

Zdravstvena ispravnost vode za piće u Gorskom kotaru u petogodišnjem razdoblju od 2011. do 2015.

Safety of drinking water in Gorski Kotar – five-year period 2011 – 2015

Darija Vukić Lušić¹, Andrea Đandara¹, Vanda Piškur², Željko Linšak², Lovorka Bilajac¹, Dražen Lušić^{1*}

¹Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka

²Nastavni zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije, Rijeka

Sažetak. Cilj: Osiguranje zdravstveno ispravne vode osnovna je potreba svakog čovjeka. S obzirom na dugogodišnje mikrobiološko onečišćenje u vodoopskrbnoj mreži Gorskog kotara, analizirano je petogodišnje razdoblje. Cilj ovog rada bio je pratiti utjecaj promjena zakonske regulative i sanitarno-tehničkih uvjeta – ugradnje većeg broja automatskih klorinatora na broj ispitanih uzoraka iz vodoopskrbnog sustava, kao i na rezultate ispitivanja parametara zdravstvene ispravnosti vode za ljudsku potrošnju. U radu je uspoređen profil onečišćenja vode za ljudsku potrošnju u Gorskom kotaru i ostalim dijelovima županije. **Metode:** Statistički su obrađeni i interpretirani rezultati županijskog monitoringa zdravstvene ispravnosti vode za ljudsku potrošnju na području Gorskog kotara u razdoblju od 2011. do 2015. (broj ispitanih uzoraka N = 7.047). **Rezultati:** Stupanjem na snagu Pravilnika o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/13, 141/13 i 128/15) broj uzoraka na temelju kojih se prati stanje vode u razvodnoj mreži Gorskog kotara je šestorostruko smanjen, ali je broj ispitanih pokazatelja povećan. Ugradnja automatskih klorinatora (2012. g. i 2013. g.) rezultirala je dvostrukim smanjenjem broja nesukladnih uzoraka. **Zaključci:** Primjena Pravilnika (NN 125/13, 141/13 i 128/15) rezultirala je značajnim smanjenjem broja analiziranih uzoraka u pojedinim vodoopskrbnim sustavima, što je procjenu njihovog stanja uvelike otežalo. Ugradnjom automatskih klorinatora broj nesukladnih uzoraka u Gorskom kotaru upola je smanjen. Glavni razlog zdravstvene neispravnosti vode za ljudsku potrošnju u vodovodima Gorskog kotara je fekalno onečišćenje vode, dok u ostalim dijelovima županije najčešće od zadanih kriterija odstupaju mutnoća vode, povećani broj kolonija (UBB) i nusprodukti klorinacije.

Ključne riječi: fekalno onečišćenje; onečišćenje vode; opskrba vodom; voda za piće; zdravstvena ispravnost vode

Abstract. Aim: Ensuring the safety of potable water is a necessity of every human being. Taking into account long-term microbiological contamination of water supply network of Gorski Kotar, the results of 5-year County monitoring program of potable water safety in that region have been analysed. The aim of this study was to monitor the impact of amendment of legal standards as well as sanitary and technical requirements – the insertion of higher number of chlorinators on the number of examined samples deriving from the water supply system as well as the influence on the results of testing of the health parameters of water intended for human consumption. This study compared the contamination profile of water for human consumption in Gorski Kotar and other regions of the Primorje-Gorski Kotar County. **Methods:** This study presents the elaborated and interpreted results of the County monitoring program of potable water safety in the region of Gorski Kotar during the 5-year period (2011–2015; the number examined samples N = 7,047). **Results:** Application of the Regulations on the parameters of assessment and methods for the analysis of water for human consumption (Official Gazette 125/2013, 141/2013/, 128/2015) provides six times lesser number of samples for the monitoring of water supply system network in Gorski Kotar, but the number of analysed parameters was increased. Installation of automatic chlorinators (2012 and 2013) resulted with twice smaller number of non-compliant samples of drinking water. **Conclusions:** Application of the the Regulations (Official Gazette 125/2013, 141/2013,

***Dopisni autor:**

Doc. dr. sc. Dražen Lušić
Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci
Braće Branchetta 20, 51 000 Rijeka
e-mail: drazen.lusic@medri.uniri.hr

<http://hrcak.srce.hr/medicina>

128/2015) resulted with the significant reduction of samples for certain water supply systems making the objective assessment of their condition much harder. The installation of automatic chlorinators reduced the number of non-compliant water samples in Gorski Kotar by half. The main reason for non-complying samples of water for human consumption in the water supply systems of Gorski Kotar is faecal contamination, while for the other parts of the County major deviation from stipulated criteria are turbidity, increased number of colonies (Heterotrophic Plate Count – HPC) and chlorination by-products.

Key words: drinking water; faecal pollution; water pollution; water safety; water supply

UVOD

Osiguranje dovoljne količine zdravstveno ispravne vode za ljudsku potrošnju osnovna je potreba čovjeka i preduvjet razvoja nekog područja. Opskrba stanovništva zdravstveno ispravnom vodom za ljudsku potrošnju složen je zadatak koji ovisi o brojnim faktorima. To su prvenstveno kvaliteta i čistoća vode u prirodi koja se zahvaća za vodoopskrbu (vode izvora, bunara, jezera, vodotoka), tehnologija pročišćavanja i postupci dezinfekcije vode te sanitarno-tehnički i higijenski uvjeti vodoopskrbnih objekata. Dobra i zdravstveno ispravna voda za piće je voda dobrih senzorskih osobina (bez boje, muteži i mirisa), bez prisutnosti tvari u koncentracijama koje bi štetno mogle djelovati na ljudski organizam (kemijski ispravna voda) i bez uzročnika bolesti koje se prenose vodom za piće (mikrobiološki ispravna voda).

