

ZAŠTITA MATERIJALA I ŽIVOTNE SREDINE

MATERIAL AND ENVIRONMENT PROTECTION



ČASOPIS: ZAŠTITA MATERIJALA I ŽIVOTNE SREDINE

SADRŽAJ

Glavni urednik: Dr Darko Vuksanović,
Univerzitet Crne Gore, Metalurško-
tehnološki fakultet

Uređivački odbor:
Dr Petar Živković, Crna Gora
Dr Jagoda Radošević, Hrvatska
Dr Miomir Pavlović, Srbija
Dr Dani Vrhovšek, Slovenija
Dr Kiril Lisičkov, Makedonija
Dr Tarik Kupusović, Bosna i Hercegovina
Dr Refik Zejničić, Crna Gora
Dr Časlav Lačnjevac, Srbija
Dr Ilija Nasov, Makedonija
Dr Goran Vujić, Srbija
Dr Niko Samec, Slovenija
Dr Ivan Gržetić, Srbija
Dr Željko Jaćimović, Crna Gora
Dr Nada Blagojević, Crna Gora
Dr Aleksandar Joksimović, Crna Gora

Izdavački savjet:

Dr Jelena Pješčić – predsjednik
Dr Ivana Bošković
Mr Dragan Radonjić
Dr Filip Kokalj
Mr Igor Jovanović

Za izdavača:

Prof. dr Darko Vuksanović

Izdavač:

Crnogorsko društvo za koroziju, zaštitu
materijala i zaštitu životne sredine

Štampa:

YUGRAFIC, Podgorica

Tiraž:

100

Naučni radovi

**Upoređenje pokazatelja zagađivača bistrice
sa azotnim solima, fosforom i detergenata, iz
fabrike za proizvodnju deterdženata
„ABI“, i lavanterije gradske „Bolnice“ u
Prizrenu.**

Gashi S., Shehu E., Bajmaku Y., Drini P.

**Modelovanje sorpcije As(V) na aktiviranom
crvenom mulju uz prisustvo ometajućih
jona**

Nada Z. Blagojević, Vesna L. Vukašinović-
Pešić*, Snežana Brašanac, Veselinka V. Grudić

**Control of copper acid main drainage by
means of immobilizing agents:
electrochemical study on a grain model**
Perica Paunović, S. Hadži Jordanov and A. T.
Dimitrov

**Environmental management system and
meat processing industry: barriers and
perspectives**

Marko M. Jauković, Nikola Z. Stanišić

**Uticaj pH vrijednosti i granulacije na
sorpciju kadmijuma otpadnom biomasom iz
industrije vina**

Veselinka Grudić, Jelena Šćepanović, Zorana
Mijović

**Kvalitet bunarske vode u zavisnosti od
načina razrade bunara**

Ranko Grujic, Vaso Novakovic, Mirjana
Stojanović, Miladin Gligoric, Caslav
Lacnjevac

**Kristalizacija granulisanog KNO_3 iz sistema
 $\text{KNO}_3\text{-NaCl-H}_2\text{O}$ na poluindustrijskom
postrojenju**

Živko Andrić, Milovan Jotanović

Reklame

**UPOREĐENJE POKAZATELJA ZAGAĐIVAČA BISTRICE SA AZOTNIM SOLIMA,
FOSFOROM I DETERGENATA, IZ FABRIKE ZA PROIZVODNJU DETERDŽENATA
„ABI“, I LAVANTERIJE GRADSKE „BOLNICE“ U PRIZRENU.**

Gashi S.¹, Shehu E.¹, Bajmaku Y.², Drini P.³

¹ Odsek Hemijske Industrije i Sredine, Univerzitet u Tirani; Fakultet Prirodnih Nauka, Tirana:
ALBANIA

² Gimnazija „Gjon Buzuku“, Prizren, KOSOVO

³ Fabrika za galvanizaciju cinka, Prizren, KOSOVO

Izvod

Industrijski razvoj (industrija deterdženata) i porast urbanizma u Prizrenu, ima za posledicu pretnju opasnosti za reku Bistricu, jer se izlivne vode, prethodno ne tretiraju. Stoga, je njihova zaštita i revitalizacija značajna. Da bi se utvrdile efikasne mere oko menadjiranja vode i praćenje statusa reke Bistrice, potrebno je obezbediti sistem praćenja, gde se obuhvačaju impianti za tretiranja izlivnih voda, što na žalost nema. Praćenje reke Bistrice, obezbedjuje: svojstveno stanje i količinski status vode i zagadjenost, i njihovu procenu na zagadjivanje vode: određivanje sektora koji doprinose zagadjivanju (industrijske, opštinske, poljoprivredne itd.). Kao prioritete substance zagadživača reke Bistrice, u ovom radu tretira će se azotne soli, fosfor i detergenti, koji predstavljaju zatnu opasnost za vodenu sredinu i snabdevanje vodom. Iz ovog razloga potrebno je preduzeti mere za njihovo postepeno opadanje, posebno snižavanje njihovog procenta u prirodnim nivoima. Izlivanje vode bogate prehrabenim materijama (azot, fosfor) mogu doći do gomilanja prehrabnenih materija i da se postigne fenomen eutrofikacije, iz ovog razloga treba preduzeti potrebne zaštitne mere. Takodje u ovoj zoni, osetljive su i površinske vode namenjene za pijaču vodu.

Ključne riječi: LAB – sulfonat, jon fosfat, jon amonium

Uvod

Bistrica izvire iz Prevalca, ima izliv planinske reke, prvo mesto praćenja nalazi se na ušću Prevalca, i ima dobra svojstva. Zadnje mesto praćenja protoka je Vljašnje, ispred sjedinjavanja sa rekom Beli Drim. Ako uporedimo svojstva - kvalitet vode na prvom mestu praćenja, uoči čemo veliku promenu uticaja svih zagadjenih voda izlivenih u njoj, tokom njenog toka. U ovom radu prikazati će se izlivne vode fabrike „ABI“, proizvodjač deterdženata i lavanterije Prizrenske „Bolnice“, u reku Bistricu, kao i uporedjenja vrednosti zagađivača u vremenskim intervalima septembar – oktobar 2011, god. Januar – februar 2012, god. I april – maj 2012, god. Na Kosovu nema impijanata za tretiranje urbanih i industrijskih zagadjenih voda. Industrijske vode su jedan od glavnih zagadživača površinskih i podzemnih voda. Tretiranje urbanih

industrijskih izlivnih voda u Prizrenu praktički ne postoji, sa izuzetkom nekih septicke jama, i to za odredjene kućne zone, ili prirodne lagune koje su formirane na izlivne tačke sistema sakupljanja zagadjenih voda. Izlivanje zagadjenih voda je jedan od glavnih izvora zagadživača prirodnih voda, jer one sadrže mnoštvo sredstava koja troše ublaženi kiseonik, razblažene komponente fosfora i azota (eutrofikacija), kao i mnoštvo materija koja troše rastvoreni kiseonik. Imajući u vidu činjenicu da reke Kosova prolaze kroz susedne države, sa vido obradživanja zagadjenih voda Kosovo čekaju velike obaveze, pogotovo u relaciji ispunjavanja direktiva EU (direktiva 91/271/EEC o tretiranju urbanih zagadjenih voda), kao i ispunjavanje drugih medjunarodnih obaveza. Pored toga, Kosovo i dalje nema jednu strategiju za nadgledanje zagadjenih voda i za stvaranje funkcionalnih mehanizama za finansiranje tretiranja zagadjenih voda.

Zaštita materijala i životne sredine 2 (2013), broj 1

Materijali i metode

Analize fizičko-hemijskih parametara izvršene su u Hidrometeorološkom Institutu u Prištini. Istraživanja su vršena na ovim mestima uzimanja uzoraka:

-Reka Bistrica: Izvor Bistrice – Prevalac (L1), Sređka (L2), Gradski park (L3), i mesto uzimanja uzorka izliv reke Bistrica u Beli Drim Vljašnje, (L4).

-Prizrenска Bolnica: vodovod „Bolnice“ Prizren (Sp1), izlivna cev (Sp2), izlivna cev u gradskoj kanalizaciji (Sp3) i kanalizacija pre izlivanja u reku Bistrigu (Sp4).

-ABI – Kompanija: vodovod „ABI“ (AB1), izlivna cev (AB2), izlivna cev u gradsku kanalizaciju (AB3), i kanalizacija pre izlivanja u reku Bistrigu (AB4).

Tokom studiranja tretirali smo izlivanja koja dolaze iz fabrike detergenata „ABI“ – kompanije Lavanterija gradske „Bolnice“ u Prizrenu, u reku Bistrigu u Prizrenu, bez ikakvog prethodnog

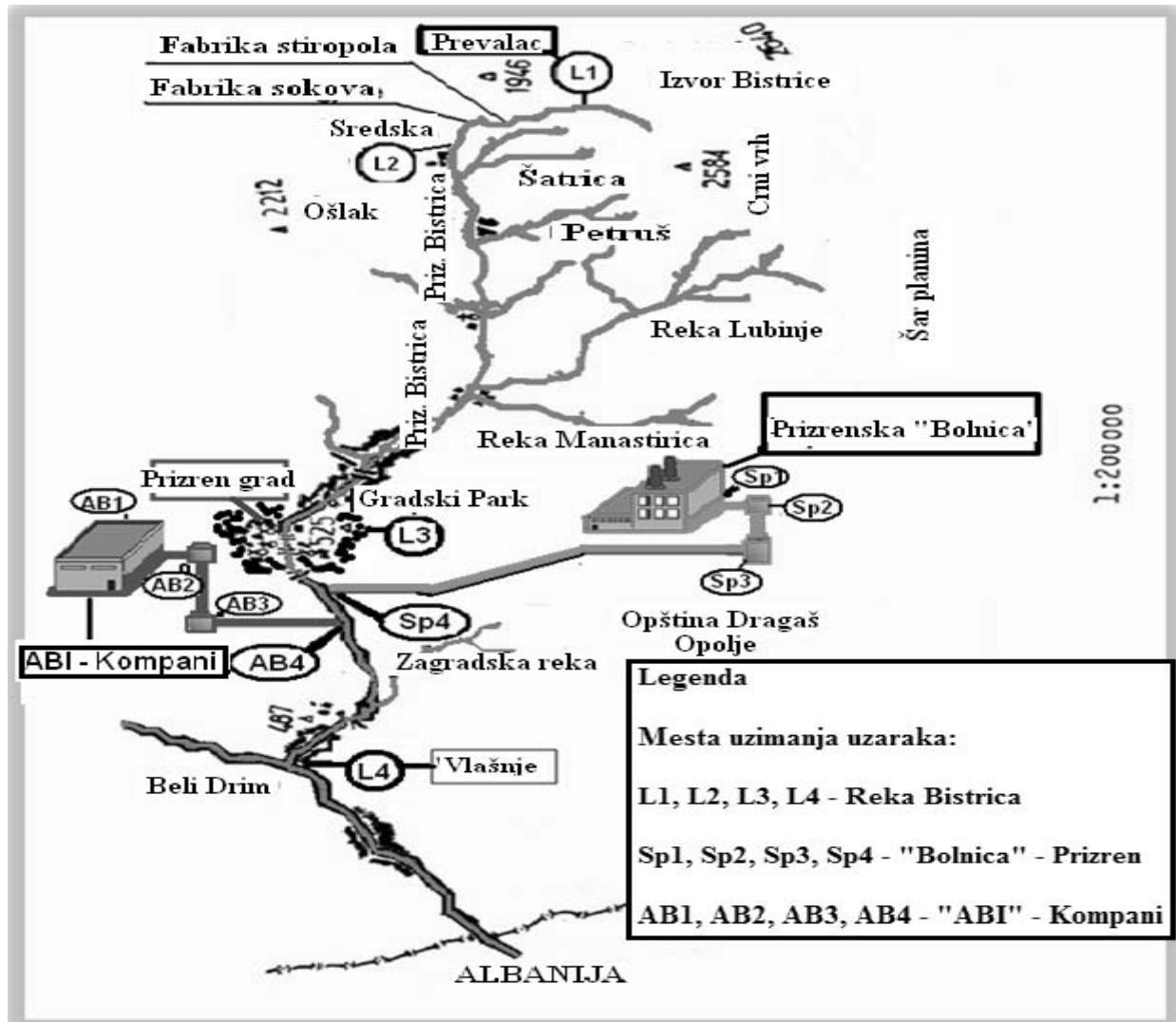
tretiranja otpadnih voda, industrijskih i drugih recipienata. Uzorci su uzeti u tri vremenska intervala: septembar – oktobar 2011, god. Januar – februar 2012, god. i april – maj 2012, god., u različitim vremenskim uslovima, tako da od nalaza proizilaze ovi hemijski parametri: azotne soli, fosfor i sastojci deterdženata. Iz dobijenih rezultata, izvršeno je njihovo upoređenje gde su uzeti u obzir i dovodi tokom ovih vremenskih intervala, koji utiču na stepen zagadjenosti, zavisno od vremenskog ciklusa: tokom Jeseni, Zime i Proleća.

Uzimanje uzoraka

Nadgledanje i uzimanje uzoraka vršeno je u tri vremenska intervala, septembar – oktobar 2011, god. Januar – februar 2012, god. i april – maj 2012, god.

Tačke uzimanja uzoraka za monitoriranje zagadjenja reke Bistricе, iz izlivnih voda predstavljeni su sl.1.

Zaštita materijala i životne sredine 2 (2013), broj 1



Slika 1. Karta mesta uzimanja uzoraka

Rezultati i diskusije

Količina dovoda za vremenski interval: septembar – oktobar 2011, god. Januar – februar 2012, god. i april – maj 2012, god., uzeti su iz

Hidrometeorološkog Instituta u Prištini – Stanica – Vrbnica, koja su predstavljena u tabeli.

Tabela 1. Količina dovoda (m^3/s)

REKA BELI DRIM - STANICA VRBNICA

Kuota „0“ = 269.87

Tip nivo meraća: od 1948

Liminograf, od 1982

Start rada: 1923

Datum	Septembar – 2011	Oktobar – 2011	Januar – 2012	Februar – 2012	April – 2012	Maj – 2012
MiN.	7.1	9.0	28.2	37.0	46.4	23.4
SRD.	11.7	87.5	60.0	79.4	60.9	123.5
MAX.	18.7	198.0	111.0	277.0	127.0	342.0
SRD.	49.6 m^3/s		69.7 m^3/s		92.2 m^3/s	

Zaštita materijala i životne sredine 2 (2013), broj 1

Tabela 1.1. Dozvoljeni maksimalni vrednost po direktivi 152/99 – Kosova

Br.	Parametri	mg u 1 litri	II kategorija	III kategorija	IV kategorija	V kategorija
1	Jon fosfat PO_4^{3-}	mg/l	1,0	2,0	3,0	4,0
2	Totalni fosfori	mg/l	1,0	1,0	1,5	2,0
3	Fosfor kao P_2O_5	mg/l	2,3	4,6	6,9	9,2
4	Tripolifosfat Na	mg/l	3,9	7,9	11,9	15,9

Tabela 1.2. Dozvoljeni maksimalni vrednost po direktivi 152/99 – Kosova

Br.	Parametri	mg u 1 litri	II kategorija	III kategorija	IV kategorija	V kategorija
1	Perborat Na	mg/l	10,0	13,0	16,0	20,0
2	LAB - sulfonat	mg/l	1,0	2,0	4,0	4,0
3	Jon nitrit NO_2^-	mg/l	0,2	0,5	1,0	1,5
4	Nitrati NO_3^-	mg/l	30,0	35,0	40,0	40,0
5	Ammonium jon NH_4^+	mg/l	0,2	0,5	0,8	1,0

a. Diskusija i rezultati za reku „Bistrica“

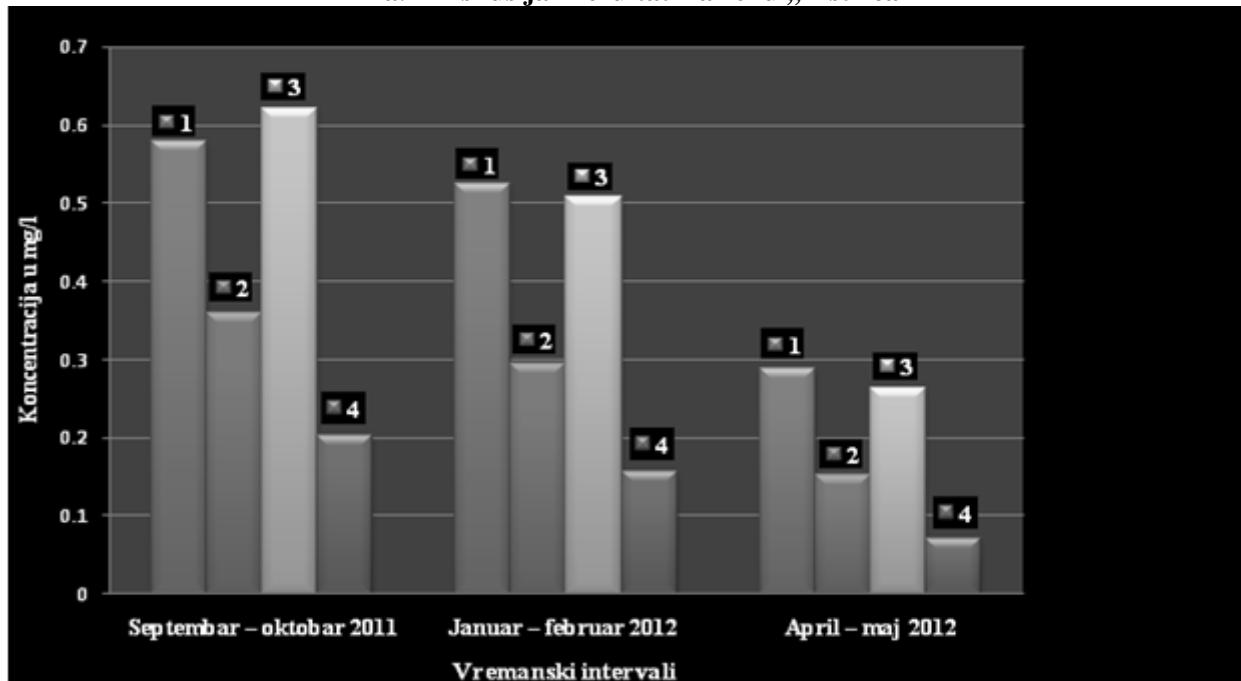


Tabela 2. Vrednost hemijskih parametara

	Septembar - oktobar 2011	Januar - februar 2012	April - maj 2012
■ 1 - Jon fosfat PO_4^{3-}	0.5795	0.5252	0.288
■ 2 - Fosfor kao P_2O_5	0.3595	0.2937	0.1517
■ 3 - Tripolifosfat Na	0.6217	0.5079	0.2622
■ 4 - Totalni fosfor	0.203	0.1565	0.07125

Slika 2. Grafički prikaz koncentracije komponenata fosfora u vremenskim intervalima: septembar – oktobar 2011, januar – februar 2012, i april – maj 2012.

Diskusija rezultata

Na osnovu podataka sa sl. 2 i tab.:1, 1.1, i 2 vidi se: da jedinjenje fosfora: jon fosfat, PO_4^{3-} , fosfor kao P_2O_5 , tripolifosfat natriuma i totalni fosfor: na

intervalu septembar – oktobar 2011, god., imaju veću vrednost nego ostali vremenski intervali. Što se tiče najniže vrednosti, je vremenski interval

Zaštita materijala i životne sredine 2 (2013), broj 1

izmeren u april – maj 2012. god., što znači da je na ovo uticala količina dovoda; septembar – oktobar: $49.6 \text{ m}^3/\text{s}$, januar – februar: $69.7 \text{ m}^3/\text{s}$, i april – maj: $92.2 \text{ m}^3/\text{s}$. Dakle, zaključujemo da: -u vremenskom intervalu septembar – oktobar imamo jedno snižavanje dovoda, za posledicu imamo povišenje koncentracije zagadjivača izlivnih voda u reku: jon fosfat 0.5795 mg/l , fosfor kao $\text{P}_2\text{O}_5 0.3595 \text{ mg/l}$, tripolifosfat natriuma 0.6217 mg/l i totalni fosfor 0.203 mg/l , -u vremenskom intervalu januar – februar, imamo jedno malo povišenje dovoda, za posledicu imamo jedno lako opadanje koncentracije zagadjivača izlivih voda u reku: jon fosfat 0.5252 mg/l .

mg/l, fosfor kao $\text{P}_2\text{O}_5 0.2937 \text{ mg/l}$, tripolifosfat natriuma 0.5079 mg/l i totalni fosfor 0.1565 mg/l , -u vremenskom intervalu april – maj, imamo povišenje padavina, za posledicu imamo razblaženje koncentracije zagadjivača, dakle opadanje njihovih vrednosti: jon fosfat 0.288 mg/l , fosfor kao $\text{P}_2\text{O}_5 0.1517 \text{ mg/l}$, tripolifosfat natriuma 0.2622 mg/l i totalni fosfor 0.0712 mg/l . Sa dozvoljenih maksimalnih vrednosti po direktivi 152/99 Kosova, na tab. 1.1. vidi se da reka Bistrica ima slaba svojstva, ili da u vremenskom intervalu septembar – oktobar 2011, god., imamo veće zagadjenje, dok u drugim vremenskim intervalima monitoriranja ima dobra svojstva.

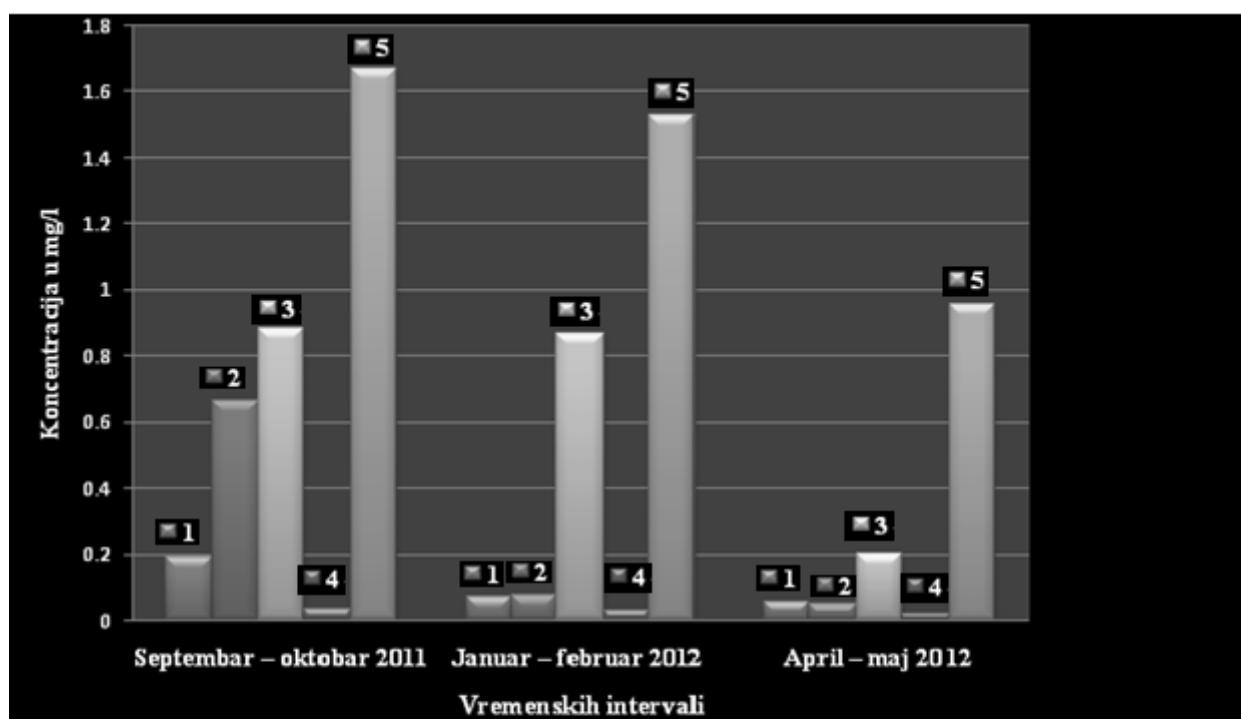


Tabela 3. Vrednost hemijskih parametara

	Septembar – oktobar 2011	Januar – februar 2012	April – maj 2012
■ 1 - Perborat Na	0.192	0.07	0.056
■ 2 - LAB - sulfonat	0.662	0.077	0.048
■ 3 - Jon ammonium	0.882	0.867	0.201
■ 4 - Jon nitrit	0.033	0.029	0.019
■ 5 - Nitrati	1.67	1.53	0.957

Slika 3. Grafički prikaz koncentracije hemijskih parametara mesta uzoraka Reke Bistrica, za razdoblje: septembar – oktobar 2011, januar – februar 2012, i april – maj 2012.

Diskusija rezultata

Na osnovu podataka sa sl. 3 i tab.: 1, 1.2, i 3 vidi se:

Sastojak deterdženata: perbarat natriuma i LAB – sulfonat: imaju znatnu koncentraciju 0.192 mg/l i 0.662 mg/l u intervalu: septembar – oktobar 2011, god., proizilazi da se radi o niskim dovodima u reku. Što se tiče nižih vrednosti, 0.056 mg/l i 0.048 mg/l, one su izmerene u intervalu april – maj 2012, god.

Uvidja se da sem intervala april – maj 2012, god., gde je svojstvo vode dobra, dok u drugim intervalima monitoriranja svojsvo vode je u srednjem nivou.

Azotne soli: maksimalne godišnje vrednosti ovog parametra izmerene su u intervalu septembar – oktobar 2011, god., ammonium jon

0.882 mg/l, jon nitrit 0.033 mg/l i nitrati 1.67 mg/l u ovom slučaju vredi istaći da nivo vode u reku bio je nizak $49.6 \text{ m}^3/\text{s}$, uporedjenju sa drugim godišnjim razdobljima, što zači da imamo zagadjenje, u ovom vremenskom intervalu, imamo loše svojstvo vode reke Bistrica. U drugim vremenskim intervalima monitoriranja, ovo svojstvo je srednjeg i niskog nivoa.

Sa dozvoljenih maksimalnih vrednosti po direktivi 152/99, na tab. 1.2. vidi se da reka Bistrica ima slaba svojstva, ili da u vremenskom intervalu septembar – oktobar 2011, god., imamo veće zagadjenje, dok u drugim vremenskim intervalima monitoriranja ima dobra svojstva: jon ammoniuma 0.201 mg/l, jon nitrita 0.019 mg/l i nitrati 0.957 mg/l.

b. Diskusija i rezultati za izlivne vode lavanterije Prizrenske „Bolnice“, u reku Bistricu

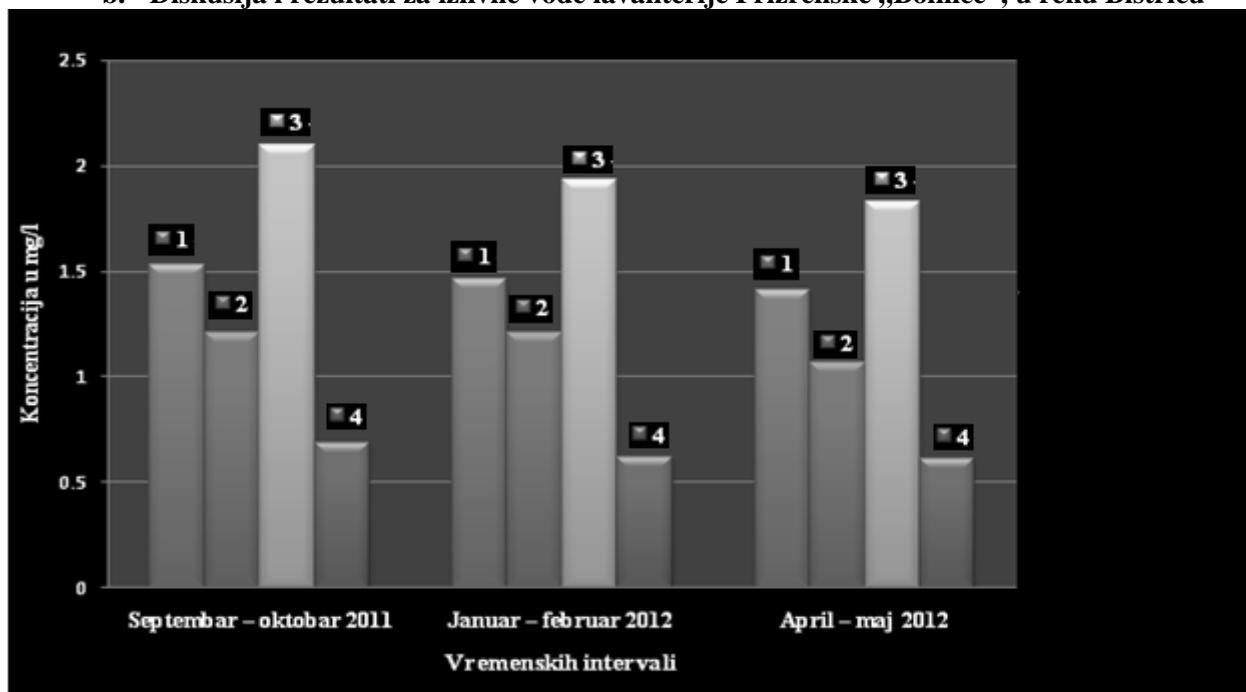


Tabela 4. Vrednost hemijskih parametara

	Septembar – oktobar 2011	Januar – februar 2012	April – maj 2012
■1 - Jon fosfat PO_4^{3-}	1.53	1.46	1.41
■2 - Fosfor kao P_2O_5	1.21	1.21	1.07
■3 - Tripolifosfat Na	2.1	1.93	1.83
■4 - Totalni fosfor	0.684	0.619	0.612

Slika 4. Grafički prikaz koncentracije komponenata fosfora u vremenskim intervalima: septembar - oktobar 2011, januar-februar 2012, i april- maj 2012

Diskusija rezultata

Na osnovu podataka sa Sl. 4. i tab. 1, 1.1, i 4 potvrđuje se:

Sastav fosfora: jon fosfat, PO_4^- , fosfor kao P_2O_5 , tripolifosfat natrijuma i totalni fosfor: u intervalu septembar-oktobar 2011, imaju veće vrednosti nego kod drugih intervala. Što se tiče nižih vrednosti one su izmerene u intervalu april-maj 2012, što znači da su uticali količine dovoda u intervalu septembar-oktobar: $49.6 \text{ m}^3/\text{s}$, januar-februar: $69.7 \text{ m}^3/\text{s}$ i april-maj: $92.2 \text{ m}^3/\text{s}$. Dakle zaključujemo da:

-u vremenskom intervalu septembar-oktobar, imamomo jedno opadanje dovoda, zbog toga imamo jedno povišenja koncentracije zagadjivača u izlivnim vodama reka;

-u vremenskom intervalu januar-februar, imamomo jedno malo povećanje dovoda, zbog

toga imamo jedno lagano opadanje koncentracije zagadjivača u izlivnim vodama reka;

-u vremenskom intervalu april-maj, imamomo povećanje padavina, zbog toga imamo jedno razblaženje koncentracije zagadjivača u izlivnim vodama reka, dakle, opadanje njihovih vrednosti.

