

INFLUENȚELE ANTROPICE ASUPRA CALITĂȚII APELOR DE SUPRAFAȚĂ DIN BAZINUL HIDROGRAFIC SUCEAVA

Maria BUCUREȘTEANU, Constantin CATANA

Cuvinte cheie: corelații interelemente, poluarea apei, influențele antropice asupra ecosistemului.
Key words: interelement correlations; water pollution, anthropic influences of ecosyste.

Anthropic Influences on the Surfacewaters qualities from The Suceava Hygraphic Basin. Referring to our previous work, the element concentrations data of surface waters, were correlated, linearly. For some element pairs, significant negative or positive correlation coefficients ($>\pm 0,6$) were calculated. These investigations should lead to a better understanding of the substances cycling in ecosystems, the relationships between the ionic concentrations in the surface waters, accumulation factors of toxic elements and anthropic influences of ecosystem. The correlation matrice show the significant correlated parameter pairs: $\text{NH}_4^+, \text{CCOMn}$ (+ 0,85); $\text{NH}_4^+, \text{PO}_4^{3-}$ (+ 0,78); $\text{NH}_4^+, \text{NO}_3^-$ (+ 0,76); $\text{NO}_3^-, \text{PO}_4^{3-}$ (+ 0,64) and the significant correlation coefficients between the ionic concentrations and the coordinate axis values of prelevation points. These last correlation show the plot and the size of anthropic influences.

Introducerea modelelor matematice în studiul sistemelor naturale a câștigat o tot mai mare importanță în ultimele decenii, datorită relațiilor care le stabilesc între datele obținute asupra componentelor acestora, precum și a informațiilor care le oferă asupra efectelor importului sau exportului de materie și energie prin granița lor.

În cazul studierii efectelor intervenției omului asupra ecosistemelor naturale, se obțin inițial date asupra naturii și concentrației substanțelor nespecifice, intrate în sistem, apoi, tipul de corelație ce decurge din valorile acestora și coordonatele repartiției lor în spațiu (în cazul în care sistemele studiate sunt geochimice) sau între concentrațiile diferitelor elemente și diferiți parametri ai componentelor ecosistemelor (în cazul sistemelor biologice) (R. Jayasekera, 1987, 1988, B. Markert, 1987, 1988, Y. Travy, 1993).

Studiul nostru asupra apelor de suprafață din bazinul hidrografic Suceava, utilizează concentrațiile principalilor indicatori de impurificare ai apelor, precum și corelațiile de rang între aceste valori și coordonatele punctelor de recoltare în raport cu izvoarele și vărsarea, pentru estimarea atât a presiunii antropice exercitate în bazin cât și a categoriilor de folosință ale acestor ape. Rezultatele, sub formă de date analitice, de matrice de corelație de rang sau de reprezentare grafică sunt prezentate în evoluția lor teritorială.

Întrucât, seriile mici de date nu pot da informații asupra tipului de corelație matematică între valorile lor, s-a impus testarea paralelă a coerențelor de tip: liniar; logaritmic sau exponențial, după următoarele ecuații: - corelație liniară: $y = a + b \cdot x$;

- corelație exponențială: $y = a \cdot e^{b \cdot x}$; $\ln y = \ln a + b \cdot x$;

- corelație logaritmică: $y = a + b \cdot \ln x$, în care:

- x, y – valori ale seriilor de date; a, b – coeficienți ai curbei de corelație, respectiv distanța de origine și panta dreptei, cu exprimările: - corelație liniară: $x = x_i$; $y = y_i$; $A = a$;

- corelație exponențială: $x = x_i$; $y = y_i$; $A = \ln a$

- corelație logaritmică: $x = \ln x_i$; $y = y_i$; $A = a$

Corelațiile descriptive ale evoluției caracteristicilor apelor de suprafață, în teren, au fost utilizate în prezenta lucrare, pentru ilustrarea influențelor antropice asupra bazinului.

