

SRPSKO DRUŠTVO ZA ZAŠTITU VODA

43. konferencija o aktuelnim problemima korišćenja i zaštite voda

VODA 2014

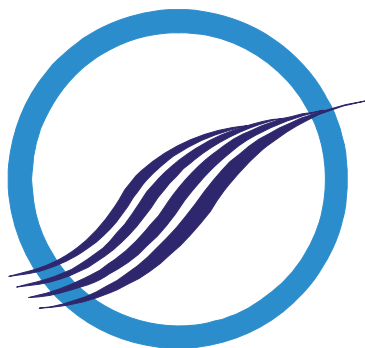
The 43th Annual Conference of the Serbian Water Pollution Control Society

"WATER 2014"

Conference Proceedings



Tara, 3. – 5. jun 2014.



SRPSKO DRUŠTVO ZA ZAŠTITU VODA

SERBIAN WATER POLLUTION CONTROL SOCIETY



INŽENJERSKA KOMORA SRBIJE

IZDAVAČ (*PUBLISHER*):

Srpsko društvo za zaštitu voda, Kneza Miloša 9/1, Beograd, Srbija, Tel/Faks: (011) 32 41 656

PROGRAMSKI ODBOR (*PROGRAMME COMMITTEE*):

Prof. dr Branislav ĐORĐEVIĆ, dipl.inž.građ., Beograd
Prof. dr Božo DALMACIJA, dipl.hem., Novi Sad
Prof. dr Milan DIMKIĆ, dipl.inž.građ., Beograd
Prof. dr Violeta CIBULIĆ, dipl.hem., Beograd
Doc. dr Zorana NAUNOVIĆ, dipl.inž.tehnol., Beograd
Dr Dubravka REGNER, Naučni savetnik, dipl.biol., Kotor
Dr Momir PAUNOVIĆ, dipl.biol., Beograd

UREDNIK (*EDITOR*):

Mr Aleksandar ĐUKIĆ, dipl.inž.građ.

Svi radovi u ovom zborniku radova su recenzirani. Stavovi izneti u ovoj publikaciji ne odražavaju nužno i stavove izdavača, urednika ili programskog odbora.

TIRAŽ (*CIRCULATION*):

250 primeraka

ŠTAMPA:

"Akademska izdanja", Zemun

CIP - Katalogizacija u publikaciji
Narodna biblioteka Srbije, Beograd

502.51(082)
556.11(082)
628.3(082)
628.1(497.11)(082)
574.5(082)

КОНФЕРЕНЦИЈА о актуелним проблемима коришћења и заштите вода "Вода"
(43 ; 2014 ; Тара)

Voda 2014 : zbornik radova 43. godišnje konferencije o aktuelnim problemima korišćenja i zaštite voda, Tara, 3.-5. jun 2014. = Water 2014 : Conference Proceedings 43rd Annual Conference of the Serbian Water Pollution Control Society / [organizatori] Srpsko društvo za zaštitu voda u saradnji sa Institutom za vodoprivredu "Jaroslav Černi", Beograd ; [urednik, editor Aleksandar Đukić].- Beograd : Srpsko društvo za zaštitu voda, 2014 (Zemun : Akademska izdanja). - X, 474 str. : ilustr. ; 30 cm

Tekst lat. i ćir. - Tiraž 250. - Str. X: Predgovor / Aleksandar Đukić. – Bibliografija uz svaki rad. - Abstracts.

ISBN 978-86-916753-1-8

1. Српско друштво за заштиту вода (Београд)
а) Воде - Зборници б) Отпадне воде -
Зборници с) Снабдевање водом - Србија -
Зборници д) Хидробиологија - Зборници

COBISS.SR-ID 207401996

SRPSKO DRUŠTVO ZA ZAŠTITU VODA

u saradnji sa

Institutom za vodoprivredu "JAROSLAV ČERNI", Beograd

ZBORNİK RADOVA

43. GODIŠNJE KONFERENCIJE O AKTUELNIM PROBLEMIMA
KORIŠĆENJA I ZAŠTITE VODA

VODA 2014

*43RD ANNUAL CONFERENCE OF THE
SERBIAN WATER POLLUTION CONTROL SOCIETY
"WATER 2014"
CONFERENCE PROCEEDINGS*

Tara, 3. - 5. jun 2014.

ORGANIZATORI KONFERENCIJE (*CONFERENCE ORGANISERS*):

Srpsko društvo za zaštitu voda, u saradnji sa
Institutom za vodoprivredu "Jaroslav Černi", Beograd

ORGANIZACIONI ODBOR KONFERENCIJE (*ORGANIZING COMMITTEE*):

PRESEDNIK: Prof. dr Milan DIMKIĆ, dipl.inž.građ.,
Predsednik SDZV, Institut "Jaroslav Černi", Beograd

SEKRETAR: Milena MILORADOV, SDZV, Beograd

ČLANOVI:

Miodrag PJEŠČIĆ, dipl.inž.građ., Beograd
Goran PUZOVIĆ, dipl.inž., Beograd
Miodrag MILOVANOVIĆ, dipl.inž.građ. Beograd
Mr Aleksandar ĐUKIĆ, dipl.inž.građ., Beograd
Milutin IGNJATOVIĆ, dipl.inž., Beograd
Dr Momir PAUNOVIĆ, dipl.biol., Beograd
Goran KNEŽEVIĆ, dipl.ecc., Kladovo
Svetislav VESELINOVIĆ, dipl.inž.građ., Beograd
Mr Bratislav STIŠOVIĆ, dipl.inž.građ., Beograd
Ivan NEŠOVIĆ, Tara
Goran TOPALOVIĆ, dipl.inž.maš., Bor
Milica RADOVANOVIĆ, dipl.inž.građ., Pančevo
Zdravko MRKONJA, dipl.hem., Trebinje, R.Srpska-BiH
Vladan VUČELIĆ, dipl.ecc, Podgorica – Crna Gora
Dr Zoran KLJAJIĆ, dipl.hem., Kotor – Crna Gora
Dr Milenko SAVIĆ, dipl.inž.teh., Bijeljina, R.Srpska-BiH
Jelena VUČIĆEVIĆ, dipl.inž.teh., Beograd

ODRŽAVANJE KONFERENCIJE SU POMOGLI (*SPONSORED BY*):

- Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije
- Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije, Republička direkcija za vode, Beograd
- JVP "Srbijavode", Novi Beograd
- Inženjerska komora Srbije, Beograd
- Institut za vodoprivredu "Jaroslav Černi", Beograd

SADRŽAJ

CONTENTS

1. TEMATSKA GRUPA: VODOPRIVREDNI, EKOLOŠKI, I ORGANIZACIONI ASPEKTI KORIŠĆENJA I ZAŠTITE VODA

1. M. Bajčetić (Novi Sad)
PREDLOZI ZA EKONOMSKA POBOLJŠANJA U SEKTORU ZA UPRAVLJANJE VODAMA..... 1
2. M. Petrović, P. Petrović (Beograd)
KLIMATSKE PROMENE I PREDIKCIJA VODOSNABDEVANJA NA PLANETI ZEMLJI 13
3. J. Draginčić, A. Bezdán, Z. Srđević (Novi Sad)
FORMIRANJE HEDONIC PRICING MODELA ZA PROCENU VREDNOSTI VODE ZA NAVODNJAVANJE 21
4. Ź. Nestorović (Kladovo)
PROBLEMATIKA UPRAVLJANJA HIDROAKUMULACIJAMA 29

