

# Primjena prava EU na nacionalne propise vezano uz onečišćenje pitke vode metalima

---

Jambrošić, Karlo

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Chemical Engineering and Technology / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:149:772723>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-14**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Chemical Engineering and Technology University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE  
SVEUČILIŠNI PREDDIPLOMSKI STUDIJ

Karlo Jambrošić

**ZAVRŠNI RAD**

Zagreb, rujan 2019.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE  
POVJERENSTVO ZA ZAVRŠNE ISPITE

Kandidat **Karlo Jambrošić**

Predao je izrađen završni rad dana: 17. rujna 2019.

Povjerenstvo u sastavu:

Prof. dr. sc. Sanja Martinez, Fakultet kemijskog  
inženjerstva i tehnologije, Sveučilište u Zagrebu  
Izv. prof. dr. sc. Nevenka Vrbos, Fakultet kemijskog  
inženjerstva i tehnologije, Sveučilište u Zagrebu  
Prof. dr. sc. Danijela Ašperger, Fakultet kemijskog  
inženjerstva i tehnologije, Sveučilište u Zagrebu

povoljno je ocijenilo završni rad i odobrilo obranu završnog  
rada pred povjerenstvom u istom sastavu.

Završni ispit održat će se dana: 20. rujna 2019.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE  
SVEUČILIŠNI PREDDIPLOMSKI STUDIJ

Karlo Jambrošić

**PRIMJENA PRAVA EU NA NACIONALNE PROPISE  
VEZANO ZA ONEČIŠĆENJE PITKE VODE METALIMA**

**ZAVRŠNI RAD**

Voditelj rada: prof. dr. sc. Sanja Martinez

Članovi ispitnog povjerenstva: prof. dr. sc. Sanja Martinez  
izv. prof. dr. sc. Nevenka Vrbos  
prof. dr. sc. Danijela Ašperger

Zagreb, rujan 2019.

## SAŽETAK

Onečišćenje pitke vode metalima postaje sve veći problem u svijetu. Svjesni činjenice kako je zdrava pitka voda temeljno ljudsko pravo, građani EU reagirali su prvom građanskom inicijativom „Right2Water“ 2013. godine u cilju poboljšanja pristupa, praćenja i kvalitete vode za piće. EU je prepoznala važnost inicijative i pristupa evaluaciji važeće „Direktive o kakvoći vode za piće“ u državama članicama te 2018. godine donosi prijedlog nove Direktive kojom se uvode mjere kojima se, između ostaloga, regulira temeljno pravo čovjeka na zdravu pitku vodu.

U prvom dijelu ovoga rada prikazani su europski i hrvatski zakonodavni okvir koji reguliraju područje pitke vode za ljudsku potrošnju, između ostaloga i vrijednosti parametara metala. Potom su opisani metali koji spadaju pod kemijske parametre novog prijedloga „Direktiva o kakvoći vode za piće“ kao i njihov učinak na ljudsko zdravlje. Uz to, uspoređeni su parametri metala u pitkoj vodi sa smjernicama ostalih svjetskih regija.

Od parametara metala uključenih u prijedlog nove Direktive, zagađenje pitke vode povećanim udjelom metala u Hrvatskoj vezano je jedino uz arsen koji predstavlja problem i to zbog svoje prirodne prisutnosti u stijenama i zemlji u istočnoj Slavoniji. Te visoke koncentracije arsena rezultiraju onečišćenjem pitke vode u kućanstvima ne samo istočne Slavonije, već i u susjednim zemljama regije.

***Ključne riječi:*** pitka voda, onečišćenje, Direktiva, EU, metali, Hrvatska, arsen

## ABSTRACT

The pollution of drinking water by metals is becoming a growing problem in the world. Aware of the fact that the healthy drinking water is a fundamental human right, EU citizens responded with the first citizen's initiative „*Right2Water*“ in 2013 in order to improve access, monitoring and quality of drinking water. The EU has recognized the importance of the initiative and started the evaluation of the current “Directive on the quality of water intended for human consumption” in the EU member states. In a 2018 EU adopts a Proposal for a Directive on the quality of water intended for human consumption introducing measures that regulate, among other things, the fundamental human right to healthy drinking water.

The first part of this final thesis presents the European and Croatian legislative framework governing the area of drinking water for human consumption, including the values of metal parameters. Subsequently, the metals involved in the chemical parameters of the new Proposal for a Directive on the quality of water intended for human consumption and also their effects on human health are described. In addition, the parameters of metals in drinking water were compared with the guidelines of other world regions.

Of the metal parameters included in the new Proposal for the Directive, the pollution of drinking water associated with high concentrations of metals in Croatia is only related to arsenic, which is a problem because of its natural presence in rocks and soil in eastern Slavonia. These high concentrations of arsenic result in the contamination of drinking water in households not only in eastern Slavonia but also in the neighboring countries of the region.

***Key words:*** *drinking water, pollution, Directive, EU, metals, Croatia, arsenic*

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. OPĆI DIO.....	3
3. Europski i nacionalni zakonodavni okvir .....	4
4. Nadležne institucije u Republici Hrvatskoj .....	10
4.1. Monitoring vode za ljudsku potrošnju u RH.....	12
5. Metali kao onečišćujuće tvari u pitkoj vodi.....	14
5.1. Antimon.....	15
5.2. Arsen .....	15
5.3. Bakar .....	17
5.4. Bor.....	17
5.5. Kadmij.....	18
5.6. Krom.....	18
5.7. Nikal.....	19
5.8. Olovo.....	19
5.9. Selen.....	20
5.10. Uranij.....	20
5.11. Živa.....	21
6. Usporedba parametara metala po regijama .....	22
7. RASPRAVA.....	25
8. ZAKLJUČAK.....	27
9. LITERATURA .....	28

## 1. UVOD

Voda je ključni resurs na Zemlji bez kojeg nema života. Ona je jedan od glavnih sastojaka svih živih bića i bitan je prehrambeni element koji ujedno služi kao medij za prijenos ostalih potrebnih hranjivih tvari pod koje ubrajamo razne metale i minerale. Neki metali su neophodni za život i prirodno se nalaze u hrani i vodi. Metali su u niskim količinama potrebni kao katalizatori i ko-faktori za enzimske reakcije u tijelu. Zbog povećane urbanizacije i povećane potražnje za vodom u industriji i kućanstvima, razina metala u podzemnim vodama je u stalnom porastu. Iako su niske količine određenih metala neophodne, nenormalno visoke količine bilo kojeg metala mogu izazvati akutnu ili kroničnu toksičnost pa čak i razvoj teških bolesti, poput karcinoma. Vrlo je bitno kontinuirano razvijati svijest i odgovorni pristup prema sigurnoj pitkoj vodi budući da to u konačnici rezultira vidljivim pozitivnim učincima po ljudsko zdravlje. Kvalitetna pitka voda mora biti dostupna svakom kućanstvu gdje se koristi u različite svrhe, od pića i pripreme hrane do održavanja osobne higijene.