1. Caracteristici fizico-chimice ale apelor de suprafață din bazinul hidrografic Suceava

Probele de apă de suprafață au fost recoltate din puncte amplasate reprezentativ pentru reflectarea varietății litologice a bazinului cât și a influențelor antropice asupra calității acestora (fig. 1).

1.1. Mineralizarea apelor de suprafață

Concentrațiile ionilor care intră în componența sărurilor dizolvate în apele de suprafață sunt rezultatele proceselor de hidroliză din sistemele geochimice apă/mineral ale rocilor magazin de la izvoare, precum și ale celor din patul albiilor râului Suceava și a afluenților săi, în privința speciilor ionice de bază (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , NH_4^+ , $\text{Al}(\text{OH})_4^-$, $\text{Al}(\text{OH}_2)_6^{3+}$, H_4SiO_4 , H_2SiO_3 , HCO_3^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , H_2PO_4^- , PO_4^{3-} , Cl^- , NO_3^-) sau ale activităților umane, în privința consumului biochimic de oxigen, a deficitului de oxigen, a încărcăturii în materii organice, în ioni azotați, fosfați, amoniu precum și a prezenței substanțelor fenolice, a detergentilor sau cianurilor.

În general, apele de suprafață din bazinul Sucevei, sunt ape dulci, cu o mineralizare medie de 180-500 mg săruri dizolvate/l și cu o compoziție ionică care reflectă tipul predominant de proces de la interfața apă/mineral al sistemelor geochimice din parcursul hidrografic al bazinului. Astfel, dacă urmărim datele analitice, se remarcă îmbogățirea apelor în ioni de calciu, magneziu, sodiu, potasiu, siliciu, după intrarea albiilor în unitățile molasei și ale Platformei Moldovenești, ale căror depozite sunt alcătuite din minerale mai alterate, cu o solubilitate mai mare, stările staționare atingându-se la concentrații mai mari, datorită energiilor standard de formare mai pozitive.

De asemenea, valorile *durității*, cu toate componentele sale, variază de la *duritate slabă* pentru apele cu izvoarele în formațiunile metamorfice și de fliș, la *duritate medie* pentru apele râului Suceava și ale afluenților săi, cu parcursul majoritar în zona de molasă și podiș, până la *duritate mare* pentru apele afluenților săi de stânga, cu izvoarele și parcursul în depozitele Platformei Moldovenești., respectiv pâraiele: Ruda, Horaițul, Hălnuța, Distră, Salcea.

Tipul de mineralizare al apelor de suprafață, este definit sintetic prin *formula ionică*: *Ca-Mg-Na-K-Si-NH₄; HCO₃-SO₄-Cl-NO₃-PO₄*, formulă de bază pentru bazinul hidrografic al râului Suceava și al apelor dulci cu formulă echilibrată, în general. Se abat de la această formulă, apele cantonate în depozitele molasei, la care locul ionilor de magneziu este luat de ionii de sodiu, respectiv afluenții: Putna, Vicov, Voitinel, Sucevița la Marginea.

1.2. Indicatorii influențelor antropice asupra calității apelor de suprafață

În apele râului Suceava și a afluenților săi, se găsesc sub formă dizolvată substanțe a căror proveniență nu este datorată proceselor care au loc în sistemul geochimic natural, care determină alcătuirea mineralizării lor. Aceste substanțe, organice sau minerale, ajung în ape în urma activităților din industrie, agricultură, silvicultură, turism sau unele activități gospodărești, motiv pentru care prezența, precum și concentrațiile lor, se constituie în indicatori ai influenței antropice asupra acestui ecosistem.

