorfologice asupra stării corpurilor de apă se poate exprima prin afectarea migrării speciilor de peștilor migratori, declinul reproducerii naturale a populațiilor de pești, reducerea biodiversității și abundenței speciilor, precum și alterarea compoziției populațiilor.

Se remarcă insuficiența cunoaștere și la nivel european a relației dintre presiunile hidromorfologice și impactul acestora, de multe ori variatele tipuri de presiuni acționează sinergic, făcând dificilă decelarea efectului față de tipul de presiune. (Planul de management al Spațiului Hidrografic Banat, 2009)

5.3. Caracterizarea apelor subterane

5.3.1. Identificarea, delimitarea și caracterizarea corpurilor de apă subterană

Identificarea și delimitarea corpurilor de ape subterane s-a făcut pe baza următoarelor criterii:

- ◆ geologic;
- ◆ hidrodinamic;
- ◆ starea corpului de apă (calitativă, cantitativă.)

Delimitarea corpurilor de ape subterane s-a făcut numai pentru zonele în care există acvifere semnificative ca importanță pentru alimentari cu apă și anume debite exploatabile mai mari de 10 m³/zi. În restul arealului, chiar dacă există condiții locale de acumulare a apelor în subteran, acestea nu se constituie în corpuri de apă, conform prevederilor Directivei Cadru 60 /2000 /EC.

Criteriul *geologic*, intervine nu numai prin vârsta depozitelor purtătoare de apă, ci și prin caracteristicile petrografice, structurale, sau capacitatea și proprietățile lor de a înmagazina apa.

Au fost delimitate și caracterizate astfel corpuri de apă de tip poros, fisural și carstic.

Criteriul *hidrodinamic* acționează în special în legătură cu extinderea corpurilor de apă. Astfel, corpurile de ape freatice au extindere numai până la limita bazinului hidrografic, care corespunde liniei de cumpănă a acestora, în timp ce corpurile de adâncime se pot extinde și în afara bazinului.

Starea corpului de apă, atât cea cantitativă cât și cea calitativă, a constituit obiectivul central în procesul de delimitare, evaluare și caracterizare a unui corp de apă subterană.

Corpurile de ape subterane care se dezvoltă în zona de graniță și se continuă pe teritoriul unor țări vecine sunt definite ca transfrontaliere.

În spațiul hidrografic Banat au fost identificate, delimitate și descrise un număr de 20 corpuri de ape subterane, 5 dintre acestea sunt corpuri de apă subterană transfrontaliere (figura 5.13).

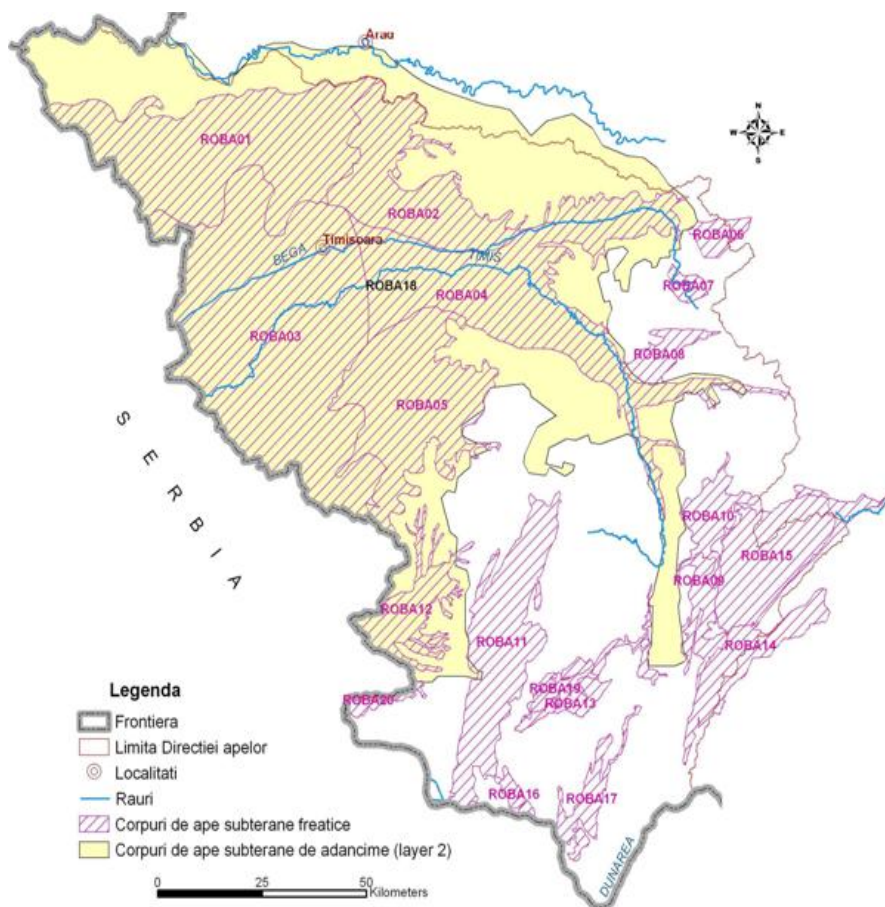


Figura 5.13 *Delimitarea corpurilor de apă subterană* (Administrația Bazinală de Apă Banat, 2009)

Codul corpurilor de ape subterane (ex: ROBA01) are următoarea structură:
 RO = codul de țară;
 BA = Spațiul Hidrografic Banat;
 01 = indicativul corpului de apă în cadrul Spațiului Hidrografic Banat.

Toate caracteristicile semnificative privind corpurile de ape subterane din cadrul Bazinului Hidrografic Bârzava cum sunt caracteristicile geologice și hidrogeologice, gradul de protecție, riscul și modul de utilizare a apei ca și poluatorii, eventualul caracter transfrontalier și țara au fost sintetizate în tabelul 5.4:

Tabel 5.4 *Caracteristicile corpurilor de apă subterană din BH Bârzava*

Cod/nume	Caracterizare geologică/hidrogeologică			Utilizarea apei	Poluatori	Grad de protecție globală	Stare	
	Tip	Sub pres.	Strate acoperite				calit.	cantit.
ROBA03/Timișoara	poros	nu	3,0-5,0m	alim. cu apă populație; industrie; zootehnie	industriali; agricoli; menajeri	medie; bună	slabă	bună
ROBA05/Gătaia	poros	nu	3,0-10,0m	alim. cu apă populație; zootehnie	agricoli	bună; foarte bună	bună	bună

Caracterizarea corpurilor de apă subterană care au fost identificate și delimitate în Bazinul Hidrografic Bârzava este prezentată în continuare:

ROBA03 - Timișoara

Ape freatice cantonate în depozite poros-permeabile aluviale de vârstă cuaternară. Strat acoperitor siltic-nisipos-argilos și loessuri cu o infiltrație eficientă de 15-30 mm coloana de apă; protecția globală de la suprafață este medie și bună.

Clasa de protecție globală la nivelul acestui corp este medie și pe cuprinsul lui există numeroase surse de poluare potențială de la suprafață.

Chimismul apelor variază de la bicarbonat calcic magnezian la clorocalcic magnezian, clorosodic sau bicarbonat sodic.

Corpul are caracter transfrontalier.

ROBA05 - Gătaia

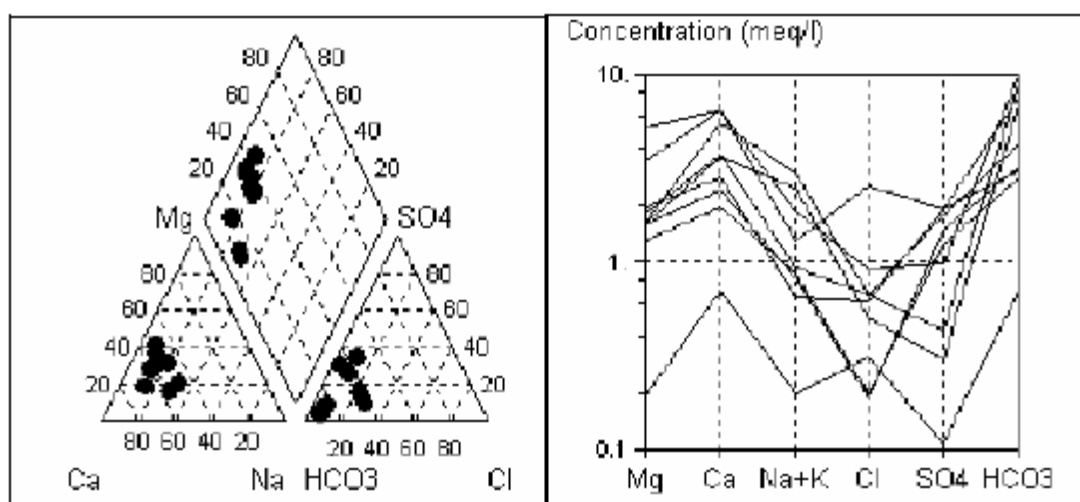


Figura 5.14 *Diagramele Piper și Schoeller efectuate pe baza analizelor chimice ale forajelor hidrogeologice aferente corpului de apă ROBA05 – Bocșa Română, Măureni, Gătaia, Gherteșiș și Vermeș* (Planul de management al Spațiului Hidrografic Banat, 2009)

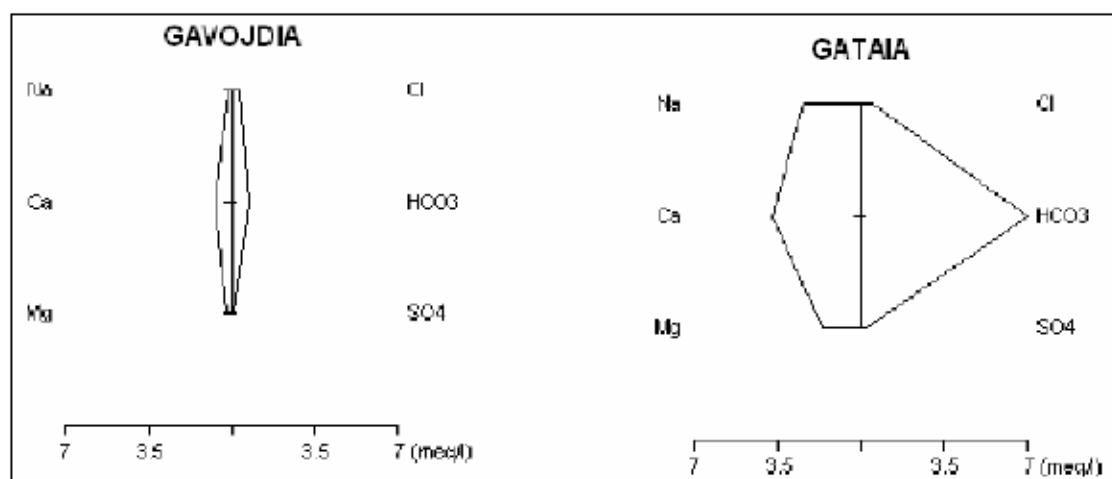


Figura 5.15 *Diagrama Siff efectuată pe baza analizelor chimice ale forajelor Gavojdia și Gătaia* (Planul de management al Spațiului Hidrografic Banat, 2009)

Corp constituit din ape freatice acumulate în depozite poros-permeabile aluviale și fluviolacustre de vârstă cuaternară; strat acoperitor constituit din loessuri, prafuri

argiloase și argile cu o infiltrație eficace de 30-60 mm coloană de apă, ceea ce-i conferă un grad de protecție globală de la suprafață bun și foarte bun. Nu sunt surse semnificative de poluare punctiformă de la suprafață.

Diagramele Piper, Schoeller și Stiff (figurile 5.9 și 5.10) executate pe apele forajelor de urmărire ale Rețelei Hidrogeologice Naționale (Bocșa Română, Măureni, Gătaia, Gherteniș și Vermeș) arată că acestea au o mineralizare scăzută. Apele slab mineralizate sunt bicarbonatate calcice, iar pe măsură ce se mineralizează devin bicarbonatate calcic-sodice-magneziene.

Corpul are caracter transfrontalier.

Toate informațiile în legătură cu interdependența corpurilor de ape subterane existente în bazinul hidrografic Bârzava cu corpurile de apă de suprafață sau cu ecosistemele terestre aferente sunt incluse în tabelul 5.5:

Tabel 5.5 Corpurile de ape subterane din BH Bârzava în interdependență cu corpurile de apă de suprafață

Nr crt.	Codul corpului de apă subterana	Denumire corp	Interdependent cu râul
1	ROBA03	Timișoara	Râurile Bega Veche, Bega, Timiș, Bârzava, Moravița
2	ROBA05	Gătaia	Râurile Pogăniș, Bârzava, Moravița

5.3.2 Evaluarea impactului antropic asupra resurselor de apă subterană și riscul neatingerii obiectivelor de mediu

Impactul presiunilor antropice asupra corpurilor de apă subterană se evaluează pe baza rezultatelor obținute din monitorizarea cantitativă și calitativă (chimică).

Riscul neatingerii obiectivelor de mediu are la bază criteriile calitative și cantitative. Pentru evaluarea riscului se analizează mai întâi suficiența informațiilor referitoare la numărul și distribuția forajelor de monitorizare.

Pentru determinarea riscului din punct de vedere calitativ se au în vedere:

- ◆ corpul este considerat la risc dacă este *poluat* în cel puțin 20% din numărul total al punctelor de monitorizare;
- ◆ corpul nu este considerat la risc dacă este total *nepoluat*, sau dacă, din numărul punctelor de monitorizare, numărul celor poluate este mai mic de 20%.

Valorile indicatorilor de calitate ai apelor și a altor parametri de poluare au fost interpretați având ca reper valorile prag (determinate pentru NO₃, NO₂, NH₄, PO₄, cloruri, sulfati, plumb, cadmiu, mercur, arsen, etc.) determinate, după caz, pentru fiecare corp de apă subterană.

În cazul corpurilor de ape subterane nepoluate s-au evaluat, în continuare, presiunile antropice, astfel:

- ◆ dacă nu există surse de poluare atunci corpul nu este la risc;
- ◆ dacă există surse de poluare la suprafață s-a trecut la evaluarea gradului de protecție globală, prin luarea în considerație a doi parametri esențiali, litologia și infiltrația eficace, astfel:

✓ conform *caracteristicilor litologice* ale stratelor acoperitoare se consideră următoarele clase de protecție:

- favorabilă (F): strat acoperitor continuu, grosime mare (mai mare de 10 m), predominant coeziv (argilă, loess, marnă);

- medie (M): strat acoperitor discontinuu, grosime variabilă, permeabilități variate (coezive până la nisipuri siltice, marne fracturate);
- nefavorabila (U): grosimi mici și constituție coezivă sau grosimi mari și permeabilitate mare (nisipuri + pietrișuri, etc.).

✓ conform *infiltrației eficiente* (realimentării) din zona de alimentare se consideră următoarele situații:

- realimentare scăzută, <100 mm/an;
- realimentare medie, 100-200 mm/an;
- realimentare mare, >200 mm/an.

De notat că acviferele sub presiune sau arteziene prezintă condiții favorabile, suplimentare de protecție.

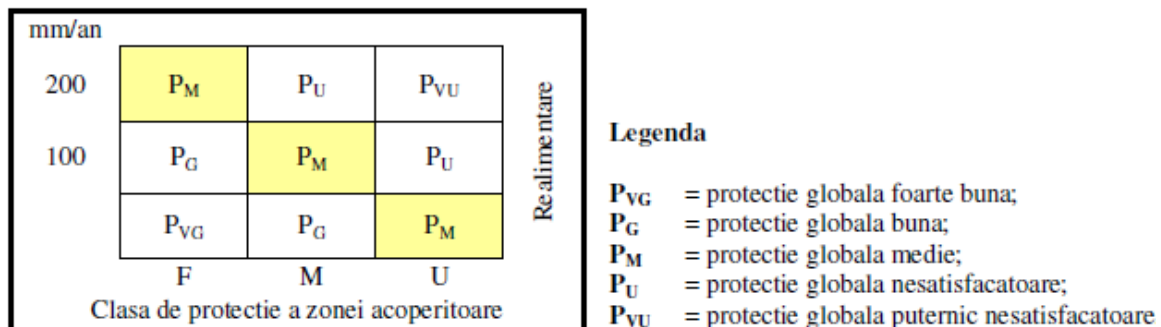


Figura 5.15 Diagrama de evaluare a gradului de protecție globală a unui corp de apă subterană

În funcție de gradul de protecție globală stabilit prin diagramă, corpurile de ape subterane se caracterizează astfel:

- ◆ pentru clasele PVG și PG, corpul nu este la risc;
- ◆ pentru clasa PM, corpul este posibil să nu fie la risc fiind necesară o monitorizare în viitor;
- ◆ pentru clasele PU și PVU, corpul este la risc.

Pentru aprecierea corpurilor de ape subterane care sunt la **risc cantitativ** s-au avut în vedere evaluarea următoarelor criterii:

- ◆ starea cantitativă a apelor subterane - scăderea continuă a nivelurilor piezometrice, pe o durată de minim 10 ani, sub impactul unor exploatări;
- ◆ deteriorarea stării calitative a apelor subterane prin atragerea de poluanți;
- ◆ starea ecosistemelor dependente de apele subterane ca urmare a variației nivelurilor.

Ca urmare a analizei de risc efectuate pe baza criteriilor enumerate anterior rezultă două clase de corpuri de apă:

- ◆ corpuri de apă subterană care nu sunt la risc – cele care respectă criteriile de risc;
- ◆ corpuri de apă la risc - cele pentru care criteriile de risc nu sunt respectate.

Din punct de vedere al riscului neatingerii stării cantitative bune, în bazinul hidrografic Bârzava, toate corpurile sunt clasificate ca nefiind la risc.

5.4 Monitorizarea și caracterizarea stării apelor

5.4.1 Rețelele și programele de monitorizare

Sistemul National de Monitoring Integrat al Apelor cuprinde următoarele 6 sub-sisteme:

- râuri;
- lacuri;
- ape tranzitorii;
- ape costiere;
- ape subterane;
- ape uzate (monitoringul de control al apelor uzate evacuate în receptorii naturali).

Mediile de investigare sunt reprezentate de apă, sedimente și biota, elementele de calitate, parametrii și frecvențele minime de monitorizare fiind în concordanță cu cerințele Directivei Cadru în domeniul apei, funcție de tipul de program.

Monitorizarea stării apelor în România pe baza programelor de monitorizare stabilite în conformitate cu Directiva Cadru se realizează de către Administrația Națională „Apele Romane” prin unitățile sale teritoriale (Planul de management, 2009).

Programele de monitorizare a apelor de suprafață includ:

- programul de supraveghere;
- programul operațional;
- programul de investigare.

În abordarea națională, o secțiune de monitorizare poate servi atât programului de supraveghere, cât și programului operațional de monitorizare.

Programele de monitorizare a apelor subterane includ:

- programul de monitorizare cantitativă;
- programul de monitorizare calitativă de supraveghere și operațional.

5.4.2 Caracterizarea stării apelor de suprafață

Informațiile furnizate de sistemul de monitoring al apelor de suprafață sunt necesare pentru:

- clasificarea stării corpurilor de apă (având în vedere atât starea ecologică, cât și starea chimică);
- validarea evaluării de risc;
- proiectarea eficientă a viitoarelor programe de monitoring;
- evaluarea schimbărilor pe termen lung datorită cauzelor naturale;
- evaluarea schimbărilor pe termen lung datorate activităților antropice;
- estimarea încărcărilor de poluanți transfrontalieri sau evacuați în mediul marin;
- evaluarea schimbărilor în starea corpurilor de apă identificate ca fiind la risc, ca răspuns la aplicarea măsurilor de îmbunătățire sau prevenire a deteriorării;
- stabilirea cauzelor datorită cărora corpurile de apă nu vor atinge obiectivele de mediu;
- stabilirea magnitudinii și impactului poluărilor accidentale;
- utilizarea în exercițiul de intercalibrare;
- cuantificarea condițiilor de referință pentru apele de suprafață.

Secțiunile/stațiile de monitorizare pentru apele de suprafață din bazinul hidrografic Bârzava se prezintă în figura 5.12:

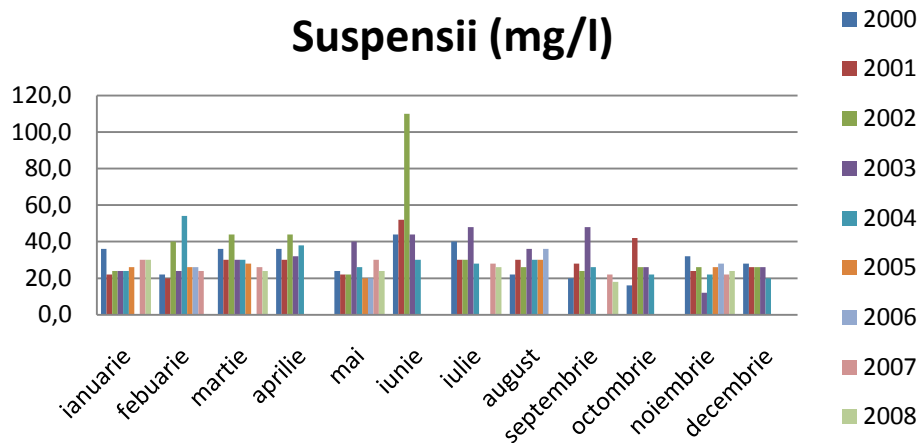


Figura 5.18 Variația suspensiilor în secțiunea Crivaia

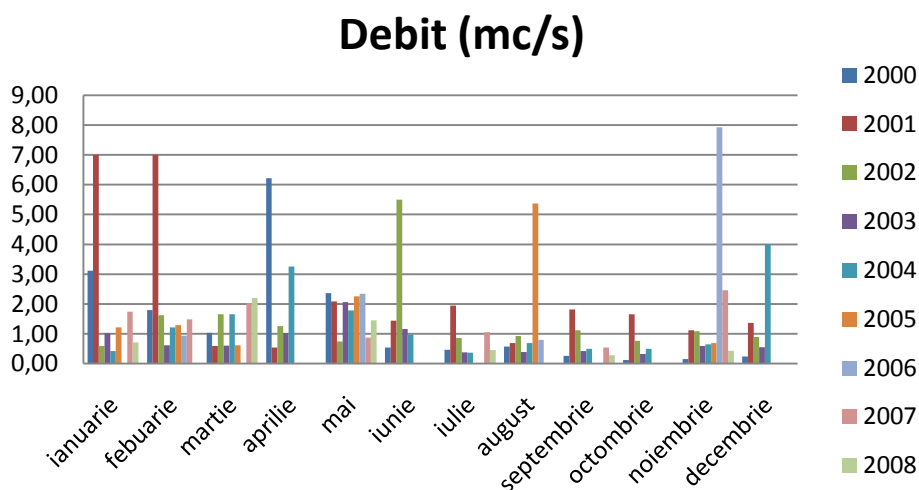


Figura 5.19 Variația debitului în secțiunea Crivaia

Regimul oxigenului

Parametrii reprezentativi pentru caracterizarea stării apelor sunt: oxigenul dizolvat, CBO_5 și $CCOMn$;

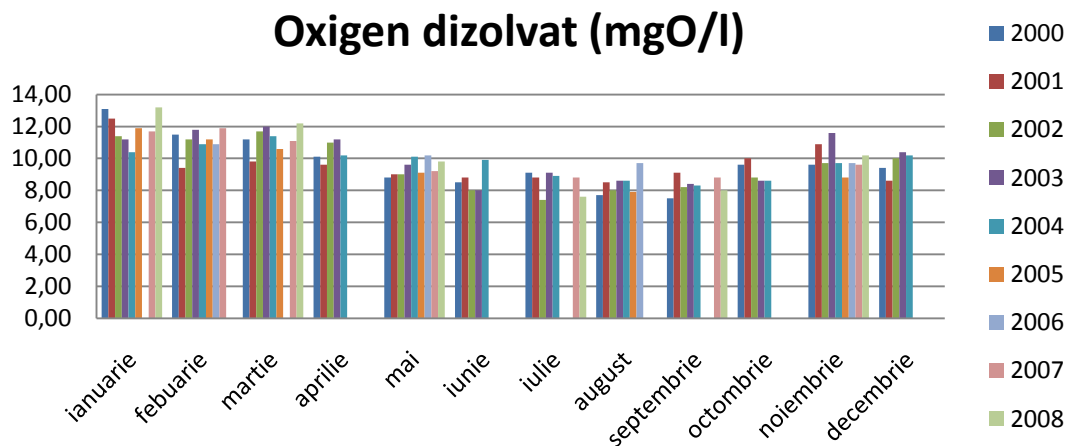


Figura 5.20 Variația oxigenului dizolvat în secțiunea Crivaia

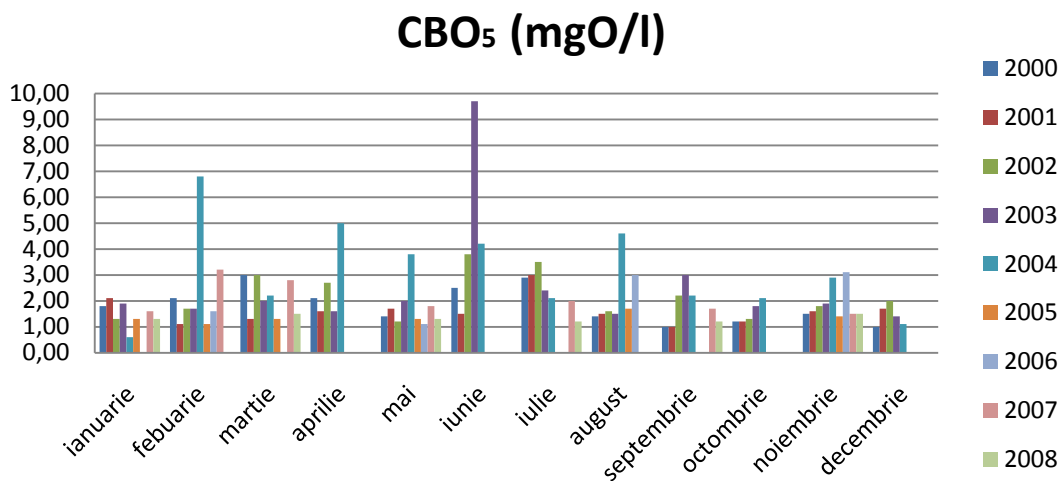


Figura 5.21 Variația consumului biochimic de oxigen în secțiunea Crivaia

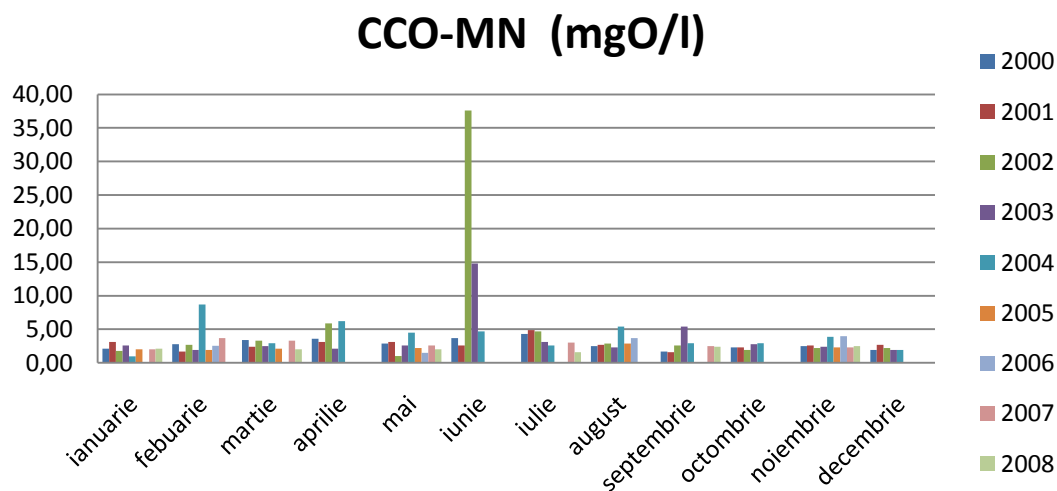


Figura 5.22 Variația consumului chimic de oxigen în secțiunea Crivaia

Nutrienți

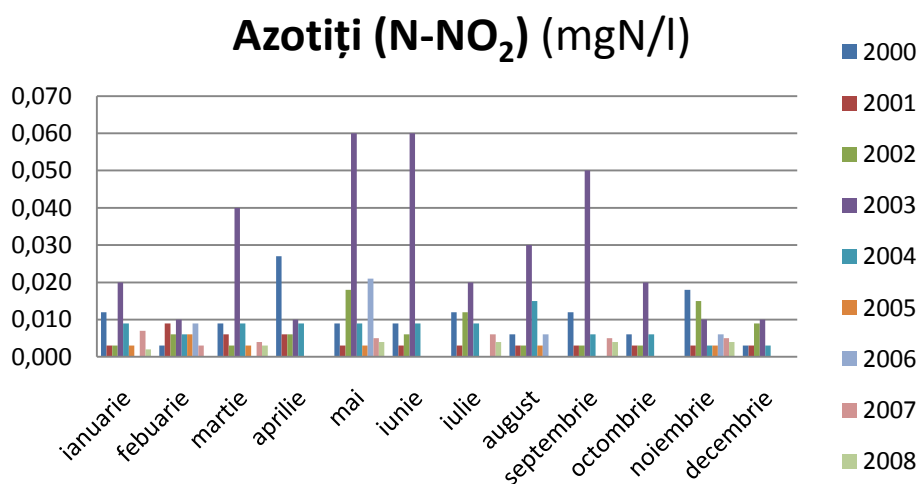


Figura 5.23 Variația azotiților în secțiunea Crivaia

Azotați (N-NO₃) (mgN/l)

