

Stanka P. Filipović*

PROCJENA IZVORA ZAGAĐENJA U KAP-u PREKO NEKIH
SASTOJAKA PODZEMNIH VODA U NEPOSREDNOJ OKOLINI

ESTIMATION OF POLLUTION SOURCES IN THE ALUMINIUM COMBINE,
THROUGH SOME COMPONENTS OF SUBTERRANEAN WATERS IN
IMMEDIATE ENVIRONMENT

Izvod

Problem promjene kvaliteta podzemnih voda, nizvodno od aluminijske industrije prisutan je više od dvije decenije. Uprkos prokušajima da se otkrije mikrolokacija zagađivača, prodor alkalnih voda osvaja sve više prostora.

U ovom radu iznosi se zastupljenost nekih sastojaka iz boksita, kao sirovine za dobijanje glinice, u crvenom mulju i njihov sadržaj u suspendovanom materijalu i vodama. Zahvaljujući njihovoj različitoj hemijskoj prirodi i pojavi njihovih oblika u funkciji pH vrijednosti vode, i njihovih sadržaja u vremenu (prije izgradnje KAP-a, u toku rada i tokom 1992. godine) i prostoru, te poznavanju tehnoloških procesa, procijenjeno je da su mikrolokacije zagađenja vezane prije svega za neke tehnološke cjeline u KAP-u. Naravno, otpadni crveni mulj, kao redovni pratilac proizvodnje glinice, dodatno utiče na puferski kapacitet voda, nizvodno od KAP-a. Svrha rada je da se pokrenu ciljana multidisciplinarna istraživanja, kojima bi se naše pretpostavke o mikrolokacijama potvrdile ili isključile, a što je važnije, problem već jednom definisao i kada se steknu uslovi i riješio.

* Univerzitet Crne Gore, Medicinski institut - Podgorica

Ključne riječi: mikrolokacija, alkalije, tehnološke cjeline, kontaminacija, podzemne vode.

Synopsis

The problem of the change in the quality of subterranean waters, downstream of aluminium industry has been present for more than two decades. In spite of that fact, by efforts made in detecting the pollution microlocations, the penetration of alkali waters has been occupying more and more space.

An analysis of the most-widely present components of boxite, hydrated alumina, red mud and their contents in suspended material and waters has been presented in this paper. Due to their different chemical nature and from appearance in the function of pH value and technological processes in the course of time (at constructing the Aluminium Combine, in the course of building and during 1992) and space as well, we may suppose that the pollution microlocations are connected, above all, with some technological entirety in the Aluminium Combine. Of course, red mud waste, as a regular accompanying component of the glumina production additionally affects puffering capacity of waters, downstream of it, depending on the subterrenean waters direction. The aim of the paper is to initiate the goaled multidisciplinary research works, by which our hypotheses may be confirmed or eliminated, more important the problem will be defined and solved the moment the conditions are achieved.

Key words: microlocation, alkali, technological entirety (wholes), contamination, ground water

UVOD

U dijelu hidrološkog sistema Skadarskog sliva, nizvodno od grada Podgorice, locimi su brojni izvori zagađenja koji su vezani za ljudsku aktivnost. Njihovi zagađivači su raznovrsni ali mnogi od njih i isti. Veliki broj njih dospijeva u vode jer izgradnju industrije u tom području nijesu pratile adekvatne sanitarno-tehničke mjere. To se odnosi i na urbani i poljoprivredni razvoj u prostoru naselja Žeta (5). U tom prostoru lociran je i Kombinat aluminijuma - Podgorica (KAP), koji već od 70-ih godina radi bez prekida, do skoro, kada su proizvodni procesi gotovo zastali zbog uvođenja sankcija Jugoslaviji. S obzirom na veoma složene aktivnosti, KAP je poznat kao glavni izvor zagađenja voda u dijelu predmetnog sliva (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 i 11). I pored toga i velikog broja nepoznanica u slivu do danas nijesu utvrđene mikrolokacije glavnih izvora zagađenja u KAP-u, prvenstveno zbog izostanka opremanja istraživačkog prostora na odgovarajući način (10). U tom smislu potrebno je opremanje hidroloških profila u Skadarskom slivu, na kojim treba postaviti monitorske stanice koje uključuju automatsku registraciju proticaja, temperature, pH vrijednosti i elektrolitičke provodljivosti vode, direktnom primjenom elektroda. Bez ovog, i drugih elemenata koje nalaže metodološki pristup u

istraživanju kraških voda, nije moguće sa sigurnošću procjenjivati udio pojedinog izvora zagađenja na promjene prirodnih svojstava voda, jer nije dostupno zahvatanje uzoraka iz "iste mase vode". Hidrološka osjetljivost može se odraziti na velikim udaljenostima od područja prihranjivanja do područja isticanja vode. Potom, mali je broj radova koji ukazuju na veoma složene fizičko-hemijske, biološke i druge procese koji se u kraškom podzemlju odvijaju, naročito u pogledu stepena samoprečišćavanja (9). Poznavanje tih procesa bilo bi od neprocjenljivog značaja i za dimenzionisanje uređaja za prečišćavanje komunalnih otpadnih voda i drugih materijala, odnosno definisanje optimalnih tehničkih rješenja u funkciji specifičnosti ovog prostora, radi zaštite voda tih terena.