Republika Hrvatska je zemlja bogata pitkom vodom. Gotovo sva njena voda dolazi iz podzemnih izvora. Osim stanovnika Hrvatske, većina stanovnika ostalih država članica EU-a ima izrazito dobar pristup kvalitetnoj vodi za piće, pogotovo u usporedbi s nekim svjetskim regijama. To je rezultat dugotrajne tradicije upravljanja vodom za piće, no u velikoj su mjeri zaslužni i europsko zakonodavstvo u području okoliša kao i financijska sredstva EU. U EU se gotovo 40 godina primjenjuju pravila kojima se zahtijevaju stroge provjere kakvoće vode. Ta pravila uključuju prikupljanje te pročišćavanje komunalne otpadne vode, odobrenje upotrebe određenih kemikalija i upravljanje industrijskim emisijama na siguran način. Za prekogranično upravljanje vodnim tijelima primjenjuje se sveobuhvatan pristup s naglaskom na načelo supsidijarnosti. Načelo supsidijarnosti, koje je utvrđeno Ugovorom o Europskoj uniji, definira okolnosti u kojima Unija ima prednost u djelovanju u odnosu na države članice kada je riječ o područjima u kojima ona nema isključivu nadležnost.<sup>1</sup> Iako u nekim slučajevima nije bilo moguće početi primjenjivati ta pravila u dogovorenim rokovima, upravljanje vodama stalno se poboljšava, a Europska komisija i države članice sada poduzimaju zajedničko usredotočeno djelovanje kako bi se ta pravila što prije u potpunosti provela jer daljnjim razvojem industrije, urbanizacijom i rastom populacije rasti će i trend onečišćavanja okoliša, koji će se najviše izraziti kroz onečišćenje vode jer voda prekriva 71% ukupne površine Zemlje. U cilju osiguravanja ispravne, zdrave pitke vode tijekom čitavog životnog vijeka čovjeka, pitke vode bez ikakvog rizika po ljudsko zdravlje, donose se smjernice (direktive EU) koje propisuju



maksimalno dozvoljene koncentracije za svaki metal te se ujedno implementiraju i strategije upravljanja rizikom. Većina zemalja usvaja i implementira smjernice u svoj zakonodavni okvir kako bi svojim građanima osigurala sigurnu pitku vodu. Međutim, smjernice mogu varirati od regije do regije, odnosno ne postoji univerzalan pristup za postavljanje standarda kakvoće pitke vode. Kao ravnopravna članica Europske unije Hrvatska je bila obvezana preuzeti pravnu stečevinu EU, između ostaloga, i vezano za pitku vodu.

## 2. OPĆI DIO

Razvoj tehnologije i porast broja stanovništva na Zemlji rezultiraju iz dana u dan sve većom potrebom za vodom. Važnost pitke vode kao bitnog resursa za opstanak čovječanstva je neupitna, jer voda predstavlja život. Većina vode na Zemlji tj. 97,14% vode je slana i nije upotrebljiva za piće, dok slatke vode ima svega 2,59%. Od ukupnog postotka vode, 2% čini voda u ledenim pokrovima diljem Zemlje, podzemna voda 0,592% dok najlakše dostupna ona u rijekama i jezerima čini svega 0,014%.<sup>2</sup> Unatoč toj činjenici, slatke vode na Zemlji ima dovoljno i za puno veći broj stanovnika. Ono što predstavlja problem je raspodjela te vode i opasnost od onečišćenja.

Raspodjela vode na Zemlji vrlo je neravnomjerna (Slika 1). Samo Bajkalsko jezero u Rusiji i jezero Tanganjika u istočnoj Africi čine 2/4 sve jezerske vode u svijetu. Na prostoru bivšeg SSSR-a nalazi se nešto više od 10% svjetskih slatkovodnih rezervi, a od 28 najvećih jezera u svijetu većina ih se nalazi na sjevernoj polutci. Sve su to brojni primjeri neravnoteže u vodnoj raspodjeli.



**Slika 1.** Raspodjela vode u jezerima, rijekama, rezervoarima i močvarama – prikaz u km<sup>3</sup> <sup>3</sup>

Od kontinenata najmanje površinske vode ima Australija dok je Europa nešto bogatija vodom. Ostali kontinenti imaju podjednako zaliha površinske pitke vode uz izuzetak Južne Amerike (zbog vodom vrlo bogate Amazone i njezinih pritoka teško je odrediti količinu) te Antarktike koja zapravo sadrži najviše vode, ali u obliku leda.

Hrvatska sa svojim vodnim bogatstvom kotira vrlo visoko. Prema UNESCO-vom izvješću o vodnim zalihama provedenom između 188 zemalja svijeta, Hrvatska je zauzela 30. mjesto, dok

je na prostoru Europe zauzela čvrstu treću poziciju iza Norveške i Islanda.<sup>4</sup> Stoga se s pravom predviđa da bi Hrvatska mogla u budućnosti preuzeti vrlo važnu stratešku ulogu snabdjevača ovim danas najvažnijim resursom, a to je moguće ostvariti jedino dobro osmišljenom strategijom gospodarenja vodom.

Naime, zabrinjavajući je podatak da količina pitke vode u svijetu se sve više smanjuje. Razlog tome su ogromne količine štetnih tvari i plinova koji odlaze u atmosferu i putem oborina se vraćaju na zemlju i u vodonosne slojeve, potom otpadne industrijske vode, odlagališta otpada (legalni i divlji deponiji), različiti oblici zagađenja u vodovodnim instalacijama poput teških metala (arsen, olovo, živa, cink, bakar, krom, nikal), klor, hrđa, kamenac, pesticidi, herbicidi, naftni derivati, nitrati, azbest i dr. Bolesti koje nastaju kao posljedica zagađenja vode ubijaju godišnje oko 3,4 milijuna ljudi i time prerasta u vodeći uzrok smrti i bolesti u svijetu. Iako su ti problemi izraženi u Africi i Aziji, zbog prijetnje još većeg zagađenja sve se više podižu svijest o potrebi stroge kontrole nad vodnim resursima, kako na globalnoj, tako i na europskoj razini.

### **3.    Europski i nacionalni zakonodavni okvir**

Europska unija (EU), kao nadnacionalna zajednica europskih država, o važnosti kvalitete pitke vode osvještava i usmjerava države članice donošenjem direktiva. Direktiva je zakonodavni akt kojim se utvrđuje cilj koji sve države članice EU-a moraju ostvariti. Direktive nisu obvezujući zakonodavni akt (kao što su to Uredbe EU) i svaka država samostalno odlučuje o načinu na koji će ostvariti taj cilj prilagodbom svoga zakonodavnog okvira. Izričita namjena donošenja direktiva kojima se regulira opskrbljenost stanovništva zdravstveno ispravnom pitkom vodom jest zaštititi ljude od štetnih učinaka konzumiranja onečišćene vode osiguravanjem sanitarno ispravne i čiste vode dostupne svima.