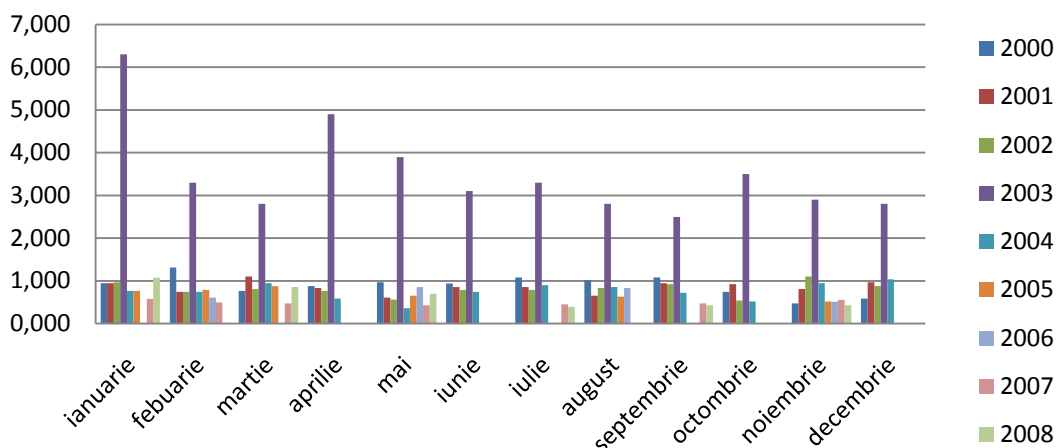


Figura 5.24 Variația azotaților în secțiunea Crivaia

Fosfor total (P) (mgP/l)

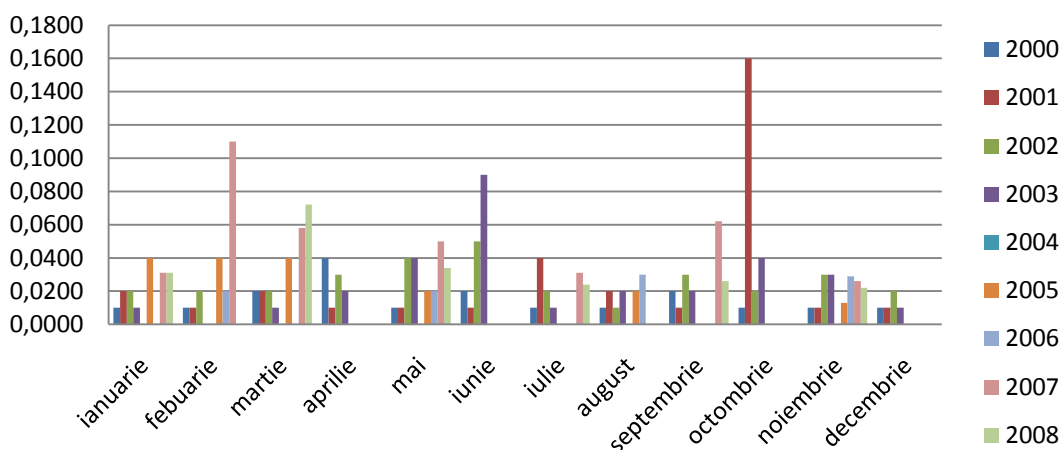


Figura 5.25 Variația fosforului total în secțiunea Crivaia

Azot total (N) (mgN/l)

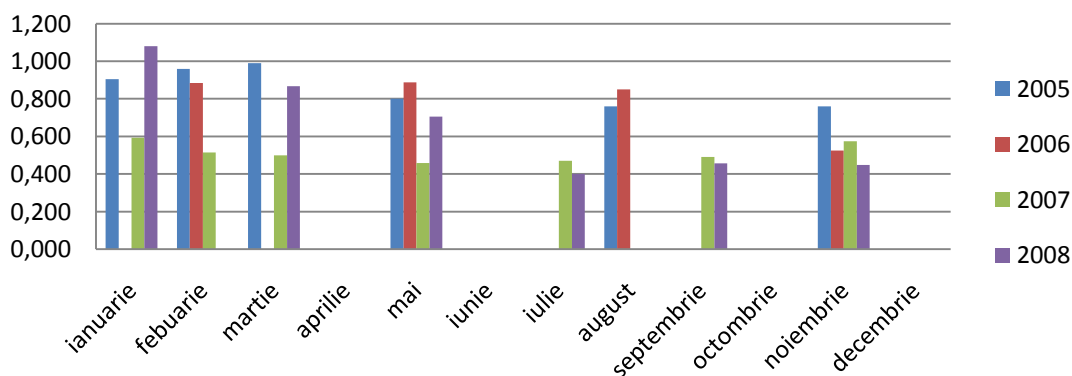


Figura 5.26 Variația azotului total în secțiunea Crivaia

Substanțe periculoase - metale grele

Crom hexavalent($\mu\text{g/l}$)

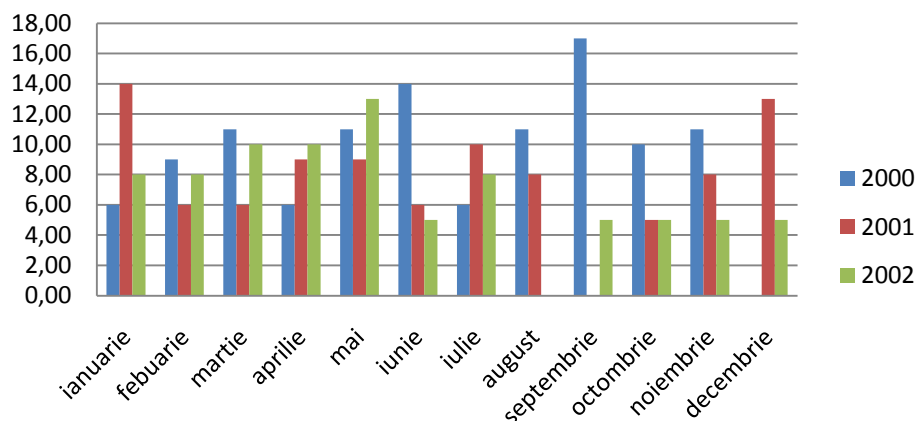


Figura 5.27 Variația cromului hexavalent în secțiunea Crivaia

Cupru ($\mu\text{g/l}$)

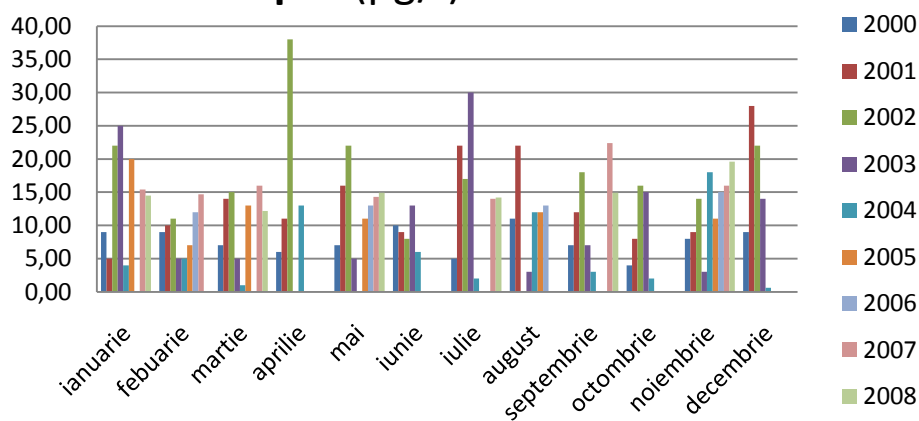


Figura 5.28 Variația cuprului în secțiunea Crivaia

Zinc ($\mu\text{g/l}$)

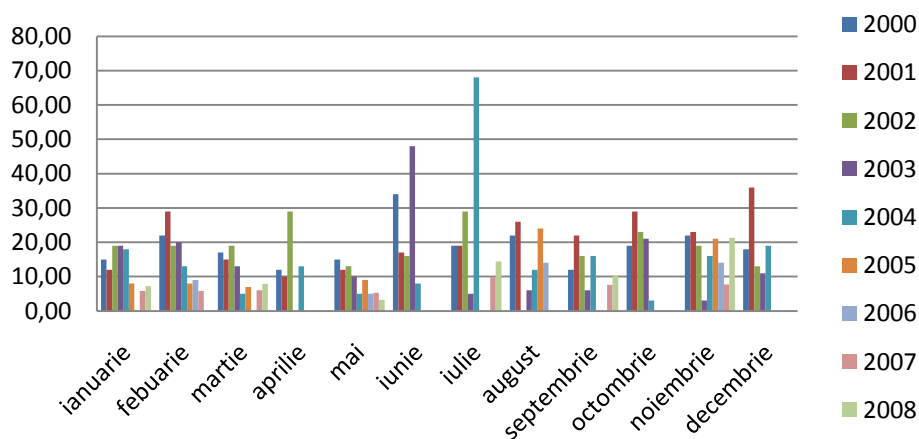


Figura 5.29 Variația zincului în secțiunea Crivaia

Nichel ($\mu\text{g/l}$)

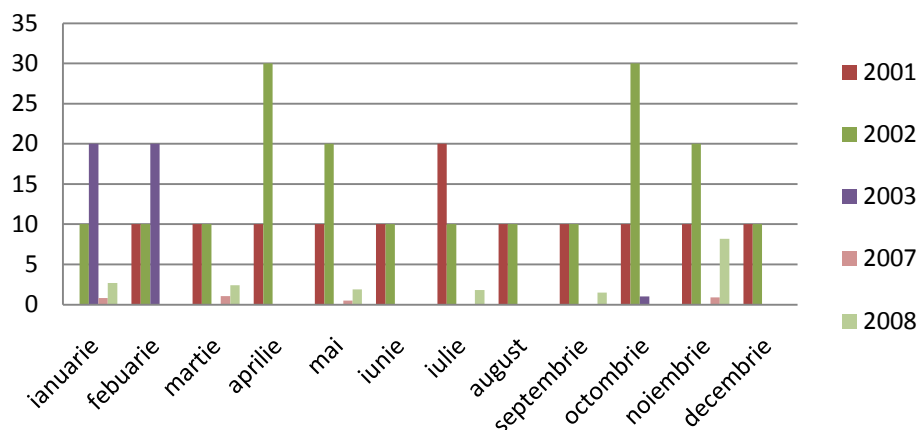


Figura 5.30 Variația nichelului în secțiunea Crivaia

Cadmiu ($\mu\text{g/l}$)

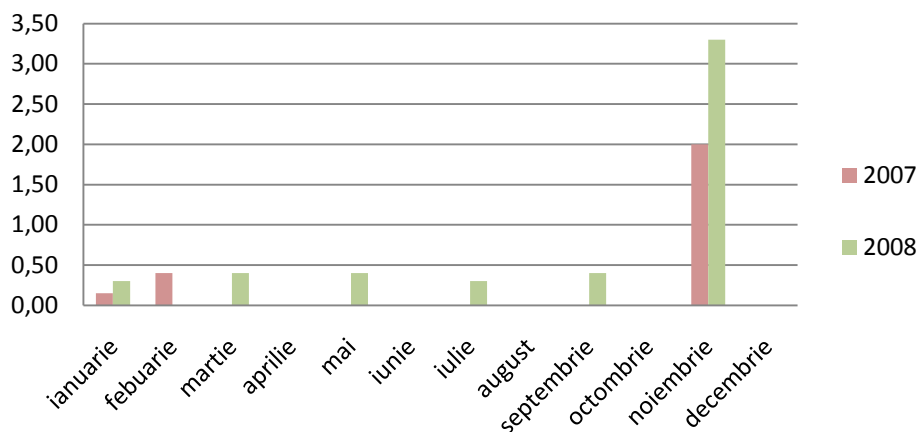


Figura 5.31 Variația cadmiului în secțiunea Crivaia

Plumb ($\mu\text{g/l}$)

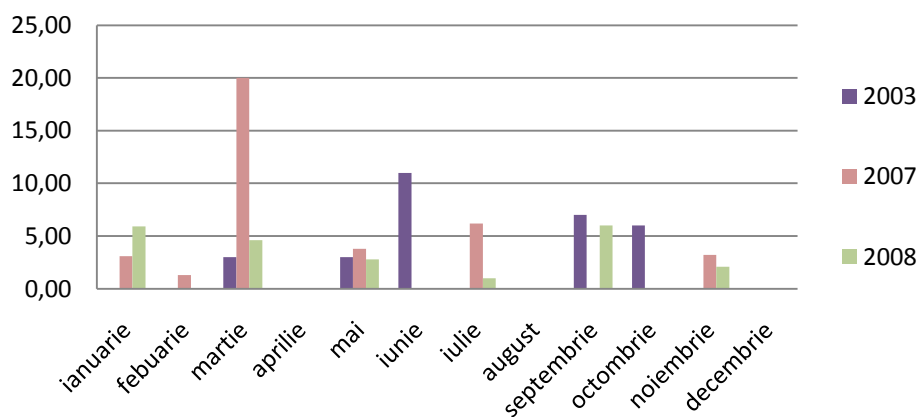


Figura 5.32 Variația plumbului în secțiunea Crivaia

Fier total (mg/l)

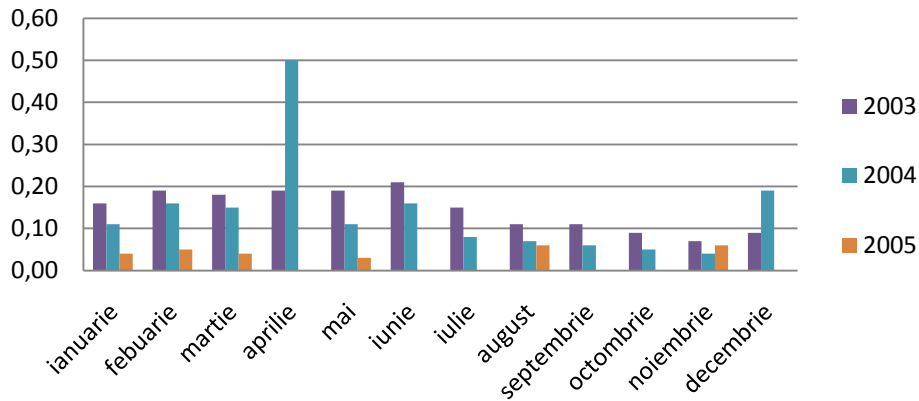


Figura 5.33 Variația fierului total în secțiunea Crivaia

Mangan total (mg/l)

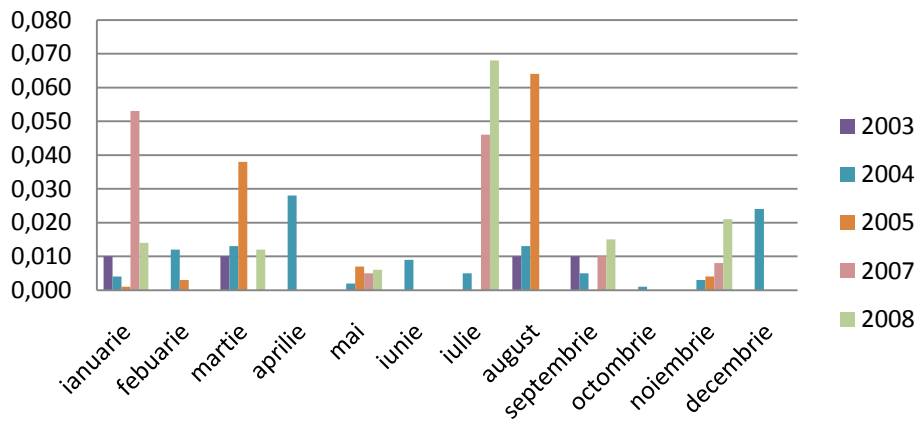


Figura 5.34 Variația manganului total în secțiunea Crivaia

Arsen ($\mu\text{g/l}$)

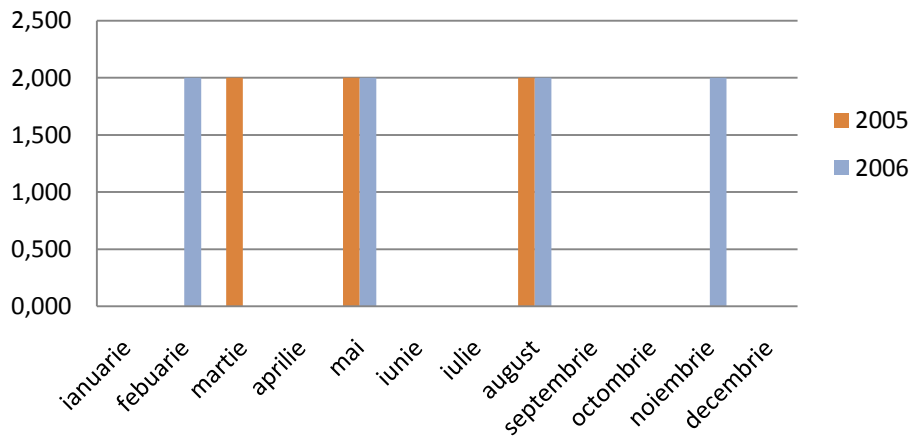


Figura 5.35 Variația arsenului în secțiunea Crivaia

În anul 2005 valorile indicatorilor fizico-chimici monitorizați sunt cuprinse în limitele clasei I de calitate.

Substanțele prioritare periculoase se încadrează în clasa necorespunzătoare la cadmiu și plumb din mediu natural.

În anul 2006 secțiunea se încadrează în clasa I -a de calitate biologică având valorile medii ale indicelui saprob al macrozoobentosului 1,8.

Din punct de vedere chimic principalii indicatori au înregistrat următoarele valori: pH (7,75), oxigen dizolvat (8,6 mg/l), suspensii solide (28 mg/l), CBO₅ (1,4 mg/l), fosfor total (0,03 mg/l), azotiți (0,009 mg/l), amoniu (0,008 mg/l).

Secțiunea este amplasată amonte de sursele de poluare de pe râul Bârzava, valorile indicatorilor fizico-chimici monitorizați sunt cuprinse în limitele clasei I-a de calitate.

În anul 2007 secțiunea se încadrează în clasa II -a de calitate biologică având valorile medii ale indicelui saprob al macrozoobentosului 2,0.

Valorile indicatorilor fizico-chimici monitorizați sunt cuprinse în limitele clasei I de calitate. Starea chimică a fost necorespunzătoare la cupru și plumb.

La nivelul anului 2008 secțiunea se încadrează în clasa II -a de calitate biologică având valorile medii ale indicelui saprob al macrozoobentosului 1,85.

Secțiunea este amplasată amonte de sursele de poluare de pe râul Bârzava, valorile indicatorilor fizico-chimici monitorizați sunt cuprinse în limitele clasei I de calitate.

Starea chimică a fost necorespunzătoare la cupru, nichel și plumb.

Secțiunea Gătaia - Berzovia

Indicatori fizici

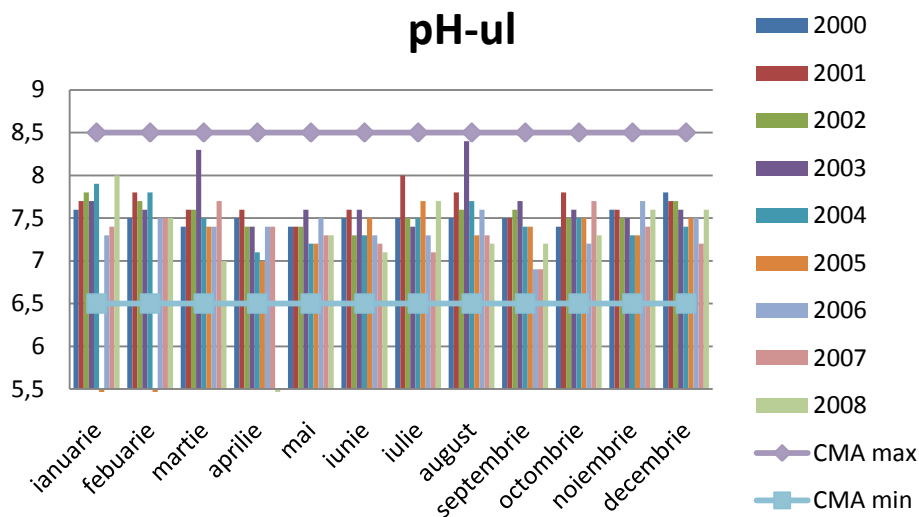


Figura 5.36 *Variația pH-ului în secțiunea Berzovia*

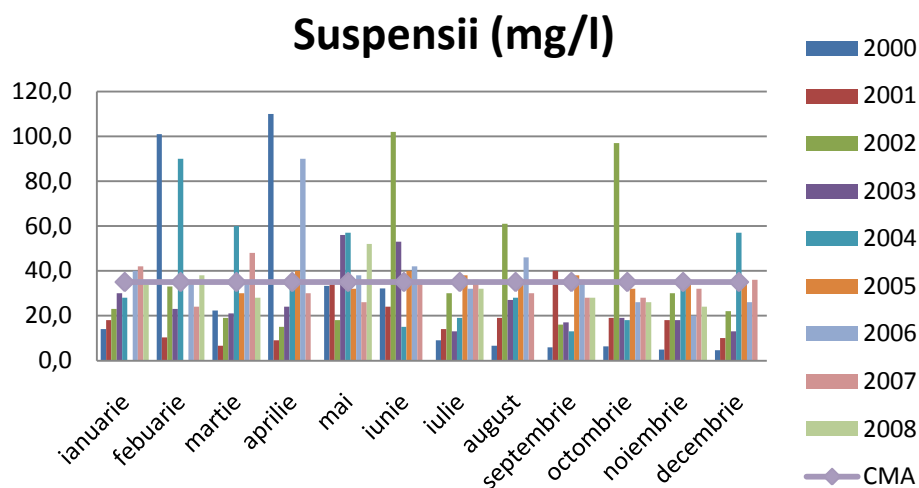


Figura 5.37 Variația suspensiilor în secțiunea Berzovia

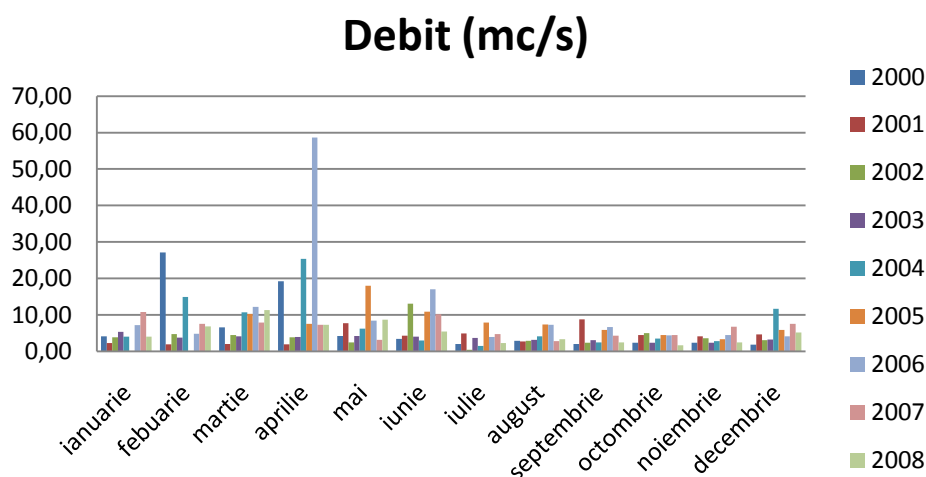


Figura 5.38 Variația debitului în secțiunea Berzovia

Regimul oxigenului

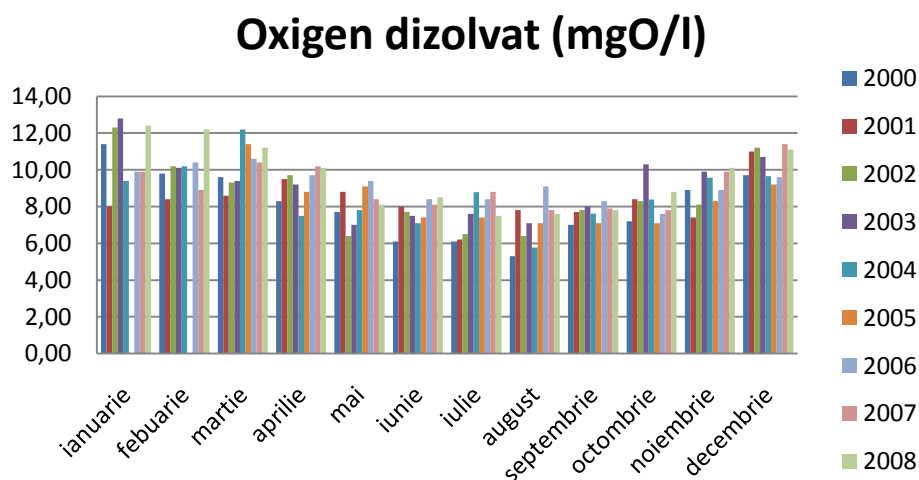


Figura 5.39 Variația oxigenului dizolvat în secțiunea Berzovia

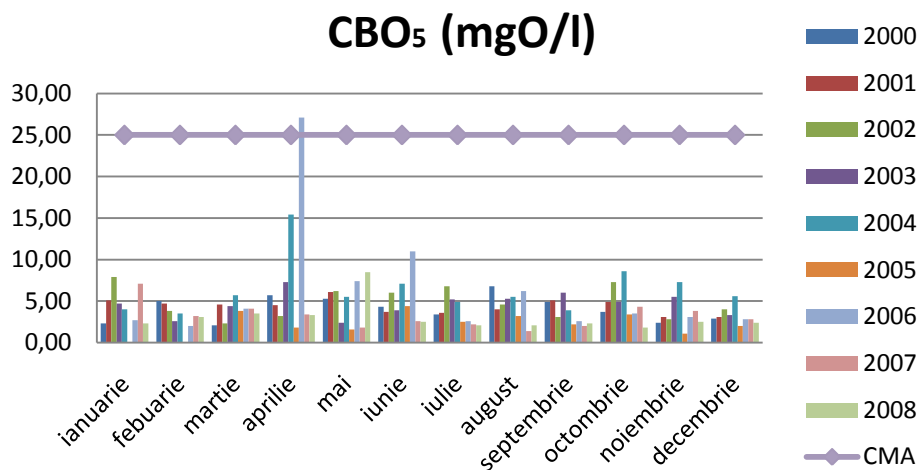


Figura 5.40 Variația consumului biochimic de oxigen în secțiunea Berzovia

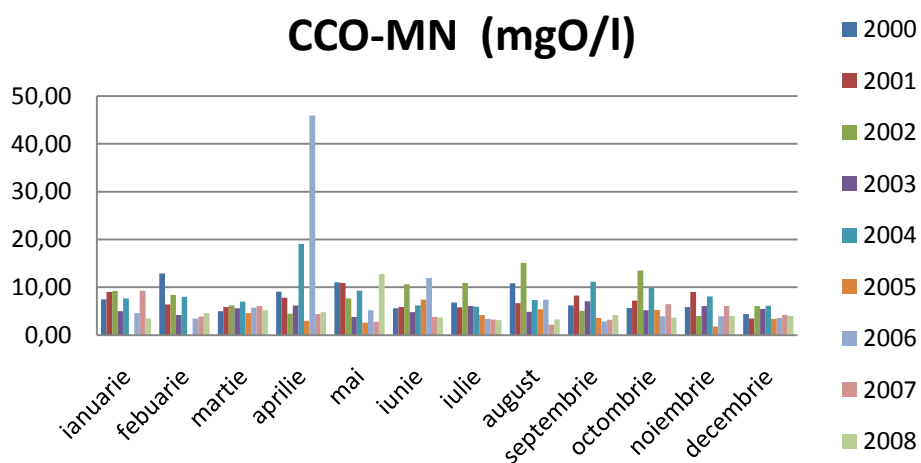


Figura 5.41 Variația consumului chimic de oxigen în secțiunea Berzovia

Nutrienți

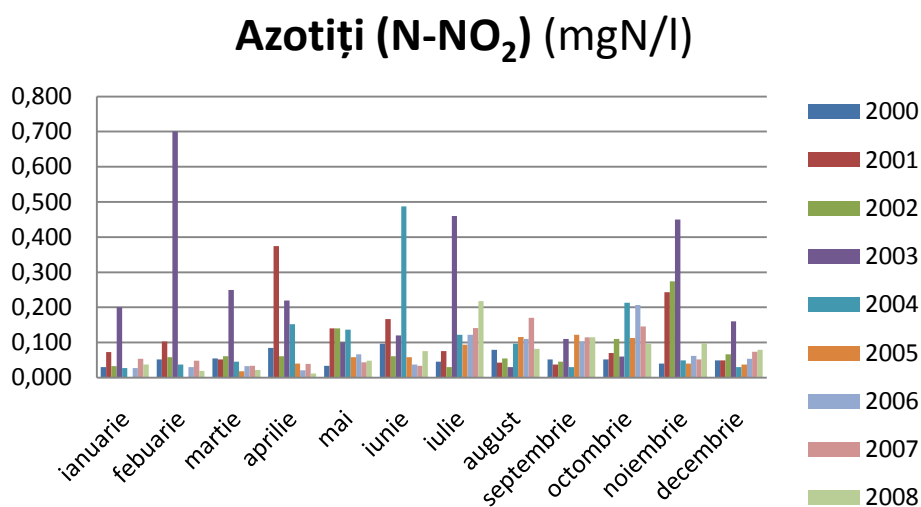


Figura 5.42 Variația azotiților în secțiunea Berzovia

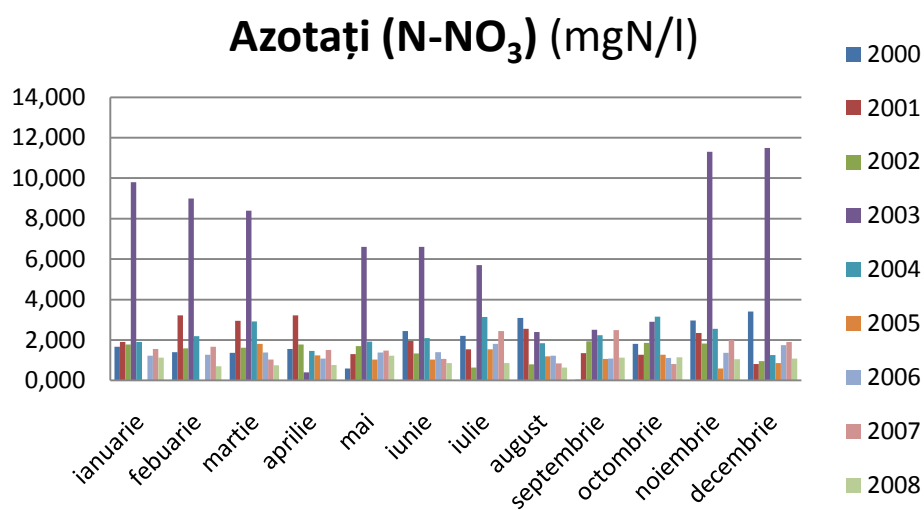


Figura 5.43 Variația azotaților în secțiunea Berzovia

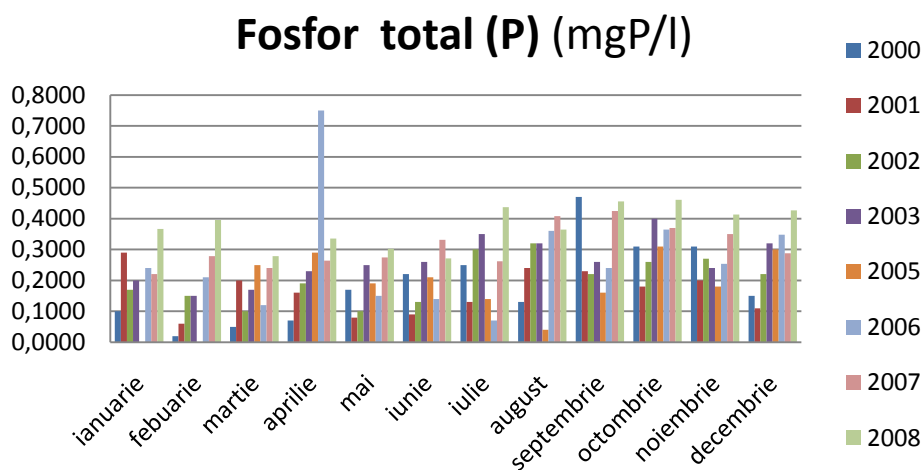


Figura 5.44 Variația fosfor total în secțiunea Berzovia

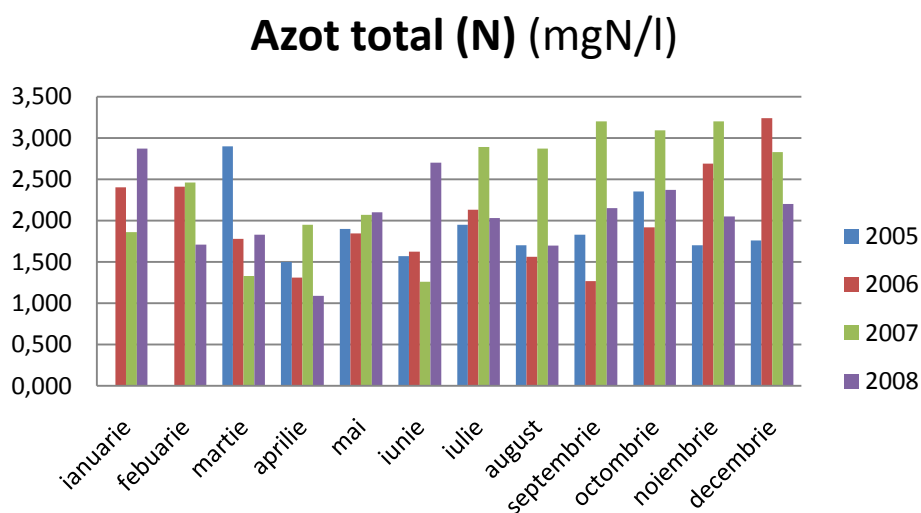


Figura 5.45 Variația azotului total în secțiunea Berzovia

Metale

Crom hexavalent($\mu\text{g/l}$)