2. TEMATSKA GRUPA: KVALITET VODA I PROCESI U PRIRODNIM VODAMA

2.1. Površinske vode i sedimenti

5. A. Đurković, S. Čađo, Lj. Denić, T. Dopuđa-Glišić, Z. Stojanović (Beograd)
SASTAV FITOPLANKTONA I FIZIČKO-HEMIJSKE KARAKTERISTIKE AKUMULACIJE VRUTCI 33
6. Lj. Denić, A. Đurković, S. Čađo, T. Dopuđa-Glišić, B. Novaković, Z. Stojanović (Beograd)
OCENA EKOLOŠKOG POTENCIJALA AKUMULACIJE VRUTCI NA OSNOVU BIOLOŠKIH I FIZIČKO-HEMIJSKIH ELEMENATAKVALITETA 41
7. S. Čađo, A. Đurković, Lj. Denić, T. Dopuđa Glišić, S. Stojanović (Beograd)
SEZONSKA DINAMIKA FITOPLANKTONA I FIZIČKO-HEMIJSKE KARAKTERISTIKE AKUMULACIJE GRLIŠTE 49
8. Lj. Denić, S. Čađo, A. Đurković, T. Dopuđa Glišić, B. Novaković, Z. Stojanović (Beograd)
OCENA EKOLOŠKOG POTENCIJALA AKUMULACIJE GRLIŠTE NA OSNOVU BIOLOŠKIH I FIZIČKO-HEMIJSKIH ELEMENATA KVALITETA 57
9. G.Marković, V.Đikanović, S.Skorić, J.Lujić, Z.Marinović (Čačak, Beograd, Novi Sad)
ALOHONE VRSTE RIBA VEĆIH AKUMULACIJA SLIVNOG PODRUČJA ZAPADNE MORAVE ..65
10. B. Leleš (Zrenjanin)
KRETANJE KONCENTRACIJA AZOTNIH PARAMETARA U VODI AKUMULACIJE ZOBNATICA TOKOM DVA REPREZENTATIVNA PERIODA 71
11. B. Novaković (Beograd)
RASPROSTRANJENOST SLATKOVODNOG PUŽA PHYSELLA ACUTA (Dreparnaud, 1805) U SRBIJI U PERIODU 2009-2013. GODINE 77
12. S. Georgievska (Bitola- R. Makedonija)
KVALITET VODE AKUMULACIJE STREŽEVO KOD MAKSIMALNOG I MINIMALNOG DOTICAJA I OTICAJA 83
13. M. Krivokapić, D. Radonjić (Podgorica - Crna Gora)
PRELIMINARNO ISTRAŽIVANJE VODE SKADARSKOG JEZERA NA LOKACIJAMA "TANKI RT" I "KRALJEVA GLAVICA", U CILJU UTVRĐIVANJA VEZE IZMEĐU EMERGENTNIH SUPSTANCI I FIZIOLOŠKIH GRUPA MIKROORGANIZAMA 91

14. N. Tomić, Lj. Vulović, Ž. Đurišić (Podgorica - Crna Gora) POREĐENJE KVALITETA VODE (2012/2013 GODINE) SKADARSKOG JEZERA I NJEGOVIH GLAVNIH PRITOKA	99
15. N. Veljković, D. Dopuđa Glišić, M. Jovičić, M. Balać, A. Tanasković, J. Lukić (Beograd) ANALIZA REZULTATA MONITORINGA POPs SUPSTANCI U POVRŠINSKIM VODAMA SRBIJE	105
16. N. Marinković, M. Ilić, B. Tubić, K. Zorić, B. Vasiljević, M. Paunović, A. Tanasković (Beograd) OCENA EKOLOŠKOG STATUSA VELIKIH REKA (SAVA I DUNAV) NA PODRUČJU GRADA BEOGRADA NA OSNOVU ZAJEDNICE MAKROBESKIČMENJAKA	111
17. S. Kolarević, M. Kračun-Kolarević, J. Kostić, M. Paunović, Z. Gačić, J. Knežević-Vukčević, B. Vuković-Gačić (Beograd) JDS3 – PROCENA KVALITETA VODE REKE DUNAV PRIMENOM KOMET TESTA NA ERITROCITIMA RIBA I HEMOLIMFI ŠKOLJKI	117
18. J. Čolić, A. Petković (Beograd) PRISUSTVO LEKOVA U VELIKIM REKAMA SRBIJE	123
19. J. Kostić, S. Kolarević, M. Kračun-Kolarević, M. Aborgiba, S. Elbahi, J. Knežević-Vukčević, M. Lenhardt, Z. Gačić, B. Vuković-Gačić (Beograd) PROCENA GENOTOKSIČNOSTI REKE SAVE PRIMENOM KOMET TESTA NA RIBI KRUPATICA (Abramis Bjoerkna L.1758)	129
20. S. Andus, J. Čanak Atlagić, V. Marković, M. Kračun, J. Tomović, M. Paunović (Beograd) SLATKOVODNI SUNĐERI – ISTRAŽIVANJE I OBRADA MATERIJALA	135
21. M. Raković, N. Popović, J. Đuknić, V. Đikanović, A. Atanacković, M. Paunović (Beograd) PRIMENJIVOST MOLEKULARNIH METODA U IDENTIFIKACIJI VRSTA SLATKOVODNIH EKOSISTEMA	141
22. V. Pešić, D. Krčmar, B. Dalmacija, S. Maletić, J. Spasojević (Novi Sad) OCENA KVALITETA VODE NADELE SA ASPEKTA KORISĆENJA ZA NAVODNJAVANJE	149
23. D. Krčmar, B. Dalmacija, V. Pešić, S. Maletić, N. Varga (Novi Sad) UTICAJ OTPADNIH VODA NA KVALITET VODE KANALA KUDOŠ	157
24. A. Tubić, M. Kragulj, J. Molnar, S. Maletić, D. Krčmar, J. Agbaba, B. Dalmacija (Novi Sad) PROCENA KVALITETA VODOTOKA NADELA SA ASPEKTA SADRŽAJA SPECIFIČNIH ORGANSKIH POLUTANATA.	163
25. S. Maletić, J. Molnar, M. Kragulj, A. Tubić, V. Pešić, M. Grgić, J. Agbaba, B. Dalmacija (Novi Sad) KARAKTERIZACIJA KANALA DTD VRBAS-BEZDAN SA ASPEKTA SADRŽAJA, SPECIFIČNIH ORGANSKIH POLUTANATA	171
26. Z. Perić, B. Ristanović, A. Popović (Novi Sad) ANTROPOGENI UTICAJI NA PROMENU HIDROGRAFSKIH KARAKTERISTIKA DONJEG TOKA VELIKE MORAVE	181
27. D. Kostić, N. Jaćimović, Z. Naunović (Beograd) EKOLOŠKI I HEMIJSKI STATUS REKE IBAR	189
28. Z. Mrkonja (Trebinje - R. Srpska - BiH) PRAĆENJE ZDRAVLJA RIJEKE – "PROJEKAT RIJEKA"	197
29. E. Hadžić, N. Lazović, H. Milišić, J. Bajrić (Sarajevo – BiH) DEFINIRANJE GRANIČNIH UVJETA ZA PRIMJENU SOFTWARE-A HEC-RAS KOD NEIZUČENIH VODOTOKA.....	201

