

## UTILIZAREA INDICELUI DE POLUARE PENTRU STABILIREA GRADULUI DE CONTAMINARE A RÂULUI ARIEȘ (MUNȚII APUSENI)

FORRAY FERENC LÁZÁR<sup>1</sup>

**ABSTRACT.** In the present study we try to use a new index called "pollution index" for define the pollution level of river using the dissolved heavy metal concentrations. This index derives from Müller's geoaccumulation index but use the dissolved metal concentrations. The river water samples collected between the municipalities of Cheia and Muncel along a 54-km stretch of the Aries River (NW Romania) were analysed by capillary electrophoresis for heavy metals. The primary results show that pollution index can be used for determination of pollution level of river in base of dissolved heavy metal concentration as is confirmed also by factor analysis (Forray, 2001).

**Key words:** indice de poluare, poluare minieră, Munții Apuseni

### 1. INTRODUCERE

Transportul elementelor în apă se face sub formă de soluții și suspensii (atât sub formă de particole cât și sub formă coloidală). Dintre elementele aflate în apă o parte precipită sau sunt adsorbite de către sedimentele din albia râului iar restul sunt transportate în continuare sub formă de soluții. Partiționarea elementelor între sedimente și soluții va determina disponibilitatea elementelor contaminante pentru fauna acvatică (Herr și Gray, 1997).

Distribuția elementelor între sediment și soluție este influențată de mai mulți factori: debitul râului, diluțiile realizate de afluenții râului, concentrația elementelor în soluție reală, concentrația elementelor în soluție coloidală, concentrația elementelor în particolele aflate în suspensie, formațiunile geologice străbătute de râu, prezența mineralelor cu capacitate de adsorbție, temperatura, pH etc.

Poluarea poate fi apreciată atât prin studiul concentrației elementelor din sedimente cât și prin studiul concentrației elementelor în soluție (atât sub formă de soluții reale, cât și coloidale). Este însă dificilă interpretarea influenței concentrațiilor diferitelor elemente din sedimente s-au din soluții asupra faunei acvatice.

### 2. TEHNICA PROBĂRII ȘI METODA DE ANALIZĂ

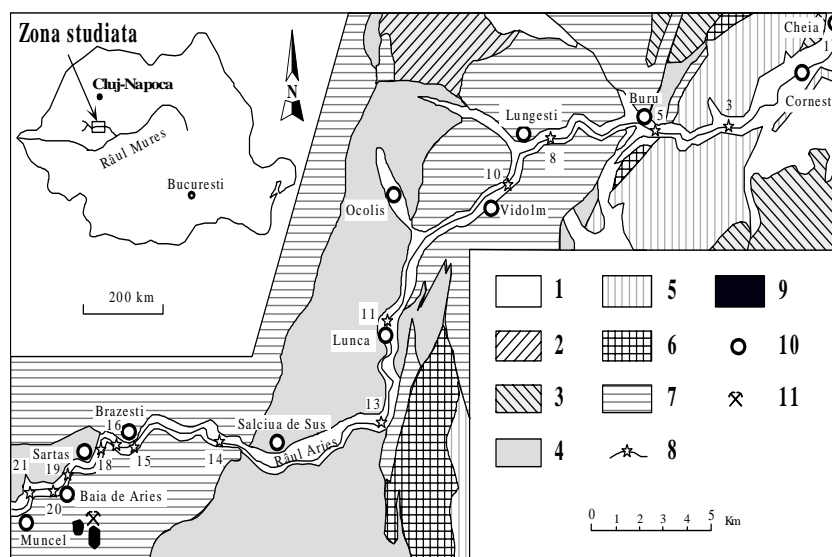
Probele de apă au fost colectate în recipiente noi de polietilenă de

---

<sup>1</sup> Department of Mineralogy, "Babeș-Bolyai" University, M.Kogălniceanu 1, 3400 Cluj-Napoca, Romania. E-mail: forray@bioge.ubbcluj.ro

100 ml. Fiecare recipient a fost spălat la locul de colectare cu apa râului, pentru a reduce posibilitățile contaminării probei cu impurități rezultate din procesul de fabricație a recipientului. Punctul de colectare a apei a fost la 1 m de marginea râului și de la o adâncime de 10 cm. Pentru a evita procesele ulterioare de oxidație ce pot să apară la interfața apă-aer, recipientele au fost umplute complet cu apă, iar închiderea capacului s-a realizat în timpul imersiei. Ulterior pentru a reduce la minimum degradarea probelor, acestea au fost păstrate la 4°C până în momentul analizei. Această metodă de păstrare a probelor la rece a fost recomandată de Herr și Gray (1997) pentru cazul în care se urmărește analiza mobilității metalelor în faza apoasă.

