

EVOLUȚIA STĂRII ECOLOGICE A CORPURIILOR DE APĂ DIN BAZINUL HIDROGRAFIC PRUT, ÎN ACTUALELE CONDIȚII CLIMATICE

Maria BUCUREȘTEANU, Valentin GRIGORAȘ, Bogdan ROȘCA

Cuvinte cheie: BH Prut, resurse naturale, stare ecologică, corp apă, schimbări climatice.

Key words: Prut Basin, Natural resources; Ecological state; Water body; Climate change.

The ecological state of the water bodies in the Prut basin. Out of the multitude of the actions, at both the national and European level, of investigating and monitoring the stage of the environmental compounds, the multidisciplinary study of the Prut basin is part of it. The ecological state of the basin water resources has a double determination by accumulating the action of both the natural and anthropic factors of the system. As such, the climate and the morphometry of the basin are part of the quantitative water resource while the geology and the anthropic pressure are part of the qualitative composition. To quantify the contribution of the natural factors to the size of the water resource, we took into account the discharge evolution related to the the precipitations and the basin surface. The qualitative contribution of the natural factors is constituted by the defining of the thermodynamic processes at the water/mineral interface, that produces saults and generates the degree and the type of water mineralization. The rough results of the study describe the foremost formation of the montmorillonites by using silica to free the primary structures but that did not participă in the form of amorphous silica or of kaolinite. The contribution of the montmorillonites to the mineralization of the contact waters is made up of Ca, Mg, Na, K, Al and Si saults. Starting from the different geological nature of the Prut and Jijia basins, we took into account their apport to the mineralization evolution as well as the discharge of the receiving river, downstream the confluence. Besides these factors, the quality and the size of the source is affected by the anthropic impact on the ecosystem of the basin, in such a way that the four counties which are passed by the Prut present about 100 potential pollutants, out of which 20 are now systematic as a result of not being treated or insufficiently treated from the point of view of the residual effluents. As such, at the level of the years 2002-2006, the polluting sources evacuate an average of 107 mil. m³ used waters/year, out of which 0.55 mil. m³ were sufficiently epurated, 10 mil. m³ were not epurated and 96.45 mil. m³ insufficiently epurated. The main agent of the polluting charge in the Prut is the Jijia river which cumulates the emmissions of the Moldavian Tableland, North of the Barlad Hills, other sources being the Albița border town as well the town of Falciu. Establishing the ecological state of the Prut basin water bodies was based on the evaluation of the chemical, physical-chemical and biological elements of the Prut basin. The ionic formula of the Oroftiana – Ungheni section is the established one for the water wells of the crystalline and flysh + sedimentary course: **Ca-Mg-Na-K; HCO₃-SO₄-Cl-CO₃-NO₃-NO₂** and **Ca-Na-Mg-K** respectively **downstream the Jijia river**. Seeing Order 161/2006, the quality classes of the water bodies, on the 9 control sections of the Romanian part of the Prut river, are **I-st** class quality, for the values **O₂ diz., CBO₅, CCOMn, Na** and **SO₄**, upstream the the confluence with the Jijia river; **II-nd** class **Ca, Mg, Cl, NH₄** and **NO₃** ions over the whole part of the Romanian Prut and **II-nd** class quality for the **Na, SO₄** ions, **III-rd** class for the **Cl** ions downstream the confluence with the Jijia river. Analyzing the data obtained, one may notice that the present climatic changes lead to great fluctuations of the Prut basin water bodies, as an alternation of the heavy rain and dry seasons, to raised risks of catastrophic floods as the basins are covered by rich vegetation, as a result of eutrophization and reduction of the soil capacity to retain water. The thermodynamic state parameters also change and, in the same time, the ecological conditions of the aquatic systems, affecting the biological processes as well as the microbiological ones from the water mass and from the water/sediment interface.