30. D. Golub, R. Đekić, S. Lolić, D. Dmitrović, S. Filipović, B. Lubarda, B. Kukavica, S. Sidak, M. Boroja (Banjaluka-R.Srpska-BiH) FIZIČKO-HEMIJSKI I BIOLOŠKI PARAMETRI U OCJENI KVALITETA VODE POSEBNOG REZERVATA PRIRODE GROMIŽELJ KOD BIJELJINE	211
31. Ž.Ostojić, I.Zarić, P.Mitrović (Bijeljina-R. Srpska - BiH) FIZIČKO-HEMIJSKI I BIOLOŠKI ASPEKTI KVALITETA VODA VODOTOKA SLIVNOG PODRUČJA RIJEKE TREBIŠNJICE	221
32. A.Elez, I.Zarić, P.Mitrović, (Bijeljina-R. Srpska - BiH) FIZIČKO-HEMIJSKI I BIOLOŠKI ASPEKTI KVALITETA VODA VODOTOKA, UKLJUČENIH U MEĐUNARODNU NADZORNU MONITORING MREŽU (TNMN), NA PODRUČJU REPUBLIKE SRPSKE	229
33. M. Kragulj, J. Tričković, A. Leovac, S. Maletić, J. Molnar, I. Ivančev Tumbas, B. Dalmacija (Novi Sad) NERAVNOTEŽNA SORPCIJA HLOROVANIH FENOLA NA REČNOM SEDIMENTU	237

2.2. Podzemne vode i vode u karstu

34. M.Krmpotić, D.Nešković, D.Tadić, V.Mitrović, V.Živanović (Beograd) OCENA RANJIVOSTI I MERE ZAŠTITE PODZEMNIH VODA SA IZVORIŠTA "OMARSKO VRELO" U OKVIRU NACIONALNOG PARKA "TARA"	243
35. M.Nogić, I.Zarić (Bijeljina-R. Srpska - BiH) KVALITET PODZEMNIH VODA INDIVIDUALNIH VODOZAHVATA NA PODRUČJU SEMBERIJE – OSNOVNI FIZIČKO-HEMIJSKI I MIKROBIOLOŠKI PARAMETRI	251
36. S. Zlatković (Beograd) PRELIMINARNA OCENA KVALITETA VODE NEKIH KREČNJAČKIH IZVORA PLANINE OZREN	257
37. S. Zlatković (Beograd) AKALITET I TVRDOĆA NEKIH IZVORSKIH VODA PLANINE OZREN	263

2.3. Priobalne vode Jadranskog mora

38. S. Marković, M. Mitrić, M. Kostić, Z. Kljajić (Kotor, Crna Gora) SEZONSKA DINAMIKA FIZIČKO-HEMIJSKIH I BIOLOŠKIH PARAMETARA U VODAMA BOKOKOTORSKOG ZALIVA	269
39. P. Đurašković (Podgorica - Crna Gora) KONZISTENTNOST PODATAKA O KVALITETU VODE ZA KUPANJE NA PLAŽAMA CRNOGORSKOG PRIMORJA	275
40. M. Mandić, V. Mačić, B. Pestorić, D. Drakulović (Kotor - Crna Gora) KVALITATIVNO-KVANTITATIVNI SASTAV IHTIOPLANKTONA NA PODRUČJU BOKOKOTORSKOG ZALIVA U JESENJE-ZIMSKOJ SEZONI.....	281
41. A. Castelli, M.Mitrić, Z.Kljajić (Kotor - Crna Gora) MONITORING SEDIMENTA U BOKI KOTORSKOJ	287
42. O. Doklešić (Herceg Novi - Crna Gora) IZVOĐENJE GRAĐEVINSKIH RADOVA U ZONI MORSKOG PRIOBALJA, USKLAĐENOST SA ZAKONSKOM REGULATIVOM, SMJERNICE ZA POBOLJŠANJE	293
43. D. Joksimović, Z. Kljajić, S. Kholodkevich, A. Kurakin, A. Sharov, S.Pitovranov (Kotor - Crna Gora, St. Petersburg - Ruska Federacija) AKUMULACIJA METALA U UZORCIMA MEDITERANSKE DAGNJE, Mytilus Galloprovincialis, U BOKOKOTORSKOM ZALIVU	299

44. R. Martinović, Z. Gačić, Z. Kljajić (Kotor-Crna Gora, Beograd) REAKCIJE SRČANOG SISTEMA DAGNJE PRI IZLAGANJU NAFTNOM DISPERZANTU	303
45. S. Petović, D. Drakulović (Kotor - Crna Gora) KARAKTERISTIKE BETOSKIH ZAJEDNICA U KUMBORSKOM TJESNACU, BOKA KOTORSKA (CRNA GORA)	309
46. D. Drakulović, S. Petović (Kotor - Crna Gora) KOMPOZICIJA FITOPLANKTONA U HERCEGOVAČKOM ZALIVU – JESENJI ASPEKT	315
47. B. Pestorić, D. Drakulović (Kotor - Crna Gora) PROCENTUALNA ZASTUPLJENOST KOPEPODA U UKUPNOM ZOOPLANKTONU U BOKOKOTORSKOM ZALIVU	323
48. M. Mitrić, A.Castelli, A.Ramšak , K.Sepčić, Z.Kljajić (Kotor - Crna Gora, Piran, Ljubljana - Slovenija) ENZIMSKI BIOMARKERI U PROCJENI ZAGAĐENJA MORA SJEVERNOG I JUŽNOG JADRANA	331
49. V. Mačić (Kotor - Crna Gora) REGRESIJA NASELJA MORSKIH TRAVA U RISANSKOM ZALIVU (CRNA GORA)	337

2.4. Laboratorijske metode i monitoring

50. J. Jovanović, D. Predojević, A.Bлагоjević, S. Popović, D. Kostić, V. Karadžić, G. Subakov-Simić (Beograd) UPOREĐIVANJE RAZLIČITIH METODA ZA ODRŽIVANJE BROJNOSTI FITOPLANKTONA U VODI	343
51. M. Petrušić, V. Aleksić, A. Petrović, I. Savić, S. Stojković, O. Petrović, P. Knežević (Novi Sad) KOMERCIJALNI TESTOVI U MONITORINGU GVOŽĐEVITIH BAKTERIJA U VODI	351