Direktive EU kojima je regulirano spomenuto područje donose se od 1980. godine i kontinuirano se prilagođavaju:

- Direktivu Vijeća o kvaliteti vode za ljudsku potrošnju od 15. srpnja 1980. (*Council Directive 80/778/EEC of 15 July 1980 relating to the quality of water intended for human consumption*)<sup>5</sup>
- Direktiva Vijeća o pročišćavanju komunalnih otpadnih voda od 21. svibnja 1991. (*Council Directive concerning urban waste water treatment*)<sup>6</sup>
- Direktivu Vijeća o kakvoći voda namijenjenih za ljudsku potrošnju od 03. studenog 1998. Godine (*Council Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption*)<sup>7</sup>
- Direktiva 2000/60/EZ Europskog parlamenta i vijeća od 23. Listopada 2000. O uspostavi okvira za djelovanje Zajednice u području vodne politike - – tzv. Okvirna direktiva o vodama (*Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy*)<sup>8</sup>
- Direktiva Vijeća 2013/51/Euratom od 22. listopada 2013. o utvrđivanju zahtjeva za zaštitu zdravlja stanovništva od radioaktivnih tvari u vodi namijenjenoj za ljudsku potrošnju (*Council Directive 2013/51/EURATOM of 22 October 2013 laying down requirements for the protection of the health of the general public with regard to radioactive substances in water intended for human consumption*) (SL L 296, 7. 11. 2013.)<sup>9</sup>
- Direktiva Komisije (EU) 2015/1787 od 6. listopada 2015. o izmjeni priloga II. i III. Direktivi Vijeća 98/83/EZ o kvaliteti vode namijenjene za ljudsku potrošnju (*Commission Directive (EU) 2015/1787 of 6 October 2015 amending Annexes II and III to Council Directive 98/83/EC on the quality of water intended for human consumption*) (SL L 260, 7. 10. 2015.)<sup>10</sup>

Europska Komisija je u veljači 2018. godina donijela “Prijedlog Direktive Europskog parlamenta i Vijeća o kvaliteti vode namijenjene za ljudsku potrošnju (preinaka) (*Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the quality of water intended for human consumption (recast)*)“ u sklopu nove inicijative vezano uz „Provedbu akcijskog plana za kružno gospodarstvo.“<sup>11</sup> Voda za piće tema je prve građanske inicijative „*Right2Water*“ gdje je prikupljeno 1,857,605 potpisa u svrhu poboljšanja pristupa, praćenja i kvalitete vode za

piće.<sup>12</sup> Novim prijedlogom, koji uključuje i "Priloge prijedloga direktive Europskog parlamenta i Vijeća o kvaliteti vode namijenjene za ljudsku potrošnju (preinaka)" (*Annexes for the Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the quality of water intended for human consumption (recast)*), mijenjaju se i dopunjuju parametri sukladnosti vode za ljudsku potrošnju, uvodi se kontrola temeljena na procjenama rizika za velike i male opskrbljivače vodom, proširuje se opseg važeće Direktive s ciljem šireg pristupa vodi, proširuju se obveze obavješćivanja potrošača te se mijenja i propisana provedba monitoringa, a osim toga, na drugi način se regulira i pitanje vezano uz materijale u dodiru s vodom za ljudsku potrošnju.<sup>13</sup> Naime, kako bi se procijenila učinkovitost važeće Direktive, 2016. godine provedena je evaluacija u državama članicama. Rezultati evaluacije potvrdili su da je Direktiva relevantni alat za osiguravanje visoke kvalitete vode. Međutim, utvrđena su četiri područja u kojima postoji mogućnost za poboljšanje: popis parametara; upotreba pristupa temeljenog na riziku; poboljšana transparentnost u pitanjima povezanim s vodom i omogućivanje potrošačima pristupa ažurnim informacijama te na području materijala u dodiru s vodom za piće.

"Stajalište Republike Hrvatske o Prijedlogu direktive Europskog parlamenta i Vijeća o kvaliteti vode namijenjene za ljudsku potrošnju (preinaka)" od ožujka 2018. godine podržava donošenje nove Direktive o kvaliteti vode namijenjene za ljudsku potrošnju, posebno uvažavajući činjenicu da je važeća Direktiva na snazi punih 20 godina i da je nakon toliko dugog razdoblja provedbe moguće procijeniti svrsishodnost kako određenih parametara koji se prate, tako i načine provedbe Direktive.<sup>14</sup> Kako bi spomenuta Direktiva i u budućnosti ostvarila svoj temeljni cilj, a to je zaštita zdravlja ljudi, stajalište RH je da se u istoj treba jasno propisati određene standarde koji bi bili preventivno primjenjivi na sve države članice, a uvažavajući pravo da svaka osoba ima jednak pristup vodi na cjelokupnom području EU-a.

Kako je pristupanje u članstvo Europske unije uvjetovano prihvaćanjem svih prava i obveza na kojima se zasniva EU i njezin institucionalni okvir, do ulaska u članstvo svaka država kandidatkinja bila je dužna preuzeti cijelu pravnu stečevinu, pa tako i RH pristupanjem u članstvo EU 15.07.2013. godine. Nakon provedenih tehničkih konzultacija koje su održane u razdoblju od veljače 2009. do travnja 2010. godine, RH je pripremila *Plan provedbe vodno-komunalnih direktiva*.<sup>15</sup> Plan provedbe vodno-komunalnih direktiva odnosi se na razdoblje od 2010. do 2023. godine i sadrži dogovorene aktivnosti i rokove vezane uz provedbu vodno-komunalnih direktiva.

Odredbe prethodno navedenih direktiva prenesene su u sljedeći zakonodavni okvir RH i prateće podzakonske/provedbene propise:

*Zakonom o vodi za ljudsku potrošnju (NN br. 56/13, 64/15, 104/17, 115/18)* uređuje se zdravstvena ispravnost vode za ljudsku potrošnju, nadležno tijelo za provedbu ovoga Zakona i način izvještavanja Europske komisije o provedbi ovoga Zakona, obveze pravnih osoba koje obavljaju opskrbu vodom za ljudsku potrošnju u Republici Hrvatskoj, načini postupanja i izvješćivanja u slučaju odstupanja od parametara za provjeru sukladnosti vode za ljudsku potrošnju, monitoring (praćenje) i druge službene kontrole zdravstvene ispravnosti vode za ljudsku potrošnju i njihovo financiranje, a u cilju zaštite ljudskog zdravlja od nepovoljnih utjecaja bilo kojeg onečišćenja vode za ljudsku potrošnju i osiguravanja zdravstvene ispravnosti vode za ljudsku potrošnju na području Republike Hrvatske. Zakon o vodi za ljudsku potrošnju slijede dva provedbena propisa:

*Pravilnikom o sanitarno-tehničkim i higijenskim te drugim uvjetima koje moraju ispunjavati vodoopskrbni objekti (NN br. 44/14)* utvrđuju se sanitarno tehnički, higijenski i drugi uvjeti koje moraju ispunjavati vodoopskrbni objekti. Pravilnik se primjenjuje na sve faze proizvodnje, prerade i distribucije vode za ljudsku potrošnju kao i na njen uvoz i izvoz, ne dovodeći u pitanje zahtjeve koje moraju ispuniti parametri za provjeru sukladnosti vode za ljudsku potrošnju u skladu s posebnim propisom

*Pravilnikom o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe (NN br. 125/17)* propisuju se:

- parametri zdravstvene ispravnosti (mikrobiološki i kemijski), indikatorski parametri (mikrobiološki i kemijski) i parametri radioaktivnih tvari u vodi za ljudsku potrošnju
- parametri, vrijednosti parametara, vrste i opseg analiza uzoraka te učestalost uzimanja uzoraka vode za ljudsku potrošnju za provedbu monitoringa vode za ljudsku potrošnju te za provedbu monitoringa radioaktivnih tvari
- učestalost uzimanja uzoraka vode za ljudsku potrošnju u sklopu sustava samokontrole subjekata u poslovanju s hranom i kod ostalih objekata od javnozdravstvenog interesa
- metode i mjesta (točke) uzorkovanja
- metode laboratorijskog ispitivanja vode za ljudsku potrošnju
- vrste i opseg analiza te broj potrebnih uzoraka vode za ljudsku potrošnju u svrhu ispitivanja njezine zdravstvene ispravnosti u građevinama prije izdavanja uporabne dozvole