INTRODUCERE

Evaluarea stării ecologice a BH Prut, se înscrie în politica de cercetare a Uniunii Europene, de cunoaștere, monitorizare și gestionare a mediului în Europa.

Starea ecologică a resurselor de apă dintr-un bazin, are o dublă determinare prin cumularea acțiunii factorilor naturali și antropici din sistem. Astfel, climatul și morfometria bazinului, participă la alcătuirea cantitativă a resursei de apă, iar geologia și presiunea antropică, la alcătuirea sa calitativă.

Pentru cuantificarea aportului factorilor naturali, la mărirea resursei de apă s-a urmărit evoluția debitelor lichide, în raport cu precipitațiile căzute și cu suprafața bazinului.

Aportul calitativ al factorilor naturali, a fost urmărit prin termodinamica proceselor de la interfața apă/mineral, eliberatoare de săruri în soluția mediului.

Alături de acești factori, calitatea și mărirea resursei poate fi afectată prin activități antropice, astfel încât s-au urmărit evacuările în mediu, ce pot ajunge în apele de suprafață și subterane, din cele patru județe parcurse de râul Prut.

Pe parcursul cercetărilor, rezultatele au indicat corelații puternice între parametrii de stare ecologică a corpurilor de apă și variația datelor climatice, în bazin.

MATERIAL ȘI METODE

Pentru evaluarea mărimii resursei de apă s-au folosit datele climatice și valorile zilnice ale debitelor lichide, publicate de către Direcția Apelor Prut (5).

Aportul sistemelor geochimice apă/mineral, la mineralizarea apelor din bazin, a fost calculat din ecuațiile de echilibru ale proceselor de alterare a mineralelor din roci, sol și sediment, în condițiile de stare termodinamică ale sistemului studiat.

Pentru estimarea calitativă a resursei de apă, au fost analizate fizico-chimic și bacteriologic probe de apă, sol și sediment din cele 9 secțiuni de control amplasate în punctele de trecere a frontierei (de la nord la sud: Oroftiana, Rădăuți-Prut, Stânca, Sculeni, Ungheni, Albița, Fălciu, Oancea, Giurgiulești).

Determinările fizico-chimice s-au făcut prin metode clasice (Ionescu, Jeffery, Mănescu, Zamfirescu) cu dispozitiv preparare probe (unit. dezagregare DK6) și dozări flamfotometrice (PFP7&PFP7/C Jenway), spectrofotometrice (VIS 6300 Jenway), volumetrice și electrochimice (multiparametru H.I. 9828).

Evaluarea stării ecologice a apelor BH Prut s-a realizat prin încadrarea lor, în clasele de calitate, prevăzute în Ord. 161/2006(6), pe cele 9 secțiuni de control.

Rolul schimbărilor climatice în evoluția ecosistemelor din BH Prut s-a evaluat prin analiza rapoartelor între debitele din anii ploioși și cei secetoși, respectiv între concentrațiile indicatorilor de calitate ai apelor, din care rezultă și dinamica claselor de calitate a corpurilor de apă.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

1. Mărirea resursei de apă a râului Prut cuprinde volumul de apă colectat din bazinul său superior și inferior, cumulat cu cel colectat din partea centrală și nordică a Podișului Moldovenesc, de către afluentul său principal râul Jijia.

Resursa de apă a atins maximul de volum în primăvara și vara anului 2006, prin depășirea tuturor valorilor maxime ale debitelor consemnate și publicate în ultimii 50 de ani la stația hidrologică Rădăuți-Prut. În 6 iunie 2006 s-a înregistrat debitul istoric de 1000 m³/s, drept urmare a volumului de precipitații căzut în Carpații

Ucrainei și în partea de nord a României. Spre deosebire de anul 2006, în primăvara anului 2007, debitele erau scăzute datorită secetei din toamna 2006 și iarna 2006/2007 și datorită proceselor de infiltrare în freatic și de evaportranspirație (tab.1).