Au fost luați în considerație *indicatorii încărcăturii organice*, exprimați prin: *conținutul în materii organice oxidabile (CCOMn)*; *consumul biochimic de oxigen (CBO5)*, respectiv cantitatea de oxigen necesară bacteriilor aerobe, într-un timp standard, pentru descompunerea materiilor organice dizolvate în ape, : *deficitul de oxigen*; ca efect al acestei

încărcături organice și a activității microbiologice ce o întreține, apoi *substanțele fenolice, cianurile și detergenții*. Dintre *indicatorii anorganici ai impurificării* au fost determinați: *azotații, amoniacul, sulfurile și fosfații*.

Concentrațiile indicatorilor CCOMn , NO_3^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} și ale deficitului în oxigen, sunt redată în tabelul nr. 1. Din tabel lipsesc *substanțele fenolice* ce pot proveni din descompunerea materialelor organice, în special a celor de natură vegetală, *sulfurile* ce iau naștere în condiții anaerobe, reducătoare în nămolurile din zonele de deversare a efluenților reziduali ca și *cianurile sau detergenții*, substanțe, care au fost identificate sub formă de urme, în aval de marile zone de exploatare a lemnului și aval de aglomerările urbane.

Se remarcă evoluția ascendentă de la izvoare la vărsare, a concentrațiilor în *materii organice oxidabile*, cu aport important din zona Dornești și din apele afluenților de stânga ai Sucevei, respectiv: Ruda, Horaițul, Hălmuța, Dragomirna; în *azotați*, cu aport important din zona Dornești și Pozen – Rădăuți, în *fosfați* care sunt ca și azotații prezenți în mai toate apele de suprafață din bazin, precum și a *deficitului în oxigen*. Evoluția generală, comparativă a indicatorilor de calitate ai apelor, este redată în fig. 2, care este o reprezentare tridimensională: concentrații/ secțiune de control/distanță punct de recoltare față de izvoare. Existența acestor substanțe, încadrează în funcție de concentrațiile lor, apele bazinului Suceava, în următoarele categorii de folosință, conform STAS 4706/1974:

Categoriile de folosință ale apelor de suprafață din bazinul hidrografic Suceava

(STAS 4706-1974)

Apele de suprafață din diferite secțiuni de control ale râului Suceava și ale afluenților săi, se încadrează în următoarele categorii de folosință:

-categoria I-a de folosință, după conținutul lor în ionii: Ca^{2+} ; Mg^{+} ; Na^{+} ; K^{+} ; Fe ; SO_4^{2-} ; Cl ; NO_3^- ; NH_4^+ , pentru majoritatea punctelor de recoltare din teren;

- categoria a-II-a de folosință după conținutul lor în ioni azotați – apele râului Suceava la Dornești și apele pârâului Pozen și pentru conținutul lor în materii organice - apele râului Suceava pe cursul său mijlociu, ca și apele afluenților săi, în general;

- categoria a-III-a de folosință: după conținutul lor în materii organice oxidabile, apele râului Suceava amonte de oraș ca și apele afluenților săi de dreapta : Horodnic și Pozen și de stânga: Horaițul, Hălmuța, Dragomirna;

- în afara oricărei categorii de folosință : după conținutul lor în materii organice oxidabile, apele râului Suceava, aval de oraș ca și apele pârâului Ruda iar după conținutul lor în fosfați (PO_4^{3-}), apele râului Suceava pe cursul său mijlociu și inferior, în secțiunile de la Brodina, Dornești, amonte oraș Suceava, aval oraș Suceava, amonte Liteni, Liteni, precum și apele afluenților acestuia : Nisipitu, Brodina, Bâlca, Ruda; Dragoșina, Volovăț, Hălmuța, Distră, Dragomirna, Șcheia.

Nu s-au depistat în apele de suprafață din bazinul hidrografic al Sucevei: cianuri; fenoli; metale grele iar detergenți, numai aval de orașele mari.