3. TEMATSKA GRUPA: SAKUPLJANJE I PREČIŠĆAVANJE OTPADNH VODA

3.1. Planiranje i eksploatacija kanalizacionih sistema

52. B. Bogdanović, M. Popović, P. Isaković, R. Nikolić (Beograd, Zaječar) ISTRAŽNI RADOVI U CILJU IZRADE IDEJNIH I GLAVNIH PROJEKATA UNAPREĐENJA KANALIZACIJE ZAJEČARA	359
53. M. Popović, P. Isaković, I. Milojković, D. Ašanin (Beograd, Nikšić - Crna Gora) SAVREMENE METODE PROSPEKCIJE I SANACIJE KANALIZACIONE MREŽE INDUSTRIJSKIH OBJEKATA NA PRIMERU NIKŠIČKE PIVARE "TREBJESA"	365
54. A.Đukić, B.Jovanović, V.Rajaković-Ognjanović (Beograd) KARAKTERISTIKE MATERIJALA AKUMULIRANIH NA URBANIM POVRŠINAMA I KVALITET KIŠNOG OTICAJA	373
55. I. Milojković, M. Popović, P. Isaković (Beograd) NOVI INDIKATOR PERFORMANSI PLANIRANJA ODRŽAVANJA INDUSTRIJSKIH KANALIZACIJA	377
56. I. Milojković, D. Jeremić, M. Popović (Beograd, Gacko-R.Srpska-BiH) ODRŽAVANJE SISTEMA OTPADNIH VODA RI TE GACKO	385

3.2. Karakteristike otpadnih voda i njihov uticaj na vodoprijemnike

57. V. Sekulić, D. Petrović (Beograd) OTPADNE VODE BEOGRADSKJE KANALIZACIJE NJIHOV KVALITET I KOLIČINE NA IZLIVIMA ADA HUJA 1 I ADA HUJA 2	393
--	-----

58. T. Nenin, A. Petković, J. Tončić (Beograd)	
PROCURIVANJE PODZEMNIH REZERVOARA ZA GORIVO	399
59. V. Obradović, T. Vučković, I. Luković (Beograd)	
PENOBRAZUJUĆE NOCARDIA BAKTERIJE U AKTIVNOM MULJU I STRATEGIJE U NJIHOVOJ KONTROLI	407
60. V. Cibulić, Lj. Andrić, L. Stamenković, S. Fišter (Beograd)	
OTPADNE VODE SANITARNE DEPONIJE ČVRSTOG OTPADA «METERIS»	413
61. M. Borota, V. Cibulić, A. Rakić (Beograd, Lapovo)	
UTICAJ REGIONALNE SANITARNE DEPONIJE "VRBAK" U LAPOVU NA POVRŠINSKE I PODZEMNE VODE	421
62. V. Cibulić, M. Marinković, N. Staletović, A. Filipović (Beograd)	
PROCES PROIZVODNJE ZAŠTIĆENIH RUKAVICA, PROCENA I UPRAVLJANJE HEMIJSKIM RIZIKOM	429

4. TEMATSKA GRUPA: VODOSNABDEVANJE NASELJA

4.1. Eksploatacija sistema vodosnabdevanja

63. T. Grgić (Tuzla-BiH)	
SMANJENJE GUBITAKA U PILOT ZONI «KUŽIĆI» U VODOVODNOM SISTEMU GRADA TUZLA	435

4.2. Savremeni postupci tretmana prirodnih voda u cilju dobijanja vode za piće

64. B. Petruševski, M. Tasić, C. van Ommen, Y.M. Slokar, J. van Paassen (Delft - Holandija, Subotica)	
TRETMAN PODZEMNE VODE SA VISOKOM KONCENTRACIJOM ARSENA: REZULTATI SA PILOT ISTRAŽIVANJA U BAČKIM VINOGRADIMA	443
65. E. Mohora, S. Rončević, J. Agbaba, A. Tubić, M. Matić, D. Cvetković, B. Dalmacija (Beograd, Novi Sad)	
UKLANJANJE ARSENA IZ PODZEMNE VODE ELEKTROKOAGULACIJOM	451
66. J. Molnar, J. Agbaba, A. Tubić, M. Watson, S. Maletić, M. Grgić, S. Rončević, B. Dalmacija (Novi Sad)	
ISPITIVANJE UTICAJA UV/H ₂ O ₂ UNAPREĐENE OKSIDACIJE NA PROMENU SADRŽAJA PRIRODNIH ORGANSKIH MATERIJA U VODI	457

4.3. Kvalitet vode isporučene potrošačima

67. V. Lazarević, I. Krstić (Niš)	
KOMPARATIVNA ANALIZA FIZIČKO-HEMIJSKIH PARAMETARA PIJAĆE VODE REFERENTNIH SISTEMA ZA VODOSNABDEVANJE	463
68. I. Kaut, J. Stojić, J. Marić (Pančevo)	
KVALITET VODE VODOVODA PANČEVO ISPORUČENE POTROŠAČIMA SA OSVRTOM NA PROIZVODE DEZINFEKCIJE	469

PREDGOVOR

Nastavljajući dugogodišnju tradiciju, Srpsko društvo za zaštitu voda – SDZV organizuje četrdeset treću po redu godišnju konferenciju o aktuelnim problemima zaštite vodnih resursa od zagađenja u cilju njihovog efikasnog i održivog korišćenja. Suorganizator konferencije je Institut za vodoprivredu Jaroslav Černi iz Beograda. Zbornik radova konferencije "VODA 2014" sadrži ukupno 68 radova koje je Programski odbor nakon pregleda prihvatio za izlaganje na Konferenciji i štampanje u Zborniku radova. Najveći broj autora radova je iz Srbije a zastupljeni su i radovi autora iz Crne Gore, Bosne i Hercegovine, R. Makedonije, Slovenije, Holandije i Ruske Federacije. Radovi su grupisani po sledećim tematskim grupama:

1. VODOPRIVREDNI, EKOLOŠKI, I ORGANIZACIONI ASPEKTI KORIŠĆENJA I ZAŠTITE VODA
2. KVALITET VODA I PROCESI U PRIRODNIM VODAMA
 - 2.1. Površinske vode i sedimenti
 - 2.2. Podzemne vode i vode u karstu
 - 2.3. Priobalne vode Jadranskog mora
 - 2.4. Laboratorijske metode i monitoring
3. SAKUPLJANJE I PREČIŠĆAVANJE OTPADNH VODA
 - 3.1. Planiranje i eksploatacija kanalizacionih sistema
 - 3.2. Karaktersitike otpadnih voda i njihov uticaj na vodoprijemnike
4. VODOSNABDEVANJE NASELJA
 - 4.1. Eksploatacija sistema vodosnabdevanja
 - 4.2. Savremeni postupci tretmana prirodnih voda u cilju dobijanja vode za piće
 - 4.3. Kvalitet vode isporučene potrošačima

Po ustaljenom običaju SDZV, autori su se sami opredeljivali za teme o kojoj će pisati tako da radovi u ovom Zborniku na neki način odslikavaju trenutno stanje u oblasti korišćenja i zaštite voda od zagađenja u Srbiji i regionu. Od aktuelnih tema koje su našle svoje mesto u radovima ovog Zbornika posebno ističemo problematiku organizacije i rada vodoprivrede i zaštite voda, aktuelnu problematiku kvaliteta voda i sedimenata, savremene metode kanalisanja i tretmana otpadnih voda i savremene metode pripreme vode za piće.