U slučaju KAP-a preventivni pristup je napušten, po otkrivanju prodora alkalnih materijala u podzemne vode (6). Rađena je projektna dokumentacija koja nije bila zasnovana na istraživanjima voda u tom pravcu, zbog čega su izostala tehnička i druga rješenja, čijom realizacijom su mikrolokacije zagađenja mogle biti eliminisane do danas. Umjesto toga, jednostranim pristupom su izvođene brojne i skupe pijezometrijske bušotine, kao mjerna mjesta, na način da i same predstavljaju izvor zagađivanja (10). Uz to su napušteni i bunari za vodosnabdijevanje sela, koji su bili i u funkciji markiranih mjernih mjesta. Ne samo da danas oni nijesu opremljeni kao mjerna mjesta, već su promijenili i svoju namjenu, što ih, takođe čini izvorom zagađenja voda ovih terena.

Svrha rada je podsticaj opremanju hidrološke cjeline - Skadarskog sliva, kao istraživačkog poligona, na već definisani način (14), kako bi se našla integralna rješenja za sprečavanje zagađivanja voda ovog dijela sliva i Jezera.

Cilj rada je da se ukaže na moguće mikrolokacije zagađenja u KAP-u, koristeći "traserku" ulogu pojedinih specifičnih parametara nekih tehnoloških procesa u KAP-u.

UVID U TEHNIČKO-TEHNOLOŠKE PROCESSE NEKIH FABRIKA KAP-A, RADI POJAŠNJENJA PORIJEKLA DOMINANTNIH ZAGAĐIVAČA, KAO "TRASERA" U PROCJENI MIKROLOKACIJA IZVORA ZAGAĐENJA U KAP-U

Kombinat aluminijuma, kako je već istaknuto, je značajan izvor zagađenja dijela voda Skadarskog sliva (6). Taj zaključak proizilazi iz evidentne činjenice da je industrija KAP, gotovo prije 3 decenije, locirana u prostoru tipičnog karstnog terena a svoje aktivnosti bazira na alkalnom-mokrom Bajerovom postupku. Tim postupkom se iz boksita dobija glinica - Al_2O_3 , iz nje aluminijum - Al i njegovom preradom drugi proizvodi, uz prateći crveni mulj kao otpad.

Među kompleksnim tehničko-tehnološkim postupcima industrije KAP, sa aspekta mogućeg zagađivanja terena i voda u njima, su od najvećeg značaja procesi u fabrici glinice. Oni najviše odgovaraju formuli $AlO(OH) \times Al(OH)_3$. Karakteristični međuproizvodi u ovoj fabrici su aluminatni rastvori i tzv. neizbježni crveni mulj. Naime, u tehnološkom postupku raščlanjivanja boksita sa koncentrovanim rastvorom NaOH i u manjoj mjeri drugim dodacima, Al i od njega manje zastupljeni elementi u boksitu nagrađuju aluminatni rastvor. Izuzetak je

gvožđe (II) i gvožđe (III) hidroksid, koji se uz pomoć kiseonika oksiduju, stvarajući fino dispergovani magnetit Fe_2O_3 , kao što je slučaj i sa manganom (II) u reakcionoj smješi. Taj veoma delikatan tehničko-tehnološki postupak odvajanja aluminatnog rastvora od taloga - crvenog mulja, naziva se dekantacija. Zavisno od uspješnosti vođenja ovih postupaka u vode okolnih terena mogu dospjeti gotovo svi činioci boksita i hemikalija koje učestvuju u njegovom rasčlanjivanju, kao na primjer: Al, Fe, Mn, Ti, Si, Na, K, P, Ni, Cr, Zn, Pb, Cd, Ga, i dr. i to u raznim oblicima, što je u zavisnosti od brojnih faktora. Uvidom u postupak dekantacije u fabrici glinice uočeno je da dolazi i do preliivanja vrellog suspendovanog rastvora, zbog izostanka optimalnih tehničkih rešenja ili nepažnjom. Sa tog prostora preliveni materijal se odstranjuje u sanitarne jame ili u atmosfersku kanalizaciju. Potom ove vode dopijaju u kanal kojim se vode od hlađenja iz pogona KAP-a puštaju, bez prečišćavanja, u rijeku Moraču. U tim slučajevima kod vodotoka efekti su očigledni, nasuprot onim u kraškom podzemlju.

Pored ovog, sa aspekta zaštite voda, s obzirom na stanje tehničkih rešenja, su od značaja i postupci izdvajanja Al od drugih sastojaka iz rastvora, a posebno postupci odvajanja aluminijuma i cinka. Uvođenjem pomoćnih hemikalija u ovaj tehnološki postupak se nagrađuje reagens poput: $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl} + (\text{NH}_4)_2\text{S}$, koji obara iz aluminatnog rastvora prozirni talog aluminijum hidroksida - $\text{Al}(\text{OH})_3$ i uz prisutne sulfidne jone bijeli talog cink-hidroksida $\text{Zn}(\text{OH})_2$ koji u višku amonijum-hidroksida NH_4OH stvara rastvorne komplekse tetraamin-cink (II) hidroksida $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$, iz kojih nitriti i cink, na primjer, mogu dospjeti u okolne vode.

S obzirom na visoku zastupljenost i hemijsku prirodu azota, fosfora, cinka i dr. iz tehničko-tehnoloških procesa glinice, ovi elementi su uzeti kao traseri u identifikaciji pomenutih mikrolokacija zagađivanja iz fabrike glinice. Njihove promjene u vodi odražavaju i koeficijenti odnosa glavnih katjona $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2-}$, u vodi, na koji značajno utiče i puferski kapacitet vode, koji uključuje i u vodi prisutne borate, silikate i dr.