Tab.nr.1 – Repartiția concentrațiilor unor indicatori ai influențelor antropice asupra apelor de suprafață din bazinul hidrografic Suceava

Punct hartă	Localizare	Coordonate		CCOMn mg KMnO4/l	Defi- cit O ₂ %	NO ₃	PO ₄	NH ₄
		x/km	y/km					
5	R.Suceava-Ulma	10,12	25,07	1,22	0,00	1,30	0,159	0,000
6	P.Nisipitu-confi.	9,89	21,85	11,85	-	1,30	0,177	0,000
7	R.Suceava-Brodina	14,95	25,07	9,64	-	1,30	0,158	0,000
8	P.Brodina-Confl.mijl.	11,73	20,47	10,74	-	1,30	0,265	0,000
9	P.Falcău-confi.mijl	17,02	25,99	9,16	-	1,95	0,000	0,000
10	P.Putna-Putna	22,31	24,15	9,80	0,00	0,00	0,000	0,000
11	R.Suceava-Vicovu de Sus	25,30	26,22	6,32	-	1,30	0,000	0,000
12	P.Remezeu-Vicovu de Jos	25,99	25,30	14,22	-	0,00	0,000	0,000
13	P.Voitinel-curs mijl.	28,06	24,15	11,85	-	1,30	0,000	0,000
14	P.Bâlca-Bâlca	29,90	26,91	14,70	-	2,27	1,100	0,000
15	P.Ruda-Dornești	37,03	24,61	48,66	48,55	3,25	0,100	0,547
16	R.Suceava-Dornești	37,49	23,46	29,00	-	11,37	0,318	0,780
17	P.Pozen-Rădăuți	35,65	23,00	15,17	23,42	15,75	0,000	0,000
18	P.Horodnic-Horodnic	31,28	22,08	19,43	0,00	1,30	0,000	0,000
19	R.Sucevița-Marginea	29,90	20,24	7,90	-	1,30	0,000	0,000
21	P.Dragoșina-Sucevița	24,84	17,25	10,57	-	2,27	0,318	0,000
22	R.Sucevița-Confluență	28,06	18,63	8,53	-	1,30	0,000	0,000
23	P.Volovăț-curs superior	32,89	20,01	12,96	0,00	0,00	0,159	0,000
24	P.Horaițul-confi.	39,56	17,02	18,49	-	8,93	0,050	0,234
29	P.Solca-Solca	31,05	16,79	13,11	0,00	0,00	0,080	0,000
30	P.Hălnuța –Dărmănești	42,55	14,95	18,64	0,00	0,00	0,100	0,800
40	P.Distra-Pătrăuți	44,39	13,80	13,90	-	6,50	0,140	0,800
41	P.Dragomirna-confi/	43,70	12,42	18,33	-	3,25	0,200	0,800
42	P.Scheia –confi.	47,15	11,73	15,01	-	0,00	0,380	1,500
43	R.Suceava-am. Suceava	48,30	12,19	52,17	0,00	3,25	0,400	3,550
44	R.Suceava – aval Suceava	48,99	10,58	74,10	38,26	24,06	1,880	8,990
45	P.Salcia-Salcia	51,75	8,51	13,90	-	5,68	0,090	1,170
47	R.Suceava- am.Liteni	68,66	2,30	34,44	14,15	11,00	2,840	4,500
48	R.Suceava-Liteni	57,73	3,91	38,90	12,24	16,50	3,160	4,880

2.. Corelația matematică de rang între unii indicatori ai influențelor antropice

În urma investigațiilor făcute asupra relațiilor matematice, ce se pot stabili între seriile de date care ilustrează calitatea apelor de suprafață din bazinul hidrografic Suceava, s-au obținut rezultate care să respecte evoluția acestora în teritoriu, printr-o corelație liniară de forma: $y = a + b \cdot x$.

