

**UNIVERSITATEA “BABEȘ – BOLYAI” CLUJ - NAPOCA  
FACULTATEA DE GEOGRAFIE  
CATEDRA DE GEOGRAFIE FIZICĂ**

**Szócs Anikó**

**HIDROCHIMIA ȘI POLUAREA RÂURILOR DIN  
BAZINUL HIDROGRAFIC SUPERIOR ȘI MIJLOCIU  
AL MUREȘULUI**

*Rezumatul tezei de doctorat*

**COORDONATOR ȘTIINȚIFIC  
Prof.Univ.Dr. Sorocovschi Victor**

**Cluj-Napoca, 2010**

## CUPRINS

<b>Introducere</b>	
<b>1. Elemente de unitate teritorială și subordonare regională.....</b>	<b>5</b>
1.1. Așezare geografică și limite.....	5
1.2. Elemente de subordonare regională în spațiul geografic al bazinului hidrografic al Mureșului superior și mijlociu.....	6
1.2.1. Unități de relief din sectorul montan subordonate bazinului hidrografic al Mureșului.....	7
1.2.2. Unități de relief din sectorul subcarpatic subordonate bazinului hidrografic al Mureșului.....	16
1.2.3. Unități de relief din sectorul de podiș subordonate bazinului hidrografic al Mureșului.....	20
<b>2. Sistemul factorilor geografici care determină chimismul râurilor din bazinul hidrografic al Mureșului.....</b>	<b>26</b>
2.1. Substratul geologic.....	26
2.2. Relieful.....	34
2.3. Clima .....	41
2.4. Condiții hidrologice.....	48
2.5. Elemente fito-pedogeografice: vegetație, soluri.....	52
2.6. Modul de utilizare a terenurilor.....	61
2.7. Factorul antropic.....	63
<b>3. Chimismul apei râurilor din bazinul hidrografic al Mureșului superior și mijlociu.....</b>	<b>65</b>
3.1. Considerații generale.....	65
3.2. Regimul mineralizării apei râurilor.....	66
3.2.1. Variația anuală a mineralizării.....	66
3.2.2. Variația lunară a mineralizării.....	70
3.3. Tipurile hidrochimice.....	73
3.4. Compoziția chimică a râurilor.....	78
3.4.1. Bilanțul ionic al apei râurilor.....	78
3.5. Scurgerea chimică.....	129
3.5.1. Debitul substanțelor dizolvate.....	130
3.5.2. Scurgerea medie specifică a sărurilor dizolvate.....	136
<b>4. Indicatori de impurificare și calitatea apei din bazinul superior și mijlociu al Mureșului.....</b>	<b>137</b>
4.1. Indicatori de impurificare.....	137
4.1.1. Indicatori fizici .....	138
4.1.2. Indicatori chimici.....	144
4.1.2.1. Indicatorul pH-ului.....	145
4.1.2.2. Indicatorii regimului de oxigen.....	149
4.1.2.3. Indicatori biogen.....	164
4.1.2.4. Indicatori de salinitate.....	172
4.1.2.5. Indicatori de impurificare specifică organică .....	187
4.1.2.6. Indicatori de impurificare specifică anorganică.....	192
4.1.3. Indicatori biologici.....	200

4.1.4. Indicatori bacteriologici.....	207
4. 2. Calitatea apei râurilor .....	208
4.2.1. Categoriile de calitate a apei râurilor în secțiunile de control.....	208
4.2.2. Categoriile de calitate a apei râurilor pe tronsoane.....	216
<b>5. Surse de poluare ale apelor de suprafață din bazinul hidrografic al Mureșului.....</b>	<b>217</b>
5.1. Considerații generale.....	217
5.2. Surse de poluare punctiforme organizate .....	223
5.2.1. Apele uzate industriale .. ..	224
5.2.2. Ape uzate de proveniență diversă.....	228
5.2.3. Ape uzate menajere.....	244
5.3. Surse de poluare punctiforme neorganizate.....	261
5.3.1. Depozite de deșeuri și gospodărirea deșeurilor.....	263
5.4. Surse difuze de poluare.....	274
5.5. Poluări accidentale.....	277
5.5.1. Considerații generale.....	277
5.5.2. Surse de poluare accidentală a apei și efectele poluărilor.....	278
5.5.3. Prevenirea și înlăturarea efectelor poluărilor accidentale a resurselor de apă.....	280
5.6. Bilanțul surselor de poluare și al poluanților din bazinul hidrografic al Mureșului.....	283
5.7. Măsurile de prevenire și combatere a poluării apelor de suprafață.. ....	286
<b>6. Concluzii.....</b>	<b>288</b>
<b>7. Bibliografie selectivă.....</b>	<b>290</b>

**Cuvinte cheie:** hidrochimia, tipurile hidrochimice, compoziție chimică, mineralizare, scurgere chimică, variație temporo-spațială, calitatea apei, poluare, surse de poluare, tipuri de poluanți, forme de poluare, ape uzate, gospodărirea deșeurilor, indicatori de impurificare, monitoring, categorii de calitate, parametrii de calitate, stații de epurare

## **Cap.1. Elemente de unitate teritorială și subordonare regională**

### **1.1. Așezare geografică și limite**

Sistemul Mureșului are cea mai mare extindere în partea centrală a țării, în Depresiunea Colinară a Transilvaniei și se desfășoară din sudul Depresiunii Giurgeului până la Câmpia Panonică.

Studiul de față cuprinde sectorul superior al Mureșului, pe cel montan, între Izvor și Defileul Toplița-Deda (110 Km) și sectorul mijlociu, cel subcarpatic și de podiș, între Deda și confluența cu Arieșul (282 km de la izvor), integrat în zona centrală a Depresiunii Transilvaniei.

Suprafața bazinului de recepție în amonte de confluență cu Arieșul ocupă 6733 km<sup>2</sup>, ce corespunde 24,11 % din bazinul Mureșului și 2,82 % din suprafața țării.

Poziția geografică și matematică conferă bazinului hidrografic o mare diversitate geomorfologică și geologică, totodată și variația inegală a elementelor climatice și hidrologice în diferite zone.

Cumpăna apelor separă spre vest bazinul hidrografic studiat de cel al Arieșului, spre nord de bazinul Someșului, spre est de bazinul hidrografic al Siretului, iar spre sud de cel al Târnavei Mici.

### **1.2. Elemente de subordonare regională în spațiul geografic al bazinului hidrografic al Mureșului superior și mijlociu.**

Unitățile de relief ce se suprapun bazinului hidrografic al Mureșului superior și mijlociu, până la confluență cu Arieșul, sunt reprezentate de un sector montan format dintr-o arie depresionară înconjurată de masive muntoase și un defileu ce corespunde bazinului superior. Urmează un sector subcarpatic în contact cu fațada vestică a munților vulcanici, format din dealuri și depresiuni submontane, respectiv de o arie mai extinsă, joasă, colinaro-depresionară asociată bazinului mijlociu (fig.1).

Particularitățile locale ale bazinului hidrografic, impuse de structura geologică, exprimate prin aspectul și gradul de evoluție ale reliefului, de modul de utilizare a terenurilor și de gradul de populare au permis individualizarea mai multor subunități montane și colinare, de rang inferior (Sorocovschi, V., 1996).



regiunea subcarpatică și 13% în zona montană. Formațiunile sedimentare cele mai răspândite sunt marne, nisipuri, pietrișuri, tufuri din neogen-miocen (sarmat), argile marnoase și nisipuri din neogen-pliocen și nisipuri și pietrișuri din quaternar-holocen superior.

Rocile magmatice alcătuiesc 32% din substratul bazinului, care aproape integral se regăsește în substratul geologic din zona montană, doar în proporție de 1% în sectorul subcarpatic.

În zona montană substratul geologic este compus în mare parte din formațiuni vulcanogene și vulcanogen-sedimentare. Din aceste formațiuni procentul cel mai mare de 31% îl au breccii piroclastice, aglomerate, microbreccii piroclastice, microaglomerate și tufuri în alternanță cu conglomerate, microconglomerate, gresii și nisipuri de natură andezitică. Dintre magmatitele neogene și quaternare o pondere de 18,6% au în compoziția rocilor andezitele cu amfiboli.

Rocile metamorfice se găsesc numai în sectorul montan.

În alcătuirea rocilor din regiunea montană, formațiunile cristaline intră în proporție de 4,4%, reprezentate prin faciesul șisturilor verzi: șisturi sericito-cloritoase. Se remarcă existența în proporție de 3,7% a unor faciesuri de metasomatite-granitoide, diorite, sienite nefelinice, sienite nefelinice pegmatoidale.

Rocile din scoarța terestră sunt supuse proceselor de distrucție, cum ar fi cele de oxidare, hidratare și dizolvare. Aceste procese depind foarte mult de compoziția fizico-chimică a rocilor. Apa râurilor acționează asupra rocilor prin contact direct, dizolvând mineralele constituente. Chimismul apei râurilor este determinat de natura mineralelor ajunși sub diferite forme în apa râurilor.

## **2.2. Relieful**

Formele de relief și elementele morfometrice precum. înălțimea, adâncimea și densitatea fragmentării, pantele și expoziția versanților etc. influențează chimismul apelor indirect prin determinarea surselor de alimentare, a scurgerii fluviatile, a condițiilor termoenergetice. Nuanțează procesele de meteorizație și alterare, are un rol determinant în receptarea, acumularea și transportul materiei dislocate de râu.

Relieful bazinului hidrografic la Mureșului superior și mijlociu este alcătuit din mai multe categorii de forme.

În sectorul montan: depresiune tectonică și de baraj vulcanic, lunci, terase fluviatile, conuri de dejecție, relief sculptural fluvio-deluvial și lacustru, sub formă de umeri, platouri, tăpșane, munți vulcanici și cristalini fragmentați.

În sectorul subcarpatic depresiunile de natură tectono-erozive, văi cu terase sculptate, zonă piemontană cu dealuri joase și depresiuni submontane și intracolinare.

În sectorul de podiș domină relieful de dealuri și coline, abrupturi structurale, fronturile de cuate, cornișele alunecărilor de teren, terase și lunci fluviatile. Bombări locale, butoniere și cuate semicirculare s-au dezvoltat datorită structurii de domuri. Văile subscvente ale afluenților sunt însoțite de cuate.

La sculptarea reliefului au concurat procesele periglaciare, eroziune fluvială, de pluviudenudație, alunecări de teren, de procese de ravinație, de deraziune, de surpări.

## 2.2. Clima

Varietatea climatică a zonei studiate, dinamica fenomenelor climatice concură la definirea compoziției chimice a apelor și a modificărilor care survin în timp.

În bazinul hidrografic avem etajul climatic al munților înalți, climă dedealuri înalte și climă de dealuri joase. Elementelor climatice temperatura, umezeala aerului, precipitațiile etc. au importanță deosebită în modificările compoziției chimice a apelor.

## 2.3. Regim hidrologic

Condițiile hidrologice ale apelor de suprafață, au mare influență asupra modificării compoziției apei.

În sectorul Mureșului superior și inferior, rețea dentritică a afluenților este bine dezvoltată. În sectorul montan densitatea medie a rețelei fluviatile este între 0,9 și 1,1 km/km<sup>2</sup>, afluenții sunt scurte cu pante mari (40-60 m/km).

În sectorul subcarpatic, după ce părăsește defileul, Mureșul primește afluenți din piemonturile Călimanilor și de pe versanții vestici ai Gurghiului.

În sectorul de podiș traversează o regiune de domuri și sinclinale cu pante mici în jur de 0,5-2,5 m/km, formând de-a lungul cursurilor vetre lacustre. În acest sector primește afluenți importanți: de stânga, Nirajul și de dreapta, Pârâul de Câmpie și Lechința.

Toate bazinele din depresiunea Giurgeului sunt alimentate relativ slab cu ape, datorită cantității reduse de precipitații ce cad în această regiune.

Alimentarea râului în sectorul de podiș este de tip pluvionival și subteran moderat.

Variația scurgerii medii specifice de-a lungul râului Mureș, este puternic influențat de relieful sectorului drenat. În sectorul montan, râul străbate o zonă depresionară, cu scurgere medie specifică mică, de 5 l/s km<sup>2</sup>. În sectorul Defileului, crește până la 8,7 l/s km<sup>2</sup>. În avale, scurgerea medie specifică, scade treptat, până la 5,6 l/s km<sup>2</sup> la confluența cu Arieșul.

În ce privește regimul hidric, sectorul superior al râului Mureș aparține tipului carpatic transilvan, iar sectorul de podiș, tipului pericarpatic transilvan.