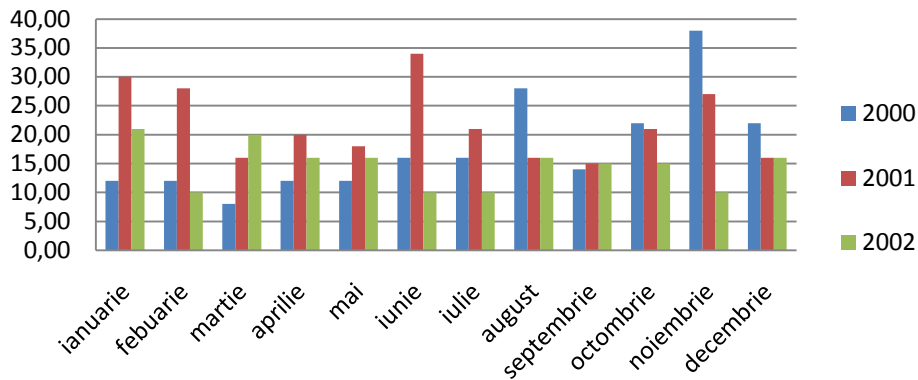


Figura 5.46 Variația cromului hexavalent în secțiunea Berzovia

Cupru ($\mu\text{g/l}$)

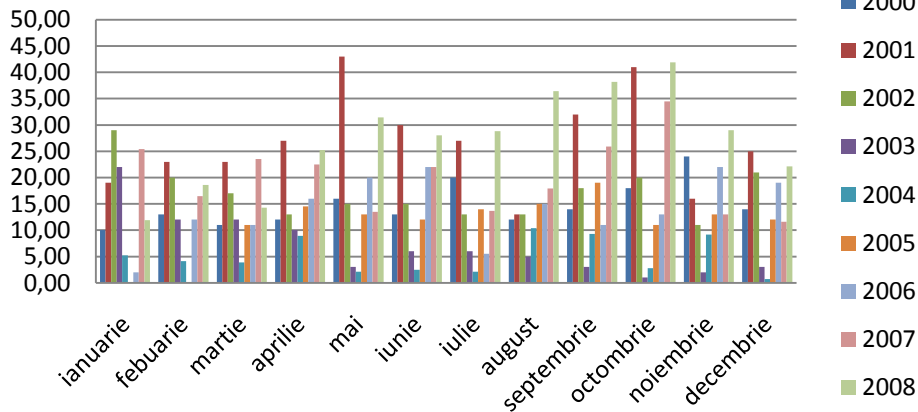


Figura 5.47 Variația cuprului în secțiunea Berzovia

Zinc ($\mu\text{g/l}$)

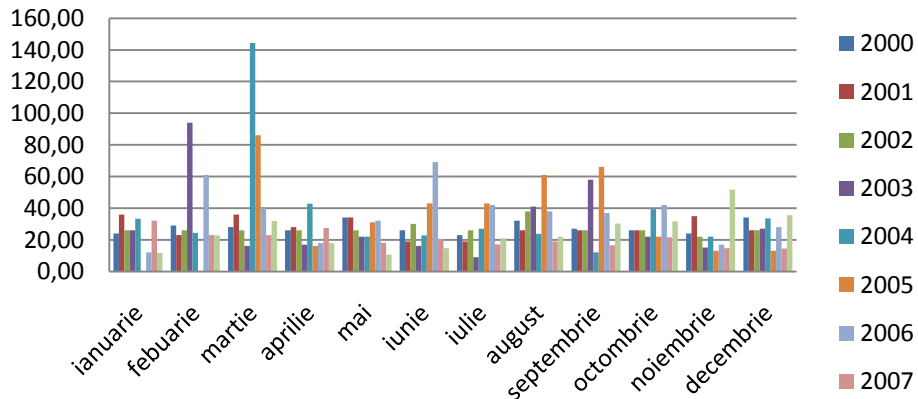


Figura 5.48 Variația zincului în secțiunea Berzovia

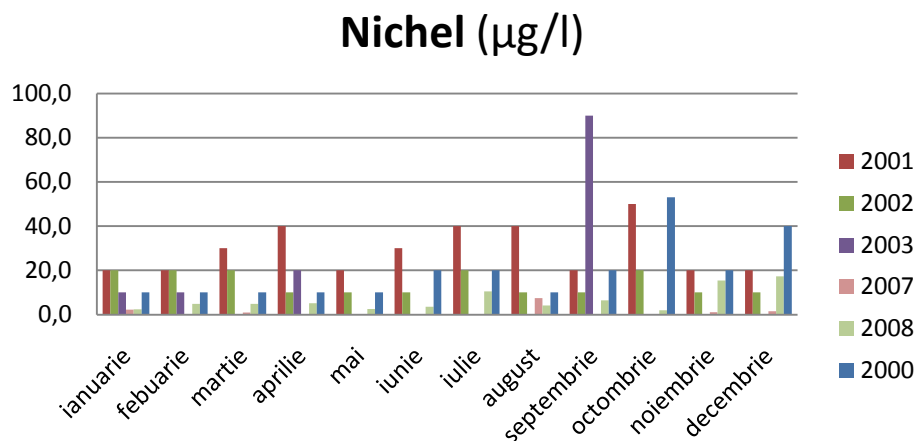


Figura 5.49 Variația nichelului în secțiunea Berzovia

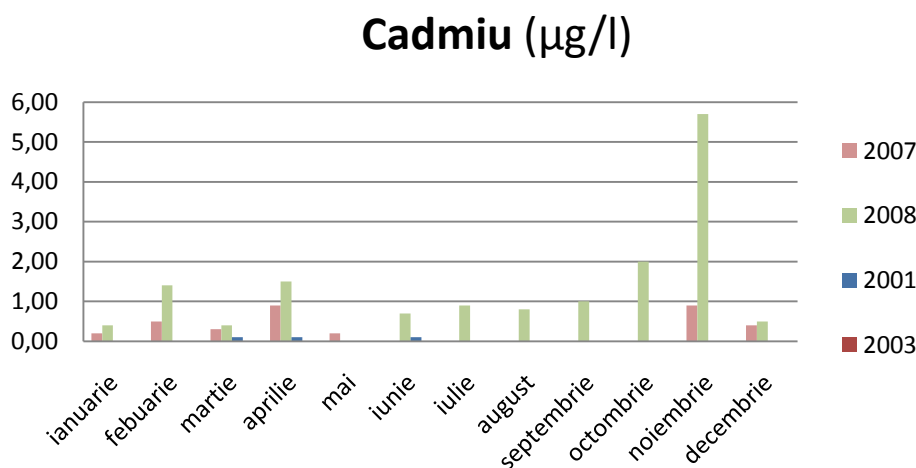


Figura 5.50 Variația cadmiului în secțiunea Berzovia

Secțiunea Berzovia este amplasată aval de evacuările directe din localitatea Bocșa și stația de epurare Agrokraft Berzovia, precum și din surse de poluare difuză.

În anul 2005 calitatea apei în secțiune s-a încadrat în limitele clasei a III-a cu depășiri la grupa nutrienți.

Substanțele prioritare periculoase sunt încadrate în clasa necorespunzătoare (plumb=17,9 $\mu\text{g/l}$).

În anul 2006 secțiunea se încadrează în clasa a II -a de calitate biologică având valorile medii ale indicelui saprob al macrozoobentosului 2,04.

Calitatea apei în secțiune s-a încadrat în limitele clasei a III-a cu depășiri la grupa regim de oxigen și nutrienți.

În anul 2007 secțiunea se încadrează în clasa a II -a de calitate biologică având valorile medii ale indicelui saprob al macrozoobentosului 2,12.

Calitatea apei în secțiune s-a încadrat în limitele clasei a II-a .

Starea chimică a fost necorespunzătoare la cupru și plumb.

În anul 2008 secțiunea se încadrează în clasa a II -a de calitate biologică având valorile medii ale indicelui saprob al macrozoobentosului 2,13.

Calitatea apei în secțiune s-a încadrat în limitele clasei a II-a.

Starea chimică a fost necorespunzătoare la cadmiu, crom, cupru, nichel și plumb.

5.4.3 Starea apelor subterane

În selectarea forajelor pentru monitorizarea anuală, s-au avut în vedere:

- criteriul reprezentativității forajelor pe bazin și subbazine hidrografice pentru aprecierea globală a calității apei din stratul acvifer freatic din bazinul hidrografic Bârzava;
- menținerea în rețeaua de monitoring a calității apei în forajele hidrogeologice de ordinul I și II, care au o evoluție a calității apei semnificativ îmbunătățită.

Frecvența recoltărilor de probe din forajele de ordinul I a fost de 2 ori pe an, recoltări efectuate în perioadele cu precipitații bogate din primăvară și din perioada de secetă (vară – toamnă). (după S.G.A Caraș-Severin)

Analiza probelor recoltate în anul 2003, s-au făcut în Laboratoarele Timișoara și Reșița a Direcției Apelor Banat. Pentru forajele de studiu de ordin I, II și poluare s-au determinat următorii indicatori fizico-chimici caracteristici pentru verificarea balanței ionice și indicatori specifici de poluare a zonei respective: temperatura, pH-ul, conductivitate / reziduu fix, CCO-MN, Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , HCO_3^- , NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+ , fenoli.

Calitatea apelor subterane a fost urmărită în foraje de ordin I și II și poluare în strat freatic și în foraje de adâncime. În bazinul hidrografic Bârzava a fost instituită o rețea de puncte (foraje) de observație care au ca scop stabilirea regimului de variație a nivelurilor piezometrice, temperaturilor și a chimismului apelor subterane freactice.

Forajele monitorizate calitativ sunt de ordinul I, II și foraje de poluare. În caracterizarea calității apei subterane freactice s-a avut în vedere compararea valorilor indicatorilor determinați cu limitele admise și admise în mod excepțional din STAS 1342-91, comparare efectuată pe bază de program pe calculator. Programul întocmit de A.N.A.R: - Direcția Apelor Banat Timișoara semnalează depășirile indicatorilor fizico-chimici peste limitele admise și admise excepțional. (S.G.A. Caraș-Severin)

Tabel 5.6 Distribuția forajelor monitorizate în anul 2003 – strat freatic (SGA Caraș-Severin)

Nr crt	Tipul forajului	Număr foraje	Număr de zone de distribuție în bazin
1	- ordin I	8	4
2	- ordin II	-	-
3	- poluare	4	1
TOTAL în bazin hidrografic Bârzava		12 foraje monitorizate	

Tabel 5.7 Situația depășirii concentrațiilor de poluanți admise în mod excepțional (S.G.A. Caraș-Severin)

Denumire indicator	Nr. de depășiri a limitei admise în mod excepțional	Denumire foraj
- azotiți	max. 1,3-1,7	Bârzava – Bocșa Română
- azotați	max. 1,16-2,2	Bârzava – Gătaia, Gherteniș
- fier	max. 1,9-36,3	Bârzava – Gherteniș- Bocșa Română
- substanțe organice	max. 1,13-6,73	Bârzava – Gherteniș- Bocșa Română
- mangan	max. 1,1-2,3	Bârzava – Gherteniș- Bocșa Română
- amoniu	max. 1,1-1,7	Bârzava – Bocșa Română, Birda, Gherteniș

Tabel 5.8 Calitatea apei în strat acvifer de adâncime (S.G.A. Caraș-Severin)

Foraj	NH_4	NO_3	CCO-Mn	PO_4
Berzovia FI AD	*	-	*	-
Berzovia complex porci	adm	-	-	-
Bocșa Română	adm	-	-	adm
Notă : adm. – depășirea limitei admise * – depășirea limitei admise în mod excepțional				

CAPITOLUL 6

Modele de calcul și prognoză a proceselor erozionale

6.1 Modelarea scurgerii solide pe versanții bazinului hidrografic	171
6.1.1 Calculul pierderilor de sol prin eroziune de suprafață	171
6.1.2 Modelarea pierderilor de sol prin eroziune în regiunile montane	174
6.1.3 Estimarea eroziunii totale pe bazine hidrografice mici (sub 1.300 ha)	178
6.1.4 Modelarea procesului de eroziune pe versanți bazat pe reprezentarea matematică a proceselor hidrologice și erozionale	179
6.1.5 Estimarea eroziunii în adâncime și a altor forme de eroziune (alunecări de teren)	183
6.1.6 Determinarea cantității totale de sedimente provenite dintr-un bazin hidrografic	183
6.2 Prognoza fenomenelor erozionale	186
6.2.1 Definirea modelelor de prognoză	186
6.2.2 Modele de prognoză	188
6.2.3 Perspective și propuneri de cercetare pentru viitor	196

Capitolul 6

Modele de calcul și prognoză a proceselor erozionale

6.1 Modelarea scurgerii solide pe versanții bazinului hidrografic

Desfășurarea proceselor de eroziune, transport și depunere pe versanții de diferite forme se desfășoară după următoarele legi:

- eroziunea înregistrează intensități maxime în sectoarele convexe ale versanților deoarece în acest caz înclinarea crește spre partea inferioară și în același timp cantitatea de apă provenită din scurgeri este maximă;
- intensitatea cea mai redusă a proceselor de eroziune se întâlnește la versanții concavi unde, deși cantitatea de apă sporește spre baza versantului, forma tinde spre realizarea profilului de echilibru la care eroziunea devine practic nulă chiar dacă volumul de apă provenit din scurgere este mare;
- versanții dreپți respectă la scară mai redusă legile de evoluție a pantelor concave; în această situație ei rămân neschimbați, iar forța de eroziune crește treptat în funcție de creșterea suprafețelor de colectare.
- în cazul versanților compuși, înclinarea generală și lungimea versanților au un rol mai mic decât caracterul succesiunii suprafețelor de versant cu forme și înclinări diferite. În general, când se trece de la înclinări mai pronunțate la pante mai reduse, viteza apei scade producând depunerea unor cantități de material solid mai mare. Când pantele se accentuează, eroziunea sporește în același sens.

Un aspect important al studiului scurgerii solide în bazine hidrografice îl constituie estimarea pierderilor de sol de pe versanți, pierderi care se produc prin fenomenele de eroziune (antrenare și transport). Antrenarea particulelor de sol se produce pe de o parte, prin dislocarea acestora de către picăturile de ploaie și transportul lor de către scurgerea de suprafață, iar pe de altă parte, prin antrenarea de către apa de scurgere a particulelor de la suprafața solului (Bâcov, 1978).

6.1.1 Calculul pierderilor de sol prin eroziune de suprafață

O analiză a evoluției modelelor de calcul a pierderilor de sol de pe versanți se prezintă în tabelul următor:

Tabelul 6.1 Evoluția modelelor de calcul a pierderilor de sol de pe versanți (Laflen, 2003; Ruh-Ming, 1973; Popovici, 1991; Carvalho, 1994; Di Silvio, 1998)

Nr. crt.	Autor, an	Formulă	Observații
1	Zingg, 1940	$A \cong C' L^{0.6} S^{1.4}$	relația a fost dedusă pe baza datelor experimentale, nu ține cont de caracteristicile precipitațiilor, de folosințe și de modul efectuării lucrărilor agricole
2	Smith, 1941	$A \cong C'' L^{0.6} S^{1.4} P$	față de relația precedentă, aici se ține cont și de lucrările de combatere a eroziunii

			solului
3	Ellison, 1945	$e \cong \alpha \cdot v^{4.33} d^{1.07} i^{0.65}$	nu ține cont de pantă, lungimea versantului, de folosință și de modul lucrărilor agricole
4	Browning, 1947	$A \cong C''''L^{0.6}S^{1.4}P$	contribuția majoră este cea a studiului factorului de erodabilitate
5	Musgrave, 1947	$E \cong R \cdot K \cdot L^{0.37}S^{1.35}C$	introduce și caracteristicile ploii prin R, nu ține cont de lucrările de combatere a eroziunii solului
6	Smith și Whitt, 1947	$E \cong C_a \cdot S \cdot L \cdot K \cdot P$	se introduce C_a , care reprezintă pierderea anuală de sol pe o parcelă experimentală
7	Normativ ISPIF, 1959	$W \cong a'b'Fq\sqrt{S}$	formulă valabilă doar pentru România, se aplică pentru terenuri silvice
8	Wischmeier, 1960	$E_s \cong K_a \cdot K \cdot C \cdot P \cdot L^m \cdot S^n$	caracteristicile ploii se introduc prin coeficientul de agresivitate pluvială
9	Wischmeier și Smith 1965	$E \cong R \cdot K \cdot L^{0.5} (0.0076S^2 + 0.0053S + 0.0076)C \cdot P$	simplifică calculul lui S^n , formulă valabilă în anumite zone
10	Meyer și Monke, 1965	$E \cong L^{0.9}S^{3.5}$	formulă determinată experimental, valabilă doar pentru o anumită zonă, nu ține cont de caracteristicile ploii, folosința terenului și de lucrările de combatere a eroziunii solului
11	Meyer, 1965	$E \cong (L - L_0)^{1.5} \cdot (S - S_0)^{1.5}$	formulă determinată experimental, valabilă doar pentru o anumită zonă, nu ține cont de caracteristicile ploii, folosința terenului și de lucrările de combatere a eroziunii solului
12	USLE, 1965	$A \cong E_p I_{30} \cdot K \cdot (L/72.6)^{0.5} \cdot C \cdot P \cdot (0.0065 + 0.045S + 0.0065S^2)$	simplifică calculul lui S^n
13	Meyer și Kramer, 1968	$E \cong L^{0.5} \cdot (S - S_0)^{1.4}$	formulă determinată experimental, valabilă doar pentru o anumită zonă, nu ține cont de caracteristicile ploii, folosința terenului și de lucrările de combatere a eroziunii solului
14	Young și Mutchler, 1969	$E \cong L^{1.24}S^{0.74}$	formulă determinată experimental, valabilă doar pentru o anumită zonă, nu ține cont de caracteristicile ploii, folosința terenului și de lucrările de combatere a eroziunii solului
15	Moțoc, 1970	$E_s \cong K_a \cdot K \cdot C \cdot P \cdot L^{0.3} \cdot (1.36 + 0.97S + 0.138S^2)$	particularizarea relației lui Wischmeier pentru condițiile pedoclimatice și de relief din România, rezultată în urma cercetărilor pe parcele experimentale
16	Kilinc, 1972	$E \cong L^{1.035}S^{1.664}$	formulă determinată experimental, valabilă doar pentru o anumită zonă, nu ține cont de caracteristicile ploii, folosința terenului și de lucrările de combatere a eroziunii solului
17	MUSLE, 1975	$E \cong 11.8(V \cdot Q_p)^{0.56} \frac{K \cdot L \cdot S \cdot C}{F}$	în loc de caracteristicile ploii se introduce produsul dintre volumul scurgerii și debitul maxim al ei
18	USLE, 1978	$A \cong E_p I_{30} \cdot K \cdot (L/72.6)^{0.5} \cdot C \cdot P \cdot (65.4 \sin^2 \theta + 4.56 \sin \theta + 0.065)$	spre deosebire de USLE 1965, în loc de panta versantului în relație apare unghiul de înclinare al versantului, θ

19	RUSLE, 1997	$A \cong E_p I_{30} \cdot K \cdot (L/72.6)^{0.5} \cdot C \cdot P$ ($a \sin \theta + b$)	sunt necesare studii experimentale pentru calculul coeficienților a și b
20	USLE - prezent	$A \cong R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$	este forma cea mai utilizată a ecuației universale a pierderilor de sol, sunt stabilite metode pentru determinarea fiecărui factor care intervine în relație

Semnificația notațiilor din tabelul 6.1:

- A – pierderea de sol în tone/acru la o singură ploaie torențială;
C', C'', C''' – coeficienți determinați experimental;
K – coeficientul de erodabilitate a solului;
L – lungimea pantei în picioare (feet) sau m;
S – panta versantului în procente;
θ – unghiul de înclinare al versantului în grade;
C - coeficient de contribuție pentru folosințe și culturi;
E_p – energia cinetică a picăturilor de ploaie pe unitatea de suprafață;
I₃₀ – intensitatea maximă a ploii pe o durată de 30 minute în inch/h;
P - coeficient de contribuție pentru lucrările și măsurile de combatere a eroziunii solului;
m – exponent care depinde de pantă;
a, b – coeficienți care depind de pantă;
C_a – media anuală a pierderilor de sol pe un lot experimental;
E – pierderile de sol în tone/an;
R = E_pI₃₀ – caracteristicile ploii;
L₀ – valoarea lui L la care începe procesul de eroziune;
S₀ - valoarea lui S la care începe procesul de eroziune;
e – cantitatea de pământ erodat în timp de 30 min în g;
v – viteza finală a picăturii de ploaie, ft/s;
d – diametrul picăturii de ploaie în mm;
i – intensitatea ploii în inch/h;
α – constantă;
W – volumul de pământ aluvionar în decurs de cel puțin 10 ani în m³;
a', b' – parametrii dați tabelar;
F – suprafața totală a versanților în ha;
q – indice de eroziune specifică în m³/ha. an;
V – volumul scurgerii de pe versant;
Q_p – debitul maxim al scurgerii.

Majoritatea modelelor din tabelul 6.1 se referă la versanți cu folosință agricolă, viticolă, pomicolă, fânețe sau pentru pășuni, mai puțin la versanți împăduși. Toate relațiile au fost deduse pe bază de măsurători pe parcele experimentale, stabilindu-se corelațiile existente între diferiți factori, expresiile matematice ale corelațiilor găsite fiind limitate de condițiile efectuării măsurătorilor. Din această cauză aplicarea acestor formule nu este indicată pentru alte bazine, decât pentru bazinele aflate în condiții similare cu cele pentru care s-au dezvoltat.

Modelul cel mai ușor de utilizat este formula lui Wischmeier (1960), din care derivă și formula lui Moțoc (1970).

Structura modelului:

$$E_s \cong K_a \cdot K \cdot C \cdot P \cdot L^m \cdot S^n \quad (6.1)$$

unde:

- E_s – (t/ha an) eroziunea de suprafață medie multianuală;
- K_a – agresivitatea pluvială, cu valori de la 0,08 la 0,16;
- K – coeficient de erodabilitate al solului, cu valori de la 0,6 la 1,2, obținute în raport cu gradul de eroziune, textură și tipul genetic de sol;
- C – coeficient de contribuție pentru folosințe și culturi, cu valori de la 0,001 la 1,6;
- P – coeficient de contribuție pentru lucrările și măsurile de combatere a eroziunii solului, cu valori de la 0,15 la 1;
- L – (m) lungimea medie a versantului;
- S – (%) panta medie a versantului;
- m – exponentul pentru lungime, cu valori de la 0,3 la 0,4;
- n – exponentul pentru pantă, cu valori de la 1,35 la 1,45.

Domenii de aplicabilitate:

- ✓ se poate aplica pentru suprafețe mici, sub 10 km² (pentru o precizie satisfăcătoare);
- ✓ suprafața studiată trebuie împărțită în suprafețe relativ omogene, cu aceleași caracteristici; pentru fiecare din aceste suprafețe trebuie determinați cei 8 parametri care intervin în calcule;
- ✓ se aplică în cazul suprafețelor cu o pantă mai mică de 25 % și cu lungimea versanților $L \leq 400$ m.

În continuare se prezintă câteva modele ale scurgerii solide pe versanți, cu domeniile lor de aplicabilitate.

6.1.2 Modelarea pierderilor de sol prin eroziune în regiunile montane

A. Model bazat pe diferențierea regimurilor de scurgere

Structura modelului:

a). *Caracteristicile scurgerii lichide pe versanți*

Principalele variabile care descriu scurgerea de suprafață se pot vedea în figura 5.1:

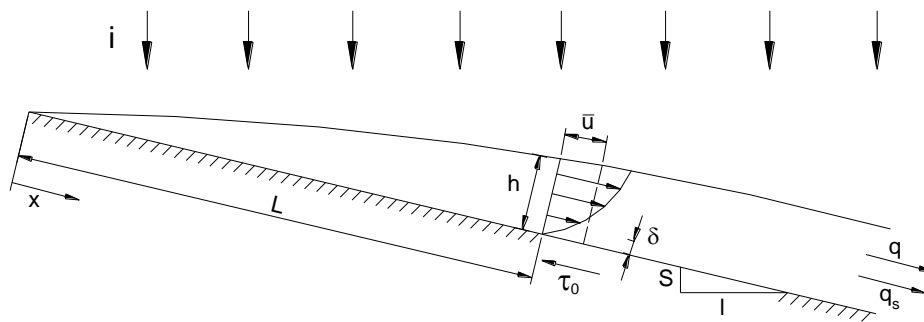


Figura 6.1 *Variabilele scurgerii de suprafață* (Julien, 1986)

- variabilele geometrice sunt: lungimea pantei L; panta S;
 - variabilele hidraulice sunt: intensitatea ploii i; adâncimea curentului de apă h; viteza principală u; debitul unitar lichid q; grosimea stratului limită laminar δ' .

Debitul solid q_s depinde de efortul tangențial τ_0 . Alți parametrii care intervin: accelerația gravitațională g, vâscozitatea cinematică ν , densitatea apei ρ .

Mișcarea fazei lichide este descrisă de ecuațiile lui Saint-Venant. Ecuația de continuitate este cea cunoscută ($q = uh$). Pentru simplificare se consideră panta energetică egală cu panta geometrică ($S = S_f$) și cu panta de frecare. Rezistența fluidului se poate determina din relația pantei energetice dată de Darcy-Weisbach:

$$S_f = \frac{f u^2}{8 gh} \quad (6.2)$$

unde:

f = coeficientul de frecare Darcy-Weisbach.

Pentru mișcare laminară $f = K/Re$, unde K este rugozitatea suprafeței, Re numărul lui Reynolds, relația lui Blasius pentru canale deschise largi este $f = 0,22/Re^{0,25}$, iar după Manning $f = 8 gn^2/h^{1/3}$.

În anul 1985, Julien și Simons, au studiat 4 tipuri de mișcare ale scurgerii de suprafață:

- scurgere laminară;
- scurgere turbulentă pe suprafață netedă, mișcare guvernată de ecuația lui Blasius;
- scurgere turbulentă pe suprafață rugoasă, mișcare guvernată de ecuația lui Manning;
- scurgere turbulentă, utilizând o valoare constantă a coeficientului f.

În aceste 4 cazuri au fost determinate caracteristicile scurgerii lichide de suprafață: viteza, adâncimea și efortul tangențial.

Rezultatele sunt prezentate în tabelul 6.2, ele având o mare importanță pentru determinarea debitului solid, adică a cantității de particule solide antrenate de pe versanți.