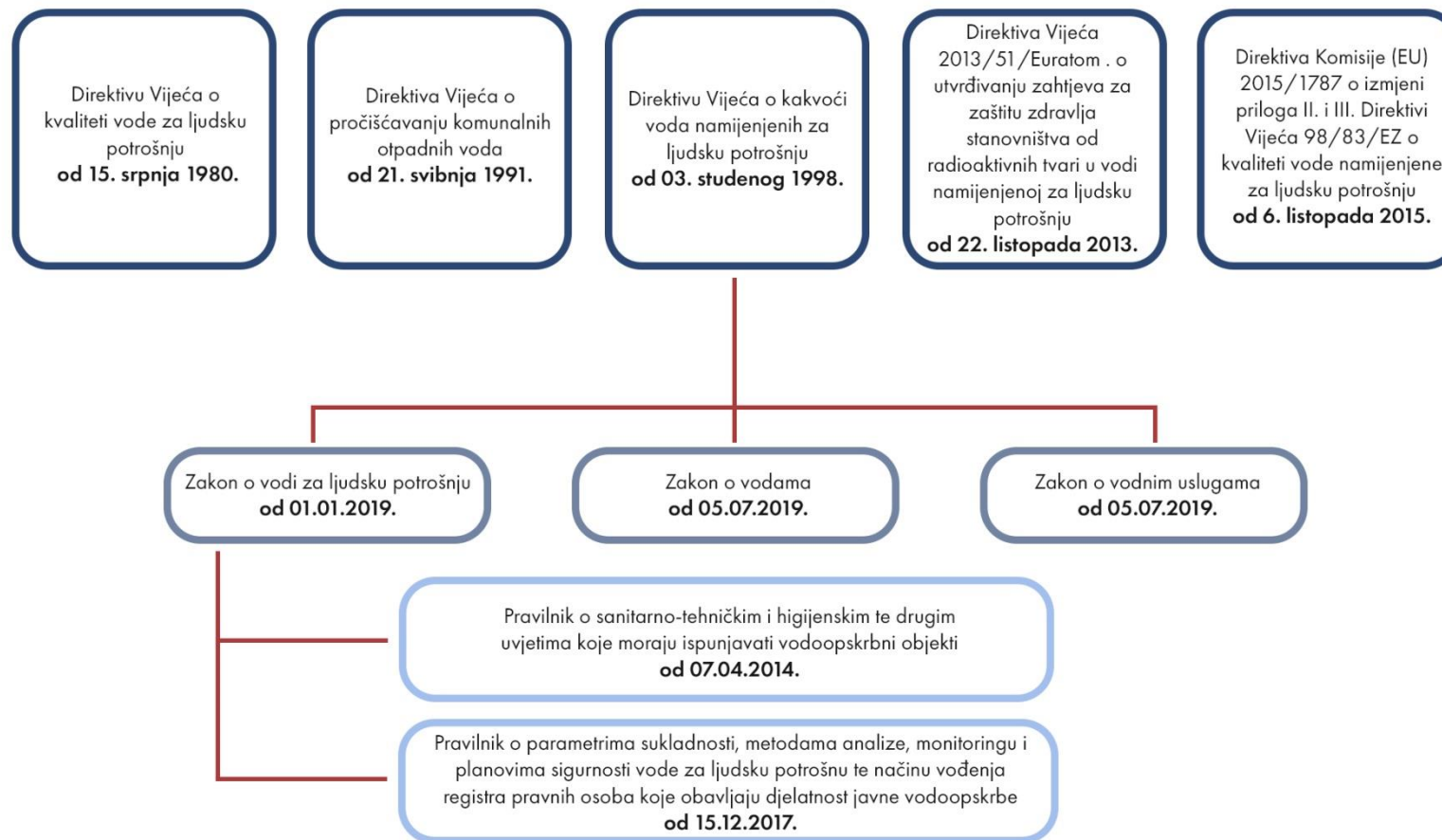
- monitoring vode za ljudsku potrošnju i način provedbe procjene rizika u provedbi programa monitoringa vode za ljudsku potrošnju
- sadržaj i način odobravanja planova sigurnosti vode za ljudsku potrošnju
- način vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe.

*Zakonom o vodama (NN br 66/19) uređuju se pravni status voda, vodnoga dobra i vodnih građevina, upravljanje kakvoćom i količinom voda, zaštita od štetnog djelovanja voda, detaljna melioracijska odvodnja i navodnjavanje, posebne djelatnosti za potrebe upravljanja vodama, institucionalni ustroj obavljanja tih djelatnosti i druga pitanja vezana za vode i vodno dobro. Ovaj zakon definira vodu namijenjenu za ljudsku potrošnju:*

a) sva voda, bilo u njezinu izvornome stanju bilo nakon obrade (kondicioniranja), koja je namijenjena za piće, kuhanje, pripremu hrane ili druge potrebe kućanstava, neovisno o njezinu podrijetlu te o tome potječe li iz sustava javne vodoopskrbe, iz cisterni ili iz boca odnosno posuda za vodu i

b) sva voda koja se rabi u industrijama za proizvodnju hrane u svrhu proizvodnje, obrade, očuvanja ili stavljanja na tržište proizvoda ili tvari namijenjenih za ljudsku potrošnju, osim ako nadležno tijelo ne smatra da kakvoća vode ne može utjecati na zdravstvenu ispravnost prehrambenih proizvoda u njihovu konačnom obliku.

*Zakon o vodnim uslugama (NN br. 66/19) novi je propis donesen 2019. godine kao odgovor na Prijedlog Direktive koji uvodi obvezu procjene rizika opskrbe i za najmanje opskrbljivače (stavljanjem pod nadzor lokalnih vodovoda davanjem na upravljanje tih vodovoda javnim isporučiteljima vodnih usluga). Ovim Zakonom uređuju se institucionalni okvir za pružanje vodnih usluga, cijena vodnih usluga, pravni položaj i održivo poslovanje isporučitelja vodnih usluga, djelovanje Vijeća za vodne usluge te druga pitanja povezana s pružanjem vodnih usluga.*



**Slika 2.** Europski i nacionalni zakonodavni okvir o kakvoći voda namijenjenih za ljudsku potrošnju



#### **4. Nadležne institucije u Republici Hrvatskoj**

Kako bi se postigli ciljevi spomenutih direktiva EU vezano uz kakvoću voda namijenjenih za ljudsku potrošnju te, između ostaloga, provelo mjerenje, praćenje i izvještavanje o metalima kao onečišćujućim tvarima u vodi za piće, kroz usklađene nacionalne propise (zakone i provedbene propise) delegirane su nadležnosti sljedećih državnih i javnih institucija:

##### *Ministarstvo zdravstva RH:*

- vodi politike u području vode za ljudsku potrošnju
- provodi upravne i stručne poslove prema odredbama Zakona o vodi za ljudsku potrošnju i njegovih provedbenih propisa i Zakona o vodama:
- sudjeluje u radu Stručnog povjerenstva za vodu namijenjenu ljudskoj potrošnji pri Ministarstvu zdravstva
- sudjeluje u radu Stručnog povjerenstva za procjenu rizika u programu monitoringa vode za ljudsku potrošnju pri Ministarstvu zdravstva