Iz dozvoljenih maksimalnih vrednosti po direktive 152/99 Kosova, na tabeli 1.2. uvida se da reka Bistrica, ima loša svojstva ili da ima veće zagadjenje u intervalu septembar-oktobar 2011, jon fosfat, PO_4^- 1.53 mg/l , fosfor kao P_2O_5 1.21 mg/l , tripolifosfat natrijuma 2.1 mg/l i totalni fosfor 0.684 mg/l dok u drugim intervalima monitoriranja ima dobra svojstva kao naprimjer april – maj 2012: jon fosfat, PO_4^- 1.41 mg/l , fosfor kao P_2O_5 1.07 mg/l , tripolifosfat natrijuma 1.83 mg/l i totalni fosfor 0.612 mg/l .

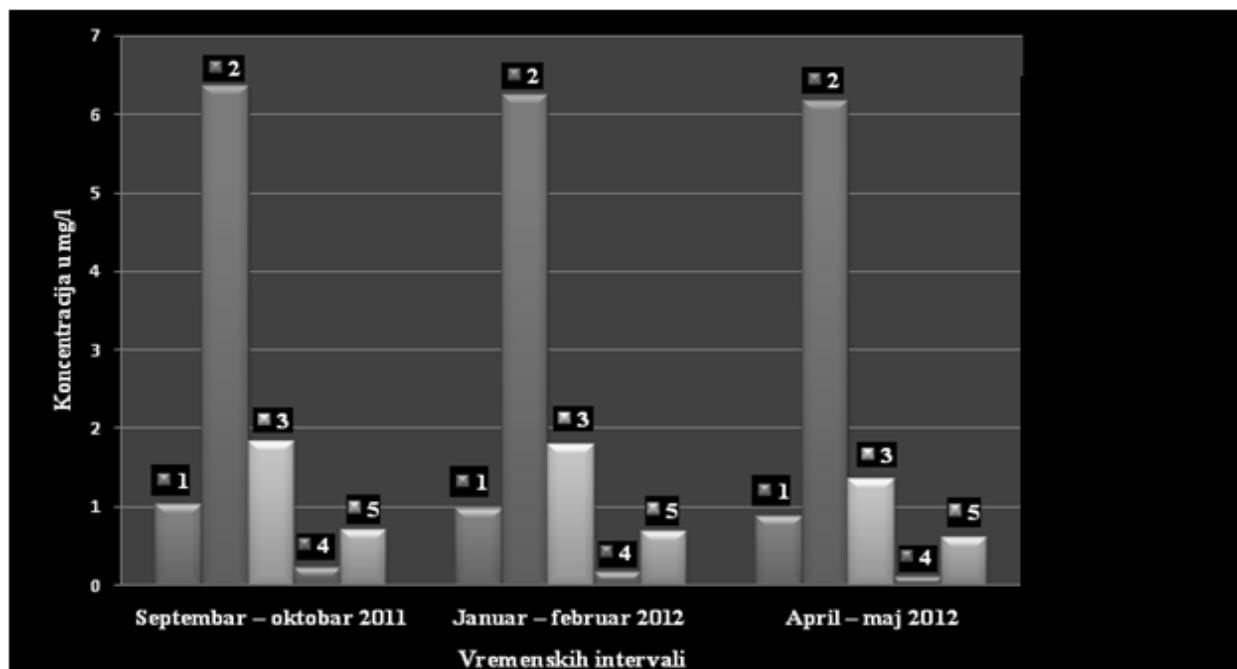


Tabela 5. Vrednost hemijskih parametara

	Septembar – oktobar 2011	Januar – februar 2012	April – maj 2012
■ 1 - Perborat Na	1.029	0.967	0.877
■ 2 - LAB-sulfonat	6.357	6.237	6.16
■ 3 - Jon ammonium	1.827	1.788	1.348
■ 4 - Jon nitrit	0.217	0.173	0.099
■ 5 - Nitrat	0.702	0.677	0.595

Slika 5. Grafički prikaz kemijske koncentracije komponenata mesta uzoraka Gradska Bolnica Prizren, za vremenski interval: septembar-oktobar 2011, januar-februar 2012, i april- maj 2012.

Diskusija rezultata

Na osnovu podataka sa Sl. 3. i tab. 1, 1.2, i 5 potvrđuje se:

Sastojci detergenata: perborat natrijuma i LAB-sulfonati; imaju veću koncentraciju u intervalu septembar-oktobar 2011. god. Sve ovo proizilazi iz razloga jer se radi o niskim dovodima u reci. Što se tiče niže vrednosti, izmerene su u intervalu april-maj 2012. god., uviđa se da sem intervala april-maj 2012. god., gde je svojstvo vode jest dobra, u drugim intervalima monitoriranja ovo svojstvo je niskog nivoa: za perborat natrijuma od 1.029 mg/l na 0.877 mg/l i LAB-sulfonati od 6.357 mg/l na 6.16 mg/l.

Azotne soli: jon ammonium, nitrički jon i nitrati: vrednosti ovog pokazatelja imali su opadanje tokom intervala septembar - oktobar 2011, god., u odnosu na one iz intervala januar – februar i april – maj 2012, god., ovo pokazuje da je tok izliva bio veći tokom 2012 god., koje je rezultiralo na snižavanju vrednosti ovih parametara u ovim monitornim jedinicama: za jon ammonium od 1.029 mg/l na 0.877 mg/l, za jon nitrita 0.217 mg/l na 0.099 mg/l i za nitrile od 0.702 mg/l na 0.595 mg/l.

c. Diskusija i rezultati za izlivne vode fabrike „ABI“, proizvodjač deterdženata u reku Bistricu

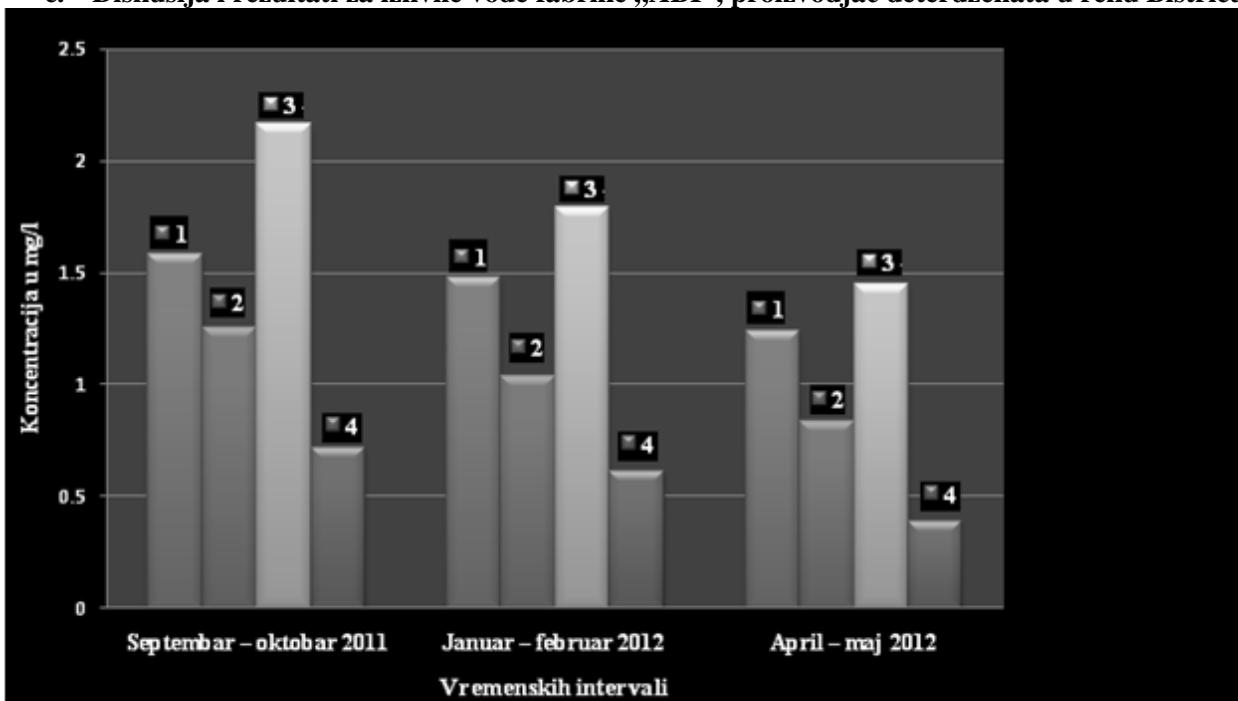


Tabela 6. Vrednost hemijskih parametara

	Septembar – oktobar 2011	Januar – februar 2012	April – maj 2012
■ 1 - Jon fosfat PO_4^{--}	1.584	1.476	1.241
■ 2 - Fosfor kao P_2O_5	1.251	1.039	0.838
■ 3 - Tripolifosfat Na	2.165	1.795	1.448
■ 4 - Totalni fosfor	0.719	0.614	0.384

Slika 6. Grafički prikaz koncentracije komponenata fosfora u vremenskim intervalima: septembar – oktobar 2011, januar – februar 2012, i april – maj 2012.

Zaštita materijala i životne sredine 2 (2013), broj 1

Diskuzija rezultata

Na osnovu podataka sa sl.6. i tabele 1, 1.1, i 6 potvrđuje se:

Sastav fosfora: jon fosfat, PO_4^- , fosfor kao P_2O_5 , tripolifosfat natrijuma i totalni fosfor: u intervalu septembar-oktobar 2011, imaju veće vrednosti nego kod drugih intervala. Što se tiče nižih vrednosti one su izmerene u intervalu april-maj 2012, što znači da su uticali količine dovoda u intervalu septembar-oktobar: $49.6 \text{ m}^3/\text{s}$, januar-februar: $69.7 \text{ m}^3/\text{s}$ i april-maj: $92.2 \text{ m}^3/\text{s}$. Dakle zaključujemo da:

-u vremenskom intervalu septembar-oktobar, imamomo jedno opadanje dovoda, zbog toga imamo jedno povišenje koncentracije zagadjivača u izlivnim vodama reka;

-u vremenskom intervalu januar-februar, imamomo jedno malo povećanje dovoda, zbog

toga imamo jedno lagano opadanje koncentracije zagadjivača u izlivnim vodama reka;

-u vremenskom intervalu april-maj, imamomo povećanje padavina, zbog toga imamo jedno razblaženje koncentracije zagadjivača u izlivnim vodama reka, dakle, opadanje njihovih vrednosti.

Iz dozvoljenih maksimalnih vrednosti po direktive 152/99 Kosova, na tabeli 1.2. uvida se da reka Bistrica, ima loša svojstva ili da ima veće zagadjenje u intervalu septembar-oktobar 2011, jon fosfat, PO_4^- 1.584 mg/l , fosfor kao P_2O_5 1.251 mg/l , tripolifosfat natrijuma 2.165 mg/l i totalni fosfor 0.719 mg/l dok u drugim intervalima monitoriranja ima dobra svojstva kao naprimjer april – maj 2012: jon fosfat, PO_4^- 1.241 mg/l , fosfor kao P_2O_5 0.838 mg/l , tripolifosfat natrijuma 1.448 mg/l i totalni fosfor 0.384 mg/l .

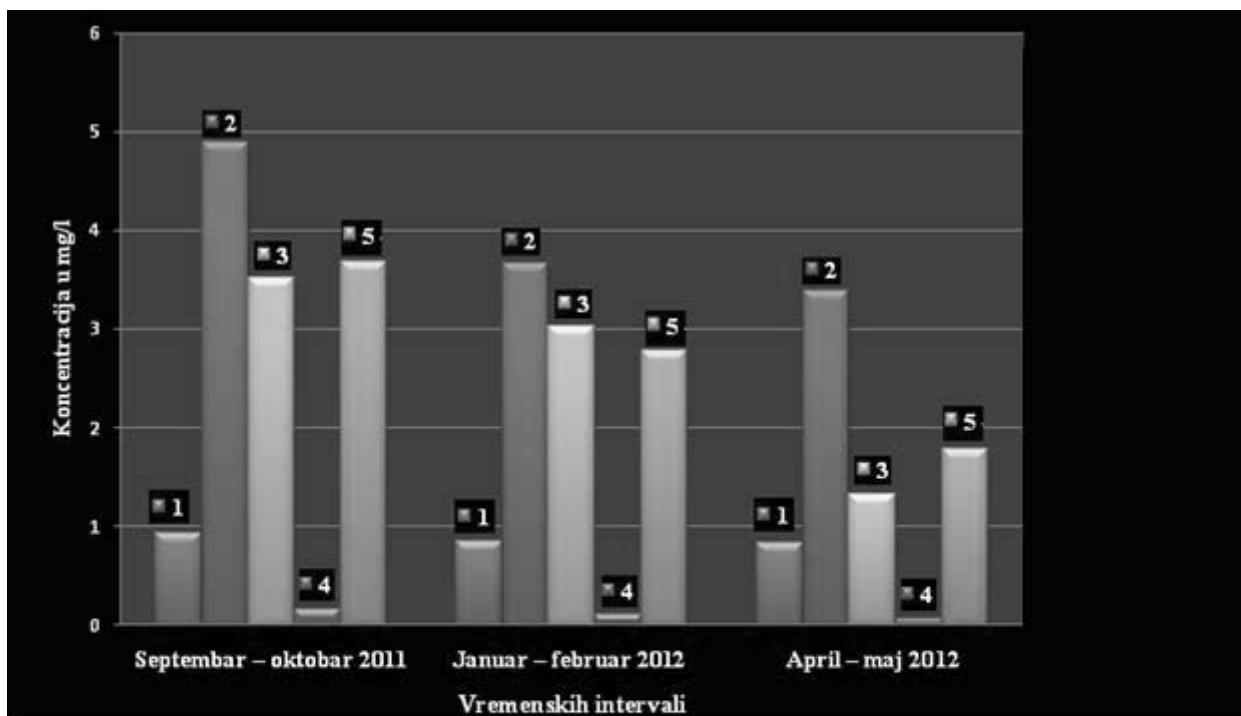


Tabela 7. Vrednost hemijskih parametara

	Septemb ar – oktobar 2011	Januar – februar 2012	April – maj 2012
■ 1 - Perborat Na	0.928	0.843	0.827
■ 2 - LAB-sulfonat	4.895	3.66	3.385
■ 3 - Jon ammonium	3.509	3.016	1.326
■ 4 - Jon nitrit	0.158	0.1	0.066
■ 5 - Nitrati	3.675	2.775	1.772

Slika 7. Grafički prikaz parametara hemijske koncentracije, mesta uzoraka ABI – Kompani, za periode, septembar – oktobar 2011, januar – februar 2012 i april – maj 2012.

Diskusija rezultata

Na osnovu podataka sa sl.7. tabele 1, 1.2, i 7 utvrđuje se:

Sastojci detergenata: perborat natrijuma i LAB-sulfonati; imaju veću koncentraciju u intervalu septembar-oktobar 2011, god. Sve ovo proizilazi iz razloga jer se radi o niskim dovodima u reci. Što se tiče niže vrednosti, izmerene su u intervalu april-maj 2012, god., uviđa se da sem intervala april-maj 2012, god., gde je svojstvo vode jest dobra, u drugim intervalima monitoriranja ovo svojstvo je niskog nivoa: za perborat natrijuma od 0.928 mg/l na 0.827 mg/l i LAB-sulfonati od 4.895 mg/l na 3.385 mg/l.

Zaključak

Celokupno stanje voda na Kosovu, sa svih vidova njenih dimenzija nije zadovoljavajuće. Ovo se može zaključiti iz činjenice, da sa jedne strane vodenii resursi na Kosovo, nisu dovoljni, dok sa druge strane, imamo sistematsko degradiranje voda, sve ovo u nedostatku jednog sistematskog efektivnog nadgledanja i njihove zaštite. Na osnovu prezentiranih podataka u ovom radu možemo zaključiti da:

- Smo postigli da odredimo i to na kvalitetan i količinski način, dinamiku zagađenja reka "Bistrica", od izlivnih voda "Bolnice" Prizren i fabrika proizvodjači detergenata "ABI", u vremenskim intervalima : septembar – oktobar 2011 god, januar – februar 2012 god i april – maj 2012 god. Sa analize nalaza, pokazuje se da ove izlivne vode nemaju prethodno tretiranje, pre njihovog izliva u reku "Bistrica".
- Referišući se dozvoljeni maksimalni vrednost po direktivi 152/99 – Kosova, tab. 1.1. i 1.2. i uporedjujući njih sa našim podatcima,
-

Literatura

- Veseli S. (2011): „Mbrojtja sanitare e shtratit të Lumbardhit nga ndotja e ujrage të zeza“- Projekt i komunës së Prizrenit, strana 2 - 4.
- Metodat Standarde ISO 9001: Instituti Hidrometeorologjik i Kosovës, Prishtinë 2011, strana 3 – 7 .
- Shukriu A. (1979): Kushtëzimi ekologjik dhe shpërndarja zonale makrozoobentosit në lumin Bistrica e Prizrenit, Prizren, strana 22.
- Çullaj A. (2010): Kimia e Mjedisit, Tiranë, strana 127, 157- 158, 194 – 195.

Azotne soli: jon ammonium, nitrički jon i nitrati: vrednosti ovog pokazatelja imali su opadanje tokom intervala septembar - oktobar 2011, god., u odnosu na one iz intervala januar – februar i april – maj 2012, god., ovo pokazuje da je tok izliva bio veći tokom 2012 god., koje je rezultiralo na snižavanju vrednosti ovih parametara u ovim monitornim jedinicama: za jon ammonium od 3.509 mg/l na 1.326 mg/l, za jon nitrita 0.158 mg/l na 0.066 mg/l i za nitrati od 3.675 mg/l na 1.772 mg/l.

možemo da vršimo klasifikaciju svojstva izlivnih voda našeg mesta. Tokom hemijske, fizičke analize svojstva, uzetih uzorka sa mesta uzorka ima variracije hemijskih parametara.

➤ Tokom našeg studija postigli smo da izvršimo upoređenje naših dobijenih rezultata od hemijsko – fizičkih analizi, svojstva vode na mestima uzimanja uzorka, što rezultira da vrednosti hemijskih parametara su veći u vremenskom periodu septembar – oktobar 2011 god, posle imamo opadanje u periodu januar – februar 2012 god, ovo opadanje se produžava i u periodu april – maj 2012 godine.

➤ Na osnovu dobijenih rezultata hemijskih parametara: jon fosfat, PO_4^{3-} , fosfor kao P_2O_5 , tripolifosfat natrijuma, totalni fosfor, perborat natrijuma, LAB-sulfonati jon ammonium, nitrički jon i nitrati i diskusije – rasprave ovih rezultata, zaključili smo da ovo opadanje vrednosti u ovim vremenskim intervalima proizilazi iz povećanja dovoda koji su predstavljeni na tabeli 1.1.

Stanely E. Manahan (1984): Environmental Chemistry, Fourth Edition, Williard Grant Press, Boston, strana 33 .

Shehu E. (2009): Teknologjia Kimike dhe Mjedisit, Tiranë, strana 116, 334 – 335 .

Shakya, Suman K. (2001) "Alarming Trends of River Pollution in Kathmandu, Nepal", A Journal of the Environment, Volume 6, November 7, 2001, strana 27 – 33.

COMPARING THE CONTAMINATION INDICATORS OF LUMBARDHI WITH NITROGEN SALTS , PHOSPHORUS AND DETERGENTS FROM THE DETERGENT MANUFACTURING FACTORY "ABI" AND LAUNDRY "HOSPITAL" OF PRIZREN

Gashi S.¹, Shehu E.¹,Bajmaku Y.²,Drini P.³

¹ *Odsek Hemijske Industrije i Sredine, Univerzitet u Tirani; Fakultet Prirodnih Nauka, Tirana:
ALBANIA*

² *Gimnazija „Gjon Buzuku“, Prizren, KOSOVO*

³ *Fabrika za galvanizaciju cinka, Prizren, KOSOVO*

Abstract

Industrial development (detergents industry) and increased urbanization in Prizren, consequently endangering Lumbardhi River due to discharging waters are not previously treated. Therefore the issue of their protection and revitalization has become important. To enable verification of effective measures about managing the water and tracking the status of River Lumbardhi, it is necessary to ensure the monitoring system, including wastewater treatment plants discharging, which unfortunately there is none. Monitoring of Lumbardhi River provides: qualitative and quantitative status of water situation; pollution and assessment of their impact on water pollution; determining the sectors that contribute to pollution (industrial, municipal, agricultural, etc.). Priority substances as pollutants of Lumbardhi in this paperwork will be treated nitrogen salts, phosphoric and detergents that represents a significant risk to the aquatic environment and water supply. For this reason it is necessary to take measures for the gradual decline, especially reducing their concentrations in natural levels. The Water Discharge enriched with nutrients (nitrogen, phosphorus) can reach up to nutritional matter collection and achieve eutrophication phenomenon and therefore should be taken the necessary protective measures. Also in the area are also sensitive fresh surface water intended for drinking water.

Keywords: LAB – sulfonate, phosphate ion, ammonium ion.

MODELovanje SORPCIJE As(V) NA AKTIVIRANOM CRVENOM MULJU UZ PRISUSTVO OMETAJUĆIH JONA

Nada Z. Blagojević, Vesna L. Vukašinović-Pešić*, Snežana Brašanac, Veselinka V. Grudić

Metalurško-tehnološki fakultet, Cetinjski put bb, 20000 Podgorica, Crna Gora

*E-mail: vesnav@ac.me, Tel/Fax: +382 20 245 406

Izvod

U radu se predlaže i analizira matematički model sorpcije As(V) na aktiviranom crvenom mulju uz prisustvo ometajućih jona (PO_4^{3-} , SO_4^{2-} i HCO_3^-). Predstavljeni model je korišten za izračunavanje očekivanih vrijednosti adsorbovanog As(V) iz rastvora u kome su prisutni ometajući joni. Rezultati izračunavanja pokazuju da fosfati najviše ometaju reakciju, sulfati manje, dok bikarbonati najmanje utiču na proces adsorpcije As(V). Rezultati dobijeni prema usvojenom matematičkom modelu pokazuju dobru saglasnost sa rezultatima eksperimentalnih mjerena. Manja odstupanja rezultata se objašnjavaju postojanjem sporednih faktora koji nisu uzeti u obzir u matematičkom modelu.

Ključne riječi: As(V), AB, adsorpcija, ometajući joni, matematički model

Uvod

Arsen (As) je element široko rasprostranjen u prirodi (nalazi se u zemljишtu, stijenama, atmosferi, prirodnim vodama i organizmima). Sva jedinjenja arsena su toksična, ali je toksičnost organskih jedinjenja manja od neorganskih [1]. Višegodišnja konzumacija vode za piće koja sadrži nivo arsena blizu propisanih ili veće, značajno povećava rizik pojave kancera kože i tumora bešike, jetre, pluća i bubrega. Smrtna doza arsen(III)-oksida za čovjeka prosječne mase iznosi 65 mg, bilo da je količina uzeta odjednom ili više puta u manjim količinama [1].

Maksimalno dozvoljena koncentracija (MDK) arsena u vodi za piće je $10 \mu\text{g}/\text{dm}^3$, pa se različitim tehnologijama mora vršiti uklanjanje arsena prilikom obrade vode za piće [2, 3]. Među najčešće korišćene tehnologije za uklanjanje arsena iz voda spadaju adsorpcione metode [4]. Adsorpciona sredstva koja se najčešće koriste su aktivni ugalj, zeolit, elementarno gvožđe ili jedinjenja gvožđa, aktivna glinica, jonoizmjerenjivačka smola, organski polimeri, kaolinska glina i kvarcni pjesak, a stalno se radi na iznalaženju novih materijala u cilju poboljšanja

kvaliteta uklanjanja i smanjenja cijene koštanja cijele operacije [4]. Jedan od takvih materijala koji se u poslednje vrijeme dosta ispituje jeste crveni mulj, kao i razni materijali na bazi crvenog mulja. Crveni mulj je otpadni materijal koji nastaje za vrijeme proizvodnje aluminijuma iz boksitne rude baznim luženjem tako da je lako dostupan u velikim količinama. Zbog visokog sadržaja oksida i hidroksida Fe i Al koji jako dobro adsorbuju arsen crveni mulj ima veliki afinitet prema arsenu [5]. U ranijim eksperimentima detaljno su ispitani sorbenti Bauksol, aBauksol i AB, koji predstavljaju aktivni crveni mulj i materijale modifikovanog crvenog mulja [6].

Razvoj matematičkog modela je od velikog značaja za analizu sorpcije arsena. U ranijem radu je razvijen matematički model koji predviđa ove adsorpcione procese [7]. Cilj ovog rada je da se razvije model koji bi predvidio sorpciju As(V) na aktiviranom crvenom mulju uz prisustvo ometajućih jona čime bi se simulirali uslovi slični onim u prirodnim vodama. Kao provjera validnosti korišćenja modela u radu je vršeno poređenje rezultata dobijenih matematičkim modelom i eksperimentalnih rezultata.

Rezultati i diskusija

Polazni parametri matematičkog modela su:

Zaštita materijala i životne sredine 2 (2013), broj 1

$x(t)$ – koncentracija As(V) adsorbovana u trenutku t ,
 $y(t)$ – koncentracija ometajućeg jona adsorbovana u trenutku t ,
 a_1 – početna koncentracija As(V),
 a_2 – početna koncentracija odgovarajućeg ometajućeg jona,
 a_3 – početna koncentracija AB-a,
 k_1 – brzina adsorbovanja As(V),
 k_2 – brzina adsorbovanja odgovarajućeg ometajućeg jona,
 α_1 - proporcija adsorbovanja As(V) prema AB-u i
 α_2 - proporcija adsorbovanja ometajućeg jona prema AB-u.

Koncentracije adsorbovanog As(V) $x(t)$ i koncentracije ometajućeg jona $y(t)$ opisuju se sistemom diferencijalnih jednačina (1) i (2):

$$\dot{x} = \frac{k_1}{a_3} (a_1 - x)(a_3 - \alpha_1 x - \alpha_2 y), \quad x(0) = 0 \quad (1)$$

$$\dot{y} = \frac{k_2}{a_3} (a_2 - y)(a_3 - \alpha_1 x - \alpha_2 y), \quad y(0) = 0 \quad (2)$$

$\alpha_1, \alpha_2, k_1, k_2$ - predstavljaju nepoznate parametre.