Rapoartele între debitele celor 2 ani de observații, respectiv: $Q_{\text{mediu}04.2006} / Q_{\text{mediu}04.2007}$, au valori de 4,2 pentru Prut la Ungheni și de 4,7 la Albița (aval confluență cu r. Jijia), respectiv de 9,97 pentru râul Jijia, amonte confluență (tab.1).

Tab. 1. Debitele râurilor Jijia și Prut și factorii de diluție a apelor afluentului în receptor.

Localizare	Lunile anului 2006										Lunile anului 2007			
	04	05	06	07	08	09	10	11	12	01	02	03	04	
	Debite medii lunare m ³ /s													
Prut la Ungheni	227	184	368	227	144	146	55	48	43	40	39	43	54	
Jijia la Victoria	21	8	28	9	9	9	6	5	4	4	3	5	4	
$R = Q_{\text{Prut}}/Q_{\text{Jijia}}$ (m ³ /s)	Valori raport debite medii lunare Prut/Jijia													
	11	23	13	25	16	16	9	10	11	10	13	9	14	

Tab. 2. Evoluția debitelor râului Prut aval de confluența cu râul Jijia și aportul scurgerilor colaterale în alcătuirea acestora.

Localizare	Lunile anului 2006										Lunile anului 2007			
	04	05	06	07	08	09	10	11	12	01	02	03	04	
	Debit măsurat m ³ /s													
Albița Prut + Jijia	326	203	414	237	158	164	72	63	56	51	49	53	67	
	Debit calculat m ³ /s													
	248	192	396	236	153	155	61	53	47	44	42	48	58	
Între Ungheni si Albița	Debit colateral m ³ /s													
	64	11	18	1	5	9	11	10	9	7	7	5	11	

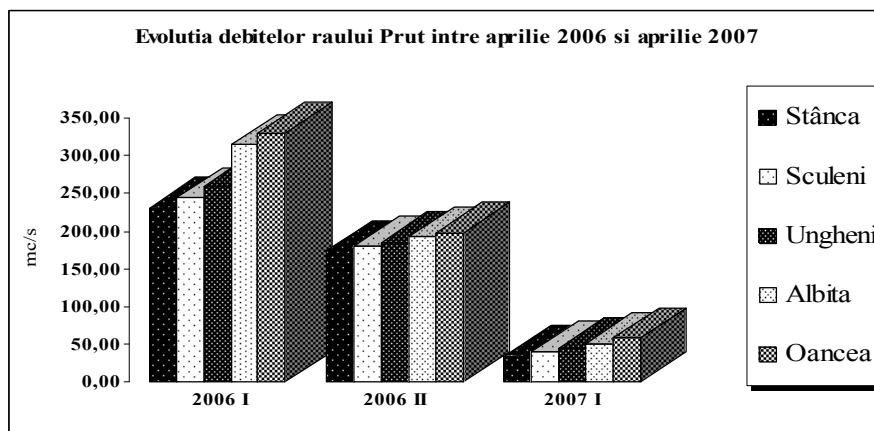


Fig. 1. Evoluția debitelor râului Prut, între secțiunile de control Stâncă-Costesti și Oancea, în prima parte a perioadei de monitorizare: aprilie 2006 – aprilie 2007.

Deci putem spune că marile variații cantitative ale regimului de precipitații, induse de actualele schimbări climatice, au dus în perioada 2006-2007 la o diminuare

a volumului corpurilor de apă de suprafață, cu cca 50% pe râul Prut și cu cca 90% pe râul Jijia. (tab. 1, 2 și fig.1).

De asemenea, raportul de diluție a apelor râului Jijia în Prut, variază între 11 și 25 în sezonul ploios și între 9 și 14 în cel secetos, valori care permit disiparea substanțelor minerale și organice, transportate de afluent în cursul receptor (tab. 1).