##### *Hrvatski zavod za javno zdravstvo:*

- izdaje stručno mišljenje o tome udovoljavaju li planovi sigurnosti vode za ljudsku potrošnju općim načelima procjene rizika opisanim u “Smjernicama za kvalitetu vode za piće” Svjetske zdravstvene organizacije
- predlaže godišnji plan provedbe redovnih ocjena sukladnosti planova sigurnosti vode za ljudsku potrošnju
- provodi redovnu ocjenu sukladnosti planova sigurnosti vode za ljudsku potrošnju pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe
- izdaje mišljenje o provedenog početnoj ocjeni i redovnim ocjenama sukladnosti planova sigurnosti vode za ljudsku potrošnju
- u svojim laboratorijima obavlja službenu analizu u svrhu provođenja monitoringa i drugih službenih kontrola vode za ljudsku potrošnju
- sudjeluje u radu Stručnog povjerenstva za vodu namijenjenu ljudskoj potrošnji pri Ministarstvu zdravstva

- sudjeluje u radu Stručnog povjerenstva za procjenu rizika u programu monitoringa vode za ljudsku potrošnju pri Ministarstvu zdravstva

*Hrvatske vode:*

- koncipira podatkovni okvir informacijskog sustava voda
- Koordinira i usuglašava postupke prikupljanja, sistematizacije i analize podataka na nacionalnoj razini
- utvrđuje i prati stanja voda
- sudjeluje u radu Stručnog povjerenstva za vodu namijenjenu ljudskoj potrošnji pri Ministarstvu zdravstva
- sudjeluje u radu Stručnog povjerenstva za procjenu rizika u programu monitoringa vode za ljudsku potrošnju pri Ministarstvu zdravstva

*Jedinice lokalne, područne (regionalne) samouprave:*

- upravljaju vodama - poduzimaju mjere i radnje na temelju Zakona o vodama:
- osiguravaju dovoljnu količinu zdravstveno ispravne vode za ljudsku potrošnju radi zaštite zdravlja ljudi
- sprječavaju izravne ili neizravne utjecaje na smanjenje kakvoće vode za ljudsku potrošnju ili na onečišćenje voda koje se upotrebljavaju za proizvodnju vode za ljudsku potrošnju
- osiguravaju da se vodne usluge na uslužnom području pružaju putem jednog javnog isporučitelja vodnih usluga

*Državni inspektorat:*

- provedi inspekcijski nadzor, odnosno službene kontrole temeljem Zakona o vodi za ljudsku potrošnju i njegovih provedbenih propisa
- sudjeluje u radu Stručnog povjerenstva za vodu namijenjenu ljudskoj potrošnji pri Ministarstvu zdravstva
- sudjeluje u radu Stručnog povjerenstva za procjenu rizika u programu monitoringa vode za ljudsku potrošnju pri Ministarstvu zdravstva

*Ministarstvo zaštite okoliša i energetike:*

- sudjeluje u radu Stručnog povjerenstva za vodu namijenjenu ljudskoj potrošnji pri Ministarstvu zdravstva
- sudjelovanje u radu Stručnog povjerenstva za procjenu rizika u programu monitoringa vode za ljudsku potrošnju pri Ministarstvu zdravstva

*Ministarstvo graditeljstva:*

- sudjeluje u radu Stručnog povjerenstva za vodu namijenjenu ljudskoj potrošnji pri Ministarstvu zdravstva
- sudjelovanje u radu Stručnog povjerenstva za procjenu rizika u programu monitoringa vode za ljudsku potrošnju pri Ministarstvu zdravstva

#### **4.1. Monitoring vode za ljudsku potrošnju u RH**

Zakonodavni temelj za donošenje, provedbu i financiranje monitoringa zdravstvene ispravnosti vode za ljudsku potrošnju propisan je Zakonom o vodi za ljudsku potrošnju (NN br. 56/13., 64/15., 104/17 i 115/18.) uz primjenu Pravilnika o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe (NN br. 125/17.), koji u zakonodavstvo Republike Hrvatske prenose Direktivu Vijeća 2015/1787 od 06. listopada 2015.godine o izmjeni priloga II. i III. Direktive Vijeća 1998/83/EZ od 03. studenoga 1998. godine o kvaliteti vode namijenjene za ljudsku potrošnju.

Plan monitoringa zdravstvene ispravnosti vode za ljudsku potrošnju obuhvaća monitoring vode isporučene iz javnih i lokalnih vodoopskrbnih sustava koji isporučuju vodu za više od 50 ljudi ili više od 10 m<sup>3</sup>/dan i temelji se na zakonski propisanim smjernicama izračuna broja uzoraka za provedbu redovnog i revizijskog monitoringa propisanim u Prilogu II., Tablica 2. Pravilnika o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju, a cilj mu je sustavno praćenje stanja zdravstvene ispravnosti vode za ljudsku potrošnju na području Republike Hrvatske.

Provedbu monitoringa koordinira Hrvatski zavod za javno zdravstvo, a provode ga Zavodi za javno zdravstvo županija na području svoje mjesne nadležnosti.

Republika Hrvatska je u obvezi izvješćivanja Europske komisije o provedbi zakona o vodi za ljudsku potrošnju i izrade trogodišnjih izvješća o kvaliteti vode namijenjene ljudskoj potrošnji s ciljem obavješćivanja potrošača.

Slijedom navedenog Ministar zdravstva donio je Plan monitoringa zdravstvene ispravnosti vode za ljudsku potrošnju 27. prosinca 2016. godine, KLASA: 023-03/16-01/377; URBROJ: 534-071-1-3/3-16-4 na prijedlog Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo, koji se smatra vidom službene kontrole.

## 5. Metali kao onečišćujuće tvari u pitkoj vodi

Voda za piće ima izravan utjecaj na ljudsko zdravlje. Na kvalitetu pitke vode utječu onečišćenja površinskih i podzemnih voda, kao i uspješnost obrade vode te njena distribucija. Iako većina zdravstvenih problema proizlazi iz mikrobioloških onečišćenja (virusi, bakterije, protozoe i sl.), ne smiju se zanemariti kemijska onečišćenja pod koje uvrštavamo i metale i polumetale. Metale i polumetale najčešće jednoznačno definiramo kao teške metale, iako se dosta znanstvenika ne slaže s tim jer ne postoji standardna definicija za „teški metal“.<sup>16</sup> Neki teški metali su prirodno prisutni i potrebni u biokemijskim procesima živih organizama, no u vrlo niskim količinama. Stoga ih nazivamo „metalima u tragovima“ (eng. *trace elements*). Unatoč prirodnoj potrebi, prekomjerne količine teških metala putem hrane ili vode mogu izazvati zdravstvene probleme. Ubrzana urbanizacija i upotreba vode u industriji te razvoj poljoprivrede sve više utječe na povišenje koncentracija metala u podzemnim vodama.<sup>17</sup> Kako bi se izbjegao toksičan učinak, Znanstveni odbor za zdravstvene i ekološke rizike („*Scientific committee on health and environmental risks*“ – *SCHER*) u skladu sa smjernicama WHO-a propisuje odgovarajuće vrijednosti metala na točkama usklađenosti. Vrijednosti parametara metala mogu se vidjeti u Tablici 1. uz određene mjerne nesigurnosti koje se ne smije primjenjivati kao dodatna tolerancija:

**Tablica 1.** Vrijednosti parametara metala iz novog prijedloga EU za pitku vodu uz priložene mjerne nesigurnosti – koncentracije izražene u  $\mu\text{g/L}$ <sup>11</sup>

Parametar	EU 18. P	Mjerna nesigurnost	MIN	MAX
Antimon	5	40%	3	7
Arsen	10	30%	7	13
Bakar	2000	25%	1500	2500
Bor	1000	25%	750	1250
Kadmij	5	25%	3.75	6.25
Krom	25	30%	17.5	32.5
Nikal	20	25%	15	25
Olovo	5	25%	3.75	6.25
Selen	10	40%	6	14
Uranij	30	30%	21	39
Živa	1	30%	0.7	1.3

## 5.1. Antimon

Antimon (Sb) je sivi polumetal koji se nalazi u petoj skupini periodnog sustava elemenata. U svom elementarnom stanju pravi izrazito čvrste legure s bakrom, kositrom i olovom koje imaju raznoliku primjenu. Koristi se u izradi olovno-antimonskih ploča u olovnim akumulatorima. Legiranjem olova, kositra i antimona poboljšavaju se svojstva tih legura te se koriste u izradi lemova, metaka, kliznih ležajeva i sl. Također se koristi kao aditiv za protupožarnih sredstava. Toksičnost antimona u pitkoj vodi najviše ovisi o njegovom obliku. Antimon koji se luči iz tvari koje ga sadrže najčešće je u obliku antimon(V)okso-aniona, koji je njegov manje toksičan oblik. Subkronična toksičnost antimonovog trioksida je manja od kalij-antimon tartarata koji se lakše otapa. Antimonov trioksid je genotoksičan u *in vitro* testovima, dok u *in vivo* testovima nije. Antimon(III) soli pokazuju genotoksičnost u oba testa. Međutim, još nije utvrđena kancerogenost antimona ukoliko se uzima isključivo oralnim putem.<sup>18</sup> Trovanje antimonom ima slične posljedice kao trovanje arsenom, no antimon je znatno manje toksičan od arsena pri istoj količini. Iako se u izvješću WHO-a preporučuje povišena vrijednost antimona od 20µg/L, koja predstavlja 10% dnevnog unosa antimona za prosječnu osobu od 60kg (u 2L vode), SCHER odlučuje zadržati strožu vrijednost od 5µg/ koja se primjenjuje već desetljećima jer je tehnologija već prilagođena za postizanje tih ciljnih vrijednosti i ne predstavlja značajan porast troškova.

## 5.2. Arsen

Arsen (As) je polumetal pete skupine koji se nalazi u atmosferi, tlu, stijinama, prirodnim vodama i organizmima. Arsen je prilično postojan u okolišu; biljke ga lako apsorbiraju te tako dolazi do bioakumulacije u povrću i morskim organizmima gdje inducira genske mutacije. Od svih izvora arsen u vodi za piće ima najveći utjecaj na ljudsko zdravlje.<sup>19</sup> Do vode dolazi primarno iz podzemnih izvora kao rezultat geoloških i hidrogeoloških procesa. Općenito su anorganski spojevi arsena poput As(V) i As(III) toksičniji od organskih spojeva. Dokazano je da je arsen izrazito kancerogen. Ne utječe izravno na strukturu DNA, već inhibira sintezu i popravak DNA kao i metilaciju DNA u tumor supresorskim genima.<sup>20</sup> Može uzrokovat širok spektar problema, od kožnih lezija do raka bubrega, jetre i mozga. U istočnoj Slavoniji arsen je prirodno prisutan u sastavu stijena. Pojavljuje se u povišenim koncentracijama u bunarskim vodama na pravcu Donji Miholjac, Valpovo, Čepin, Vinkovci i Andrijaševci (Slika 3.), katkada u koncentracijama većim od 500µg/L.<sup>19</sup> Trenutno za RH postoji odobrenje prekoračenja

maksimalno dopuštene koncentracije za arsen u iznosu od 50µg/L koja su izdana sljedećim pravnim osobama do 1. srpnja 2019.:

- Vodovod-Osijek d.o.o., Osijek
- Voda Garešnica d.o.o., Garešnica
- Čvorkovac – vodne usluge d.o.o., Dalj
- Urednost d.o.o.. Čepin
- Đakovački vodovod d.o.o., Đakovo
- Vinkovački vodovod i kanalizacija d.o.o., Vinkovci



**Slika 3.** Prikaz područja s povišenim koncentracijama arsena u bunarskim vodama (crveno) i vodovodi s dozvoljenim odobrenim M.D.K. za arsen (modro)

Budući da se u prijedlogu nove Direktive briše odredba vezana za derogaciju (članak 9.), Hrvatska će se suočiti s problemom ukoliko ne osigura potrebnu tehnologiju za obradu vode onečišćenu povišenim koncentracijama arsena. Derogacija (lat. *derogatio*, od *derogare*: opozvati, dokinuti) predstavlja ukinuće jednoga dijela ranije donesenoga zakona ili pravnog propisa drugim zakonom ili pravnim propisom.<sup>21</sup> Svakoj državi članici do sada su bila

dopuštena maksimalno 3 uzastopna odstupanja od preporučenih parametara (derogacije). Bilo bi poželjno za RH osigurati još jedno razdoblje od 3 godine počevši od 1.7.2019. za tehnološku pripremu obrade vode onečišćene povišenim koncentracijama arsena. Kako bi se uskladili s novim prijedlogom EU Hrvatska će trebati prilagoditi svoja postrojenja za kondicioniranje vode uvođenjem dodatnih tehnologija i rekonstrukcijom postojećih uređaja što zahtjeva znatna financijska ulaganja i određeno vremensko razdoblje za implementaciju.<sup>22</sup>

### **5.3. Bakar**

Bakar (Cu) je prijelazni metal crvenkaste boje koji je izrazito stabilan u svom elementarnom stanju. Koristi kao izvrstan vodič topline i struje. U prirodi se nalazi u stijenama, zemlji, vodi, sedimentima, a u relativno niskim koncentracijama čak i u zraku. Sudjeluje u raznim biokemijskim reakcijama živih organizama, a pri višim koncentracijama može uzrokovati intoksikaciju koja se može manifestirati kao slabost, gastrointestinalni problem i/ili glavobolja. Izvor bakra u pitkoj vodi vrlo je varijabilan. Primaran izvor bakra u pitkoj vodi je korozija unutarnje stijenke vodovodnih cijevi. Koncentracije mogu biti puno veće ukoliko voda dulje vrijeme stoji u cijevima (često iznad 1mg/L), što može biti posebno opasno za dojenčad ukoliko se koristi uz dječje formule.<sup>23</sup> Koncentracije bakra se mogu povisiti nakon kondicioniranja u vodovodu ukoliko je voda blago kisela ili lužnata. Budući da manje od 10% preporučenog dnevnog unosa bakra dolazi iz pitke vode, mala je vjerojatnost za akutno trovanje bakrom.<sup>24</sup>