Procjedne vode centralne deponije otpadnih materijala KAP-a predstavljaju drugu mikrolokaciju zagađenja, ali mnogo raznovrsniju po mogućim zagađivačima, jer se na nju deponuju otpadni materijali svih fabrika KAP-a. Hloridi, porijeklom od topitelja, su veoma zastupljeni u tim vodama, kao i fluoridi porijeklom od materijala iz fabrike elektrolize. Kako ovi anjoni nijesu specifični za fabriku glinice, izabrani su kao "traseri" u identifikaciji prodora zagađenja procjednih voda centralne deponije u podzemne vode.

Industriju KAP-a od drugih izvora zagađenja u slivu, pored ovih, razlikuju i značajno veće količine ulazno-izlazne vode, teških i lakih lož ulja, emulgatora, koji se u tehnološkim procesima transformišu u moguće veoma opasne zagađivače vazduha i voda. Organski teret može poticati i od drugih izvora zagađenja u slivu, zbog čega je izostao u identifikaciji mikrolokacija izvora zagađenja u KAP-u.

MATERIJAL I METODE

Metod rada je zasnovan na poznavanju prirodnog kvaliteta voda sliva i procjeni njegovog pogoršanja, koristeći pri tom koeficijente odnosa u vodi, glavnih katjona (kalcijuma i magnezijuma). U identifikaciji mikrolokacija zagađenja u KAP-u korišćena je "traserska" uloga pojedinih sastojaka voda, specifičnih za pojedine fabrike ili cjeline u KAP-u. Metodološki pristup se odnosi na:

1. Analizu podataka vlastitih ranijih "fragmentarnih" istraživanja voda šire i uže okoline KAP-a i istraživanja istih tokom 1992. godine.

2. Zahvatanje uzoraka voda sa postojećih mjernih mjesta profila: Profil I (podzemne vode južno od fabrike glinice - rijeka Morača), Profil II (vode nizvodno od centralne deponije otpadnih materijala - rijeka Morača), Profil III (vode ispod oba bazena za crveni mulj - rijeka Morača); bunarske vode tih terena za vodosnabdijevanje KAP-a; ulazne vode rijeke Morače, uzvodno od KAP-a; vode kanala KAP-a kojim se vode od hlađenja iz pogona puštaju u rijeku Moraču. Zatim, vode rijeke Morače ispod KAP-a i nekih seoskih bunara u selima: Srpska, Cijevna, Gostilj i Grbavci.

Na tim mjestima zahvaćeni su i sabirni 8-časovni uzorci voda, tokom povećanih padavina, nakon dugotrajnih kiša oktobra 1992. godine. Tada su zahvaćeni i formirani prosječni uzorci crvenog mulja, bazen I i bazen II, (skica br. 1).

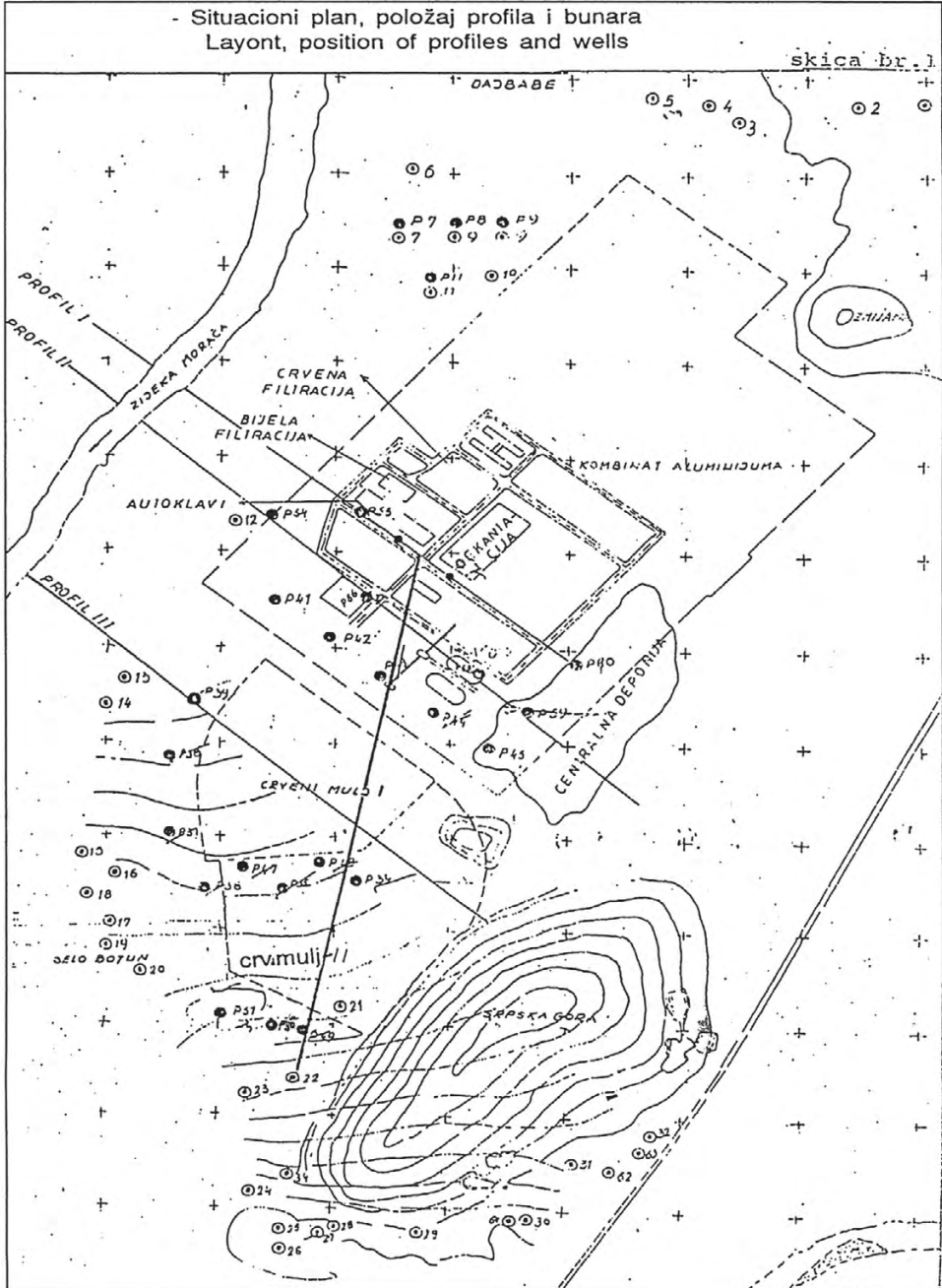
U uzetim materijalima određeni su, pored ostalog, i mikroelementi. Predtretman uzoraka voda i čvrstih materijala vršen je prema postupcima (6 i 16), a njihova određivanja metodama spektrofotometrije, atomsko-apsorpcione spektrofotometrije i rendgenske fluoroscencije, zavisno od elemenata, (Instrumeti: AAS-PE-5000 analizator i Spectroscan-S). Dobijeni podaci su prikazani na tabelama (1, 2 i 3).