Struktura stručnih profila autora je, kao i uvek, raznolika, što odgovara posebnoj težnji SDZV da se problemi zaštite voda posmatraju multidisciplinarno, čime se doprinosi poboljšanju sagledavanja i rešavanja problema.

SDZV zahvaljuje ovim putem preduzećima i institucijama koje su pomogle održavanje ove Konferencije, članovima Programskog i Organizacionog odbora kao i autorima radova na uloženom trudu i njihovom stvaralačkom radu u pripremi radova.

Nadamo se i želimo da ovogodišnja Konferencija bude plodonosna i da se svi učesnici vrate u svoju sredinu obogaćeni novim saznanjima i kolegijalnim poznanstvima.

UDK: 556.388 (497.11 - 751.2)
Konferencijsko saopštenje sa naučnih
skupova (naručena predavanja)

OCENA RANJIVOSTI I MERE ZAŠTITE PODZEMNIH VODA SA IZVORIŠTA "OMARSKO VRELO" U OKVIRU NACIONALNOG PARKA "TARA"

Miroslav Krmpotić*, Dejan Nešković**, Dejan Tadić*, Vladimir Mitrović*,
Vladimir Živanović**

**HidroGeoEko Inženjering d.o.o., Valjevska 8, 11000 Beograd (hidrogeoeko@gmail.com)*

***Rudarsko-Geološki fakultet, Đušina 7, 11000 Beograd*

REZIME

Preduzimanje mera zaštite nekog izvorišta podzemnih voda veoma je složen i odgovoran posao i nikako se ne sme svesti na šablonsko i proizvoljno određivanje zona sanitarne zaštite. Bez duboke zasnovanosti na logičnim hidrogeološkim principima, uopšte nije moguće ni prići preduzimanju bilo kakvih mera, a da se pri tome ne naprave velike greške u zaštiti nekog izvorišta. Problematika je značajno kompleksnija kada su u pitanju karstni sistemi, uzevši u obzir njihovu dinamičnost i prirodnu ranjivost. U radu su prikazani rezultati istraživanja na području izvorišta "Omarsko vrelo" u okviru Nacionalnog parka Tara i predložene mere njegove zaštite.

KLJUČNE REČI: karst, Nacionalni park Tara, ranjivost, zone sanitarne zaštite

EVALUATION OF VULNERABILITY AND MEASURES FOR GROUNDWATER PROTECTION FOR WATER SUPPLY SYSTEM "OMARSKO VRELO" IN PREMISES OF NATIONAL PARK "TARA"

ABSTRACT

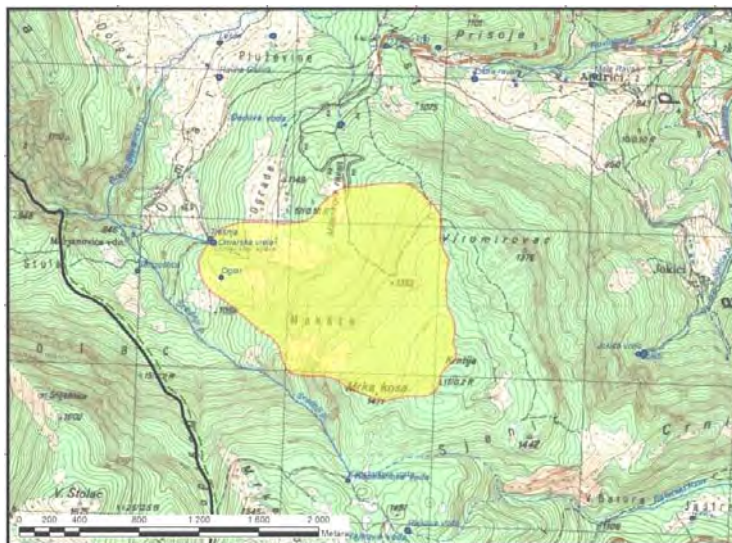
Deploying measures for protection of some groundwater supply system is rather complex and responsible job, and it can't be done in trivial manner. Without implementation of solid hydrogeological principles, it is not possible to deploy any measures and avoid big mistakes in protection of some supply system. All is much more complex when dealing with systems from karst, having in mind their dynamics and natural vulnerability. In this paper, the results of research on "Omarsko vrelo" spring in National park Tara are shown, with measures for protection of this spring.

KEY WORDS: karst, National park Tara, vulnerability, sanitary protection zones

UVOD

Omarsko vrelo se nalazi u Zapadnoj Srbiji u okviru Nacionalnog parka Tara na lokalnosti koja je poznata kao Predov Krst, na krajnjem zadadnom delu planine Tare, uz samu granicu Srbije i Bosne i Hercegovine (udaljenost granice oko 750 metara zapadno od vrele).

Sastoji se od četiri izvora na rastojanju od svega nekoliko metara, pa ih u narodu često nazivaju „Omarska vrela“. Vrelo ističe iz gornje krednih slojevitih, delimično laporovitih krečnjaka, duž rasedne linije, na kontaktu sa laporovitim partijama u okviru iste geološke formacije, na nadmorskoj visini od oko 1030 m. Tri vrela su neposredno jedno uz drugo, dok je četvrto locirano na oko 4 metra nizvodno od prva tri (slika 1).



Slika 1. Slivno područje Omarskog vrela
Picture 1. Catchment area of Omarsko vrelo

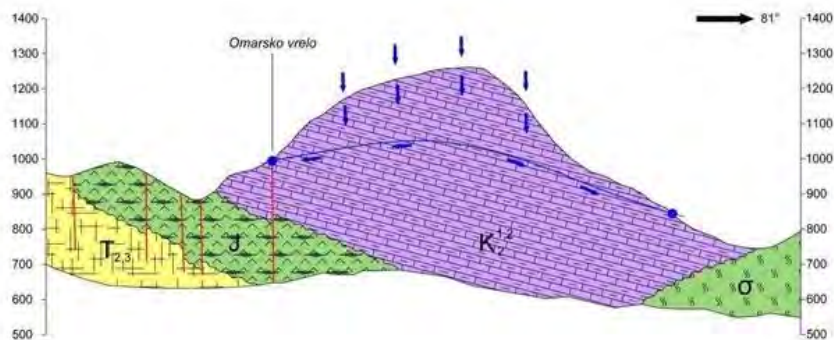
U periodu 2012-2013. godina, u široj okolini izvorišta su izvedena obimna hidrogeološka, hidrodinamička, hidrohemijska i bakteriološka ispitivanja. Svrha istraživanja je bila da se definišu opšte, geološke i hidrogeološke karakteristike područja istraživanja, u planu, i u profilu, da se da ocena hidrogeološke potencijalnosti kaptirane izdani i ocena kvaliteta izvorskih voda Omarskog vrela, a u cilju preduzimanja mera zaštite podzemnih voda ovog izvorišta.