Alimentarea râurilor, scurgerea apei și a aluviunilor, fenomenele de îngheț și dezgheț, sunt procesele de bază care influențează calitatea apei.

## 2.4. Soluri

Solurile sunt depozite de ioni complecși, care sunt dizolvate și transportate în râuri și astfel au mare influență asupra compoziției chimice.

În bazinul hidrografic avem o diversitate de soluri. Solurile din zona montană, mai ales cele de pe versanți, datorită substratului andezitic sunt într-o proporție de 67,4 % andosoluri. Districambisoluri ocupă suprafețe mari atât sectorul superior, cât și în sectorul mijlociu al bazinului.

În zona subcarpatică a bazinului hidrografic solurile cele mai răspândite, într-o proporție de 55 % sunt eutricambisolurile asociate cu districambisolurile și luvisolurile.

Eutricambisolurile și districambosoluri sunt prezente într-o proporție de 26,6 % în zonă de podiș și dispun de însușiri corespunzătoare pentru cele mai numeroase dintre culturile agricole.

Preluvosolurile și luvisolurile tipice și albice au o largă răspândire, ajungând la proporția de 30 % în zona de podiș. Aluvisolurile se găsesc numai în proporție de 9,3 %.

Cernoziomurile ocupă sectorul mijlocu al bazinului. Cernoziomurile sunt răspândite în partea sud-vestică a câmpie în zonă mai secetoasă într-o proporție de 18,9 %.

La nivelul bazinului hidrografic al Mureșului, utilizarea terenurilor este definită de ponderea ridicată a suprafețelor naturale: pășuni, păduri, terenuri agricole utilizate ca fânețe, mlaștini, areale cu vegetație rară.

## **2.4. Vegetația**

În Depresiunea Giurgeului etajul pădurilor este cea mai extinsă Elementul principal fiind molidul, apoi bradul și fagul. Sudul Depresiunii Giurgeului este reprezentată prin tufişuri-galerii alcătuite din zălog, ce formează răchitişuri pitice de mlaştini eutrofe.

În defileul Toplița-Deda din cauza fenomenului de inversiune termică, are loc o inversiune de vegetație forestieră, în sensul că fâgetele apar pe vârful munților, iar molidişurile spre baza lor.

În sectorul Subcarpatic în vecinătatea ramei muntoase are loc interferența pădurilor de gorunete, fâgete și conifere. Odată cu defrișările gorunetelor suprafețe întinse se acoperă de pajîști xerofile și mezoxerofile.

În regiunea Dealurilor Târnavei Mici vegetația prezintă un caracter de tranziție. Vegetația lemnoasă actuală ocupă doar culmile dalurilor mai înalte, versanții mai umbriți. Predomină cvercineele la care se adaugă carpenul, ulmul, jugastrul. Stratul arbustiv este format din porumbar, măceș, lemn râios, corn etc. Pe versanții însoriți se întâlnesc asociații ierboase xerofile. În sectorul vestic predomină vegetația de silvostepă.

În Câmpia Transilvaniei pe lângă condițiile pedologice, se adaugă și climatul mai cald și uscat de podiș, ceea ce a cauzat instalarea unor vegetații de stepă. Se remarcă aici un procent ridicat de specii meridionale suprafețele de teren este ocupată de terenuri agricole.

Vegetația de luncă este reprezentată de specii lemnoase și ierboase.

## **2.5. Modul de utilizare a terenurilor**

În bazinul hidrografic prezentat suprafețe ocupate de păduri de conifere ocupă 31% din total, urmat de păduri de amestec cu o pondere de 25 %.

Pășunile secundare urmează cu o pondere mai redusă de 19,23 %, rezultate în urma defrișărilor.

Terenuri agricole au largă răspândire în sectorul mijlociu al Mureșului, ocupă o pondere de 10 %.



## **2.6. Factori antropici**

În bazinul hidrografic superior și inferior al Mureșului, factorul antropic influențează compoziției apelor prin activitățile cum sunt: extragerea resurselor subsolului (minereuri, sare, ape minerale etc.), procese tehnologice din care rezultă ape uzate, evacuarea apelor menajere din gospodăria, chimizarea culturilor agricole, fermele zootehnice, etc. Modificările cele mai semnificative asupra calității apelor din bazinul Mureșului sunt produse de industria chimică, de industria prelucrării lemnului, de industria alimentară, de industria materialelor de construcții, de localitățile urbane, rurale și de agricultură

## **3. Chimismul apei râurilor din bazinul hidrografic al Mureșului superior și mijlociu**

La formarea compoziției chimice a apei râurilor, concură o serie de factori de mediu unii direct alții indirect. Concentrația sărurilor existente depind de felul surselor de alimentare și de debitul apelor.

Deversările de ape uzate determină o variație a compoziției chimice și a gradului de mineralizare.

Rețeaua de râuri din regiunea luată în studiu colectează apele din vestul grupei centrale a Carpaților Orientali (munții Giurgeu, Călimani, Gurghiu și Depresiunea Giurgeului), Subcarpații (dealurile Reghinului și Nirajului) și Podișul Transilvaniei (Câmpia Mureșană și nordul Dealurilor Târnavei Mici).

Mineralizarea și compoziția chimică a apei râurilor din bazinul superior și mijlociu al Mureșului a fost abordată în câteva lucrări și studii cu caracter general, care privesc întreg teritoriul țării (V. Anghel, 1958, V. Anghel, I. Ujvari, 1957, I. Ujvari, 1959 și 1972, Râurile României, 1971), precum și cele care se referă la unele bazine hidrografice (Mureș și Olt) sau regiuni aferente bazinului luat în studiu (V. Sorocovschi, 1996 și 2005).

Analiza particularităților temporale și spațiale ale gradului de mineralizare a apei râurilor din bazinul hidrografic al Mureșului superior și mijlociu până la confluență cu Arieșul s-a făcut pe baza prelucrării datelor rezultate din observațiilor sistematice efectuate în intervalul 1984-2003 la șase secțiuni de control de ordinul I amplasate pe cursul principal, precum și a celor provenite de la cinci secțiuni de control de ordinul II amplasate pe afluenți (Gurghiu, Niraj, Lechința și Pârâul de Câmpie). La două secțiuni de control de ordinul II perioada cu măsurători a fost mai redusă: 1989-2003 pe Pârâul de Câmpie la Avrămești și 2000-2003 pe Lechința în amonte de confluență.

Variațiile în spațiu și în timp ale conținutului total de săruri dizolvate din secțiunile de control studiate s-au determinat folosind valorile zilnice, lunare și anuale, corelând datele analizelor cu debitele de apă din momentul prelevării datelor.

Sărurile sunt transportate sub formă de soluții (anioni și cationi), coloizi și de suspensii dispersate. Ionii prezenți în apă sunt exprimați în miliechivalenți/l, miliechivalenți%, mg/l și mg%.

Principalii ioni care intră în compoziția mineralizației sunt: -anioni:  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$

-cationi:  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Fe}^{2+}$

Variația compoziției chimice se poate exprima prin corelarea conținutului absolut (me/l) și relativ (% me) al fiecăruia dintre ionii principali cu suma totală de ioni. Aceste corelații sunt determinate pentru fiecare secțiune în parte și prezintă variația concentrației ionilor în funcție de mineralizare. Pe baza acestor variații se pot construi grafice, care se pot determina domeniile de variație ale concentrației diferitelor ioni.

### 3.2. Regimul mineralizării apei râurilor

Variația mineralizării apelor este în strânsă legătură cu variația debitelor de apă, de tipul de alimentare a apelor, de deversările de ape uzate, dar și de elementele climaterice precum precipitația și temperatura.

#### 3.2.1. Variația anuală a mineralizării

Valorile medii multianuale ale mineralizării apei Mureșului cresc în sectorul studiat de la Izvorul Mureșului la Chețani, având o scădere a valorilor la secțiunea Stânceni față de cele din Izvorul Mureșului.

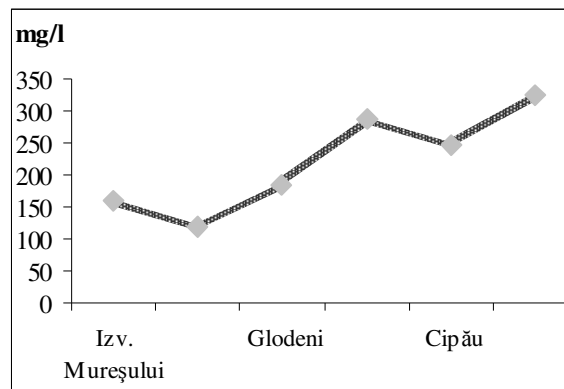


Fig.2. Variația mineralizării medii multianuale de-a lungul râului Mureș

Valorile medii multianuale ale mineralizării cresc, în general, de la izvor spre vărsare. Astfel, în sectorul aferent spațiului montan, apele Mureșului au o mineralizare redusă, depășind ușor 100 mg /l.

O dată cu pătrunderea Mureșului în regiunea de podiș valorile mineralizării cresc treptat de la 183,7 mg/l la Glodeni la 323, 5 mg/l la Chețani, în apropiere de vărsarea Arieșului.

Mineralizarea medie multianuală a apei afluenților Mureșului sosiți dinspre spațiul montan, prezintă valorile cele mai reduse (sub 100 mg/l), iar pe cei ce străbat și spațiul subcarpatic valorile cresc până la 150 mg/l (145, 3 mg/l pe Gurghiu la Solovăstru).

Pe afluenții ce străbat și regiunea de podiș valorile mineralizării medii anuale cresc până la 400 mg/l (366,9 mg/l pe Niraj la Cînta-Ungheni). Aceste valori mai ridicate se datoresc gradului redus de împădurire și substratului friabil din regiunea subcarpatică și de podiș. Creșterea valorilor mineralizării în secțiunea Ungheni de pe Mureș ( 287,5 mg/l) față de secțiunea Glodeni (183,7mg/l) se explică prin influența pe care o exercită deversările din municipiul Tg.Mureș.

Aportul însemnat de săruri în soluție pe care îl aduce Nirajul se resimte la Cipău, unde avem o medie multianuală de 246,5 mg/l. Se constată o ușoară scădere a mineralizării față de Ungheni, datorită proceselor de autoepurare.

Mineralizarea apei afluenților sosiți din Câmpia Transilvaniei este ridicată, depășind 1500 mg/l (1694,4 mg/l pe Comlod la Lechința și 1774,4 mg/l pe Pârâul de Câmpie la Avrămești), ceea ce determină creșterea cu 77 mg/l a mineralizării medii a apei Mureșului pe o distanță de numai 74 km între Cipău și Chețani. La secțiunea de control Chețani crește valoarea mineralizării considerabil la 323,52 mg/l (fig.2).

Repartiția spațială a mineralizării apei râurilor nu este uniformă, remarcându-se contraste între spațiul montan și cel de podiș. Astfel, în spațiul montan corespunzător munților vulcanici Gurghiu și Harghita, mineralizarea medie anuală a apei râurilor are valori scăzute sub 115 mg/l, medii în Subcarpații (200–350 mg/l) și mari în Câmpia Transilvaniei (1500 - 2000 mg/l).

Față de situația medie prezentată apar diferențe de la an la an impuse de particularitățile climatice specifice intervalului de timp luat în studiu.

În anii secetoși gradul de mineralizare a fost ridicat și scăzut în anii ploioși. În secțiunile de control din spațiul montan nu se remacă o sincronizare în ce privește distribuția anilor cu mineralizare ridicată și scăzută.

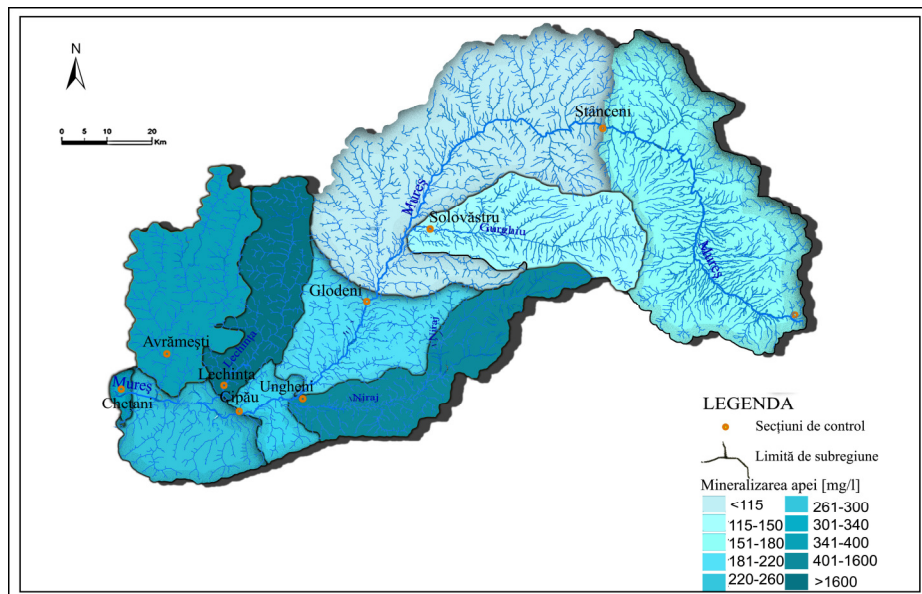


Fig.3. Mineralizarea apei în secțiunile de control din bazinul Mureșului

Valorile mineralizărilor s-au calculat în funcție de debitele lichide măsurate în zilele când s-au recoltat probe pentru analize. Ponderile ionice astfel calculate dau o precizie mărită valorilor.