REZULTATI I DISKUSIJA

Podaci, koji su prikazani u tabeli 1, pod oznakom vode bunara za vodosnabdijevanje KAP-a i okolnih sela, ilustruju prirodna svojstva podzemnih voda ovog dijela Skadarskog sliva. Kvalitet površinskih voda sliva, uzvodno od KAP-a, se ogleda u podacima (tabela 1), pod oznakom rijeka Morača 500 m iznad KAP-a.

I jedni i drugi podaci održavaju osnovne, gotovo prirodne karakteristike voda predmetnog dijela sliva. Među njihovim osobinama postoje razlike, ali ih nije moguće preciznije povući, do optimalnog opremanja sliva kao istraživačkog poligona. Opšte karakteristike voda iz nezagađenih terena okoline KAP-a su: nizak stepen mineralizacije, ispod 300 mg/dm^3 , pripadaju hidrokarbonatnom tipu voda, slabo izraženog alkalnog karaktera, prosječne pH vrijednosti 7,4. Glavni katjon je kalcijum, a anjon hidrokarbonat. Sadržaji natrijuma, kalijuma i silicijuma su ispod 2 mg/dm^3 . Mikroelementi su zastupljeni u bilijarditim djelovima, kako u površinskim

tako i u vodama kvartarnog akvifera zetske ravnice. Siromašne su i u fluoru, utvrđene koncentracije su ispod $0,2 \text{ mg/dm}^3$. Bogate su u rastvorenom kiseoniku, tako da indeks zasićenosti ne pada ispod 90%(6).



Fizčko-hemijske karakteristike vode uže okoline KAP-a
- Physical-chemical characteristics of water in the immediate area surrounding KAP