Kontrola zdravstvene ispravnosti vode za piće definirana je Zakonom o vodi za ljudsku potrošnju (NN 56/13, 64/15)¹ te Pravilnikom o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/13, 141/13 i 128/15)². Navedeni Pravilnik definira obim ispitivanja, učestalost te broj uzoraka u redovnom i revizijskom monitoringu prema količini isporučene vode unutar opskrbe zone u m³/dan. Redovitim monitoringom dobivaju se osnovni podaci o kemijskim, fizikalnim, mikrobiološkim i senzorskim parametrima sukladnosti vode za ljudsku potrošnju te podaci o učinkovitosti prerade (dezinfekcije) vode za ljudsku potrošnju, gdje se ona provodi. Revizijskim monitoringom dobivaju se podaci o svim parametrima

trima provjere sukladnosti vode za ljudsku potrošnju.

Gorski kotar pripada zapadnom dijelu Republike Hrvatske (RH), u najužem dijelu Dinarskog gorja, između panonskog prostora i Sredozemnog mora. Razlog posebnog osvrta ovog članka na područje Gorskog kotara, koje zauzima trećinu (1.275,04 km²) kopnenog dijela Primorsko-goranske županije (PGŽ), dugogodišnja je prisutnost visokog udjela nesukladnih uzoraka u vodoopskrbnom sustavu na ovom području. Kada se sagleda

Promjena zakonskih propisa koji reguliraju područje zdravstvene ispravnosti vode za ljudsku potrošnju rezultirala je smanjenjem razine kontrole kritičnih parametara u manjim vodoopskrbnim sustavima. Unaprjeđenje sanitarno-tehničkih uvjeta vodoopskrbnog sustava Gorskog kotara (ugradnja automatskih klorinatora) rezultiralo je upola manjim brojem zdravstveno neispravnih uzoraka u odnosu na prethodno razdoblje.

činjenica da je PGŽ po pitanju organiziranosti vodoopskrbe generalno vrlo razvijena županija, tada postaje jasno da je problem ove regije u razmjerima Hrvatske, a nadasve Europske unije, podcijenjen. U području koje je prirodno izuzetno bogato vodom (s oko 2500 mm/m² ubraja se u najkišovitiije dijelove Hrvatske), dostupnost ovog primarnog resursa ograničena je. Od vodnih resursa potrebno je istaknuti jezera (Lokvarsko jezero, Bajer i Lepenica) i vodotoke (Kupa, Dobra, Čabranka). Pripada nerazvijenim područjima županije i države, zbog slabe naseljenosti i reljefne izoliranosti³. Demografsko stanje Gorskog kotara karakterizira „intenzivna depopulacija“. Gustoća naseljenosti ovog područja iznosi 18 st./km², što je znatno niže od županijskog i državnog prosjeka (prosječna gustoća naseljenosti županije je 82,6 st./km², a RH je 75,7 st./km²)⁴.

U članku je ispitan učinak promjene zakonske regulative na broj uzoraka koji se ispituju u svrhu procjene zdravstvene ispravnosti vode u razvodnoj mreži PGŽ-a i Gorskog kotara. Ispitan je učinak ugradnje automatskih klorinatora na udio nesukladnih uzoraka u Gorskom kotaru, dijelu PGŽ-a koji karakterizira dugoročno visok udio nesukladnih uzoraka. Također, analizirani su glavni

parametri koji odstupaju od propisanih kriterija zdravstvene ispravnosti vode za ljudsku potrošnju u Gorskom kotaru i u ostalim dijelovima županije.

METODE

U radu su obrađeni rezultati monitoringa zdravstvene ispravnosti vode za ljudsku potrošnju Primorsko-goranske županije tijekom petogodišnjeg razdoblja (2011. do 2015.). Ukupno je analizirano 7.047 rezultata, od čega s područja Gorskog kotara 1.988.

Kontrolu zdravstvene ispravnosti vode za ljudsku potrošnju na području Primorsko-goranske županije za potrebe Ministarstva zdravstva provodi Zdravstveno ekološki odjel Nastavnog zavoda za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije. Uzorci vode uzimani su na mjestima potrošnje, najčešće na javnim izljevima, u javnim objektima kao što su škole, vrtići i ugostiteljski objekti ili u ormarićima za uzorkovanje. Uzorci su uzimani jednom mjesečno, a njihov broj ovisio je o m³/dan isporučene vode unutar pojedine opskrbe zone.

Statistička obrada podataka

Rezultati su opisani deskriptivnom statistikom: relativnim frekvencijama, aritmetičkom sredinom (AS) kao mjerom srednje vrijednosti, standardnom devijacijom (SD) i rasponom podataka kao mjerama raspršenosti podataka te slikovno (gra-