Un indicator important al alcătuirii debitelor îl constituie și volumul scurgerilor colaterale de pe suprafețele de drenaj ale râului, volum corelat cu cantitatea locală de precipitații, pentru fiecare secțiune de control. În cazul tronsonului de râu aflat între Ungheni și Albița, suprafața de drenaj cumulează între 11 și 64 m³/s în cazul ploilor abundente, generalizate, 1-2 m³/s în cazul ploilor căzute în Carpații Ucrainei și între 5 și 9 m³/s, în cazul ploilor locale de intensitate medie.

2. Caracteristicile fizico-chimice ale apelor din BH Prut

În anul 2006, râul Prut transporta ape cu o reacție slab alcalină (pH=8,0-8,2) datorată conținutului în carbonați și bicarbonați, mediu mineralizate cu 240 mg SS/l la intrarea în țară și 330 mg SS/l aval de confluență, cu duritate medie între 10°G la intrarea în țară și 12°G aval de confluența cu Jijia.

Concentrațiile sărurilor din apele râului Prut, sunt în general de 3 ori mai mici decât cele din apele Jijiei, iar succesiunea cantităților de reacție ale cationilor, poate fi redată prin **formula cationică** Ca-Mg-Na-K, pe tot sectorul românesc. Prin aportul afluentului principal – Jijia – aval de confluență, concentrațiile în sărurile de Mg se majorează cu 14-15%, dar acest procent nu modifică succesiunea valorilor cantităților de reacție ale cationilor. Corespunzător concentrațiilor de cationi, în funcție de speciația ionică, **formula anionică** reprezentativă pentru apele râului Prut este HCO₃-SO₄-Cl-CO₃-NO₃-NO₂, specifică apelor dulci, cu izvoarele în fliș.

După confluența cu râul Jijia, valorile elementelor chimice și fizico-chimice de clasificare a calității apelor râului Prut, arată o ușoară majorare a concentrațiilor - la cationi: cu 14-15% la Mg, cu 16-17% la Na și cu 150% la K, respectiv – la anioni: cu 20% la HCO₃, cu 18% la Cl și cu peste 70% la azotat, dar așa cum s-a mai arătat, acest aport nu modifică formula ionică a corpului de apă.

Și pentru evaluarea influențelor antropice asupra calității apelor râului Prut s-au determinat și utilizat concentrațiile indicatorilor acestei categorii de impact asupra mediului, respectiv deficitul în oxigen, cerința biochimică de oxigen necesară descompunerii aerobe a materiei organice, consumul chimic de oxigen pentru oxidarea materiilor organice, precum și concentrațiile sărurilor de azot.

Valorile elementelor de calitate, arată majorări ale indicatorilor influențelor antropice cu 14% pentru CBO₅, cu 18% pentru CCOMn, cu 67% pentru azotați, de la intrarea în țară până la confluența cu Dunărea.

Cu toate aceste creșteri, constatate aval de confluența cu Jijia, calitatea apelor râului nu este afectată major, datorită raportului între debite care are valoarea 25, în favoarea Prutului, în luna iulie 2006.

În anul 2007, râul Prut transporta ape slab alcaline (pH=8,2-8,6) datorită unui conținut de 2,4-3,5 mg CO₃/l, cu o mineralizare normală spre medie, un conținut în săruri solubile între 430 și 660 mg/l, dintre care sărurile și în special carbonații de Ca și Mg determină o duritate totală de 16-19°G, în timp ce bicarbonații de Ca și Mg dau o duritate temporară de 12-15°G.

Mineralizarea apelor râului Prut amonte de confluență, este și în această perioadă de cca 3 ori mai mică decât cea a râului Jijia, cu formula cationică: Ca-Mg-Na-K-NH₄⁺ și formula anionică: HCO₃-SO₄-Cl-CO₃-NO₃-NO₂.