Trebuie menționat că din 1983 până la 1993 nu s-a analizat concentrația ionilor de bicarbonați de aceea avem o creștere artificială a valorilor mineralizării din 1993.

La toate secțiunile de control avem mineralizări ridicate în anii secetoși: în 1985, 1991, 1994, 1995, 1996, 2000, 2003 și valori scăzute în anii ploioși: în 1983, 1988, 1997, 1998, 1999, 2001 (fig.4).

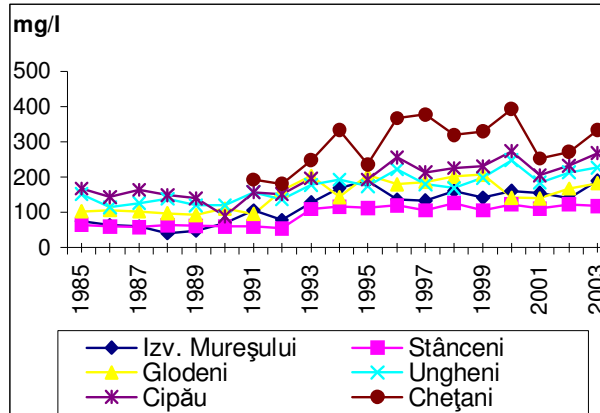


Fig.4. Variația mineralizării medii anuale în principalele secțiuni de control

### 3.2.2. Variația lunară a mineralizării

În timpul anului gradul de mineralizare este scăzut în perioadele când crește aportul de ape superficiale (apele mari de primăvară și viiturile din timpul verii) și ridicat în perioada apelor mici de iarnă, toamnă și vară.

În secțiunile de control din spațiul montan se remarcă diferențieri în ce privește regimul lunar al mineralizării apei Mureșului. Astfel, în secțiunea Izvorul Mureșului mineralizarea medie lunară este semnalată iarna, în februarie, la sfârșitul primăverii, în aprilie, și toamna, în octombrie și noiembrie. În schimb, în secțiunea Stânceni maximul principal apare în februarie, iar cel secundar în septembrie (fig.5).

Minima principală la ambele secțiuni de control s-a semnalat în aprilie, când valorile scurgerii lichide sunt ridicate.

În secțiunile de control din regiunea de podiș se pune în evidență un maxim principal iarna, în lunile ianuarie și februarie, când alimentarea subterană este bogată și contribuie la mineralizarea mai puternică a apelor de suprafață. Minimul secundar a fost semnalat toamna, în septembrie și octombrie, când cantitatea precipitațiilor începe să crească, având la dispoziție o cantitate însemnată de material dezagregat ce poate fi ușor dizolvat.

Minimul principal apare primăvara, în lunile aprilie și mai, când diluția substanțelor dizolvate este mare datorită aportului însemnat de ape provenite din topirea zăpezii din spațiul montan și precipitațiilor lichide însemnate și a evapotranspirației încă scăzute. Al doilea minim secundar se pune în evidență în luna august, când valorile reduse ale mineralizării sunt condiționate de diminuarea aportului surselor de alimentare subterană și cantităților reduse de precipitații lichide.

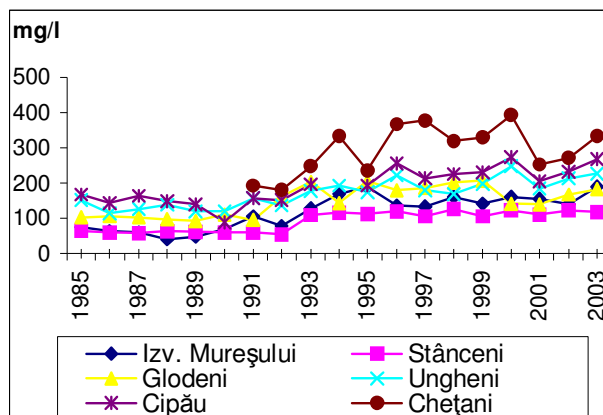


Fig.5. Variația valorilor medii lunare ale mineralizării apei Mureșului în principalele secțiuni de control (1985-2003).

La toate secțiunile de control se observă o creștere a mineralizărilor iarna, când debitele de apă sunt mici și o scădere primăvara în timpul viiturilor.

În decursul unui an și la afluenții Mureșului valorile oscilează lunar, mai mici în primăvară și mai ridicate toamna și iarna.

### 3.3. Tipurile hidrochimice

Prin compararea rezultatelor exprimate în % echivalenți ale diferitelor ioni, componenții mineralizărilor medii ale principalelor secțiuni de control, se determină tipurile hidrochimice ale apei Mureșului și afluenților săi studiate (fig.6).

Clasificarea apei râurilor se face după criteriile stabilite de O. A. Alekin (1953) și N. Florea (1971).

Apa Mureșului aparține după compoziția chimică clasei bicarbonatice și grupei calciului, exceptând apele din secțiunea Ungheni, unde aparține grupei hidrochimice mixte. După conținutul relativ de ioni am stabilit tipul și subtipul hidrochimic al apelor la diferite secțiuni de control.

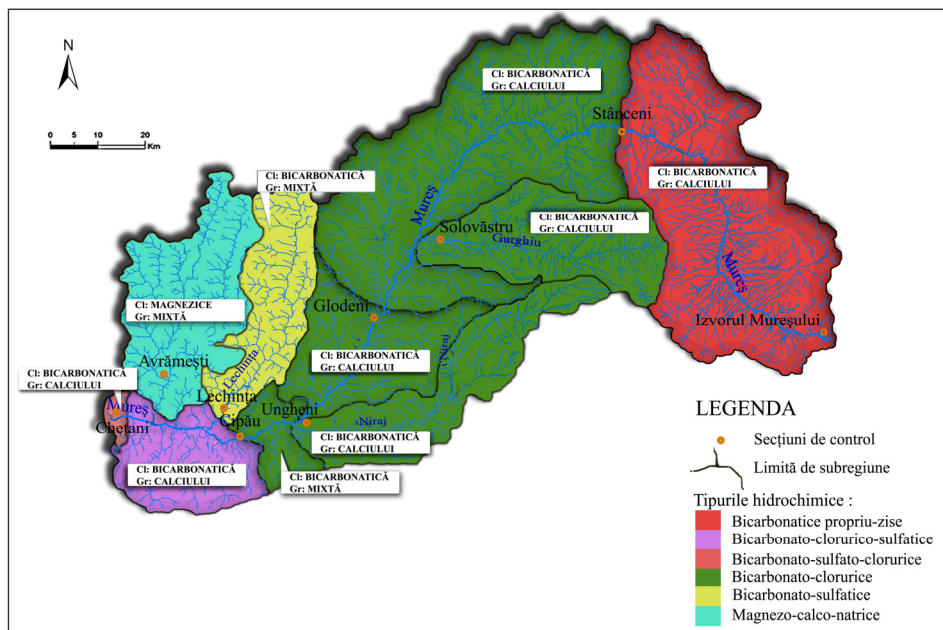


Fig.6. Variația tipurilor hidrochimice de-a lungul Mureșului

La afluenții Mureșului, apele aparțin clasei bicarbonatice și grupeii mixte, datorită proporțiilor mari de calciu și sodiu din compoziție.

### 3.4. Compoziția chimică a râurilor

Variația compoziției chimice a apelor pusă în evidență prin corelarea conținutului în mg/l și me/l arată schimbările care au survenit de-a lungul unui râu, lunar sau anual, limitele, până la care au avut loc și exprimă starea hidrochimică a unui bazin hidrografic.

#### 3.4.1. Bilanțul ionic al apei râurilor

Se observă o creștere a concentrației medii anuale a principalilor ioni de-a lungul Mureșului de la izvor la confluența cu Arieșul. Variația compoziției chimice a apei Mureșului este cauzată și de aportul de ape ale unor afluenți cu concentrații de săruri diferite de ale râului receptor.

La fiecare secțiune de control predomină ionii de calciu și bicarbonați, caracteristic râurilor care trec prin zone cu climă umedă și bogate în vegetație.

Dintre anionii cu pondere mare se găsesc sulfatii, în concentrații extreme la afluenții de dreapta, în mare parte datorită substratului sedimentar. Se adaugă la aportul afluenților și apele uzate deversate, care după Ungheni măresc de asemenea concentrația de sulfati.

Prin spălarea depozitelor salifere și a altor roci sedimentare cu conținut de clor, în apa Mureșului se regăsesc acești ioni în cantități considerabile. O creștere importantă prezintă secțiunea de control Ungheni, unde ajunge datorită vărsării afluenților de stânga, dintre care pârâul Gurghiu are concentrație medie multianuală de clor mai mare ca cea a pârâului Niraj

Ionii de amoniu și azotații au concentrații ridicate la secțiunile de control Ungheni, Cipău și Chețani, datorită deversărilor de ape uzate industriale și menajere și poluării difuze din agricultură.

Dintre cationii cu pondere mare se remarcă afară de calciu, ionii de magneziu și sodiu.

Pârâurile din Câmpia Transilvaniei, spală o zonă sedimentară cu săruri ușor solubile, din această cauză în compoziția lor găsim o cantitate mare de ioni de magneziu, care împreună cu ionii de calciu conferă apei o duritate mare.

Ionii de sodiu provin în mod natural din spălarea zonei diapire de pârâul Gurghiu, dar și din ape uzate evacuate în râul colector.

### 3.5. Scurgerea chimică

Scurgerea substanțelor dizolvate se poate exprima sub formă de debit ioni (Kg/s, tone/an) de-a lungul unui râu, sau raportând la unitate de suprafață sub formă de debit ionic specific.

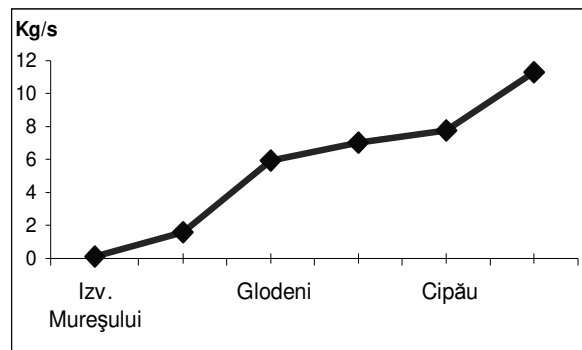


Fig.7. Variația valorilor medii multianuale ale debitelor de substanțe dizolvate de-a lungul Mureșului

Valorile scurgerilor medii specifice multianuale cresc de-a lungul Mureșului de la secțiunea Izvorul Mureșului la Chețani. Asistăm la o creștere mare de la secțiunea Izvorul Mureșului la Chețani (fig.7).

Valorile scurgerilor medii specifice lunare ale sărurilor dizolvate prezintă aceeași oscilații ca debitul substanțelor dizolvate și urmărește cu fidelitate fluctuațiile debitelor de apă (fig.8).

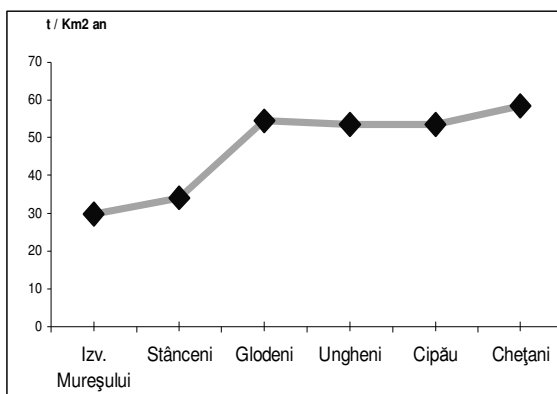


Fig.8. Variația scurgerii medii specifice multianuale a sărurile dizolvate de-a lungul Mureșului

#### 4. Indicatori de impurificare ai apei din bazinul superior și mijlociu al Mureșului

##### 4.1. Indicatori de impurificare

Studierea variației calității apelor se efectuează pe baza analizelor unor grupe de indicatori calitativi și cantitativi specifici, care se schimbă în funcție de condițiile de mediu din zona respectivă. Prezentarea evoluției spațio-temporală a indicatorilor de impurificare se face folosind valorile concentrațiilor medii multianuale, anuale și lunare exprimate în mg/l și me/l.