Oznaka	Datum uzimanja	Temperatura °C voda/vazduh	Mutnoća · SiO ₂ mg/l	Boja ^o · Co-PE skale	Miris	pH vrijednost	Nitrati · N mg/l	Nitriti · N mg/l	Amonijak · N mg/l	Hloridi · Cl mg/l	Ultošak KMnO ₄ mg/l	Ostatak isparanja mg/l	Ukupna tvrdoća *dH	Karbonatna tvrdoća *dH	Alkalitet m/l n/lo HCl	Sulfati · SO ₄ mg/l	Kalcijum · Ca mg/l	Magnezijum · Mg mg/l	Natrijum · mg/l	Kalijum · mg/l	MIKROKOMPONENTE (µg/l)															
																					Fosfati · P	Gvožđe · Fe	Aluminijum · Al	Mangan · Mn	Zink · Zn	Olovo · Pb	Crom · Cr	Kadmijum · Cd	Bakar · Cu	Fluorid · F						
Ilička Morča 500 m iznad KAP-a	21.08.1972.	13/16	50	<10	bez	7.5	134	0	0	0	4.7	177	7.4	7	25	15.3	36.8	9.9	1.7	0.6	2	20	0	40	0	3	1	0	0	0	20					
Bunari KAP-a za vodosnabdjevanje	20.08.1972.	12/16	<10	5	bez	7.3	0.68	0	0	4	2.6	215	9.2	8.4	30	0	51.2	8.8	1.9	0.5	0	10	0	36	0	0	0	0	0	0	30					
Pijetozni izvor bazena za evone mlji	22.08.1972.	11/16	5250	5	bez	7.4	0.45	0	0	5	7.9	159	6.9	6.2	22	10.4	40	5.6	1.6	0.5	0	10	0	42	0	2	1	0	0	0	30					
Bunari u selu Sinska Terzić Luka na imanju	21.08.1972.	13/16	<10	5	bez	7.3	0.67	0	0	7	6.9	103	7.8	6.4	23	12.2	46.4	5.6	1.9	0.6	0	30	0	56	0	5	2	0	0	1	40					
Bunari - Cigova	19.08.1972.	13/16	<10	5	bez	7.3	0.45	0	0	5	3.1	213	8.3	7.5	27	7.7	48	6.8	1.3	0.4	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	80					
Izvori kanu KAP-a u rijeku Morču	2.04.1973.	23/13	10	5	bez	7.9	0.69	0	0	6	5.6	187	8.9	7.8	26	7.7	46	9.4	1.4	0.6	0	0	0	45	0	7	1	0	0	1	80					
Rijeka Morča nazv. od KAP-a prof. Dolun	21.08.1972.	13/21	60	5	bez	7.5	1.78	0	0	6	4.9	180	8.1	7.3	26	15.9	40	10.7	2.1	0.7	1	20	0	48	0	5	1	0	0	0	20					
Rijeka Morča 500 m iznad KAP-a	12.03.1974.	12/15	10	5	bez	8.1	3.13	0	0	5	9.6	197	6.7	7.0	26	5.8	51.2	6.4	3.1	0.4	3	20	80	50	0	2	0	0	0	0	1	30				
Bunari KAP-a za vodosnabdjevanje	6.02.1974.	12/8	5	5	bez	7.4	0.45	0	0	6	3.1	210	8	8.1	29	5.1	49	9.4	1.2	0.4	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	30				
Prof. I. - glinica - rijeka Morča	20.11.1974.	17/13	150	cv-3h	bez	11.4	1.44	0.26	0.01	14	38.7	320	0	0	14.1	0	0	3.60	1	1	2.860	50	4100	1200	300	65	50	8	50	8	90					
Prof. II - glinica - rijeka Morča	13.05.1975.	14/17	25	sa	—	8.9	5.80	0.2	0	126	23.1	580	6.5	—	54.4	24	13.7	108	13.1	8	1900	180	3100	10	498	125	226	45	10	4500						
Prof. III bazen za cv. mlji - rijeka Morča	13.06.1975.	19/17	120	5	bez	8.2	1.84	0	0	8.2	14	223	12.1	—	16.7	52.8	20.2	46	0.9	1	70	80	60	0	8	2	2	0	1	150						
Selo Sinska kpn. bunar-22 (im. Terzić Luka)	20.11.1974.	16/13	80	5	bez	10.8	0.99	0.15	0	8	0.5	—	—	—	11.5	1.8	1.2	225	1.1	0	980	0	2400	30	520	112	19	15	3	350						
Izvori kanu KAP-a u rijeku Morču	13.03.1974.	20/13	20	10	sa (ludak)	8.9	1.78	0.005	0	12	7.6	280	7.6	6.7	24	14.7	43.2	6.9	5.3	0.9	4	650	100	180	0	100	35	17	3	2	200					
Rijeka Morča kod neposrednog izliva Belun	13.03.1974.	13/14	10	5	bez	8.2	2.3	0.001	0	8	5.3	205	6.7	7.8	26	10.6	52.8	5.8	4.8	0.7	2	50	50	115	0	14	5	0	0	1	150					
Bunari KAP-a za vodosnabdjevanje	12.10.1992.	13/17	5	5	bez	7.6	0.45	0	0	5	3.6	220	8.5	7.4	26	8.6	46	7.8	2	0.5	0	20	0	40	0	1	0	0	0	0	40					
Pijetozni bušot. (prof. I) glinica	5.10.1992.	14/17	—	15	bez	8.1	0.69	0.001	0	8	9.8	970	0.8	8.4	30	13.4	56.1	4.2	4	0.9	2	170	70	630	10	100	60	500	3	140	160					
Pijetozni bušot. (prof. II) glinica	18.10.1992.	14/17	40	10	bez	9	1.38	0.002	0.01	16	10.6	502	—	—	12.1	8	0	86.1	2.8	2	200	30	980	0	180	80	168	20	10	720						
K. bunar Terzić Luka na imanju - bunar 22	18.10.1992.	15/18	80	15	sa	9.5	3.55	0	0	96	6.8	413	1.1	—	10.0	7.9	0	124	4.6	4	103	220	750	40	212	66	270	40	15	8350						
P. bunar Terzić Nikola	18/17.10.1992	21/23	250	sa	sa	8.9	1.211	0.001	0	17.6	12.3	420	7.6	—	24.6	52.1	1.3	7.1	1.3	2	47	180	240	0	30	15	8	5	1	280						

Podaci u tabeli 1 odražavaju i kvalitet voda tih terena nakon promjene njihovih prirodnih svojstava usljed prodora u njih alkalnih materijala, koji potiču iz KAP-a. Na to ukazuju, na primjer, vrijednosti natrijuma, kao neizostavnog pratioca procesa glinice i po svojoj hemijskoj prirodi, najodgovornijeg sastojka vode za odnos koeficijenata njenih glavnih katjona-kalcijuma i magnezijuma, kao sredstva u identifikaciji promjene njenog kvaliteta. Po vrsti i intenzitetu, utvrđene promjene se

- Koeficijenti odnosa glavnih katjona i prosječne vrijednosti nekih parametara kvaliteta vode uže i šire okoline K.A.P-a u vremenskom razdoblju
- Co-efficients of relations between main cations and average value of some water quality parameters of the immediate and larger surrounding areas of KAP in a period of time