Tabelul 6.2 Caracteristicile scurgerii lichide de suprafață

Viteza $u = c S^a q^d$			
Tipul mișcării	c	a	d
Laminar K = const.	$(8g/K\nu)^{0.333}$	0.333	0.667
Turbulent suprafață netedă	$(8g/0.22)^{0.333} \nu^{-0.083}$	0.333	0.417
Turbulent n = const.	$(1/n)^{0.6}$	0.3	0.4
Turbulent f = const.	$(8g/f)^{0.333}$	0.333	0.333
Adâncimea $h = c S^a q^d$			
Tipul mișcării	c	a	d
Laminar K = const.	$(K\nu/8g)^{0.333}$	-0.333	0.333
Turbulent suprafață netedă	$(0.22/8g)^{0.333} \nu^{0.083}$	-0.333	0.583
Turbulent n = const.	$n^{0.6}$	-0.3	0.6
Turbulent f = const.	$(f/8g)^{0.333}$	-0.333	0.667
Efortul tangențial $\tau = c S^a q^d$			
Tipul mișcării	c	a	d

Laminar $K = \text{const.}$	$\rho g (Ku/8g)^{0.333}$	0.667	0.333
Turbulent suprafață netedă	$\rho g (0.22/8g)^{0.333} \nu^{0.083}$	0.667	0.583
Turbulent $n = \text{const.}$	$\rho g n^{0.6}$	0.7	0.6
Turbulent $f = \text{const.}$	$\rho g (f/8g)^{0.333}$	0.667	0.667

b). Capacitatea de transport a sedimentelor

Mișcarea sedimentelor depinde în principal de următorii parametrii:

$$q_s = f(L, S, i, q, \tau_0, \tau_c, \rho, \nu) \quad (6.3)$$

unde:

τ_c – efortul tangențial critic.

În urma unor analize experimentale, relația de mai sus se poate pune sub forma (Julien, 1982):

$$q_s = \alpha \cdot S^\beta \cdot q^\gamma \cdot i^\delta \cdot \left(1 - \frac{\tau_c}{\tau_0}\right)^\varepsilon \quad (6.4)$$

unde:

$\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon$ sunt coeficienți experimentali.

Când τ_c este comparabil cu τ_0 , atunci ecuația se reduce la:

$$q_s = \alpha \cdot S^\beta \cdot q^\gamma \cdot i^\delta \quad (6.5)$$

Mai mulți cercetători au încercat să determine valorile lui β și γ , au arătat că pentru curgere laminară valoarea lui β variază între 1,2 și 1,9, iar γ între 1,4 și 2,4. Rezultatele lor se pot vedea în figura 6.2:

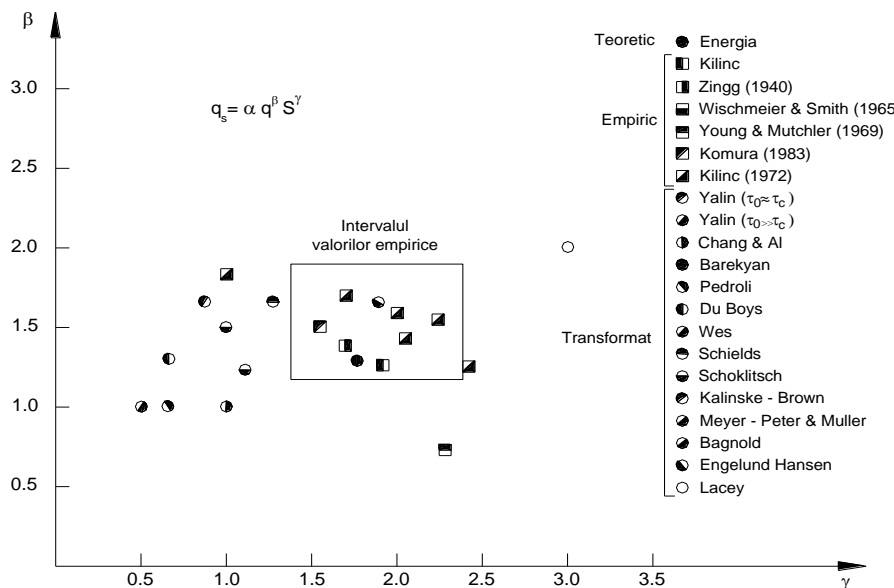


Figura 6.2 Exponenții β și γ din ecuațiile de transport (Julien, 1986)

c). Estimarea pierderilor de sol în urma unei ploi torențiale

Pierderea potențială de sol de pe o suprafață de lățime W , pe parcursul unei ploi torențiale de durată t este dată de:

6.1.3 Estimarea eroziunii totale pe bazine hidrografice mici (sub 1.300 ha)

a) Estimarea turbidității medii a scurgerii superficiale de pe versanți

$$\rho = 10 \cdot \rho_n \cdot a_p \cdot L^i \cdot t^{-0.65} \quad (6.10)$$

unde:

ρ – turbiditatea medie a scurgerii superficiale pe unitatea de volum (kg/m^3);

ρ_n – turbiditatea normată a scurgerii (kg/m^3), se găsește în tabele;

a_p – agresivitatea pluvială în valori relative, se găsește în tabele;

L – lungimea de scurgere (m);

i – panta medie a suprafeței de colectare;

t – durata scurgerii (min).

Efluența aluvionară prin secțiunea de închidere a suprafeței de colectare considerate se calculează cu ajutorul formulei:

$$E_a = C_a \cdot E_t$$
$$C_a = \frac{\rho_a}{\rho_u} \quad (6.11)$$

unde:

E_a – efluența aluvionară;

C_a – coeficientul de efluență aluvionară;

E_t – eroziunea totală;

ρ_a – turbiditatea medie a scurgerii într-o secțiune de control;

ρ_u – turbiditatea medie a scurgerii de pe suprafața de colectare unitară (Popovici, 1991).

b) Metoda încărcării potențiale

$$I_p = f(h, i, F_a / F, l_a / l, t_r) \quad (6.12)$$

unde:

I_p – coeficient de încărcare potențială;

h – stratul de precipitații maxime în 24 ore (mm);

i – panta medie a albiei principale;

t_r – rezistența la antrenare a materialului solid dezagregat;

F_a – suprafața activă care constituie sursa de aluviuni;

F – suprafața bazinului hidrografic ;

l_a – lungimea activă a albiei furnizoare de aluviuni; l – lungimea totală a albiei (Popovici, 1991).

Domenii de aplicabilitate:

- se aplică pentru bazine hidrografice mici (sub 1 300 ha);

- se bazează pe determinări experimentale;

- volumul de aluviuni se calculează cu ajutorul unor grafice date în literatura de specialitate.

6.1.4 Modelarea procesului de eroziune pe versanți bazat pe reprezentarea matematică a proceselor hidrologice și erozionale

Procesele fundamentale de eroziune sunt dislocarea și transportul particulelor solului de către picăturile de ploaie, antrenarea și transportul particulelor solului de către scurgerea de suprafață și sedimentarea acestora (Foster, 1990). Pentru modelare se aplică două concepte principale. Primul este ecuația conservării masei (Bennett, 1974):

$$\frac{\partial G}{\partial x} + \frac{\partial(cy)}{\partial t} = D_i + D_f \quad (6.13)$$

unde:

- G – debitul solid;
- x – distanța;
- c – concentrația sedimentelor în scurgerea de suprafață;
- t – timpul;
- D_i – aportul lateral de sedimente;
- D_f – cantitatea de particule antrenate sau sedimentate;
- y – direcția verticală (pe adâncimea scurgerii de suprafață).

Această ecuație arată că debitul solid crește sau scade de-a lungul pantei versantului, iar membrul drept arată că debitul solid se modifică prin procesele de antrenare sau sedimentare.

Al doilea concept este relația dintre debitul solid și capacitatea de transport al curentului de apă:

$$D_f = D_c \left(1 - \frac{G}{T_c}\right) \quad (6.14)$$

unde:

- D_c – capacitatea de antrenare a curentului de apă;
 - T_c – capacitatea de transport a curentului de apă.
- Pentru procesul de sedimentare, se poate aplica ecuația:

$$D_f = (\beta V_f / \sigma x)(T_c - G) \quad (6.15)$$

unde:

- β – factor de turbulență, care arată tendința curentului de apă de a menține particula în suspensie;
- V_f – viteza de sedimentare a particulei;
- σ – ploaia în exces.

Scurgerea apei pe versanți are loc prin microrigole și pe suprafețele dintre acestea (figura 6.3) (William, 1995).

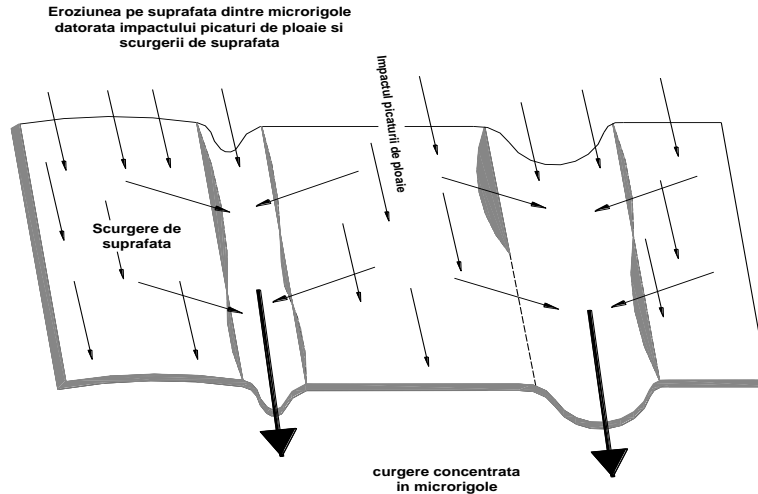


Figura 6.3 *Suprafața versanților cu microrigole* (William, 1995)

Antrenarea particulelor solide se produce atât în aceste microrigole (datorită mai ales curentului de apă), cât și pe suprafețele dintre ele (datorită mai ales impactului picăturilor de ploaie).

Pentru calculul ratei de antrenare pentru suprafața dintre microrigole se poate utiliza următoarea relație:

$$P_i = i^2 K_i C_i C_g C_s \quad (6.16)$$

unde:

P_i – rata de antrenare;

i – intensitatea ploii;

K_i – factor de erodabilitate al solului la picătura de ploaie;

C_i – coeficient dat de protecția oferită de arbori;

C_g – coeficient dat de protecția oferită de vegetația ierboasă;

C_s – coeficient dat de protecția oferită de biomasa solului.

Relația este determinată pe cale empirică, valorile coeficienților trebuie determinate experimental. Relațiile dintre procesele fundamentale de eroziune pe aceste suprafețe sunt ilustrate în figura 6.4.

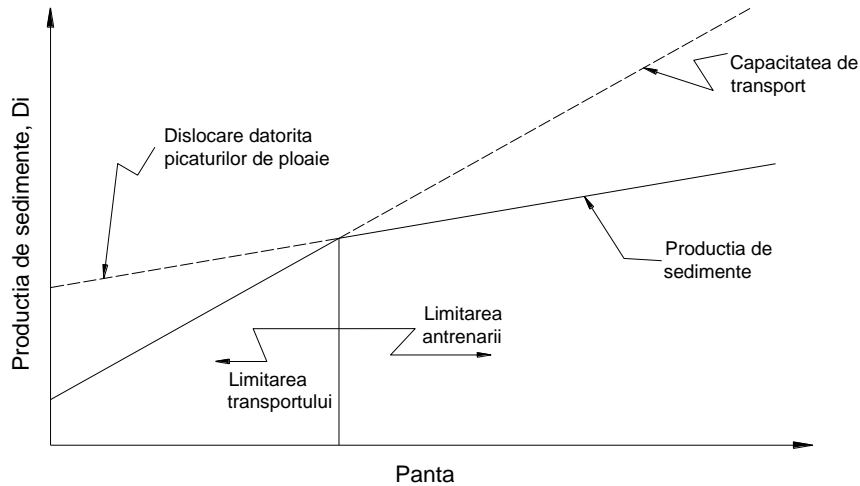


Figura 6.4 *Relațiile dintre procesele fundamentale de eroziune* (după Foster, 1990)

Relația de mai sus pentru P_i este valabilă când capacitatea de transport a curentului de apă este mai mare decât rata de dislocare a sedimentelor de picăturile de ploaie. Având în vedere cele de mai sus, se poate scrie următoarea ecuație pentru calculul lui D_i :

$$D_i = (\varphi \frac{dT_c}{dx} + P_i) / (1 + \varphi) \quad (6.17)$$

unde:

$$\varphi = \beta V_f / \sigma.$$

Pentru microrigole se poate scrie relația:

$$D_c = K_r (\tau_s - \tau_c) \quad (6.18)$$

unde:

K_r – factor de erodabilitate al solului;

τ_s – efortul tangențial dezvoltat de apă asupra solului;

τ_c – efortul tangențial critic de antrenare.

$$\tau_s = \gamma \cdot v_{cr} f_s / 8g \quad (6.19)$$

unde:

γ – greutatea specifică a apei;

v_{cr} – viteza apei ;

f_s – coeficient de frecare;

g – accelerația gravitațională.

Dacă rata de producere a sedimentelor este mai mare decât capacitatea de transport al curentului de apă, atunci au loc depuneri, a căror cantitate se poate determina cu:

$$A = (\varphi \frac{dT_c}{dx} + D_i) / (1 + \varphi) \quad (6.20)$$

unde A se exprimă în unități de greutate raportate la suprafață.

Relația dintre panta versantului și procesele de eroziune este arătată în figura 6.5.

Ceea ce am prezentat mai sus se baza pe ipoteza unei pante uniforme a versantului, dar în realitate versanții au o pantă neuniformă. Variația proceselor erozionale pe acest tip de versanți este prezentată în figura 6.6.

Domenii de aplicabilitate:

- modelul se poate aplica cu rezultate bune pentru suprafețe cu folosință agricolă.

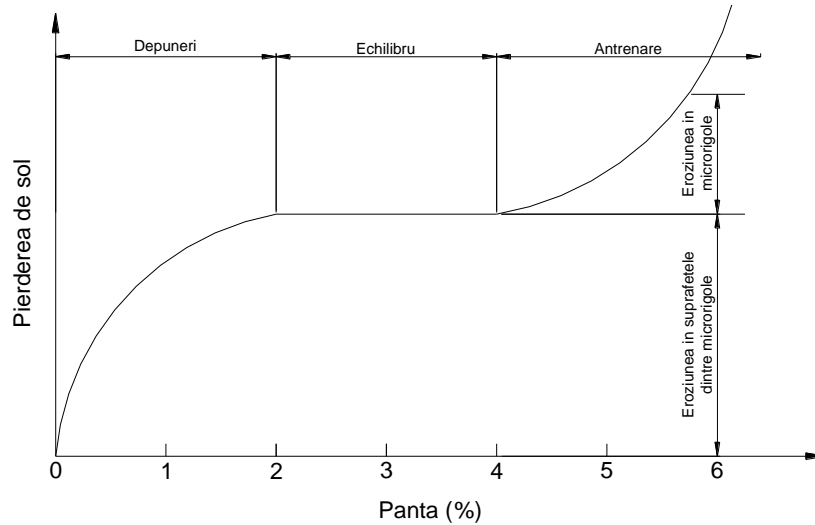


Figura 6.5 *Relația dintre panta versantului și procesele de eroziune* (Foster, 1990)

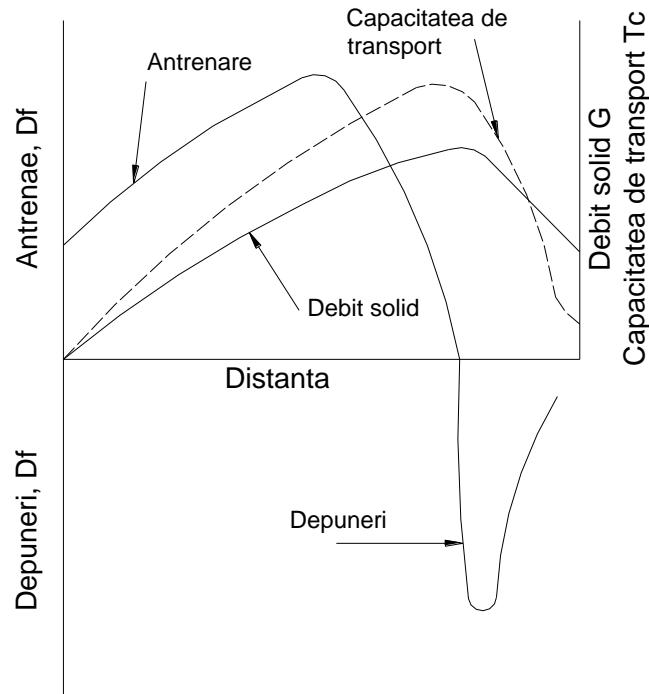


Figura 6.6 *Relația dintre panta versantului și procesele de eroziune pentru un versant cu pantă neuniformă* (Foster, 1990)

6.1.5 Estimarea eroziunii în adâncime și a altor forme de eroziune (alunecări de teren)

Se face parcurgând următoarele etape (Popovici, 1991; Bâcov, 1978):

- pe planurile topografice se trasează toate ogașele și ravenele (din observații pe teren) care, la rândul lor, se divizează în sectoare relativ omogene din punct de vedere al stadiului de evoluție, al pantei longitudinale a talvegului și a caracteristicilor secțiunii transversale;

- pentru fiecare sector relativ omogen se măsoară lungimea, panta talvegului, lățimea la bază, înălțimea și deschiderea la partea superioară a secțiunii active, perimetrul acesteia, caracteristicile morfometrice ale treptelor, se notează datele referitoare la condițiile litologice și la gradul de acoperire cu vegetație;

- se calculează suprafața activă desfășurată pe sectoare omogene;

- se estimează volumul de material solid erodat din fiecare sector în funcție de suprafața activă desfășurată și de rata medie multianuală a eroziunii în adâncime pentru diferite stadii evolutive, ale cărei valori sunt cuprinse între 50 – 1800 m³/ha.an, funcție de caracteristicile sectoarelor studiate;

- pentru alunecările de teren (figura 5.7) se determină volumul de pământ deplasat.

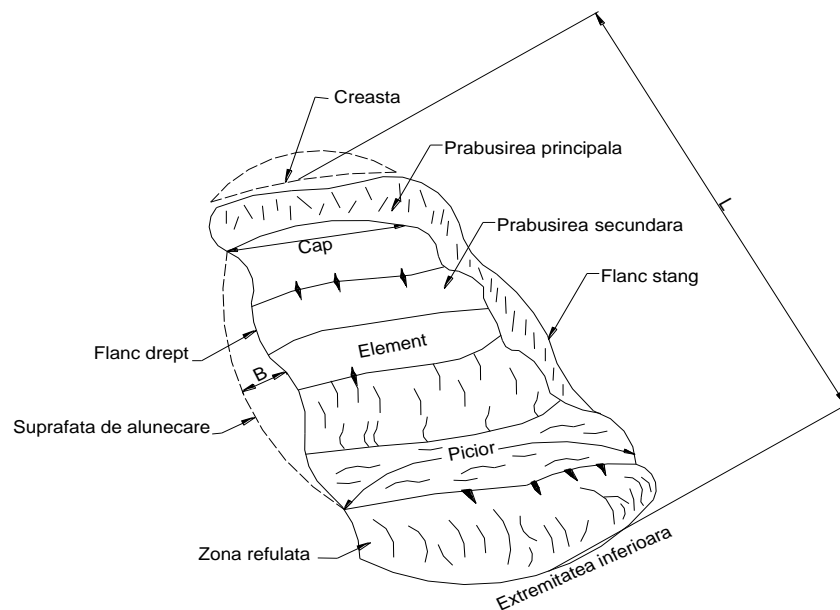


Figura 6.7 Elementele morfologice ale unei alunecări de teren (Popovici, 1991)

6.1.6 Determinarea cantității totale de sedimente provenite dintr-un bazin hidrografic

a. Volumul total de aluviuni mediu anual se poate obține cu formula (Popovici, 1991):

$$W_a = C_p (W_{av} + W_{aa}) \quad (6.21)$$

unde:

W_{av} – (m³/an) volumul aluviunilor antrenate de pe versanți;

W_{aa} – (m^3/an) volumul aluviunilor antrenate de pe alpii;
 C_p – coeficient funcție de înălțimea medie a ploii H_m pe bazin,
 i – intensitatea medie a precipitațiilor dintr-un an;
 T – durata precipitațiilor dintr-un an.

$$C_p = f(H_m) \quad \text{sau} \quad C_p = f(i, T)$$

$$C_p = \left(\frac{H_m}{800} \right)^{0.5} \quad (6.22)$$

$$W_{av} = sb \sum_{k=1}^n s_{v,k} \left(\frac{i_{1,k}}{0,3} \right)^{1,3} q_{1,k} \quad (6.23)$$

unde:

s – coeficient funcție de densitatea rețelei hidrografice

$$s = \left(\frac{5F}{L} \right)^{0,5} \quad (6.24)$$

b – coeficient de reducere a volumului de aluviuni efectiv erodate, datorită opririi pe parcurs a unei părți din aceste aluviuni;
 F – (km^2) suprafața bazinului hidrografic;
 L – (km) lungimea rețelei hidrografice;
 s_v – (ha) suprafața terenurilor de pe versanți inclusă într-o categorie ;
 i_1 – panta medie a terenurilor de pe versanți inclusă într-o anumită categorie;
 q_1 – ($m^3/ha.an$) indicele de eroziune a terenurilor de pe versanți corespunzător categoriilor de terenuri;
 k – numărul curent al categoriei de teren.

$$W_{aa} = b \left[R_k \cdot c_{2,k} \cdot q_{2,k} \cdot \left(\frac{i_{2,k}}{i_k} \right)^{0,5} \right] \quad (6.25)$$

unde:

b – coeficient de reducere a volumului de aluviuni efectiv erodate, datorită opririi pe parcurs a unei părți din aceste aluviuni;
 R – (km) lungimea albiilor dintr-o grupă de alpii, stabilită în funcție de acoperirea cu vegetație a bazinului de recepție al albiilor, de panta albiilor și de lățimea lor;
 c_2 – coeficient de erodabilitate mediu al terenurilor de pe rețeaua de alpii și maluri aferente;
 q_2 – ($m^3/km.an$) indicele de eroziune pe un sector de albție;
 i_2 – panta medie a albiilor de lungime R ;
 i – panta albiilor dintr-o anumită grupă funcție de acoperirea cu vegetație a bazinului hidrografic și de lățimea albiilor (din grafice);
 k – numărul curent al categoriei de albție.

Domenii de aplicabilitate:

- se recomandă pentru bazinele hidrografice cu activitate torențială puternică, în care predomină transportul de material grosier

- în cazul terenurilor agricole cu eroziune moderată sau puternică și o activitate restrânsă a eroziunii în adâncime se subestimează volumul de aluviuni.

b. Formula lui Williams, 1975 (Di Silvio, 1998) – are aceeași structură cu ecuația universală a pierderilor de sol ($A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$), cu excepția factorului R, care este înlocuit cu produsul dintre debitul maxim al scurgerii și volumul scurgerii:

$$G_s \cong 11.8(V \cdot Q_p)^{0.56} \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \quad (6.26)$$

unde:

V – volumul scurgerii în m^3 ;

Q_p – debitul maxim al scurgerii în m^3/s ;

G_s – producția de sedimente la o singură ploaie torențială în tone.

Formula a fost dedusă prin studierea a 778 ploii torențiale în 18 bazine hidrografice din Texas și Nebraska.

Domenii de aplicabilitate:

- este aplicabilă cu destulă precizie doar pentru eroziunea de suprafață de pe terenurile agricole

- dă rezultate eronate pentru terenuri aflate în starea lor naturală (ex. păduri).

c. Determinarea producției lunare de sedimente rezultate în urma ploilor torențiale și a topirii zăpezii dintr-un bazin hidrografic – se poate face utilizând următoarele relații (Julien, 1986):

$$Q_{sp} \cong 2417 \cdot C_s \cdot \bar{C} \cdot C_r \cdot A_t^{1.137} \frac{n \alpha \bar{S}^{-1.66} \bar{L}^{-1.035}}{\lambda_1 \lambda_2^{2.035}} \quad (6.27)$$

$$Q_{sf} \cong 30.7 \cdot C_s \cdot \bar{C} \cdot C_r \cdot A_t^{1.137} \bar{S}^{-1.66} \bar{L}^{-1.035} F^{1.65} \left(\frac{F}{F_T} \right)^{0.37}$$

unde:

C_s – rata de producere a sedimentelor;

\bar{C} – coeficient care depinde de folosința terenului;

C_r – coeficient de scurgere;

A_t – aria bazinului hidrografic în km^2 ;

n – numărul ploilor torențiale dintr-o lună;

α – coeficient care depinde de modul de calcul al debitului solid în t/ms;

\bar{S} – panta medie a bazinului hidrografic;

\bar{L} – lungimea medie a scurgerii;

λ_1 – parametru care depinde de durata ploii în s^{-1} ;

λ_2 – parametru care depinde de intensitatea ploii în s/m;

F – rezerva de apă din zăpadă în m;

F_T – grosimea stratului de zăpadă în m.

Modelul a fost aplicat pentru râul Chaudiere din Canada, diferențele între valorile calculate și măsurate ale cantității lunare de sedimente transportate de râu fiind prezentate în figura 6.8.

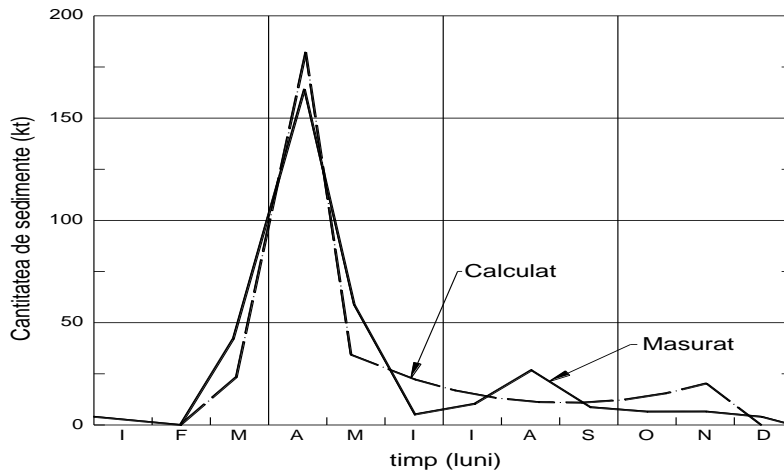


Figura 6.8 *Valori calculate și măsurate ale cantității lunare de sedimente transportate* (Julien, 1986)

Domeniu de aplicabilitate:

- s-au obținut rezultate bune la aplicarea formulelor la bazine hidrografice mari, cu suprafața de peste 500 km².

6.2 Prognoza fenomenelor erozionale

6.2.1 Definirea modelelor de prognoză

Prognoza, prin definiție, este cunoașterea cu anticipație pe baze științifice a evoluției, caracterului și intensității fenomenelor (hidrologice, meteorologice, în cazul de față – a fenomenelor de eroziune).

Prognozele pot fi de lungă sau scurtă durată. De obicei, pentru fenomenele de eroziune se pretează prognozele pe termen lung, dar se pot face și prognoze de scurtă durată.

Un model de prognoză (Șerban, 1995) trebuie să fie format dintr-un model de simulare și o procedură de reactualizare a prognozelor (figura 6.9).

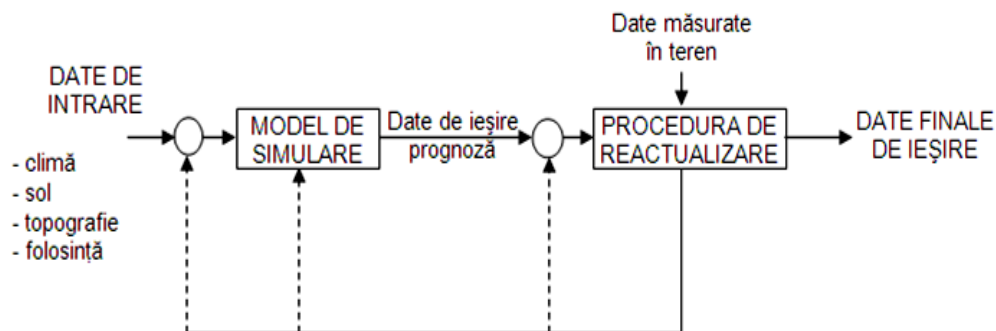


Figura 6.9 *Schema unui model de prognoză* (Șerban, 1995)

Procedurile de reactualizare a prognozelor diferă în funcție de variabilele care se modifică (Șerban, 1995) (figura 6.10).

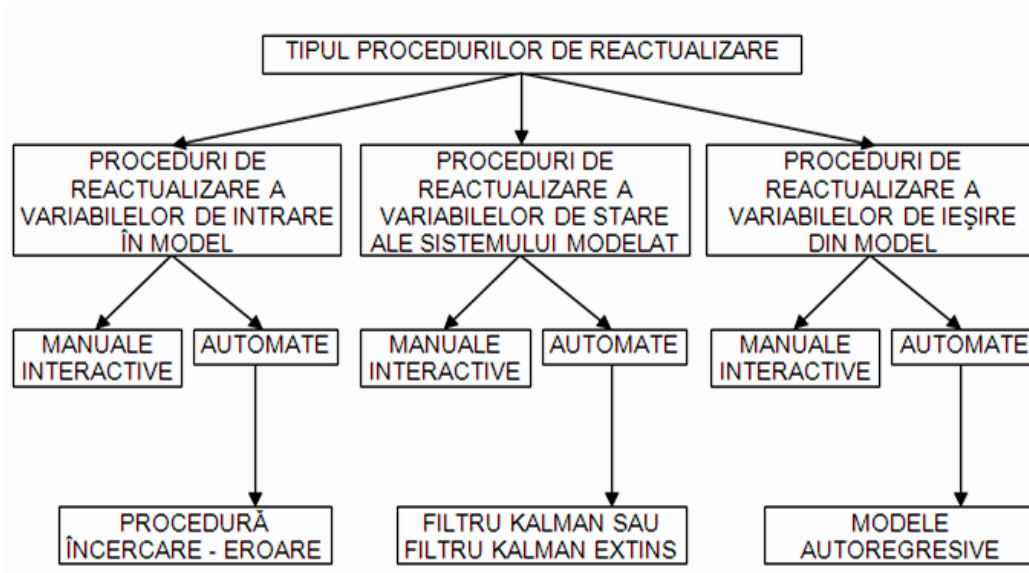


Figura 6.10 *Procedurile de reactualizare a prognozelor* (Șerban, 1995)

Un model de prognoză, în general, trebuie să aibă următoarele caracteristici:

- să conțină structuri adecvate în vederea reactualizării prognozei;
- să dea erori acceptabile, în condițiile în care nu se dispune în totalitate sau parțial de toate datele necesare elaborării prognozei (mai ales date referitoare la caracteristicile precipitațiilor);
- să nu aibă o complexitate foarte mare (să fie ușor utilizabil).