Eksperimentalni podaci za verifikaciju modela i ocjenu nepoznatih parametara su:

1. korak: procjena α_1 i k_1

Za procjenu parametara α_1 i k_1 korišćeni su rezultati dobijeni kada nisu prisutni ometajući joni. U tom slučaju sistem (1)-(2) se svodi na jednu jednačinu:

$$\dot{x} = \frac{k_1}{a_3} (a_1 - x)(a_3 - \alpha_1 x), \quad x(0) = 0 \quad (3)$$

Rješavanjem jednačine (3) uz početni uslov $x(0)=0$, dobija se:

$$t = \frac{a_3}{k_1(a_3 - \alpha_1 a_1)} \ln \frac{a_1(a_3 - \alpha_1 x)}{a_3(a_1 - x)} \quad (4)$$

Kada se uvrste eksperimentalna mjerenja dobija se:

$$1 = \frac{600}{k_1(600 - \alpha_1 \cdot 0,5)} \ln \frac{0,5 \cdot (600 - \alpha_1 \cdot 0,49)}{600 \cdot 0,01} \quad (4-a)$$

$$1 = \frac{6000}{k_1(6000 - \alpha_1 \cdot 0,5)} \ln \frac{0,5 \cdot (6000 - \alpha_1 \cdot 0,495)}{6000 \cdot 0,005} \quad (4-b)$$

$$1 = \frac{600}{k_1(600 - \alpha_1 \cdot 2)} \ln \frac{2 \cdot (600 - \alpha_1 \cdot 1,855)}{600 \cdot 0,145} \quad (4-c)$$

$$1 = \frac{6000}{k_1(6000 - \alpha_1 \cdot 2)} \ln \frac{2 \cdot (6000 - \alpha_1 \cdot 1,9618)}{6000 \cdot 0,0382} \quad (4-d)$$

Zaštita materijala i životne sredine 2 (2013), broj 1

Dijeljenjem (4-a) sa (4-b) i (4-c) sa (4-d), dobijaju se dvije jednačine za α_1 . Metodom najmanjih kvadrata dobija se približna procjena za $\alpha_1 \approx 170$. Iz ovog α_1 dobija se procjena za $k_1 \approx 4,35$.

2. korak: procjena nepoznatih parametara k_2 i α_2 . Za tu procjenu korišćeni su rezultati dobijeni kada su prisutni ometajući joni. Dijeljenjem jednačine (1) jednačinom (2), dobija se:

$$\frac{dx}{dy} = \frac{k_1}{k_2} \cdot \frac{a_1 - x}{a_2 - y} \Rightarrow \eta \frac{dx}{a_1 - x} = \frac{dy}{a_2 - y}$$

gdje je $\eta = \frac{k_2}{k_1}$. Odavde slijedi da je:

$$y = -c(a_1 - x)^\eta + a_2 \quad (5)$$

pri čemu se konstanta c određuje iz uslova $x(0) = y(0) = 0$.

Dobija se:

$$-c \cdot a_1^\eta + a_2 = 0 \Rightarrow c = \frac{a_2}{a_1^\eta}$$

i konačno:

$$y(t) = a_2 \left(1 - \left(\frac{a_1 - x(t)}{a_1} \right)^\eta \right) \quad (6)$$

Jednačina (6) daje vezu između adsorbovane koncentracije As(V) i adsorbovane koncentracije odgovarajućeg ometajućeg jona (pri čemu je η parametar koji treba odrediti, različit za različite jone).

Uvrštavanjem jednačine (6) u jednačinu (1) dobija se jednačina:

$$\dot{x} = \frac{k_1}{a_3} (a_1 - x) \left(a_3 - \alpha_1 x - \alpha_2 a_2 + \alpha_2 \frac{a_2}{a_1^\eta} (a_1 - x)^\eta \right), \quad x(0) = 0 \quad (7)$$

Koristeći software Matlab i metod najmanjih kvadrata procijenjeni su parametri η i α_2 za fosfate, sulfate i bikarbonate, redom.

- I. Fosfati
 $\eta = 2,8 \wedge \alpha_2 = 480$
- II. Sulfati
 $\eta = 1,4 \wedge \alpha_2 = 7,8$
- III. Bikarbonati
 $\eta = 0,13 \wedge \alpha_2 = 1,9$

U tabelama 1, 2 i 3 predstavljene su koncentracije adsorbovanog As(V) u prisustvu ometajućih jona prema predviđanju matematičkog modela i dobijene eksperimentalnim mjeranjima za različite

vrijednosti a_1 , a_2 i a_3 . Iz tabela se vidi dobro slaganje vrijednosti dobijenih usvojenim matematičkim modelom i eksperimentalnim mjeranjima.

Zaštita materijala i životne sredine 2 (2013), broj 1

Tabela 1. Koncentracije adsorbovanog As(V) u prisustvu fosfata prema predviđanju matematičkog modela i eksperimentalnim mjerjenjima za različite vrijednosti a_1 , a_2 i a_3

	Početna koncentracija fosfata [mg/dm ³]	Koncentracija adsorbovanog As(V) prema matematičkom modelu [mg/dm ³]	Koncentracija adsorbovanog As(V) prema eksperimentalnim rezultatima [mg/dm ³]
Koncentracija AB-a 0,6 g/dm ³ , Početna koncentracija As(V) 0,5 mg/dm ³	0,5	0,4544	0,435
	1	0,3447	0,415
Koncentracija AB-a 6 g/dm ³ , Početna koncentracija As(V) 0,5 mg/dm ³	0,5	0,492	0,495
	1	0,4907	0,4922
Koncentracija AB-a 0,6 g/dm ³ , Početna koncentracija As(V) 2 mg/dm ³	0,5	1,533	1,4
	1	1,017	1,04
Koncentracija AB-a 6 g/dm ³ , Početna koncentracija As(V) 2 mg/dm ³	0,5	1,9635	1,944
	1	1,9573	1,936

Tabela 2. Koncentracije adsorbovanog As(V) u prisustvu sulfata prema predviđanju matematičkog modela i eksperimentalnim rezultatima za različite vrijednosti a_1 , a_2 i a_3

	Početna koncentracija sulfata [mg/dm ³]	Koncentracija adsorbovanog As(V) prema matematičkom modelu [mg/dm ³]	Koncentracija adsorbovanog As(V) prema eksperimentalnim rezultatima [mg/dm ³]
Koncentracija AB-a 0,6 g/dm ³ , Početna koncentracija As(V) 0,5 mg/dm ³	20,00	0,4753	0,4427
	50,00	0,4216	0,4397
Koncentracija AB-a 6 g/dm ³ , Početna koncentracija As(V) 0,5 mg/dm ³	20,00	0,4926	0,4942
	50,00	0,4914	0,4926
Koncentracija AB-a 0,6 g/dm ³ , Početna koncentracija As(V) 2 mg/dm ³	20,00	1,7117	1,65
	50,00	1,3887	1,443
Koncentracija AB-a 6 g/dm ³ , Početna koncentracija	20,00	1,9657	1,96
	50,00	1,9606	1,9586

Zaštita materijala i životne sredine 2 (2013), broj 1

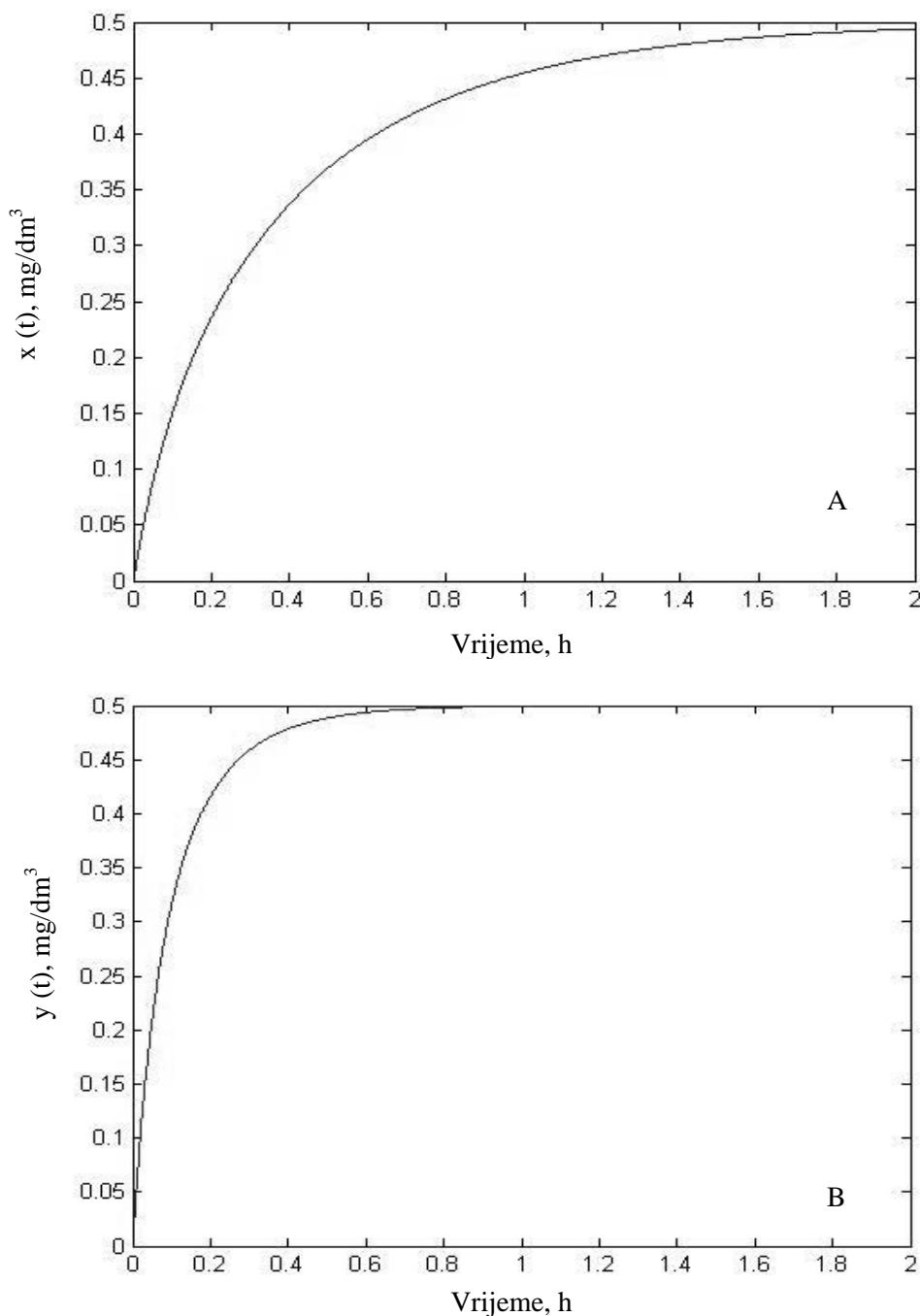
As(V) 2 mg/dm ³			
-------------------------------	--	--	--

Tabela 3. Koncentracije adsorbovanog As(V) u prisustvu bikarbonata prema predviđanju matematičkog modela i eksperimentalnim rezultatima za različite vrijednosti a_1 , a_2 i a_3

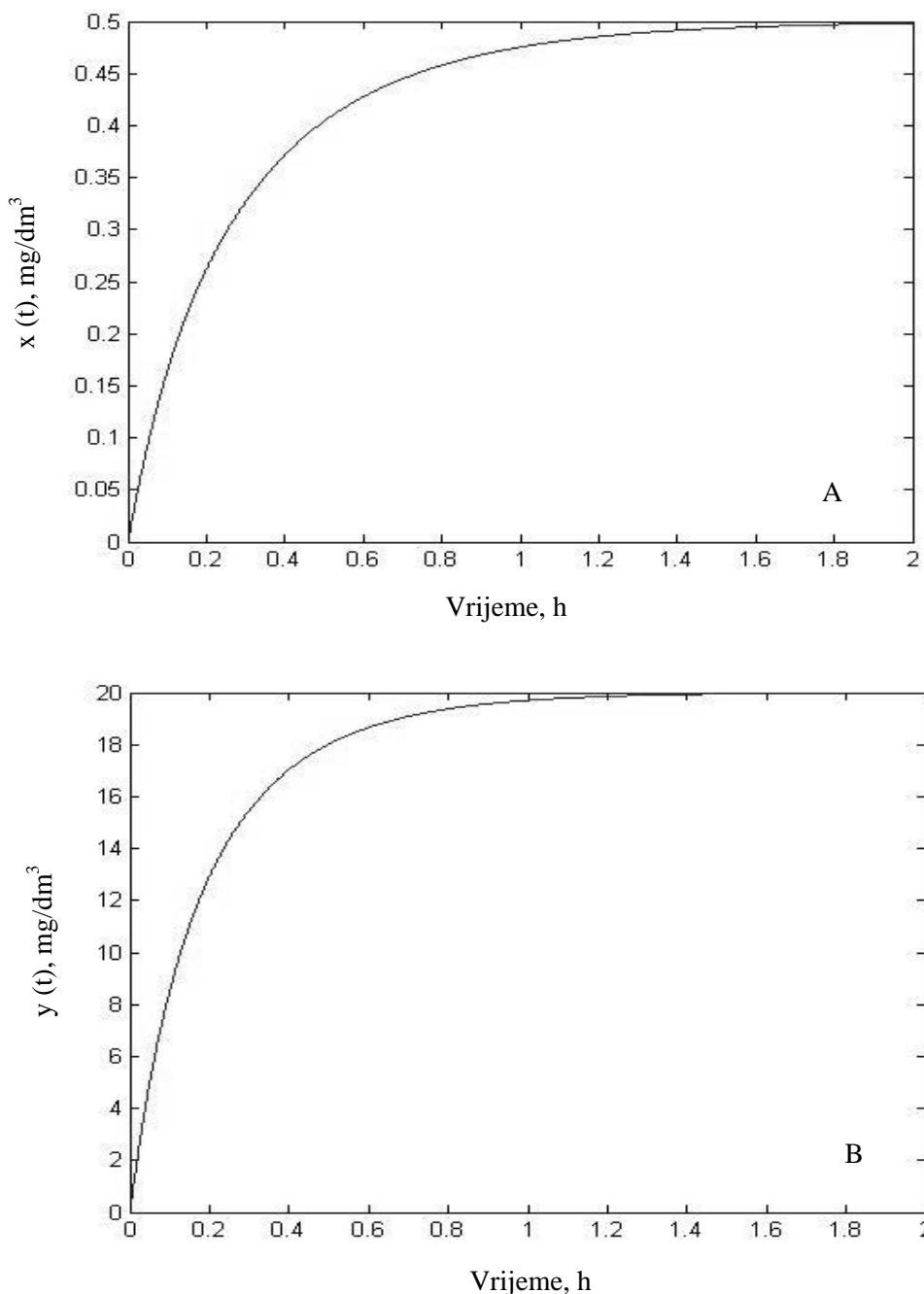
	Početna koncentracija bikarbonata [mg/dm ³]	Koncentracija adsorbovanog As(V) prema matematičkom modelu [mg/dm ³]	Koncentracija adsorbovanog As(V) prema eksperimentalnim rezultatima [mg/dm ³]
Koncentracija AB-a 0,6 g/dm ³ , Početna koncentracija As(V) 0,5 mg/dm ³	20,00	0,4753	0,4427
	50,00	0,4216	0,4397
Koncentracija AB-a 6 g/dm ³ , Početna koncentracija As(V) 0,5 mg/dm ³	20,00	0,4926	0,4942
	50,00	0,4914	0,4926
Koncentracija AB-a 0,6 g/dm ³ , Početna koncentracija As(V) 2 mg/dm ³	20,00	1,7117	1,65
	50,00	1,3887	1,443
Koncentracija AB-a 6 g/dm ³ , Početna koncentracija As(V) 2 mg/dm ³	20,00	1,9657	1,96
	50,00	1,9606	1,9586

Na slikama 1, 2 i 3 su predstavljene predviđene koncentracije adsorbovanog As(V) u prisustvu odgovarajućeg ometajućeg jona, kao i predviđene

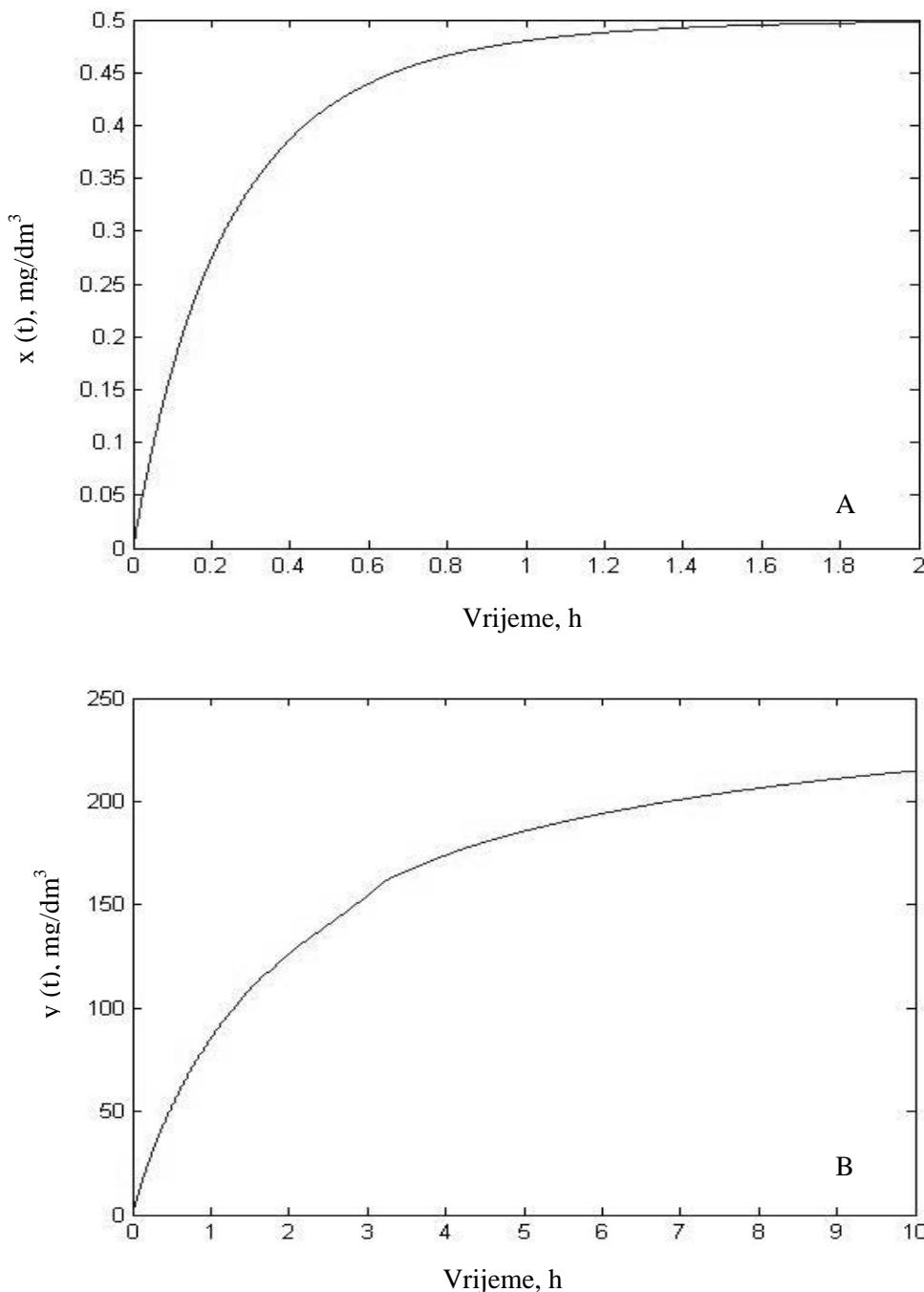
koncentracije adsorbovanih ometajućih jonova po usvojenom modelu u vremenskom intervalu od dva sata.



Slika 1. Koncentracija: A-adsorbovanog As(V) ($x(t)$) u prisustvu fosfata i
B- adsorbovanih fosfata ($y(t)$) tokom 2 h
($a_1=0,5 \text{ mg/dm}^3$, $a_2=0,5 \text{ mg/dm}^3$, $a_3=600 \text{ mg/dm}^3$)



Slika 2. Koncentracija: A-adsorbovanog As(V) ($x(t)$) u prisustvu sulfata i
B- adsorbovanih sulfata ($y(t)$) tokom 2 h
($a_1=0,5$ mg/dm³, $a_2=20$ mg/dm³, $a_3=600$ mg/dm³)



Slika 3. Koncentracija: A-adsorbovanog As(V) ($x(t)$) u prisustvu bikarbonata i
B- adsorbovanih bikarbonata ($y(t)$) tokom 2 h
($a_1=0,5 \text{ mg/dm}^3$, $a_2=250 \text{ mg/dm}^3$, $a_3=600 \text{ mg/dm}^3$)

Na osnovu procjene nepoznatog parametra η (2,8; 1,4; 0,13) za fosfate, sulfate i bikarbonate redom, zaključuje se da fosfati najviše ometaju reakciju,

Zaključak

Predloženi matematički model se može koristiti za predviđanje brzine sorpcije As(V) na aktiviranom

sulfati manje, dok bikarbonati najmanje utiču na proces adsorbcije As(V).

crvenom mulju (AB) u prisustvu fosfata, sulfata i hidrogenkarbonata kao ometajućih jona u vodenom rastvoru. U odnosu na ove tri vrste anjona efekat fosfata je najznačajniji, jer oni u

najvećoj mjeri ometaju adsorpciju arsena. Slijede sulfati, i u ovoj grupi najmanji uticaj imaju bikarbonati. Vršena su i poređenja sa

vrijednostima eksperimentalnog određivanja pri čemu je dobijena dobra saglasnost rezultata.

Literatura

1. Website://www.cwg.rs/ARSEN
2. U. S. Environmental Protection Agency, Interim Primary Drinking Water Standards, Fed. Reg. 40 (11), 990, 1975
3. WHO Arsenic Compounds, Environmental Health Criteria 224, 2nd ed., World Health Organisation, Geneva, 2001
4. D. Mohan, C.U. Pittman Jr., *Arsenic removal from water/wastewater using adsorbents-A critical review*, Journal of Hazardous Materials, 142(1-2) (2007) 1-53
5. H. Genc-Fuhrman, J.C. Tjell, D. McConchie, *Increasing the arsenate adsorption capacity of neutralized red mud (Bauxsol)*, J. Colloid Interf. Sci. 271(2) (2004) 313–320
6. V.L. Vukašinović-Pešić, V.N. Rajaković-Ognjanović, N.Z. Blagojević, V.V. Grudić, B.M. Jovanović, Lj.V. Rajaković, *Enhanced arsenic removal from water by activated red mud based on hydrated iron(III) and titan(IV) oxides*, Chemical Engineering Communications, 199(7) (2012) 849-864
7. S. Brašanac, V. L. Vukašinović-Pešić, V. V. Grudić, N. Z. Blagojević, V. M. Jaćimović, *Modelovanje sorpcije arsena na aktiviranom crvenom mulju*, Zaštita materijala i životne sredine, 1(1) (2012) 1-8

MODELING SORPTION OF As(V) ON ACTIVATED RED MUD IN THE PRESENCE OF COMPETITIVE ANIONS

Nada Z. Blagojević, Vesna L. Vukašinović-Pešić*, Snežana Brašanac, Veselinka V. Grudić

Faculty of Metallurgy and Technology, Cetinjski put bb, 20000 Podgorica, Montenegro
*E-mail: vesnav@ac.me, Tel/Fax: +382 20 245 406

Abstract

This paper proposes and analyzes a mathematical model of sorption of As(V) on activated red mud in the presence competitive ions (PO_4^{3-} , SO_4^{2-} i HCO_3^-). The model we used to calculate the expected value of the adsorbed As(V) from the solution in which the interfering ions are present. The order of anion suppression on arsenate removal is found to be phosphate >> bicarbonate > sulphate on a molar basis. Data derived by mathematical model show good agreement with the experimental data. Minor deviations of results can be explained by secondary factors that were not taken into account by the mathematical model.

Keywords: As(V), AB, adsorption, competitive ions, mathematical model

CONTROL OF COPPER ACID MAIN DRAINAGE BY MEANS OF IMMOBILIZING AGENTS: ELECTROCHEMICAL STUDY ON A GRAIN MODEL

Perica Paunović, S. Hadži Jordanov and A. T. Dimitrov

Faculty of Technology and Metallurgy, University "Sts. Cyril and Methodius"
Ruger Bosković Str., 16, 1000 Skopje, R. Macedonia

Abstract

The nature of processes that take place on top of copper bearing grains during the suppression of copper acid drainage from mine tailings was studied on a grain model. Cyclic voltammetry (C.V.) was employed as an experimental technique suitable for indirect measuring of copper leaching.

Experiments were done in sulfuric acid ($pH=2$) at electrodes that progressively approach the real situation during acid main drainage, starting with Cu-metal, then with CuO and finally with CuO covered with $CaSO_4$.

Oxidation was found to be the only process that takes place on metallic copper electrode anodically polarized up to 2 V vs. Cu/CuSO₄ reference electrode. Dissolution is intensive and reaches up to 50 mA.cm^{-2} .

When the same was repeated, but on CuO electrode, anodic currents were some 4 times lower than on the bare metallic surface. This indicates that the electrode material is not completely oxidized to copper(II)oxide and the Cu(0) or Cu(I) residues are oxidized during the anodic polarization. This explains the diminished dissolution.

Dissolution is further restricted at electrodes covered with $CaSO_4$. It is some 20 times lower than on the bare oxide electrode. When the second layer of $CaSO_4$ was applied, anodic currents were another 15 times lower.

Total decrease of anodic currents when transition is made from Cu-metal to CuO covered with 2 layers of $CaSO_4$ reaches up to 7.500 times.

C.V. measurements produced a proof that mechanical blockage is the way how lime prevents leaching of copper bearing grains in immobilization experiments.

Key words: acid rain drainage, copper mine tailings, immobilization by $CaSO_4$, cyclic voltammetry, grain model

1. Introduction

The exploitation of copper ore deposits causes severe environmental pollution problems, such as accumulation of enormous quantities of mine and flotation tailings and generation of wastewater that contaminate surface and groundwater with high loads of toxic and heavy metals [1-3]. Especially dangerous is the process of acid mine drainage, where oxidation and occasional leaching of sulfide minerals exposed to the combined action of rainfalls, air and bacterial action occurs. The generated acid is consumed by acid-consuming minerals resulting in the precipitation of gypsum and metal hydroxides, oxy-hydroxides and other complex compounds (e.g., $Cu(OH)_2$ at pH 5÷6, $PbSO_4$, $Ca_3(AsO_4)_2$, $FeSbO_4 \cdot 2H_2O$, etc.).

There are three main approaches for the control of AMD such as [4]: the Preventive approach, the Containment approach and the Remedial one. The essence of the first approach is to prevent acid generation. The prevention of AMD includes the following methods: *i*) excluding the contact of sulphides with oxygen or water [5], i.e. to avoid oxygen diffusion (the use of organic, composite and vegetative covers); *ii*) eliminating the bacteria responsible for the catalytic reactions [4, 6] and *iii*) by controlling pH using alkaline additives, such as fly ash [7], limestone [8] etc. The aim of the containment approach [9] is to prevent the migration of AMD to the environment (soil and groundwater) by preventing the water flow through the construction of diversion trenches, or by using porous reactive walls that remove

contaminants from groundwater. Remedial methods [4, 10] aim to collect and treat the contaminated drainage, either by active or using passive treatment methods.

Republic of Macedonia is rich in poly-metallic complex sulfide ore deposits. They are used for production of base and precious metals, as e.g. copper, zinc, lead, silver and gold. The exploitation of sulfide ores requires a complex treatment during which the low-grade ore is enriched. This is achieved by flotation aimed at the removal of copper bearing particles in the ore. As a result of flotation, copper concentrate is produced which is later transformed into blister copper and finally into electrolytic copper of 99.95-99.97% Cu purity.

Copper works in Bučim, near town of Radoviš, is in operation since 1979. Open pit mining is

applied with a capacity of some 4 million t/y ore with an average content of 0.25% Cu, 0.9g/t Ag, 0.4g/t Au, etc. Flotation efficiency is 1.2% (m/m) and the separation of useful components is 85%, 35%, and 60% respectively for Cu, Ag and Au. As a result, a quantity of an average of 40,000 t/y Cu-concentrate, containing 20% Cu, 30 g/t Ag; 30 g/t Au is produced annually. After metallurgical treatment, that takes place elsewhere, annual metal production averages 8,000 t/y Cu, 800 kg/y Au, 800 kg/y Ag.

The studied wastewaters reached concentrations of up to 840 mg/l Cu^{2+} , 360 mg/l Mn^{2+} , etc. In order to control the acid mine drainage process, stabilization of copper bearing grains in mine tailings was studied. As a stabilizing agents lime, fly ash and limestone were used.

2. Experimental

In this study, the following investigations were performed: *i*) leaching of mine tailings in percolated columns with diluted sulfuric acid, within the effect of addition of stabilizing agents (lime, fly ash and limestone) on the prevention of copper leaching was studied and *ii*) electrochemical measurements of grain immobilization, within the nature of processes that take place on top of copper bearing grains was studied on modeled surfaces by means of cyclic voltammetry.

A sample of mine tailings that contains 0.132 % Cu (CuO being 0.01 %) was subjected to homogenization and size reduction. Three

fractions were chosen for leaching experiments: *i*) < -10 mm, *ii*) < -3.3 mm and *iii*) < -1.25 mm.

Sample size was 0.5 ÷ 4 kg per column, with use of 0.1 to 0.2 kg of foundry sand as a drainage bed. Immobilizers were added in the following percentage to the tailings sample: lime, 5-7%, Fly Ash, ~10% and CaCO_3 , 7%.

Leaching was performed by means of 0.1 M H_2SO_4 , with compensation for spent acid. Solid to liquid ratio was typically 1:1 to 1:2 [11, 12]. The conditions under was performed the leaching are shown in Table 1. Leaching was studied over a period of 250 days into columns such as in Fig. 1.