### **5.4. Bor**

Bor (B) je najlakši polumetal u periodnom sustavu elemenata. Vrlo je rijedak na Zemlji s udjelom od 0,001% u obliku raznih spojeva. Koristi se u protupožarnim sredstvima i za proizvodnju stakla, sapuna i deterdženata. U prirodi ga nalazimo primarno u obliku borata i borosilikata u podzemnim vodama kao posljedica ispiranja stijena. Koncentracija borata u površinskim vodama može se povisiti ispuštanjem otpadnih voda iz industrijskih postrojenja, međutim uvođenjem novih tehnologija sa sustavom pročišćavanja otpadnih voda smanjuju se i ispušne koncentracije bora. Biološki gledajući, borat je znatno manje toksičan za sisavce u odnosu na člankonošce te se zbog toga koristi kao insekticid. Neke studije ukazuju kako je prisutnost bora u životinjskim organizmima nužna, mada je njegova sama uloga u animalnoj fiziologiji još uvijek nepoznata.<sup>25</sup> Bor se apsorbira u obliku borne kiseline. Prema WHO-u, čovjek na dnevnoj bazi unosi u prosjeku dvostruko više bora putem hrane, nego putem pitke



vode. Bor je toksičan u iznimno visokim količinama. Iako ne predstavlja mutagenu i karcinogenu opasnost, bor uzrokuje kronične poteškoće u reproduktivnom sustavu i razvoju ploda. Unatoč tome što WHO preporučuje višu vrijednost bora od 2,4mg/L, predviđenu kao 40% dnevnog unosa bora za prosječnu osobu od 60kg (u 2L vode), SCHER odlučuje zadržati dosadašnju nižu vrijednost od 1mg/L. Europska komisija odobrila je nacionalna odstupanja za pojedine države članice u regijama gdje je bor prirodno prisutan u podzemnim vodama zbog sastava stijena. Najveće koncentracije bora u EU pronađene su u južnoj Europi (Italija, Španjolska), dok su najniže koncentracije na sjeveru (Danska, Francuska, Njemačka, Nizozemska i Ujedinjeno kraljevstvo).<sup>26</sup>

## 5.5 Kadmij

Kadmij (Cd) je toksični prijelazni metal plavkasto-bijele boje. Dijeli slična obilježja s cinkom i živom. Koristi se u proizvodnji čelika, plastike i baterija. Prirodni i antropogeni procesi povisuju vrijednosti kadmija u biosferi kao posljedica industrijalizacije i onečišćenja okoliša. Uzrok onečišćenju pitke vode mogu biti nečistoće u cinku galvaniziranih cijevi i lemu. Glavni izvor unosa kadmija je putem konzumacije hrane. Vrijeme polu-raspada kadmija u ljudskom organizmu je 15 do 30 godina što je prilično dugo razdoblje.<sup>27</sup> Sporo se ispušta iz organizma te tako dolazi do akumulacije u bubrezima, krvi i jetri. Elementarni kadmij kao i njegovi spojevi izrazito su toksični. Mogu uzrokovati zatajenje bubrega, pluća i jetre te oštećenje kostiju putem oksidacijskog stresa.<sup>28</sup> EU zadržava vrijednost od 5µg/L još od 1980., što je 4 puta manje u odnosu na smjernice WHO-a iz 2017. Prema WHO-u vrijednost kadmija u pitkoj vodi derivirana je kao 10% prihvatljivog mjesečnog unosa („*Provisional tolerable monthly intake*“ – PTMI).

## 5.6. Krom

Krom (Cr) je prijelazni metal bez mirisa i okusa kojeg nalazimo u stijenama, biljkama, zemlji, vulkanskom pepelu i životinjama, uključujući i čovjeka. U pitkoj vodi krom najčešće nalazimo u obliku trovalentnog Cr(III) i šesterovalentnog Cr(VI) kroma. Cr(III) krom je značajan za ljudsko zdravlje kao „metal u tragovima“ i sudjeluje za normalno održavanje metabolizma ugljikohidrata. Krom je prisutan u raznom voću, povrću, leguminozi, mesu i proizvodima od dizanog tijesta.<sup>29</sup> Cr(VI) krom nalazimo u okolišu gdje nastaje kao posljedica antropogenog djelovanja, tj. industrijskih procesa te uslijed erozije tla. Inače, krom koristimo u proizvodnji čelika i drugih legura, boja, pigmenata, kože i za zaštitu drva. Za razliku od

Cr(III), Cr(VI) je izrazito mutagen zbog svoje reaktivnosti i lakim formiranjem intermedijara poput Cr(V) i Cr(IV) koji dalje mogu slijedom reakcija izazvati oksidativnu štetu u DNA.<sup>30</sup> Istraživanjima u Kini ustanovljena je veza između smrtnosti od karcinoma želuca i visoke koncentracije Cr(VI) kroma u vodi za piće.<sup>31</sup> Budući da je točnu vrijednost kroma teško procijeniti, potrebna su dodatna istraživanja zbog statističke nesigurnosti u toksikološkoj bazi.<sup>32</sup> EU zbog naglašene brige o ljudskom zdravlju predlaže 50% nižu vrijednost kroma (25µg/L) koju bi države članice trebale postići protekom 10 godina od stupanja nove Direktive na snagu, a do tada će se održati stara vrijednost od 50µg/L.

## 5.7. Nikal

Nikal (Ni) je žilavi prijelazni metal srebrnastobijele boje. Pronalazimo ga u tlu (0.2 ppm – 450 ppm; prosjek 20 ppm) gdje ga biljke akumuliraju. Na Zemlji je većina nikla nedostupna jer se nalazi duboko u Zemljinoj jezgri (čini oko 10%). Na površini se nikal iz jezgre pojavljuje uslijed vulkanske erupcije.<sup>33</sup> Najčešće ga koristimo u proizvodnji nehrđajućeg čelika i ostalih legura zbog svoje otpornosti prema koroziji. Dobar je vodič električne struje i topline. Uglavnom se mali udio dnevnog unosa nikla odnosi na pitku vodu. Unos nikla primarno dolazi iz hrane, no znatno više se može unijeti konzumiranjem cigareta i/ili radom u rudniku gdje može doći do izloženosti niklovoj prašini za koju je utvrđena kancerogenost.<sup>34</sup> Povećani unos nikla može izazvati razne zdravstvene probleme, no nedostaju istraživanja koja bi ustanovila kancerogenost nikla ukoliko se unosi oralnim putem.<sup>35</sup> Opasnost od nikla koji se unosi hranom i pitkom vodom je relativno mala. Apsorpcija slobodnih niklovih iona u probavnom sustavu može biti i do 40 puta veća u odnosu na kompleksno vezan nikal u hrani.<sup>35</sup> SCHER je 2009. postavio i adaptirao izvješće o procjeni rizika („*Risk assessment report*“ – RAR) za nikal i njegova 4 anorganska spoja: sulfat, karbonat, klorid i dinitrat.<sup>36</sup> EU propisuje vrijednost od 20µg/L, dok smjernice WHO-a predlažu daleko višu vrijednost nikla od 70µg/L, temeljeno kao 20% dnevnog unosa nikla za prosječnu osobu od 60kg (u 2L vode).