Caracterizarea calității apelor se realizează cu ajutorul unor indicatori fizici, care se pot determina cu ajutorul unor procedee fizice: materii în suspensie, temperatura apei, sau cu indicatori chimici de impurificare: indicatori ai pH-ului, indicatorii regimului de oxigen, indicatori de salinitate ( reziduul fix, durezza apei, ionii de fier, ionii de mangan), indicatori biogeni, indicatori de impurificare specifică organică (produșii fenolici, detergenți), indicatori de impurificare specifică anorganică (ionii de zinc, cupru, crom), indicatori biologici, indicatori bacteriologici.

Se studiază calitatea apei în secțiunile principale de control din bazinul hidrografic superior al râului Mureș. Analiza indicatorilor de impurificare dă posibilitatea aprecierii gradului de curățenie al apei.

##### 4.1.1. Indicatori fizici

Indicatorii fizici studiați sunt suspensiile și temperatura apei râurilor. În toate secțiunile de control din punct de vedere al suspensiei, calitatea apelor a fost bună, fiind incluse în categoria I. Aportul mare de suspensie în apă din secțiunea de control Chețani provine din afluenții de dreapta ai Mureșului bogăți în aluviuni. Maximele lunare sunt



uneori foarte mari, mai ales în timpul viiturilor. La toți afluenții se constată o creștere din martie până în iulie a valorilor medii lunare a suspensiei datorită debitelor mari de apă.

Valorile medii multianuale ale temperaturii de-a lungul Mureșului sunt constante. Se observă o creștere ușoară a valorilor la secțiunea de control Chețani, datorită influenței termocentralei Iernut.

#### 4.1.2. Indicatori chimici

Apele uzate conțin numeroase substanțe chimice, unele sunt în concentrații suficiente pentru a fi indicatori ai poluării. Prin variația concentrației lor, prin creșterea sau deficitul lor, poate indica prezența în apă a diferitelor substanțe nocive.

Dintre indicatorii chimici se analizează evoluția *pH-ului*, care are valori mici la izvoare. Aici, datorită regiunii bogate în ape minerale carbogazoase râul se încarcă cu dioxid de carbon liber, ce se reflectă în scăderea pH-ului apei față de celelalte secțiuni.

Valorile mici ale pH-ului la secțiunea Stânceni pot să aibă cauze naturale, precum drenarea solurilor brune podzolite – preluvosoluri și luvosoluri – de către afluenții râului, dar și cauze antropice, precum vărsarea apelor uzate cu conținut mare de acizi minerali de la fabrica Colemn Gălăuțași sau de la apele uzate menajere din stația de epurare Toplița.

La secțiunea Chețani crește pH-ul râului datorită afluenților de dreapta care drenează Câmpia Transilvaniei bogată în sedimente cu conținut mare de carbonați.

Pentru stabilirea *regimului de oxigen* al apei s-au analizat particularitățile spațiale și temporale ale indicatorilor regimului de oxigen: oxigenul dizolvat, consumul biochimic de oxigen și consumul chimic de oxigen.

La *oxigenul dizolvat* cele mai mici valori de-a lungul Mureșului s-au determinat la secțiunea Cipău, datorită colectării scurgerilor reziduale din zona municipiului Târgu-Mureș și vărsării pârâului Niraj cu conținut mare de deșeuri. Din cauza procesului de autoepurare, în aval de Cipău s-a mai refăcut cantitatea de oxigen, dar fără să-și revină la conținutul măsurat la Glodeni (fig.9).

La secțiunea de control Ungheni, datorită poluării râului cu ape uzate orășenești și industriale, crește concentrația materialelor organice și nutrienților, care duc la un consum excesiv de oxigen.

De-a lungul cursurilor de apă există o tendință de scădere naturală a valorilor medii lunare de oxigen dizolvat odată cu creșterea temperaturii apei.

Calitatea apei râului în secțiunile studiate din punct de vedere al concentrației oxigenului dizolvat este bună.

Calitatea apei din punct de vedere a *consumului biochimic de oxigen* este variabilă. Între secțiunile de control Izvorul Mureșului și Glodeni calitatea multianuală se încadrează în categoria I. La Ungeni calitatea a fost de categoria I-II, iar la Chețani de categoria II-III. Din 1993 până în 2003 calitatea apei s-a îmbunătățit considerabil.

Dintre *indicatorii biogeni* s-au studiat: ionii de amoniu, ionii de azotați, ionii de azotiți și ionii de fosfor. În cea ce privește concentrația *ionilor de amoniu* la secțiunea de control Stânceni apele Mureșului se includ în categoria I de calitate. La secțiunea Glodeni apa se include în categoria I de calitate, exceptând 1988, când apa a fost de calitate II.

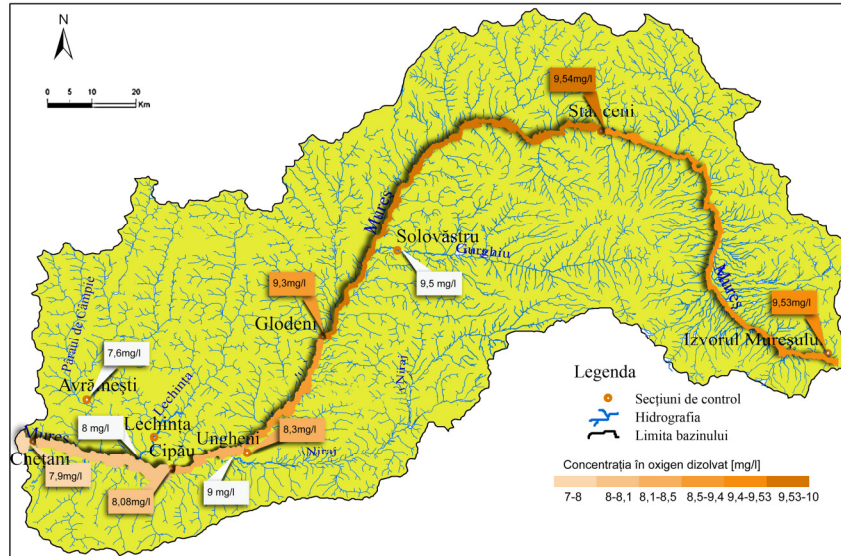


Fig.9. Evoluția în spațiu și în timp a valorilor de oxigen dizolvat de-a lungul Mureșului

Aici se resimt efectul apelor uzate orășenești deversate în apă, dar și a apelor uzate din crescătoriile de porci din Gornești, care funcționează până la 2004. Afluentul Gurghiu, având apa de calitate I, contribuie la diluarea concentrației apei în ioni de amoniu.

Concentrația ionilor de amoniu, la secțiunea Ungheni crește foarte mult, din această cauză calitatea apei scade foarte mult (fig. 11). Între 1983-1992, apele se includ în categoria III de calitate și între 1992-2003 în categoria II de calitate. S-a mai îmbunătățit calitatea apei în ultimul timp, datorită scăderii capacității de producție a Combinatului Chimic Azomureș, dar și din cauza controlului mai riguros al apelor uzate orășenești deversate în râu (fig.10)

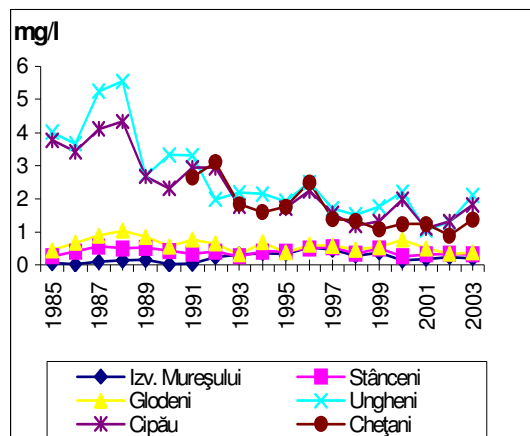


Fig.10. Variația conținutului mediu anual al ionilor de amoniu în principalele secțiuni de control

La secțiunea Cipău calitatea apei rămână tot slabă. Ionii de amoniu se găsesc în concentrații mari. Apele la această secțiune, între 1983-1992 s-au încadrat în categoria III, între 1992-2003 în categoria II de calitate. Se resimte efectul apelor aduse de pârâul Niraj, care cu mici excepții, din 1987 până în 1997 se încadrează în categoria II de calitate. Poluarea apei s-a produs prin deversarea apelor uzate din fermele zootehnice și scursurile de ape fecaloid – menajere din gospodării. Datorită practicării o perioadă mare de timp a agriculturii intensive, s-au folosit cantități mari de îngrășăminte, care au fost spălate în apa Nirajului de precipitații.

La secțiunea Chețani, apele sunt incluse în categoria II de calitate. Nici afluenții de dreapta nu reușesc să dilueze prin aportul lor de apă, mai ales că Pârâul de Câmpie aduce un aport de ioni de amoniu, apele pârâului fiind incluse în categoria II de calitate.

Din punct de vedere al *ionilor de azotiți* apele râului Mureș sunt incluse în categoria I de calitate. Se observă o scădere cu mici excepții a concentrației ionilor de azotiți între 1985-2003.

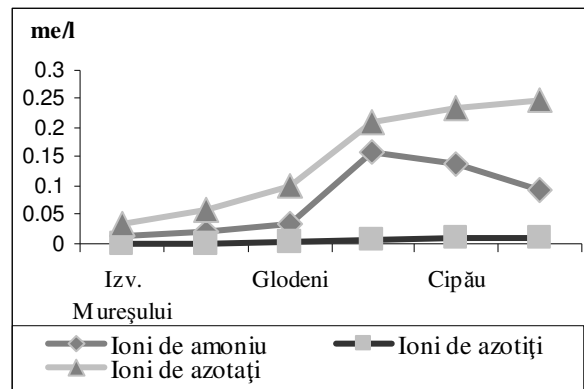


Fig.11. Variația conținutului mediu multianual al ionilor de azot în principalele secțiuni de control (1985-2003)

Concentrația *ionilor de azotați* în apă crește de la izvoare până la secțiunea Chețani. Se înregistrează o creștere lentă de la Izvorul Mureșului până la Glodeni și de aici brusc până la Ungheni (fig.11).

De la Izvorul Mureșului până Glodeni apele se includ în categoria I de calitate, fac excepție anii 1985,1986, când apele s-au încadrat în categoria II de calitate.

La secțiunea Ungheni s-au determinat valori extreme ale concentrației de azotați, Apele râului se includ în categoria II de calitate, exceptând anii 1991, 1998, 2001, 2002, când apele au fost de calitatea I..

Afluenții Mureșului sunt poluați de ape uzate de la unități zootehnice sau de la șiroirea de pe câmpuri fertilizate cu substanțe pe bază de azot, care se oxidează și contribuie la creșterea concentrației ionilor de azotați. În general, apele lor sunt incluse în categoria II de calitate.

*Indicatorii de salinitate prezentați: reziduul fix, durezza apei, ionii de fier și ionii de mangan.* Valorile medii anuale ale durezzații totale cresc în apa Mureșului de la secțiunea de control Stânceni la Chețani (fig.12). La Izvorul Mureșului durezza a fost mai mare decât la Stânceni datorită apei freatice ridicate.La pârâurile din Câmpia Transilvaniei valorile durezzații sunt foarte mari.

Din punct de vedere al indicatorilor de salinitate apele Mureșului sunt incluse până 2003 în categoria I-a de calitate în secțiunile studiate.

Primăvară conținutul *de fier* este crescut datorită alimentării râurilor cu ape din precipitații, care spală substanțele humice de pe suprafața solurilor. Iarna în toate secțiunile se înregistrează valori mai scăzute, datorită alimentării cu ape subterane.

*Indicatorii de impurificare specifică organică* prezentați sunt: *produșii fenolici, detergeții*.

Apele râului Mureș din bazinul superior și mijlociu conțin produși fenolici în concentrații peste limita admisă.

Analizând valorile medii multianuale ale concentrației fenolului de-a lungul râului Mureș se constată o oscilație mică a valorilor. Se determină cele mai ridicate valori la secțiunea Ungheni .