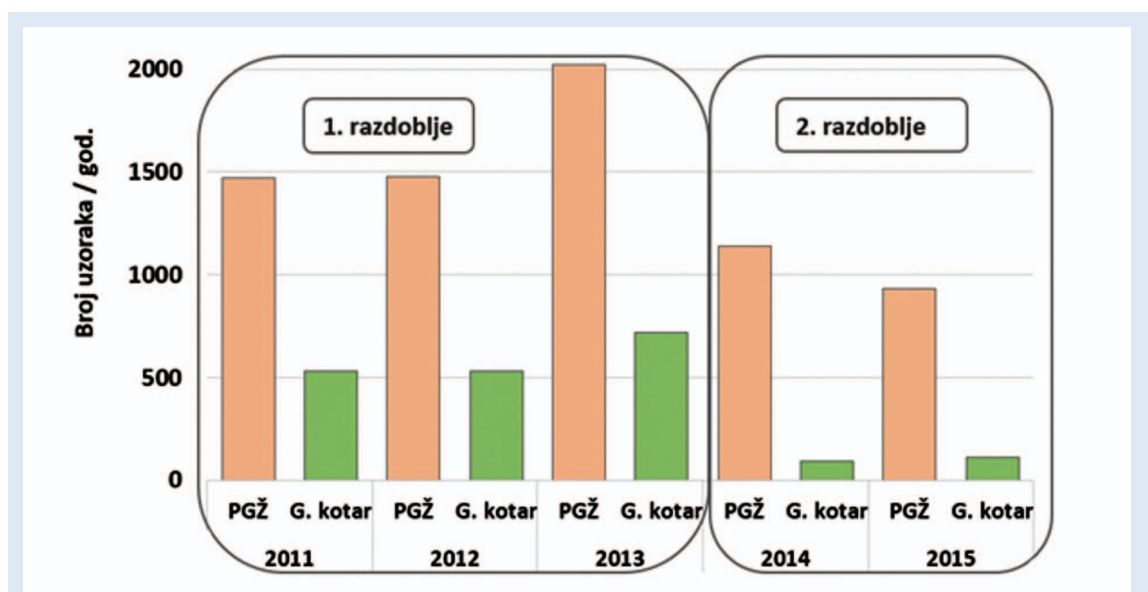
fički). Normalnost raspodjele podataka testirana je pomoću Kolmogorov-Smirnovljevog testa. Prije analize podataka vrijednosti su logaritamski transformirane kao $\log_{10}(n+1)$. Za utvrđivanje statistički značajne razlike u opterećenosti vode za piće fekalnim indikatorima u vodoopskrbnoj mreži na području Gorskog kotara u odnosu na ostale vodovode u PGŽ-u korišten je Studentov t-test za velike nezavisne uzorke na razini značajnosti od $P < 0,05$.

Statistička analiza rezultata provedena je primjenom programa Microsoft Excel Statistic Package (Redmond, United States of America) i Statistica 9.1. (Stat.Soft.Inc., Tulsa, SAD).

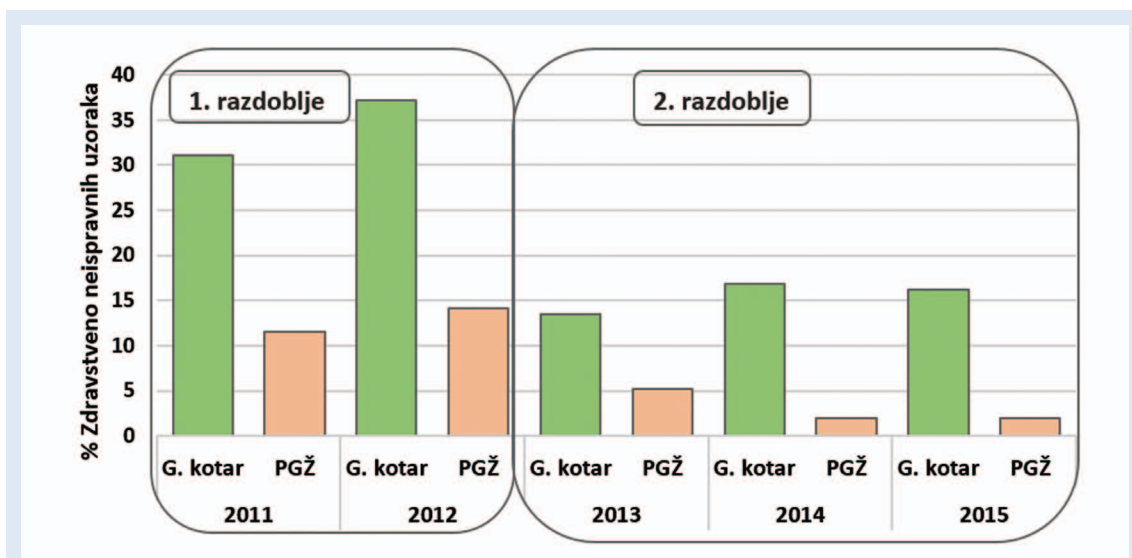
REZULTATI

Na slici 1 prikazan je broj uzoraka vode ispitan u razdoblju od 2011. do 2015. g. u PGŽ-u i Gorskom kotaru (ukupan N = 7.047), a mogu se uočiti dva razdoblja ispitivanja:

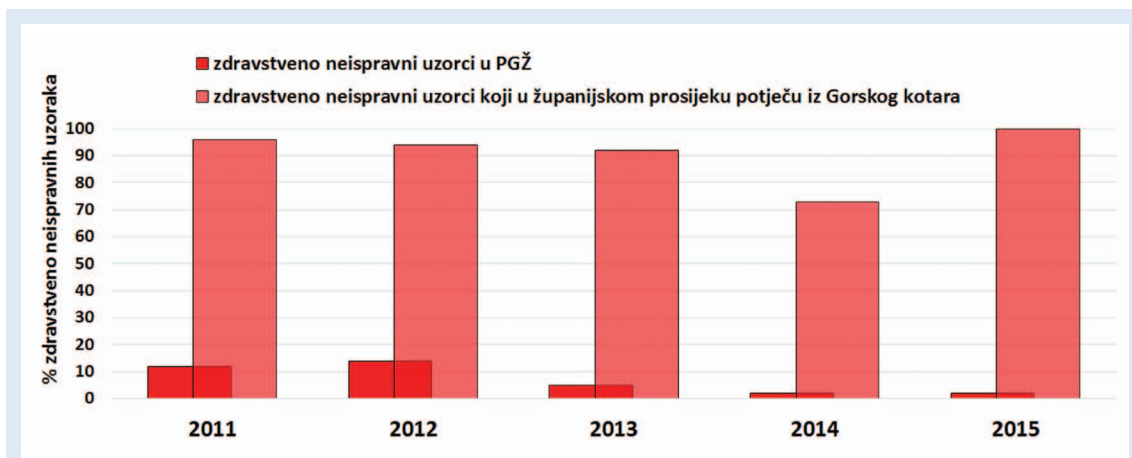
- 1) 2011. do 2013. – kada je broj uzoraka bio visok i iz godine u godinu rastao (u PGŽ-u je prosječan broj uzoraka u tom razdoblju bio N = 1.658, a u Gorskom kotaru N = 594),
- 2) 2014. do 2015. – razdoblje u kojem je broj ispitanih uzoraka u Gorskom kotaru značajno smanjen s prosječno 594 na 103 ($t(3) = 6,0$, $P = 0,009$), a u PGŽ-u s prosječno 1.658 na 1.035 ($t(3) = 2,5$, $P = 0,086$).