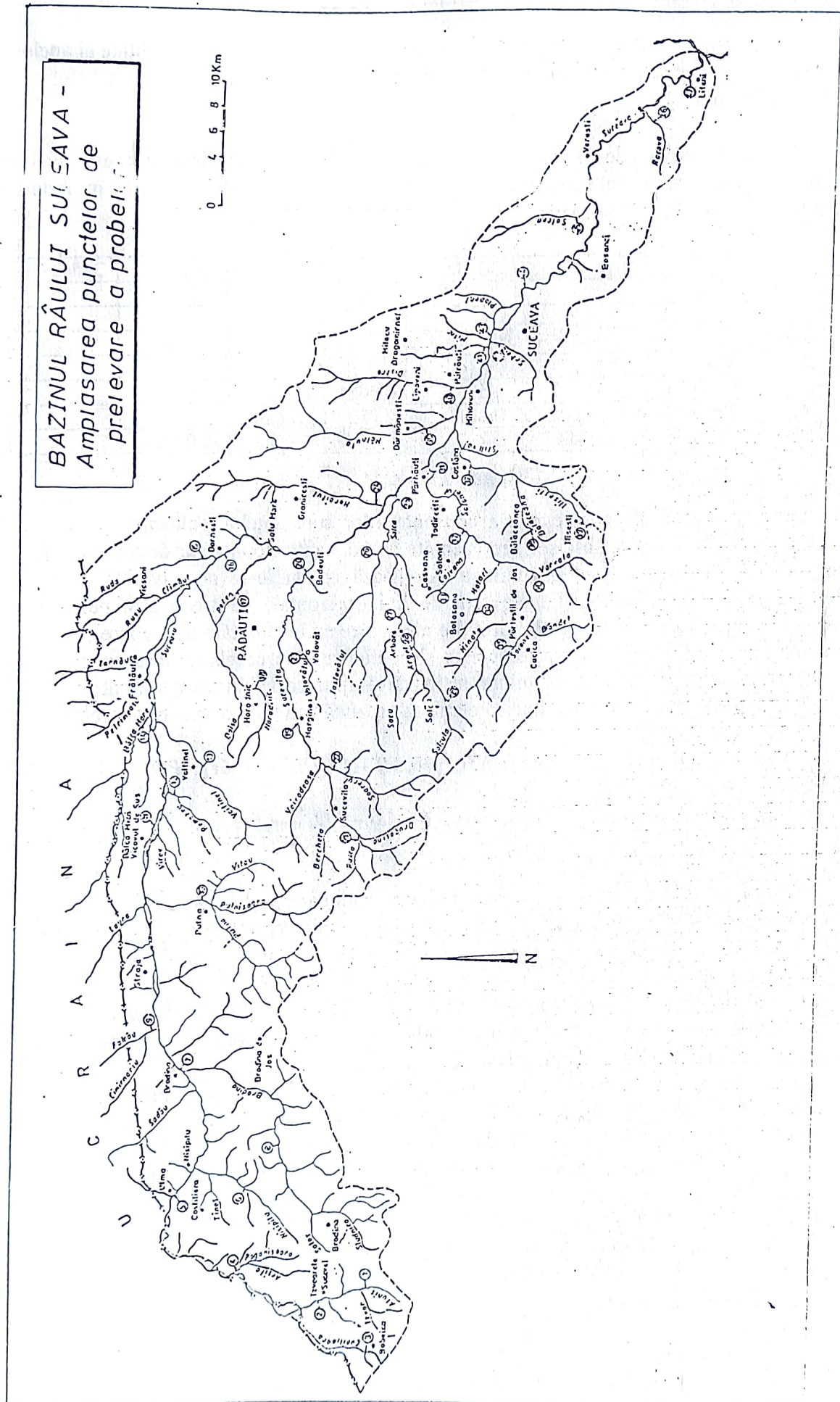


Fig. 1. Bazinul râului Suceava – Amplasarea punctelor de prelevare a probelor

Coeficienții corelațiilor de rang între concentrațiile indicatorilor de calitate ai apelor, ca și între fiecare parametru cu coordonatele punctelor de recoltare, sunt redată în tabelul nr. 2 și ilustrate în fig. nr.2.