Table 1 Conditions of the leaching

Sample	pH	Immobilizers	%Cu in the waste	$M_{\text{total}}(\text{Cu})$, mg
1	7	no	< 0.1	0.442
2	1	no	< 0.1	633.827
3	1	875 g fly ash 250 g casting sands	< 0.1	563.23
4	1	650 g lime	< 0.1	43.094
5	2	no	< 0.1	16.8825
6	2	875 g fly ash 250 g casting sand	< 0.1	15.7145
7	2	650 g lime	< 0.1	3.0625



Figure 1. Photos of used columns

Electrochemical measurements were performed using AMEL equipment (Function Generator AMEL 568, Potentiostate/Galvanostate 2053 and software package SOFTASSIST 2.0). The counter electrode was of platinum wire and the reference electrode – Cu/CuSO₄. The electrolyte was an aqueous solution of H₂SO₄ (p.a., Merck) in ultrapurified and deionized water, with pH = 2 at room temperature. As a working electrodes Cu, CuO and CuO/CaSO₄ were used. Cu electrode was a wire with working surface area of 0,5 cm⁻². For preparation of CuO electrode, sintered CuO

was used ($\rho = 5.92 \text{ g/cm}^3$). After implementation of electric contact, the electrode was inserted in plastic envelope and insulated by polyester resin. The working surface circle was 0.125 cm². CuO/CaSO₄ electrode was made by the same procedure as CuO electrode, with additional application of CaSO₄. CaSO₄ was formed by applying a layer of Ca(OH)₂ on top of CuO, and immersion in solution of H₂SO₄, pH = 2. Two CuO/CaSO₄ electrodes were prepared, with one and with two CaSO₄ layers.

3. Results and discussion

3.1 Leaching in percolated columns

Rates of copper leaching without addition of immobilizer are shown in Fig. 2.

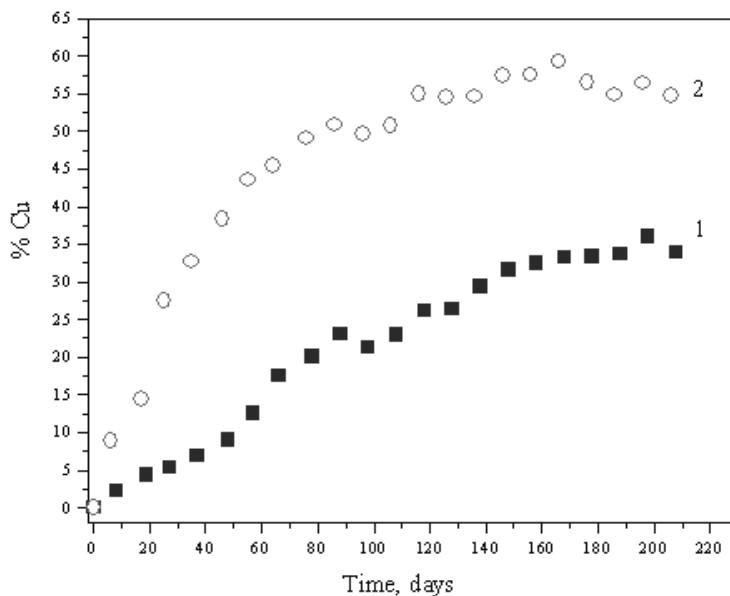


Figure 2. Rate of unrestricted copper leaching

1 - 0.72 kg Sample 3 + 0.36 L 0.1 M H_2SO_4

2 - 4 kg Sample 1 + 2 L 0.1 M H_2SO_4

The effect of grain size on the rate of unrestricted copper leaching is shown in Table 2.

Table 2 Effect of grain size on the rate of unrestricted copper (%) leached in 200 days

Grain size	% Cu leached in 200 days	Relative leaching rate
- 10 mm	34,5	1
- 3,3 mm	38	1.10
-1.25 mm	57,6	1.67

Rates of copper leaching with addition of immobilizers are shown in Fig. 3.

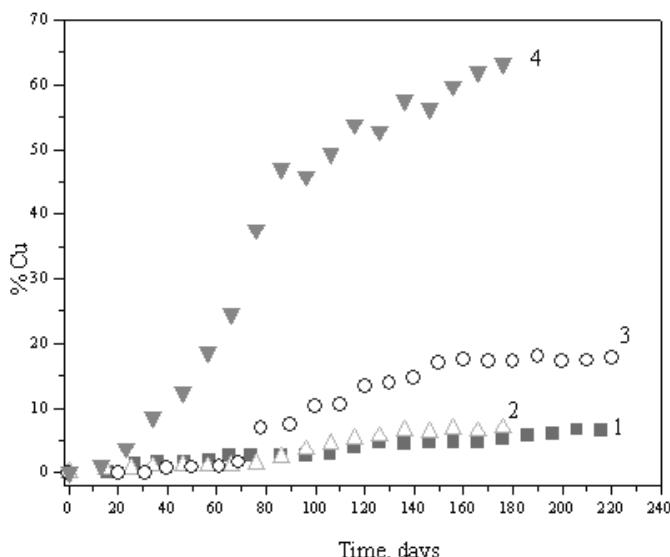


Figure 3. Rate 3. of copper leaching with addition of immobilizers

1 - ■ (75 kg Sample 1 + 6% lime) + 2L 0.1 M H_2SO_4

2 - ▲ (2,65 kg Sample 1 + 5% lime) + 2 L 0.1 M H_2SO_4

3 - ○ (4 kg Sample 1 + 8% flyash) + 2 L 0.1 M H_2SO_4

4 - ▼ (0,465 kg Sample 2 + 7% limestone) + 0,35 L 0.1 M H_2SO_4

Table 3 Effect of the type of immobilizer on the quantity of copper (%) leached in 200 days

Immobilizer	Grain size	% Cu leached in 200 days	Reduction of leaching rate, %
Lime, 6%	- 10 mm	7	79,7
Lime, 5%	- 3.3 mm	7	81,6
Fly ash, 8%	-10 mm	17,5	49
Limestone, 7%	- 3.3 mm	30	21

The effect of applied immobilizer on the rate of copper leaching is shown in Table 3. According to the results shown in Figs. 2 and 3 and Tables 2 and 3, one can indicate regularities that govern the immobilization of copper bearing grains. Immobilization by addition of fly ash (875 g fly ash + 250 g casting sand) lowers the rate of copper leaching to only 59% compared with unrestricted Cu bearing grains (Fig. 2). The most effective immobilizer is lime. Applied in 6% wt. of the Cu bearing grains, it lowers the copper leaching rate to only 13% as compared to the unrestricted Cu leaching. In the case of 5% wt. lime, the lowering is 10%, in the case of 8% wt. fly ash it is 18% and in case of 7% wt. limestone it practically does not prevent Cu leaching (Fig. 3). When the size of copper bearing grains was reduced from -10 mm to -3.3 mm and -1.25 mm, the leaching rate over a span of 200 days increased from 34,5% available Cu to 38% and

57,6% respectively. This indicates that the leaching rate is determined dominantly by the surface area of Cu bearing grains that are subject of leaching. As smaller the grains, as higher is the leaching rate. When the grain size was reduced from -10 mm to -1.25 mm, the leaching rate was increased for 67% (Table 2).

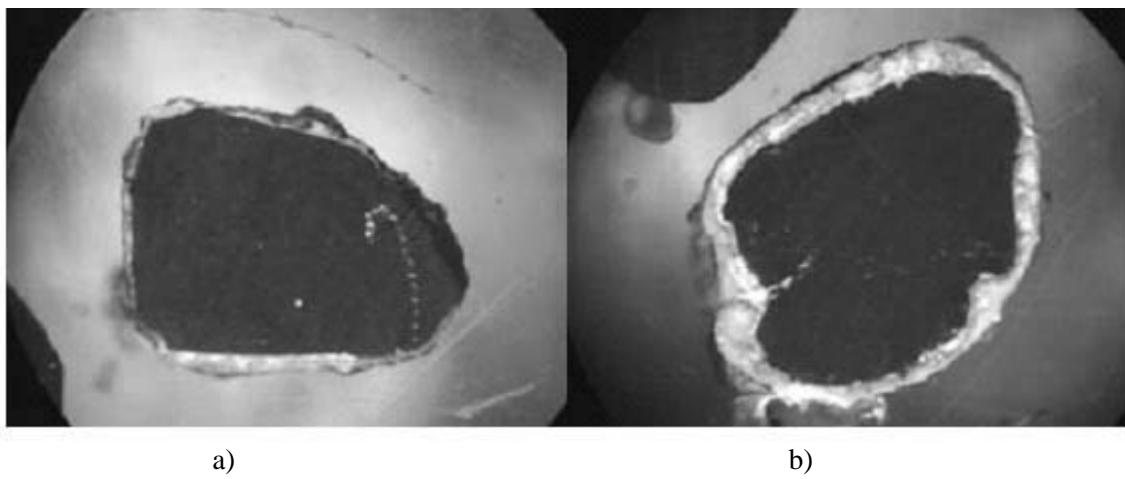
Lime (added in 6% wt.) reduced the leaching rate of -10 mm fraction for 63% more effectively than fly ash to the same granulation (Table 3) In the case of smaller grains, -3.3 mm, lime (added 5% wt.) reduced the leaching rate almost 4 times more than limestone (added in 7% wt., see Table 3). All identified regularities are understandable in terms of the increase of grain surface exposed to leaching in H_2SO_4 and different effectiveness of selected immobilizers in preventing the copper bearing grains leaching.

3.2 Electrochemical study of grain immobilization

The nature of processes that take place on top of copper bearing grains was studied at modeled surfaces in order to demonstrate diminishing of the active surface available for chemical leaching in real acid main drainage conditions and to verify the effect of stabilizing agents.

Cyclic voltammetry for characterization of surface processes was used as a method that effectively demonstrates the diminishing of copper oxide active surface available for chemical leaching in acid mine drainage conditions. Experiments were

done in sulfuric acid ($pH=2$) as a more aggressive medium than under real conditions, at three electrode systems, i.e. Cu, CuO and CuO/CaSO₄ electrode. Shown in Fig. 4 are the microphotographs of the cross section of CuO/CaSO₄ electrode with one (Fig. 4 a) and two layers (Fig. 4 b) of gypsum. The white cover (gypsum) is in contact with the electrolyte. This layer inhibits the migration of ions from electrolyte to the CuO (black area), that protect its leaching.



*Figure 4. Microphotographs of CuO grain (black) covered with a layer of CaSO₄.
a) One CaSO₄ layer; b) Two CaSO₄ layers*

Electrochemical behavior of Cu-metal electrode, when the potential is cycled up to 1 V around the rest potential is shown in Fig. 5.

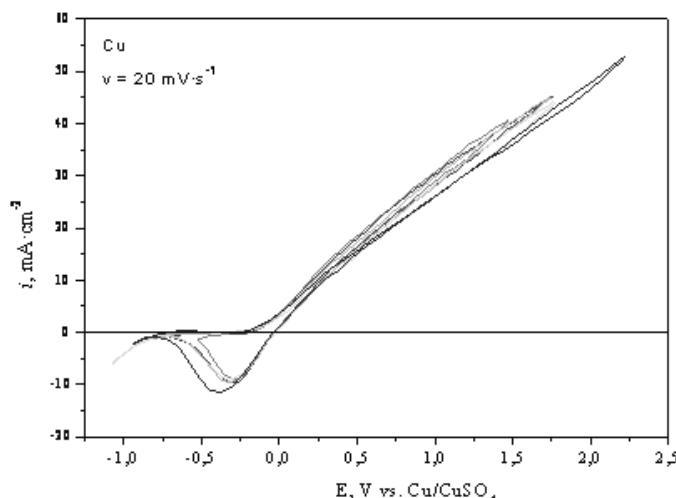


Figure 5. Cyclic voltammogram of Cu-metal in H_2SO_4 , $pH = 2$

From Fig. 5 one could see that only Faradic process, i.e. Cu-metal oxidation (dissolution) takes place when the potential is made more positive than typically 0 V vs. Cu/CuSO₄ reference electrode. The oxidized Cu is then reduced back to metallic state during the cathodic polarization. Its quantity is exhausted pretty soon, so that a maximum is registered at the cathodic

part of the curves and at potentials near -1.1 V hydrogen evolution starts to develop. Electrochemical behavior of CuO electrode, when the potential is cycled up to 1 V around the rest potential is shown in Fig. 6. For comparison the plot taken at Cu-metal electrode (Fig. 5) is also present in Fig. 6. It is obvious that the anodic currents taken at CuO electrode are some 4 times lower than on the bare metallic surface.

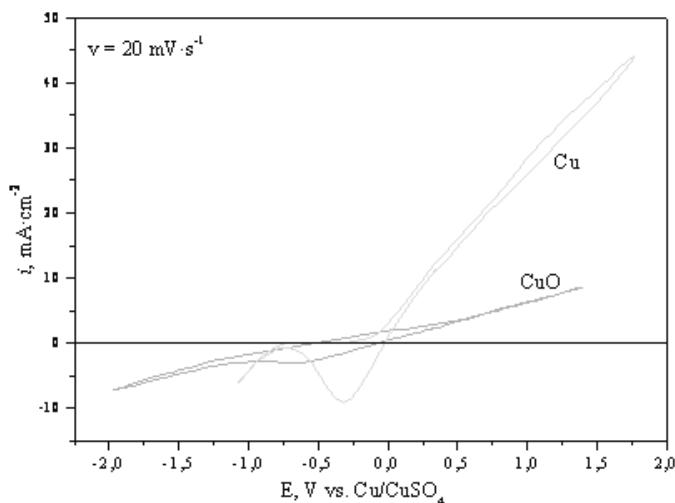


Figure 6. Cyclic voltammogram of CuO in H_2SO_4 , $\text{pH} = 2$

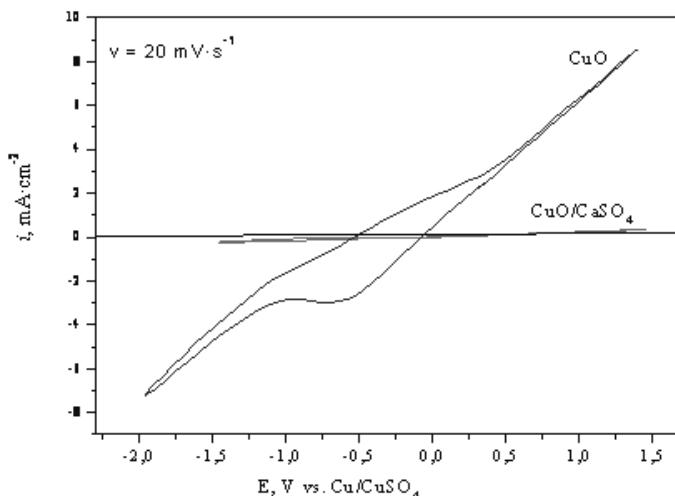


Figure 7. Cyclic voltammogram of $(\text{CuO} + 1 \text{ layer } \text{CaSO}_4)$ in H_2SO_4 , $\text{pH} = 2$

Electrochemical behavior of CuO electrode covered with 1 layer of CaSO_4 , when the potential is cycled up to 1 V around the rest potential is shown in Fig. 7. For comparison the plot taken at CuO electrode (Fig. 6) is also present in Fig. 7. It is obvious that the anodic currents taken at the electrode covered with one layer of CaSO_4 are some 20 times lower than on the bare oxide electrode.

4. Conclusions

Cyclic voltammetry measurements shown above produced a proof that mechanical blockage is the way how lime prevents leaching of copper bearing grains in previously performed immobilization experiments.

When a second layer of Ca SO_4 was applied onto the CuO electrode, further lowering of anodic currents occurs. They are now lower for another 15 times.

Total decrease of anodic currents when transition is made from electrode of Cu -metal to electrode of CuO covered with 2 layers of CaSO_4 reaches 6.000 to 7.500. This is really an impressive figure.

Thus, acid mine drainage process could be effectively controlled by applying lime, Ca(OH)_2 , that forms an insoluble and compact layer of gypsum, CaSO_4 , on top of the copper bearing grains.

One should admit that the two compared processes, leaching of copper bearing grains (containing presumably CuO) with sulfuric acid is a chemical process, while the anodic dissolution registered with cyclic voltammetry is a purely electrochemical process. The only similarity between these two processes is that they result in

dissolution of copper species, but we do believe that despite of this circumstance results presented in this study give strong support to the conclusion that the mechanism of the action of immobilizers in preventing the acid mine drainage is purely mechanical blockage.

References

- [1] UNEP Balkans Technical Report, 2000. Analytical Results of UNEP Field Samples from Industrial Hot Spots and Refugee Sites in the F.Y. Republic of Macedonia, pp. 10.
- [2] Hadži Jordanov S., Maletić M., Dimitrov A., Slavkov D. and Paunovic P., 2007. Desalination, 213, 65-71.
- [3] Hadži Jordanov S., Dimitrov A., Slavkov D., Paunovic P. and Tasev Z., 2006. Greening of copper mining and ore dressing: a case study of copper mine in Bucim, R of Macedonia, The 1st International Conference & Exhibition on Green Industry - November 20-22, Kingdom of Bahrain.
- [4] Kontopoulos, A., 1998. Acid Mine Drainage Control”, in Sanchez, M.A., Vergara, F., Castro, S.H., Editors, Environment and Innovation in Mining and Mineral Technology, Vol. I, University Concepcion, Chile.
- [5] Komnitsas K., Peppas, A., Chalikia, I., 2000. Prediction of the life expectancy of organic covers, Minerals Engineering, 13, 1589-1601.
- [6] D. Fortin, B. Davis, G. Southam and T.J. Beveridge, 1995. Biogeochemical Phenomena Induced in Bacteria within Sulphidic Mine Tailings, Journal of Industrial Microbiology, 14, 178-185.
- [7] Xenidis, A., Mylona, E., Paspaliaris, I., 2002. Potential Use of Lignite Fly-Ash for the Control of Acid Generation from Sulphuric Wastes, Waste Management, 22, 631-641.
- [8] Mylona, E., Xenidis, A., Paspaliaris, I., 2000. Inhibition of Acid Generation from Sulphidic Wastes by the Addition of Small Amounts of Limestone, Minerals Engineering, 13, 1161-1175.
- [9] Xenidis, A., Papassiopi, N., Komnitsas, K., 2003. Carbonate rich mine tailings in Lavrion: Risk assessment and proposed rehabilitation schemes, Advances in Environmental Research, 7, 479-494.
- [10] Komnitsas K., Kontopoulos, A., Lazar, I., Cambridge, M., 1998. Risk assessment and proposed remedial actions in coastal tailings disposal sites in Romania, Minerals Engineering, 11, 1179-1190.
- [11] Hadži Jordanov S., Tasev M, Paunović P., Dimitrov A., Slavkov D. and Tasev Z., 2006, “Control of wastewater pollution by stabilization of leachable compounds in Cu mining tailings”, 5th International Conference of the Chemical Societies of the South-East European Countries, Chemical Sciences at the European Crossroads, Vol.I, ENV-14, Ohrid, pp. 276
- [12] www.labmet.ntua.gr/intreat/

ENVIRONMENTAL MANAGEMENT SYSTEM AND MEAT PROCESSING INDUSTRY: BARRIERS AND PERSPECTIVES

Marko M. Jauković^{1*}, Nikola Z. Stanišić²

¹ Jugoinspekt Beograd ad, Teodora Dražera 11, 11000 Belgrade, Republic of Serbia

² Institute for Animal Husbandry, Autoput 16, 11080, Belgrade-Zemun, Republic of Serbia

*CA: jaukovicmarko@gmail.com

Abstract

The rise of industrialism during last two centuries caused dramatic changes in the environment. These changes have raised a call to shift from exploitative industrialism to „Sustainable development“. The achievement of „Sustainable development“ lies in integration of environmental management into business of every organisation. Not only that environmental management helps in achieving compliance with legislative demands but can also be for the improvement of companies bottom line. Environmental management and evolving standard such as ISO 14001⁽¹⁾ for environmental management systems make this area a normal extention of the environmental planning and assessment process. Meat processing industry in Serbia is considered to be one of the major pollutants of waterways. However, only a small number of farms and meat processing plants has ISO 14001 implemented and certified. Research showed that the main reason for this case lies in the cost of implementation and registration, lack of support and guidance, technical resources and time and knowledge to be devoted to implementation.

Key words: ISO 14001, environmental management system, meat industry

Introduction

Every person living and thus every business activity has a demand on and generates emissions to the environment. It is therefore important to understand what the potential consequences are for the environment as a result of general and specific business activities.

Environmental issues are all inter-related as they either result from the consumption of resources by society or the waste generated from the use of those resources. In many instances, the larger the population being sustained, the greater the scale of the problem arising from the use of the resources available. The problems become more acute when society uses non-renewable resources (e.g. fossil

fuels..) rather than renewable such as crops or natural energy. There is, an inter-relationship between the quality of life, the amount of resources available, the size of population and the efficiency with which the resources are being managed by society.

The rise of population place greater demands on the finite supply of non-renewable resources and require an increasing supply of other resources such as a living space, water and food. As a result people must use these resources in a more efficient manner and improve pollution management techniques.

Water pollution

Pollution of water courses (rivers, lakes, ponds, groundwater, etc) can have serious consequences for local communities – especially where these bodies provide a precious supply of drinking water.

Pollution sources include farming activities (nitrates from fertilisers and slurry), discharges from factories either direct to watercourses or via water treatment plants and sewage treatment

works, accidental spillage of chemicals, groundwater contamination from landfill sites and many other sources.

Meat processing industry in Serbia is considered to be one of the major pollutants of waterways. However, only a small number of farms and meat processing plants has ISO 14001 implemented and certified. Research showed that the main reason for this case lies in the cost of implementation and

registration, lack of support and guidance, technical resources and time and knowledge to be devoted to implementation.

Most of the Serbian greatest meat processors are located in the area where the water quality index (WQI) is very low and 3 of them in the closest area of Vrbas 2 (Channel DTD).

The movement towards Environmental Management Systems had arisen from the 1992 United Nations Conference on Environment and Development (UNCED; 'Earth Summit') in Rio de Janeiro, Brazil. There was interest from industry to 'do their bit' for the environment resulted in the Business Council for Sustainable Development

External barriers

External barriers include a wide set of factors, ranging from the cost of implementation to the lack of support and guidance, from barriers linked to the institutional framework and the verification/registration process to the lack of market recognition, and so on.

Most of the evidence gathered within the review of existing literature on these issues regards the relevance of economic factors, rare customer awareness/interest and lack of recognition by public institutions as factors hindering the will of organizations to adopt an EMS and in particular a formal EMS such as ISO 14001 or EMAS.

The cost of implementation, for instance, seems to be a relevant barrier, especially for businesses where financial resources are more limited (Hillary 1999⁴, Biondi et al. 2000⁵). At first sight, the main problem for any production plant seems to be finding money to invest in the improvement of environmental performance. Therefore, costs related to the implementation of an EMS could represent a first kind of barrier.

The widespread agreement over the importance of such a barrier is confirmed by many studies. 33 % of the cases targeted the lack of financial resources and 23 % the costs of certification as main barriers for the implementation of an EMS. In detail, the financial costs can be basically distinguished in three categories:

1. costs relating to the necessary technical measures for guaranteeing the improvement of environmental performance,
2. costs relating to the EMS implementation and
3. costs to be sustained for obtaining a third party certification.

(BCSD) creating standards for industry to enable them to develop a means of self-regulation on environmental performance. The intention of the standards was for them to apply globally on the same level playing field. The ISO 14000 series provides management tools for organisations that aim to control their 'environmental aspects' and improve their environmental performance (Sheldon, 1997²).

Barriers to EMS adoption are generally categorized into those that are external to the organization, and those that are internal (Milieu Ltd & Risk and Policy Analysis Ltd, 2009³).

As to the first cost category, it can be referred, only in the case of ISO 14001 and EMAS, to the costs that many participating enterprises have to face in order to comply with the environmental regulations that is a requirement of both schemes. Moreover, in the adoption of an EMS, most of their financial efforts are connected with "technical measures", regard the costs of equipment and the cost relating to plants management, control and maintenance. The commitment to continuous improvement implies that plant investments should not be over with the EMAS registration or the ISO 14001 certification, but instead means that environmental improvement must, from that moment on, be considered in all the decisions regarding investment and maintenance scheduling.

Costs sustained by the production plant in structuring their EMS represents another significant financial effort. For instance Delmas (2002)⁶ states that "the annual cost of maintaining ISO 14001 is a more important constraint than are design and registration costs"; this might be an explanation of the "crisis" of certifications in some countries characterizing recent years, as many organizations drop EMSs as costs overweight benefits. These costs are often due to the lack of expertise and trained personnel capable of performing the necessary measurement and analyses, which implies the need to rely on external technicians and consultancies. Cost of management time is another relevant cost whereas costs connected with personnel information and training as well as with environmental auditing (reported as specific items) were not considered relevant. It is important to highlight that the EMS "degree of maturity" is a relevant variable which most influences the steps which the enterprise will

have to take, and consequently the additional costs.

A production site where a management system has already been structured and a systematic auditing activity is regularly performed (but this rarely is the case) obviously have considerably lower costs compared to a site which has still to take some of the organisational-managerial steps required by EMAS or ISO.

Finally, we consider the financial costs strictly connected with the adhesion to one of the formal voluntary standards such as ISO 14001 and EMAS. The evidence gathered (Biondi et al. 2000⁵, Cesqa and Sincert, 2002⁷) suggests that

external consulting and verification costs are those with a stronger impact on organizations, and are felt like a heavier burden compared to other costs such as those related, for instance, to the necessary modifications regarding production processes, or linked to product innovations. The costs relating to EMAS registration, for example, are generally low, although this depends on each national Competent Body. In some countries the cost depends on site dimension and turnover, representing a positive attempt to knock down a financial barrier for SMEs. For example, in Italy the cost varies from 50 € for small firms, to 1500€, for large firms.

Internal barriers

Indirect costs implied by, on the one hand, the deal of time that the management has to devote to the EMS implementation and, on the other, by the lack of human and technical resources that organisation suffers when tackling environmental management problems are the most significant barriers. Time and knowledge therefore emerge as the most significant constraints. The smaller is the enterprise, the stronger time constraints seem to be. This is evident especially in those small firms

where the management team has multiple roles and commercial pressures must take priority. The smaller is the enterprise, the higher is the probability an EMS cannot be implemented by relying only on internal expertise and technical capabilities.

Internal barriers can be defined as obstacles that arise within the firms and prevent or impede EMSs implementation or the adoption of EMSs (Hillary, 2004⁸).

EMS implementation: motivations and driving factors

EMS is applicable to any organisation that wishes to:

- implement, maintain and improve an environmental management system;
- assure itself of conformance with its stated environmental policy; and/or
- seek certification/registration of its environmental management system by an external organisation;

Motivation of EMS adoption:

- Reduction of environmental impacts
- Savings from energy and resources consumption
- Legal compliance
- Satisfy requests by customers
- Obtain competitive advantages
- Regulatory and monetary incentives (de-regulation, tax relief)
- Better organization and management of activities
- Improve relationship with stakeholders and local communities
- Better risk management
- Improve rating in access to public funding and procurement

Benefits of Implementing an EMS

Advantages of modeling and implementing an EMS in accordance with ISO 14000 are:

- The EMS is driven by enthusiasm from within the implementing organisation because it is a voluntary code;
- The implementation is based on a systematic approach which significantly reduces the chances of an important consideration to be overlooked;

- The system is flexible enough to allow an organisation to develop its environmental policy, objectives and targets according to its own choice, and establishes no absolute requirements for performance beyond commitment;
- The system is focused on implementation and continual improvement, rather than just planning, so things get done;
- The implementation of an EMS requires active participation of the employees at all levels and establishes an unique communication network across the organisation, which promote organisational culture and relationships.

Having an effective EMS in place can help an organisation to:

- Reduce environmental risk and potential financial liability;
- Save money by cutting resource wastage and compliance cost;
- Satisfy investor criteria and improve access to capital;
- Improve the competitive positioning of the company through product and market development;
- Promote relationships with the community, stakeholders, public organisations and regulatory agencies;
- Increase corporate image and improve organisational morale (Khalil, 2012⁹)

Results and discussion

According to the evidence gathered we can say that the major part of the external costs goes to consulting (31%), 15% go to necessary information and qualification, 12% go to validation process and only 1% goes to registration. The rest of the external costs go to

environmental statement (19%) and mixture of all kind of different spendings (22%).(own data)
In 36 % of the cases lack of time was identified as one of the top three most important internal barrier when implementing an EMS, in 31 % lack of staff resources and in 21 % lack of knowhow in the enterprise. (own data)

Conclusion

In the authors' intention this paper represents the attempt to identify solutions, tools and incentives for meat processing industry to overcome constraints and difficulties they experience by implementing an EMS. Removing potential barriers and reinforcing economic incentives should be main targets in order to allow for a wide diffusion of EMS among meat plants. The further development of environmental management schemes (like EMAS or ISO 14001) is going to play a crucial role in stimulating and favouring the implementation of EMS. The awareness of own environmental impact and the compliance with

environmental regulation represent the main results achieved by means of an EMS.