Au fost colectate 14 probe de apă între localitățile Cheia și Muncel (fig. 1) pe o distanță de aproximativ 54 km. Măsurătorile de pH și conductivitate pentru probele prelevate, au fost realizate în laborator cu aparatele GPHR 1400 și respectiv CyberScan CON 20. Pentru analiza chimică a probelor a fost utilizată metoda de electroforeză capilară (Forray și Hallbauer, 2000) cu ajutorul aparatului Waters Quanta 4000.



**Fig. 1.** Harta geologică simplificată a Văii Arieșului între localitățile Muncel și Cheia: 1 – Cuaternar (pietrișuri și nisipuri); 2 – Paleogen (argile roșii continentale); 3 – Neogen (gresii, argile și nisipuri); 4 – Cretacic superior (argile și calcare); 5 – Jurassic superior (ofiolite); 6 – Jurassic superior (calcare); 7 – Roci metamorfice; 8 – Puncte de probare; 9 – Andezite; 10 – Localități; 11 – Mină. Modificată după harta geologică 1:200.000, foaia 18 Turda (Lupu et al. 1967).

**Tabelul 1.**  
**Compoziția chimică parțială<sup>2</sup> a probelor de apă**

Proba	pH	EC μS/cm	Concentrația (mg/l)				
			Mn	Ba	Zn	Cu	Sr
1	7,5	486	0,207	-	-	-	0,164
3	7,5	323	0,216	-	-	-	0,147
5	7,4	328	0,229	-	-	-	0,147
8	7,4	343	0,251	-	-	-	0,148
10	7,1	348	0,274	-	0,175	-	0,148
11	7,1	332	0,279	-	0,172	-	0,148
13	7,4	333	0,278	-	0,181	-	0,147
14	6,2	334	0,264	-	0,196	-	0,145
15	6,0	361	0,261	-	0,236	0,227	0,149
16	5,8	393	0,272	0,174	0,235	0,319	0,147
18	5,8	417	0,280	0,190	0,213	0,340	0,145
19	5,5	420	0,284	-	0,237	0,350	0,146
20	5,3	426	1,000	-	0,256	0,406	0,147
21	5,3	431	2,000	-	0,236	0,324	0,142

### 3. STABILIREA INDICILOR DE POLUARE

În literatură este foarte răspândită metoda de calcul a indicelui de geoacumulare pentru sedimentele râurilor, metodă utilizată prima dată de Müller (1979). Indicele de geoacumulare se calculează cu ajutorul următoarei formule:

$$I_{geo} = \log_2 \left( \frac{C_n}{K \cdot B_n} \right)$$

unde,

$I_{geo}$  - indice de geoacumulare;

$C_n$  - concentrația elementului n în fracțiunea pelitică a sedimentului (< 2 μm);

K - factor ce corectează variația fondul geochimic al elementului datorită variației condițiilor litologice. K=1,5;

$B_n$  - fondul geochimic al elementului n în sedimente argiloase fosile.

Pe baza acestui indice de geoacumulare se stabilesc următoarele interpretări ale gradului de poluare (tabelul 2).

<sup>2</sup> Analiza completă a probelor a fost publicată de Forray și Hallbauer (2000).

**Tabelul 2.**

**Interpretarea indicilor de geoacumulare pentru caracterizarea poluării**  
(după Müller, 1979).

Intensitatea poluării	$I_{geo}$	Clase $I_{geo}$
Foarte puternic poluat	>5	6
Puternic - foarte puternic poluat	între 4 și 5	5
Puternic poluat	între 3 și 4	4
Moderat - puternic poluat	între 2 și 3	3
Moderat poluat	între 1 și 2	2
Nepoluată - Moderat poluat	între 0 și 1	1
Practic nepoluat	< 0	0

Metoda indicelui de geoacumulare a fost utilizată de Förstner et al. (1990), Herr și Gray (1997), Singh et al. (1997), Singh și Hasnain (1999) pentru stabilirea gradului de poluare a râurilor cu diverse metale.

Cu ajutorul indicelui de geoacumulare nu se pot cuantifica riscurile ecologice. Totuși această metodă oferă informații asupra gradului în care poluarea contribuie la ridicarea fondului geochimic natural.