Modelele de prognoză ale proceselor erozionale trebuie să aibă următoarele capabilități:

- să elaboreze prognoze pe termen lung
- să compare eficiența diferitelor moduri de folosință a terenului
- să compare efectele date de diferiți factori de mediu
- să prognozeze și efectele acestor procese asupra bazinului hidrografic (de exemplu: evoluția calității apei).

În practică nu există încă un model care să satisfacă toate aceste cerințe. Alegerea modelului de prognoză depinde de scopul prognozei, perioada de timp pe care se dorește prognozarea și de particularitățile fenomenului studiat. Modelele de prognoză folosite cel mai des în prezent, în funcție de scopul prognozei sunt (www.library.uq.edu.au, 2005):

- pentru stabilirea deciziilor manageriale și pentru evaluarea calității terenurilor – modelele USLE și PERFECT
- pentru determinarea efectelor eroziunii asupra productivității solului și pentru compararea efectelor diferitelor tipuri de folosință pe termen lung – modelele EPIC și PERFECT
- pentru evaluarea efectelor folosințelor terenurilor asupra volumului de aluviuni - modelele CREAMS și WEPP
- pentru evaluarea pierderilor anuale de sol și a efectelor proceselor de eroziune asupra modificării pantelor versanților – modelul WEPP
- pentru interpretarea datelor experimentale și pentru generalizarea rezultatelor experimentale – modelul CREAMS

- pentru evaluarea influenței proceselor de eroziune de pe suprafețele agricole asupra calității apei din rețeaua hidrografică - modelul AGNPS.

Pe lângă modelele amintite mai sus mai există și altele: SLEMSA, ANSWERS – MODANSW, SWERB, GUESS etc.

În continuare se prezintă câteva din aceste modele de prognoză.

6.2.2 Modele de prognoză

Modelul USLE – Universal Soil Loss Equation – se află în continuă dezvoltare din 1960, primul care l-a pus sub forma cunoscută azi a fost W.H. Wischmeier (USDA) din SUA, a fost testat pe bazine hidrografice din vestul Statelor Unite. Se bazează pe ecuația universală a pierderilor de sol, scrisă sub diverse forme (USLE, RUSLE, MUSLE). Forma cea mai uzuală este:

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \quad (6.28)$$

Modelul se poate utiliza pentru:

- prognozarea cantității medii de sol pierdute în decursul unui an pentru o suprafață dată și în condiții date (termenul din paranteză indică factorul care se calculează):

$$(A) = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \quad (6.29)$$

- determinarea lucrărilor de combatere a eroziunii solului necesare unei zone specifice și a folosinței care se pretează – se înlocuiește A cu T – limita admisibilă a pierderilor de sol:

$$(C \cdot P) = T \cdot R^{-1} \cdot K^{-1} \cdot L^{-1} \cdot S^{-1} \quad (6.30)$$

- estimarea pierderilor de sol la schimbarea folosinței terenului, adică a coeficientului C:

$$(A) = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot [C] \cdot P \quad (6.31)$$

- estimarea pierderilor de sol la schimbarea lucrărilor de combatere a eroziunii solului, adică a coeficientului P:

$$(A) = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot [P] \quad (6.32)$$

- prognoza cantității de sol pierdute la alte folosințe ale terenului (amplasamente ale unor construcții, păduri, zone de recreere etc):

$$(A) = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \quad (6.33)$$

Modelul PERFECT - Productivity Erosion Runoff Functions to Evaluate Conservation Techniques - dezvoltat inițial în 1983 de Queensland Department of Primary Industries, continuat apoi de National Soil Conservation Program și de Land and Water Resources Research and Development Corporation din Australia, a fost testat cu succes în regiunile subtropicale din Australia, dar a dat rezultate bune și pentru zonele semiaride din Queensland și India.

PERFECT este un model biofizic de simulare a interacțiunilor plantă-sol-apă-management în sistemele agricole. A fost dezvoltat pentru a simula efectele majore ale

managementului și factorilor de mediu asupra sistemului agricol și pentru a prognoza volumul scurgerii de suprafață, pierderile de sol, bilanțul apei din sol, infiltrațiile, sporul de recoltă și productivitatea terenurilor. Modelul conține mai multe module pentru simularea bilanțului apei din sol, pentru prognoza productivității, gradului de protecție a terenului de către vegetație, cantității de resturi vegetale, a pierderilor de sol ca urmare a proceselor de eroziune (figura 6.11).

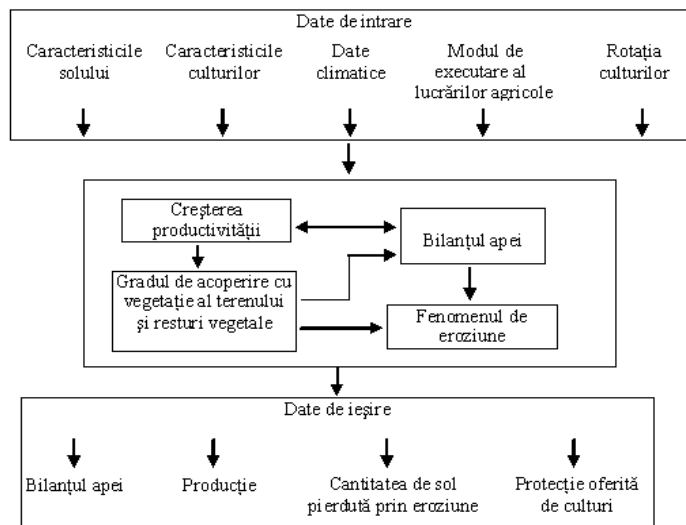


Figura 6.11 *Modulele PERFECT*

Ecuatiile modelului referitoare la eroziune se bazează pe relația MUSLE și sunt:

$$E = (16.52 - 0.46COVER + 0.0031COVER^2) LS.K.P. \frac{Q}{10} \quad COVER < 50\% \quad (6.34)$$

$$E = (-0.0254 COVER + 2.54) LS.K.P. \frac{Q}{10} \quad COVER \geq 50\% \quad (6.35)$$

unde:

- E – pierderea de sol la o ploaie torențială (t/ha);
 - Cover – gradul de acoperire al solului dat de vegetație (%);
 - Q – volumul scurgerii;
 - K – coeficientul de erodabilitate al solului;
 - LS – factorul dat de lungime și pantă;
 - P – coeficientul dat de lucrările de combatere a eroziunii solului.
- Pentru calculul lui LS se folosesc relațiile:

$$LS = \left[\frac{\lambda}{72.6} \right]^{(\beta/1+\beta)} (10.8 \sin(\theta) + 0.03) \quad \text{Slope} < 9\% \quad (6.36)$$

$$LS = \left[\frac{\lambda}{72.6} \right]^{(\beta/1+\beta)} (16.8 \sin(\theta) - 0.5) \quad \text{Slope} \geq 9\% \quad (6.37)$$

$$\lambda = 3.281 \sqrt{\text{LENGTH}^2 + \text{AHT}^2} \quad (6.38)$$

$$\theta = \arcsin\left(\frac{\text{AHT}}{\text{LENGTH}}\right) \quad (6.39)$$

$$\text{AHT} = \frac{\text{SLOPE} \cdot \text{LENGTH}}{100} \quad (6.40)$$

unde:

SLOPE - panta versantului (%);

LENGTH - lungimea versantului (m);

β – raportul dintre microrigole și suprafața dintre microrigole, definit de utilizator.

Modelul EPIC – Erosion - Productivity Impact Calculator, dezvoltat în 1983 de Williams, J.R., P.T. Dyke și C.A. Jones (USDA) din SUA. Este un model de simulare pentru prognoza efectelor pe termen lung a diverselor forme de eroziune asupra productivității terenurilor (Williams, 1983). Modelul este folosit în peste 60 de țări din Asia, America de Sud și Europa. Modelul necesită date de intrare date de GIS – topografice – date climatice, de asemenea necesită date referitoare la soluri, folosințe ale terenurilor. Și acest model are mai multe module referitoare la: eroziunea solului, analiză economică, procese hidrologice, climatice, nutrienți, dinamica dezvoltării plantelor, managementul terenului.

Modelul AGNPS – Agricultural NonPoint Source – a fost dezvoltat în 1988 de către USDA în colaborare cu Minnesota Pollution Control Agency, a fost testat pe bazine hidrografice din nordul și centrul SUA, cu rezultate bune. Scopul principal pentru care a fost creat este acela de a prognoza calitatea apei (influențată de surse de poluare difuză – transportul substanțelor chimice de către particulele de sol provenite din eroziunea de suprafață) din bazinele hidrografice cu folosință predominant agricolă și pentru a evalua influența efectelor diferitelor folosințe ale terenului asupra calității apei. Schema modelului este:

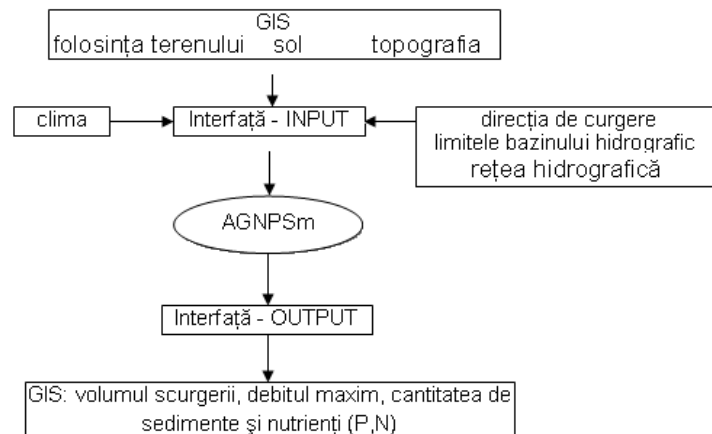


Figura 6.12 *Schema modelului AGNPS*

Pentru a putea aplica modelul de prognoză e nevoie de discretizarea bazinului hidrografic, se împarte suprafața bazinului hidrografic în elemente pătrate cu aceeași suprafață (figura 6.13). Pentru fiecare element trebuie determinați 22 de caracteristici (panta medie a

terenului, panta medie a albiei, textura solului, folosința terenului, nivelul de fertilizare cu îngrășăminte chimice etc.).

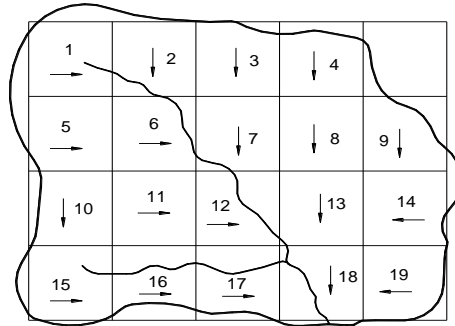


Figura 6.13 Discretizarea bazinului hidrografic

Modelul se bazează pe următoarele ecuații:

- modulul hidrologic are la bază metoda curbelor SCS, dezvoltată de USDA în 1972 – care determină volumul scurgerii de suprafață la o singură ploaie torențială, în funcție de grupa hidrologică de sol și folosința terenului (curbe $V = V(P)$), cu formula:

$$V = \frac{(P - 0,2 \cdot S)^2}{P + 0,8 \cdot S} \quad (6.41)$$

unde:

V – volumul scurgerii de suprafață;
P – înălțimea precipitației;
S – cantitatea maximă de apă reținută pe versant.

- debitul maxim al scurgerii se determină cu relația Smith – Williams, (Smith, 1980):

$$Q_{\max} = 3.79A^{0.7}I^{0.16}\left(\frac{V}{25,4}\right)^{0.903A^{0.017}}\left(\frac{L^2}{A}\right)^{-0.19} \quad (6.42)$$

unde:

A – suprafața bazinului hidrografic;
I – panta medie a albiei;
L – lungimea versantului după linia de cea mai mare pantă.

- pierderile de sol prin eroziunea de suprafață se calculează cu USLE, 1978;
- depunerea materialului solid transportat de scurgerea de suprafață se calculează cu relația dezvoltată de Foster (1981) și Lane (1982) (Lane, 1982):

$$D(x) = \frac{w}{q(x)} [q_s(x) - g_s(x)] \quad (6.43)$$

unde:

D(x) – rata de depunere a sedimentelor (kg/s.m^2);
w – mărimea hidraulică a particulelor (m/s);
q(x) – debitul lichid pe unitatea de lățime (m^2/s);
 $q_s(x)$ – debitul solid pe unitatea de lungime (kg/s.m);

- $g_s(x)$ – capacitatea de transport efectivă a scurgerii de suprafață (kg/s.m).
- capacitatea de transport se determină cu relația lui Bagnold (Bagnold,1966):

$$g_s = e_t \cdot k \cdot \tau \cdot \frac{v_a}{w} \quad (6.44)$$

unde:

- e_t – coeficient;
- k – factor de transport efectiv;
- τ – efortul tangențial (kg/m^2);
- v_a – viteza medie a apei.

- se poate aplica pe orice tip de bazin hidrografic
- modelul conține mai multe module (calculul interceptiei, energiei cinetice a picăturilor de ploaie, calculul volumului scurgerii, capacității de transport a scurgerii de suprafață etc), fiecare modul fiind dezvoltat atât cât permite stadiul cercetării în prezent.

Modelul WEPP - Water Erosion Prediction Project - este un model de prognoză a proceselor erozionale din bazinele hidrografice (WEPP User`s Manual, 1995), dezvoltat de USDA Forest Service, Agricultural Research Service, Natural Resources Conservation Service, Department of Interior's Bureau of Land Management și de Geological Survey din SUA, este cel mai folosit în ultimul timp, se află în permanentă dezvoltare începând cu anul 1985.

Programul se poate utiliza atât pentru modelarea proceselor de eroziune de pe un singur versant, cât și dintr-un întreg bazin hidrografic (figura 6.14). În cazul modelării proceselor de eroziune pe un singur versant, programul necesită 4 fișiere de intrare, referitoare la: climă, pantă, tipuri de sol și managementul terenului. În cazul modelării proceselor de eroziune pe un întreg bazin hidrografic, programul are nevoie de 7 fișiere de intrare, referitoare la: versanți, structura bazinului hidrografic, pante, tipuri de sol, managementul terenului, climă și albiu. Modelul consideră versantul brăzdat de microrigole paralele, eroziunea de suprafață se produce pe suprafețele dintre aceste microrigole, iar particulele de sol antrenate sunt transportate la vale prin microrigole de către apa de scurgere (de asemenea, se ține cont și de particulele solide antrenate în microrigole).

Datele de ieșire se referă la: modificarea pantei versanților, delimitarea zonelor de eroziune, transport și depuneri de sedimente de-a lungul pantei versanților, pierderile anuale de sol, pierderile de sol la o singură ploaie torențială, modificarea biomasei, cantitățile de sedimente reținute de structurile hidrotehnice din bazinul hidrografic etc.

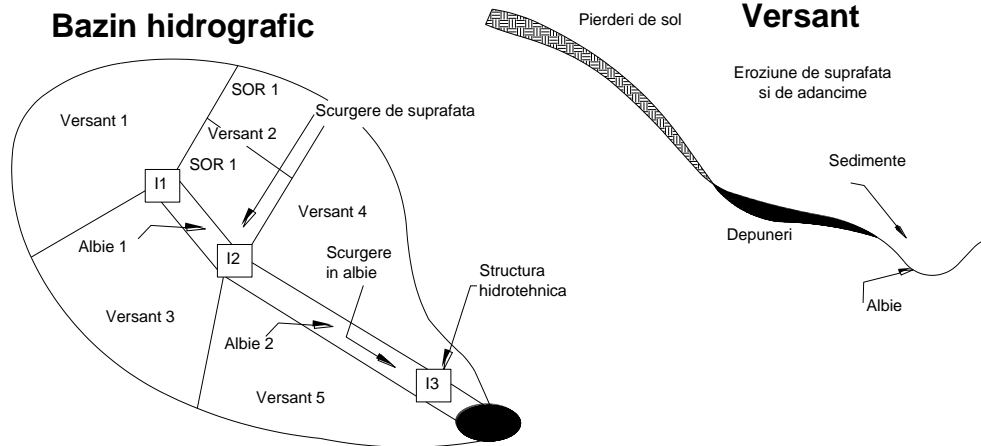


Figura 6.14 Modelul WEPP

Modelul are două componente de bază:

a. Componenta erozională

Se bazează pe ecuația de continuitate:

$$\frac{dG}{dx} = D_r + D_i \quad (6.45)$$

unde:

G – debitul solid (kg/s.m);

x – distanța de-a lungul pantei (m);

D_r – rata de eroziune în microrigole (+ pentru antrenare, - pentru depunere);

D_i – rata de eroziune pe suprafețele dintre microrigole (kg/s.m²).

Pentru calculul lui D_i se folosește relația:

$$D_i = K_{iadj} I_e \sigma_{ir} SDR_{RR} F_{nozzle} \left[\frac{R_s}{w} \right] \quad (6.46)$$

unde:

K_{iadj} – coeficient de erodabilitate pe suprafețele dintre microrigole;

I_e – intensitatea efectivă a ploii (m/s);

σ_{ir} – viteza scurgerii de suprafață (m/s);

SDR_{RR} – rata de antrenare a sedimentelor (depinde de rugozitate, pantă, mărimea particulelor de sol);

F_{nozzle} – factor dat de irigații (dacă e cazul);

R_s – distanța dintre microrigole (m); w – lățimea microrigolelor.

Eroziunea în microrigole e divizată în două părți: antrenare și depunere. Antrenarea are loc atunci când efortul tangențial dat de scurgerea de suprafață depășește efortul tangențial critic de antrenare și atunci când debitul solid este mai mic decât capacitatea de transport. Pentru calculul ratei de antrenare din microrigole se folosește relația:

$$D_r = D_c \left(1 - \frac{G}{T_c} \right) \quad (6.47)$$

unde:

D_c – capacitatea de antrenare a apei (kg/s.m^2);
 T_c – capacitatea de transport solid (kg/s.m).

$$D_c = K_r (\tau_f - \tau_c) \quad (6.48)$$

unde:

K_r - coeficient de erodabilitate în microrigole;
 f - efortul tangențial dat de scurgerea de suprafață (Pa);
 τ_c - efortul tangențial critic de antrenare (Pa).

Pentru calculul ratei de depunere în microrigole se utilizează relația:

$$D_r = \frac{\beta V_f}{q} (T_c - G) \quad (6.49)$$

unde:

V_f – mărimea hidraulică a sedimentelor (m/s);
 q – debitul lichid pe unitatea de lățime (m^2/s);
 β – coeficient de turbulență a scurgerii dat de precipitația torențială.
 Efortul tangențial τ se calculează cu relația:

$$\tau = \gamma R \frac{f_s}{f_t} \sin \alpha \quad (6.50)$$

unde:

γ – greutatea specifică a apei ($\text{kg/m}^2.\text{s}^2$);
 R – raza hidraulică (m);
 α – unghiul de înclinare al versantului;
 f_s/f_t – raportul dintre coeficientul de rezistență hidraulică a solului fără vegetație (gol) și coeficientul de rezistență hidraulică total.

Coeficientul de rezistență hidraulică se calculează cu relația Darcy-Weisbach:

$$f = \frac{8gRS}{V^2} \quad (6.51)$$

unde:

g – accelerația gravitațională (m/s^2);
 R – raza hidraulică (m);
 S – panta medie a microrigolei (%);
 V – viteza apei (m/s).

Capacitatea de transport solid a scurgerii din microrigole se calculează cu relația dezvoltată de Yalin în 1963:

$$T_c = k_t \tau_f^{3/2} \quad (6.52)$$

unde:

k_t – coeficient de transport ($m^{0.5}s^2/kg^{0.5}$), depinde de panta versantului;
 τ_f - efortul tangențial dat de scurgerea de suprafață (Pa).

b. Componenta hidrologică

Se calculează următoarele caracteristici: debitul maxim al scurgerii de suprafață, durata efectivă a scurgerii de suprafață, intensitatea efectivă a ploii, durata efectivă a ploii.

Cantitatea de apă infiltrată se calculează cu ecuațiile Green - Ampt și Mein – Larson (figura 6.15):

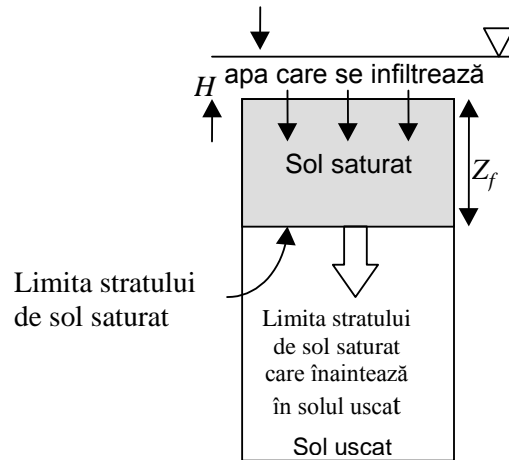


Figura 6.15 *Notațiile pentru ecuațiile Green - Ampt și Mein – Larson*

Pentru $F < F_s$:

$$f = i \quad \text{și} \quad F_s = \frac{S \cdot IMD}{i/K_s - 1} \quad \text{pentru} \quad i > K_s \quad (6.53)$$

nu se calculează F_s pentru $i \leq K_s$

Pentru $F \geq F_s$:

$$f = f_p \quad \text{și} \quad f_p = K_s \left(1 + \frac{S \cdot IMD}{F} \right) \quad (6.54)$$

unde:

- f – infiltrația;
 - f_p – capacitatea de infiltrație;
 - i – intensitatea ploii;
 - F – volumul cumulat infiltrate;
 - F_s – volumul cumulat necesar a fi infiltrat pentru saturarea părții superficiale a solului;
 - S – sucțiunea capilară medie a stratului de sol saturat;
 - IMD – deficitul inițial de umiditate a solului;
 - K_s – conductivitatea hidraulică a solului saturat.
- Cantitatea de apă reținută în depresiunile terenului:

$$S_d = 0.112 \cdot r_T + 3.1 \cdot r_T^2 - 1.2 \cdot r_T \cdot S_0 \quad (6.55)$$

unde:

- r_T – rugozitatea terenului;

S_0 – panta hidraulică a scurgerii de suprafață.

Debitul maxim al scurgerii de suprafață se determină cu modelul undei cinematice:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial q}{\partial x} = i - f \quad (6.56)$$

unde:

i – intensitatea ploii;

f – intensitatea infiltrației;

h – adâncimea scurgerii de suprafață;

q – debitul lichid pe unitatea de lățime;

t – timpul;

x – distanța.

$$q = C \cdot S_0^{0.5} h^{1.5} \quad (6.57)$$

unde:

C – coeficientul lui Chezy;

S_0 – panta versantului.

Durata efectivă a ploii (intensitatea ploii > intensitatea infiltrației) se calculează cu:

$$t_e = \left[\frac{L}{C \cdot S_0^{0.5} (i - f)^{0.5}} \right]^{1/1.5} \quad (6.58)$$

unde:

L – lungimea scurgerii de suprafață (versantului).

Durata efectivă a scurgerii de suprafață este:

$$t_r = \frac{V_t}{P_r} \quad (6.59)$$

unde:

V_t – volumul scurgerii;

P_r – debitul maxim al scurgerii.

Intensitatea efectivă a ploii este:

$$I_e = \frac{\int I dt}{t_e} \quad (6.60)$$

unde:

I – intensitatea ploii.

6.2.3 Perspective și propuneri de cercetare pentru viitor

Cercetarea în domeniul eroziunii solului și a fenomenelor legate de scurgerile solide trebuie să se axeze pe următoarele aspecte:

▪ **Utilizarea sistemelor geoinformaționale (GIS)** în studierea fenomenelor legate de scurgerile solide în bazinele hidrografice - e necesară datorită posibilităților oferite pentru analiza multitudinii de factori care intervin în declanșarea și desfășurarea proceselor erozionale (mai ales a factorilor legați de topografia terenului), a costurilor ridicate și a timpului mai îndelungat necesare pentru monitoringul lor prin alte metode, mai ales pe suprafețe întinse. De asemenea, sistemele GIS permit achiziția, stocarea și prelucrarea datelor care caracterizează în orice moment starea și evoluția proceselor de degradare a terenurilor datorită eroziunii hidrice și eoliene. Astfel se permite factorilor de decizie să adopte unele măsuri în timp util în legătură cu:

- ✓ folosirea rațională a terenurilor afectate de procesele erozionale;
- ✓ reducerea proceselor de eroziune în limite admisibile;
- ✓ asigurarea unui control permanent al scurgerilor de suprafață de pe versanți și a celor concentrate în rețeaua formațiunilor torențiale;
- ✓ diminuarea și controlul procesului de poluare a cursurilor de apă cu substanțe chimice provenite de pe terenurile în pantă;
- ✓ reducerea ritmului de colmatare și poluare a lacurilor de acumulare prin aluviunile și substanțele chimice spălate de pe versanți;
- ✓ evitarea inundării unor terenuri și obiective social – economice situate la baza versanților și de-a lungul cursurilor de apă datorită colmatării lucrărilor hidrotehnice de atenuare a undelor de viitură.

▪ **Diversificarea metodelor de achiziție și prelucrare a datelor din teren** pentru creșterea preciziei cercetărilor asupra modificării cantitative și calitative ale elementelor spațiului hidrografic datorită proceselor de eroziune. Astfel de metode sunt fotogrammetria și teledetecția, ele contribuie la actualizarea permanentă a bazelor de date.

▪ **Dezvoltarea permanentă a modelelor** utilizate pentru prognozarea fenomenelor erozionale, crearea unui model de prognoză care să satisfacă toate cerințele unui model complex.

▪ **Crearea unor colective multidisciplinare** pentru modelarea proceselor hidrologice, pedologice și de eroziune pe versanți, dat fiind faptul că dezvoltarea unui model al proceselor complexe care se petrec pe versanți presupune un compromis între acele procese care se doresc a fi încorporate în model și acele procese care se cunosc din datele disponibile.

▪ **Necesitatea dezvoltării unui model tridimensional** al scurgerii de suprafață care să se apropie cât mai mult de fenomenul fizic al scurgerii pe versant și pe baza căruia să se realizeze modelul hidrologic fizic fundamental al bazinului hidrografic.

▪ **Studierea interacțiunilor de natură fizico – mecanică** a aluviunilor din curentul de apă, care influențează dinamica anumitor poluanți; e necesară includerea acestor interacțiuni în modelele de calitate a apelor și în monitoringul integrat al calității apelor.

▪ **Crearea unor bazine hidrografice experimentale reprezentative** (bazine hidrografice mici) pe care să se studieze cauzele, modalitățile de manifestare și efectele scurgerilor solide; de asemenea, să existe posibilitatea testării eficienței diferitelor măsuri de reducere a efectelor scurgerilor solide. Aceste bazine experimentale trebuie să fie dotate cu o rețea suficient de densă de puncte de urmărire a evoluției proceselor de eroziune (posturi hidrometrice – în care să se urmărească pe lângă debite lichide și solide, niveluri de apă și evoluția calității apei - meteorologice, profile de sol etalon etc.)

CAPITOLUL 7

Estimarea erodabilității solurilor din bazinul hidrografic Bârzava

<i>7.1 Estimarea erodabilității prin modelare fizică</i>	199
<i>7.2 Estimarea pierderilor de sol prin metoda profilelor reconstituite</i>	204
<i>7.3 Evaluarea scurgerii solide prin aplicarea modelului WEPP</i>	210

Capitolul 7

Estimarea erodabilității solurilor din bazinul hidrografic Bârzava

7.1 Estimarea erodabilității prin modelare fizică

Scurgerile de pe terenurile agricole și forestiere transportă sedimente și substanțe nutritive care micșorează calitatea apelor receptoare și degradează solurile.

Mărimea scurgerii provocate de precipitații și eventual irigații este determinată în principal, de capacitatea de infiltrație a apei în sol. Din acest motiv, o bună cunoaștere a influenței practicilor agricole asupra vitezei de infiltrație a apei în sol este esențială pentru stabilirea practicilor manageriale de reducere a scurgerilor pe terenurile agricole și silvice.

Formarea la suprafața terenurilor lipsite de vegetație a unei pelicule sau cruste, prin acțiunea picăturilor de ploaie, reduce infiltrația și mărește scurgerea. Stratul acesta de la suprafață, denumit chiar ca “strat de peliculă”, are permeabilitate mică, densitate aparentă mărită și o porozitate scăzută. Prin uscare formează o crustă dură, ca urmare a distrugerii elementelor structurale prin impactul cu picăturile de ploaie, crustă care împiedică răsărirea plantelor și rupe rădăcinile fine prin crăpăturile ce apar când se modifică starea de umezire.

După o perioadă în care aprecierea și estimarea eroziunii solului s-a făcut mai ales empiric s-a trecut la estimarea și predicția eroziunii solului prin folosirea parcelelor experimentale, în care se măsoară pierderea solului la diferite ploi aplicate, caracteristici topografice și moduri de folosință.