According with the findings emerged in the literature the most successful activities for further implementation process would certainly be:

- technical support to personnel
- financial support and/or economic incentives
- simplification of EMAS (and ISO 14001) requirements and/or guidelines
- training initiatives for internal personnel
- possibility for a whole homogeneous industrial area (e.g.: an industrial district), and not just for a single enterprise, to obtain an environmental certification

References

1. EN ISO 14001, *Indagine sulla certificazione ambientale secondo la norma UNI; risultati indagine Triveneto* (2002).
2. C. Sheldon, *ISO14001 and Beyond: Environmental Management Systems in the Real World*, Greanleaf, Sheffield, UK (1997).
3. Milieu Ltd and Risk and Policy Analysis Ltd, *Study on the Costs and Benefits of EMAS to Registered Organisations*, Final Report for DG Environment of the European Commission under Study

Zaštita materijala i životne sredine 2 (2013), broj 1

- | Contract
No. | |
|---|--|
| 07.0307/2008/517800/ETU/G.2 (2009). | |
| 4. R. Hillary, <i>Evaluation of study reports on the barriers, opportunities and drivers for small and medium sized enterprises – the adoption of environmental management systems</i> . Report for DTI Envirodoctorate 5th October (1999), London. | |
| 5. Biondi, M. Frey, F. Iraldo, <i>Greener Management International</i> , Spring (2000), 55. | |
| 6. M. Delmas, <i>Policy Sciences</i> 35 (2002), 91. | |
| 7. R. Hillary, <i>Journal of Cleaner Production</i> 12, (2004) 763. | |
| 8. C. Khalil, <i>The dilemmas and goals of strategic environmental management and movement towards EMS</i> , IES (international environmental services) (2012). | |

UTICAJ pH VRIJEDNOSTI I GRANULACIJE NA SORPCIJU KADMIJUMA OTPADNOM BIOMASOM IZ INDUSTRIJE VINA

Veselinka Grudić¹, Jelena Šćepanović¹, Zorana Mijović²

¹Metalurško-tehnološki fakultet - Podgorica

²Pivara „Trebjesa“ A.D.-Nikšić

IZVOD

Prisustvo različitih zagađivača u otpadnim vodama i životnoj sredini uopšte predstavlja sve veći ekološki problem. Zagađivači životne sredine sadrže organske i neorganske opasne materije i teške metale. Stoga je tretman otpadnih voda i uklanjanje teških metala od izuzetne važnosti, kako sa aspekta zaštite zdravlja ljudi, tako i sa stanovišta zaštite životne sredine. U ovom radu je ispitivana biosorpcija jona kadmijuma pomoću potpuno prirodnog materijala na bazi fermentisane komine grožđa. Ispitan je uticaj pH vrijednosti, kao jednog od najvažnijih parametara u procesu sorpcije. Rezultati ispitivanja pokazuju da pri definisanim uslovima optimalna pH vrijednost iznosi 5-6, zavisno od granulacije sorbenta. Pokazano je da efikasnost procesa sorpcije jona kadmijuma raste sa smanjenjem veličine čestica korišćenog sorbenta.

Ključne riječi: biosorpcija, joni kadmijuma, komina grožđa, pH vrijednost, granulacija

UVOD

Joni teških metala su kumulativni otrovi i kao takvi imaju sposobnost da se akumuliraju u tkivima organizama, uzrokujući vidljive štetne fiziološke efekte [1]. Kadmijum je vrlo toksičan i kancerogen metal [2,3] i upravo zbog svoje toksičnosti i bioakumulativnosti kvalifikovan je kao prioriteten zagadživač od strane Agencije za zaštitu životne sredine SAD. Prema propisima svjetske zdravstvene organizacije maksimalno dozvoljena koncentracija kadmijuma u vodi za piće iznosi 0,03mg/l[4].

Za uklanjanje jona teških metala iz otpadnih voda koriste se različite konvencionalne metode, kao što su: jonska izmjena, hemijska precipitacija, ultrafiltracija, reversna osmoza, elektrohemski postupci i slično [5, 6]. Osnovni nedostaci ovih metoda su: nedovoljna selektivnost, visoki troškovi i brojna tehnička ograničenja. Zato je potrebno pronaći ekonomski isplativo, alternativno rješenje za efikasno uklanjanje teških metala.

Biosorpcija jona teških metala je novi, još u razvoju, proces koji se pokazao efikasnim za uklanjanje jona teških metala iz vodenih rastvora [7]. Glavne prednosti biosorpcije kao potencijalne metode za uklanjanje teških metala iz otpadnih voda su: selektivnost, niska cijena i visoka efikasnost i pri niskim koncentracijama teških metala [8]. Svakako, treba naglasiti i dostupnost i

cijenu prirodnih biosorbenata, koji su otpad i veoma često nemaju ekonomsku vrijednost.

Biosorpcija predstavlja sposobnost određenih biomolekula da svojom strukturom, odnosno prisustvom aktivnih grupa (hidroksilna, karbonilna, karboksilna, amidna...) vezuju i koncentrišu polutante iz vodenih rastvora [9, 10]. U suštini, biosorpcija se zasniva na sljedećim mehanizmima: fizička sorpcija, kompleksiranje, jonska izmjena. Najčešće se biosorpcija ne sastoji od jednog mehanizma, već je kombinacija više mehanizama i teško je identifikovati pojedinačne stupnjeve. [11]

U biosorbente pored bakterija, algi, gljivica i kvasca spada i poljoprivredni otpad, tj. lingo-cellulozni materijali biljnog porijekla. Posljednjih godina upotreba poljoprivrednog otpada kao biosorbenta je u naglom porastu zahvaljujući poroznoj strukturi, rasprostranjenosti i niskoj cijeni [12, 13, 14].

Na izbor biosorbenta, pored osobina materijala (poroznost i dostupnost površine, gustina površinskog nanelektisanja) utiču i brojni parametri procesa sorpcije koji određuju absorpcioni kapacitet sorbenta kao što su: temperatura, pH vrijednost, jonska jačina rastvora, koncentracija polutanta, masa sorbenta i sl. [15]. pH rastvora ima veliki uticaj na process sorpcije, kako zbog uticaja na ponašanje metalnih jona u rastvoru, tako i zbog uticaja na jonizaciju

biosorbenta. Upravo zbog ove činjenice u radu je i ispitani uticaj pH vrijednosti rastvora sorbata na efikasnost procesa sorpcije. Ukupno nanelektrisanje površine sorbenta značajno utiče na sorpcione procese, iz čega slijedi neophodnost određivanja potencijala nultog nanelektrisanja, odnosno pH vrijednosti rastvora pri kojoj je površina biosorbenta neutralna.

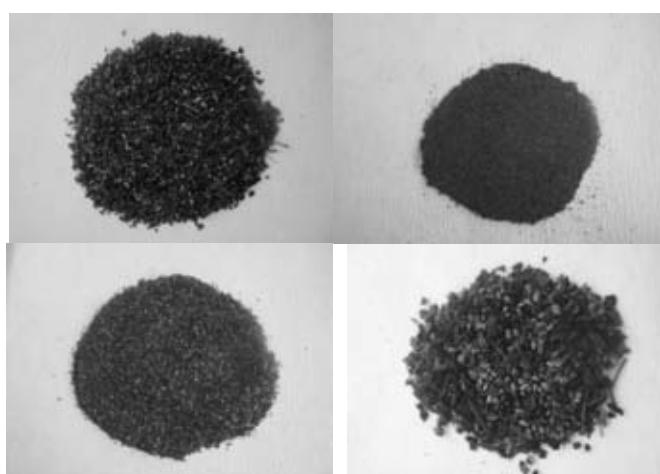
EKSPERIMENTALNI DIO

Biosorbent koji je korišćen za uklanjanje jona kadmijuma iz rastvora je komina koja zaostaje prilikom proizvodnje vina. Potrebne količine biomaterijala su nabavljene iz Plantaža „13 Jul“ u Podgorici, gde je kvalifikovan kao otpadni materijal.

Komina se u fabrici presuje pod pritiskom od 2 bara, nakon čega se inspira destilovanom vodom, zatim razblaženom hlorovodoničnom kiselinom i opet destilovanom vodom do negativne reakcije

Cilj ovog rada je ispitivanje novog, specifičnog biosorbenta, na bazi komine grožđa, koji bi se mogao koristiti u postupcima prečišćavanja prirodnih i otpadnih voda. Pregled literature pokazao je da do sada nijesu vršena sistematska ispitivanja i mogućnost primjene ove vrste biomaterijala.

na hloridne jone. Potom se suši na sobnoj temperaturi, a zatim u sušnici na 60°C do konstantne mase. Granulisanje je vršeno na čeličnom laboratorijskom blenderu (ITNMS, Laboratorija za pripremu sirovina, Beograd), a dobijeni biosorbent je prosijan kroz standardna čelična sita radi dobijanja frakcija odgovarajućih dimenzija čestica: do 0,5mm; 0,5 – 1mm; 1 – 2mm I preko 2mm (Sl. 1).



Slika 1. Različite granulacije biosorbenta

Pri biosorpcionim eksperimentima koncentracija biosorbenta je bila 1 g/l sorbata, dok je početna koncentracija kadmijuma iznosila 50mg/l i dobijena je rastvaranjem odgovarajuće količine Cd(NO₃)₂·4H₂O. Ispitivanja su vršena na sobnoj temperaturi u šaržnom sistemu sa miješanjem (150 rpm).

Uticaj pH vrijednosti rastvora na efikasnost uklanjanja kadmijuma pomoću komine grožđa ispitivan je sa rastvorima metala koncentracije 50mg/dm³, u količini od 100 ml, kojima su dodati po 0,1 g sorbenta najfinije granulacije. Pomoću rastvora HNO₃ ili NaOH podešene su početne pH vrijednosti na: 3, 4, 5 i 6, nakon čega su rastvori mučkani na recipročnom šejkeru 120 minuta i izmjerena finalna pH vrijednost.

pH vrijednost tačke nultog nanelektrisanja je određena po proceduri preuzetoj iz literature [16, 17]. Korišćene su tri različite jonske jačine rastvora tj. 0,1M; 0,01M i 0,001M KNO₃. U seriju erlenmajera od 100cm³ odmjereno je po 50cm³ KNO₃ određene koncentracije i pomoću KOH ili HNO₃ podešene početne pH vrijednosti rastvora pH_i u intervalu od 2 do 10. Rastvorima sa podešenim pH vrijednostima je dodato po 0,1 g komine grožđa, nakon čega su erlenmajeri sa suspenzijom postavljeni na recipročni šejker i uravnotežavani 24h na sobnoj temperaturi. Nakon ovog vremena suspenzije su profiltrirane i izmjerena je pH vrijednost svakog filtrata (pH_f). Tačka nultog nanelektrisanja odgovara platou zavisnosti pH_i = f(pH_f).

Komina grožđa koja je korišćena kao biosorbent jona kadmijuma samljevena je pomoću čeličnog mlina, i nakon prosijavanja dobijene su 4 frakcije, koje su korišćene ispitivanjima. Za ispitivanje uticaja veličine čestice biosorbenta korišćen je sledeći opseg granulacije: < 0.5 mm, 0.5 – 1 mm, 1 – 2 mm, > 2 mm. Uticaj je ispitivan sa serijom rastvora kadmijum nitrata u količini od 100 ml sipanih u erlenmajere kojima je dodavan po 0,1 g različitih granulacija. Pripremljene smješe su se mućkale, postavljene na recipročnom šejkeru u trajanju od 120 minuta, pri brzini od 130 obrtaja,

nakon čega su rastvori profiltrirani, filtrati stabilizovani sa po 1 ml koncentrovane HNO_3 , i sačuvani za ispitivanje sadržaja metala.

Analitičko određivanje prisustva teškog metala u rastvoru obavljeno je upotrebom plamene atomske adsorpcione spektrofotometrije na instrumentu AA-6800 (Shimadzu, Japan).

Nakon završenog procesa biosorpcije analitički je određivana koncentracija zaostalog sorbenta, C_f , pa je biosorpcioni kapacitet q (mg/g) računat po jednačini:

$$q = [(C_i - C_f)V] / S \quad (1)$$

Pored biosorpcionog kapaciteta, u literaturi se često može naći i procenat uklanjanja kao veličina

koja opisuje kvalitet, tj. efkasnost biosorpcije, a koji se računa prema jednačini:

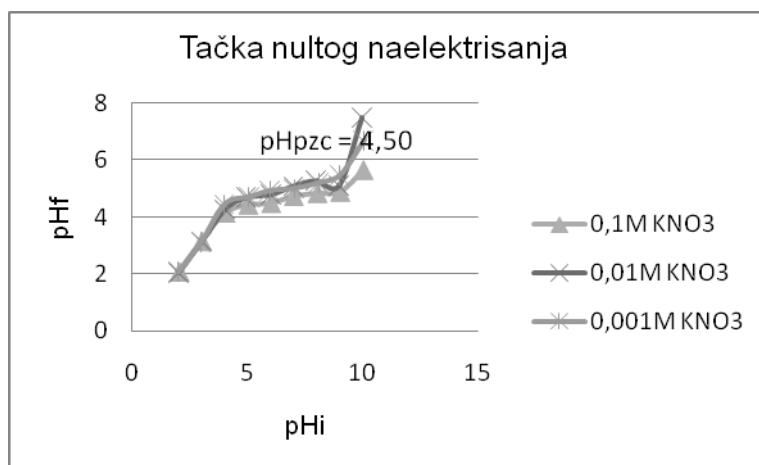
$$\text{Procenat uklanjanja (\%)} = [(C_i - C_f) / C_i] \times 100 \quad (2)$$

U jednačinama (1) i (2) V predstavlja zapreminu rastvora sorbata izraženu u litrima (l), S masu biosorbenta (g), a C_i i C_f koncentracije sorbata na

početku odnosno na kraju procesa biosorpcije izražene u mg/l sorbata.

REZULTATI I DISKUSIJA

Za određivanje tačke nultog nanelektrisanja korišćene su tri različite jonske jačine rastvora KNO_3 , a rezultati su prikazani na Sl.2.



Slika 2. Tačka nultog nanelektrisanja – zavisnost pH_f od pH_i

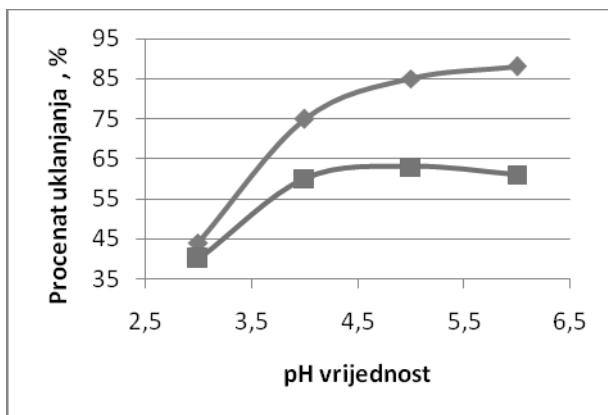
Sa slike se može uočiti da potencijal nultog nanelektrisanja iznosi 4,5 za sve tri jonske jačine elektrolita. Ova činjenica ukazuje da je ovaj elektrolit inertan prema ispitivanom biosorbentu, tj. da se joni K^+ i NO_3^- ne sorbuju specifično na površini nemodifikovanih čestica komine grožđa. Pri pH vrijednostima suspenzije sorbata ispod 4,5 površina biosorbenta je pozitivno nanelektrisana i

odgovara sorpciji anjona. Vrijednosti pH veće od 4,5 odgovaraju negativnom nanelektrisanju površine sorbenta, pa ce u ovoj oblasti pH biti favorizovana sorpcija kadmijumovih jona.

Na osnovu literarnih podataka pH rastvora značajno utiče na biosorpciju jona metala [18 - 21]. Uticaj vrijednosti pH rastvora na sorpcione procese je višestruk. Karakteristike i raspoloživost

metalnih jona u rastvoru u vodenim rastvorima, stanje funkcionalnih grupa na površini biosorbenta, kao i koncentracija H^+ jona, kao konkurentnih jona jonima metala za vezivanje na

aktivnim centrima biosorbenta u velikoj mjeri zavise od pH vrijednosti sorbata. Rezultati ispitivanja uticaja pH vrijednosti na sorpcione sposobnosti komine grožđa prikazani su na Sl. 3.



Sl.3. Uticaj pH vrijednosti na procenat uklanjanja jona kadmijuma sa: najfinijom(♦) i najkrupnijom (■) granulacijom biosorbenta

Na osnovu slike 3 se može uočiti da efikasnost uklanjanja jona kadmijuma raste sa porastom pH vrijednosti rastvora, kao i da je pri istim pH vrijednostima komina grožđa sitnije granulacije znatno efikasnija. Pri pH =3, pomoću komine fine granulacije uklonjeno je 44% prisutnih metalnih jona, dok pri korišćenju komine krupnije granulacije procenat uklanjanja iznosi 40%. Navedena razlika u procentima uklanjanja zavisno od granulacije je još izraženija pri višim pH vrijednostima. Tako pri pH = 5, efikasnosti uklanjanja jona kadmijuma iznose 85% i 63% za finu i krupniju granulaciju, respektivno.

Znatno manji procenat uklanjanja jona kadmijuma pri nižim pH vrijednostima rastvora se može objasniti visokom koncentracijom i velikom pokretljivošću H^+ jona, koji se vezuju za aktivne centre sorbenta, sprječavajući sorpciju kadmijuma. Sa smanjenjem kiselosti sredine joni kadmijuma ulaze u konkurenциju sa vodoničnim jonima, pa se sorpcioni proces vrši ne samo po zakonu o dejstvu mase, već i prema njihovim fizičkim i hemijskim svojstvima.

Porast procenta uklanjanja jona kadmijuma sa povećanjem pH sredine ukazuje da se ispitivani sorpcioni proces u značajnoj mjeri vrši mehanizmom jonske izmjene [22, 23].

Navedeni podaci ukazuju na značajnu sorpcionu aktivnost komine grožđa prema kadmijumovim jonima i na pH vrijednostima nižim od potencijala nultog nanelektrisanja, gdje se očekuje njen ukupno pozitivno nanelektrisanje. Pretpostavlja se da je razlog ovoj pojavi značajan udio jonske izmjene u mehanizmu sorpcije jona metala, pri

čemu se na pH vrijednostima ispod potencijala nultog nanelektrisanja vrši deprotonizacija funkcionalnih grupa ispitivanog biosorbenta.

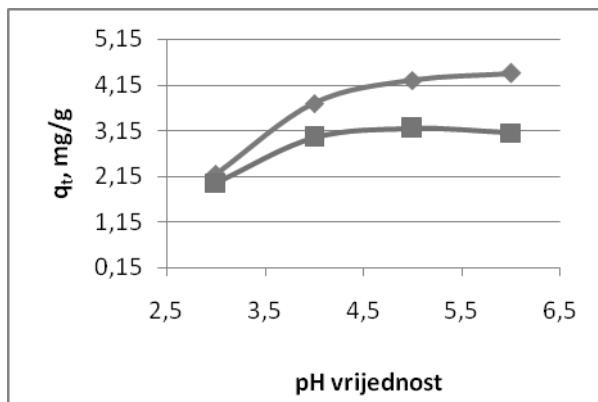
Kadmijum u vodenim rastvorima egzistira u vidu različitih jonskih vrsta, zavisno od pH vrijednosti rastvora [24]. Oblik jona metala u rastvoru utiče na sposobnost njihovog vezivanja na aktivnim centrima sorbenta, pri čemu se efikasno mogu vezati samo jonske vrste Me^{2+} i $MeOH^+$. Znatno sporije vezivanje $MeOH^+$ jona se objašnjava neophodnošću oslobođanja OH^- jona koja prethodi samoj sorpciji [25].

Uticaj pH rastvora na sorpciju metalnih jona u značajnoj mjeri je povezan i sa prisustvom različitih funkcionalnih grupa na površini biosorbenta [26]. Komina grožđa u svom sastavu ima različite funkcionalne grupe, kao što su: fenolna, aldehidna i karboksilna. Ove funkcionalne grupe imaju veliki afinitet prema jonima metala, zbog čega ih mogu vezivati u vidu kompleksa, jon – dipol ili elektrostatičkim privlačenjem [27, 28].

Zavisnost biosorpcionog kapacita od pH vrijednosti rastvora prikazana je na Sl.4. Na osnovu slike se može zaključiti da je proces biosorpcije najbolje izvoditi u opsegu pH vrijednosti oko 5. Ovo se objašnjava činjenicom da je na niskim pH vrijednostima površina biosorbenta, zbog prisustva velikog broja H^+ jona, pozitivno nanelektrisana, i kao takva elektrostatički odbija metalne jone [29]. Sa porastom pH vrijednosti rastvora smanjuje se broj H^+ jona, a negativno nanelektrisana površina biosorbenta privlači jone metala. Odabrana pH vrijednost 5 je

bliska potencijalu nultog naelaktrisanja, koja za

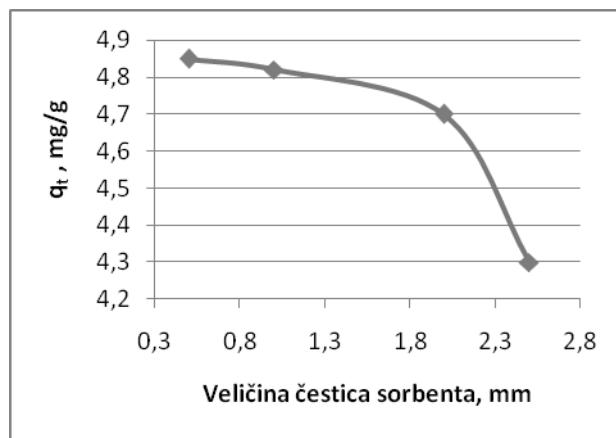
ispitivani biosorbent iznosi 4,5.



Sl.4. Uticaj pH vrijednosti na biosorpcioni kapacitet sa : najfinijom(♦) i najkrupnjom (■) granulacijom biosorbenta

Jedan od važnih parametara koji utiče na proces sorpcije je i granulacija biosorbenta. Rezultati ispitivanja veličine čestica na efikasnost sorpcije

jona kadmijuma na komini grožđa prikazani su na Sl.5.



Sl.5. Uticaj veličine čestica komine grožđa na sorpcioni kapacitet komine grožđa

Sa slike se uočava da smajenje veličine čestica sorbenta izaziva porast sorpcionog kapaciteta, što se može objasniti činjenicom da sa smanjenjem dimenzije čestica dolazi do povećanja ukupne površine biosorbenta, a samim tim i do porasta ukupnog broja aktivnih centara na površini [30].

Takođe se može primijetiti da su dobijeni sasvim

zadovoljavajući rezultati i sa najkrupnjom frakcijom, koja zapravo predstavlja praktično nemljevenu frakciju, što je izuzetno značajno sa stanovišta buduće industrijske primjene, iz ugla pojednostavljenja tehnologije, i smanjenja troškova iste.

ZAKLJUČAK

Rezultati ispitivanja prikazani u ovom radu ukazuju na značajan uticaj pH vrijednosti rastvora na biosorpciju jona kadmijuma. Utvrđeno je da sa porastom pH vrijednosti raste sorpciona moć komine grožđa, ali su rezultati izuzetno dobri i pri nižim pH vrijednostima. Optimalna vrijednost pH za izvođenje sorpcionog procesa iznosi 5 i ova vrijednost je iznad vrijednosti potencijala nultog

naelektrisanja koja iznosi 4,50. Više vrijednosti pH rastvora treba izbjegavati zbog hemijskog ponašanja metala, odnosno taloženja hidroksida. Analiziranjem različitih granulacija, zapaženo je povećanje efekta uklanjanja metalnih jona sa smanjenjem dimenzije čestica, ali nikako nijesu zamenarljivi rezultati dobijeni i sa krupnjim

granulacijama, što je od velikog značaja za buduću primjenu u industrijskim uslovima. Dobijene vrijednosti biosorpcionog kapaciteta, oko 4 mg/g su uporedive sa literaturnim podacima drugih biosorbenata, što opravdava ovo istraživanje.

Rezultati ovog rada pokazuju da se biosorbent na bazi komine grožđa može preporučiti kao izuzetno

efikasno i ekonomično sredstvo za uklanjanje teških metala iz vodenih rastvora, bilo da se radi o prirodnim ili otpadnim vodama. Ovaj biosorbent predstavlja alternativu skupim sorbentima i ostalim tehnologijama koje se koriste u svrsi prečišćavanja vodenih rastvora od teških metala.

LITERATURA

1. G. A. Drash, Science of the Total Environment, 67, 1993, 75 – 89
2. J.W. Moore, S. Ramamoorthy, Heavy Metals in Natural Waters: Applied Monitoring and Impact Assessment, Springer-Verlag, New York, 1984.
3. Wealkes, M.P., Cadmium carcinogenesis in review., J.Inorg. Biochem, 79, 2000., 241 – 244
4. WHO (3rd ed.), Guidelines for Drinking Water Quality: Recommendations, vol. 1, World Health Organization, geneva, 2008.
5. Volesky, B., and Holan, Z.R. Biosorption of heavy metals. Biotechnol. Prog. 11,1995., 235
6. Q. Yu, J.T. Matheickal, P. Yin, P.Kaewsarn, Water Research, 33, 1999,1534–1537.
7. J. Febrianto, A. N. Kosasih, J. Sunarso, Y. Ju, N. Indraswati and S. Ismadji; Equilibrium and kinetic studies in adsorption of heavy metals using biosorbent: A summary of recent studies; Journal of Hazardous Materials 162, 2009., 616-645.
8. V. Stanković, D. Božić, M. Gorgievski, G. Bogdanović, Heavy metal ions adsorption from mine waters by sawdust, Chemical Industry & Chemical Engineering Quarterly 15 (4) ,2009., 237–249.
9. Gupta V.K., and Ali I. Removal of lead and chromium from wastewater using bagasse fly ash-a sugar industry waste. J. Colloid. Interface Sci. 271,2004., 321
10. Sing K.K., Talat M., and Hasan S.H., Removal of lead from aqueous solutions by agricultural waste maize bran. Bioresouce Technol. 97,2006., 2124.
11. C. Lacher, R.W. Smith, Minerals Engineering, 15, 2002, 187-191.
12. Veselinović S.D., Gržetić A.I., Čarmati A.Š., Marković A.D.,m Fizičkohemijski osnovi zaštite životne sredine, knjiga I, Stanja i procesi u životnoj sredini, Beograd, 1995.
13. Gaćeša S., Klašnja M., Tehnologija vode i otpadnih voda, Jugoslovensko udruženje pivara, Beograd, 1994.
14. Preer J.R. and Rosen W.G., Lead and cadmium content of urban garden vegetables. In: D.D. Hemphill (ed.), Trace substances in environmental healt-XI: proceedings of University of Missouri's 11th annual Conference of Trace substance in Environmental, 7-9 June 1977, Columbia, Mo, USA: University of Missouri, 1977 pp. 892-894
15. Wang, J., Chen, C.: Biosorption of heavy metals by Saccharomyces cerevisiae - a review, Biotechnology Advances, 24 ,2006., 427–451.
16. N. Fiol, I. Villaescusa, Determination of sorbent point zero charge: usefulness in sorption studies, Environ. Chem. Lett. 7 , 2009., 79– 84.
17. M. M. Kragović, A. S. Daković, S.Z. Milićević, Ž.T.Sekulić, S.K. Milonjić, Uticaj sorpcije organskog katjona na tačku nultog nanelektrisanja prirodnog zeolita, Hem. Ind. 63 (4), 2009., 325–330.
18. Jagjit Kour, P.L. Homagai, M.R. Pokherel and K.N. Ghimire, Kush –A Potential Biosorbent in the reemoval of Cd(II) and Zn(II) from aqueous solution, Journal of Nepal Chemical Society, 27, 2011, 110 – 114.
19. Boudrahem, F., Aissani-Benissad, F., Aït-Amar H.: Batch sorption

- dynamics and equilibrium for the removal of lead ions from aqueous phase using activated carbon developed from coffee residue activated with zinc chloride, *Journal of Environmental Management*, 90 , 2009., 3031–3039.
20. Belhalfaoui, B., Aziz, A., Elandaloussi, E. H., Ouali, M. S., De Ménorva, L.C., Succinate-bonded cellulose: A regenerable and powerful sorbent for cadmium-removal from spiked high-hardness groundwater, *Journal of Hazardous Materials*, 169, 2009., 831-837.
21. Marshall, W.E., Wartelle, L.H., Boler, D.E., Johns, M.M., Toles, C.A.: Enhanced metal adsorption by soybean hulls modified with citric acid, *Bioresource Technology*, 69, 1999., 263-268.
22. Inglezakis V.J., Loizidou M.D., Grigoropoulou H.P., Ion exchange of Pb^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} and Cr^{3+} on natural clinoptilolite: selectivity determination and influence of acidity on metal uptake, *Journal of Colloid and Interface Science*, 261(1), 2003., 49-54.
23. Sag Y., Kaya A., Kutsal T., The simultaneous biosorption of $Cu(II)$ /and Zn on *Rhizopus arrhizus*: application of the adsorption models, *Hydrometallurgy* 50,v1998., 297-314
24. Lurie J. *Handbook of Analytical Chemistry*, MIR Publishers, Moscow, 1978.
25. Ansari T.M., Hanif M.A., Mahmood A., Ijaz U., Khan M.A., Nadeem R., Ali M., Immobilization of Rose Waste Biomass for Uptake of $Pb(II)$ from Aqueous Solutions, *Biotechnology Research International*, 2011, 1-9.
26. Shin W.E., Rowell M.R., Enhancement of cadmium ion sorption capacity of lignocellulosic biosorbent by sulfonation, *Chemosphere* 60,2005., 1054-1061.
27. Ucun H., Aksakal O., Yildiz E., Copper(II) and zinc(II) biosorption on *Pinus sylvestris* L, *Journal of Hazardous Materials* 161, 2009., 1040-1045.
28. Horsfall Jr. M., Spiff A.I., Effect of metal ion concentration on the biosorption of Pb^{2+} and Cd^{2+} by *Caladium bicolor* (wild cocoyam), *African Journal of Biotechnology*, 4(2),2005., 191-196.
29. A. Sari et al., *Journal of Hazardous Materials* 162, 2009., 874–879
30. Nadeem R., Hanif M.A., Shaheen F., Perveen Sh., Zafar M.N., Iqbal T., Physical and chemical modification of distillery sludge for $Pb(II)$ biosorption, *Journal of Hazardous Materials*, 150, 2008., 335-342.