Slika 1. Broj pregledanih uzoraka u Primorsko-goranskoj županiji i Gorskom kotaru u petogodišnjem razdoblju od 2011. do 2015.



Slika 2. Udio zdravstveno neispravnih uzoraka u Primorsko-goranskoj županiji i Gorskom kotaru u razdoblju od 2011. do 2015.



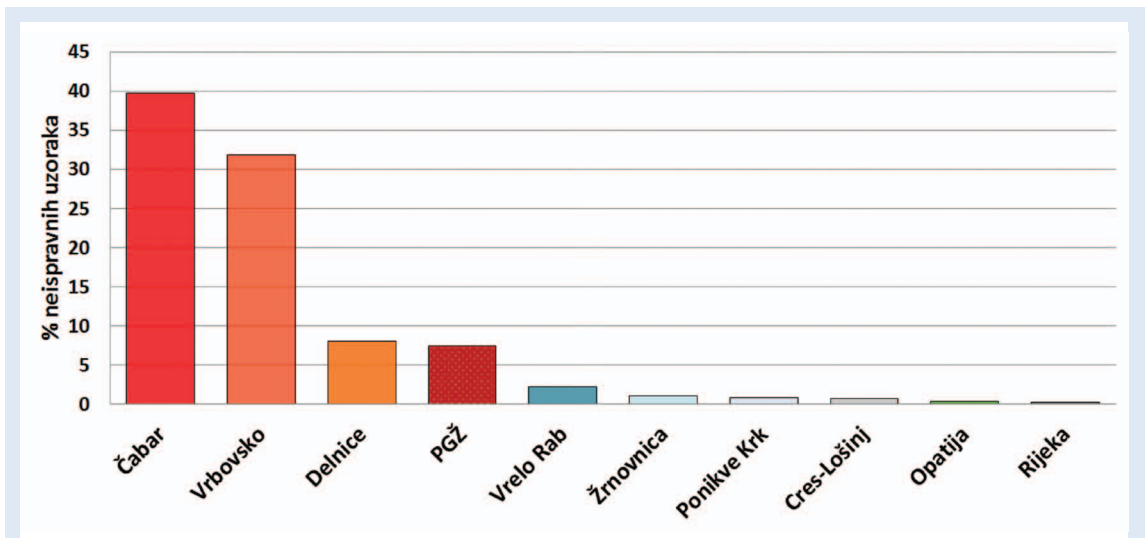
Slika 3. Udio zdravstveno neispravnih uzoraka koji u županijskom prosijeku potječu iz Gorskog kotara.

Na slici 2 vidljivo je da se promatrano petogodišnje razdoblje (2011. – 2015.) također može podijeliti na dva dijela i prema udjelu zdravstveno neispravnih uzoraka u Gorskom kotaru i PGŽ-u. U 1. razdoblju (2011. i 2012.) u Gorskom kotaru je udio zdravstveno neispravnih uzoraka bio visok ($AS \pm SD = 34 \pm 4,2 \%$), dok se u 2. razdoblju (2013. – 2015.) bilježi značajan pad ($15 \pm 2,1 \%$), $t(3) = 6,9, P = 0,006$. To se, naravno, odražava i na smanjenje zdravstveno neispravnih uzoraka u cijeloj županiji, s obzirom na to da je njihov najveći udio u županijskom prosjeku upravo i potjecao iz Gorskog kotara. Tako je u razdoblju od 2011. do 2012. prosječni udio zdravstveno neispravnih uzoraka u PGŽ-u iznosio $13 \pm 1,4 \%$, a u razdoblju

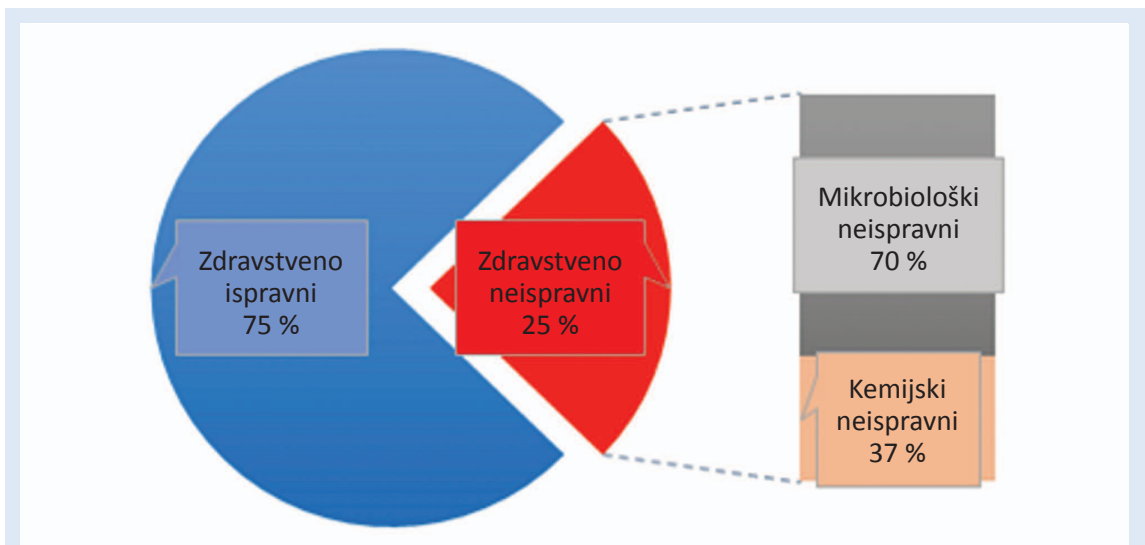
od 2013. do 2015. se smanjio na $3 \pm 1,7 \%$, $t(3) = 6,7, P = 0,007$.