În același timp, apele râului Jijia, au caracter slab alcalin cu CO_3^{2-} de 10,82 mg/l, au o conductibilitate de 1300 μS , realizată de cantități de săruri între 858 și 939 mg/l, o durtitate totală de 20,65 $^\circ\text{G}$ dată de carbonații de Ca și Mg și una temporară de 16,52 $^\circ\text{G}$, dată de bicarbonații de Ca și Mg. Mineralizarea apelor râului Jijia, are formula cationică: Mg-Ca-Na-K-NH $_4^+$, respectiv anionică: HCO $_3^-$ -Cl-SO $_4^{2-}$ -CO $_3^{2-}$ -NO $_3^-$ -NO $_2^-$.

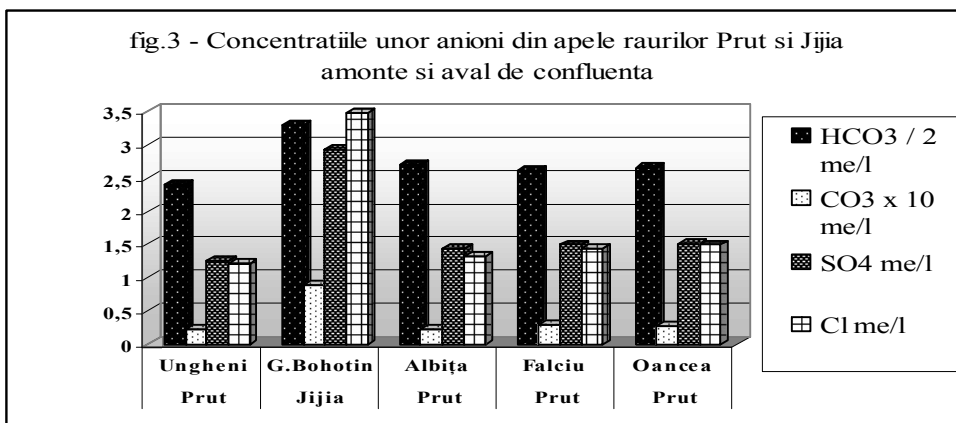
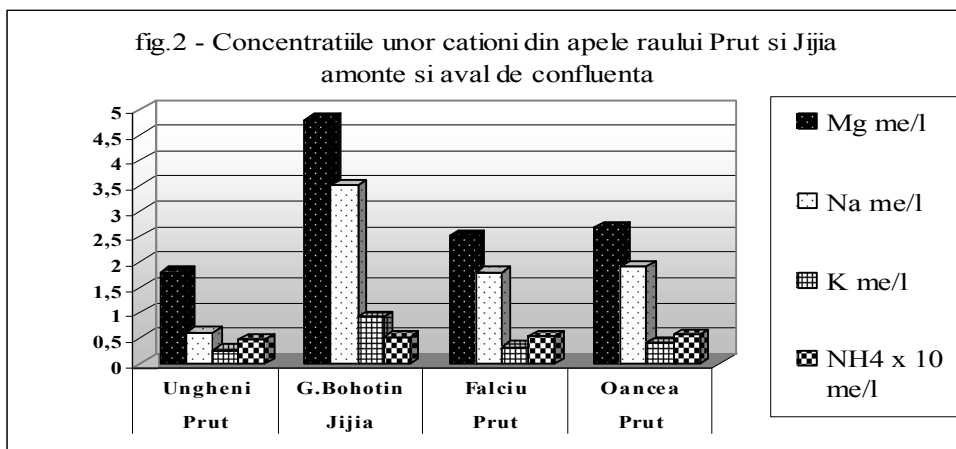


Fig. 2 și 3. Concentrațiile de cationi și anioni în apele râurilor Prut și Jijia și evoluția acestora aval de confluența.