La secțiunea de control Izvorul Mureșului nu s-a făcut determinări de produși fenolici din apele râului numai după 1999. Din acest punct de vedere, apele Mureșului în acest sector au fost incluse în categoria II de calitate. Valoarea medie maximă anuală a concentrației de fenoli la acest sector a fost de 0,004 mg/l în 1999.

În sectorul montan al râului, aflat în Depresiunea Gheorgheni, solurile predominante sunt de tip humico-gleice și turboase, cu arie largă de răspândire a mlaștinilor oligotrofe și eutrofe încărcate cu materii organice cu conținut de fenoli. Totuși, cea mai mare cantitate de fenol ajunge în râu prin apele uzate rezultate din activități antropice, precum prelucrarea lemnului.

La secțiunea de control Stânceni monitorizarea indicatorului fenol s-a făcut din 1985 până la 1990 și din 1993 până la 2003 . Apele Mureșului au fost incluse în cei 16 ani analizați o dată în categoria a III de calitate, de șase ori în categoria II de calitate, iar în rest în categoria I de calitat

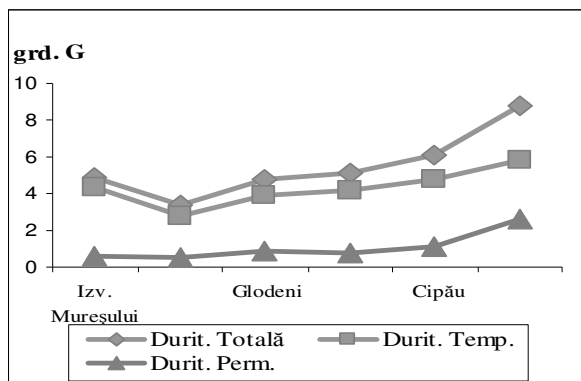


Fig.12.Variația conținutului mediu multianual al durtății în principalele secțiuni de control (1993-2003)

La secțiunea de control Glodeni concentrația medie maximă anuală de fenol s-a măsurat de 0,01 mg/l în 1999. Sursele de poluare cu fenol sunt apele uzate orășenești deversate prin stația de epurare Reghin, în care intră și apele uzate din bușe de mangal și din fabricile de prelucrarea lemnului.

La secțiunea Ungheni principalele surse de impurificare a apei râului sunt apele deversate din stația de epurare Târgu –Mureș.

La secțiunea de control Cipău concentrația fenolului din apele râului nu s-a monitorizat între anii 1985-1990 și 1990-1995.

Apele Mureșului la toate secțiunile de control se includ în categoria II de calitate la acest parametru.

La afluenții Mureșului acest parametru al apei nu este monitorizat.

Ionii metalici cu caracter toxic parvin în apă din activități industriale.

Prin monitorizarea principalelor *indicatori de impurificare specifică anorganică* între 1983-2003, dintre ionii metalici, s-au determinat ioni de zinc de concentrații diferite.

*Ionii de zinc* în apele Mureșului în cea mai mare măsură sunt de proveniență naturală, dar pot fi rezultatul poluării difuze din zone miniere și din zone agricole. Concentrația în metale grele depinde de cantitatea de precipitații și de pH-ul apelor. Precipitațiile abundente și aciditatea mare favorizează creșterea concentrației.

Valorile medii multianuale ale concentrației de zinc sunt relativ ridicate la secțiunea Stânceni de 0,03 mg/l și la Izv. Mureșului de 0,027 mg/l. Acest lucru se datorează rocilor vulcanice, bogate în metale grele din care este format substratul bazinului Mureșului superior

În ce privește calitatea apei din punctul de vedere al concentrației ionilor de zinc, la secțiunea Stânceni și Glodeni apele se includ în categoria II de calitate, iar la Ungheni și Chețani în categoria III de calitate. La afluenții Mureșului apele se includ în categorie degradat de calitate.

Se efectuează un studiu de caz privind monitorizarea indicatorilor de toxici speciali din 2004, în bazinul studiat. După adoptarea legii 310/2004, privind modificarea și completarea legii apelor, ionii metalelor grele și micropoluantii precum: fenolii, detergenții etc. sunt mai riguros determinate. Valorile analizelor se fac în micrograme/l, ce conferă o precizie mai mare a analizelor. Se analizează valorile obținute la concentrațiile ionilor de zinc, de crom și de cupru.

*Ionii de crom*, ajung în apele Mureșului din tăbăcării, din prelucrări metalice, în general din surse de ape uzate industriale. Se pot rezulta și din procese geochimice naturale, mai ales pe un fond de aciditate ridicată a solurilor și zone cu precipitații bogate.

La afluenții Mureșului, asistăm la aceeași situație, de creștere a concentrațiilor de ioni de crom din lunile de vară și toamnă pe fondul unori debite mici de apă.

În ce privește concentrația ionilor de crom nu s-au înregistrat mari depășiri ai valorilor limite, apele se includ în categoria I de calitate.

În din punct de vedere al concentrației în *ioni de cupru*, la secțiunile principale de control apele Mureșului se includ în categoria II de calitate.

La pârâul Niraj concentrația ionilor de cupru depășește cu mult cele de crom.

Apele pârâului Gurghiu se includ în categoria II de calitate, iar cele ale Lechinței și Pârâului de Câmpie în categoria III de calitate.

#### **4.1.3. Indicatori biologici**

S-au analizat indicatorii saprobiologici în secțiunile de control ale râului Mureș de la izvoare până la confluența cu Arieșul, ale afluenților de stânga, pârâului Gurghiu și pârâului Niraj, ale afluenților de dreapta, pârâului Lechința și Pârâului de Câmpie, între anii 1986-2003.

De-a lungul cursului unui râu se pot distinge mai multe zone cu grade de impurificare diferite. Astfel, în locurile de evacuare a apelor uzate cu conținut organic se pot observa un grad scăzut de curățenie, care se schimbă în timp datorită proceselor de epurare naturală ale apei. După gradul de încărcare organică și caracteristicile fizico-chimice se stabilesc mai multe zone saprobe.

Cel mai ridicat grad de curățenie medie anuală se determină în secțiunea de control Izvorul Mureșului, cu o variație între 79 % și 100 %.

La prima secțiune studiată bioindicatorii oligo și beta sunt în procente cele mai ridicate (40 %-50 %).

La secțiunea de control Stânceni se resimte efectul poluant al apelor deversate cu conținut mare de materii organice din Fabrica de lapte praf Remetea, Colemn Gălăuș și apele fecaloid-menajere din stația de epurare Toplița. S-a determinat zona saprobă beta.

La Glodeni asistăm la o degradare continuă a calității apei, din cauze naturale și antropice. În acest sector Mureșul scaldă marginea estică a Câmpiei Transilvaniei, unde s-au acumulat soluri aluvionare, argiloase pe alocuri sărăturoasă, ușor degradabile pe care s-au grefat terenuri agricole. Afluenții introduc de pe aceste suprafețe mari cantități de materii organice în apele râului. Cauze antropice a scăderii calității apelor sunt deversarea apelor fecaloid-menajere din stația de epurare din Reghin și din ferma de porcine din Gornești (funcționează până la 2004).

La secțiunea de control Ungheni calitatea apei este determinată de prezența industriei chimice în municipiul Târgu-Mureș prin apele deversate. Asistăm la o creștere accentuată a substanțelor organice deversate prin apele fecaloid-menajere și cele rezultate din industria alimentară locală. Zona saprobă determinată este  $\beta$ - $\alpha$ .

La secțiunea Cipău avem tot o apă de calitate slabă, cu conținut mare de substanțe organice și nutrienți. Pârâul Niraj aduce o încărcătură organică considerabilă din fermele zootehnice și de pe terenurile agricole. Gradul de curățenie este între 48 % și 82 %. Asistăm la o creștere a bioindicatorilor oligo după 2000 și o scădere a celor alfa și poli în mare parte din cauza închiderii unor ferme zootehnice, dar și măsurilor luate împotriva poluării apelor cu deșeuri menajere. Zona saproba este  $\beta$ - $\alpha$ .

La secțiunea Chețani, se constată în analiza calității apei, influența afluenților de dreapta, care drenează Câmpia Transilvaniei și se încarcă cu materii organice. Totuși datorită procesului de autoepurare și diluării apei de către afluenți avem o ameliorare a calității față de secțiunea precedentă. Gradul de curățenie al apei are valorile extreme de 55 % și 80 %. Zona saprobă determinată este  $\beta$ .

Făcând comparație între indicatorii saprobiologici ai pârâului Gurghiu și indicatorii apei Mureșului la secțiunea de control Glodeni, s-a constatat ca cei din urmă indică o poluare mai pronunțată.

Pârâurile Lechința și Pârâul de Câmpie au un conținut mare de substanțe organice. Drenează Câmpia Transilvaniei, se încarcă cu materii organice din apele uzate menajere, care se deversează din gospodării, pârâurile având debite mici, poluarea apelor devine mai pronunțată.

#### **4.1.4. Indicatori bacteriologici**

Analizând acești indicatori, se constată o creștere foarte mare a numărului germenilor totali la secțiunea de control Izvorul Mureșului. Acesta se datorează cantității

mari de ape de scurgere care drenează suprafețe întinse din depresiunea Gheorgheni cu activități zootehnice dezvoltate și debitului scăzut al râului la această secțiune.

Începând de la secțiunea Stânceni parametrii bacteriologici indică o stare de calitate inferioară a apei, datorită deversării apelor fecaloid–menajere din stațiile de epurare Toplița, Reghin, apele uzate rezultate din fermele zootehnice, din stațiile de epurare Tg-Mureș, Iernut și Luduș.

## **4.2. Calitatea apei râurilor**

Pentru o caracterizare mai precisă a calității apei într-o secțiune se consideră considera efectul cumulat al tuturor indicatorilor dintr-o grupă caracteristică, respectiv : *regimul de oxigen*, reprezentat prin oxigen dizolvat, CBO<sub>5</sub> , CCO-Mn și CCO-Cr; *regim de mineralizare*, ce include: reziduul fix, clorurile, sulfații, calciu, magneziul, sodiul, carbonații; *regimul de nutrienți*, care cuprind: elementele biogene precum amoniu, azotiți, azotați, fosfor; și *grupa Toxici și speciali* cum sunt Zn, fenol, Cu, Cr, etc..

Se stabilesc totodată, frecvențe de apariție ale categoriilor de calitate pe diferite grupe de indicatori în valori absolute și procentuale în secțiunile de control.

Se stabilesc categoriile de calitate a apei râurilor pe tronsoane. Pe râurilor din bazinul Mureșului, limitele tronsoanelor s-au stabilit între secțiunile de control, iar lungimile s-au considerat pe cele patru categorii de calitate și pentru cinci grupe de indicatori.

### ***4.2.1. Categoriile de calitate a apei râurilor în secțiunile de control***

Râul Mureș este analizat din punct de vedere al calității prin prisma valorilor înregistrate în cele cinci secțiuni de control de ordinul I de-a lungul perioadei de 1985-2003 și în cele patru de pe afluenții principali ai Mureșului.

Din punct de vedere al regimului de oxigen, valorile indicatorului încadrează apele râului în categoria I de calitate de la secțiunile de control Izvorul Mureșului până la Glodeni. De la Glodeni până la Chețani, calitatea apei scade simțitor, având calitatea II-III la peste 35 % din cazurile studiate.

Din punct de vedere al regimului de nutrienți apele din secțiunile de control Izvorul Mureșului, Stânceni, se încadrează în categoria I de calitate.

În Din punct de vedere al regimului de nutrienți de la secțiunea Ungheni calitatea apei se înrăutățește. Între 1983-1992, apa se include în categoria de calitate III și degradat, iar între 1992-2003 în categoria II de calitate. Din punct de vedere ai indicatorilor de salinitate apa Mureșului se include de la 1985 până 2003 în categoria I de calitate în secțiunile studiate.

La indicatorii toxici și speciali pe întreaga lungime a Mureșului, se înregistrează o depășire a valorilor în ce privesc ionii de zinc, fier și fenolul. Din punct de vedere al acestui indicator, valorile determină o încadrare a apelor în categoria II-III de calitate și degradat la toate secțiunile.