Tabela

br.	Period	OZNAKA	Br. uz. (n)	Ca ²⁺ /Mg ²⁺ (molar)	Na/K ¹⁺ (molar)	Elek. p μS _{30°}	pH- vrij.	Karakteristični parametri
1	1968-1974 1974-1989 Okt.-1992	bunari za vodosnabdjevanje KAP-a	12 12 4	3,7 3,2 3,8	6,5 5,1 6,8	230 260 290	7,3 7,4 7,6	Nema
2	1968 1974	p.buš. sa zapadne strane bazena za Crveni mluj I	6 12	4,5 2,9	5,4 8,0	185 210	7,4 7,5	HCO ₃ CO ₃ Na, P, Si, Fe, Zn i dr.
3	1973-1980 Okt.-1992	profil I GLINICE-KAP-a	21 12	0,0 8,3	5,4 7,5	780 310	11,2 8,4	Al, N, Zn, Si, P, GŽ
4	1973-1989 Okt.-1992	profil II centralna DEPONIJA KAP-a	30 21	1,1 0,0	14,0 32,5	3.900 3.100	9,3 9,2	Boja, susp., miris, fenol Na, Cl, E, K, P, Al, Mn, Si, Ni, Cr, Cd, Pb i dr.
5	1973-1989 Okt.-1992	vode kanala KAP-a (kompoz. uizozrak)	17 8	0,0-2,9 24,8	36,5 9,3	280 310	8,8 8,9	Susp., t, GŽ, pliv. materijali Na, P, detergent i dr.
6	1973-1989 Okt.-1992	vode Morče nizvodno od KAP-a	21 8	4,7 13,1	8,7 8,2	490 360	8,5 8,3	CO ₃ , KMnO ₄ , P, N, Na, K deterg. fenoli
7	1968-1973 1973-1989 Okt.-1992	neki klonari bunari sela SRPSKA - CIJEVNA	28 40 6	2,3 0,0 1,9	3,8 34,7,8 48,9	180 605 280	7,3 10,9 8,6	CO ₃ , OH, Na, P, Si, Zn, N, GŽ, t, E, Cl, K, Na, fen. Fe i dr.
8	1973 1992	k. bunari sela GRBAVCI-VUKOVCI	9 8	4,3 3,2	6,8 19,4	190 374	7,9 8,1	KMnO ₄ , fenol, Na, P, N, Cl
9	1973 1992	k. bunari sela GOSTILJ	6 4	3,0 1,4	5,9 22,2	210 502	7,4 8,1	t, CO ₃ , Na, K, Fe, F, Cl, Si, Al, Zn, P, Cr, Cd i dr.

odražavaju različito u vremenu i prostoru. Tako na primjer, kod voda profila I, promjene se ogledaju ne samo po vrsti već i u izuzetno višim sadržajima: hidroksidnog (OH) jona, nitrata - NO₂, organskih supstanci, koje pretpostavljamo potiču od gumata, kao sirovine u glinici, zatim povećanoj temperaturi vode (2°C, prosječno, većoj od prirodne) i povećanom sadržaju gotovo svih mikroelemenata zastupljenih u aluminatnom rastvoru gline. Utvrđeni zagađivači u vodi profila 1, po vrsti i značajno visokom sadržaju, su utvrđeni i u vodi bunara br. 22, kako u površinskim tako i dubljim (18 m) slojevima vode, što je utvrđeno crpljenjem (15). Naravno, takvo rješenje deponovanja crvenog mulja, pogotovu takvog sastava (tabela 3), u potpunosti odstupa od ponudjenog tehničkog rješenja, kao što je to bilo i u slučaju centralne deponije.

U novonastaloj situaciji, i da je bio omogućen pristup istraživačima, teško bi bilo sa sigurnošću ukazati na porijeklo pojedinog polutanta, vezano za tehnološke procese. Prostor KAP-, kao istraživačkog poligona, postao je pristupačan tek 90-ih godina, kada je došlo i do redukcije proizvodnje. Ta okolnost i "traserska" uloga pojedinih parametara, uz veliki entuzijazam, doprinijela je otkrivanju razlika u kvalitetu voda zavisno od lokacije pojedine tehnološke cjeline u KAP-u. Tako na primjer, utvrđeni sadržaji hlorida u vodi profila II (tabela 1)

Tablica 3.

- Sadržaj elemenata u nekim materijalima KAP-a
- Contents of elements in some wastes of KAP

Red.br.	Element	Sastojci voda (ppm)		Sadržaj elemenata (u %)-	
		Profil I - gl.	Prof.II-cent.d.	Suspenzija kompoz.PI i PII	Crveni mulj
1.	Gvožđe Fe	0,056	0,08	11,6	13,6
2.	Aluminijum Al	6,123	50,36	9,1	8,3
3.	Titan Ti	-	-	4,2	3,4
4.	Natrijum Na	17,550	936,28	6,3	4,3
5.	Kalcijum Ca	68,510	8,42	13,1	13,2
6.	Nikal Ni	0,012	0,06	0,1	0,0
7.	Bakar Cu	0,023	0,02	0,0	0,0
8.	Galijum Ga	0,0	1	0,0	0,0
9.	Hrom Cr	0,063	0,18	0,0	0,0
10.	Bor B	0,050	0,39	0,1	0,0
11.	Olovo Pb	0,072	0,10	0,1	0,0
12.	Kadmijum Cd	0,003	0,01	0,0	0,0
13.	Cink Zn	0,027	0,2	0,1	0,1
14.	Magnezijum Mg	1,5	0,0	0,1	0,6
15.	Mangan Mn	0,00	0,02	0,1	0,1
16.	Vanacijum V	-	-	0,0	0,2
17.	Stroncijum Sr	-	-	0,0	0,0
18.	Barijum Ba	-	-	0,0	0,0
19.	Volfram W	1	-	0,1	0,1
20.	Silicijum Si	1,06	0,9	1,3	1,2
21.	Kalijum K	0,48	18,2	2,5	2,2
22.	Fluorid F	0,83	54,7	-	-
23.	Hlorid Cl	10,00	513,0	-	-