Aval de confluență, aportul concentrațiilor de ioni din apele Jijiei, majorează conținutul apelor Prutului în cationi: de la 22 la 33 mg Mg /l, de la 14 la 44 mg Na/l, de la 10 la 16 mg K/l, respectiv în anioni: de la 2,76 la 3,40 mg CO $_3^{2-}$ /l, de la 292,8 la 343,4 mg HCO $_3^-$ /l de la 43 și la 53 mg Cl/l la ionul clor.

Conform limitelor stabilite prin Ord. 161/2006, impactul apelor Jijiei asupra calității corpurilor de apă ale râului Prut nu este important, datorită valorilor mari ale raportului între debite, care în lunile de primăvara/vară 2006 au variat între 11 și 25, iar în lunile de primăvară ale anului 2007 între 9 și 14.

Aceste valori asigură diluții ale materiilor minerale și organice aduse de Jijia în Prut, între 1:10 și 1:16, ceea ce determină majorări ale chimismului râului receptor cuprinse între 62 și 100 mg săruri/l.

3. Starea ecologică a corpurilor de apă ale BH Prut, a fost stabilită prin evaluarea elementelor chimice, fizico-chimice și biologice, prevăzute în Ord. 161/2006(6), atât pentru apele râului Prut cât și ale afluentului său principal râul Jijia. Apoi, s-a realizat studiul proceselor de interfață, din sistemele geochimice apă / mineral, cu rezultate ce descriu formarea preponderentă a montmorilonitelor prin utilizarea silicei, eliberată din structurile primare. Aportul montmorilonitelor la mineralizarea apelor de contact, constă în săruri de Ca, Mg, Na, K, Al și Si. Aceste date au permis selectarea claselor de calitate ale corpurilor de apă din BH Prut și cuantificarea aportului adus de râul Jijia la modificarea clasamentului stării ecologice.

De asemenea s-au inventariat sursele de poluare în județele parcurse de râul Prut și s-au identificat cca 100 de potențiali poluatori, dintre care 20 poluatori sistematici, prin netratarea sau tratarea insuficientă a efluenților reziduali.

Clasele de calitate ale corpurilor de apă din BH Prut

În anul 2006, conform Ord. 161/2006 (6), râul Prut se încadrează în clasa I de calitate, pentru concentrațiile anionilor (excepție ionul sulfat), în clasa a II-a de calitate pentru concentrațiile cationilor (Ca, Mg, Na) din alcătuirea sărurilor componente ale mineralizării naturale și în categoriile II și III, prin valorile CBO₅ (tab. 3, 4).

Tab. 3. Clasele de calitate ale apelor r. Prut pentru indicatorii de poluare conf. Ord.161/2006.

Nr crt	Localizare	O ₂	CBO ₅	CCOMn	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	N-NO ₂ ⁻
		mg O ₂ /l			mg/l	mg N-NO ₃	mg/l
1	Râul Prut - Rădăuți-Prut	I	II	I	I	I	I
2	Râul Prut - Stânca-Costești	I	II	I	I	I	I
3	Râul Prut - Sculeni	I	III	I	I	I	I
4	Râul Prut - Ungheni	I	II	I	I	I	I
5	Râul Prut - Albița	I	III	I	I	II	I
6	Râul Prut - Fălciu	I	IV	I	I	I	I
7	Râul Prut - Oancea	I	III	I	I	I	I
8	Râul Prut - Reni	II	II	I	I	I	I

Tab. 4. Clasele de calitate ale apelor r. Prut pentru indicatori de mineralizare.