Ecuția universală a pierderii de sol, elaborată de Wischmeier și Smith (1960) se bazează tocmai pe acest tip de tehnică experimentală. Mai recent, estimarea și predicția eroziunii solului a fost îmbunătățită substanțial prin tehnicile de modelare și elaborarea de programe de calcul, ce permit tratarea separată a proceselor detașării particulelor de sol și a curgerii fluidului. Cercetările au urmărit și dezvoltarea și stabilirea unor indici de apreciere a erodabilității solului pe baza proprietăților solului. Astfel, Trott și Singer (1983), folosind cercetări cu simulator de ploaie și măsurarea scurgerilor, au elaborat pentru solurile forestiere din California, o ecuație a producerii de sediment, pe baza compoziției granulometrice.

$$SY = -9,391 + 25,298(P+A) - 0,2297(P+A)^2 - 12,551(\text{Caolinit}) + 31,420(\text{Smectit}) \quad (7.1)$$

unde:

SY = sediment produs în g/m²;

P+ A = procent praf plus procent argilă;

Caolinit = procent caolinit prezent în sol;

Smectit = procent smectit prezent în sol;

Această ecuație a fost dezvoltată de Covaci (2002) folosind Eroziometerul și Rogobete, Grozav (2006) folosind parcelă cu simulator de ploaie (figura 7.1)

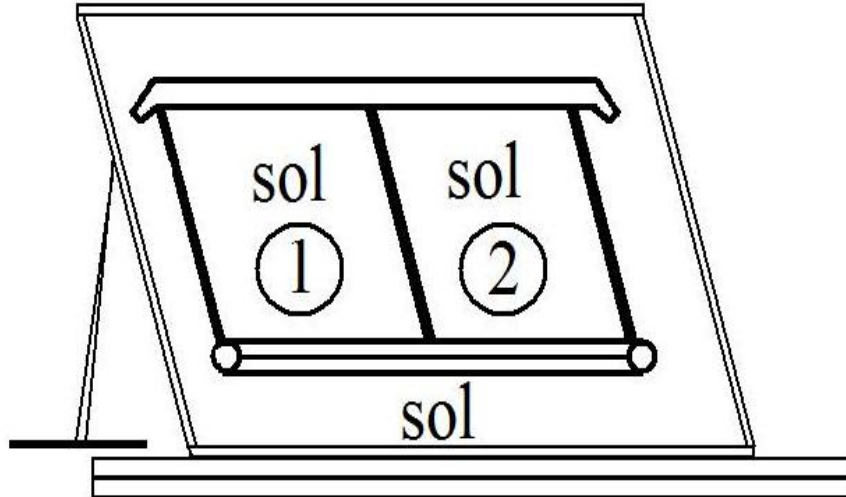


Figura 7.1 *Standul folosit pentru experiment* (Rogobete, 2006)

Parcela a fost de 1,04 m², cu o grosime de sol de circa 75 mm, cu posibilitate de asigurare a pantei de 20%. Cele două ploturi au avut 0,30 m/0,45m primul cu pantă uniformă de 20%, cel de-al doilea cu pantă medie de 20% (la mijloc 40% - la bază 0%). Ploaia simulată s-a aplicat simultan pe ambele ploturi, iar scurgerea s-a colectat în containerul de la bază.

Cu o asigurare de 95% a nivelului de certitudine pentru variabilele semnificative, a rezultat ecuația modificată pentru estimarea producerii de sediment:

$$SY = -9,391 + 25,298(P+A) - 0,2297(P+A)^2 - 12,551(\text{Caolinit}) + 31,420(\text{Smectit}) - 16,18(\text{Humus}) \quad (7.2)$$

unde:

SY = producerea de sediment, g/m²;

P+ A = procentul de praf plus procentul de argilă;

Caolinit = procentul de caolinit din argila prezentă în sol;

Smectit = procentul de smectit din argila prezentă în sol;

Humus = procentul de humus prezent la suprafața solului.

Conținutul de praf și argilă din sol s-a determinat prin metoda standard (pipetei) utilizată în Știința Solului, iar conținutul de caolinit și smectit prin analiza termic diferențială, analiza în raze X și în infraroșu.

Cadrul general pentru detașarea particulelor se bazează pe forțele de dislocare și stabilizare și durata momentului, așa cum se vede în figura 7.2

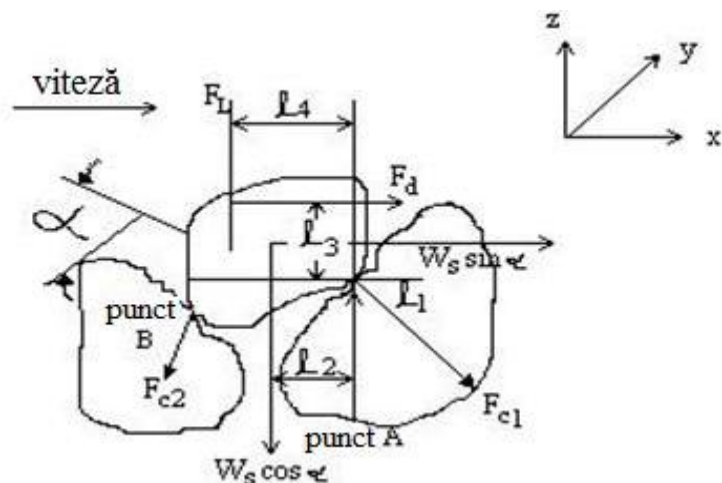


Figura 7.2 Forțele importante și durata momentului (Wilson, 1993)

Forțele ce acționează pentru dislocarea particulelor de sol sunt forța de ridicare (F_L), pe direcția z , forța de antrenare (F_d) pe direcția x și forța de gravitație pe componenta x ($W_s \sin \alpha$). Forțele care se opun mișcării sunt forțele de contact (F_{c1} , $F_{c2} \dots F_{cn}$) și forța de gravitație pe componenta z . Detașarea particulei se produce dacă momentul asociat cu forțele de dislocare este mai mare decât acela asociat cu forțele de stabilizare. Considerăm momentul în jurul Punctului. O particulă este la punctul incipient de mișcare când momentele de dislocare în sensul acelor de ceasornic sunt egale cu momentele de sens opus ale stabilizării. Punctul mișcării incipiente este definit astfel:

$$l_1 W_s \sin \alpha + l_3 F_d + l_4 F_L = l_2 W_s \cos \alpha + M_c \quad (7.3)$$

cu termenii definiți la figura 7.2, iar M_c este suma momentelor forțelor rezistențelor de coeziune și fricțiune, definite prin:

$$M_c = \sum_{i=1}^{n_c} \sigma_{ci} a_i l'_i \quad (7.4)$$

unde n_c este numărul locurilor de contact, σ_{ci} este termenul stresului particulă-particulă, a_i este aria de contact și l'_i este durata momentului pentru fiecare punct de contact. Forțele de coeziune sunt definite orientativ. Ele includ atracția electrochimică și forțele de frecare ce apar la mișcarea de alunecare dintre două particule. Dacă momentele din partea stângă a ecuației 7.3 sunt mai mari decât cele din partea dreaptă, particula de sol este detașată. Considerând că forțele de antrenare și de ridicare sunt proporționale, momentul de echilibru al ecuației 7.3 poate fi rearanjat:

$$F_d = W_s (K l_s + f_c) \quad (7.5)$$

unde $F_L = K_L F_d / k_f$ iar termenii din partea dreaptă sunt definiți mai jos. Dacă partea stângă (caracteristicile curgerii fluidului) este mai mare decât partea dreaptă (caracteristicile particulelor primare și ale stratului), particula este detașată, altfel nu.

În ecuația 7.5, parametrul $K l_s$ este un parametru adimensional care depinde de compoziția granulometrică, de orientarea în/pe strat și de pantă. Este definit matematic:

$$Kl_s = \frac{\cos \alpha (l_2 - l_1 S_0)}{l_3 + l_4 K_L / k_f} \quad (7.6)$$

unde $S_0 = \operatorname{tg} \alpha$ este panta stratului, K_L este constanta proporțională dintre coeficienții de antrenare și ridicare și k_f este raportul ariei proiectate pentru forțele de antrenare cu acela al forțelor de ridicare.

Momentul termenului de coeziune este dificil de determinat direct. Importanța lui este dată de greutatea particulei. Parametrul f_c din ecuația 7.5 este un parametru adimensional definit ca:

$$f_c = \frac{M_c / (l_3 + l_4 K_L / k_f)}{W_s} \quad (7.7)$$

Este utilă evaluarea volumului particulei și a ariei suprafeței ca o funcție a diametrului, folosind:

$$V_p = k_v d^3 \quad \text{și} \quad A_p = k_a d^2 \quad (7.8)$$

unde V_p și A_p sunt volumul particulei și respectiv al ariei proiectate; d este diametrul unei particule echivalente; k_v și k_a sunt constantele volumului și ariei definite pentru o sferă ca $\pi/6$ și respectiv $\pi/4$.

Greutatea particulei poate fi acum exprimată prin:

$$W_s = g(\rho_s - \rho)k_v d^3 \quad (7.9)$$

unde g este accelerația gravitațională, ρ_s și ρ este densitatea particulei, respectiv a fluidului.

Ecuația s-a folosit pentru estimarea producerii de sediment în cazul a 9 profile de sol din bazinul hidrografic Bârzava, pentru care s-au făcut analize complete. Apreciem că modelul utilizat de apreciere a eroziunii de suprafață este suficient de precis pentru materialul fin de sol (<2mm), deși fragmentele mai grosiere din sol pot reduce detașarea și transportul sedimentelor, aspect care va fi cercetat în viitor.

Rezultatele obținute vor fi prezentate și discutate în continuare:

P52

$$SP \text{ (g/m}^2\text{)} = -9,391 + 25,298(27,8 + 30,6) - 0,2297(27,8 + 30,6)^2 - 12,551(3) + 31,420(14) - 16,18(4,09) = 990,65$$

$$SP \text{ g/m}^2 = 990,65 = 9,906 \text{ t/ha}$$

$$136,73 \text{ ha} \cdot 9,906 \text{ t/ha} = 1354,45 \text{ tone EL}_{st}$$

P69

$$SP \text{ (g/m}^2\text{)} = -9,391 + 25,298(26,3 + 33,5) - 0,2297(26,3 + 33,5)^2 - 12,551(6) + 31,42(21) - 16,18(3,1) = 1216,34$$

$$SP \text{ g/m}^2 = 1216,34 = 12,163 \text{ t/ha}$$

$$46,08 \text{ ha} \cdot 12,163 \text{ t/ha} = 560,47 \text{ tone EL}_{vs-st}$$

P28

$$SP \text{ (g/m}^2\text{)} = -9,391 + 25,298(31,4 + 31,6) - 0,2297(31,4 + 31,6)^2 - 12,551(8) + 31,42(42) - 16,18(3,5) = 1853,31$$

$$SP \text{ g/m}^2 = 1853,31 = 18,533 \text{ t/ha}$$

150,39 ha · 18,533 t/ha = 2787,18 tone $L_{V_{vs-st}}$

P24

$$SP (g/m^2) = -9,391 + 25,298(35,5 + 20,7) - 0,2297(35,5 + 20,7)^2 - 12,551(8) + 31,42(20) - 16,18(1,65) = 1188,16$$

$$SP g/m^2 = 1188,16 = 11,882 t/ha$$

$$108,62 ha \cdot 11,882 t/ha = 1290,41 \text{ tone}$$

P26

$$SP (g/m^2) = -9,391 + 25,298(18,4 + 29,2) - 0,2297(18,4 + 29,2)^2 - 12,551(4) + 31,42(0) - 16,18(4,84) = 545,84$$

$$SP g/m^2 = 545,84 = 5,458 t/ha$$

$$54,84 ha \cdot 5,458 t/ha = 299,32 \text{ tone } GS_{eu}$$

P R4

$$SP (g/m^2) = -9,391 + 25,298(34,3 + 47,9) - 0,2297(34,3 + 47,9)^2 - 12,551(5) + 31,42(3) - 16,18(2,74) = 505,24$$

$$SP g/m^2 = 505,24 = 5,052 t/ha$$

$$5,27 ha \cdot 5,052 t/ha = 26,624 \text{ tone } AS_{gc}$$

P14

$$SP (g/m^2) = -9,391 + 25,298(24,8 + 18,6) - 0,2297(24,8 + 18,6)^2 - 12,551(7) + 31,42(2) - 16,18(1,84) = 597,17$$

$$SP g/m^2 = 597,17 = 5,972 t/ha$$

$$16,19 ha \cdot 5,972 t/ha = 96,687 \text{ tone } AS_{gc}$$

P68

$$SP (g/m^2) = -9,391 + 25,298(26 + 37,9) - 0,2297(26 + 37,9)^2 - 12,551(1) + 31,42(14) - 16,18(1,49) = 1072,55$$

$$SP g/m^2 = 1072,55 = 10,725 t/ha$$

$$79,30 ha \cdot 10,725 t/ha = 850,492 \text{ tone } ER_{ar}$$

P66

$$SP (g/m^2) = -9,391 + 25,298(28,4 + 40,8) - 0,2297(28,4 + 40,8)^2 - 12,551(1) + 31,42(16) - 16,18(2,38) = 1092,87$$

$$SP g/m^2 = 1092,87 = 10,929 t/ha$$

$$28,65 ha \cdot 10,929 t/ha = 313,116 \text{ tone } ER_{ar}$$

Tabel 7.1 Date analitice - Berzovia

Nr. profil	Sol	Praf %	Argilă %	Humus %	Caolinit %	Smectit %	Sediment produs g/m ²
P 52	Stagnic Luvisols	27,8	30,6	4,09	3,0	14,0	990,65
P 69	Vertic Stagnic Luvisols, eroded	26,3	33,5	3,09	6,0	21,0	1216,34
P 28	Vertic Stagnic Luvisols	31,4	31,6	3,50	8,0	42,0	1853,31
P 24	Vertic Haplic Planosols	35,5	20,7	1,65	8,0	20,0	1188,16
P 26	Eutric Gleysols	18,4	29,2	4,84	4,0	0,0	545,84
P R4	Gleyic Fluvisols	34,3	47,9	2,74	5,0	3,0	505,24
P 14	Gleyic Fluvisols	24,8	18,6	1,84	7,0	2,0	597,17
P 68	Luvisols eroded phase	26,0	37,9	1,49	1,0	14,0	1072,55
P 66	Luvisols eroded phase	28,4	40,8	2,38	1,0	16,0	1092,87

Rezultatele prezentate în tabelul 7.1 oferă baza pentru estimarea predicției sedimentului produs pentru un hectar și pentru toate suprafețele pe tipuri de soluri (tabel 7.2).

Tabel 7.2. Predicția sedimentului produs

Nr. profil	Sol	Sediment produs g/m ²	Suprafață ha	Sediment produs to/ha	Sediment produs total to
P 52	Stagnic Luvisols	990,65	136,73	9,91	1354,45
P 69	Vertic Stagnic Luvisols, eroded	1216,34	46,08	12,16	560,47
P 28	Vertic Stagnic Luvisols	1853,31	150,39	18,53	2787,18
P 24	Vertic Haplic Planosols	1188,16	108,62	11,88	1290,41
P 26	Eutric Gleysols	545,84	54,84	5,46	299,32
P R4	Gleyic Fluvisols	505,24	5,27	5,05	26,62
P 14	Gleyic Fluvisols	597,17	16,19	5,97	96,69
P 68	Luvisols eroded phase	1072,55	79,30	10,72	850,49
P 66	Luvisols eroded phase	1092,87	28,65	10,93	313,12

Tabelele 7.1 și 7.2 prezintă producerea de sedimente în funcție de tipul de sol și mineralogia argilei. Producerea de sediment cea mai mare s-a realizat pe Luvisols-Vertic și Planosols-Vertic și cea mai redusă pe Fluvisols. Aceasta este corelată cu conținutul mare de smectit în fracțiunea argilă.

7.2 Estimarea pierderilor de sol prin metoda profilelor reconstituite

Estimarea pierderilor de sol și de nutrienți, care conduc la scăderea fertilității solurilor și la scăderea calității corpurilor de apă în care ajung scurgerile de pe versanți se poate realiza și prin metoda profilelor reconstituite.

Pentru bazinul hidrografic Bârzava s-au ales versanți reprezentativi pe teritoriile cadastrale Berzovia, Bocșa și Reșița.

Primul profil a fost ales pe culme, platou, cu orizonturile neerodate, după care s-au efectuat calculele pentru determinarea grosimii orizonturilor de la suprafață ale profilelor de sol de la mijlocul pantei și de la piciorul pantei, erodate parțial sau cu depuneri de sol, luând ca grosime de referință orizontul similar din apropiere.

S-au identificat orizonturile, s-au făcut măsurători privind grosimea orizonturilor, s-au luat probe de sol din fiecare orizont, pentru efectuarea analizelor fizico-chimice în vederea identificării tipului de sol și a proprietăților acestuia. În urma efectuării măsurătorilor, s-a obținut datele din tabelele și figura ce urmează:

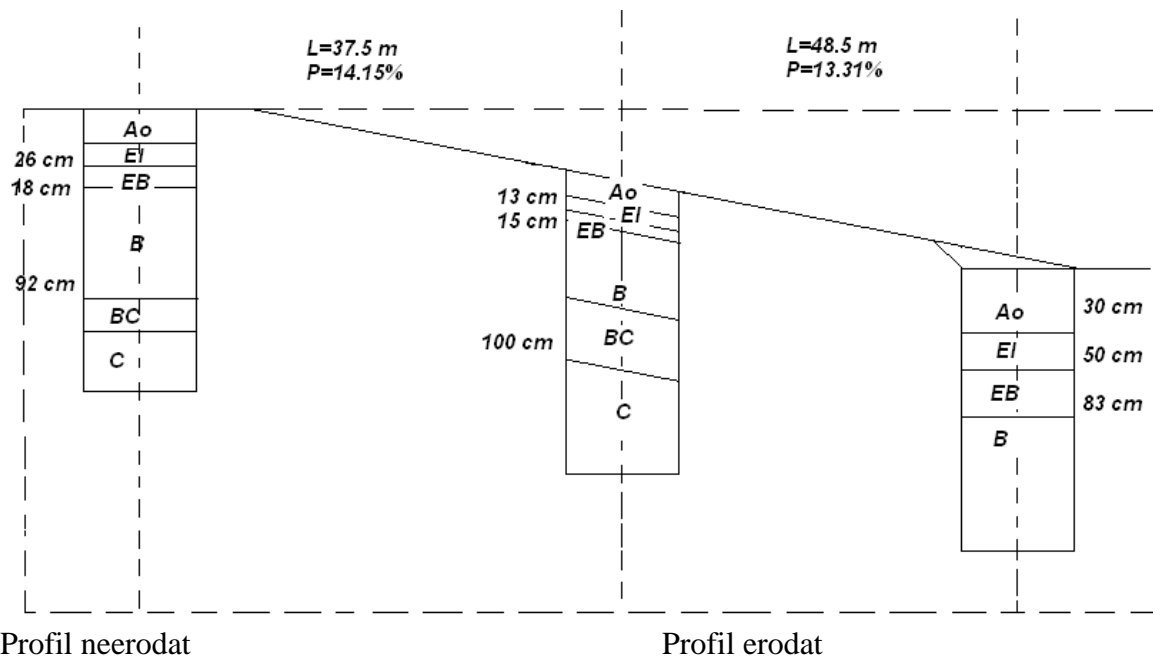


Figura 7.3 Profilele reconstituite

Profil nr.1 neerodat

$$A_0+E=26\text{ cm}$$

$$EB = 18\text{ cm}$$

$$B_t = 92\text{ cm}$$

Profil nr 2 erodat reconstituit

$$A_0+E=13\text{ cm}$$

$$EB = 15\text{ cm}$$

$$B_t = 100\text{ cm}$$

Înlocuind în formulă, rezultă:

$$A_{\text{erodat, reconstituit}} = \frac{(15 + 100) \cdot 26}{18 + 92} = 27.18\text{ cm}$$

$$\text{Sol erodat} = 27.18\text{ cm} - 13\text{ cm} = 14.18\text{ cm}$$

Profil nr.3:

$$A_0+E= 46\text{ cm}$$

$$A_0+E, +E-B= 83\text{ cm}$$

Se constată că profilul nr.3 a fost colmatat din cauza profilului 2.

Grosimea orizontului reconstituit s-a estimat după formula:

$$A_{\text{erodat, reconstituit}} = \frac{(A_{C_y} + C_y) A_x}{A_{C_x} + C_x} \quad (7.10)$$

A – grosimea solului, cm;

A_x, A/C_x – grosimea orizonturilor solului neerodat, cm;

A_y, A/C_y, C_y – grosimea orizontului solului erodat, cm.

Pierderile de sol și de substanțe nutritive s-au calculat cu formula:

$$X_r = X_g \cdot DA \cdot H \quad (7.11)$$

unde:

X_r – rezerva unui component, în t/ha, pe adâncimea H;

X_g – conținutul masic al componentului (g/100g sol);

DA – densitatea aparentă, g/cm³;

H – grosimea stratului de sol considerat.

Calculul pierderilor de sol și a substanțelor nutritive pe baza metodei profilelor reconstituite pentru solurile din zona Berzovia

P52

neerodat $A_p+AB=49$ cm

erodat moderat $A_p+AB=43$ cm

pierdut 6 cm

Sol pierdut = 6cm = 600m³/ha = 732 t/ha

Humus pierdut = 4,09% · 1,22 · 6 = 29,94 t/ha

Fosfor mobil = 22 ppm = 0,016 t/ha

Potasiu mobil = 185 ppm = 0,135 t/ha

Caolinit 3%, Smectit 14%

P69

neerodat $A_o+AB=45$ cm

erodat puternic =17 cm

pierdut 28 cm

Sol pierdut = 28cm = 2800 m³/ha = 3584 t/ha

Humus pierdut = 3,09 · 1,28 · 28 = 110,74 t/ha

Fosfor mobil = 9,0 ppm = 0,032 t/ha

Potasiu mobil = 190 ppm = 0,681 t/ha

Caolinit 6%, Smectit 21%

P28

neerodat $A_p+EB=38$ cm

erodat moderat =29 cm

pierdut 9 cm

Sol pierdut = 9 cm = 900 m³/ha = 972 t/ha

Humus pierdut = 3,50 · 1,08 · 9 cm = 34,02 t/ha

Fosfor mobil = 40 ppm = 0,039 t/ha

Potasiu mobil = 165 ppm = 0,160 t/ha

Caolinit 8%, Smectit 42%

P68

neerodat Ao+AB=35 cm

erodat foarte puternic ~5cm

pierdut 30 cm

Sol pierdut = 30 cm = 3000 m³/ha = 4260 t/ha

Humus pierdut = 1,49·1,42·30 cm = 63,47 t/ha

Fosfor mobil = 31 ppm = 0,132 t/ha

Potasiu mobil = 185 ppm = 0,788 t/ha

Caolinit 1%, Smectit 14%

P 66

neerodat =60 cm

pierdut 60 cm

Caolinit 1%, Smectit 10 %

Calculul pierderilor de sol și a substanțelor nutritive pe baza metodei profilelor reconstituite pentru solurile din zona Bocșa

Luvosol tipic, slab erodat

neerodat Ao+El~20-26cm

erodat slab Ao+El 24 cm

pierdut Ao 2 cm sol

Sol pierdut = 2 cm = 200 m³/ha = 236 t/ha

Humus pierdut = 3,12·1,18·2 cm = 7,36 t/ha

Azot total pierdut = 0,18·1,18·2 cm = 0,425 t/ha

Fosfor mobil = 8 ppm = 0,0019 t/ha

Potasiu mobil = 8,2 ppm = 0,0019 t/ha

Luvosol roșcat mediu erodat

neerodat Ao+El~20-26 cm

erodat moderat Ao+El 13 cm

sol pierdut 13 cm deci Ao inițial

Sol pierdut = 13 cm = 1300 m³/ha = 1638 t/ha

Humus pierdut = 1,76·1,26·13 cm = 28,83 t/ha

Azot total pierdut = 0,10·1,26·13 cm = 1,64 t/ha

Fosfor mobil = 1,6 ppm = 0,00016·1,26·13 cm = 0,0026 t/ha

Potasiu mobil = 7,2 ppm = 0,00072·1,26·13 = 0,012 t/ha

Luvosol stagnic, slab erodat

neerodat 20-30 cm

erodat slab 28 cm

pierdut 2 cm sol

Sol pierdut = 2 cm = 200 m³/ha = 232 t/ha
 Humus pierdut = 2,10 · 1,16 · 2 cm = 4,87 t/ha
 Azot total pierdut = 0,133 · 1,16 · 2 cm = 0,31 t/ha
 Fosfor mobil = 5,2 ppm (0,00052g/100g sol) = 0,0012 t/ha
 Potasiu mobil = 14,0 ppm = 0,0014 · 1,16 · 2 = 0,0032 t/ha

Eutricambosol rodic, mediu erodat

neerodat Ao 25 cm
erodat moderat Ao 16 cm
 sol pierdut 9 cm

Sol pierdut = 9 cm = 900 m³/ha = 1098 t/ha
 Humus pierdut = 3,88 · 1,22 · 9 cm = 42,60 t/ha
 Azot total pierdut = 0,172 · 1,22 · 9 cm = 1,89 t/ha
 Fosfor mobil pierdut = 1,4 ppm = 0,00014 · 1,22 · 9 cm = 0,0015 t/ha
 Potasiu mobil pierdut = 21,0 ppm = 0,0021 · 1,22 · 9 = 0,023 t/ha

Erodosol argic

neerodat Ao+E 25 cm
EB 20 cm
 erodosol → sol pierdut 45 cm

Sol pierdut = 45 cm = 4500 m³/ha = 6435 t/ha
 Humus pierdut = 3,20 · 1,43 · 45 cm = 205,92 t/ha
 Azot total pierdut = 0,14 · 1,43 · 45 cm = 9,01 t/ha
 Fosfor mobil pierdut = 2,4 ppm = 0,00024 · 1,43 · 45 cm = 0,015 t/ha
 Potasiu mobil pierdut = 8,5 ppm = 0,00085 · 1,43 · 45 = 0,055 t/ha

Calculul pierderilor de sol și a substanțelor nutritive pe baza metodei profilelor reconstituite pentru solurile din zona Reșița

P 9 Luvosol tipic, slab erodat

Sol pierdut 2cm = 200 m³/ha = 238 t/ha

Humus pierdut = 2,28 · 1,19 · 2cm = 5,43 t/ha

P 8 Luvosol stagnic, slab erodat

Sol pierdut 4cm = 400 m³/ha = 484 t/ha

Humus pierdut = 2,74 · 1,21 · 4cm = 13,26 t/ha

P 7a Eutricambosol tipic, moderat erodat

Sol pierdut 10cm = 1000 m³/ha = 1300 t/ha

Humus pierdut = 2,91 · 1,30 · 10cm = 37,83 t/ha

P 7 Eutricambosol tipic, moderat erodat

Sol pierdut 12cm = 1200 m³/ha = 1464 t/ha

Humus pierdut = 4,52 · 1,22 · 12cm = 66,17 t/ha

7.3 Evaluarea scurgerii solide prin aplicarea modelului WEPP

Perimetrul studiat este situat în masivul Semenic, aproape de Vârful Gozna (1444m), fiind bazinul de recepție al izvorului Băile Vulturilor. Teritoriul studiat se caracterizează printr-un relief montan cu valorile altimetrice cuprinse între 600 și 1400m.

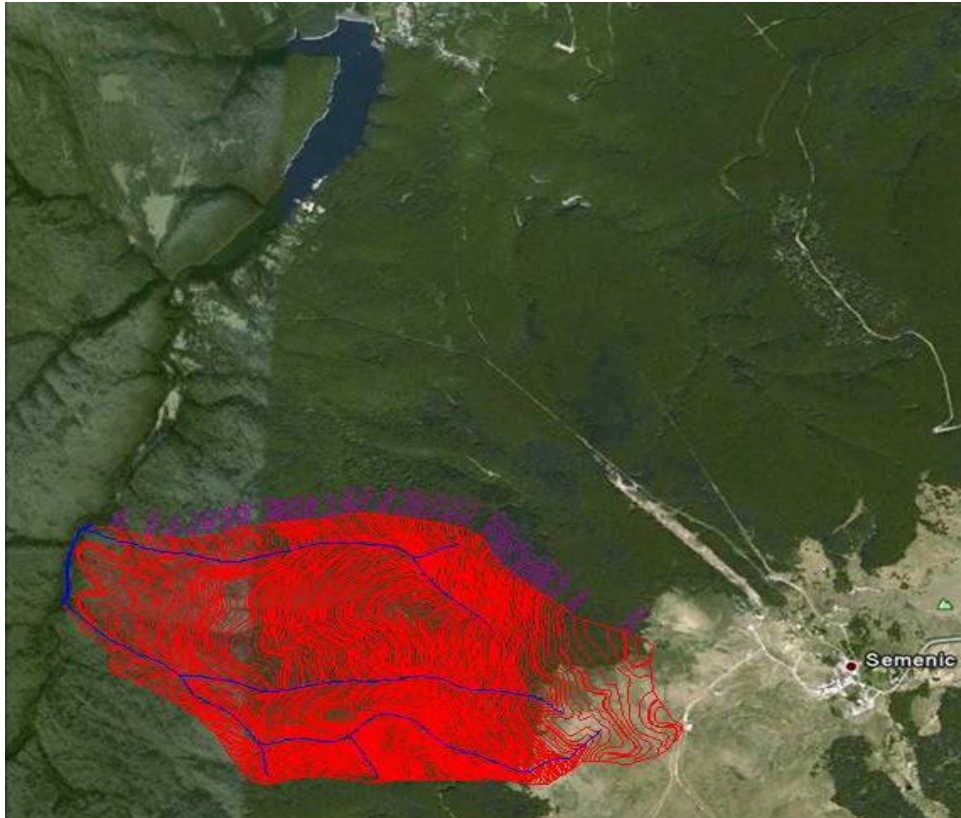


Figura 7.4 Localizarea perimetrului studiat

Pentru modelarea proceselor erozionale de pe versanții și albiile subbazinului hidrografic s-a folosit programul de modelare WEPP (Water Erosion Prediction Project).

Studiul de caz se bazează pe următoarele ipoteze:

- prezența diferitelor tipuri de sol;
- intensitate constantă a ploii pe toată suprafața subbazinelor hidrografice;
- folosința terenului este aceeași pe toată suprafața subbazinelor;
- nu există lucrări de combatere a eroziunii solului.

S-a aplicat modelul pentru fiecare sector de albie (ravenă), calculându-se cantitatea de sol pierdută în funcție de tipul de sol.

Subbazinul s-a împărțit în subbazinele aferente sectoarelor de albie ținându-se cont de direcția de curgere a apei. Se notează cu H subbazinele, iar cu C albiile (sectoarele de albie). Fiecare C are H-urile corespunzătoare. (figura 7.5)

Datele introduse în program sunt:

- folosința terenului – pădure;
- clima: - temperaturi și precipitații medii lunare;
- caracteristicile solurilor;
- suprafețele subbazinelor;
- caracteristicile albiilor: lățimea medie a albiei și tipul albiei (canal albie în zona de pădure).