Slika 3 prikazuje udio zdravstveno neispravnih uzoraka koji u prosjeku Primorsko-goranske županije potječu s područja Gorskog kotara u razdoblju od 2011. do 2015. Udio se kreće od 73 % 2014. g. do maksimalnih 100 % u 2015. g, s prosječnom vrijednosti od visokih 91 %.

Slika 4 prikazuje prosječni udio zdravstveno neispravnih uzoraka u petogodišnjem razdoblju (2011. – 2015.) po pojedinom vodoopskrbnom sustavu, od njih ukupno 9 na području Primorsko-goranske županije. Udio zdravstveno neispravnih uzoraka u razvodnoj mreži vodovoda u Gorskom kotaru (Čabar, Vrbovsko, Delnice) zna-



Slika 4. Petogodišnji prosjek udjela zdravstveno neispravnih uzoraka u vodovodima Primorsko-goranske županije od 2011. do 2015.

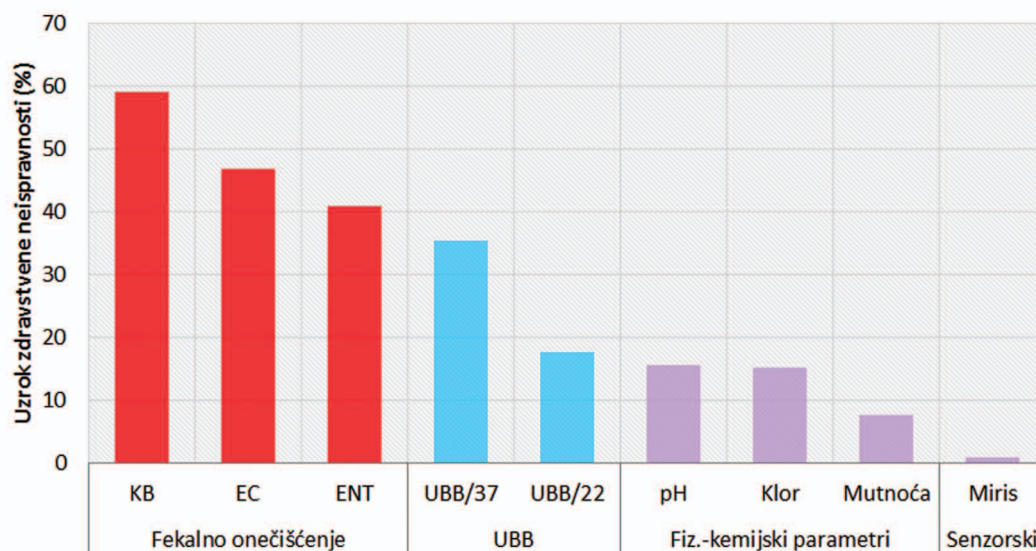


Slika 5. Udio zdravstveno neispravnih uzoraka vode za piće na području Gorskog kotara te odnos mikrobiološki i kemijski neispravnih uzoraka u periodu od 2011. do 2015.

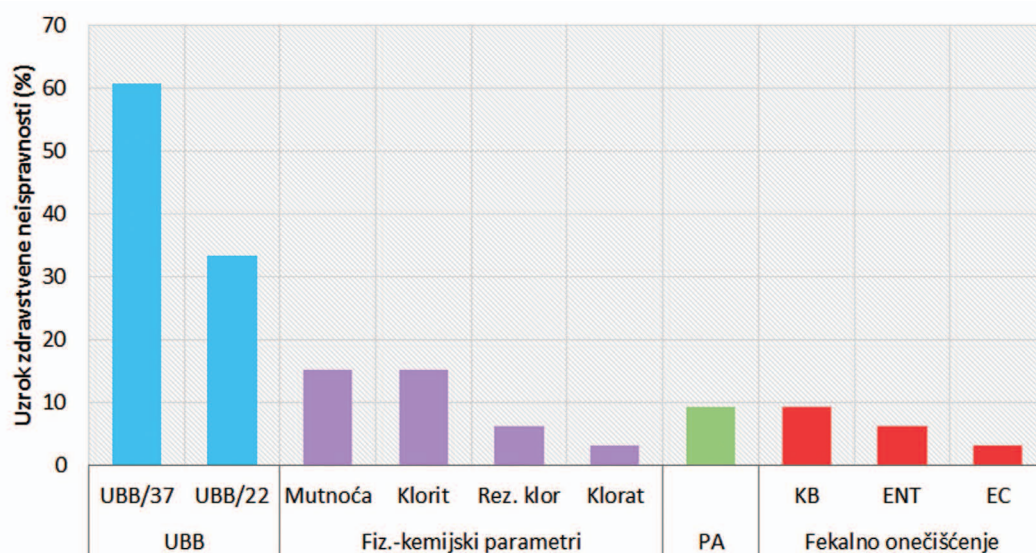
čajno je viši (prosječno 26,5 %, s maksimumom na području grada Čabra od 39,8 %) od prosječnog udjela u ostalim kopnenim i otočnim vodoopskrbnim sustavima u PGŽ-u (prosječno 0,9 %), $t(5) = 33,4$, $P < 0,001$. Najmanji udio nesukladnih uzoraka bilježi se u vodoopskrbnim sustavima Rijeke (0,2 %) i Opatije (0,4 %). Prosječni udio neispravnih uzoraka u promatranom razdoblju u svim vodoopskrbnim sustavima u PGŽ-u iznosi 7,5 %. Studentov t-test pokazao je statistički značajnu razliku u prisutnosti fekalnih indikatora u vodi za ljudsku potrošnju na području Gorskog

kotara ($AS \pm SD = 1,42 \pm 2,83$ cfu/100 ml; $N = 5.802$) i ostalih područja u PGŽ-u ($1,00 \pm 1,10$ cfu/100 ml; $N = 15.046$); $t(20.846) = 40,46$, $P < 0,001$).