RASPROSTRANJENJE IZDANI

Slivna površina izvora "Omarsko vrelo" merena po topografskoj vododelnici iznosi oko 2 km². Na osnovu geološke i hidrogeološke karte se jasno vidi da su osnovne kolektorske stene predstavljene karbonatnim tvorevinama gornjo kredne, cenoman-turonske starosti (K₂¹⁻²). Ove tvorevine se nalaze na širem prostoru istraživanja u vidu jedinstvenog bloka površine od oko 25 km² omeđenog u planu sa tvorevinama jurske starosti (zapadno, severno, jugoistočno i jugozapadno), tvorevinama srednje i gornjotrijaske starosti (sever, severoistok) te magmatskim stenama predstavljenim gabro-dijabazima (južno) i hazburgitima (severo istočno). Odnos tvorevina gornjokredne starosti je najčešće tektonski, osim sa magmatskim stenama (Olujčić i sar. 1986).

Prema svim dosadašnjim istraživanjima može se reći da se radi o jedinstvenom hidrogeološkom kompleksu omeđenom sa istoka rasednom strukturom, a sa ostalih strana sa tvorevinama koje se ponašaju kao hidrogeološke barijere. U prilog ovoj tvrdnji govori to da na opisanim kontaktima gornjokrednih sedimenata sa okolnim tvorevinama se javlja čitav niz izvora manje ili veće izdašnosti,

povremenog ili stalnog karaktera. Podinsku barijeru izdani predstavljaju tvorevine dijabaz-rožne formacije jurske starosti i magmatske stene predstavljene hazburgitima (slika 2) (Dragišić i sar. 2010).



Slika 2. Hidrogeološki profil istraživanog područja
Picture 2. Hydrogeological profile of researched area

PRIHRANJIVANJE

Prihranjivanje izdani se vrši iz pravca istoka, severoistoka i jugoistoka, koje se nalazi na nadmorskoj visini većoj od 1.000 mnm, i koje je najintenzivnije karstifikovano, što se može zaključiti na osnovu prisustva vrtača u području Krntija i Vitomirovca.

Zbog topografskih karakteristika terena sliva izdani prihranjivanje se vrši najvećim delom od direktne infiltracije padavina. Iz odnosa visine padavina, realno moguće minimalne površine sliva (oko 2 km²) i prosečne izdašnosti izvora dolazi se do realno moguće približne veličine infiltracije padavina, koja u ovom slučaju iznosi 25-30 % od visine padavina. Ova vrednost se može smatrati kao realno procenjena, pre svega, zato što se uklapa u vrednosti istog parametra u drugim karstnim terenima.

Relativno visoka vrednost infiltracije padavina je posledica i toga što je debljina poroznog slabo glinovitog, više peskovitog i detritičnog pokrivača krečnjaka na kome se razvija vegetacija mala, tako da postoji zadržavanje padavina i njihovo usporeno upijanje u krečnjake.

PRAŽNENJE

Prema geološkoj, hidrogeološkoj karti, te odgovarajućim profilima, pražnjenje izdani se vrši na obodima tektonskog bloka putem brojnih izvora sa imenom ili bezimenih. Kapacitet svih ovih vrela je relativno mali, reda veličine od 0,03 (Lešće, Berigoštica, Oglar) do 0,5 (Kapetanova voda). Najčešće se radi o izvorima kapaciteta oko 0,1 – 0,15 l/s. Retki su izvori većih kapaciteta (Omarsko vrelo 3,3 l/s u minimumu, i 7 l/s Jokića vrelo). Svaki izvor i vrelo drenira praktično svoj „mikrosliv“ izdvojen njegovom površinskom vododelnicom.

Izvor "Omarsko vrelo" nije klasično gravitaciono vrelo na čiji režim u najvećoj meri utiču padavine. Naime na osnovu uporednog analize izdašnost vrela i količine i rasporeda padavina je zaključeno da vreme "kašnjenja" u promeni izdašnosti izvora iznosi oko 30 dana (Krmpotić i sar. 2013)

Zaključeno je da u okviru jedinstvenog hidrogeološkog kompleksa postoje dve sredine različitih hidrogeoloških svojstava:

- prva, plića sredina, sa većim stepenom karstifikacije, i
- druga, dublja sredina, sa manjim stepenom karstifikacije u odnosu na prvu.

U okviru prve sredine je formiran klasičan karsni tip izdani, dok je u drugoj formirana karstno-pukotinska izdan. Pražnjenje prve sredine se odvija relativno brzo, kao i njeno punjenje, dok se sredina u njenoj bazi znatno sporije puni i prazni. Ovo takođe ukazuje i da je druga sredina znatno većeg rasprostranjenja u odnosu na prvu. Stabilnost režima temperature izvorske vode, a koja je konstantna tokom cele godine i iznosi oko 7 °C uz amplitudu kolebanja temperature od samo 0,3 °C takođe potvrđuje tvrdnju da se radi o usporenoj cirkulaciji vode u izdani i sporijoj vodozameni u odnosu na klasična karstna vrela (Krmpotić i sar. 2013).

KONCEPCIJA ISTRAŽIVANJA

Preduzimanje mera zaštite nekog izvorišta podzemnih voda veoma je složen i odgovoran posao i nikako se ne sme svesti na šablonsko i proizvoljno određivanje zone sanitarne zaštite (ZSZ), kako se to najčešće do sada kod nas radilo. Bez duboke zasnovanosti na logičnim hidrogeološkim principima, koji su veličinu i formu tih zona usloveli i opravdali, uopšte nije moguće ni prići preduzimanju bilo kakvih mera, a da se pri tom ne naprave velike greške u zaštiti nekog izvorišta. Da bi se to izbeglo neophodan je hidrogeološki prilaz u projektovanju zona sanitarne zaštite, jer zone, u okviru kojih se kasnije sprovode različite sanitarno-zdravstvene mere, apsolutno zavise od hidrogeoloških uslova koji vladaju u bilo kom izvorištu u kojem se za vodosnabdevanje koriste podzemne vode. Takođe, zone u velikoj meri zavise od prirodne zaštićenosti svakog izvorišta, odnosno, njegove ranjivosti na zagađenja.

RANJIVOST PODZEMNIH VODA

Ranjivost izdani od zagađenja predstavlja neophodnu osnovu za planiranje i upravljanje podzemnim vodnim resursima u pogledu njihove zaštite, procene rizika od zagađenja, kao i preduzimanje preventivnih mera u pogledu očuvanja kvaliteta podzemnih voda. Koncept osetljivosti (ranjivosti) podzemnih voda baziran je na pretpostavci da fizičko okruženje obezbeđuje određen stepen zaštite podzemnih voda u odnosu na prodor zagađivača u sredinu. Sposobnost samoprečišćavanja ili autopurifikaciona svojstva izdani predstavljaju sveukupni uticaj fizičkih, hemijskih i bioloških procesa u zemljištu-steni (sistemu) koji se odražavaju na transport zagađivača kroz sredinu (Živanović, 2011).