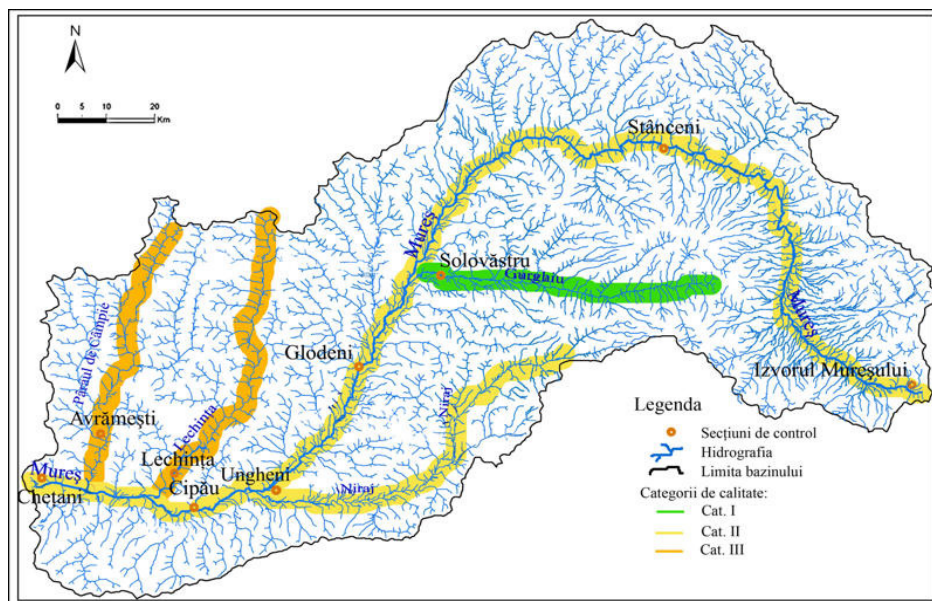


Fig.13.Harta calității apei râurilor din bazinul Mureșului pe diferite categorii de calitate

Apele Gurghiului după valorile indicatorilor se încadrează în categoria I de calitate.

La pârâul Niraj, apa, cu mici excepții, se încadrează în categoria II-III de calitate.

Dintre afluenții Mureșului, apele Pârâului de Câmpie și Lechinței în majoritatea cazurilor sunt de calitatea II, III și degradat, exceptând indicatorii regimului toxici speciali la care se încadrează în categoria I de calitate.

#### 4.2.2. Categoriile de calitate ale apei râurilor pe tronsoane

Pe râurilor din bazinul Mureșului, limitele tronsoanelor, se stabilesc, între secțiunile de supraveghere, iar lungimile se consideră pe cele patru categorii de calitate și pentru cinci grupe de indicatori.

De-a lungul Mureșului sunt delimitate cinci sectoare între izvoare și gura de vărsare. La afluenții Mureșului, în total se delimitează patru sectoare între izvoare și amonte de gurile de vărsare.

Considerând efectul cumulativ al indicatorilor, de la secțiunea Izvorul Mureșului până la Chețani pe o distanță de 262 km apa Mureșului se încadrează în categoria II de calitate (fig.13). Apa Gurghiului pe o lungime de 44 km prezintă categoria I de calitate.

Apa Nirajului pe o distanță de 80 km, se încadrează în categoria II de calitate.

La apa afluenților de dreapta, Lechinței și Pârâului de Câmpie se înregistrează o situație sensibilă datorită gradului mare al mineralizării, de aceea se încadrează în categoria III de calitate pe o distanță de 65 km, respectiv 50 km.



## **5. Surse de poluare ale apelor de suprafață din bazinul hidrografic al Mureșului**

### **5.1. Considerații generale**

În bazinul hidrografic studiat se prezintă sursele de poluare organizate și neorganizate, poluările accidentale și difuze.

Se analizează principalele caracteristici ale apelor uzate evacuate exprimate în mg/l, tone/an între 1995-2002. Se determină depășiri ale valorilor limită ale principalelor caracteristici ale apelor uzate evacuate în mg/l și %. Se reprezintă evoluția concentrațiilor principalilor poluanți în apele uzate evacuate. Se stabilesc tipurile de poluanți cu ponderea cea mai mare în diferite ape uzate și evoluția debitelor și volumelor de ape uzate evacuate.

### **5.2. Surse de poluare punctiforme organizate**

Surse de poluare punctiforme organizate sunt: unități industriale din a căror activități provin ape uzate industriale, rezultate din procesul tehnologic industrial, fiind de cele mai multe ori tratate separat în stații de epurare proprii industriilor respective.

Surse de poluare sunt și fermele zootehnice. Apele uzate provenite de la ferme zootehnice au în general caracteristicile apelor uzate orășenești, poluanții principali fiind substanțele organice și materialele în suspensie.

În bazinul hidrografic studiat cele mai importante surse punctiforme organizate sunt reprezentate de *apele uzate industriale* provenite de la Combinatul de îngrășăminte chimice din bazinul mijlociu, urmate de apele uzate de la instalații de prelucrarea lemnului din bazinul superior, de la industria alimentară cu o distribuție neuniformă la nivelul bazinului. În aceste categorii de surse sunt incluse și apele uzate orășenești și cele provenite de la ferme zootehnice.

Sursele majore-potențiale de poluare (agenții economici)-sunt următoarele: *S.C. Go. SA Gheorgheni* și *S.C. Ediltop SA Toplița* (stații de epurare ape uzate), *Fabrica de Lapte Praf Remetea*, *S.C. Colemn SA Gălăuțaș* (stații de epurare ape uzate industriale), *R.A.G.C.L.T.O.P.Reghin*, *S.C. Romsuintest Peris S.A.* din localitatea Gornești, *S.C. Azomureș S.A.* din Tg-Mureș., *R.A. AQVASERV Tg-Mureș*, *Fabrica de zahăr Tg-Mures*, *S.C.C. ZOO. Ardealul S.A. (Nutrimur) Iernut*, *R.A.G.C.L. Luduș*, *S.C.SECOM Luduș* (fig.14).

Cele mai importante surse de poluare industriale sunt combinate din industria chimică, din industria alimentară, din industria metalurgică, din termocentrale, din industria prelucrării lemnului, din industria prelucrării pielii, fermele zootehnice,etc.

În sectorul montan al bazinului, ca activitate economică, prelucrarea lemnului prezintă un risc în ce privește poluarea apelor. Apele uzate evacuate din *S.C. Colemn S.A. Gălăuțași* conțin poluanți precum: suspensii, materii organice, tanini, ioni de amoniu, fenoli, detergenți. În acest sector aceste surse sunt principale furnizoare de fenoli în ape.

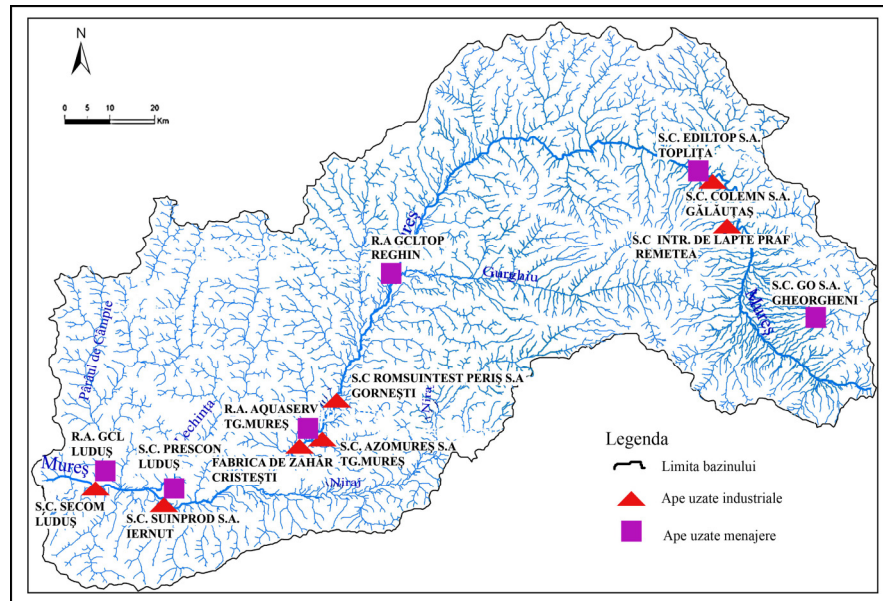


Fig.14. Harta distribuției spațiale a principalelor surse de poluare din bazinul hidrografic al Mureșului

În sectorul de podiș, fermele zootehnice sunt importante surse de poluare. *S.C. Romsuintest Peris S.A.* din localitatea Gornești, între 1995-2004, evacuează cantități mari de substanțe organice și ioni de amoniu.

Din sectorul mijlociu al bazinului Mureșului, Combinatul chimic din Tg-Mureș, *S.C. Azomureș S. A.* reprezintă principala sursă de poluare. Determină o creștere a concentrației poluanților în râul Mureș în medie, cu aproximativ 1,5 - 1,7 mg/l amoniu, 9,99 mg/l azotat, 1,14 mg/l uree. Apele uzate rezultate din fluxul tehnologic se caracterizează prin conținuturi mari de impurificatori: suspensii, substanțe organice, cloruri, sulfati, fosfați, fluoruri, sodiu, calciu, magneziu, amoniu, azotiti, azotati, uree (fig.15).

*Ape uzate menajere* reprezintă un amestec de ape provenite din gospodării și de la unitățile de producție mici și mijlocii locale din aglomerările urbane. În cadrul lor se pot întâlni o gamă foarte variată de poluanți.

Principalele surse de poluare de acest gen sunt reprezentate de unitățile de gospodărire comunală, aferente localităților urbane de la nivelul bazinului.

Aceste societăți prestează servicii precum: preluarea și epurarea apelor uzate menajere și captarea, tratarea și distribuirea apei potabile pentru oraș. Reprezentative pentru bazinul studiat sunt unitățile de gospodărire comunale care aparțin orașelor.

Unități cu impact major asupra calității apelor sunt: *S.C.GO S.A. Gheorgheni*, *EDILTOP URBAN S.A. Toplița*, *R.A.G.C.L.TUP Reghin*, *S.C.AQUASERV S.A. Tg.-Mures*, *PRESCOM Iernut S.A.*, *R.A.G.C.L. + S.C. Zahăr Luduș*. Aceste societăți evacuează ape uzate încărcate cu poluanți de concentrații diferite, precum: suspensii, materii organice, cloruri, sulfati, amoniu, azotiti, azotati, fenoli, detergenți, extractibili (fig.16).

Adesea, concentrația poluanților depășesc valorile limite admise. Apele uzate sunt de obicei insuficient epurate.

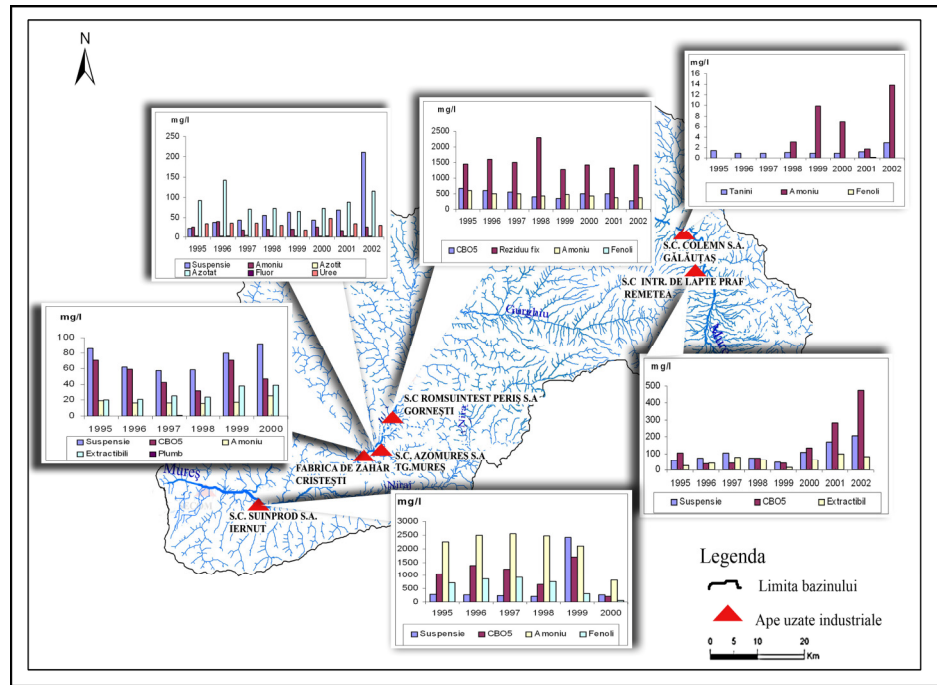


Fig.15. Evoluția concentrației principalilor poluanți din surse de ape uzate industriale