Od ukupnog broja uzoraka uzetih s područja Gorskog kotara u promatranom petogodišnjem razdoblju ($N = 1.988$), 25 % uzoraka ($N = 497$) nije zadovoljilo propisane kriterije zdravstvene ispravnosti, od čega je njih 70 % bilo mikrobiološki neispravno ($N = 348$), a 37 % ($N = 184$) nije bilo sukladno fizikalno-kemijskim parametrima (slika 5).



Slika 6. Profil uzroka zdravstvene neispravnosti vode za ljudsku potrošnju u vodoopskrbnim sustavima Gorskog kotara.



Slika 7. Profil uzroka zdravstvene neispravnosti vode za ljudsku potrošnju u vodoopskrbnim sustavima Primorsko-goranske županije bez Gorskog kotara.

Na slici 6 prikazana je pojavnost pojedinih uzroka zdravstvene neispravnosti ispitanih uzoraka u Gorskom kotaru. Može se uočiti da fekalno onečišćenje predstavlja glavni uzrok zdravstvene neispravnosti vode za ljudsku potrošnju: u 59 % uzoraka detektirana je prisutnost koliformnih bakterija (AS \pm SD = 51,9 \pm 115,0 cfu/100 ml, raspon 1-1300 cfu/100 ml), kod 47 % *Escherichia coli*, (49,3 \pm 110,1 cfu/100 ml, 1-1300 cfu/100 ml),

a 41 % crijevni enterokoki (25,1 \pm 47,4 cfu/100 ml, 1-390 cfu/100 ml). Nakon fekalnih indikatora, kao sljedeći razlog zdravstvene neispravnosti vode za ljudsku potrošnju javlja se povišen broj aerobnih mezofilnih kolonija na 37 °C (64,5 \pm 152,8 cfu/ml, 1 – 2000 cfu/100 ml) i na 22 °C (28,5 \pm 96,0 cfu/ml, 1 – 2000 cfu/100 ml). Od fizikalno-kemijskih parametara najčešći uzroci neispravnosti bili su niska pH vrijednost (7,8 \pm 0,5; 6,19 – 8,8),

povišena koncentracija rezidualnog klora ($0,2 \pm 0,3$ mg/l, $0 - 4,4$ mg/l, замуćenje ($1,0 \pm 1,4$ NTU, $0,1 - 20,7$ NTU) i miris vode.

Profil uzroka zdravstvene neispravnosti vode za ljudsku potrošnju razlikuje se u ostalim vodoopskrbnim sustavima u PGŽ-u. Tako se na slici 7 može vidjeti da je najčešći razlog nesukladnosti od propisanih standarda povećan broj kolonija (UBB/37 i UBB/22), nakon čega slijede fizikalni-kemijski parametri, i to u najvećem broju uzoraka mutnoća, nusprodukti kloriranja (klorit i klorat) i

Unatoč tome što je broj nesukladnih uzoraka za polovicu smanjen, vodovodi Čabra i Vrbovskog još uvijek se svrstavaju u zdravstveno nesigurne javne vodovode, s evidentiranim fekalnim onečišćenjem. U drugim dijelovima županije profil onečišćenja razlikuje se od onog u Gorskom kotaru. Najčešće odstupaju parametri UBB/37 i UBB/22, mutnoća i nusprodukti klorinacije.

povećana koncentracija rezidualnog klora, zatim slijedi prisutnost bakterije *P. aeruginosa* te, naposljetku, fekalno onečišćenje.

RASPRAVA

Pravilnik o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013, 141/2013 i 128/2015) stupio je na snagu krajem 2013. g. Njegova primjena započela je u 2014. g. a odrazila se na značajnu redukciju broja uzoraka koji se ispituju u svrhu procjene zdravstvene ispravnosti vode za piće na mjestima same potrošnje. U periodu promatranog razdoblja (2011. – 2013.), u kojem je još uvijek bio aktualan prethodni Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (NN 47/2008), u PGŽ-u je ispitano 1.689 uzoraka, a u Gorskom kotaru 594. Dakle u ukupnom broju županijskih uzoraka, trećina ih je potjecala iz Gorskog kotara. Nakon stupanja na snagu Pravilnika o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013, 141/2013 i 128/2015) u razdoblju od 2014. do 2015., broj uzoraka u PGŽ-u smanjen je za gotovo polovicu, a u Gorskom kotaru čak šesterostruko, ali se znatno povećao broj ispitanih pokazatelja. Time je udio uzoraka iz područja Gorskog kotara, koje je poznato kao kritična „crvena točka“ vodo-

opskrbe Primorsko-goranske županije, u ukupnom broju županijskih uzoraka smanjen s trećine na desetinu.