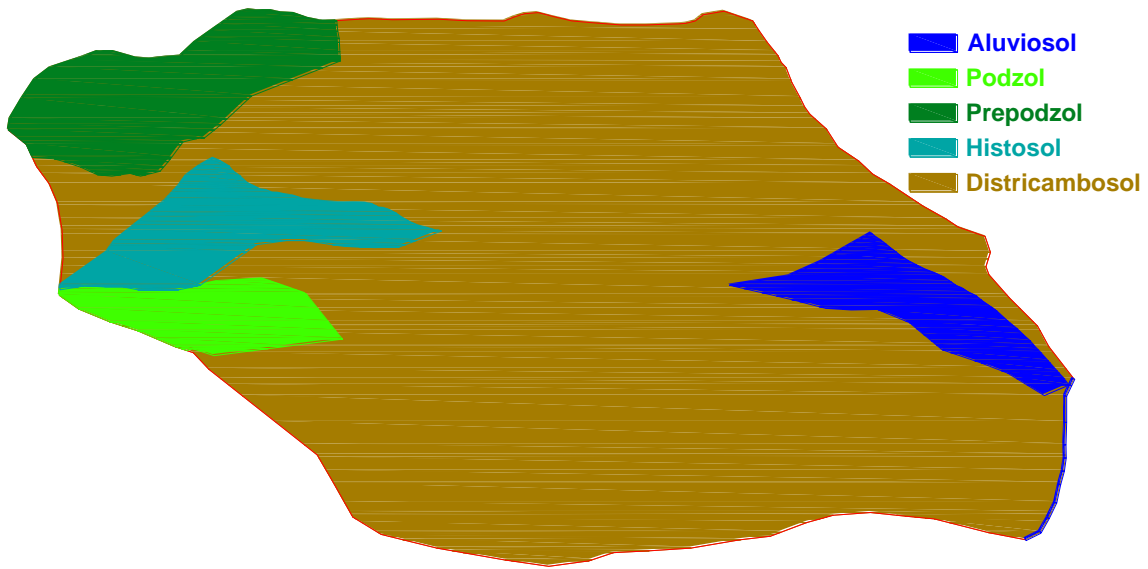


Figura 7.6 Distribuția solurilor pe subbazinul studiat

Schema subbazinului hidrografic, rezultată prin aplicarea programului WEPP, este prezentată în figura 7.7, iar schema rețelei hidrografice în figura 7.8. Rezultatele aplicării modelului WEPP – fișiere de ieșire sunt prezentate în anexa 1.

Pe lângă cantitățile de sol pierdute au rezultat și graficele de variație a proceselor de eroziune și depunere pe fiecare versant și ratele maxime de antrenare a particulelor de sol de pe fiecare versant (figurile 7.9-7.13). Se observă că în toate cazurile eroziunea se produce pe toată lungimea versantului.

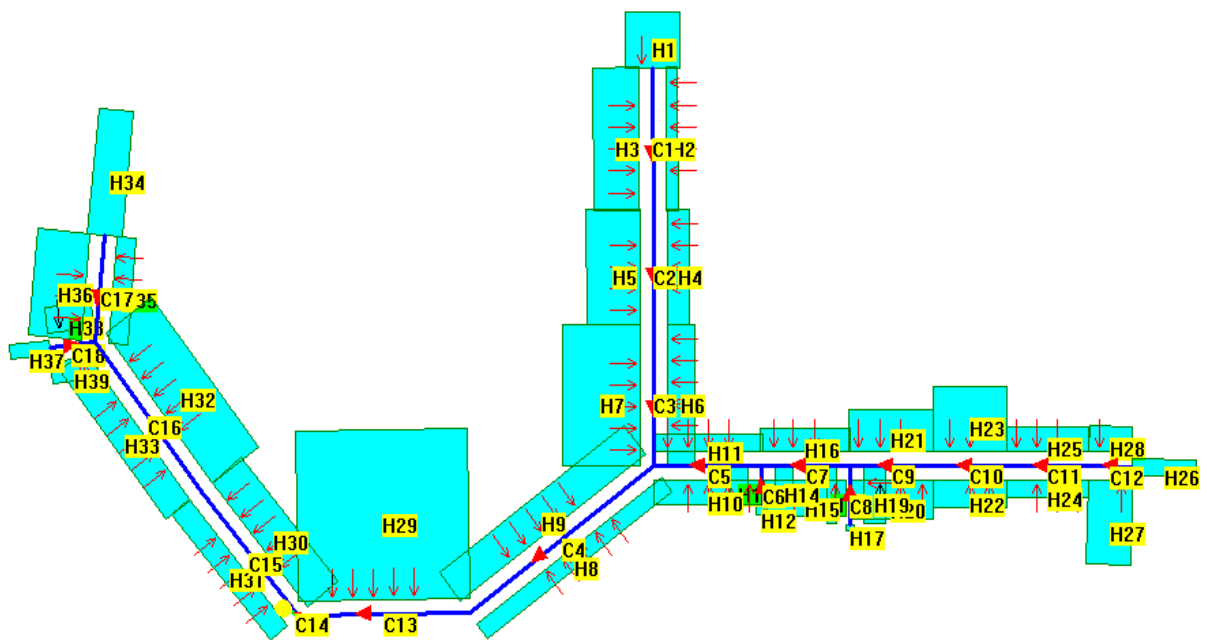


Figura 7.7 Schema bazinului hidrografic în WEPP

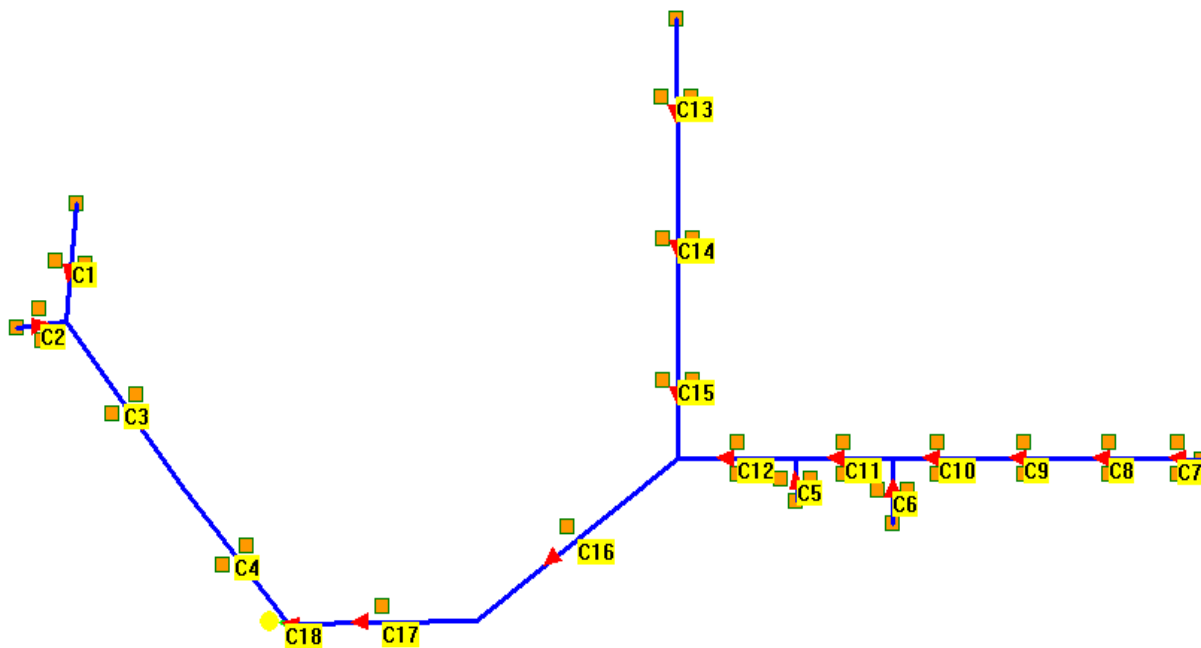


Figura 7.8 Schema rețelei hidrografice în WEPP cu subbazinele hidrografice aferente

Graficele de variație a proceselor de eroziune și depuneri

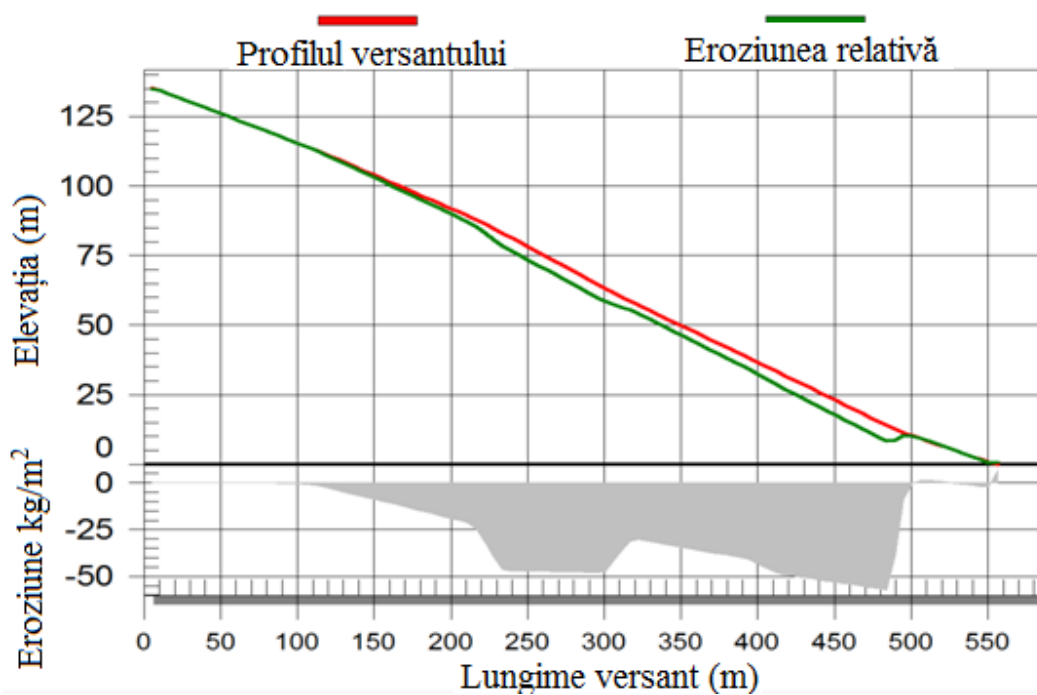


Figura 7.9 Evoluția procesului de eroziune pe versantul H2 (**Aluviosol**, antrenarea maximă a particulelor de sol la 484m – 57,1kg/m², depunerea maximă la 556m – 6,72kg/m²)

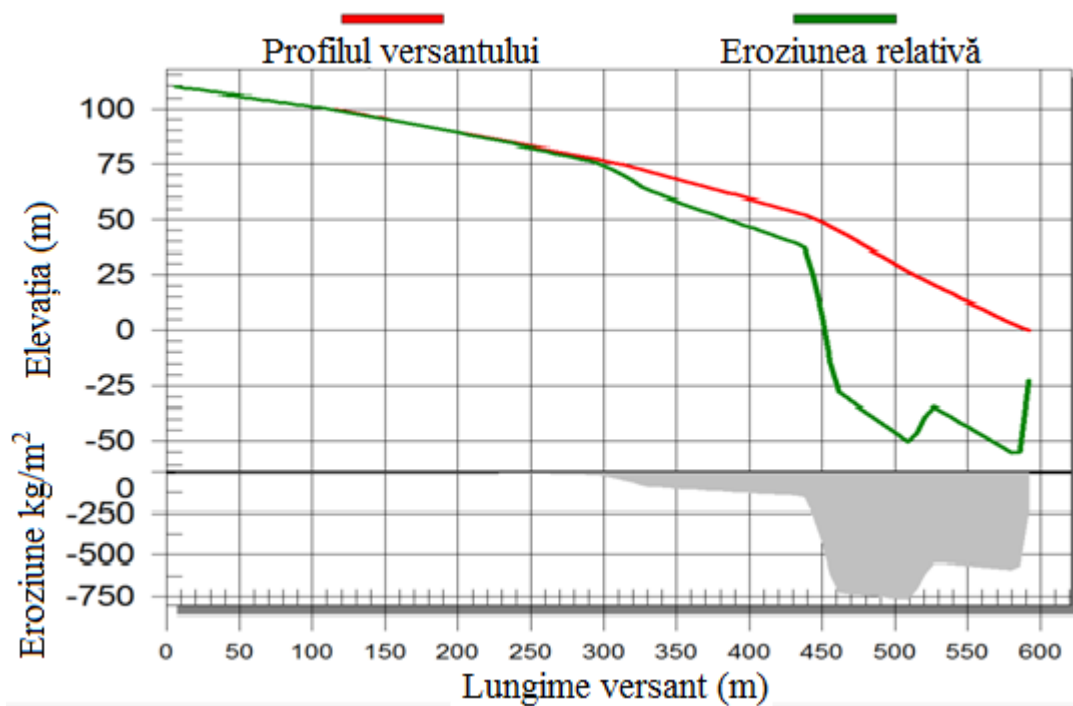


Figura 7.10 Evoluția procesului de eroziune pe versantul H8 (**Histosol**, antrenarea maximă a particulelor de sol la 509m – 767kg/m², fără depunere)

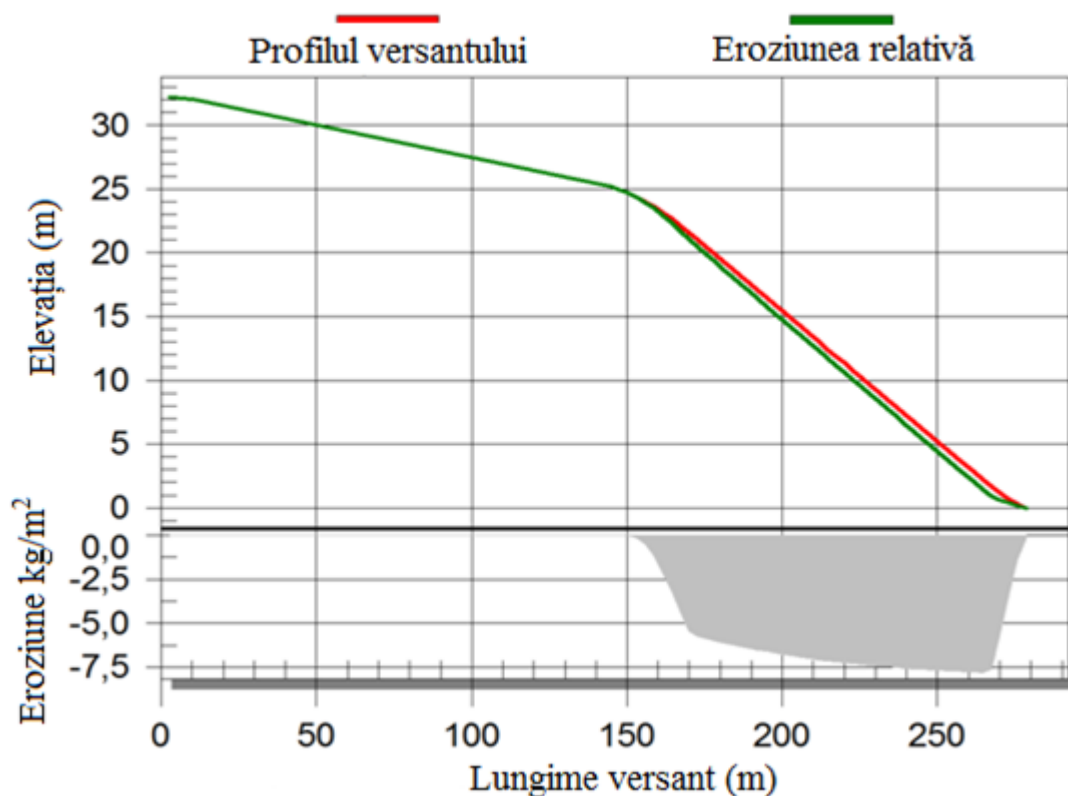


Figura 7.11 Evoluția procesului de eroziune pe versantul H26 (**Prepodzol**, antrenarea maximă a particulelor de sol la 264m – 7,79kg/m², fără depunere)

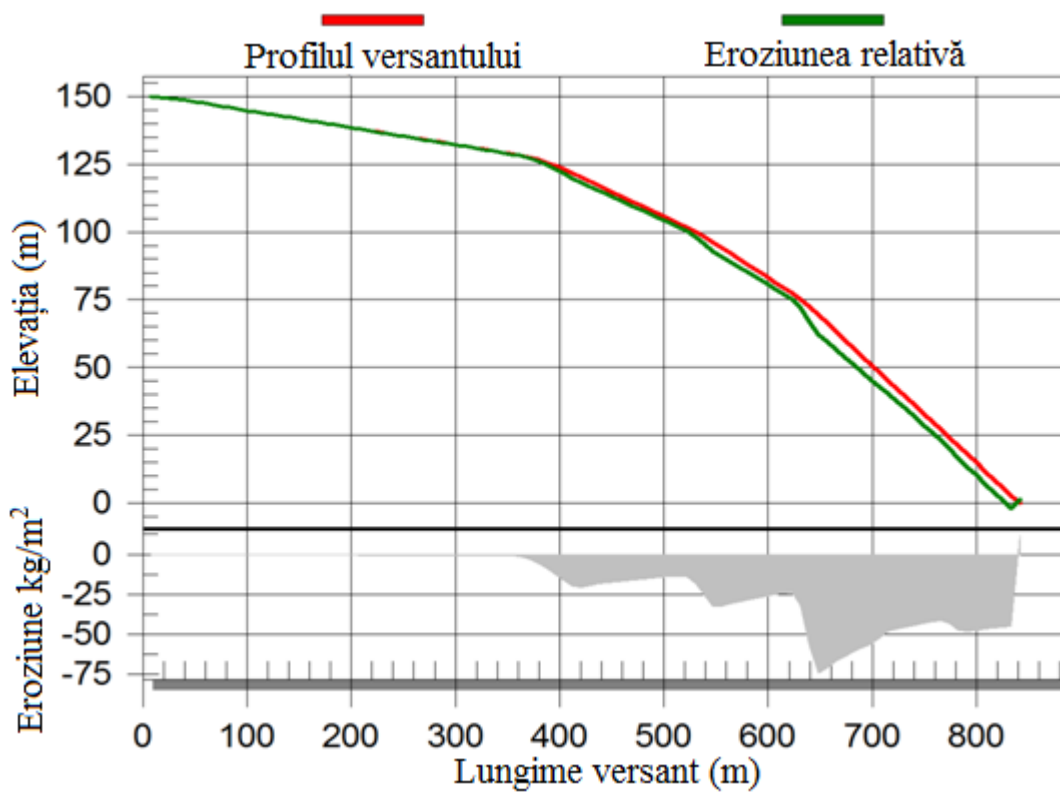


Figura 7.12 Evoluția procesului de eroziune pe versantul H29 (**Podzol**, antrenarea maximă a particulelor de sol la 648m – 74,2kg/m², depunerea maximă la 842m – 11,5 kg/m²)

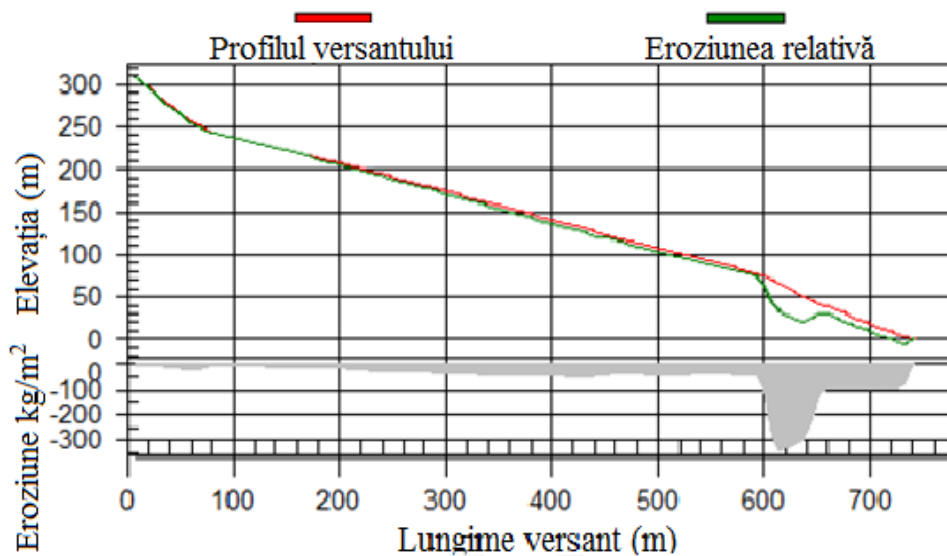


Figura 7.13 Evoluția procesului de eroziune pe versantul H6 (**Districambosol**, antrenarea maximă a particulelor de sol la 615m – 342kg/m², depunerea maximă la 741m – 10,5 kg/m²)

Tabelul 7.3 Rezultatele aplicării modelului WEPP pe întreg bazinul hidrografic

Numerotare versanți		Suprafață ha	Tip de sol	Volumul scurgerii (m ³)	Sol pierdut (kg)	Sediment depus (kg)	Sediment produs (kg)
Autocad	WEPP						
H1	Hill H8	10,663	districambosol	460,9	1346,7	0,0	1346,7
H2	Hill H9	20,796	aluviosol	1214,0	10023,3	0,0	10023,2
H3	Hill H7	44,586	districambosol	0,0	0,0	0,0	0,0
H4	Hill H6	15,716	districambosol	373,6	5104,9	0,0	5104,7
H5	Hill H4	10,295	districambosol	324,9	4965,9	0,0	4965,7
H6	Hill H5	24,991	districambosol	740,1	14470,4	20,4	14450,0
H7	Hill H2	6,587	districambosol	422,5	3581,7	0,0	3581,7
H8	Hill H3	26,551	histosol	656,9	2552,1	0,0	2552,1
H9	Hill H1	12,277	districambosol	556,3	1249,9	0,0	1247,9
H10	Hill H10	10,909	districambosol	300,6	3673,2	0,0	3673,2
H11	Hill H11	7,331	districambosol	700,1	4944,1	0,0	4944,1
H12	Hill H13	2,725	districambosol	253,7	2371,9	0,0	2371,8
H13	Hill H14	2,810	districambosol	94,9	1180,5	0,0	1180,5
H14	Hill H12	0,516	districambosol	28,4	187,1	0,0	187,1
H15	Hill H16	8,466	districambosol	783,5	10908,9	0,0	10908,7
H16	Hill H15	12,837	districambosol	261,2	5080,5	0,0	5080,7
H17	Hill H18	2,341	districambosol	287,3	2698,3	0,0	2698,4
H18	Hill H19	5,306	districambosol	176,7	3282,3	0,0	3282,3
H19	Hill H17	0,231	districambosol	13,2	27,1	0,0	27,1
H20	Hill H20	12,922	districambosol	251,0	4444,0	0,0	4444,0
H21	Hill H21	14,017	districambosol	602,4	12516,5	1,5	12514,9
H22	Hill H22	8,302	districambosol	229,2	3803,5	0,0	3803,6
H23	Hill H23	19,382	districambosol	469,0	9368,2	24,2	9344,0
H24	Hill H24	5,929	prepodzol	202,5	1942,6	0,0	1942,6
H25	Hill H25	8,193	prepodzol	743,1	11672,9	0,0	11673,0
H26	Hill H27	14,721	prepodzol	0,0	0,0	0,0	0,0
H27	Hill H28	4,340	prepodzol	0,0	0,0	0,0	0,0
H28	Hill H26	4,578	prepodzol	0,0	0,0	0,0	0,0
H29	Hill H34	17,575	podzol	0,0	0,0	0,0	0,0
H30	Hill H35	8,356	districambosol	262,9	2734,7	0,0	2734,7
H31	Hill H36	23,086	districambosol	645,3	10983,9	6,9	10977,1
H32	Hill H37	2,269	districambosol	36,2	563,1	0,0	563,2
H33	Hill H38	4,683	districambosol	284,5	3656,5	0,0	3656,5
H34	Hill H39	4,050	districambosol	117,9	1060,0	0,0	1060,0
H35	Hill H32	43,287	districambosol	1017,1	15284,1	4,2	15280,2
H36	Hill H33	23,277	districambosol	455,8	5305,6	0,0	5305,6
H37	Hill H30	25,003	districambosol	782,0	5840,6	0,0	5840,6
H38	Hill H31	14,270	districambosol	335,7	1706,7	0,0	1706,7
H39	Hill 29	58,027	districambosol	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL		542,203					

Pierderea medie de sol (kg/m²)

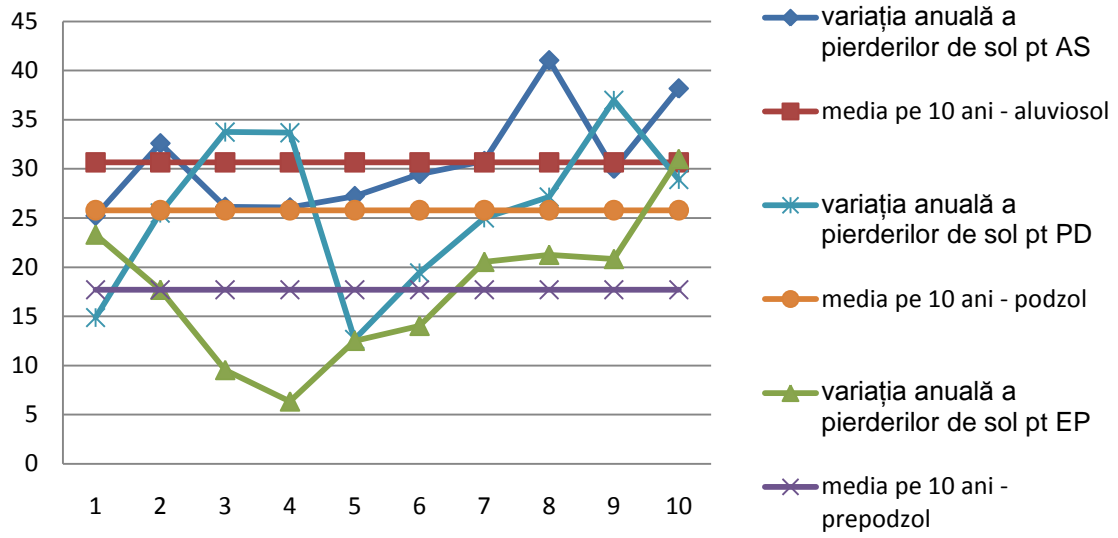


Figura 7.14 Valori comparative pe tipuri de sol

Concluzii și contribuții personale

- Resursele de sol la nivel global, foarte favorabile pentru obținerea hranei celor 7mld. locuitori sunt de circa 1 mld.ha; pentru România, solurile foarte favorabile reprezintă 26-27% din totalul suprafeței țării, ceea ce ilustrează potențialul agricol ridicat al țării;
- Deși solurile au capacități de reziliență, adică de a-și reveni la starea inițială, intensitatea degradării și poluării a condus la scoaterea din circuitul agricol a peste 1 mld.ha la nivel global dar și a degradărilor de diferite tipuri și intensități a 62% din suprafața României;
- Resursele de apă disponibile pentru populație reprezintă mai puțin de 1% din resursele de apă ale planetei, astfel că peste 1,2mld. oameni nu au acces la surse sigure de apă potabilă. Raportat la numărul de locuitori România se află la jumătatea inferioară a clasamentului european;
- Întrucât atât resursele de sol cât și cele de apă sunt limitate și sensibile la degradare și poluare, utilizarea sustenabilă și prevenirea poluării este o problemă de securitate națională;
- Pătrunderea poluanților în apele de suprafață și în cele subterane este însoțită de fenomene fizice, chimice și biochimice la suprafața de contact apă-sediment, de procese de dizolvare și transport;
- Sunt definite, pentru soluri, conceptele degradării, contaminării și poluării, sunt centralizate activitățile și poluanții anorganici și organici posibili a cauza poluarea solurilor în cazul depășirii pragurilor de alertă;
- Sunt analizate și dezvoltate teoretic mecanismele acidifierii antropice și de eroziune și posibilitățile de prevenire a degradărilor și tehnologiile depoluării apelor și solurilor;
- Cu o suprafață a bazinului de recepție de 1202km², bazinul hidrografic Bârzava își adună apele în principal din zona munților Semenic, Anina și Dognecea, munți cu o alcătuire geologică extrem de complexă și implicit cu o mare diversitate de roci și minerale. Cele patru lacuri de acumulare ale sistemului hidrotehnic au modificat regimul natural hidrologic al apelor de suprafață și subterane;
- Datele climatice de la stațiile meteorologice Semenic, Reșița și Banloc relevă un regim foarte bogat în precipitații pentru zona de munte 800-1400mm de 600-800mm în zona de deal și 500-600mm în zona de câmpie;
- Învelișul de soluri reflectă zonalitatea condițiilor naturale: Spodisoluri în zona de munte, Luvisoluri și Cambisoluri în zona dealurilor, în timp ce zona de câmpie are o mai mare varietate de soluri, de la Cernoziomuri și Gleiosoluri la Aluviosoluri, Vertosoluri – Pelosoluri, Solonețuri;
- Învelișul de soluri a fost modificat de procesele de degradare cauzate de activitatea industrială din Reșița ”producătoare” și de halde de steril, zgură și cenușă, iazuri de decantare; conținuturile de metale grele prezente în solurile din zona Combinatului Siderurgic Reșița relevă valori foarte mari pentru Cd, Ni, Zn și Pb;

- Datele analitice ale solurilor din zona Semenic (4 profile analizate), pentru Prepodzol, Podzol și Districambosol relevă o puternică acidifiere naturală și prezența orizonturilor spodice (Bhs, Es) cu textură grosieră sau mijlociu-grosieră și conținuturi mari de humus acid;
- O atenție specială a fost acordată Histosolului prezent pe Semenic, sol organic cu materie organică turbificată, fibrică și o mare capacitate de reținere a apei, de peste 850%, cu pH 3,6-4,2. Din arealul Histosolului se formează izvoare cu ape plate, extrem de pure ce se varsă în Bârzava în amonte de Crivaia. Datarea cu radiocarbon a arătat pentru stratul de la baza Histosolului o vechime de 6781 ani;
- În zona dealurilor, pe teritoriul Reșița și Bocșa, profilele de sol analizate și descrise (19 profile) amplasate pe versanți, au fost studiate și comparativ cu profilele de control situate pe culmea versantului și la bază pentru a se putea estima intensitatea eroziunii. Învelișul de soluri relevă predominarea Luvisolurilor și Cambisolurilor cu folosință agricolă, ușor erodabile datorită prezenței la suprafață a orizontului Ao cu textură mai grosieră și sărac în humus;
- În zona de câmpie, pe teritoriul Berzoviei (9 profile analizate), solurile au orizont B argic și în consecință sunt stagnice; pe versanți, orizontul de la suprafață a fost pierdut prin eroziune hidrică;
- Apele de suprafață din bazinul hidrografic Bârzava sunt afectate de o serie de surse punctiforme de poluare, cum sunt Aquacaraș Reșița și Bocșa, UCMR, TMK Reșița, Agrobanat Bocșa, Collini Berzovia, ferma zootehnică Gătaia, Cariera Doman, Exploatarea minieră Bocșa și o serie de surse difuze (amenajări, ferme, balastiere). Au fost constatate o serie de depășiri ale CMA, în special pentru metale grele și suspensii în cazul secțiunii Gătaia-Berzovia, aflate în aval de sursele de poluare menționate;
- Apele subterane monitorizate prin foraje au depășiri ale limitei maxim admise la azotiți, azotați, amoniu și substanțe organice în zonele Bocșa Română, Ghertenis, Gătaia;
- Fenomenele aluvionare se caracterizează prin trei faze distincte: antrenare, transport și depunere. Antrenarea particulelor se studiază în două variante: antrenarea particulelor izolate (cu metode bazate pe viteza critică de antrenare sau pe efortul tangențial critic de antrenare) și antrenarea particulelor în masă. Sedimentarea particulelor aluvionare are loc atunci când viteza apei scade sub viteza critică de sedimentare. Această analiză este necesară la proiectarea lucrărilor hidrotehnice situate atât pe versanții bazinului hidrografic, cât și pe ravene și în cursurile de apă, pentru a putea determina zonele unde se așteaptă eroziuni accelerate sau depuneri masive și de a putea lua măsurile necesare pentru reducerea efectelor negative ale acestora;
- Estimarea pierderilor de sol provocate de eroziunea hidrică s-a făcut prin metoda modelării fizice, metoda profilelor reconstituite și prin aplicarea modelului WEPP.;
- Modelarea fizică a avut la bază o ecuație a sedimentului produs, elaborată de Trott și Singer. Ecuația a fost dezvoltată în laboratorul Hidrotehnicii Timișoara, folosind un stand cu sol adus din bazinul hidrografic Bârzava și simulator de ploaie. A fost obținută o ecuație care include și procentul de humus din sol, pe lângă procentul de argilă, praf, caolinit și smectit. Eroziunea produce, conform calculelor, cantități maxime de sediment în cazul Luvisolurilor și Planosolurilor;
- Calcularea eroziunii de la declanșare până la momentul actual (100-200 ani) prin metoda profilelor reconstituite s-a făcut pentru solurile din teritoriul Reșița, Bocșa și Berzovia. Folosind relații de calcul s-a calculat cantitatea solul pierdut,

humusul, fosforul mobil și potasiul mobil pierdut prin eroziune. Cantitățile cele mai mari pierdute au fost la solurile cu orizont argic situate pe versanți la care s-au pierdut orizonturile A, E, EB și chiar o mare parte din orizontul Bt; este cazul Luvosolurilor și Preluvosolurilor la care pierderile ating valori de 3000-6500t/ha sol pierdut, sol ce conține substanțele nutritive (ex: humus – 205,92 t/ha la Bocșa, 9 kg azot, 15kg fosfor mobil, 5,5 kg potasiu mobil).