Tab.nr.2 - Matricea de corelație de rang între concentrațiile unor indicatori ai influențelor antropice asupra apelor de suprafață și coordonatele punctelor de recoltare în raport cu izvoarele și vărsarea râului Suceava

	x	y	CCOMn	NO ₃	PO ₄	NH ₄	Deficit O ₂
x	1						
y	-0,8163	1					
CCOMn	0,6107	-0,4605	1				
NO ₃	0,5559	-0,4574	0,674	1			
PO ₄	0,5637	-0,6497	0,563	0,6411	1		
NH ₄	0,6462	-0,6822	0,851	0,7609	0,77627	1	
Deficit O ₂	0,3288	-0,0496	0,222	0,0943	-0,0462	-0,0789	1

Așa cum era de așteptat, evoluția concentrațiilor substanțelor poluante, în bazin, se corelează pozitiv cu valorile abscisei, reprezentate prin distanțele punctelor de recoltare, față de linia verticală care trece prin punctul ce marchează izvoarele și negativ față de valorile ordonatei, reprezentate prin distanțele față de linia orizontală ce trece prin punctul care marchează vărsarea râului Suceava în Siret. Pe măsură ce ne îndepărtăm de izvoare și intrăm în zona mai populată, încărcătura apelor crește și coeficienții de corelație între concentrații și distanțe, ilustrează acest fapt, constituindu-se în adevărați trasori ai influențelor antropice

Seriile coeficienților acestor corelații se prezintă astfel, în ordine descrescătoare:

- *corelație pozitivă (față de x):* $NH_4^+ (+0,64) - CCOMn (+0,61) - PO_4^{3-} (+0,56) - NO_3^- (+0,56)$;

- *corelație negativă (față de y):* $NH_4^+ (-0,68) - PO_4^{3-} (-0,64)$

Acestea descriu existența unor procese cumulative ale compușilor organici și ale produșilor lor de descompunere. Astfel, cea mai puternică corelație o realizează perechile: x, NH_4^+ ; y, NH_4^+ , ceea ce descrie desfășurarea prioritară a proceselor de amonificare, în mineralizarea materiei organice din apele și sedimentele bazinului. Urmează, în mod firesc, corelația perechii: $x, CCOMn$, datorată faptului că materiile organice se majorează constant de la izvoare la vărsare, cu aport mare din zona Ruda-Dornești, din zona afluenților din Platforma Moldovenească și din zona orașului Suceava.

Se realizează de asemenea, o înaltă corelație liniară între perechile de parametri, ilustrativi ai influențelor antropice, după cum urmează:

- $NH_4^+, CCOMn (+0,85)$ - ceea ce semnifică, așa cum am mai arătat, că amoniacul provine din mineralizarea materiei organice, grupele de bacterii amonificatoare găsind condiții optime de activitate, în ecosistem ;

- $NH_4^+, PO_4^{3-} (+0,78)$, ceea ce indică faptul că materia organică are în componența sa rezidii rezultate din prelucrarea lemnului ca și humus levigat din solurile bazinului, materii din a căror mineralizare, rezultă compuși ai fosforului. La aceștia se adaugă compușii rezultați din biodegradarea detergenților deversați în apele de suprafață prin apele menajere din centrele populate ;

- $NO_3^-, NH_4^+ (+0,76)$ și $NO_3^-, PO_4^{3-} (+0,64)$ coeficienți de corelație care arată că procesele de amonificare alternează cu cele de nitrificare, cât și faptul că odată cu materiile organice și fosfații, la nivelul bazinului, sunt levigați și transportați în ape și azotații de pe terenurile agricole și silvice.