Karte ranjivosti podzemnih voda pokazuju manje ili više subjektivno viđenje sposobnosti potpovršinskog okruženja da zaštiti podzemnu vodu, pre svega njen kvalitet. Subjektivnost se ogleda u tome što se mora odgovoriti na zahteve i uslove koje je postavio korisnik karte. Osnovna svrha izrade karte ranjivosti podzemnih voda je klasifikacija i izdvajanje područja sa različitim stepenom ranjivosti. Izdvojena područja, odnosno klase ranjivosti prikazuju se različitim bojama simbolizujući različite stepene ranjivosti. Formiranjem takve karte obezbeđuje se kvalitetna osnova za upravljanje planskim dokumentima kao što je prostorni plan određenog područja, a takođe i za određivanje zona sanitarne zaštite i procenu rizika od zagađenja (Dragišić i sar. 2010).

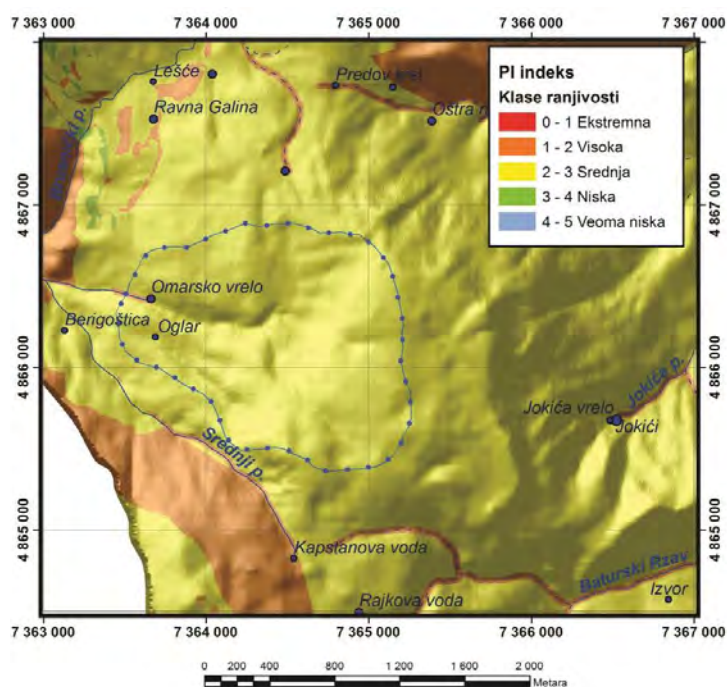
Polazeći od činjenice da su na širem području izvorišta „Omarsko vrelo“ razvijene karstne i karstno-pukotinekse izdani u okviru karbonatnog kompleksa sedimenata, za ocenu ranjivosti podzemnih voda izabrana je PI metoda koja je razvijena za upotrebu u karstnim terenima.

Pri primeni PI metode, detaljno se analiziraju 2 parametra: zaštitni faktor P (protective cover) i uslovi infiltracije I (infiltration conditions).

Karta ranjivosti podzemnih voda je dobijena tako što je π faktor izračunat množenjem faktor P i I. Dobijena karta pokazuje opštu ranjivost i prirodnu zaštitu podzemnih voda iz najviše izdani. Vrednost π faktora se kreće u rasponu 0.0 do 5.0 pri čemu visoke vrednosti označavaju visok stepen prirodne zaštite i male ranjivosti. Vrednost faktora π je podeljena u 5 klasa koje su različito obojene, od crvene, koja označava visok rizik, do plave, koja označava minimalan rizik.

Na osnovu dobijenih podloga i primenom PI metode u zoni sliva Omarskog vrela dobijena je karta ranjivosti na kojoj su izdvojena 3 od 5 nivoa ranjivosti podzemnih voda (slika 3). Od postojećih klasa, nisu izdvojene veoma niska ranjivost i veoma visoka ranjivost podzemnih voda. Na celoj površini sliva dobijena je srednja ranjivost podzemnih voda, dok je visoka ranjivost izdvojena samo na uskom pojasu oko i nizvodno od samog izvora, što je posledica male dubine do nivoa podzemnih voda.

Na osnovu analize ranjivosti, može se zaključiti da u okviru sliva postoji visoka mogućnost zagađenja podzemnih voda, pa se stoga propisane mere za održavanje zona sanitarne zaštite izvorišta moraju strogo primenjivati u cilju očuvanja veoma dobrog kvaliteta podzemnih voda.



Slika 3. Karta ranjivosti na području „Omarskog vrela“
Picture 3. Vulnerability map in „Omarsko vrelo“ area

POTENCIJALNI ZAGAĐIVAČI

Radi sagledavanja postojećeg stanja sa aspekta zaštite i propisivanja zona sanitarne zaštite i odgovarajućih mera izvedeno je popisivanje potencijalnih izvora zagađenja na analiziranom prostoru.

Činjenica da se predmetno izvorište i slivna površina izvora nalaze na teritoriji nacionalnog parka „Tara“ ukazuje na odsustvo potencijalnih zagađivača podzemnih voda. Aktivnosti u zoni izvorišta koje potencijalno mogu ugroziti kvalitet podzemnih voda su nekontrolisano krčenje šuma i uzgajanje, kretanje i ispaša stoke.

ODREĐIVANJE ZONA SANITARNE ZAŠTITE

Propisivanje i određivanje zona i mera sanitarne zaštite i načina ponašanja u okviru istih, definisano je „Pravilnikom o načinu određivanja i održavanja zona sanitarne zaštite objekata za snabdevanje vodom za piće“

U cilju zaštite vode od namernog ili slučajnog zagađivanja, kao i od drugih štetnih dejstava koja mogu trajno uticati na ispravnost vode i izdašnost izvorišta, predviđaju se sledeće zone sanitarne zaštite:

- zona neposredne zaštite (I zona),
- uža zona zaštite (II zona), i
- šira zona zaštite (III zona).

Zona neposredne zaštite (zona strogog nadzora) obuhvata najmanje 10 m oko vodozahvatnog objekta, kada zbog nadziranja i održavanja u ovoj zoni boravi stalno zaposlena osoba i ova zona sa svim postrojenjima i instalacijama mora se ograditi. Kada u prvoj zoni ne boravi stalno zaposlena osoba ova zona mora da obuhvati prostor najmanje 3 m oko vodozahvatnih objekata. Imajući u vidu da su na izvorištu “Omarsko vrelo” planirani kaptažna građevina i prelivni rezervoar, i da u zoni ne boravi stalno zaposlena osoba, ova zona je usvojena prema kriterijumu da obuhvata prostor od najmanje 3 m od objekta.