Elementi po redosljedu: (uzorci oktobar 1992. godine)

PROFILI I - Glinica: Ca,Na,Al,Mg,Si,F,K,Cr,B,Al,P,Zn,Pb,Cu,Mn

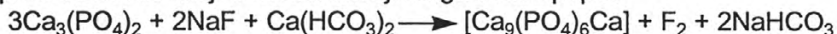
PROFIL II - Cent.dep.: Na,F,Al,K,Ca,Si,B,Cr,Zn,P,Fe,Mn,Ni,Pb,Cu,Cd

Susp. u vodi iznad crv.mulja: Ca,Fe,Al,Na,Ti,K,Si,W,Zn,Mg,B,Ni,Cr

CRVENI MULJ - bazeni: Fe,Ca,Al,Na,Ti,K,Si,Mg,V,W,Zn,Mn,Ni,B,Pb.

značajno se razlikuju od onih u vodi profila I, iz čega proizilazi zaključak da su procjedne vode deponije KAP-a najobimniji izvor zagađenja podzemnih voda i to brojnim zagađivačima. To se ogleda i u raznolikosti u vodi prisutnih sastojaka (tabela 3), kao i u razlikama u sadržajima ostalih anjona koji su neizostavni pratioci materijala pojedinih fabrika, kao na primjer, fluoridi koji potiču iz deponovanih materijala fabrike za elektrolizu Al, ali se ne isključuju i upotrijebljene vode fabrike za preradu Al, zavisno od efikasnosti rada uređaja za njihovo prečišćavanje.

Pored utvrđenih razlika, u kvalitetu voda ova dva profila, uočava se i migracija njihovih zagađivača u kraškom podzemlju, po istom pravcu. Naime, kako je centralna deponija stalan izvor zagađenja, u periodu hirološke godine naših istraživanja, kada je izosala proizvodnja u fabrici glinice, utvrđeno je poboljšanje kvaliteta voda profila I, što se u znatnom stepenu odrazilo na kvalitet voda profila II (tablica 2). To se naročito manifestuje povećanim sadržajima fosfata i fluorida, nasuprot sadržajima hlorida, na primjer. Pretpostavljamo da su u tom periodu u vodi oba profila izostale brojne međureakcije zagađivača poput:



ili izostaje nagrašivanje kalcijum flouroda - CaF_2 ; magnezijumsilikofluorida - $\text{MgSiF}_6 \times 6\text{H}_2\text{O}$; amonijumsilikofluorida - $(\text{NH}_4)_2 \text{SiF}_6$ i dr., obzirom da su elementi ovih jedinjenja u visokom stepenu zastupljeni u vrelim suspendovanim materijalima koji, preko sanitarnih jama unutar prostora glinice, dospijevaju u kraško podzemlje. Utvrđene razlike u kvalitetu voda ova dva profila, zavisno od stepena proizvodnje u fabrici glinice, identifikuju je kao mikrolokaciju - izvor alkalnih materijala koji dispjievaju u kraško podzemlje, prodirući u dublje slojeve vode.

Utvrđeni zagađivači u vodi profila obje mikrolokacije su promijenili prirodni kvalitet podzemnih voda u značajnom stepenu, na što najbolje upućuju vrijednosti elektrolitičke provodljivosti iznad 3000 mikro - S/cm i pH vrijednosti iznad 9, što nedvosmisleno ukazuje da se odgovarajuća tehnička rješenja ne smiju dalje odlagati.

Utvrđeni sastav mulja u oba bazena ukazuje na prisutnost nedopustivog sadržaja vode kao i visok sadržaj alkalija, što inhibira procese kolmacije, odnosno, doprinosi bržem prodoru zagađivača tih materijala ne samo u površinske, već i dublje slojeve vode.

Dobijeni podaci za kvalitet voda koje se preko kanala KAP-a puštaju u Moraču ukazuju na poddimenzionirana tehnička rješenja za odstranjivanje otpadnih voda fabrika KAP-a, kao i komunalnih voda, koje se sa upotrijebljenim vodama fabrike anoda puštaju u septičke jame. Izostanak njihove funkcije u potrebnom stepenu u periodima dugotrajnih obilnijih padavina odražava se i na kvalitet voda kanala KAP-a.

Vrijednosti izabranih parametara, kao "trasera", ukazuju da su zagađenja zahvatila i šire terene južnije od KAP-a, što se ogleda u podacima za kvalitet bunarskih voda u selima: Srpska, Cijevna i po tom pravcu ka bunaru sela Gostilj. Vode na pravcu KAP - sela Grbavci - Vukovci su promijenile kvalitet, ali u manjem stepenu od prethodnih, možda i zato što su vode ovog pravca pod većim uplivom

rijeke Morače. Posmatrajući predmetni sliv kao jedinstvenu hidrološku cjelinu, efekti utvrđenih zagađivača porijeklom iz KAP-a moraju imati odraza i na promjene prirodnih svojstava voda Skadarskog jezera.

ZAKLJUČCI

U izostanku opremljenosti istraživačkog prostora Skadarskog sliva, kao jedinstvene hidrološke cjeline, a koristeći specifične parametre nekih tehnoloških cjelina u KAP-u kao "trasere" u otkrivanju mikrolokacija izvora zagađenja u KAP-u i uvidom u tehničko-tehnološke postupke, tokom 1992. godine, došlo se do sljedećih zaključaka:

- Najopasnija mikrolokacija zagađenja odnosi se na vrele suspendovane alkalne materijale porijeklom iz fabrike glinice, koji u visokim koncentracijama prodiru i u dublje slojeve podzemne vode, a dijelom i u rijeku Moraču.