- Pentru prognoza fenomenelor erozionale, există pe plan mondial o serie de modele (CREAMS, EPIC, WEPP, USLE, RUSLE, PERFECT, etc.) dezvoltate recent, dar care nu îndeplinesc nici una toate cerințele unui model de prognoză complex (să elaboreze prognoze pe termen lung, să compare eficiența diferitelor moduri de folosință a terenului, să compare efectele date de diferiți factori de mediu și să prognozeze și efectele acestor procese asupra bazinului hidrografic). Alegerea modelului de prognoză depinde de scopul prognozei, perioada de timp pe care se dorește prognozarea și de particularitățile fenomenului studiat. Cel mai complet (după unii specialiști) este modelul WEPP, care este supus continuu îmbunătățirii.

Contribuții personale

- ✓ Stabilirea obiectivelor temei de cercetare a tezei de doctorat;
- ✓ Studiul bibliografic și referiri asupra lucrărilor științifice existente asupra spațiului ocupat de bazinul hidrografic Bârzava, interpretarea unor date analitice preluate din aceste lucrări;
- ✓ Contribuții la cunoașterea unor fenomene de poluare și degradare, cum ar fi acidifierea solurilor;
- ✓ Recunoașterea terenului, amplasarea unor profile de sol reprezentative, studiul lor morfogenetic, recoltarea probelor de sol și analizele fizico-chimice pentru solurile din zona montană și parțial din zona de deal;
- ✓ Realizarea graficelor și interpretarea analizelor de apă;
- ✓ Realizarea unor modelări fizice pentru estimarea erodabilității solului, realizarea standului și modificarea unei ecuații a sedimentului produs prin eroziune controlată cu elaborarea unui nou parametru;
- ✓ Estimarea pierderilor de sol prin metoda profilelor reconstituite, cu profile amplasate pe versanți omogeni;
- ✓ Evaluarea scurgerii solide prin aplicarea modelului WEPP pentru diferiți versanți din bazinul superior de recepție al Bârzavei;
- ✓ Stabilirea și propunerea unor măsuri tehnice inginerești, de prevenire a unor riscuri și accidente ecologice în bazinul hidrografic Bârzava;
- ✓ Conceperea și elaborarea tezei, care cuprinde 7 capitole plus bibliografie și anexe, pe 268 pagini; realizarea unor harți, diagrame și grafice – 136, tabele cu date analitice – 71 și 136 ecuații matematice și chimice.

Bibliografie

1. Abagiu P., Munteanu S., Gașpar R., 1973, *Cercetări asupra rolului hidrologic al pădurii în bazinele hidrografice mici*, ICAS, vol.XXXIX, Editura Ceres, București;
2. Ballz R., 1997, *Alunecările stabilitatea versanților*, Editura Ceres, București;
3. Barrow C.J., 1998, *River basin planning and development: a critical review*, World Dev 26,pg. 171-186;
4. Barshad I., 1964, *Chemistry of soil development*, Ed. Bear, Rheinbold;
5. Bâcov A., 1978, *Combaterea eroziunii solului*, curs litografiat, IPTV Timișoara;
6. Beilicci E.B., 2006, *Cercetări privind efectul scurgerii solide asupra spațiului hidrografic*, teză de doctorat;
7. Berar U., Ionescu V., Giurma I., Ionescu V., *Modele matematice pentru combaterea eroziunii solului*, Editura Junimea, 1983
8. Berca M., 1998, *Strategii pentru protecția mediului și gestiunea resurselor*, Editura Grant, București;
9. Beutură D., Rogobete Gh., 2006, *Impact of the inundations 2005 year upon the soils in the Low Plaine of Banat*, Factori și procese, vol.5, Editura Al.I. Cuza, Iași, pg. 45-51;
10. Bica Ioan, 1998, *Poluarea acviferelor, tehnici de remediere*, Editura HGA, București;
11. Blake I., 2005, *Acid rain and soil acidification*, Enciclopedia of Soils, vol.1, Elsevier Academic Press;
12. Boyle H., 2005, *Forest Soils*, Enciclopedia of Soils, vol.2, Elsevier Academic Press;
13. Bojin T., 2004, *Resurse de apă*, curs postuniversitar “Managementul integrat al apelor”
14. Borza I., Coste I., 2003, *Ecologia și protecția mediului*, Editura Eurobit, Timișoara;
15. Bridges E.M., Batjes N.M., Nachtergaele F.O., 1998, *World Reference Base for Soil Resources - Atlas*, I.S.S.S. – Acco Leuven, Belgium;
16. Brown L. R, *Probleme globale ale omenirii. Starea lumii*, 1992, Editura Tehnică, București;
17. Burroughs E.R., Luce CH., Phillips F., 1992, *Estimating interrill erodibility of forest soils*, Transactions of ASAE 35(5);
18. Carvalho N.O., *Hidrosedimentologia practica*, 1994, CPRM, Electrobas, Brasil;
19. Canarache A., Vintilă I., Munteanu I., 2006, *Elseviers Dictionary of Soil Science*;
20. Chiriță C., Păunescu C., Teaci D., 1967, *Solurile României*, București;
21. Crețu Gh., 1976, *Economia apelor*, Editura Didactică și Pedagogică, București;
22. Crețu Gh., 1978, *Hidrologie și hidrogeologie*, curs litografiat IPTV Timișoara;
23. Crețu Gh., 1980, *Hidrologie*, vol. I și II, Editura Universității Politehnica, Timișoara;
24. Conea A., Vintilă I., Canarache A., 1977, *Dicționar de Știința Solului*, Editura Științifică și Enciclopedică, București;
25. Constantinescu L., Rogobete Gh., Nemeș I, Grozav A., 2005, *Research concerning the landslides in Caraș-Severin county*, Buletinul Științific al Universității “Politehnica” din Timișoara-Tomul49 (63), Fascicola 1, Editura Politehnica, pg. 122-125;

26. Coste I., Țărău D., Rogobete Gh., 1997, *Tendențe ale evoluției mediului în sud-vestul României*, Simpozion Național de Pedologie, Timișoara;
27. Coste I., 2003, *Vegetația naturală a Banatului și Crișanei*, Conferința Știința Solului Timișoara, Editura Estfalia, București;
28. Costescu I. A., 2008, *Managementul integrat al calității solurilor și a apelor de suprafață din bazinul hidrografic Bega*, Teză de doctorat, Editura Politehnica, Timișoara;
29. Coteș P., 1973, *Geomorfologia României*, Editura Tehnică, București;
30. Covaci D., 2002, *Cercetări privind ameliorarea solurilor erodate din județul Caraș-Severin, cu referire specială asupra bazinului hidrografic Pogăniș*, teză de doctorat, Universitatea Politehnica Timișoara;
31. De Laune R.D., Reddy K.R., 2005, *Redox Potential*, Enciclopedia of Soils in the Environment, vol.2, Elsevier Academic Press;
32. Deckers J.A., Nachtergaele F.O., Spaargaren O.C., 1998, *World Reference Base for Soil Resources - Introduction*, I.S.S.S. – Acco Leuven, Belgium;
33. Di Silvio G., 1998, *Soil erosion and conservation* – lecture notes, International Institute for Hydraulic and Environmental Engineering, Delft, The Netherlands;
34. Drobot R., 1997, *Bazele statistice ale hidrologiei*, Editura Didactică și Pedagogică, București;
35. Dumitru M., Răuță C., Gamet E., 1994, *Metodologia de identificare, inventariere a lacurilor poluate*, Publicația SNRSS, nr.28F, București;
36. Dumitru M., Răuță C., Toti M., Gamet E., 1994, *Evaluarea gradului de poluare a solului*, Publicația SNRSS, nr.28E, București;
37. Dumitru M. și colab., 1998, *Monitoringul stării de calitate a solurilor din România*, vol. I, Editura Publicistică București;
38. Dumitru M. și colab., 1998, *Monitoringul stării de calitate a solurilor din România*, vol. II, Editura Publicistică București;
39. Dumitru M., Ștefănescu S., 2000, *Scheme agroambientale în contextul dezvoltării rurale*, Știința Solului, nr.2, vol.XXXIV, București;
40. Dumitru M., 2002, *Starea agrochimică a solurilor în România*, Știința Solului, seria a III-a, vol.XXXVI, București;
41. Dumitru M. și colab., 2004, *Privire generală asupra monitoringului calității solului*, Publicație SNRSS, Conf. Timișoara, vol.1, nr.34A, București;
42. Eswaran H., Reich F., 2005, *World soil map*, ESE vol.4, Elsevier;
43. Feth H.D., 1990, *Fundamentals of soil science*, John Willey and Sons, New York;
44. Florea J., Petrovici T., Robescu D., Stamatoiu D., 1989, *Dinamica fluidelor polifazice*, Editura Tehnică, București;
45. Florea N., Munteanu I., 2003, *Sistemul Român de Taxonomie a Solurilor*, Editura Estfalia, București;
46. Florea N., Ilie L., Răducu D., 2005, *Morfologia și geneza solului*, USAMV București;
47. Frățilă E. C., *Structura și regenerarea naturală a arboretelor din ecosistemele de fâgete de mare altitudine din Banat*, 1999, teză de doctorat;
48. Giurgiu V., 2005, *Pădurea și modificările de mediu*, Silvologie IV A, Editura Academiei Române, București;
49. Grozav A., 2007, *Environmental pollution in the catchment area Bârzava*, Lucrări științifice agricultură, Parte a II-a, 4th session – Ecological restoration and management of rural environment, Editura Agroprint, Timișoara, pg 55-58;

50. Grozav A., 2007, *Calitatea apei în bazinul hidrografic Bârzava*, Workshop Managementul integrat al apei, Ediția a III-a, Editura Orizonturi Universitare, Timișoara, T3_05, 32 pagini;
51. Grozav A., Rogobete Gh., 2010, *The environmental effects of iron ore exploitation from Boul Peak-Poiana Ruscă Mountains*, Global and regional environmental protection, vol 1, Editura Politehnica, Timișoara, pg 60-68;
52. Grozav A., Rogobete Gh., 2010, "Histosols and some other reference soils from the Semenic mountains – România", Research journal of agricultural science, vol.42 (3)1-908, Editura Agroprint, Timișoara, pag. 149-153;
53. Hernea C., Vișoiu D., Chisăliță I., Dragomir P., 2008, *The comparative study of afforestation in the perimeters Calina and Bocșa*, Lucrările științifice USAMVB, Editura Agroprint, Timișoara, pg. 603-606;
54. Ianoș Gh., Rogobete Gh., 1989, *Eroziunea solurilor în județul Caraș-Severin și măsurile de ameliorare*, Publicație SNRSS, nr.26, ASAS București, pg.77-89;
55. Ianoș Gh., Rogobete Gh., Pușcă I., Borza I., Țărău D., 1994, *Evoluția Câmpiei Banatului de la faza submersă la starea actuală*, Publicația SNRSS, nr.28C, București;
56. Ianoș Gh., Pușcă I., Goian M., 1997, *Solurile Banatului*, Editura Mirton, Timișoara;
57. Ianoș Gh., 2006, *Riscuri naturale și tehnogene pe terenurile agricole ale Banatului*, Editura Universității de Vest, Timișoara;
58. Ichim I., Bătucă D., Rădoane M., 1989, *Morfologia și dinamica albiilor de râuri*, Editura Tehnică, București;
59. Jones A., Montanarella L., Jones R., 2001, *Soil Atlas of Europe*;
60. Julien P.Y., 1982, *Prediction d'apport solide pluvial et nival dans les cours d'eau Nordiques a partir du ruissellement superficiel*, Ph.D. dissertation, Laval University, Quebec;
61. Julien P.Y., Simons D.B., 1985, *Sediment transport capacity of overland flow*, Transactions of the ASAE, vol.23;
62. Kemper W.D., Rosenau R.C., 1986, *Aggregate stability and size distribution, Method of Soil Analysis*, part 1. 2 nd, Ed.Am.Soc. of Agron., Soil Sci Soc of Am;
63. Laflen J.M., Moldenhauer W.C., 2003, *The USLE story*, WASWC;
64. Marinică I., Borza I., 2007, *Performanțele și limitele lucrărilor de conservare, închidere și ecologizare a iazurilor de decantare din Caraș-Severin*, Lucrările științifice USAMVB, Editura Agroprint, Timișoara, pg. 115-118;
65. Marshall E.C., 1977, *The physical chemistry and mineralogy of soils*, Editura John Wiley;
66. Mercy Cl. Von, 1725, *Der Temeschwarer Bannat Karte*, Wienn;
67. Mermaud A., 1998, *Elements de physique du sol*, Editura HGA, București;
68. Mokma D., 2005, "*Organic Soils*", Enciclopedia of Soils, Elsevier, Academic Press, Oxford;
69. Moțoc M., Munteanu V., 1975, *Eroziunea solurilor și metodele de combatere*, Editura Ceres, București;
70. Moțoc M., Vătau A., 1992, *Indicatori privind eroziunea solului*, Mediul înconjurător, vol.3, București;
71. Munteanu I., 1969, *Solurile pseudogleice din regiunea de câmpie și de piemonturi din vestul României și problemele lor ameliorative*, Știința Solului, nr.4;
72. Munteanu I., 1994, *Solurile României în sistemele de clasificare internațională*, Știința Solului, nr.3-4, București;

73. Munteanu I., 2007, *Despre evoluțiile recente în sistemele internaționale de clasificare a solurilor: Baza mondială de referință pentru resursele de sol (WRB) și Sistemul American, USDA-Soil Taxonomy*, Revista de Știința Solului, vol XLI, București;
74. Murray B., McBride, 1994, *Environmental chemistry of soils*, Oxford University Press;
75. Mutihac, V., Ionesi, I., 1974, *Geologia României*, Editura Tehnică, București;
76. Nagy M.C., 2008, *Optimizarea funcționării unui sistem de gospodărire a apelor în perioade secetoase*, Teză de doctorat;
77. Neag Gh., 1997, *Depoluarea solurilor și apelor subterane*, Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca;
78. Neamțu T., 1996, *Ecologie, eroziune și agrotehnică antierozională*, Editura Ceres, București;
79. Nemeș I., Constantinescu L., Grozav A., Beilicci E., 2007, *The erosion process in the Caraș-Severin county*, microCAD 2007 International Scientific Conference, Miskolc, Ungaria, pg. 99-104;
80. Oanea N., Rogobete Gh., 1977, *Pedologie generală și ameliorativă*, Editura Didactică și Pedagogică, București;
81. Oncescu N., 1965, *Geologia României*, Editura Tehnică, București;
82. Popovici N., 1991, *Combaterea eroziunii solului*, curs litografiat Institutul Politehnic Iași;
83. Posea Gr., 1995, *Câmpia de Vest a României*, Editura F. România Mare, București;
84. Pușcă I., Borza I., Dragan I., Rogobete Gh., Ianoș Gh., 1987, *Solurile grele și tasate afectate de exces de umiditate din Banat*, Publicație SNRSS, nr.23C, București;
85. Pușcă I., 2002, *Câmpia Banatului*, Fundația Națională "Satul Românesc", București;
86. Rădulescu H., 2001, *Poluare și tehnici de depoluare a mediului*, Editura Eurobit, Timișoara;
87. Rogobete Gh., 1993, *Știința Solului*, Editura Mirton, Timișoara;
88. Rogobete Gh., 1993, *Fenomene de subsidență a terenurilor agricole în județul Timiș*, Analele Univ. de Vest, Geografie, vol.2, Timișoara;
89. Rogobete Gh., Constantinescu L., Ianoș Gh., 1995, *Relația rocă-material parental-sol și influența ei asupra compoziției mineralogice a solurilor din Banat*, Factori și procese pedogenetice, vol.2, Univ.Al. I. Cuza, Iași;
90. Rogobete Gh., Ionescu N., Constantinescu L., 1995, *Study of the pollution degree of the agricultural land of Banat*, Buletinul Științific al Universității "Politehnica" din Timișoara, Seria Hidrotehnica, Timișoara, pg. 57-70;
91. Rogobete Gh., Țărău D., 1997, *Solurile și ameliorarea lor. Solurile Banatului*, Editura Marineasa, Timișoara;
92. Rogobete Gh., Țărău D., Chisăliță Gh., 1997, *Aspecte ale degradării mediului prin alunecări de teren în Banat*, Cercetări interdisciplinare România-Yugoslavia-Ungaria, Editura Mirton, Timișoara;
93. Rogobete Gh., Țărău D., Covaci D., 1998, *Eroziunea solului și metode de evaluare în b. h. Pogăniș*, Analele Univ. Iași, seria Geografie;
94. Rogobete Gh., Țărău D., Țărău I., 1998, *Aspecte ale degradării mediului prin alunecări de teren în Banat*, Cercetare interdisciplinară, Editura Mirton, Timișoara, pg.354-360;
95. Rogobete Gh., Țărău D., Tudor V., Țărău I., Chisăliță Gh., Popovici E., Beutură D., Bertici R., Lozici L., 1998, *Efectele activităților industriale miniere și*

- urbane asupra mediului din sud-vestul României*, Protecția Mediului în Agricultură, ICPA, București;
96. Rogobete Gh., 2001, ***Harta solurilor din Banat, conform SRTS***, vol. Simpozion IF., Editura Politehnica, Timișoara, 144-149;
 97. Rogobete Gh., Grozav A., 2004, ***Researches for the pollution phenomena of soil and water in the catchment area Bârzava***, Buletinul Științific al Universității “Politehnica” din Timișoara, Seria Hidrotehnica, Tomul 49 (63), Fascicola 1, 2, Editura Politehnica, pg.39-42;
 98. Rogobete Gh., Constantinescu L., Nemeș I., 2005, ***Research concerning the use of entiantropic soils in SW Romania***, Buletinul Științific al Universității “Politehnica” din Timișoara, Seria Hidrotehnica, pg.158-161;
 99. Rogobete Gh., 2006, ***Feroliza proces de formare și evoluție a solurilor***, Conf. XVIII-a de Știința Solului, Cluj-Napoca;
 100. Rogobete Gh., Nemeș I., Grozav A., Covaci C., 2006, ***Erosion hazard and surface runoff in the agricultural and forest soils from hydrographical basin Bârzava, Caraș-Severin county***, The 2nd International Symposium “Preventing and Fighting Hydrological Disasters”, Timisoara, pg. 66, T3.15;
 101. Rogobete Gh., Beutură D., Bertici R., Grozav A., 2006, ***Land degradation phenomena in the oldest paddy in Romania-Banloc***, Proceedings 41st Croatian&1st International Symposium On Agriculture, Opatija- Croatia, pg. 275-276;
 102. Rogobete Gh., Ianoș Gh., 2007, ***Implementarea SRTS pentru partea de vest a României***, OSPA Timișoara;
 103. Rogobete Gh., Grozav A., 2007, ***Hydric soils of Banat***, Lucrări științifice agricultură, Parte a II-a, 4rd session – Ecological restauration and management of rural environment, Editura Agroprint, Timișoara, pg 309-314;
 104. Rogobete Gh., Grozav A., Beutură D., Nemeș I., 2007, ***Soil acidification by ferrolisis in a pedological sequence of Muntele Mic, Caraș-Severin county***, Factori și procese pedogenetice din zona temperată, vol.6, Editura Universității “Al. I. Cuza”, Iași, pg. 67-74;
 105. Rogobete Gh., Grozav A., Adam I., 2008, ***Forest-belt in the Banat Plain for environmental protection***, XXIVth Conference of the Danubian Countries on the Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management, Bled, Slovenia, pg. 197;
 106. Rogobete Gh., 2009, ***Feroliza ca proces de formare a solului***, Știința Solului nr.1, vol XLIII, pg. 29-37;
 107. Roșu C., 1999, ***Gospodărirea apelor***, Editura Orizonturi Universitare, Timișoara;
 108. Roșu C., Crețu Gh.,1998, ***Inundații accidentale***, Editura HGA, București;
 109. Rösch M., Fischer E., 1999, ***A radiocarbon dated Holocene pollen profile from the Banat mountains***, Flora (2000), 195 Verlag;
 110. Rubin H and Buddemeier, 2002, ***Journal of Environmental Science and Health***, A37(10), 1781-1812;
 111. Rubin H, Narkis N., Carberry J., 1998, ***Contamination and Reclamation***, p 3-17, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg;
 112. Ruh-Ming L., Shen H.W., Simons D.B., 1973, ***Mechanics of soil erosion by overland flow***, IAHR Congress XV, Turcia;
 113. Sabău N.C., 1997, ***Impactul lucrărilor hidroameliorative asupra solurilor sin perimetrul Valea Ier***, Edituta Univ. Oradea;

114. Sabău N.C., Domuța C., Berchez O., 2002, ***Geneza, degradarea și poluarea solului***, Editura Univ. din Oradea;
115. Sabău N.C., 2010, ***The experimental determination of a needed parameters for reversibility checking drainage – subirrigation, with drensuber soft in Avram Iancu drainage field, Bihor county***, Research journal of agricultural science, vol.42 (3)1-908, Editura Agroprint, Timișoara, pag. 289-301;
116. Stroie L.D., 2009, ***Stabilizarea haldelor de steril din Banat și impactul asupra mediului și populației***, Teză de doctorat, Editura Politehnica, Timisoara;
117. Serban P., 1995, ***Modele hidrologice deterministe***, Editura Didactică și Pedagogică, București;
118. Șerban P., 2005, ***Planul de management al Spațiului Hidrografic Banat***, Raport 2004, Timișoara;
119. Țărău D., Rogobete Gh., Borza I., Beutură D., 2000, ***Acid soils from Banat, their actual state and improvement requirements***, CIEC, International Symposium, Suceava;
120. Țărău D., Luca M., 2002, ***Panoptic al comunelor bănățene***, Editura Marineasa, Timișoara;
121. Țărău D., Rogobete Gh., Borza I., Pușcă I., Fomitescu C., 2002, ***Evolution of the natural, ecopedological conditions in south west Romania as regards of production capacities***, Soil Science, vol. XXXVI, nr.1, București;
122. Traci C., Costin E., 1966, ***Terenurile degradate și valorificarea lor pe cale forestieră***, Editura Agrosilvică, București;
123. Ujvari I., 1972, ***Geografia apelor României***, Editura Științifică, București;
124. Varduca A., 1997, ***Hydrochimie și poluarea chimică a apelor***, Editura HGA București;
125. Varduca A., 2000, ***Protecția calității apelor***, Editura HGA București;
126. Vlaicu I., 2006, ***Alimentarea cu apă corelată cu epurarea apelor uzate – condiție obligatorie pentru o dezvoltare durabilă***, curs postuniversitar “Managementul integrat al apelor”
127. Vișan S., Crețu S., Alpopi C., 1998, ***Mediul înconjurător. Poluare și protecție***, Editura Economică, București;
128. Wilding L.P., Smeck N.E., Hall G.F., 1983, ***Pedogenesis and soils taxonomy***, Elsevier, Amsterdam-Oxford;
129. Williams J.R., Dyke P.T., Jones C.A., 1983, ***EPIC: a model for assessing the effects of erosion on soil productivity***, Elsevier, Amsterdam;
130. Wilson B.N., 1993, ***Development of a fundamentally based detachment model***, Transactions of ASAE 36(4);
131. Wischmeier W.H., Smith D.D., 1960, ***A universal soil-loss equation to guide conservation farm planning***, Proc. Of Seventh International Congress of Soil Science, 418-425;
132. Wischmeier W.H., Mannering J.V., 1969, ***Relation of soil properties to its erodibility***, Soil Sci. Soc. Of Am. Proc. 33, 131-137;
133. Wunderlich J., 2000, ***Soil erosion and environmental change***, ESSC, Newsletter, 3-4;
134. Zamfirescu F., Comșa R., Matei L., 1985, ***Rocile argiloase în practica inginerescă***, Editura Tehnică, București;
135. ***Atlasul climatologic, 1966, IMH București;
136. ***Atlasul României, 1976, Editura Academiei, București;

137. ***Baza de date S.G.A. Timiș, Administrația Bazinală a Apelor Banat;
138. ***Baza de date S.G.A. Caraș-Severin;
139. ***Directiva Cadru a Apei 60/2000 EEC;
140. ***Harta geologică Timișoara, sc1:200000, 1968, Institutul Geologic București;
141. ***Institutul Național de Hidrologie și Gospodărire a Apelor, 2003, Strategia Națională a Apelor;
142. ***Îndrumări tehnice pentru amenajarea bazinelor hidrografice torențiale (împădurirea terenurilor degradate, hidrologie forestieră și hidrologia torenților), Ministerul silviculturii;
143. ***Legea Apelor 107/1996 cu modificările și completările ulterioare;
144. ***Legea Protecției Mediului 137/1995;
145. ***Metodologia elaborării studiilor pedologice, vol.:I, II, III, 1987, ASAS-ICPA București;
146. ***Monitorul Oficial al României nr.398/11.05.2005-HG 352/2005;
147. ***Ordin 1146/2002;
148. ***Raport privind starea mediului în județul Caraș-Severin, 2000-2009, Ministerul apelor și Protecției Mediului;
149. ***Raport privind starea mediului în anul 2007, ANPM;
150. ***Studiu pedologic pentru bonitarea și caracterizarea tehnologică a terenurilor agricole pentru cadastru calitativ – comuna *Berzovia*, jud. Caraș-Severin, 2003, OSPA Timișoara;
151. ***Studii pedologice complexe și de bonitarea terenurilor agricole – teritoriul administrativ al orașului *Bocșa* și comuna Ocna de Fier, jud. Caraș-Severin, 1972, OSPA Timișoara;
152. ***Studiu pedologic pentru bonitarea și caracterizarea tehnologică a terenurilor agricole pentru cadastru calitativ – comuna *Gătaia* jud. Timiș, 1993, OSPA Timișoara;
153. ***Studiul privind inventarierea terenurilor degradate din fondul funciar agricol în scopul aducerii terenurilor în circuitul productiv – județul Timiș, 2000, OSPA Timișoara;
154. ***Mediul înconjurător, vol. IV, nr.3/1993, Institutul de Cercetări și Ingineria Mediului, București;
155. ***Planul de Management al Spațiului Hidrografic Banat, Direcția Apelor Banat;
156. ***Planul Local de Acțiune pentru Protecția Mediului, județul Caraș-Severin, 2003;
157. ***REMEDIU – Revista de mediu iulie – septembrie, 1997;
158. ***Starea mediului în județul Caraș-Severin, 1995-2009;
159. ***WRB-SR, Philadelphia, 2006;
160. ***www.apmcs.ro;
161. ***www.enrin.grida.ro;
162. ***www.eusoils.jrc.ec.europa.eu;
163. ***www.fao.org;
164. ***www.icpa.ro;
165. ***www.library.uq.edu.au;
166. ***www.recromania.ro;
167. ***www.rowater.ro/dabanat;
168. ***www.sciencealert.com.au
169. ***www.soilerosioncontrol;

170. ***www.spectral.ro;
171. ***WEPP User's manual, USDA-Ars, Purdue University, USA.