Naime, novi Pravilnik (NN 125/2013, 141/2013 i 128/2015) definira drugačiji način izračuna minimalnog broja uzoraka za provođenje monitoringa kakvoće voda. Učestalost uzorkovanja i analiza vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbne mreže, s obzirom na količinu isporučene vode, prema aktualnom se Pravilniku temelji na *vodoopskrbnim zonama*, a ne *vodoopskrbnom sustavu*, što je bio temelj izračuna u prethodnom razdoblju⁵. *Vodoopskrbni sustav* možemo definirati kao sustav opskrbe vodom za ljudsku potrošnju koji ima uređeno i zaštićeno vodocrpilište, uređaj za kondicioniranje, vodospremu, crpne stanice, glavni dovodni cjevovod i разводnu mrežu. S druge strane, *vodoopskrbna zona* definirana je kao bilo koje zemljopisno područje unutar kojeg voda namijenjena za ljudsku potrošnju dolazi iz jednog ili više izvora, te unutar kojega se kvaliteta vode može smatrati sličnom. Cilj uspostave ovakvih zona je određivanje područja s ujednačenom kvalitetom vode, odnosno da uzorak vode uzet za ispitivanje može reprezentativno oslikati kakvoću vode tog područja. Dakle, ako se bilo koje obilježje unutar vodoopskrbnog sustava razlikuje, zonu je potrebno izdvojiti. Svakako je poželjno da se zone što rjeđe mijenjaju, pri čemu je važno za utvrđivanje zona primjenjivati ujednačene kriterije. U definiranju vodoopskrbnih zona sudjelovalo je više institucija: nadležni vodovodi, lokalni Zavod za javno zdravstvo, Hrvatski zavod za javno zdravstvo, Ministarstva zdravstva i Hrvatske vode. Nov način izračuna broja uzoraka koje je potrebno ispitati rezultirao je njegovim značajnim smanjenjem, što se posebice odrazilo na pojedine, manje vodoopskrbne sustave. Temeljem ovako reduciranog broja uzoraka nije moguće dobiti realnu sliku stanja zdravstvene ispravnosti vode za piće koja se distribuira potrošačima na određenom području, kao niti provesti brze i efikasne mjere u slučaju evidentiranih nesukladnosti.

Sagledavajući udio nezadovoljavajućih uzoraka, promatrano petogodišnje razdoblje možemo podijeliti na dva dijela, iako u odnosu na broj ispitanih uzoraka s nešto različitim grupacijama godina. Naime, ključni događaj kao determinanta broja i raspodjele zdravstveno neispravnih uzoraka

ugradnja je automatskih klorinatora tijekom 2012. i 2013. g. na području Čabra i Vrbovskog⁶. KD Čabranka je u 1. fazi koja je započela 2012. g. ugradilo dodatne automatske klorinatore na području Tropeta-Parga i Prezida, čime se kvaliteta vode značajno poboljšala. U 2. fazi koja se nastavila u 2013. g. dodatno su se ugrađivali klorinatori na području Mandla-Žagara-Plešca i Gerova. Na području vodovoda Vrbovsko, uz evidentno bolje održavanje, također se investiralo u ugradnju još jednog klorinatora kojim se voda dodatno klorirala za područje Zdihova-Severina na Kupi-Lukovdola i Blaževaca. Posljedično, udio zdravstveno neispravnih uzoraka se iz 1. perioda (2011. – 2012.) upola smanjio u odnosu na 2. period (2013. – 2015.). To se, dakako, odrazilo i na udio zdravstveno neispravnih uzoraka u cijeloj županiji, s obzirom na to da su oni u najvećem dijelu potjecali s područja Gorskog kotara. Navedeno potvrđuje da modernizacija vodoopskrbnog sustava direktno utječe na zdravstvenu ispravnost vode za piće koja se distribuira potrošačima. Prije ugradnje automatskih klorinatora županijski prosjek neispravnih uzoraka iznosio je 13 %, da bi se u periodu od 2013. do 2015. taj udio četverostruko smanjio (u 2013. i 2014. g. s prosjekom od samo 2 %). Udio neispravnih uzoraka s područja Gorskog kotara je u županijskom prosjeku u cijelom promatranom periodu najveći, a kretao se od 73 % (2014. g.) do čak 100 % (2015. g.). Promatrajući distribuciju nesukladnih uzoraka po pojedinim vodoopskrbnim sustavima u navedenom razdoblju, najveći udio uzoraka koji nisu odgovarali propisanim kriterijima uzorkovan je na području Čabra (40 %), Vrbovskog (32 %) i Delnica (8 %). Ostali vodoopskrbni sustavi u PGŽ-u bilježe značajno manji udio nesukladnih uzoraka (0,2 – 2,2 %).

Od ukupno analiziranih uzoraka (N = 1.988) koji su u istraživanom periodu uzorkovani na području Gorskog kotara, četvrtina je bila nesukladna, i to u najvećoj mjeri zbog nesukladnosti s mikrobiološkim kriterijima (70 %) te u manjoj mjeri i fizikalno-kemijskim (37 %).

Najčešći razlog mikrobiološke neispravnosti bila je prisutnost indikatora fekalnog onečišćenja (59 %), povišen broj kolonija (UBB/37) na temperaturi inkubacije 37 °C (35 %) i 22 °C (18 %), a od fizikalno-kemijskih parametara kod 16 % uzoraka

odstupala je pH vrijednost (niža pH vrijednost prirodna je osobina pojedinih izvora na području Ravne gore, Vrbovskog, Gerova, Mandli) i kod 15 % uzoraka koncentracija rezidualnog klora bila je viša od Pravilnikom dopuštene od 0,5 mg/l (posljedica često primjenjivanog ručnog načina kloriranja). Glavni uzroci neispravnosti vode u Gorskom kotaru razlikuju se od uzroka koji se najčešće javljaju u ostalim županijskim vodoopskrbnim sustavima, u kojima je vodeći uzrok povišen broj UBB-a na temperaturi inkubacije 37 °C (61 %) i 22 °C (33 %). Sljedeći razlog neispravnosti su fizikalno-kemijski parametri: mutnoća (15 %), nusprodukti klorinacije (15 % klorit i 3 % klorat), povišena koncentracija rezidualnog klora (6 %). U 9 % neispravnih uzoraka dokazana je prisutnost *P. aeruginosa*. U najmanjem broju zdravstveno neispravnih uzoraka dokazano je fekalno onečišćenje.