Nr crt	Localizare	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	rez. fix
		mg/l					
1	Râul Prut - Rădăuți-Prut	II	II	II	II	I	I
2	Râul Prut - Stânca-Costești	II	II	II	II	I	I
3	Râul Prut - Sculeni	II	II	II	II	I	I
4	Râul Prut - Ungheni	II	II	II	II	I	I
5	Râul Prut - Albița	II	II	II	II	I	I
6	Râul Prut - Fălciu	II	II	II	I	I	I
7	Râul Prut - Oancea	II	II	II	I	I	I
8	Râul Prut - Reni	II	II	II	II	I	I

În 2007, conform noului act normativ, apele râului Prut se încadrează în:

- clasa I de calitate, pentru concentrațiile de O₂, CBO₅, CCOMn, Na și SO₄ – amonte de confluența cu Jijia;
- clasa a II-a de calitate pentru conținutul în ioni de Ca, Mg, Cl, NH₄ și NO₃, pe tot parcursul românesc al râului;
- clasa a II-a de calitate în cazul ionilor de Na și SO₄ – aval de confluența cu Jijia;
- clasa a III-a de calitate pentru ionul Cl – aval de confluența cu Jijia. (tabele 5, 6).

Tab. 5. Clasele de calitate ale apelor râului Prut pentru valorile indicatorilor de poluare.

Nr	Localizare	O ₂	CBO ₅	CCOMn	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻	N-NO ₂ ⁻
		mg O ₂ /l			mg/l	mg/l	mg/l
1	Râul Prut - Stâncă-Costești	I	I	I	II	II	I
2	Râul Prut - Sculeni	I	I	I	II	II	I
3	Râul Prut - Ungheni	I	I	I	II	II	I
4	Râul Prut - Albița	I	II	I	II	II	II
5	Râul Prut - Fălciu	I	II	II	II	II	II
6	Râul Prut - Oancea	I	II	I	II	II	II
7	Jijia (Gura Bohotin)	I	II	II	II	I	I

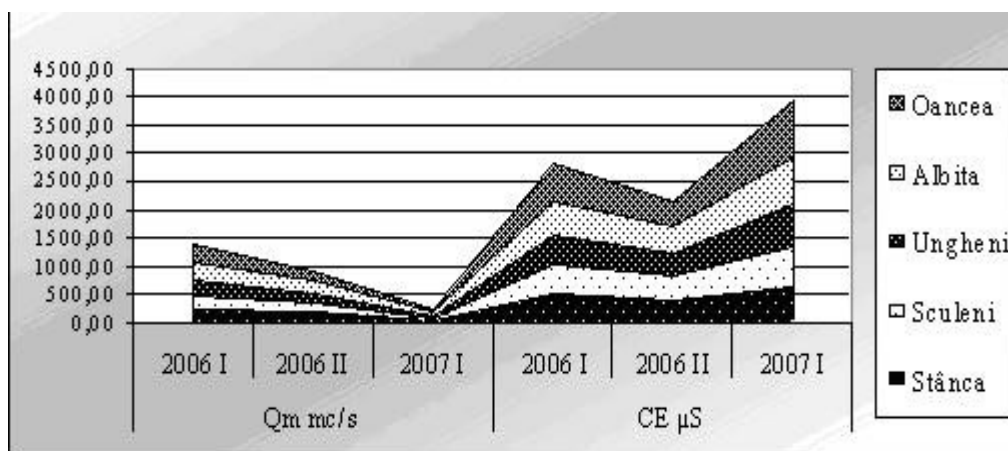
Tab. 6. Clasele de calitate ale apelor r. Prut pentru valorile indicatorilor de mineralizare.

Nr crt	Localizare	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	reziduu
		mg/l					
1	Râul Prut - Stâncă-Costești	II	II	I	I	II	I
2	Râul Prut - Sculeni	II	II	I	I	II	II
3	Râul Prut - Ungheni	II	II	I	I	II	II
4	Râul Prut - Albița	II	II	II	II	II	II
5	Râul Prut - Fălciu	II	II	II	II	III	II
6	Râul Prut - Oancea	II	II	II	II	III	II
7	Jijia (Gura Bohotin)	II	II	III	III	III	III

Se remarcă declasarea calitativă a apelor Prutului, în sezonul mai uscat, în urma reducerii debitelor, a favorizării proceselor de descompunere a materiei organice și de eutrofizare a corpurilor de apă(1).