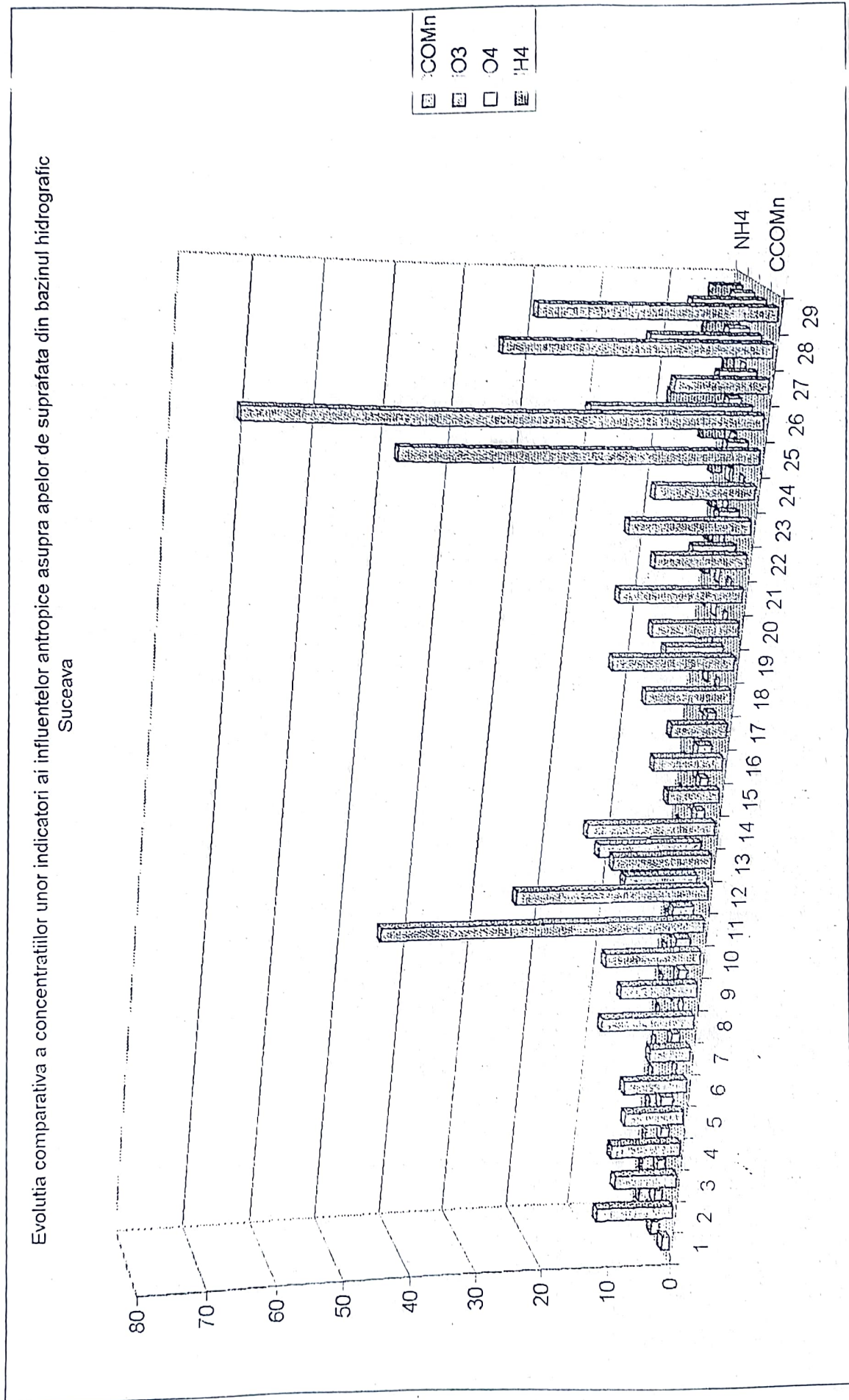


Fig.2. Evoluția comparativă a concentrațiilor unor indicatori ai influențelor antropice