Uža zona zaštite (zona ograničenja) mora da bude dovoljna da obezbedi vodu od mikrobiološkog, hemijskog radiološkog i drugih vidova zagađenja. U uslovima kada je izdan formirana u poroznoj sredini karstno-pukotinskog tipa, kada je podzemna voda sa slobodnim nivoom i kada je vodonosna sredina pokrivena povlatnim zaštitnim slojem koji umanjuje uticaj zagađivača sa površine terena, uža zona zaštite obuhvata prostor sa kog voda dotiče do vodozahvatnog objekta za najmanje jedan dan. Shodno tome za užu zonu zaštite se određuje deo slivnog područja oko izvorišta.

U cilju proračuna brzine kretanja podzemnih voda i vremena transporta čestice, kao i njihove prostorne raspodele, primenjena je GIS metodologija. Vreme za koje voda dotiče do vodozahvatnog objekta je izračunato prema sledećoj jednačini (Mitrović i sar. 2013):

$$t = R^2 / (K_f \Delta H)$$

gde je:

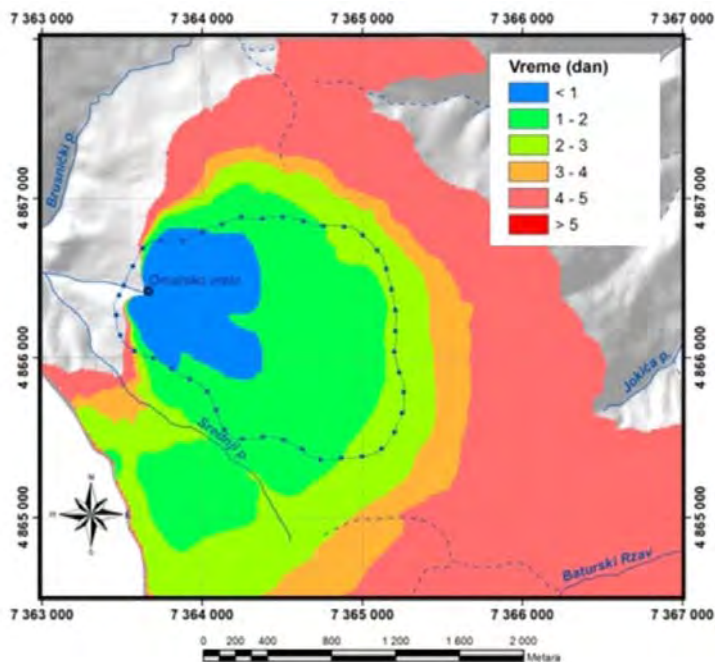
t – vreme kretanja podzemnih voda

R – rastojanje od izvora

K_f – koeficijent filtracije

ΔH – razlika između dubine do nivoa podzemnih voda i kote izvora

Prostorni raspored ovako proračunatog vremena kretanja podzemnih voda prikazan je na slici 4.

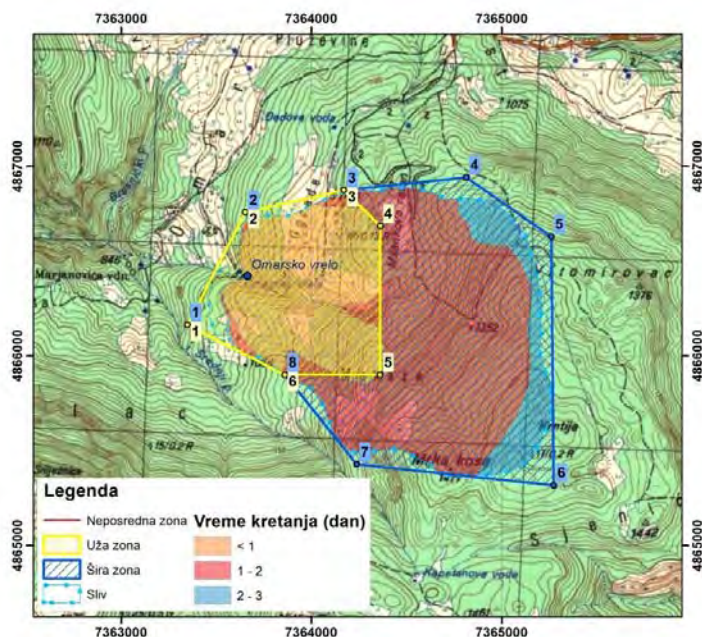


Slika 4. Prostorna distribucija vremena kretanja podzemnih voda do izvora
 Picture 4. Distribution of time until groundwater reaches the spring

Na osnovu usvojene metodologije, dobijene su brzine kretanja podzemnih voda od oko 1 cm/s. Usvojen je kriterijum da uža zona sanitarne zaštite obuhvata prostor sa kog voda dotiče do vodozahvatnog objekta za jedan dan.

Šira zona zaštite (zona nadzora) obuhvata teritoriju ili deo teritorije slivnog područja oko izvorišta. U poroznoj sredini karstno-pukotinskog tipa, kada je podzemna voda sa slobodnim nivoom i kada je vodonosna sredina pokrivena povlatnim zaštitnim slojem koji umanjuje uticaj zagađivača sa površine terena, zona III obuhvata celo slivno područje (slika 5).

Ovako definisane granice zona sanitarne zaštite moraju se uneti u katastarske planove, kao i u prostorne i urbanističke planove, jer je to jedini način koji obezbeđuje da će se propisane mere zaštite poštovati i da će biti onemogućena bilo kakva aktivnost koja bi mogla da naruši kvalitet resursa podzemnih voda. Olakšavajuća okolnost je ta što se izvorište "Omarsko vrelo" nalazi u okviru granica Nacionalnog parka Tara, koja je posebnim zakonskim aktima zaštićeno dobro.



Slika 5. Rasprostranjenje zona sanitarne zaštite izvora „Omarsko vrelo“
 Picture 5. Distribution sanitary protection zones for „Omarsko vrelo“ spring

LITERATURA

1. Dragišić V, Živanović V, 2010: *Elaborat o izvedenim hidrogeološkim istraživanjima za potrebe izrade geološkog i hidrogeološkog informacionog sistema nacionalnog parka Tara u 2010. godini – izrada karte hazarda I karte rizika od zagađivanja podzemnih voda*, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd
2. Živanović V, 2011: *Ocena ranjivosti podzemnih voda od zagađenja na primerima karsta Srbije*, Magistarski rad, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd
3. Krmpotić M, Mitrović V, 2013: *Elaborat rezervama podzemnih voda izvorišta "Omarsko vrelo"* HidroGeoEko Inženjering, Beograd
4. Mitrović V, Krmpotić M, 2013: *Elaborat o zonama sanitarne zaštite izvorišta "Omarsko vrelo"* HidroGeoEko Inženjering, Beograd
5. Olujčić J, Karović J, 1986: *OGK 1 : 100 000, list K34-3 - Višegrad*, RO Geološki institut Beograd i RO "Geoinženjering" Sarajevo, Savezni geološki zavod Beograd