KVALITET BUNARSKE VODE U ZAVISNOSTI OD NAČINA RAZRADE BUNARA

Ranko Gruić¹, Vaso Novaković¹, Mirjana Stojanović², Miladin Gligorić³, Caslav Lacnjevac⁴,

¹ "IPIN" Ltd, Institut za geologiju i hidroinženjerijske, Bijeljina, Bosna i Hercegovina

² Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, Beograd, Srbija

³ Tehnološki fakultet Zvornik, Univerzitet Istočno Sarajevo, Bosna i Hercegovina

⁴ Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, Srbija

Abstract

Komprimovani vazduh i različiti rastvori se koriste za razradu i ispiranje bunara i pijezometara, da se ukloni filterska obloga sa zida bušotine i glinovite frakcije iz formacije. Ovaj rad prikazuje uticaj korišćenih postupaka razrade na rezultate ispitivanja fizičko-hemijskog sastava uzorka podzemne vode, uzetih tokom prvog testiranja bunara.

U radu su prezentovani rezultati ispitivanja uticaja korišćenja komprimovanog vazduha pri razradi bunara, u akviferu neogene starosti u Stanarima kod Doboja i u aluvijalnoj izdani u Kozluku kod Zvornika, Republika Srpska, korelacijom rezultata ispitivanja odmah nakon izvedbe bunara i kasnije u toku njegovog korišćenja. Osim uticaja komprimovanog vazduha, u podzemnoj vodi nakon razrade bunara može ostati određen sadržaj i drugih dodataka koji se koriste pri razradi bunara kao npr. fosfati, kiseline i inhibitori. U cilju eliminacije ovih uticaja neophodno je nakon razrade bunara vršiti ispiranje dovoljno dugo, da se ovaj uticaj smanji na prihvatljivu mjeru.

Ključne riječi: podzemne vode, gvožđe, mangan, amonijak, razrada bunara

Uvod

Proces razrade bunara korišćenjem aer-lift sistema i drugim metodama je dobro objasnio K. Rafferty 2001 [3]. Izvodi se u cilju ispiranja isplake korišćene pri bušenju i sitnozrnih čestica pjeska, praha i gline, kao i poboljšanja filtracionih karakteristika pribunarske zone.

Cilj korišćenja komprimovanog vazduha i različitih rastvora u toku ispiranja i razrade pijezometara i bunara je povećanje specifičnog kapaciteta bunara [2,6-8] i koeficijenta filtracije pribunarske zone. Metode i svrha su objašnjeni u stručnoj literaturi i publikovanim radovima od strane T. Hartera 2003. [1,3]. Od uspješnosti izvedene razrade direktno zavisi kapacitet bunara u datim uslovima.

Korišćenje komprimovanog vazduha pomoću kompresora, za ispiranje i razradu bunara se izvodi utiskivanjem vazduha u bunar i direktno u akvifer, kroz cijevnu konstrukciju (aer-lift sistem), sekpcioni ispirač i otvore bunarskog filtera. Otvaranjem ventila na odvodu, smješta mutne vode sa česticama mulja i pjeska iz pribunarske zone i bunarske cijevne konstrukcije se izbacuje van bunara.

Imajući u vidu da se pri razradi bunara uz korišćenje aerlifta, naizmjenično vazduh utiskuje direktno u sloj uz minimalne gubitke, a kada se otvori ventil na odvodu smješta vazduha i vode djelimično izbacuje iz bunara, neophodno je sagledati orientacione vrijednosti prečnika zone utiskivanja vazduha oko bunara, i intenzitet procesa aeracije u samom vodonosnom sloju, koji se jednokratno dešava isključivo pod uticajem antropogenog faktora, odnosno primjenom metoda bušenja, razrade i ispiranja bunara.

Vazduh je smješta gasova od kojih su neki u vrlo promjenjivom sastavu. Sivi vazduh je smješta: azota (78,1 %), kiseonika (20,9 %), argona (0,934 %) i u vrlo malim količinama ugljendioksida, neonu, helijumu, kriptona i drugih komponenata što je objasnio Randall D. 2010 [4].

Dakle, sa injektiranjem jednog m^3 vazduha, u kojem je prosječno sadržano oko $0,2095\text{ m}^3$ ili $299,3755\text{ g}$ kiseonika, teoretski je moguće stvoriti zonu zasićenosti kiseonikom od 50 %, podzemne vode zapremine oko 60 m^3 .

Kapacitet kompresora koji se pri tom koriste je najčešće oko $8\text{ m}^3/\text{min}$ sa prosječnim pritiskom od 8 bara.

Ukupno vrijeme, neophodno za razradu bunara se kreće od nekoliko sati za pijezometre na rudnicima, do nekoliko nedelja za velike bunare posebne namjene sa dugim filterima.

Ukoliko razrada bunara traje samo 12 sati (minimalno trajanje razrade), pod pretpostavkom da se 90 % komprimovanog vazduha utisnutnog u bunar izbaci tokom ispiranja van bunara, pri kapacitetu kompresora od $8 \text{ m}^3/\text{min}$ u akvifer se utisne oko 576 m^3 vazduha. Ova količina je dovoljna za stvaranje zone zasićenosti od 50 %, podzemne vode kiseonikom zapremine oko 34.500 m^3 .

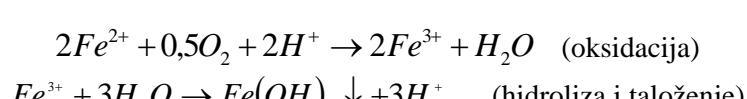
Upravo tako se može objasniti pojava koja je utvrđena na primjeru akvifera u Kozluku kod Zvornika i Stanara kod Doboja, da se neposredno nakon završetka procesa bušenja, razrade i ispiranja bunara dobijaju nerealno niske vrijednosti sadržaja gvožđa, mangana i amonijaka, iako je prirodno visok sadržaj ovih parametara hemijskog sastava [5, 9].

Na osnovu izloženog proračuna, se jasno može zaključiti, da se kiseonik u akviferu može zadržati na velikom prostoru i dugo vremena nakon izvođenja i ispiranja bunara, što objektivno može

uticati na rezultate ispitivanja fizičko-hemijskog sastava podzemne vode u toku prvog testiranja bunara.

Za vrijeme razrade i ispiranja bunara, u pijezometre i bunare se prosječno utisne od 1000 m^3 (za pijezometre na rudnicima) do 100.000 m^3 vazduha (za bunare velikog prečnika, posebne namjene sa dugim filterima). Ako se tome doda i vazduh koji se utisne u akvifer pri bušenju nekih pijezometara i bunara (metoda "down the hole"), onda to povećava količinu utisnutog vazduha. Naravno manji dio vazduha utisnutog u bunar, završi u akviferu, a značajno veći dio se u vidu smješte vode i vazduha izbací tokom ispiranja bunara [10-13].

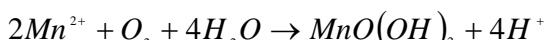
Korišćenjem vazduha koji se utiskuje u akvifer, kroz bunar, pri bušenju nekim metodama bušenja i u toku ispiranja i razrade bunara, odvija se intenzivno uklanjanje gvožđa iz podzemne vode u široj zoni, zahvaljujući tome što prilikom oksidacije Fe^{2+} u Fe^{3+} i zatim hidrolize nastalih feri jedinjenja sa vodom, dolazi do nastajanja ferihidroksida, koji se izdvajaju u vidu taloga u samom akviferu:



Stehiometrijski, prema gornjim jednačinama je lako pokazati da je za oksidaciju 1 mg/l Fe^{2+} potrebno $0,143 \text{ mg/l}$ kiseonika, što je lako ostvariti, obzirom da je rastvorljivost kiseonika u vodi oko 10 mg/l (na 15°C). Drugim riječima, ako se voda zasiti kiseonikom iz injektiranog

vazduha, do 50 %, tj. do $5 \text{ mgO}_2/\text{l}$, obezbjediće se uslovi za oksidaciju i izdvajanje čak $5/0,143 = 35 \text{ mg/l}$ gvožđa.

U toku oksidacije, iz vode se izdvaja i mangan kao manganioksihidrat:



Prema ovoj reakciji, za oksidaciju 1 mg/l Mn^{2+} u Mn^{4+} treba utrošiti $0,291 \text{ mg/l}$ rastvorenog kiseonika, što znači da se sa oko 5 mg/l rastvorenog kiseonika (zasićenost oko 50 % na 15°C) moglo oksidisati oko $17 \text{ mg Mn}^{2+}/\text{l}$.

Autori ovog rada su u svojoj stručnoj praksi na više terena uočili da rezultati prvih laboratorijskih ispitivanja fizičko-hemijskog sastava uzorka podzemne vode, koji se uzimaju u toku testiranja probnim crpljenjem novih bunara, ne prikazuju realan sadržaj gvožđa, mangana, i amonijaka u podzemnoj vodi. Naime, često su dobijeni rezultati sadržaj manji od očekivanih i poznatih za taj akvifer. To može dovesti neiskusnog istraživača i investitora u situaciju da donose ishitrene odluke o nastavku ulaganja, u objekte za

zahvatanje i tretman voda ili da sumnjaju u ispravnost izvedenih laboratorijskih analiza fizičko-hemijskog sastava vode.

Imajući u vidu vlastito iskustvo u pogledu ponavljanja ove pojave na više različitih terena, literaturnih podataka o sličnim pojavama u prošlosti, kao i vremensku podudarnost takvih rezultata laboratorijskog ispitivanja, sa terminom završetka izvođenja i razrade bunara, u ovom radu je izvršena analiza ovog uticaja na dva primjera. Za ispitivanje su izabrana dva akvifera za koja je već utvrđen povišen sadržaj gvožđa i povremeno mangana, nitrita i amonijaka. To su akvifer neogene starosti u Stanarima kod Doboja i akvifer od šljunkovito-pjeskovitih sedimenata kvartarne starosti u Kozluku kod Zvornika.

Zaštita materijala i životne sredine 2 (2013), broj 1

Različiti rastvori fosfata, kiselina i inhibitora se koriste pri razradi i regeneraciji bunara tokom njegovog korišćenja. Nakon tretmana bunara ovim hemikalijama i njegovog ispiranja jedan dio korišćenih rastvora ostane u pribunarskoj zoni.

Izvršena je fizičko-hemijska analiza uzoraka vode i korelacija rezultata ispitivanja uzoraka vode

uzetih odmah nakon izvedbe bunara i uzoraka uzetih kasnije u toku njegovog korišćenja. U radu su dati objašnjenje uzroka ovog uticaja i preporuke kako bi se u budućnosti eliminisao ovaj problem kod uobičajenih procedura.

Metode

U radu se razmatra trajanje ubacivanja komprimovanog vazduha, pritisak i količina vazduha koja se ubacuje u akvifera tokom izvođenja bunara i pijezometara, efekti i prognozno trajanje aeracije vode, kao i udaljenost od bunara ovih procesa u pribunarskoj zoni akvifera.

Uzorkovanje je vršeno uz obaveznu konzervaciju uzoraka. U Kozluku je uzorkovanje vršeno na pijezometarskim bušotinama BV-2 i BV-3 (01.07.2002.), te na bunarima EB-1, EB-2 i EB-3 koje eksplatiše fabrika mineralne vode Vitinka iz Kozluka (u periodu od 2006. do 2012). Sve bušotine i bunari su plići od 14 m tj. zahvataju vodu iz pjeskovito-šljunkovitog akvifera kvartarne starosti u kome je nivo vode na dubini oko 4 m od površine terena. Zbog visokog sadržaja gvožđa i povremeno mangana, nitrita i amonijaka u

podzemnoj vodi na ovoj lokaciji, fabrika vrši deferizaciju radi korišćenja ove vode u tehničke svrhe.

Na prostoru Stanara kod Doboja je vršeno uzorkovanje na bunarima kod upravne zgrade rudnika i na lokaciji platoa buduće termoelektrane. Svi bunari na ovoj lokaciji zahvataju vodu iz šljunkova pjeskovitih pliocenske starosti. Podzemna vode iz ovog akvifera ima povišen sadržaj gvožđa i ponekad mangana i amonijaka [5]. Uzorkovanje na prostoru platoa TE Stanari iz bunara IB-1 je izvršeno 06.09.2006.g., bunara B-2 i B-3 2007.g. te bunara BS-1/10 2010.g. kada su tek izvedeni odn. kada je izvršena razrada, ispiranje i prvo testiranje bunara. Navedeni podaci su upoređeni sa sadržajem ovih parametara u podzemnoj vodi tokom eksplatacije ovih bunara.

Rezultati i diskusija

Izdan akumulirana do dubine 10 m, u aluvijalnim sedimentima rijeke Drine u Kozluku kod Zvornika, ima povišen sadržaj gvožđa (0,47 do 1,58 mg/l) i mangana (0,13 do 0,15 mg/l), te povremeno i amonijaka (0,43 mg/l), a nakon

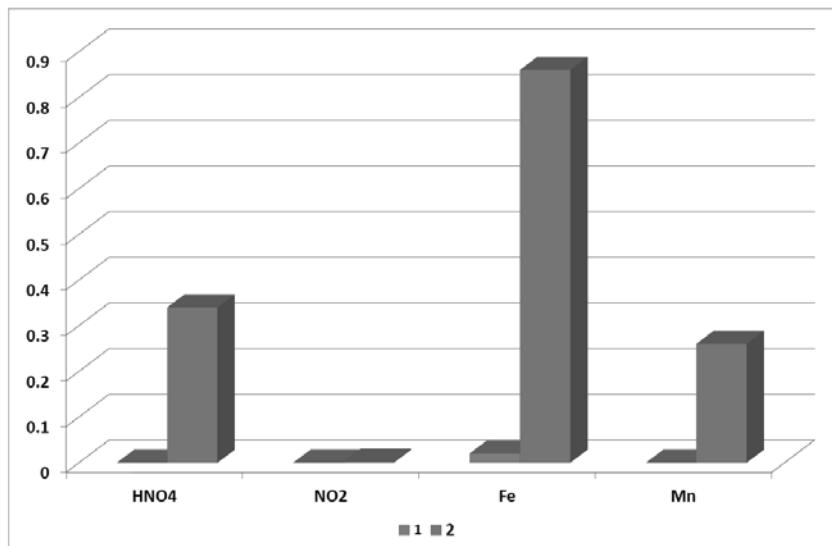
tretmana, se koristi za tehničke potrebe fabrike Vitinka. U narednoj tabeli se daje prikaz sadržaja gvožđa, mangana, nitrita i amonijaka u vodi nakon izvođenja istražnih bušotina i kasnije u fazi eksplatacije bunara.

Tabela 1: Sadržaj gvožđa, mangana, amonijaka i nitrita, neposredno nakon izvođenja bunara u Kozluku i njihovog sadržaja tokom eksplatacije istih bunara

Oznaka bušotine/bunara	Amonijak (mg/l)	Nitriti (mg/l)	Gvožđe (mg/l)	Mangan (mg/l)
BV2 i BV-3 odmah nakon izvođenja	0,00	0,000	0,02	0,00
tokom eksplatacije	VEB-1	0,17	0,000	0,54
	VEB-2	0,41	0,006	1,58
	VEB-3	0,43	0,001	0,47
Prosječne vrijednosti u eksplataciji	0,34	0,002	0,86	0,26

Kao što se iz tabele 1. vidi, nakon izvođenja, razrade i testiranja pijezometara, BV-2 i BV-3, prvi rezultati laboratorijskih analiza (01.07.2002.g.) su ukazivali da je voda ispravna za piće sa sadržajem gvožđa 0,02 mg/l, mangana

0,00 mg/l i amonijaka 0,00 mg/l. Očigledno je da rezultati u fazi prvih hidrogeoloških istraživanja nisu dali realne rezultate u pogledu sadržaja pojedinih parametara hemijskog sastava vode. Jedino sadržaj nitrita nema značajnijih odstupanja.



Slika 1: Uporedni dijagram sadržaja pojedinih parametara hemijskog sastava podzemne vode u aluvijalnom akviferu u Kozluku kod Zvornika: 1) Odmah nakon izvođenja pijezometarskih bušotina; 2) Tokom višegodišnje eksploatacije bunara

Akvifer neogenog basena u Stanarima kod Doboja, prosječne debljine 16,8 m ima povišen sadržaj gvožđa (do 3,27 mg/l), mangana (0,30 mg/l) i amonijaka 0,195 mg/l, a koristi se za tehničke potrebe rudnika Stanari. Međutim, u vrijeme nakon izvođenja i razrade, tj pri završetku

prvog testiranja bunara probnim crpljenjem, prvi rezultati laboratorijskih analiza su ukazivali da je prosječan sadržaj gvožđa 0,196 mg/l, mangana 0,037 mg/l, i amonijaka 0,058 mg/l. Rezultati hemijskih analiza sadržaja gvožđa, mangana, amonijaka i nitrita su dati u narednoj tabeli 2.

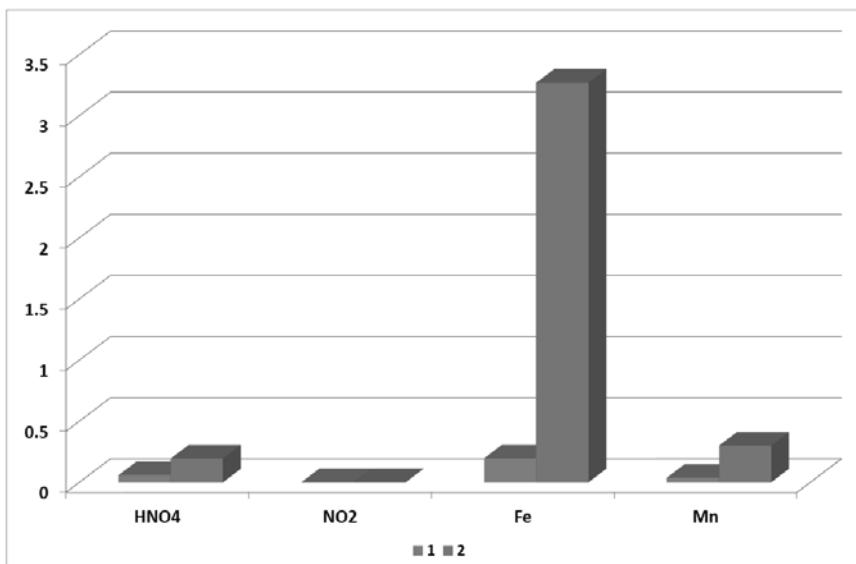
Tabela 2: Sadržaj gvožđa, mangana, amonijaka i nitrita, neposredno nakon izvođenja bunara u Stanarima i sadržaja istih parametara tokom eksploatacije tih bunara

Oznaka bunara	Datum uzorkovanja	Amonijak (mg/l)	Nitriti (mg/l)	Gvožđe (mg/l)	Mangan (mg/l)
IB-1	06.09.2006.	0,04	0,000	0,25	0,04
B-2	25.07.2007.	0,1	0,000	0,18	0,05
B-3	25.07.2007.	0,035	0,000	0,098	0,03
BS-1/10	13.08.2010.	<0,05	<0,005	0,257	0,028
Prosječne vrijednosti		0,058	0,000	0,196	0,037
Izmjerene vrijednosti u toku eksploatacije bunara		0,195	<0,007	3,27	0,30

Iz date tabele, može se uočiti da je, tokom eksploatacije bunara, došlo do povećanja sadržaja gvožđa, mangana i amonijaka u vodi.

Evidentno je da je sadržaj gvožđa i mangana u uzorcima vode, uzetim odmah po izvođenju i

ispiranju pijezometara i bunara, mnogo manji nego u prirodnim uslovima tokom višemjesečne i višegodišnje eksploatacije bunara.



Slika 2: Uporedni dijagram sadržaja pojedinih parametara hemijskog sastava podzemne vode u neogenom akviferu u Stanarima kod Doboja: 1) Odmah nakon izvođenja i razrade bunara; 2) Tokom višegodišnje eksploatacije bunara

Za donjepliocenski šljunkovito-pjeskoviti akvifer u neogenom basenu Stanara kod Doboja, može se usvojiti prosječna debљina od 16,8 m, a koeficijent efektivne poroznosti 0,93 %.

To znači da je razradom bunara kompresiranjem tokom 12 sati, u području Stanara kod Doboja, moguće stvoriti zonu zasićenja 50 % kiseonikom u poluprečniku od 265 m. Naravno ovaj proračun ostaje samo u sferi idealno ravnomernog rasprostranjenja u akviferu. Naime, stvaranje zone zasićenja podzemne vode kiseonikom je uslovljeno i drugim faktorima (nivoom vode u akviferu, prisustvom tzv. "vadozne zone" u akviferu, pritiskom i protokom vazduha iz kompresora, smjerom i brzinom podzemnog toka, promjenom vrijednosti poroznosti vodonosnog

sloja i njegove hidrauličke provodljivosti u različitim smjerovima i na različitim udaljenostima od bunara).

Imajući u vidu da će se podzemna voda u bliskoj pribunarskoj zoni, brzo zasititi gasovima, to će se nastavkom utiskivanja vazduha, nove količine vazduha nagomilavati u vadoznoj zoni, privremeno povećavajući geostatički pritisak ili će, kod arteskih akvifera, formirati vazdušni jastuk u njegovom gornjem dijelu. Kiseonik iz ove zone će se tokom vremena, usporeno rastvarati u vodi i tokom crpljenja bunara, odn. radikalno usmjereno kretanja vode ka bunaru vršiti njenu aeraciju. Aeracija kao proces direktno utiče na obaranje sadržaja gvožđa, mangana, nitrita i amonijaka u vodi.

Zaključci

Ovim radom se ukazuje na to, da se kiseonik i korišćeni različiti rastvori u podzemnoj vodi mogu zadržati na velikom prostoru i dugo vremena nakon razrade i regeneracije pijezometara i bunara, što objektivno može uticati na rezultate prvog ispitivanja fizičko-hemijskog sastava podzemne vode.

U radu su prezentovani podaci o ovoj pojavi u akviferu neogene starosti u Stanarima kod Doboja i u aluvijalnoj izdani u Kozluku kod Zvornika.

Na osnovu provedenih ispitivanja sadržaja gvožđa, mangana, amonijaka i nitrita, može se zaključiti da rezultati laboratorijskih ispitivanja fizičko-hemijskog sastava uzoraka podzemne vode, ne prikazuju realan sadržaj gvožđa,

mangana, nitrita i amonijaka u podzemnoj vodi u toku prvog testiranja probnim crpljenjem novog bunara, ukoliko se ispitivanja izvode, odmah nakon izvođenja, ispiranja i razrade bunara metodama uz korišćenje komprimovanog vazduha.

Naime, često su dobijeni rezultati manji od očekivanih i poznatih za taj akvifer, što može dovesti neiskusnog istraživača i investitora u situaciju, da donose ishitrene odluke o nastavku ulaganja, u objekte za zahvatanje i tretman voda ili da sumnjaju u ispravnost izvedenih laboratorijskih analiza fizičko-hemijskog sastava vode.

Zaštita materijala i životne sredine 2 (2013), broj 1

Kako bi se u budućnosti eliminisao ovaj problem u proceduri, hidrogeoloških istraživanja, neophodno je izvršiti fizičko-hemijske analize podzemne vode, prije i poslije razrade bunara aerliftovanjem (i nakon ispiranja čistom vodom),

kako bi se mogao sagledati efekat aeracije vode u akviferu, tokom razrade bunara, kao i sadržaj preostalih količina različitih rastvora korišćenih pri razradi i regeneraciji bunara.

Reference

1. Harter,T. and J.W. Hopmans(2004),Role of vadose zone flow processes in regional scale hydrology: review, opportunities and challenges. IN: Unsaturated zone modeling: Progress, Challenges and Applications. Eds. R.A. Feddes, G.H. De Rooij, and J.C. van Dam. Kluwer Academic Publs. Dordrect. Pages. 179-210, Available at: <http://hopmans.lawr.ucdavis.edu/papers-ppt-zip/harter& hopmans.pdf>
2. Hopmans, J.W. and M. Th. Van Genuchten. (2005) Vadose Zone: Hydrological Processes. IN: Encyclopedia of Soils in the Environment. (Hillel, D., Ed.). pages 209-216. Elsevier Ltd. Abailble at: http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/53102000/pdf_pubs/P2022.pdf
3. Rafferty K.,(2001)"Specification of Water Wells" ASHRAE Transactions, Vol.107, Pt. 2. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. pp 487-493 [Available at <http://geoheat.oit.edu/ pdf/tp112.pdf>]
4. Harter T.,(2003) "Water well design and construction" Groundwater cooperative extension program, University of California, [Available at Error! Hyperlink reference not valid..edu/Publications/Harter_FWQFS_8086.pdf]
5. Richard Buamah (2009) Adsorptive Removal of Manganese, Arsenic and Iron from Groundwater, Dissertation, Wageningen University, Delft, The Netherlands,
6. Gleick, P. H.,(1996): Water resources. In Encyclopedia of Climate and Weather, ed. by S. H. Schneider, Oxford University Press, London
7. J.A. Jay, N.K. Blute, H.F. Hemond, J.L. Durant, Water Res. 38 (2004) 1155-1169.
8. K.V. Hege, M. Verhaege, W. Verstraete, Water Res. 38 (2004) 1550-1567.
9. Petković, S.(2008), Svetska kriza vode, Voda i sanitarna tehnika, vol. 38, no. 5, pp. 3-18.
10. Novakovic V., Gligoric M.,(1997) "Influence of alumina production in the Birac factory, Zvornik, on the quality of groundwater"; International conference of aluminum industry of Jugoslavija, Banja Koviljaca, Collection of papers. pp 123-127.
11. Novaković V.,Gligorić M.,Grujić R.,(2009) "Vodovod 2009" Udruženje inženjera i tehničara Srbije, Zlatibor - Springer., pp.124.
12. Grujic R.,Novakovic V.,Gligoric M., Zaštita materijala, 49, 4 (2008) pp.60-65
13. Novakovic V.,Gligoric M., Lacnjevac C.,Grujic R., Zaštita materijala, 52, 3 (2011) pp.234-245

ZAHVALNOST

Rad je realizovan u okviru projekta TR – 31003 i TR 34013 koje finansira Ministarsvo za prosvetu, nauku i tehnološki razvoj, Republike Srbije.

QUALITY WELL WATER DEPENDING ON THE WAY WELL DEVELOPMENT

Ranko Grujic¹, Vaso Novakovic¹, Mirjana Stojanović², Miladin Gligoric³, Caslav Lacnjevac⁴,

¹ "IPIN" Ltd, Institut za geologiju i hidroinženjeringu, Bijeljina, Bosna i Hercegovina

² Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, Beograd, Srbija

³ Tehnološki fakultet Zvornik, Univerzitet Istočno Sarajevo, Bosna i Hercegovina

⁴ Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, Srbija

SUMMARY

The compressed air and different dispersants are used for developing and rinsing wells and piezometers to remove filter cake from the borehole wall and clay fractions in the formations. This work shows the influence of used procedures for developing water wells to the testing results of physical and chemical composition of groundwater samples when we test water wells in the first time.

The paper presents results of testing influence of using of the compressed air during the developing of water wells, in the Neogene aquifer in the Stanari settlement, near of city of Doboj, and in the alluvial aquifer in the Kozluk village near city of Zvornik, by correlation of test results immediately after the performing of water wells and later, during their usage. Besides the influence of compressed air, after developing water wells, a particular content and other additives used can stay in groundwater such as phosphates, acids, and inhibitors. In order to eliminate the impact of these activities, long enough rinsing of water wells is very important after developing, that this effect is reduced to acceptable levels.

Keywords: groundwater, iron, manganese, ammonia, development of water wells

KRISTALIZACIJA GRANULISANOG KNO₃ IZ SISTEMA KNO₃-NaCl-H₂O NA POLUINDUSTRIJSKOM POSTROJENJU

Živko Andrić, Milovan Jotanović
"Poliex"- Berane

Izvod

U ovom radu dati su rezultati istraživanja kinetičke kristalizacije krupno kristaličnog kalijum nitrata iz trokomponentnog sistema KNO₃-NaCl-H₂O.