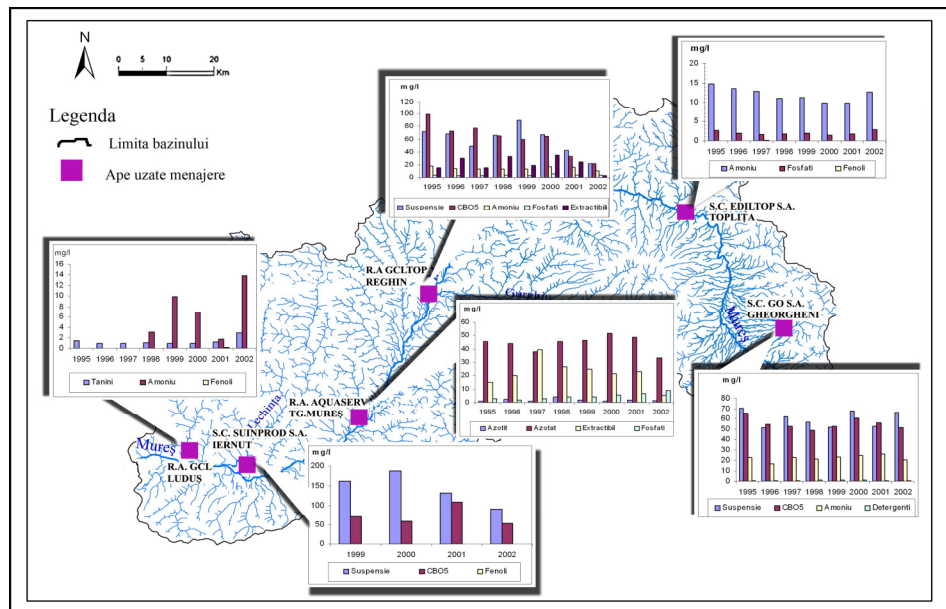


Fig.16. Evoluția concentrației principalilor poluanți din surse de ape uzate menajere

### 5.3. Surse de poluare punctiforme neorganizate

Sursele de poluare punctiforme neorganizate ale apelor de suprafață includ instalațiile de prelucrare a lemnului, haldele rămase în urma explorărilor geologice cu densitate mare în bazinul superior al Mureșului, dar și rampele de deșeuri industriale sau menajere din vecinătatea zonelor urbane sau adiacente unităților industriale (fig.17).

Afluenții Mureșului Jolotca și Belcina sunt poluate cu metale grele și materiale radioactive prin surparea haldelor rămase în urma explorărilor geologice din zona Jolotca, respectiv prin spălarea și/sau surparea haldelor rămase în urma explorărilor din zona Belcina, amonte de orașul Gheorgheni.

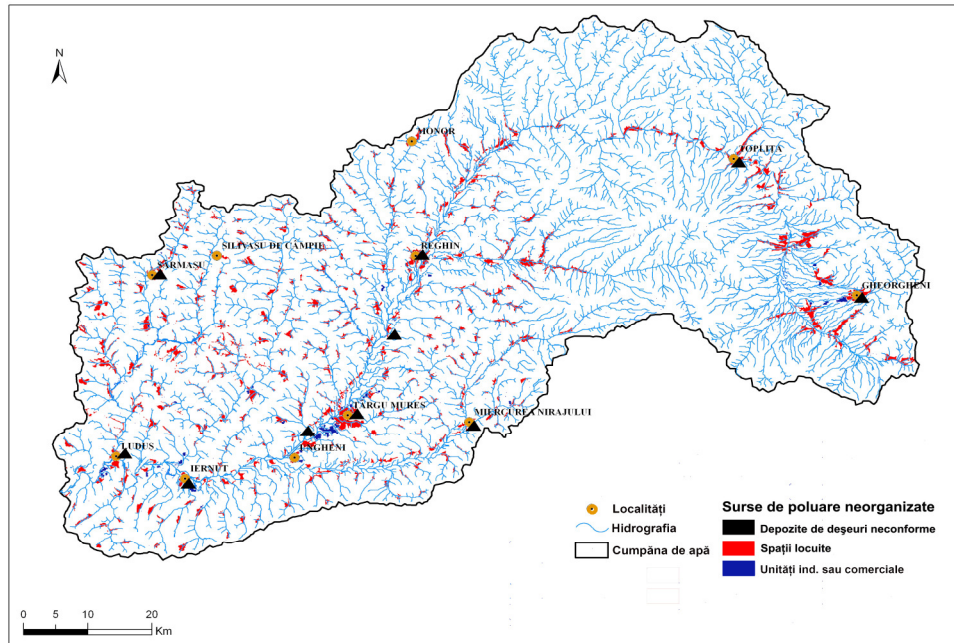


Fig.17. Harta distribuției spațiale a principalelor surse de poluare punctiforme neorganizate din bazinul hidrografic al Mureșului

### 5.4. Surse difuze de poluare

Surse difuze de poluare se referă la intrările de poluanți cu proveniență greu de identificat și controlat. Include poluările din agricultură, din ape uzate meteorice (fig.18).

În bazinul hidrografic studiat sunt reprezentate de activitățile agricole-nitrați și sedimente solide acumulate în ultimii 20 de ani ai agriculturii intensive, consumul de materii prime în industrie și deșeurile rezultate.

Zonele sensibile la nutrienți sunt reprezentate pe tot bazinul hidrografic analizat, având în vedere prevederile Uniunii Europene.

Zone vulnerabile la nitrați din surse agricole au fost desemnate perimetrele a 13 localități din bazinul hidrografic analizat, respectiv localitățile: Crăiești, Cristești, Gornești, Sâncraiu de Mureș, Sântimbru, Urmeniș etc. (Raport privind starea mediului în România - Surse: Agențiile Regionale și locale de protecție a mediului).

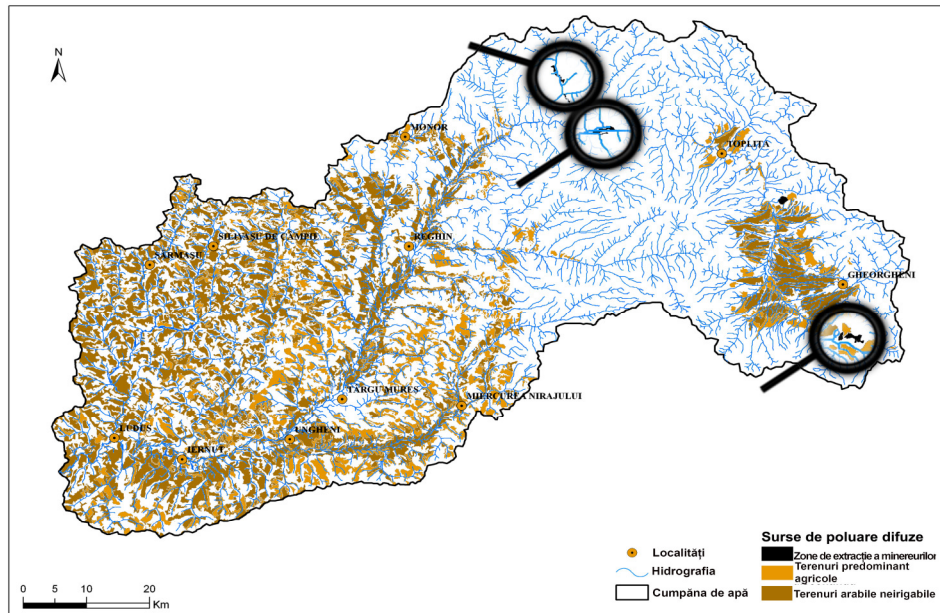


Fig.18. Harta distribuției spațiale a principalelor surse de poluare difuze din bazinul hidrografic al Mureșului

În agricultură ca surse de poluare difuză sunt reprezentate în special de: îngrășămintele chimice utilizate pentru fertilizare, pesticidele, ierbicidele utilizate pentru combaterea dăunătorilor, bolilor.

Evacuărilor de ape uzate și a dejecțiilor animaliere în cursurile de apă, pe terenurile agricole și alte zone, pentru unitățile zootehnice care nu sunt dotate cu stații sau instalații de epurare a apelor uzate.

Putem aminti și poluarea difuză datorită substratului geologic- exemplu: la Pârâul de Câmpie-concentrațiile ridicate ale salinității se datorează condițiilor pedologice ale zonei.

În mediul rural cele mai importante surse de poluare difuză sunt situate în perimetrele localităților.

Aglomerările umane din mediul rural și mediul urban, având în vedere procente mici de racordare a populației la rețeaua de canalizare (de 1,73 % și respectiv 71,98 %) sunt potențiale surse de poluare.

Activitatea antropică influențează calitatea apei de suprafață și subterană în mod hotărâtor. Una din aceste activități o constituie exploatarea de agregate minerale: balastiere în terasă, balastiere în albie și stațiile de sortare. Un risc major reprezintă apele uzate meteorice, care înainte de a ajunge pe sol, spală din atmosferă poluanții, vin în contact cu terenul unor zone miniere sau incinte amenajate, sau al unor centre populate, în procesul scurgerii, antrenează atât ape uzate de diferite tipuri, cât și deșeuri.

## 5.6. Poluări accidentale

Surse de poluare accidentală, dar ele sunt în marea lor majoritate legate de probleme de risc industrial.

Poluarea accidentală apare, de exemplu, ca urmare a dereglării unor procese industriale, când cantități mari (anormale) de substanțe nocive ajung în rețeaua de canalizare sau, ca urmare a defectării unor obiective din stația de preepurare sau epurare.

Risc major reprezintă Combinatului Chimic Azomureș, unde poluările accidentale se leagă de scurgerile substanțelor toxice din iazurile de decantare care otrăvesc râul. Batalele de reziduuri prezintă situații de risc pentru factorii de mediu din zonă.

## 5.7. Bilanțul surselor de poluare și a poluanților din bazinul hidrografic al Mureșului

Analizând detaliat sursele de poluare din bazinul hidrografic al Mureșului superior și mijlociu putem trage concluzii în cea ce privește cuantumul surselor de poluare, natura apelor uzate evacuate în rețea hidrografică și importanța lor la nivelul bazinului (Tabelul1).

Nr. crt.	Tipul apelor uzate evacuate de surse punctiforme	Sursa de poluare
1	Ape uzate din industria chimică	S. C. Azomureș S. A.
2	Ape uzate industriale din ind. prelucrării lemnului	S. C. Colemn S. A. Gălăuțaș
3	Ape uzate industriale din ind.alimentară	S.C. Intr. de Lapte Praf Remetea Fabr. de zahăr Cristești S. C. SECOM Luduș
4	Ape uzate industriale din complex ind. de creștere animalelor	S.C. Romsuintest Peris S.A. Gornești S.C. SUINPROD S.A. Iernut
5	Ape uzate menajere	S. C. GO. S.A.Gheorgheni S.C. EDILTOP. Toplița RAGCL TOP Reghin R. A. AQUASERV Tg-Mureș S.C. PRESCOM Iernut RAGCL Luduș

Tabelul nr.1. Tipul apelor uzate evacuate și sursele de poluare

Din analiza valorilor obținute și însumare lor pe fiecare an, rezultă că cele mai mari cantități de poluanți au fost evacuate în 1995, 1998 și 2002 ( 14 % din întreaga valoare). O reprezentare grafică a acestei distribuții este prezentată în figura nr.19.

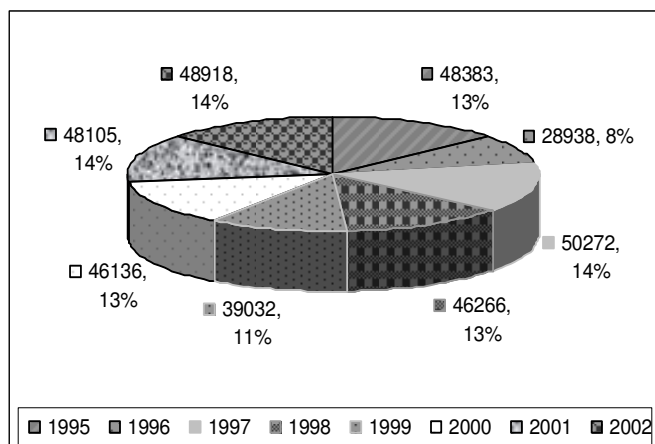


Fig.19. Cantitățile totale de poluanți evacuați prin intermediul apelor uzate (tone/an, %) în perioada de 1995-2002

## 6. Concluzii

Multe dintre elementele mediului au suferit transformări datorită activităților antropice. Orice modificare a diferitelor factori geocologici și antropici influențează caracteristicile de ansamblu ale geosistemelor. Elementele care duc la degradarea mediului sunt într-o conexiune profundă.