În prezentul studiu, noi am încercat să aplicăm metoda "indicelui de geoacumulare" pentru elemente transportate sub formă de soluție. Noul factor este numit *indice de poluare* și se calculează cu ajutorul formulei:

$$I_p = \log_2 \left( \frac{C_x + K_1}{K_2 \cdot B_x} \right)$$

unde,

$I_p$  - indice de poluare;

$C_x$  - concentrația elementului X în soluție reală (mg/l);

$K_1$  - factor ce previne apariția valorii nule în cazul în care concentrația elementului X este nul.  $K_1=0,001$ ;

$K_2$  - factor ce corectează variația fondul geochimic al elementului datorită variației condițiilor litologice.  $K_2=1,5$

$B_n$  - fondul geochimic al elementului X aflat în soluție în apa râurilor nepoluate.

Pentru transformarea indicelui de poluare în clase, s-a folosit același procedeu cu cel folosit la transformarea indicelui de geoacumulare în clase (tabelul 2).

Pe baza formulei de mai sus au fost calculate valorile indicelui de poluare și clasele indicelui de poluare ale elementelor Mn, Ba, Zn, Cu, Sr pentru cele 14 probe (tabelul 3).

Cuprul prezintă valori mari ale indicelui de poluare (clasa 6) până în apropierea satului Sălciua de Sus și semnifică o poluare foarte puternică. În aval de Sălciua de Sus, poluarea cu ionul cupru este absentă (fig. 2).

Poluarea puternică cu zinc se înregistrează între localitățile Muncel și în amonte de satul Lunca. După satul Lunca, până la confluența cu pârâul Ocolișel, poluarea este moderată (fig. 2). Numai în aval de confluența cu pârâul Ocolișel apa Arieșului poate fi considerat nepoluată cu zinc.

**Tabelul 3**  
**Valorile indicelui de poluare pentru probele analizate**

Proba	Indice de poluare ( $I_p$ )					Clase ( $I_p$ )				
	Mn	Ba	Zn	Cu	Sr	Mn	Ba	Zn	Cu	Sr
S1	4.07	-13.14	-12.14	-8.46	0.87	5	0	0	0	1
S3	4.13	-13.14	-12.14	-8.46	0.71	5	0	0	0	1
S5	4.22	-13.14	-12.14	-8.46	0.71	5	0	0	0	1
S8	4.35	-13.14	-12.14	-8.46	0.72	5	0	0	0	1
S10	4.48	-13.14	1.96	-8.46	0.72	5	0	2	0	1
S11	4.50	-13.14	1.93	-8.46	0.72	5	0	2	0	1
S13	4.50	-13.14	2.01	-8.46	0.71	5	0	3	0	1
S14	4.42	-13.14	2.12	-8.46	0.69	5	0	3	0	1
S15	4.41	-13.14	2.39	6.01	0.73	5	0	3	6	1
S16	4.47	0.95	2.38	6.50	0.71	5	1	3	6	1
S18	4.51	1.08	2.24	6.59	0.69	5	2	3	6	1
S19	4.53	-13.14	2.40	6.63	0.70	5	0	3	6	1
S20	6.35	-13.14	2.51	6.85	0.71	6	0	3	6	1
S21	7.35	-13.14	2.39	6.52	0.66	6	0	3	6	1

Manganul arată o poluare foarte puternică în zona Muncel - Baia de Arieș, poluare care se atenuază în continuare, dar se menține la valori ridicate până la localitatea Cheia (fig. 2).