Na prvom koraku definisana je ravnoteža u sistemu KNO₃-NaCl-H₂O, sa jasno ograničenim poljima kristalizacije KNO₃ i NaCl i smješte KNO₃ i NaCl. Imajući u vidu prirodu i strukturu ovog trokomponentnog sistema, kao i ograničenja koja diktira kapacitet postrojenja, konstruisana je odgovarajuća procesna struktura frakcione kristalizacije KNO₃ iz posmatranog sistema.

Pošto sistem sadrži dvije soli koje je potrebno razdvojiti, proces se mora voditi na dvije različite temperature. Saglasno tome procesnu strukturu frakcione kristalizacije kalijum nitrata iz sistema KNO₃-NaCl-H₂O čine:

1. Proces izotermičkog isparavanja i kristalizacije katrijum hlorida (NaCl)
2. Proces hlađenja preko kontaktne površine i kristalizacije kalijum nitrata (KNO₃)

Posebno su proučeni i jednoznačno definisani uslovi kristalizacije kalijum nitrata koji obezbeđuju dobijanje kristala željene forme i veličine zrna, kao i željenog granulacijskog sastava. U tu svrhu definisane su krive hlađenja (temperaturni profili) i hidraulički režimi koji obuhvataju brzine, tokove i geometriju sudova. U ovom dijelu istraživanja definisani su uslovi kristalizacije sa nekoliko frakcija (150,300,400,600 μm) kao i uslovi izdvajanja sferičnih kristala KNO₃. Treba naglasiti da ova faktora (i veličina i oblik kristala) igraju važnu ulogu u primjeni KNO₃, bilo da se koristi za miješanje sa drugim komponentama u produkciji dubriva, bilo da se koristi u pirotehnici, bilo da ide na mljevenje.

Na osnovu ukupnih rezultata istraživanja koncipirano je poluindustrijsko postrojenje kapaciteta 1000 kg/dan, predstavljeno flow sheetom i pratećim opisom koji su dati na kraju ovog rada.

Ključne riječi: frakciona kristalizacija, fazni dijagram, granulacija, veličina kristala, oblik kristala

Uvod

Kalijum nitrat zbog svoje široke i karakteristične primjene, spada u grupu važnih proizvoda neorganske hemijske tehnologije.

Njegova primjena datira još iz stare Kine, gdje se po prvi put koristi za proizvodnju crnog baruta, dok se u Evropi koristi tek od XIII vijeka, za slične potrebe. Interesantno je naglasiti da se sastav crnog baruta (kalijum nitrat, ugalj, sumpor)

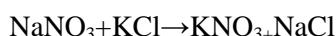
od tih vremena pa do danas praktično nije mijenjao.

Danas se kalijum nitrat u najvećoj mjeri koristi u proizvodnji mineralnih dubriva (visok sadržaj kalijuma, skoro 40%), metalurgiji, medicini, analitičkoj hemiji, ali i u pirotehnici (oksidans), što sve zajedno određuje njegov ukupni značaj.

Generalna koncepcija procesa

Za proizvodnju granulisanog (krupnozrnastog) kalijum nitrata koriste se hemijski čiste neorganske soli:

- Natrijum nitrat (NaNO₃)



- Kalijum hlorid (KCl)

Hemijska reakcija kojom nastaje kalijum nitrat ima sledeći oblik:

(1)

Zaštita materijala i životne sredine 2 (2013), broj 1

Dolazi do prekomponovanja katjona i anjona na način pogodan za postizanje konačnog cilja. Potrebno je frakcionom kristalizacijom izvršiti seperaciju soli KNO_3 i NaCl iz sistema $\text{KNO}_3\text{-NaCl-H}_2\text{O}$. Hemiska reakcija (1) odvija se u

vodenom rastvoru pa je prethodno potrebno prehodno rastvoriti reaktante NaNO_3 i KCl , dobiti zasićen rastvor i stvoriti osnovne pretpostavke za nastavak procesa.

Osnovne bilansne veličine:

• Kapacitet postrojenja	1000kg/dan KNO_3
• Masa NaNO_3 potrebna za proizvodnju	841,5 kg
• Masa KCl potrebna za proizvodnju	737,6 kg
• Masa NaCl koja nastaje u procesu	579,2 kg
• Masa vode potrebna za rastvaranje soli NaNO_3 i KCl	1882,1 kg

Osnova procesa je frakciono razdvajanje sistema $\text{KNO}_3\text{-NaCl-H}_2\text{O}$ i kontrolisanom kristalizacijom dobijanje krupnozrnastih kristala KNO_3 . Autori ovog rada su postigli odgovarajuće rezultate i riješili sledeće determinante procesa:

- Sinteza alternativnih procesnih struktura i verifikacija odabrane procesne strukture za sistem $\text{KNO}_3\text{-NaCl-H}_2\text{O}$
- Kinetika kristalizacije KNO_3 iz navedenog sistema definisana brzinom hlađenja odnosno funkcijom $t = f(\tau)$ u cilju dobijanja kristala KNO_3 željene granulacije i veličine zrna.

Frakciona kristalizacija KNO_3 iz sistema $\text{KNO}_3\text{-NaCl-H}_2\text{O}$

Predmet istraživanja je kristalizacija KNO_3 i NaCl iz trokomponentnog sistema $\text{KNO}_3\text{-NaCl-H}_2\text{O}$. Posebno je proučena i jednoznačno definisana kinetika kristalizacije KNO_3 radi dobijanja veličine kristala sa željenom granulacijskom strukturom.

Polazni sistem $\text{KNO}_3\text{-NaCl-H}_2\text{O}$, iz koga se vrši izdvajanje soli KNO_3 i NaCl , definisan je vektorom parametra

$$\mathbf{P} = \mathbf{P}(\mathbf{G}, c_1, c_2, t) \quad (2)$$

Pri čemu su komponente vektora:

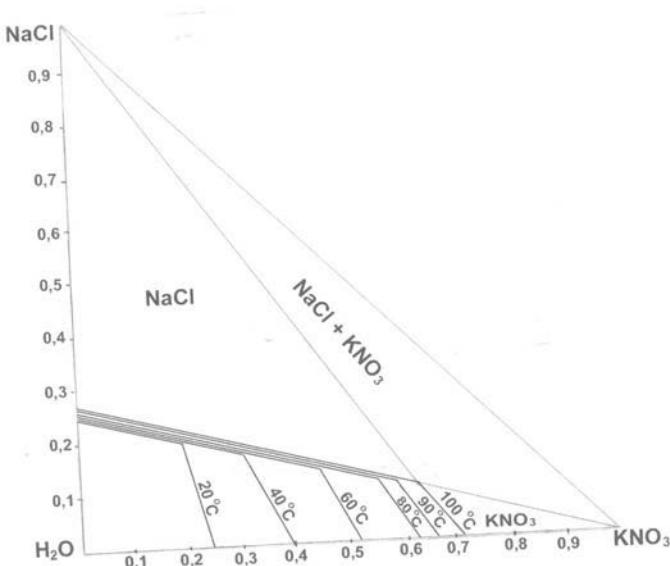
- maseni protok, \mathbf{G}
- sadržaj KNO_3 u sistemu, c_1
- sadržaj NaCl u sistemu, c_2
- temperatura sistema, t .

Sa stanovništva broja stepeni slobode, ovaj sistem može biti:

- nezasićen sistem, ima tri stepena slobode i određen sa tri nezavisna parametra: sadržajem obiju komponenata i temperaturom;
- zasićen sistem u odnosu na jednu komponentu, ima dva stepena slobode i pri zadanoj temperaturi i nekom sadržaju jedne komponente odgovara tačno određen sadržaj druge komponente i obrnuto;
- zasićen sistem u odnosu na obje komponente, ima jedan sistem slobode a najčešće se kao nezavisan parameter uzima temperatura.

Ravnoteža u sistemu $\text{KNO}_3\text{-NaCl-H}_2\text{O}$ prikazana je u ravnotežnom dijagramu oblika pravouglog trougla (sl.1). Na njemu su jasno ograničena polja

nezasićenog rastvora i polja kristalizacije NaCl , KNO_3 i smješe $\text{NaCl} + \text{KNO}_3$.



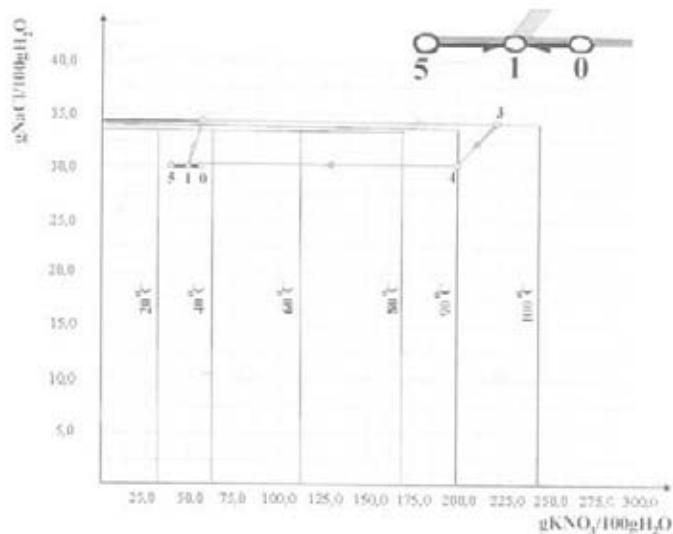
Slika 1.

S obzirom na ograničenja definisana kapacitetom postrojenja za proizvodnju KNO_3 kao i na prirodu ravnoteže u trokomponentnom sistemu $\text{KNO}_3\text{-NaCl-H}_2\text{O}$, koji je prikazan na sl.1, sintetizovana je odgovarajuća procesna struktura frakcione kristalizacije KNO_3 i posmatranog sistema. Pošto se vrši frakciona separacija sistema, koji sadrži dvije soli, proces se mora provoditi na najmanje dvije temperature (izoterma na kojoj kristališe NaCl i izoterma na kojoj kristališe KNO_3). Prema tome, procesnu strukturu frakcione kristalizacije KNO_3 iz sistema $\text{KNO}_3\text{-NaCl-H}_2\text{O}$ čine :

- proces izoternskog isparavanja i kristalizacije NaCl .

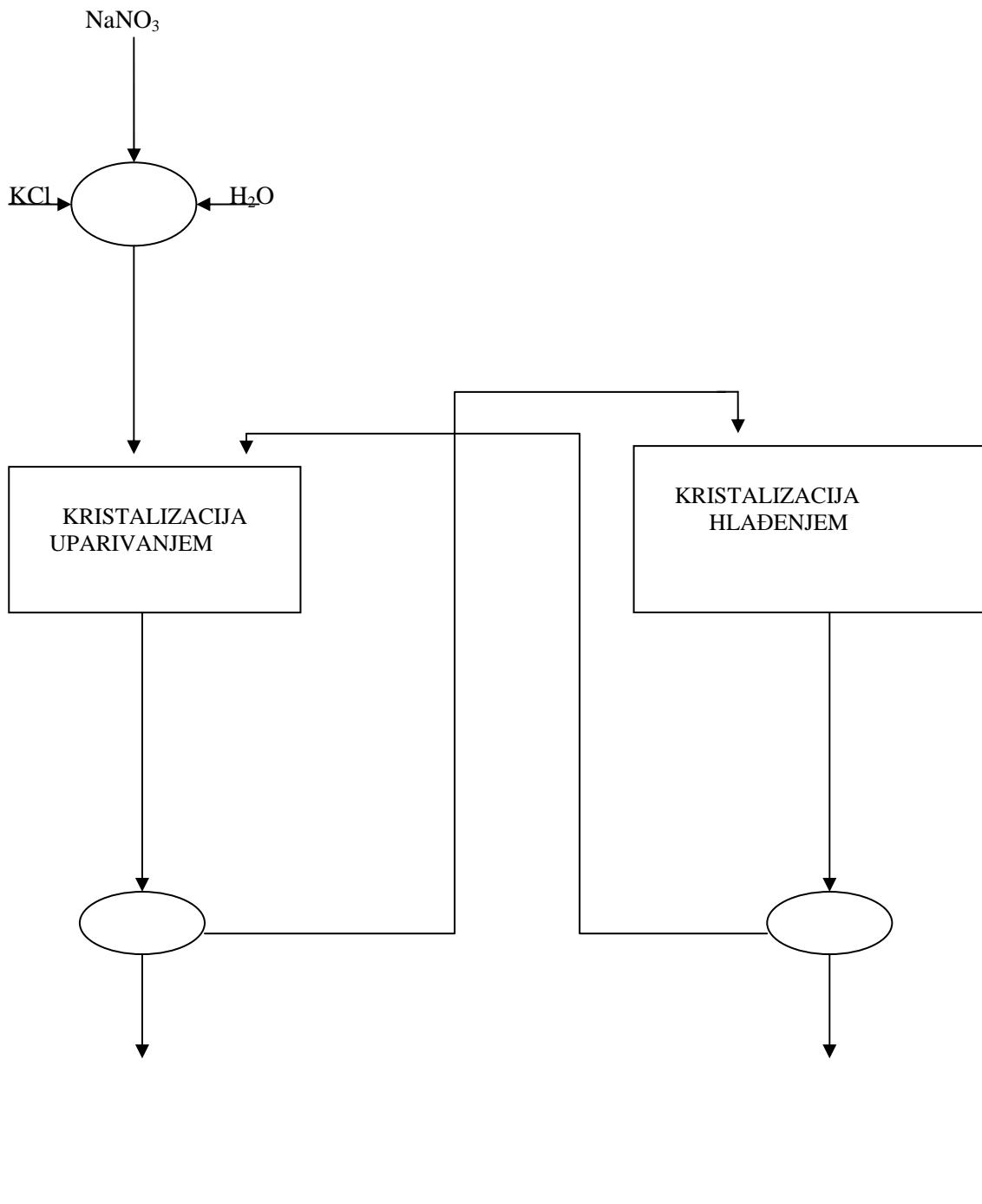
- proces hlađenja preko kontaktne površine i kristalizacija KNO_3 .

Bazni proces kristalizacije, razdvajanjem sistema $\text{KNO}_3\text{-NaCl-H}_2\text{O}$, je prikazan jednim zatvorenim ciklusom na sl.2. Miješanjem matične lužine (tačka 5) i početnog rastvora tačka (0) dobija se smješa (tačka 1). Taj miješani ratvor se podvrgava izoternskom isparavanju na temperaturi 95°C i odgovarajućem pritisku, a stanje sistema dolazi u tačku (3). Pri tome izdovjeni kristali se na centrifugi ispiraju čistom vodom tako da matična lužina dolazi u stanje prikazano tačkom (4). Ova matična lužina se hlađi do temperature $22\text{-}23^{\circ}\text{C}$ (tačka 5), a izdvojeni kristali KNO_3 se poslije isparavanja suše i pakuju.



Slika 2.

Flow Sheet dijagram za definisanu procesnu strukturu kristalizacije KNO_3 i sistema $\text{KNO}_3 - \text{NaCl} - \text{H}_2\text{O}$ prikazan je na sl.3. Ovo je realna procesna struktura koja odgovara sastavu ulaznog rastvora.



Slika 3.

Koncentracija i drugi parametri nastali simulacijom procesne strukture i proračunom

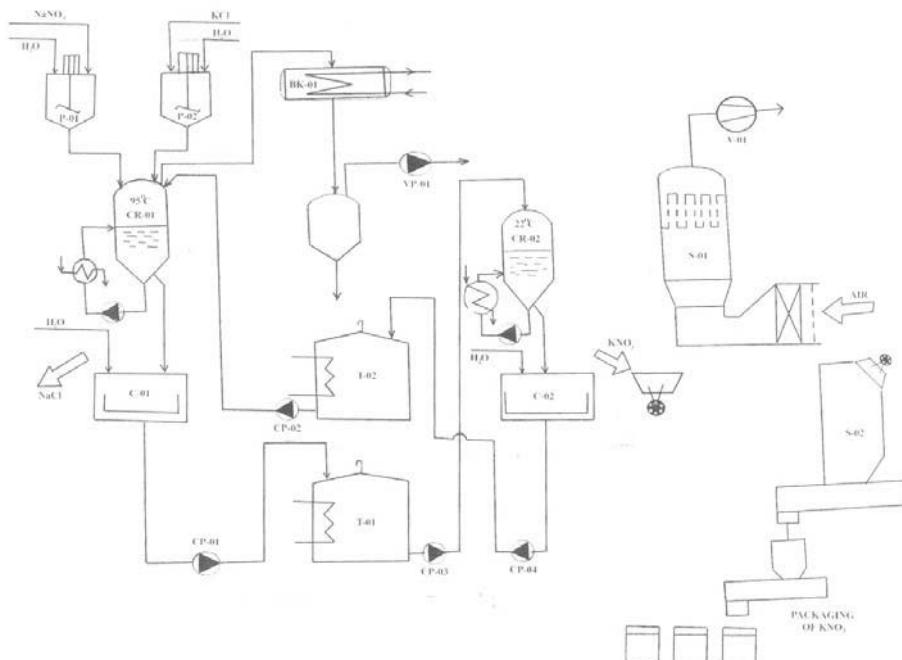
materijalnog bilansa procesa, koji se mogu pročitati sa sl.2, dati su u tabeli 1.

Tabela 1. Podaci za relevantne parametre u tačkama 1-5 sa sl.2

Tačka sa slike 2	Koncentracija g/100gH ₂ O		Čvrsta faza
	NaCl	KNO ₃	
0	30,77	53,13	-
1	30,80	49,28	-
3	34,00	218,00	NaCl
4	30,77	200,00	-
5	30,80	37,5	KNO ₃

Opis procesa za proizvodnju KNO₃

Kompletan proces za proizvodnju KNO₃ kapaciteta 1000t/dan prikazuje Flow Sheet dijagram na sl. 4.



Slika 4.

Čiste soli NaNO₃ i KCl, koje u ovom procesu služe kao sirovine rastvaraju se sa demineralizovanom vodom u posudama P-01 i P-02. Zasićeni rastvori obje komponente uvode se u izotermni isparivač katalizator CR-01. U njemu se otparavanjem vode, na temperaturi 95°C, vrši kristalizacija NaCl koji se na centrifugi C-01 razdvaja od matične lužine. Kristali NaCl se na centrifugi ispiraju demineralizovanom vodom i izvode iz postrojenja na dalju obradu. Matična lužina temperature 90°C se pumpom CP-01 prebacuje u termostatirani rezervoar T-01, a iz njega pumpom CP-03 u kristalizator sa hlađenjem preko kontaktne površine CR-02. Hlađenjem matične lužine do 22-23°C se iskristališe KNO₃.

Brzina hlađenja, kao regulirajuća varijabla, omogućava nam dobijanje kristala željene veličine i granulometrije. Kristali KNO₃ se na centrifugi C-02 razdvajaju od suspenzije, zatim se peru, suše u sušnici sa fluidiziranim slojem S-01 i odlažu u silos S-02. Nakon toga se proizvod pakuje u propisanu standardnu ambalažu. Matična lužina se iz centrifuge pumpom CP-04 sakuplja u termostatiranom rezervoaru T-02 odakle se vraća u kristalizator CR-01 i time se ciklus zatvara. Postrojenje, prikazano na sl.4 je diskontinualnog tipa i proizvodi 1000t/dan KNO₃. Veličina i konstrukcione karakteristike aparata i uređaja su određene ali nisu predmet ovog rada. Cilj autora je bio objavljivanje rezultata dobijenih

istraživanjem frakcione kristalizacije KNO_3 iz sistema $\text{KNO}_3\text{-NaCl- H}_2\text{O}$ i kinetika hlađenja i

uticaja na granulometrijski sastav kristala KNO_3 .

ZAKLJUČAK

U ovom radu je sintetizirana optimalna procesna struktura kristalizacije granulisanog KNO_3 iz sistema $\text{KNO}_3\text{- NaCl- H}_2\text{O}$. Frakcionala separacija ovog sistema zasniva se na zatvorenom baznom kristalizacionom ciklusu između izotermi 95°C i 20°C . Ukupan proces čine dva međusobno povezana i dobro sihronizovana procesa:

- proces izoternog otparavanja vode na 95°C i kristalizacija NaCl .
- proces hlađenja sistema preko kontaktne površine do 20°C i kristalizacija KNO_3 .

Proces kristalizacije KNO_3 iz sistema $\text{KNO}_3\text{-NaCl-H}_2\text{O}$ prikazan je u ravnotežnom dijagramu sistema.

U ovom radu posebno je proučavana kinetika kristalizacije KNO_3 , sa ciljem dobijanja kristala veličine 150-600 μm .

Poseban akcenat je stavljen na definisanje hidrodinamičkih režima koji obezbjeđuju kristale sferičnog oblika.

Autori ovog rada definisali su uslove dobijanja kristala željenog granulacijskog sastava, kao i uslove dobijanja sferičnih kristala. Međutim, osnovni parametri koji određuju ovu kinetiku: krive hlađenja (temperaturni profili), brzine miješanja, kao i geometrija sudova, ovom prilikom ne mogu biti prezentirani jer se odnose na zaštićeni know-how.

LITERATURA

1. Jančić S.J, Grootchalten P.A, Industrial Crystallization, Delft University Press, Delft, D.Reidel Publishing Company, Dardrecht, Holand, 1984.
2. Matusevich L.N, Kristalizacija iz rastvorov v hemičeskoj promisljenosti, Himija, 1968.
3. Hamski E.V, Kristalizacija v hemičeskoj promisljenosti, Himija, 1969.
4. Plamovski A.N, Ramm V.M, Kagan S.Z, Procesi i Aparati hemičeskoj tehnologiji, Himija 1967.
5. Pozin M.E, Tehnologija mineralnih solej, Himija 1970.
6. Kasatkin A.G, Osnovnie procesi i aparati hemičeskoj tehnologiji, Goshimizdat 1960.
7. Romankov P.G, Kurockina, M.I, Moszerin N.N, Procesi i Aparati hemičeskoj promisljenosti, Himija, 1989.
8. Coulson J.M, Richardson J.F, Sinnott R.K, Chemical Engineering, Volume 6, Pergamon Press, 1983.
9. Perry R.H, Green D, Chemical Engineers Handbook, C-th edition, McGraw Hill, 1984.

**CRYSTALLIZATION OF GRANULATED KNO₃ FROM THE KNO₃-NaCl-H₂O SYSTEM
IN SEMI-INDUSTRIAL INSTALLATION**

Živko Andrić, Milovan Jotanović
"Poliex"- Berane

Abstract

This paper presents study results of kinetic crystallization of sturdy crystal potassium nitrate from a three component system KNO₃-NaCl-H₂O.

First step defines the equilibrium in KNO₃-NaCl- H₂O system, with clearly limited crystallization fields of both, separate KNO₃ and NaCl, and KNO₃ and NaCl mixture. Therefore, given the nature and structure of this three component system, and restrictions dictated by the capacity of the installation a corresponding procedural structure of fractional crystallization of KNO₃ from the observed system was constructed. Since the system contains two salts that are to be separated, the process must be conducted at two different temperatures. In line with this process, the structure of fractional crystallization of potassium nitrate from the system KNO₃-NaCl- H₂O is made of:

1. The process of isothermal evaporation and crystallization of sodium chloride (NaCl)

2. The cooling process through contact surfaces and crystallization of potassium nitrate (KNO₃)

Special attention was put to unambiguously defined crystallization conditions of potassium nitrate which further allows obtaining desired shape and size of grains, as well as the desired granular composition. For this purpose cooling curve (temperature profiles) and hydraulic regimes were defined and they include speed, flow and dish geometry. Also, in this section, crystallization conditions with several fractions (150,300,400,600 µm) were defined as well as the segregation conditions of spherical KNO₃ crystals. It should be noted that these factors (both the size and the shape of crystals) play an important role in the application of KNO₃, whether it is planned for mixing with other components in fertilizer production, whether it is planned for use in pyrotechnics or planned for grinding.

Based on the results of the research a semi-industrial installation of 1000 kg/day capacity was conceptualized, and this is presented in flow sheet and accompanying descriptions that are given at the end of this paper.

Key words: fractional crystallization, phase diagram, granulation, crystal size, crystal shape

СИР - Каталогизација у публикацији
Централна народна библиотека Црне Горе, Цетиње

UDK 620.1:502

ZАŠТИТА materijala i životne sredine = Material
and environment protection / urednik Darko
Vuksanović. - God. 2, br. 1 (2013)- . - Podgorica
(Vlada Martinovića 55) : Crnogorsko društvo za koroziju,
zaštitu materijala i zaštitu životne sredine, 2013
(Podgorica : YUGRAFIC)

Dva puta godišnje.
ISSN 1800-9573 = Zaštita materijala i životne
sredine
COBISS.CG-ID 20193296



Studio Synthesis architecture&design doo Podgorica

je projektantska kompanija koja je poslednjih sedam godina ostvarila zapažen napredak na arhitektonskom i urbanističkom polju, afirmišući se kroz mnoge internacionalne projekte kao i kroz veliki broj arhitektonskih realizacija na teritoriji Crne Gore.

Intergalni projektanski pristup Studio Synthesis ostvaruje kroz tri odsjeka : urbanističko projektovanje, arhitektonsko projektovanje i projektovanje enterijera.

Poslednjih godina Studio Synthesis takođe intezivno razvija i segment održivih novih tehnologija pružajući tako kompletan odgovor na sve složenije zahtijeve projekata i investitora.

Ovako kompleksan pristup artikuliše kroz niz istaknutih aktivnosti:

- prostorno planiranje i urbanizam
- urbanističko projektovanje
- arhitektonsko projektovanje
- pejzažno uredjenje
- dizajn enterijera
- lighting dizajn
- studijska istraživanja
- inžinjering
- project management
- inovativne tehnologije

U svakom od pomenutih odsjeka, timovi visokostručnih planera, arhitekata i dizajnera se bave istraživačkim radom i usavršavanjem sopstvene metodologije .

Izuzetna kadrovska struktura zaposlenih zapravo jeste njen ključni poslovno-razvojni resurs.

Studio synthesis aktivno učestvuje na mnogim internacionalnim workshopovima, sajmovima, konferencijama i izložbama. Ovakav model predstavljanja, razmjene i kooperativnosti značajan je za globalno unapređenje djelatnosti u regionu, ali i za kvalitet planarske i arhitektonske prakse u Crnoj Gori. Na toj osnovi, kompanija je zasnovala kvalitetne poslovne odnose sa renomiranim međunarodnim projektanskim kompanijama iz Kanade, Italije , Engleske, kao i sa nekoliko poznatih evropskih Univerziteta.

Izvršni direktor: Mr Sonja Radović Jelovac, dipl.ing. arh
Studio SYNTHESIS architecture&design doo
Bul. Džordža Vašingtona 3/4 81 000 Podgorica
www.studiosynthesis.me
tel. +382 20 / 228 083 fax. +382 20/ 228 081
e-mail: info@studiosynthesis.me

studio SYNTHESIS
architecture&design



www.studiosynthesis.me

STUDIO SYNTHESIS architecture&design LTD
Bul. Džordža Vašingtona bb
81000 Podgorica, Montenegro

www.studiosynthesis.me
info@studiosynthesis.me

tel. +382 20 228 083
tel. +382 20 228 082
fax. +382 20 228 081

Company no: 02695049
V.A.T.: 30/31-07165-7
Acc.no.: 510-20271-46



WWW.STUDIOSYNTHESIS.ME





NOVO!!!

NOVO!!!

NOVO!!!

AD "POLIEK", BERANE

Izgrađen kao fabrika namjenske industrije za potrebe Vojske AD "POLIEK" je prvobitnu proizvodnju minsko-eksplozivnih sredstava je 1991. godine dopunio proizvodnjom inicijalnih sredstava, a tri godine kasnije usvojena je i proizvodnja eksploziva za civilnu upotrebu.

Fabrički je uveden ISO 9001 standard - Sertifikovani sistem menadžmenta i svi proizvodi su usklađeni sa evropskim standardima tj. posjeduju CE znak po tipu Modula B i Modula D.

Fabrika se takođe bavi uslugom minerskog servisa, kao i delaboracijom minsko-eksplozivnih sredstava i ima obučeni kadar i mogućnost da ovu oblast dodatno usavršava.

TERMOBARIK

- Moćnija eksplozivna akcija!!!
- U velikom se opsegu čuvaju svojstva dodatnih razornih činilaca - šrapneli i brizantnost.
- Termobarik municija je fatalna za život u vještačkim i prirodnim skloništima.
- Dizajn termobarik municije blago se razlikuje od konvencionalne municije.
- Veliki broj municije može se pretvoriti u termobarik bez mijenjanja dizajna (avio-bombe).

*Uporedni testovi mine 82 mm
napunjene sastavom TBS i TNT*



TBS 1



TNT

*Uporedni testovi punjenja TBS 1 i TNT
mase 2 kg u vodi na dubini od 1 m
TNT ekvivalent TBS-1 minskog dejstva 2.5*



TBS 1

TNT



NOVO!!! NOVO!!! NOVO!!!

AMONIJUM PERHLORAT NH_4ClO_4

Bijeli kristalni prah.Zbog svojih svojstava masovno se koristi u proizvodnji kompozitnih raketnih goriva, a takođe i u pirotehnici.

KALIJUM PERHLORAT KClO_4

Bijeli kristalni prah.Zbog svojih svojstava koristi se eksploziva, posebno u proizvodnji privrednih eksploziva, kao i u pirotehnici.