Efecte ale schimbărilor climatice globale, asupra resurselor de apă ale BH Prut

Din studiul evoluției debitelor și a ionilor componenți ai mineralizării, care se concentrează între anii 2006 și 2007, se remarcă trecerea apelor Prutului de la clasa I de calitate la clasele II și III pentru ionii de SO₄²⁻ și Cl⁻ și reziduu fix (tabele 4, 6).

**Fig. 4.** Evoluția concentrațiilor de săruri în apele râului Prut, în raport cu dinamica debitelor între anii 2006-2007.

Din fig. 4 se remarcă o creștere a concentrațiilor în săruri, întreruptă prin diluția realizată de viiturile din iulie 2006, care au și atins debitul istoric de 1000 m³/s.

Aceleași mecanisme acționează și în cazul claselor de calitate pentru indicatorii de contaminare ai apelor, de la sezonul ploios la cel mai puțin ploios, când se remarcă un necesar mai mic de oxigen pentru descompunerea aerobă a materiei organice, precum și concentrarea sărurilor de azot până la valori ce trec apele într-o clasă inferioară de calitate (tabele 3, 5).

De asemenea, în expedițiile din anul 2007 s-a constatat că datorită scăderii puterii de transport a râului care disloca vegetația submersă, ca și a concentrării sărurilor nutritive pentru vegetația acvatică, în condițiile creșterii temperaturilor, se manifestă procesul de eutrofizare a apelor (2,3,4), cu aport important în evoluția claselor de calitate ale apelor râului Prut.

Concluzii

- alternanța dintre sezoanele lungi cu ploi abundente și cele cu secetă, crește riscul producerii de inundații catastrofale, datorat fenomenului de ocupare a albiilor prin eutrofizare și prin reducerea capacității solului de preluarea a unor cantități de apă excedentare;
- reducerea debitelor râurilor și creșterea temperaturilor, induc modificări drastice în evoluția proceselor termodinamice de alterare și dizolvare, generatoare ale gradului și tipului de mineralizare al apelor de suprafață;
- de asemenea se modifică condițiile ecologice din ecosistemele acvatice, atât referitoare la mineralizare cât și la încărcătura cu materii indezirabile, perturbând procesele biologice și microbiologice din masa apei și cele de la interfața apă/sediment.

BIBLIOGRAFIE

- Barbault R.** (2000), *Ecologie générale: structure et fonctionnement de la biosphère*, 5e édition, Dunod, Paris;
- Bucureșteanu Maria** (2005) *The Evolution of the Process of Autopurification of Some Water Accumulation in the Bistrita Valley*, Romanian Biological Sciences, vol III(1-2), București, pag. 5-12;
- Dumitran Gabriela, Nistoreanu Vi., Iordan C.** (2006), *Evoluția trofică a lacurilor din bazinul hidrografic Argeș, pe sectorul Cumpăna – Pitești*, Conferința internațională Energie-Mediu CIEM 2005, octombrie 2005, București, pag. 3.23 – 3.28;
- Nistoreanu Vi., Nistoreanu V., Apostol T., Dumitran Gabriela, Florea A.** (1998), *Aspecte ale poluării râului Olt - Al VI-lea simpozion internațional Tehnologii, instalații și echipamente pentru îmbunătățirea calității mediului - București noiembrie 1997*, pag. 433 - 443;
- * * * www.apeprut.ro/ site - BULETIN
- * * * ORD. 161/2006 - *Normativ de elemente și standarde de calitate biologice, chimice și fizico-chimice pentru stabilirea stării ecologice a apelor de suprafață.*

Bucureșteanu Maria
CCB "Stejarul" Piatra Neamț
E-mail: maribu@ambra.ro

Valentin Grigoraș
CCB "Stejarul" Piatra Neamț
E-mail: valygrigoras@yahoo.com

Roșca Bogdan
CCB "Stejarul" Piatra Neamț
E-mail: roscao@gmail.com