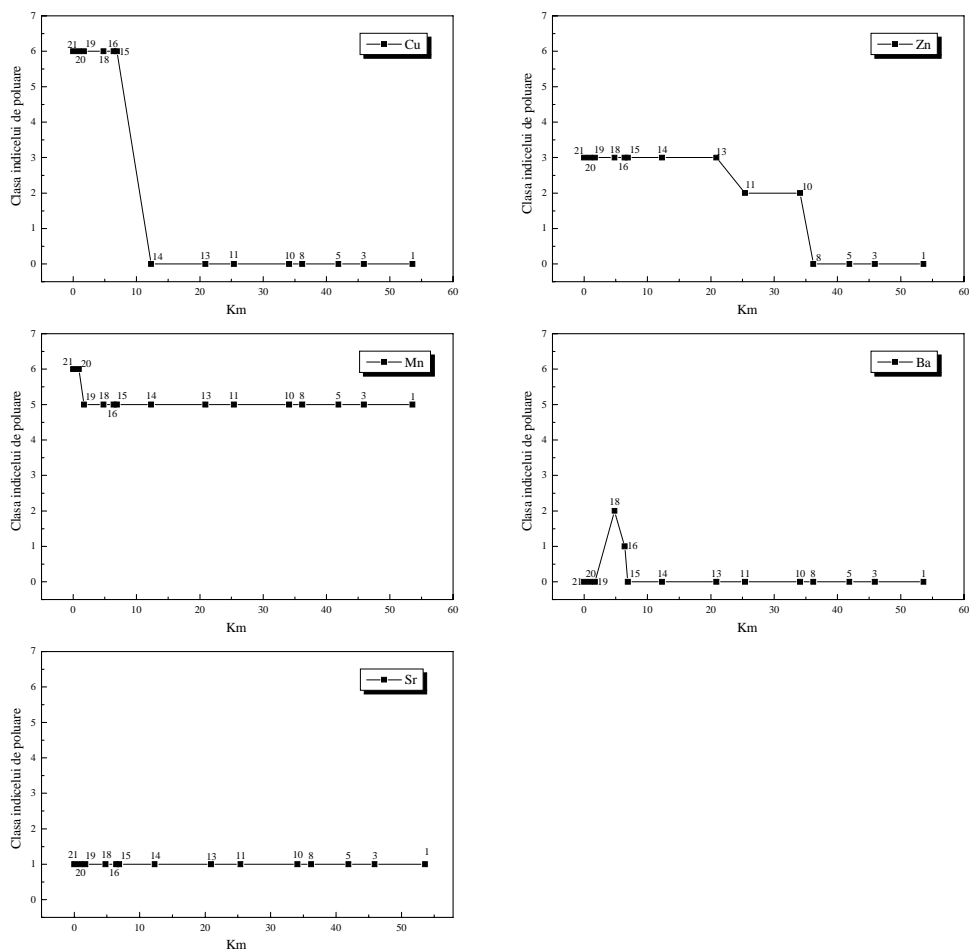
Poluarea moderată cu bariu se înregistrează numai în zona Sartăș - Brăzești. În aval de punctul de observație 15 nu se pune în evidență poluarea cu acest element.

Stronțiul prezintă o poluare moderată pe tot parcursul zonei studiate (între Muncel și Cheia).

### 3. CONCLUZII

Comparând rezultatele obținute pe baza indicelui de poluare cu rezultatul analizei factoriale (Forray, 2001) sau cu variația concentrației elementelor (între localitățile Muncel și Cheia)(Forray și Hallbauer, 2000) putem constata confirmarea aceluiași caracteristici ale poluării. Metoda indicelui de poluare se dovedește a fi utilă în clasificarea poluării pe baza comparării valorilor concentrației elementelor cu valorile concentrației elementelor din apa râurilor nepoluate.

FORRAY FERENC LÁZÁR



**Fig. 2.** Variația clasei indicelui de poluare între localitățile Muncel și Cheia.  
Numărul indică punctul de probare.

**BIBLIOGRAFIE**

1. Forray F.L., Hallbauer D.K. (2000), *A study of the pollution of the Aries River (Romania) using capillary electrophoresis as analytical technique*. Environmental Geology, 39(12), 1372-1384.
2. Forray F.L. (2001), *Aplicarea analizei factoriale în studiul poluării râului Arieș (MUNȚII APUSENI)*. Studia Universitatis Babeș-Bolyai, Geologia, XLVI,1, 47-58.
3. Förstner U., Ahlf W., Calmano W., et al. (1990), *Sediment Criteria*

UTILIZAREA INDICELUI DE POLUARE PENTRU STABILIREA GRADULUI DE CONTAMINARE

*Development - Contribution from Environmental Geochemistry to Water Quality Management.* (Heling D., Rothe P., Förstner U., et al.: Sediments and Environmental Geochemistry), Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 311-338.

4. Herr C., Gray N.F. (1997), *Sampling riverine sediments impacted by acid mine drainage: problems and solutions.* Environmental Geology, 29(1/2), 37-45.
5. Lupu M., Borcoş M., Lupu Denisa, Dimitrescu R. (1967), *Harta geologică a României (1:200.000) foaia Turda (18), L-34-XVIII.* Inst. Geol. Geofiz., Bucureşti
6. Müller G. (1979), *Schwermetalle in den Sedimenten des Rheins - Veränderungen seit 1971.* Umschau, 79, 107-126.
7. Singh A.K., Hasnain S.I. (1999), *Environmental geochemistry of Damodar River basin, east coast of India.* Environmental Geology, 37(1/2), 124-136.
8. Singh M., Ansari A.A., Müller G., et al. (1997), *Heavy metals in freshly deposited sediments of the Gomati River (a tributary of the Ganga River): effects of human activities.* Environmental Geology, 29(3/4), 246-252.