3. Concluzii

- ❖ apele de suprafață din bazinul hidrografic Suceava, sunt ape dulci, cu o *mineralizare slabă* (180-280 mg săruri dizolvate/l) în secțiunea de la izvoare și o *mineralizare medie* (360-500 mg săruri dizolvate/l) în secțiunea mijlocie și cea inferioară a acestuia aportul principal la schimbarea clasei de mineralizare fiind al afluenților de stânga ai râului Suceava, cu izvoarele în depozitele platformei: Ruda, Horaițul, Hălnuța, Distră, Salcea, Dragomirna și al afluenților de dreapta cu izvoarele sau parcursurile în Unitatea Pericarpatică sau în Platformă, respectiv: Putna, Vicov, Voitinel;
- ❖ mineralizarea este exprimată printr-o formulă ionică generală : $Ca^{+}-Mg^{2+}-Na^{+}-K^{+}-Si^{4+}-Al^{3+}-NH_4^{+}; HCO_3^{-}-SO_4^{2-}-Cl^{-}-NO_3^{-}-PO_4^{3-}$; cu unele excepții datorate ionilor de sodiu și clor în cazul apelor cu izvoarele în depozitele cu sare ale molasei, unde formula ionică devine: $Ca^{2+}-Na^{+}-Mg^{2+}-Si,K; HCO_3^{-}-Cl^{-}-SO_4^{2-}-NO_3^{-}$
- ❖ *categoriile de folosință ale apelor de suprafață* din bazinul hidrografic Suceava sunt:
 - *categoria a-I-a*, în privința conținutului în *calciu, magneziu, sodiu, potasiu, fier, sulfati, cloruri*, pentru tot bazinul și *azotați, săruri de amoniu* în treimea superioară a bazinului;
 - *categoria a-II-a*, în privința conținutului în *materii organice oxidabile* în secțiunea mijlocie a bazinului;
 - *categoria a-III-a*, în privința conținutului în *materii organice oxidabile*, amonte oraș Suceava; afluenții de dreapta: Horodnic, Pozen și afluenții de stânga: Horaițul, Hălnuța, Dragomirna;
 - *înafara oricărei categorii de folosință*, după conținutul în *materii organice oxidabile*, apele râului Suceava - aval oraș și apele pârâului Ruda, apoi după conținutul în *fosfați*, toate apele din secțiunea mijlocie și cea inferioară a bazinului hidrografic Suceava.
- ❖ influențele antropice asupra calității apelor de suprafață din bazinul hidrografic Suceava, se materializează în încărcătura apelor în materii organice oxidabile, în azotați, amoniu și fosfați;
- ❖ *coeficienții de corelație* între distanțele față de izvoarele și vărsarea râului Suceava și concentrațiile principalilor impurificatori ai apelor se constituie în *indicatori ai influențelor antropice* asupra acestui ecosistem și descriu aportul localităților sau al activităților umane, în acest proces de degradare ;
- ❖ *coeficienții de corelație* între concentrațiile impurificatorilor apelor de suprafață descriu un aport mare de materii organice bogate în azot și fosfor, provenite din industria lemnului, din levigarea solurilor agricole și silvice și din activitățile gospodărești. De asemenea înaltul grad de corelație între grupele de indicatori, descriu existența prioritară a proceselor de descompunere și mineralizare a materiilor organice din apele și sedimentele bazinului, prin amonificare, urmate de nitrificare cât și de mineralizare a fitinelor, acizilor nucleici a fosfolipidelor., în general a substanțelor organice generatoare de fosfor.

BIBLIOGRAFIE

- Jayasekera, Ranjith (1988). *Growth characteristics and uptake of minerals of the two mangrove species Rhisophora M. and Rhisophora mucronata lamk*. Thesis. University of Osnabrück FRG.
- Markert, B. (1988), *Interelement correlation in different reference materials* – Fresenius Z. Analytische Chemie, Springer Verlag 1988, Osnabruck, FRG.
- Travy, Y. (1993), *Hydrogéologie et hydrogéochimie des aquifères du Sénégal*. Mémoire no 95. Sciences Géologiques. Strasbourg. France.