Za razliku od prisutnosti fekalnog onečišćenja u vodoopskrbnoj mreži Gorskog kotara i s time povezanim rizikom pojave hidričnih epidemija, smatra se da povišen broj kolonija (UBB/37 i UBB/22), koji je najčešći uzrok nesukladnosti uzoraka vode za ljudsku potrošnju u ostalim vodoopskrbnim sustavima PGŽ-a, ne predstavlja opasnost za opću populaciju, već samo za imunokompromitirane osobe⁷. Značenje ovog parametara dolazi do izražaja kroz duži period vremena, pri čemu uočavanje neuobičajenih vrijednosti predstavlja znak pojave nepovoljnih procesa u vodoopskrbnoj mreži⁸. Mutnoću vode predstavljaju suspendirane tvari, planktoni i drugi mikroskopski organizmi, raspadnute organske tvari, anorganske tvari⁹. Povišena mutnoća u osnovi ne predstavlja direktni, već potencijalni zdravstveni rizik, s obzirom na to da se u zamućenoj vodi smanjuje učinkovitost postupka dezinfekcije. Nusprodukti dezinfekcije vode nastaju reakcijom kemijskog dezinficijensa i organskih i anorganskih tvari prisutnih u vodi. Primjenom klorova dioksida stvaraju se kloriti i klorati, za koje se smatra da višim koncentracijama uzrokuju oksidativni stres koji rezultira promjenama crvenih krvnih zrnaca¹⁰. Pravilnik (NN 125/13, 141/13 i 128/15), za razliku od prethodnog Pravilnika NN 47/2008, kao parametar zdravstvene ispravnosti propisuje *P. aeruginosa*, ubikvitarnu bakteriju za koju se smatra da ne predstavlja rizik za opću populaciju¹¹.

Iz navedenog se može zaključiti da su stanovnici Gorskog kotara zbog prisutnog fekalnog onečišće-

nja u vodi za ljudsku potrošnju pod većim neposrednim zdravstvenim rizikom u odnosu na ostale stanovnike Primorsko-goranske županije.

ZAKLJUČCI

- Promjena zakonskih propisa u pojedinim je, posebno manjim vodoopskrbnim sustavima, rezultirala smanjenjem broja uzoraka te posljedično smanjenjem razine kontrole kritičnih parametara zdravstvene ispravnosti vode.
- Zbog poboljšanja sanitarno tehničkih uvjeta vodoopskrbnog sustava (ugradnja automatskih klorinatora) udio nesukladnih uzoraka u Gorskom kotaru u posljednje je tri godine upola smanjen, u odnosu na prethodno razdoblje.
- Dokaz indikatora fekalnog onečišćenja najčešći je uzrok zdravstvene neispravnosti uzoraka vode za ljudsku potrošnju na području Gorskog kotara, za razliku od ostalih vodovoda u PGŽ-u, gdje najčešće od standarda odstupaju povišena vrijednost broja kolonija (UBB/37 i UBB/22), mutnoća i nusprodukti klorinacije.
- Prisutnost indikatora fekalnog onečišćenja u velikom broju uzoraka svrstava vodovode Gorskog kotara (osobito Vrbovsko i Čabar) u zdravstveno nesigurne javne vodovode, potencijalne izvore hidričnih epidemija.

ZAHVALE

Zahvaljujemo Nastavnom Zavodu za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije na ustupljenim podacima te Hrvatskim vodama na potrebnim informacijama.

Izjava o sukobu interesa: autori izjavljuju da ne postoji sukob interesa.

LITERATURA

1. Zakon o vodi za ljudsku potrošnju Narodne novine 56/13, 64/15 (Apr 26, 2013).
2. Pravilnik o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju, Narodne novine 125/13, 141/13, 128/15 (Sep 25, 2013).
3. Osnovna analiza stanja za područje Gorskog kotara – 2009 [Internet]. 2009. [cited 2017 Jan 5]. Available from: http://www2.pgz.hr/pozivi_skupstina/13-17/skupstina22/TOCKA1-PRIOLOG2.pdf.
4. Razvojna strategija Primorsko-goranske županije 2016. – 2020., Prilog I Analiza stanja [Internet]. 2015. [cited 2017 Jan 17]. Available from: http://www2.pgz.hr/pozivi_skupstina/13-17/skupstina22/TOCKA1-PRIOLOG2.pdf.
5. Diković S. In: Dadić Ž (ed). Vodoopskrbne zone u Istarskoj županiji. XVIII. znanstveno-stručni skup "Voda i javna vodoopskrba" 2014: Proceedings "Voda i javna vodoopskrba"; 2014 30 Sep – 3 Oct; Stari Grad Hvar, Hvar, Hrvatska. Zagreb: Hrvatski Zavod za javno zdravstvo, 2014;15–9.
6. Nastavni Zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije. Zdravstvena ispravnost vode za piće na području Primorsko-goranske županije u 2013. godini. 2013.
7. Vukić Lušić D, Vlakančić W, Cenov A, Piškur V, Glad M, Lušić D. Broj kolonija – parametar kakvoće vode. In: Dadić Ž (ed) XX. znanstveno-stručni skup "Voda i javna vodoopskrba" 2016: Proceedings "Voda i javna vodoopskrba"; 2016 4-7 Oct; Murter, Hrvatska. Zagreb: Hrvatski Zavod za javno zdravstvo, 2016;174–83.
8. WHO. Heterotrophic Plate Count Measurement in Drinking Water Safety Management [Internet]. 2002. [cited 2016 Dec 5]. Available from: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/WSH02.10.pdf.
9. Vukić Lušić D, Čuzela-Bilać D, Lenac D, Lušić D, Linšak Ž, Mićović V. Zdravstvena ispravnost vode za piće tijekom zamućenja riječkih izvorišta. In: Dadić Ž (ed) XV znanstveno-stručni skup "Voda i javna vodoopskrba" 2011: Proceedings "Voda i javna vodoopskrba"; 2011 4-7 Oct; Vinkovci, Hrvatska. Zagreb: Hrvatski Zavod za javno zdravstvo, 2011;45–51.
10. WHO (2000) Disinfectants and disinfectant by-products [Internet]. 2000. [cited 2017 Mar 26]. Available from: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/42274/1/WHO_EHC_216.pdf.
11. Hardalo C, Edberg SC. Pseudomonas aeruginosa: assessment of risk from drinking water. Crit Rev Microbiol 1997;23:47–75.