- Najobilnija i najznačajnija mikrolokacija zagađenja, kao stalni izvor mikrozagađivača (Na, K, Al, Fe, Mn, Zn, Si, Ni, Cd, Cr, F, Cl i dr.) je centralna deponija otpadnih materijala industrije KAP.

- Vode kanala KAP-a su zagađene u takvom stepenu a se bez prethodnog prečišćavanja ne smiju puštati u rijeku Moraču.

Procjedne vode oba bazena za crveni mulj, kao ranije utvrđene mikrolokacije, imaju poseban udio u migraciji zagađivača voda, najizraženije na pravcu kanal KAP-a - sela Grbavci i Vukovci.

Preporučuje se realizacija već programiranih istražnih radova, radi boljeg definisanja po prvi put otkrivenih mikrolokacija izvora zagađenja vezanih za KAP kao preduslova integralnih rješenja za njihovu eliminaciju, kako se i dalje ne bi legalizovala zagađivanja vodnog blaga ovog dijela sliva i ekosistema Jezera.

LITERATURA

- FILIPOVIĆ S. (1975): Stanje vodotoka Zete i Morače na osnovu hemijskih ispitivanja. Glas. Republičkog zavoda za zaštitu prirode i Prirodnjačkog muzeja, Titograd, 8; 151-159.
- FILIPOVIĆ S. (1977): Prikaz stanja Zete i Morače na osnovu fizičko-hemijskih analiza, Glas. Republičkog zavoda za zaštitu prirode i Prirodnjačkog muzeja, Titograd, (10): 121-127.
- FILIPOVIĆ S., PEROVIĆ I., PEŠIĆ B., MILIĆ Đ. (1983): Višegodišnja ispitivanja fluorida u vodama Skadarskog sliva, Simpozijum o Skadarskom jezeru CANU, knj. 9. 425-433, Titograd.
- STANKOVIĆ S. (1983): Skadarsko jezero u svjetlu koncepcije aktivne zaštite prirode. Simpozijum o Skadarskom jezeru CANU, knj. 9. 307-321. Titograd.

- FILIPOVIĆ S., ČULAFIĆ B., LJUMOVIĆ V., POPOVIĆ V. (1979): Hemijska istraživanja slatkih voda Jadranskog sliva na području Crne Gore. Zbornik radova VII Kongresa preventivne medicine Jugoslavije. Bled - Ljubljana.
- FILIPOVIĆ S. (1983): Mikroelementi u vodama i nekim organizmima Skadarskog jezera i njegovih pritoka, 163 strane Hemijski institut PMF, Univerziteta u Beogradu.
- BOŠKOVIĆ M. (1991): Usporedna analiza fluktuacija nivoa Skadarskog jezera sa padavinama Virpazara i proticajima Morače u Titogradu. *Vodoprivred*, 23, 129-130, 55-59, Beograd.
- FILIPOVIĆ S. (1981): Effects of pollution on Lake Skadar and its most important tributaries. *THE BIOTA AND LIMNOLOGY OF LAKE SKADAR*, st. 97-108. univerzitet "Veljko Vlahović" - Institut za biološka i medicinska istraživanja i Smithsonian Institution on Washington, D.C. USA.
- FILIPOVIĆ S., AVDAGIĆ I., VITOROVIĆ D. (1993): Proučavanje zagađivača u vodama krša. Srpsko hemijsko društvo - Beograd. Zbornik radova Hemija i zaštita čovjekove okoline, st. 231-135, Vrnjačka banja - Beograd.
- IVANOVIĆ S. (1983): Inženjersko-geološki aspekti u problemu očuvanja prirodnog potencijala Skadarskog jezera i okoline. CANU, "Skadarsko jezero" knj. 9. str. 67-79. Titograd.
- PETROVIĆ G. (1983): Sadržaj metala u vertikalnom profilu i površinskim slojevima sedimenata Skadarskog jezera. CANU. "Skadarsko jezero" knj. 9. str. 143-151. Titograd.
- LOGOMERAC, G.V. (1978): Uklanjanje opasnosti od zagađivača čovjekove okoline crvenim muljem i njegova kompleksna prerada radi potpunog iskorišćavanja. CANU. "Zaštita čovjekove okoline u Crnoj Gori", knj. 4/2. str. 245-257. Titograd.
- AVDAGIĆ I., FILIPOVIĆ S., MIŠUROVIĆ A. (1989): Skadarsko jezero, kao izvorište za snabdijevanje vodom za piće. CANU, "Ekološke aktuelnosti u Crnoj Gori" knj. 20. str. 40-59. Titograd.
- ****Uticaj tehničko-tehnoloških procesa KAP-a na vode u užoj i široj okolini. (1991). Razvojni projekat Ministarstva za nauku i prosvjetu Crne Gore. Projekat je definisan ali i ne realizovan od strane Medicinskog instituta.
- ****Izveštaj Medicinskog zavoda, OOUR Zavod za zdravstvenu zaštitu i medicinska istraživanja - Titograd, 1974.
- GRIFFATONG, A., HELLMANN, H (1973): Neul Untersuchungen zur Bestimmung von gelosten und ungelosten schwermetallen in Gewassem druch Reontgen - fluorescenz, Jahrbuch "Vom Wasser" 40, 69-87.