KALIJUM HLORAT KClO_3

Bijeli kristalni prah.Veoma jak oksidans, koji nalazi široku primjenu u pirotehnici.

KALIJUM NITRAT KNO_3

Bijeli kristalni prah.Veoma široka primjena u mnogim oblastima, posebno u pirotehnici i proizvodnji mineralnih dubriva.

BARIJUM NITRAT $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$

Bijeli kristalni prah.Nalazi primjenu u pirotehnici, naročito za bojenje plamena.

BARIJUM HROMAT BaCrO_4

Žuti kristalni prah.Široka primjena u mnogim granama, naročito u pirotehnici.

BARIJUM PEROKSID BaO_2

Sivo bijeli kristalni prah.Zbog izraženih oksidacionih svojstava koristi se u pirotehnici, ali i za dobijanje kiseonika.

OLOVOFEROCIJANID $\text{Pb}_2[\text{Fe}(\text{CN})]_6$

Svjetložuti kristalni prah.Osnovna primjena je pirotehnika.

OLOVO HROMAT PbCrO_4

Žuti do žutocrveni kristali.Upotrebljava se u pirotehnici, ali i u proizvodnji mineralnih boja.

STRONCIJUM NITRAT $\text{Sr}_2(\text{NO}_3)_2$

Bijeli kristalni prah.Upotrebljava se u pirotehnici, ali i u mnogim drugim granama industrije.

SREBRO JODID AgJ

Svjetložuti kristalni prah.Upotrebljava se u fotografiji i kod izrade protivgradnog reagensa, kao aktivna komponenta.

AMONIJUM JODID NH_4J

Bijeli kristalni prah.Upotrebljava se u fotografiji, medicini, a takođe kod izrade protivgradnog reagensa.

HI "POLIEX" AD Berane, Crna Gora,
Police bb

Tel/Fax 382 (0)51 241-634

Mob.+382 (0)69 318-211 ; +382 (0)67 444-999



poliex@t-com.me www.poliex.me



D.O.O. TUJKO - KOTOR
85318 Radanovići, Nalježići
Tel/fax: 032//363-138
Mob: 069/024-841;069/044-831
E-mail: tujko@t-com.me
PIB: 02125200
PDV reg br: 92/31-00193-7
Tkući račun: NLB 530-11284-14



OSNOVNI PODACI:

Naziv: Društvo za spoljnu i unutrašnju trgovinu i usluge "TUJKO" D.O.O. Kotor

Lica u Društvu: 1. **Osnivač - Slavko Tujković**

2. **Osnivač - Momir Tujković**

Sjedište društva: Grbalj-Nalježići bb Kotor

Adresa za prijem službene pošte: Nalježići bb, 85318-Radanovići

Matični broj: 02125200

Telefon/Fax: Firma-032/363-138

E-mail: tujko@t-com.me

O NAMA:

"TUJKO" D.O.O je privredno društvo koje se bavi eksploracijom kamenja, proizvodnjom i prodajom građevinskog materijala: frakcionisanog kamenog agregata, betona i betonske galerije.

Preduzeće DOO "TUJKO" Kotor osnovano je 25.09.1992.godine sa osnovnom djelatnošću proizvodnja šljunka i pijeska i prerada agregata od kamena. Godine 1995, dobijena je koncesija za eksploraciju kamena na ležištu "Rudine" u Nalježićima u trajanju od 10 godina tj. do 2005 godine. Preduzeće je počelo rad sa skromnim voznim parkom od jednog kamiona i jedne male mobilne drobilice koja se opsluživala ručnim putem, kapaciteta $6m^3/h$.

Danas, privredno društvo DOO "TUJKO" ima 30 stalno zaposlenih radnika i posjeduje: ugovor o koncesiji do 2018 godine, drobilično postrojenje kapaciteta $40 m^3/h$, koje proizvodi aggregate 0-4, 4-8, 8-16, 16-32 i sijani tampon. Takođe posjeduje i postrojenje za premeljavanje frakcija koje proizvodi agregat 0-4, kapaciteta $25m^3/h$.

USLUGE:

Preduzeće "TUJKO" D.O.O bavi se uslugama:

- prevoza,
- iskopa,
- i svih pripremnih radova u građevinarstvu.

Privredno društvo "Tujko" d.o.o. posjeduje atestnu dokumentaciju i informacije o garanciji kvaliteta:

1. Kontrolu kvaliteta i izdavanje sertifikata (atesta) frakcionisanog drobljenog agregata za izradu betona za naše potebe obavlja **Institut za ispitivanje materijala A.D. Beograd**.
 - Sertifikat o usaglašenosti Institut IMS ad Beograd, br. 04-003-IMS-161/13 za frakcionosani drobljeni agregat za izradu betona i asfalt betona. Ovaj Sertifikat potvrđuje da su zadovoljeni svi kriterijumi za ocjenu usaglašenosti u Naredbi o obaveznom attestiranju frakcionisanog kamenog agregata za beton i asphalt i standardima SRPS B.B2.010:1986 i SRPS B.B3.100:1989 i da proizvod ispunjava sve propisane zahtjeve. Sertifikat sadrži:
 - Fizičke, mehaničke, hemijske i geometrijske osobine frakcionisanog agregata
 - Petrografska sastav
 - Granulometrijski sastav frakcionisanog agregata
 - Rezultate ispitivanja kamena koji se koristi kao sirovina za proizvodnju agregata
 - Nalaz i mišljenje o upotrebljivosti
 - Izvještaj o ispitivanju mješavine drobljenog kamenog agregata za upotrebu u putogradnji za tamponski sloj.
2. Ispitivanje agregata, cementa i izradu recepture za spravljanje betona na Fabrici betona „Tujko“ obavlja **ABG TEST D.O.O.-Podgorica**.
Koji sadrži:
 - Ispitivanje agregata, izvještaj o ispitivanju fizičko mehaničkih karakteristika frakcije(agregata) za beton.
 - Izvještaj o ispitivanju cementa
 - Ocjenu podobnosti komponenata-analizu rezultata ispitivanja
 - Tehničke karakteristike
 - Grafički prikaz granulometrijskog sastava frakcija agregata za beton
 - Recepture za spravljanje betona
 - Izvještaj o ispitivanju čvrstoće betonskih tijela pri pritisku
3. Sertifikat kompanije: Sertifikate za sisteme menadžmenta, JUQS i IQNet sertifikate za sisteme menadžmenta kvalitetom ISO 9001, zaštitom životne sredine ISO 14001 i upravljanja zaštitom zdravlja i bezbjednošću na radu ISO 18001.



...uvijek ispravna odluka-kvalitet-CETI

**ANALIZOM I KONTROLOM RAZLIČITIH SEGMENTA
ŽIVOTNE SREDINE DOPRINOSIMO NJENOJ ZAŠTITI I
UNAPREĐENJU**

**KONTROLOM KVALITETA I BEZBIJEDNOSTI HRANE
DOPRINOSIMO PODIZANJU KVALITETA ŽIVOTA**

MONITORING ° ANALIZE ° UZORKOVANJE ° ELABORACIJA REZULTATA

www.ceti.co.me; tel: +382 20 658 093; 658 090; fax: +382 20 658 092

Centar za ekotoksikološka ispitivanja Podgorica DOO (CETI) je osnovala Vlada Crne Gore za vršenje poslova ispitivanja svih segmenata životne sredine: vazduha, vode, mora, zemljišta, flore i faune, klimatskih promjena, ionizujućeg i neionizujućeg zračenja, buke i vibracije, izrade posebnih toksikoloških studija, analiza i programa za potrebe državnih organa, naučnoistraživačkih ustanova, privrede i građana, kao i poslova kontrole zdravstvene ispravnosti životnih namirnica i predmeta opšte upotrebe.

CETI vrši:

- ekotoksikološka i ispitivanja kvaliteta (fizičko-hemijska ispitivanja i ispitivanje sadržaja radionuklida) svih segmenata životne sredine (vode, vazduha, zemljišta, sedimenta, mora...);
- kategorizaciju otpada;
- ispitivanje otpadnih gasova - emisija;
- ispitivanje radona;
- snimanje „nultog“ stanja potrebnog za izrade studija lokacija i elaborata o procjeni uticaja na životnu sredinu;
- izradu toksikoloških studija, analiza i programa za potrebe državnih organa, naučnoistraživačkih ustanova, privrednih društava i drugih subjekata;
- dozimetrijska mjerena, osiguranje i kontrola kvaliteta (QA/QC);
- kontrolu i izdavanje sertifikata za promet roba (hrane i predmeta opšte upotrebe) u uvozu, izvozu i proizvodnji;
- ispitivanje radne sredine (komfor-mikroklimatski uslovi, hemijske i fizičke štetnosti);
- ispitivanje buke i vibracije u radnoj i životnoj sredini;
- pripremu i izradu akta o procjeni profesionalnih rizika zaposlenih sa predlogom mjera za njihovo otklanjanje.

CETI se trudi da neprestano unapređuje kvalitet svojih usluga kako bi obezbijedio ispunjenje zahtjeva i očekivanja korisnika, održava na vrhunskom nivou sistem etaloniranja za svu opremu koju koristi za kontrolisanje i ispitivanje, sprovodi sistem međulaboratorijskih ispitivanja i kontrolnih i funkcionalnih proba u cilju provjere i obezbjeđenja tačnosti i preciznosti laboratorijskih rezultata i kompetentnosti rada Laboratorije i stalno podiže nivo obrazovanja i povećava motivaciju i zadovoljstvo zaposlenih.

CETI je institucija koja pored visoke stručnosti posjeduje i višegodišnje iskustvo u djelatnosti ekotoksikoloških ispitivanja svih segmenata životne sredine. Od osnivanja je postigao da svoju djelatnost proširi po obimu, vrsti ispitivanja, broju analiza što je rezultiralo i širenjem liste klijenata tj. korisnika usluga. Danas može da ponudi široki spektar analiza koje se rade po savremenim, svjetski priznatim metodama i sa najkvalitetnijom i najpouzdanim laboratorijskom opremom.

Osnovni cilj djelovanja CETI je kreiranje i realizacija uspješne strategije zasnovane na konkurenčkim prednostima sopstvene organizacije i uvažavanju potreba i interesa klijenata s ciljem širenja liste klijenata i jačanja i osvajanja povjerenja korisnika usluga na domaćem i tržištu regiona. Ostvarenje ovih zadataka podrazumijeva prije svega veliku angažovanost

zaposlenih, odgovarajuću instrumentalnu opremu, finansijska sredstva i vrijeme. Temelj uspjeha ujedno i prednost CETI jeste angažman svih zaposlenih, spremnost na nove izazove, a sve sa ciljem ostvarivanja zajedničke vizije – da CETI bude institucija prepoznata, u regionu i šire po stručnosti, pouzdanosti analiza, uvijek raspoloživa na tržištu uz konkurentne cijene.

Naši klijenti cijene implementaciju standardnih metoda analiza EN, MEST ISO, ISO, DIN, pridržavanje najviših profesionalnih standarda i dobre laboratorijske prakse, primjenu poznatih i priznatih metoda ispitivanja, obezbjeđenje tačnosti i preciznosti laboratorijskih rezultata i kompetentnosti rada Laboratorije, visoke sposobnosti i mogućnosti CETI, kratko vrijeme realizacije posla, konkurentne cijene, potpuno osiguranje kvaliteta rezultata i kontrolu sistema kvaliteta.

LABORATORIJSKE TEHNIKE

- *gasna hromatografija – masenomasena spektrometrija (GC-MSMS)*
- *gasna hromatografija - masena spektrometrija (GC-MS)*
- *gasna hromatografija (GC – ECD, FID, NPD, TCD, PID,FPD)*
- *tečna hromatografija visokih performansi (HPLC - UV, RF, DAD, RID)*
- *tečna hromatografija sa masenim spektrometrom LC- MS*
- *induktivno spregnuta plazma - optička emisijska spektrometrija (ICP-OES)*
- *atomska apsorpciona spektrofotometrija (AAS)-plamena i sa grafitnom kivetom*
- *spektrofotometrija i spektroskopija (UV, VIS, FTIR)*
- *Analizator žive*
- *TOC analizator*
- *analizatori emisija izduvnih gasova*
- *analizator gasova po VDI za mjerjenje emisije iz velikih ložišta preko 3 MW*
- *γ - spektrometri sa 40% i 38% efikasnosti*
- *α - spektrometar*
- *scintilacioni brojač, scintilaciona sonda*
- *α, β - counter*
- *Oprema za kontrolu Rentgen aparata*
- *Oprema za mjerjenje radona i njegovih potomaka*
- *Oprema za mjerjenje buke i vibracija, mikroklima, temperature, vlažnosti i brzine strujanja vazduha (anemometar)*
- *Automatske monitorske stanice za praćenje kvaliteta vazduha*
- *Automatske stanice za kvalitet riječne i morske vode*
- *Uzorkivači vazduha za određivanje PM 10 i PM 2,5*
- *Uzorkivač vazduha za dioksine*
- *Uzorkivači za vode, sediment, zemljишte i opasne materije*

Tokom 15 godina uspješnog poslovanja najznačajniji klijenti CETI su: Elektroprivreda Crne Gore, Kombinat aluminijuma, Termoelektrana Pljevlja, Luka Bar, Brodogradilište Bijela, Kliničko bolnički centar, Agencija za zaštitu životne sredine, Novi Volvox, Cerovo, 16 Februar, Porto Montenegro, Tradeunique, Okov, Nivel i dr.



- *O preduzeću*

Preduzeće „MEDIX“ d.o.o. Podgorica osnovano je u oktobru 1998. godine. Zapošljava 4 radnika koji su u stalnom radnom odnosu, a u honorarnom odnosu ima 15-tak radnika.

- *Djelatnost*

Osnovna djelatnost preduzeća je izrada Elaborata procjene uticaja na životnu sredinu, Strateških procjena uticaja, Studija izvodljivosti i Projekata iz oblasti životne sredine.

U svom dugogodišnjem radu ovo preduzeće je uradilo preko 500 Elaborata procjene uticaja, kao i značajan broj Strateških procjena uticaja i Studija izvodljivosti.

Preduzeće okuplja veliki broj stručnjaka iz različitih oblasti koji za pojedine poslove čine multidisciplinarni tim. Svi angažovani stručnjaci imaju veliko iskustvo u izvršavanju poslova iz oblasti životne sredine, tako da je ovo preduzeće jedno od vodećih u pružanju usluga koje se odnose na sferu njegove djelatnosti.

Osim saradnje sa domaćim institucijama i preduzećima, jedan dio aktivnosti preduzeća je vezan i za saradnju sa inostranim partnerima koji se bave problemima životne sredine.

- *O sposobljenosti*

Preduzeće „Medix“ je u svakom pogledu sposobljeno za obavljanje svoje djelatnosti.

A large, grayscale photograph occupies the lower half of the page. It depicts a complex industrial or construction environment, likely a shipyard or heavy engineering facility. In the foreground, several large cylindrical pipes or sections of a hull are visible, some with structural supports. In the background, a massive crane with a long jib is positioned over the work area, its arm extending towards the right side of the frame. The scene is captured in a high-contrast, monochromatic style.

COMPANY PROFILE

BUILT FOR THE REAL WORLD

TARA AEROSPACE AND DEFENCE PRODUCTS A.D.

PYROTECHNICAL PROPULSION CARTRIDGES AND ROCKET ENGINES

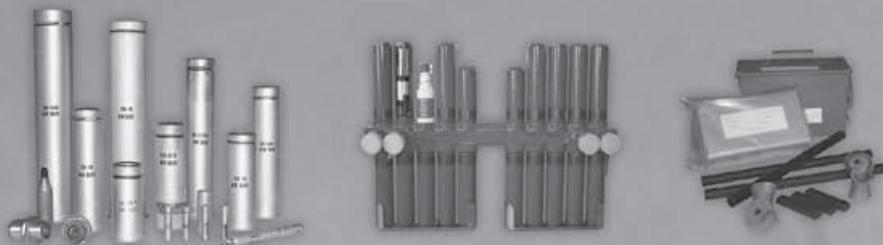
The development and manufacturing of Pyrotechnical Activation and Propulsion Cartridges for Pilot Ejection Seats of Western and former Soviet design is the core expertise of Tara Aerospace and Defence Products A.D.

Certified by Martin Baker and accredited by many Air Forces and Aviation Repair and Maintenance Factories around the world, Tara Aerospace and Defence Products A.D. are acknowledged as the leading independent manufacturer of Pyrotechnical Aviation Cartridges. Being equipped with modern environment testing facilities and by conducting 100% performance and conformity tests, Tara is ensuring OEM specifications and the highest quality of its products.



Pyrotechnical Activation Charges and Rocket Engines are used in the following products:

- Pyrotechnical Activation Charges and Rocket Engines for all Russian design Ejection Seats type KM-1, KM-1M, K36L and K36DM, used in various Aircraft types, MiG21, MiG23, Su25, Su27, MiG29, L39
- Pyrotechnical Activation Charges and Rocket Engines for Martin Baker Ejection Seats Mk-9, Mk-10 and Mk-11 as well as Folland Mk-1 used in Aircraft types, Tornado, F4 Phantom, F5 Tiger, F16 and others as well as Galeb and Super Galeb
- Pyrotechnical Blasting Caps for firing initiation type PPL, PPL-T, PP-9 and for Aircraft Machine Guns type Yak-B and Gsh-23 gun as well as TK-M71 for the D30 Howitzer
- Counter measure Infrared and Anti-Radar Chaff Flares type PPI-26, PPR-26 and PPI-50 and PPR-50
- Signal Flares 38/40mm and Personal Rescue Flare Kits for Pilots and other users
- Anti Riot Ammunition 37/38 and 38/40mm



RESEARCH AND DEVELOPMENT OF PYROTECHNICAL CHARGES

The extensive laboratories and experienced team of Engineers of Tara Aerospace are providing a wide range of possibilities for research and development of almost any type of pyrotechnical charges and rocket engines according to customer requirements and specifications.

FUSE PRODUCTION

Initially established in cooperation with the main Mortar Shell Manufacturer of former Yugoslavia, the company Krusik Valjevo, Tara Aerospace and Defence Products were the main suppliers of Mortar Shell fuses and other Artillery Ammunition and Rocket Fuses that were in production by the Yugoslavian Defence Industries. Also, Tara is manufacturing several types of Fuses for Mines and Fuses for Aviation Bombs.

- Mortar Shell Fuses Calibers 60mm, 80mm, 81mm, 82mm and 120mm
- Hand Grenade Fuses for Hand Grenades type M-75 and ARGES
- Fuses for various types of Mines



DEMILITARIZATION OF OBSOLETE MUNITIONS

Tara Aerospace and Defense Products A.D. is offering the knowledge and safe infrastructure to disassemble all types of Munitions and Rocket engines. Because of the expertise and experience in working with Fuses, Pyrotechnics and Explosives, Tara has recently been selected by the Ministry of Defense of Montenegro under the MONDEM Project as a partner for the professional disassembly and ecologic disposal of various types of obsolete Large Caliber Ammunitions. Further projects and expansion of the demilitarization projects are in preparation.



AVIATION AND AIRCRAFT SERVICES

In cooperation with other Aviation Servicing Companies, Tara Group is offering specific expertise in support of aviation and aircraft maintenance services and components supply. Maintenance, Overhaul and Upgrade of Russian pattern aviation platforms such as:

- MIG-21, MIG-23 MIG-29, SU-25, SU-27, MI-8, MI-17, MI-24, MI-26

Maintenance, Overhaul and Upgrade of Western pattern helicopters and aircrafts such as:

- Bell and Bell Augusta 204, 205, 206, 412
- Rotor Blades from Composite materials for most types of Helicopters
- Overhaul and Supply of Aviation Rockets 57mm S5 and 80mm S8

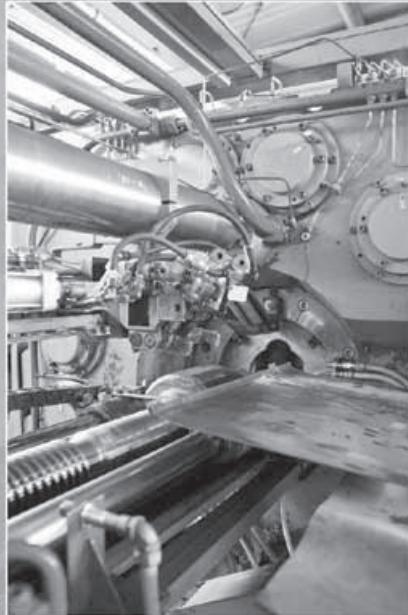
TARA PERFECTION D.O.O.

FIREARM TECHNOLOGY - QUALITY STANDARDS, PRECISION AND DURABILITY

TARA Perfection D.O.O. became a member of the TARA GROUP, situated in the "Wild Beauty" of Montenegro in 2009 and leads the Small Arms Division of the Concern. Although all processes within the GROUP are strongly related, each section concentrates in special fields to guarantee maximum efficiency and autonomy.

Together with Tara Precision Works and Tara Aerospace, the factory can offer complete solutions to modern Law Enforcement and Military customers around the world. The Services of the Group include the production and sale of new products entirely produced in Montenegro, as well as system-upgrades for individual customers and the selection and procurement of related material for our partners.

The development and production of the TM-9 standard size service pistol and the TM-4 assault rifle with a polymer lower receiver and a short-stroke piston system are only the first step towards the introduction of a complete and consistent weapon family, comprising all relevant sizes and calibers in the small-arms world. All future developments and product launches shall follow the vision and company philosophy of employing latest technologies and best materials only to provide new technical solutions to professional users.



TM-9 PISTOL

The TM-9 semi-automatic service pistol combines the latest developments and features of cutting edge firearm technology not only with regards to quality standards, precision and durability but also considering the strictest safety requirements. The extremely hard and anticorrosive slide can be disconnected from the Polymer Lower Receiver without the need to pull the trigger. This can be considered an additional passive safety – just like the pistol's ability to allow consecutive striker actions (real double action) without the need to rack the slide.



State-of-the-art characteristics like anti-corrosive surface protection, high capacity double stag magazines and piccatinny rails to mount tactical lights are the answer to the requirements of modern forces. In addition the TM-9 features an ambidextrous magazine release button and a special lanyard connection point to cover all possible scenarios. The DARE-Trigger system allows for a fast and simple training of new users and for a smooth transition for those who come from old conventional systems, in order to reach maximum safety and effectivity with minimum effort and costs.

TM-4 ASSAULT RIFLE

The TM-4 Assault Rifle represents the ultimate evolution of the battle proven M16 Rifle design for the 21st Century. Without compromise, Tara Perfection has eliminated the weaknesses of the open gas system by designing a highly reliable and adjustable short stroke piston system, a revolutionary steel reinforced high strength polymer lower receiver with fully ambidextrous magazine release and fire selector lever. The cold hammer forged and NITREX coated barrel guarantees the highest accuracy in all weather conditions and is ideal for tropical climates due to its total corrosion protection. This unique process increases the barrel life and reliability of the rifle.



The high number of compatible parts with existing M16A1, M16A2 and M4 Carbines allow Tara Perfection to offer existing users of the M16 Rifle Systems different types of refurbishments and upgrades to improve their current rifles to the unique TM-4 Standard.

The TM-4 Assault Rifle is the ideal choice for Military and Law Enforcement units that require an up-to-date weapon which provides the highest reliability, accuracy and great user facilities.



TARA PRECISION WORKS A.D.

PRODUCTION FACILITY

Tara Precision Works is a fully equipped production facility specializing in the execution of all processes required for developing, testing and manufacturing of up-to-date components of all types for the requirements of the Aviation, Aerospace, Defence and Automotive Industry.

The company has highly qualified personnel and production potential for:

- Machining, turning, milling, drilling and grinding
- Hammer forging of barrels for small caliber weapons
- mechanical treatment by deformation
- heat treatment
- surface coating and protection
- testing of products in the chemical laboratory
- testing of products in the test station
- 3d measurements in the metrology laboratory
- Assembly of specialized products.



COLD HAMMER BARREL FORGING

Tara Precision Works A.D. is equipped with a complete production line for Cold Hammer Barrel Forging made by GFM Austria. The process of cold hammer forging produces the best quality barrels featuring highest precision and lifetime. Tara Precision Works offers barrel blanks in most common Calibers to its customers as well as in various steel configurations. Tara Precision Works can offer machining and heat treatment of the barrels to individual customer requirements.

- Maximum hammering diameter of Barrel Blank up to 40mm
- Maximum Length after hammering is 580mm
- Barrel Steels available in Military Standards and Stainless Steel
- Caliber Range for all common Rifle, Handgun and Automatic Weapons

WEAPON SUPPORT AND MAINTENANCE SERVICES

Tara Precision works is offering a wide range of manufacturing capacities for manufacturing of specialized accessories and equipment for all types of armament. Based on customer requirements and focused on ultimate serviceability and quality, Tara is providing services in Design Studies, Rapid Prototyping, Testing Prototypes and Serial Production of almost any type of mechanical components.

- Rotating Vehicle Mounts for Light and Heavy Machine Guns such as PKM, MAG-58, M60, M2HB, NSV, DSHK
- Tripods for Heavy Machine Guns DSHK and NSV
- Optical Sight Mounts for Medium and Heavy Machine Guns and Mechanical Mortar Goniometers.



SURFACE TREATMENT, REFURBISHING AND REMANUFACTURING

Tara Precision Works is equipped with full line of surface treatment equipment for cleaning, preparation, coating and galvanization of ferrous and non ferrous steels. Phosphating (iron and steel), Chrome-plating (aluminum and Al alloys), Chrome-plating (copper and brass), Anodic oxidizing (aluminum and Al alloys), Cadmium-plating, Zinc-plating, Silver-plating, Tin-coating, Nickel-plating, Copper cyaniding, Hard chrome-plating, Shellac-varnishing, Burnishing.

Tara Precision Works is providing services for complete repair, refurbishment and remanufacturing for all types of Light and Medium Armament. Scope of work includes:

- Disassembly
- Cleaning, Sand Blasting, Surface polishing etc.
- Measuring and control of individual parts
- Surface coating
- Assembly and lubricating
- Function testing and certification
- Packing and storage services



TEST STATIONS

The Test Station is equipped with the most modern test equipment for environmental tests of various armaments and defence equipment and other products at all development stages:

- Chemical tests laboratory is authorized to issue test certificates (attests) certifying quality of surface protection based on tests conducted in salt and humidity test chambers
- Four-channel oscilloscope - NICOLET
- Vibrator with a random vibrations setting and control device – RANDOM
- Pressure and thrust test bench
- Conditioning chamber
- Jolting test equipment (verifying transport safety according to Russian and US standards)
- Transport Safety Testing station to NATO and Russian Standards
- Quality Control Standards (ISO 9001, ISO 1474)

TARA GROUP

Vojislava Scepanovica bb
84205 Mojkovac
Montenegro

Internet www.tara-perfection.com
Email info@tara-perfection.com
Phone +382 50 47 25 40
Fax +382 50 47 25 41

Internet www.tara-aerospace.com
Email info@tara-aerospace.com
Phone +382 50 47 49 84
Fax +382 50 47 23 84

Internet www.tara-precision.com
Email info@tara-precision.com
Phone +382 50 47 49 84
Fax +382 50 47 23 84

FOUNDATION & PEAK OF PRODUCTION

Founded in 1984 and build up until 1986 the Factory was established under the name "4th Novembar" by the Ministry of Defense of Former Yugoslavia. The mission of 4th Novembar was manufacturing and developing of mechanical fuses for Mortar Shells and Artillery Rockets in cooperation with the Krusik factory in Valjevo, Serbia as well as manufacturing all types of Pyrotechnical Propulsion Cartridges, Pyrotechnical Activation Charges and Rocket Engines for Ejection Seats for Soviet Military Aircrafts and Helicopters as well as Pyrocartridges and Rockets Engines for the British Martin Baker Ejection seats.

During the peak of the production in the late 1980's and early 1990's the company was manufacturing up to 500'000 mortar fuses per year and the number of employees was over 500. 4th Novembar was the largest fuse and pyrotechnics manufacturer of the former Yugoslav Republic and cooperating strongly with all the other Military Factories.

PRIVATIZATION AND NEW TECHNOLOGIES

The hard years of the embargo times during the Balkan Conflicts as well as the lack of International co-operations has caused the bankruptcy of the company in the beginning of 2001. During the years 2002 to 2007 the company was held alive with subsidies from the Montenegro Government, who in due course came to the decision that only a privatization could bring the company back to life and would ensure the re-structuring of the company and allow fresh capital and new technologies to flow into the company.

On July 31st, 2007 the Swiss registered company BT International Ltd. won the tender for privatization and took over the operational management of the factories on December 20th, 2007. In the process of privatization, the company has been renamed and divided into two companies, Tara Precision Works A.D. which is the heart of the company with all the metal processing and treatment plant and, Tara Aerospace and Defence Products A.D. which is covering the military part of the factory and is responsible for assembly and marketing of the final products. New production lines and machinery have been installed, together with a team of highly qualified engineers to operate them.





CRNOGORSKO DRUŠTVO ZA KOROZIJU, ZAŠTITU MATERIJALA I ZAŠTITU ŽIVOTNE SREDINE

Vlada Martinovića 55
81000 Podgorica
Kontakt tel.: +382 69 311 673
e-mail: cdzm@ac.me
Žiro račun: **550-2855-54**