Mediul acvatic fiind un sistem structurat, organizat și ierarhizat, orice presiune asupra lui are influență asupra întregului. Impactul activităților antropice asupra apelor de suprafață și subterane au o componentă spațială și temporală.

Într-o perioadă de timp determinată pe o regiune dată, se poate sesiza modificarea survenită, care afectează mai ales biocenozele acvatice.

Prin studierea evoluției unor parametrii hidrochimici și microbiologici ai apei pe o perioadă de douăzeci de ani, se apreciază starea de calitate a apei râului Mureș în sectorul studiat. Se observă, cum răspunde râul la elementele perturbatorii, cum își recapătă echilibrul printr-un proces de autoepurare.

Hydrochimia apei este puternic influențată de existența unor substanțe poluante, provenite din diferite surse. Bazinul Mureșului este foarte complex din această cauză și sursele de poluare sunt foarte variate. În bazinul superior și mijlociu al Mureșului cele mai reprezentative surse de poluare sunt unitățile din industria chimică, alimentară, din industria prelucrării lemnului, ferme zootehnice, din surse menajere și cele agricole.

Prin analiza compoziției chimice a apei și studierea evoluției sale în spațiu și timp, se apreciază interacțiunea și conlucrarea factorilor de mediu în definirea ei.

Prin analiza temporală a indicatorilor de calitate, am sesizat o îmbunătățire mai ales după anul 2000. Aceasta se datorează în mare parte monitorizării riguroase a parametrilor, mai ales după 1989.

Diminuarea producției, sau închiderea unor unități industriale cu mare impact asupra mediului, au contribuit la creșterea calității.

Schimbările survenite în agricultură prin folosirea rațională a îngrășămintelor trecând de la producție intensivă la cea tradițională a avut efect benefic asupra calității.

Prin analiza spațială făcută de-a lungul Mureșului, se constată o variație a calității apei.

Părăsind Depresiunea Giurgeului puternic antropizată, calitatea apei se îmbunătățește simțitor, ca, ajungând în sectorul de podiș să se înrăutățească.

De la Glodeni la Chețani asistăm la o scădere a oxigenului dizolvat, la creșterea gradului de mineralizare și a conținutului în nutrienți și substanțe toxice datorită activităților antropice intense. La afluenții de dreapta, datorită condițiilor geochimice și antropice se remarcă o degradare a calității apelor. Dintre afluenții de stânga, la pârâul Gurghiu calitatea apei este bună spre deosebire de apa pârâului Niraj, la care datorită poluării difuze din agricultură și cele menajere calitatea apei este slabă.

În urma interpretării datelor determinate în secțiuni de control reprezentative, se pot lua măsuri de protecție privind apele evacuate de către consumatori.

Cunoscând evoluția stării de calitate și cea ecologică actuală a apei putem estima și pe cele viitoare.

### Bibliografie selectivă

- Adler, M. J. (1999), *Studiul proceselor fizice implicate în poluarea mediului acvatic prin activități agricole*, Teză de doctorat, București.
- Anghel, V. (1958), *Raionarea hidrochimică a teritoriului R. P. R.*, M. H. G., nr. 1, București.
- Barna, M., Papadopol C., (1975), *Poluarea și protecția mediului*, Ed. Științifică și Enciclop., București.
- Bartelmus, P. (1986), *Environment and Development*, London.
- Băloiu, V. (1971), *Gospodărirea apelor*, Ed. Did. și Ped., București.
- Bătinaș, R. (2005), *Caracterizarea chimică a apei râurilor din bazinul Arieșului*, Analele Univ. din Oradea, seria Geografie, Tom XV, pag. 168-177, Edit. Univ. din Oradea.
- Bătinaș, R. (2006), *Studiul calității apelor de suprafață din bazinul Arieșului*, Teză de doctorat, Cluj – Napoca.
- Borcia, C., (1998), *Despre poluarea mediilor acvatice*, Sesiunea de comunicări științifice INMH, Manuscris, București.
- Botnariuc, N., Vadineanu, V., (1982), *Ecologie*, EDP, București.
- Brigge, R., Grattan, K. T. V. (1990), *Instrumentation and Control in the UK Water Industry, Advances in water pollution control*, UK.
- Bucur, Aurelia (1999), *Elemente de chimia apei*, Edit. \*H\* \*G\* \*A\*, București.
- Ciupagea, D., Păuca, M., Ichim, Tr. (1970), *Geologia Depresiunii Transilvaniei*, Ed. Academiei Române.
- Csathó, P. (1994), *A Környezet nehézfém szennyezettsége és az agrártermelés*, Szakirodalmi Szemle, Akaprint, Budapest .
- Diaconu, C., Pașoi, I., Drăgoi, E., Mocanu, Iuliana, Constantinescu, Anca (1997), *Îndrumar pentru stațiile hidrometrice pe râuri*, Institutul național de Meteorologie și Hidrologie, București.



- Felföldy, L. (1981), *A vizek környezettana*, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Floca L., Mac, I., Mihăiescu, R. (1998), *Relații fizice environment-organism viu*, vol. I-II, Ed. Presa Univ. Clujană, Cluj-Napoca.
- Gâștescu, P. (1990), *Fluviile Terrei*, Editura Sport Turism, București.  
-Geogr., Acad. Română, Fil. Cluj.
- Gâștescu, P. (1998), *Hidrologie*, Ed. Roza Vânturilor, Târgoviște.
- Gâștescu, P., Zăvoianu I., (2000), *Resursele de apă din România, Stare, Calitate, Managment*, Terra, XXX(L), 2 București
- Gâștescu, P., Brețcan, P. (2009), *Hidrologie continentală și Oceanografie*, Ed. Transversal, Târgoviște
- Ghinea, D., (2000), *Enciclopedia Geografică a României*, Ed. Enciclopedică, București.
- Harrison, R. M. (1999), *Undersatanding our Environment*, Royal Society of Chemistry, Cambridge.
- Hood, D. W. (1970), *Organic matter in natural waters*-Symp. Univ. Alaska, Sept. 2-4 1968, Inst. Mar.Sci. Occas. Publ. 1-625.
- Ieleninicz, M. (1999), *Dealurile și Podișurile României*, Edit. Fundației „România de Măine”, București.
- Irimuș, I. (1998), *Relieful de domuri și cute diapire în Depresiunea Transilvaniei*, Edit. Presa Universitară Clujeană, Cluj Napoca.
- Jakab, S., Incze, A., Sipos, Z., Peter, B. (1977), *Harta solurilor Județului Mureș I.G.E.F.C.O.T.*, București.
- Kádár, I. (1995), *A talaj – növény – állat – ember tápláléklánc szennyeződése kémiai elemekkel Magyarországon*, Környezet- és Természetvédelmi Kutatások, Budapest.
- Mac I. (1996), *Geomorfosfera și geomorfosistemele*, Ed. Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca.
- Mac, I., Sorocovschi, V. (1982), *Intercondiționări morfoclimatice în Depresiunea Transilvaniei cu efecte semnificative în peisaj*, BSSGR, VI (LXXXVI), București.
- Moldovan, F. (2003), *Fenomene climatice de risc*, Ed. Echinox, Cluj – Napoca.
- Morariu, T., Pișota, I., Buta, I. (1962), *Hidrologia generală*, Ed. Did. și Ped., București.
- Morariu, T., Posea, Gr., Mac, I. (1980), *Regionarea Depresiunii Transilvaniei*, Studiu și Cercetări de Geologie, Geofizică, Geografie, tomul XxvII, nr.2, Edit. Academiei, București.
- Mutihac, V., Ionesi, L. (1974), *Geologia României*, Edit. Tehnică, București.
- Negulescu, M., Antoniu, R., Rusu, G., Cușa, E. (1982), *Protecția calității apelor*, Edit. Tehnică, București.
- Newson, M. (1994), *Hydrology and the River Environment*, Clarendon Press, Oxford.
- Pandi, G. (1999), *The Poliphasic Fluid from Nature – Enviromental Modelator, Geography within the Context of Contemporary Development*, Cluj – Napoca.
- Pandi, G., Sorocovschi, V., Vigh Melinda (2002), *Influence of environment on population health in Copșa Mică*, Development and Application of

- Computer Techniques to Environmental Studies, IX, WITpress, Southampton.
- Pénzes, B. (1989), *Mérgező anyagok a környezetben*, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Pișota, I., Buta, I. (1983), *Hidrologie*, Ed. Did. și Ped., București.
- Pișota I., Zaharia Liliana (2001, 2002), *Hidrologie*, Ed. Univ. București
- Pop, P. Gr. (2000), *Carpații și Subcarpații României*, Ed. Presa Univ. Clujană, Cluj - Napoca.
- Pop, P. Gr. (2001), *Depresiunea Transilvaniei*, Ed. Presa Univ. Clujană, Cluj-Napoca.
- Preda, I. Marosi P. (1971), *Hidrogeologie*, Ed. Did. și Ped., București.
- Roșu, Al., Ungureanu, I., (1977), *Geografia mediului înconjurător*, EDP, București.
- Rotmisztróv, M. N., Gvozdjak, P. U., Sztavszkaja, Sz. Sz. (1982), *A szennyvíztisztítás mikrobiológiája*, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Sárkány-Kiss, E., Hamar, J., Sârbu, I. (1997), *Starea ecologică a râului Mureș*, Edit. Liga Pro Europa, Târgu-Mureș.
- Sorocovschi, V. (1996), *Podișul Târnavelor – studiu hidrogeografic*, Ed. CETIB, Cluj – Napoca.
- Sorocovschi, V. (2002, 2004) *Hidrologia uscatului*, Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca.
- Sorocovschi, V. (2005), *Câmpia Transilvaniei*, Studiu Hidrogeografic, Casa Cărții de Știință, Cluj - Napoca.
- Sorocovschi, V., *Meteorologie, Climatologie* (2009), Ed. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca
- Sorocovschi, V., Buta, I. (1994), *Hidrometrie*, Univ. Babeș-Bolyai, Cluj – Napoca.
- Sorocovschi, V., Szőcs Aniko, Vodă, M. (2006), *Mineralizarea apei râurilor din bazinul hidrografic al Mureșului superior și mijlociu*, Integrarea Europeană – Impact și Consecință, Simpozion Științific Internațional, pag. 387-395, Ed. „Dimitrie Cantemir”, Târgu – Mureș.
- Sorocovschi, V., Șerban Gh. (2008), *Hidrogeologie*, Ed. Casa Cărții de Știință, Cluj Napoca
- Stănescu, V. Al. (1995), *Hidrologie urbană*, Program Tempus „ Sciences de l' eau et enviroment” Ed. Did. și Ped., București.
- Szőcs Aniko (1998), *Dimensiunea ambientală a zonei de depozitare „Sângeorgiu de Mureș” și șansele de amenajare*, Analele Univ. Ecol. „ Dimitrie Cantemir”, pag. 47-59, Târgu – Mureș.
- Trufaș, V., Trufaș Constanța, (2003), *Hidrochimie*, Ed. AGORA, București.
- Ujvari, I., (1972), *Geografia apelor României*, Ed. Științifică, București.
- Varduca, A. (1997), *Hidrochimie și poluarea chimică a apelor*, Edit. \*H\* \*G\* \*A\* , București.
- Varduca, A. (1999), *Monitoringul integrat al calității apelor*, Editura H\*. G\*. A\* . , București.
- Varduca, A. (2000), *Protecția calității apelor*, Ed. H. G. A., București.
- Velcea, I. (1979), *Geografia Podișurilor României*, Univ. București.
- Vigh Melinda (2008), *Calitatea apei râurilor din bazinul hidrografic al Târnavei*, Casa Cărții de Știință, Cluj- Napoca.

- Zaharia Liliana., Pișota, I. (1995), *Resursele de apă din România și protecția lor*, Analele Univ. din București, XLII, București.
- Zaharia Liliana (1999), *Resursele de apă din bazinul râului Putna*, Studiu de hidrologie, Ed. Univ. București
- Zamfir, G. (1979), *Efecte ale poluanților și prevenirea lor*, Ed. Academiei, București.
- \*\*\* (1987), *Geografia României, vol. III, Carpații Românești și Depresiunea Transilvaniei*, Oancea, D., Velcea Valeria, et al, Ed. Academiei, București.
- \*\*\* (1983), *Geografia României, vol. I, Geografie Fizică*, Badea, L., Gâstescu, P. Velcea Valeria, et al, Ed. Academiei, București.
- \*\*\* (1971), *Râurile României*, (monografie hidrologică), Inst. de Met. și Hidr., București.