## 5.8. Olovo

Olovo (Pb) je metal s izrazito visokom gustoćom. Javlja se u tragovima u pedosferi i litosferi u raznim spojevima u obliku minerala. Olovo najčešće koristimo u izradi olovnih akumulatora, lema, legura i boja. U automobilskom gorivu su se koristili organski olovni spojevi poput tetraetil i tetrametila. Danas se primjena olova sve više smanjuje, ne samo u gorivu, zbog njegove izrazito toksične prirode. Većina olova u pitkoj vodi nastaje trenjem vode

o olovne vodovodne cijevi. Količina otopljenog olova ovisi o pH, temperaturi i vremenu stajanja iste količine vode u cijevi. Topljivosti olova pogoduje blago kisela voda niske tvrdoće. Olovo može uzrokovati razne zdravstvene probleme poput hipertenzije, neplodnosti, poteškoće u razvoju i bolesti bubrega. Dokazana je korelacija povišene koncentracije olova sa sniženim kvocijentom inteligencije u djece. Olovo se brzo apsorbira u krvotok i veže za eritrocite te se putem krvi oko 90% deponira u kostima.<sup>37</sup> WHO je naglasio da je olovo jedna od rijetkih tvari za koju je poznato da u vodi za piće može izravno utjecati na zdravlje i da bi koncentracija olovo trebala biti što niža moguća. Stoga Europska komisija predlaže sniženje vrijednosti s 10µg/L na 5µg/L što države članice trebaju postići deset godina poslije stupanja nove Direktive na snagu. Tijekom prijelaznog razdoblja vrijedit će sadašnja vrijednost od 10µg/L. U prijedlogu nove Direktive uvodi se novi dio C Priloga 1.; umjesto indikatorskih parametara (koji se u potpunosti uklanjaju, odnosno prebacuju u Prilog 4.) donošeni su Parametri relevantni za procjenu rizika domaće distribucije, gdje uz parametar *Legionella* nalazimo i olovo sa istim vrijednostima od 10µg/L (5µg/L nakon 10 godina).

## 5.9. Selen

Selen (Se) je polumetal kojeg možemo pronaći u zemlji, zraku, hrani i pitkoj vodi. U okoliš se ispušta prirodnim i antropogenim procesima. Koristimo ga najčešće u proizvodnji stakla i pigmenta. Spada pod esencijalne metale i prisutan je u tragovima u namirnicama poput žitarica, mesa i ribe. Selen je često zanemaren kao esencijalni element u ljudskoj prehrani u svim dijelovima svijeta i poznati su slučajevi gdje zbog manjka selena u tlu, odnosno hrani, mogu nastati zdravstveni problemi poput Keshanove bolesti i Kashin-Beckove bolesti.<sup>38</sup> S druge strane, povišene vrijednosti mogu uzrokovati probavne poteškoće, promjenu boje kože, truljenje zubiju, gubitak kose i noktiju i promjene u perifernim živcima te postoje tvrdnje o njegovoj kancerogenoj prirodi.<sup>39</sup> WHO preporučuje vrijednost selena od 40µg/L kako ne bi uzrokovao zdravstvene poteškoće u većini ljudi.

## 5.10. Uranij

Uranij (U) je nestabilan radioaktivni element. Uranij je raširen u prirodi u granitnim stijenama, morima, oceanima i ostalim mineralnim depozitima. Također je prisutan u hrani i pitkoj vodi. Nalazimo ga u smjesi 3 izotopa: <sup>238</sup>U (99.27% po masi), <sup>235</sup>U(0.72%) i <sup>234</sup>U(0.0054%).<sup>40</sup> Najveću primjenu ima kao nuklearno gorivo za nuklearne elektrane. Uranij je prisutan u ljudskom tijelu gdje ga ima u prosjeku oko 40µg. Raspodijeljen je oko 40% u

mišićima, 20% u skeletu, 10% u krvi, 4% u plućima, 1% u jetri i 0.3% u bubrezima.<sup>41</sup> Dnevni unos uranija putem hrane je oko 1 do 4 µg, dok je unos putem pitke vode izrazito nizak, osim u slučajevima gdje je pitka voda bogata uranijem. Međutim, nedostaje podataka o kancerogenosti uranija u čovjeka ili životinja. WHO preporučuje vrijednost uranija u pitkoj vodi u vrijednosti od 30µg/L. Ta vrijednost je derivirana prema novim epidemiološkim istraživanjima na populacijama koje su bile izložene vrlo visokim koncentracijama uranija. EU uvodi uranij kao novi kemijski parametar te se preuzima preporučena vrijednost WHO-a.

### 5.11. Živa

Živa (Hg) je srebrni metal koji je u kapljevitom stanju pri standardnim uvjetima. Prirodni izvori su vulkanske erupcije i erozije tla, dok se antropogenim djelovanjem pojavljuje uslijed oksidacije fosilnih goriva i u spalionicama otpada. Živu najčešće koristimo u elektrolitičkoj proizvodnji klora, raznim električnim uređajima, amalgamskim ispunama (plombama), termometrima, baterijama i kao sirovinu za proizvodnju raznih živinih spojeva. Živa je prisutna u anorganskom obliku u podzemnim i površinskim vodama pri koncentracijama u vrijednosti 0.5µg/L, što je niža vrijednost od većine propisanih standarda za pitku vodu.<sup>42</sup> Najčešći organski oblik žive je metil-živa, koja nastaje metilacijom anorganske žive uz pomoć mikroorganizama u vodi i tlu. Međutim, glavni izvor unosa žive je hrana. Namirnice koje sadrže visoku količinu žive su ribe i školjke. Živa može prouzročiti veliku štetu po ljudsko zdravlje, no takve opasnosti nema u vodi za piće. Zbog rijetke pojave u pitkoj vodi, u izvješću WHO-a predloženo je uklanjanje parametra žive iz kemijskih parametara. EU odlučuje zadržati parametar zbog sigurnosnih razloga, a i zbog toga što već postoje potrebni pogoni za obradu žive iz vode.

## 6. Usporedba parametara metala po regijama

Iako EU nije mijenjala vrijednosti parametara metala u vodi za piće od 1998. godine one su i danas daleko strože u odnosu na utvrđene parametre drugih, neeuropskih regija. Novim prijedlogom Direktive dodatno su postroženi parametri kroma i olova čije će vrijednosti države članice trebati dostići u roku od 10 godina nakon stupanja nove Direktive na snagu. U spomenutom razdoblju države članice dužne su prilagoditi potrebnu tehnologiju kako bi se mogle zadovoljiti nove vrijednosti metala u vodi za piće. EU će time imati najstrože vrijednosti parametara za arsen, olovo, bor i krom te, uz Australiju i Kanadu, najstrože vrijednosti za selen i živu. Valja napomenuti da EU predlaže u novoj Direktivi uklanjanje indikatorskih parametara budući da nemaju izravan utjecaj na zdravlje, tj. prebaciti ih u Prilog 4. kao informaciju za potrošače. Razlog tome je to što se indikatorskim parametrima ne dobivaju informacije vezane za zdravlje nego informacije od interesa za potrošače (organoleptička svojstva poput okusa, boje, mirisa, mutnoća, anioni, kationi itd.). Te će informacije potrošačima biti dostupne putem internetskih stranica. Iznimno, parametar mutnoće se planira uvrstiti u mikrobiološke parametre s vrijednošću manjom od 1. Republika Hrvatska smatra taj prijedlog neprikladnim jer se time postavlja negativna konotacija za vode RH iz podzemlja krških predjela. Naime, laboratorijskim testiranjem utvrđeno da ne postoji mikrobiološka opasnost, već pojava mutnoće u vodi proizlazi iz hidrogeoloških uvjeta podzemnih krških voda, odnosno zbog samog ispiranja tla. Smjernice ostalih svjetskih regija također sadrže parametre estetske, odnosno „kozmetičke vrijednosti“ koje nemaju utjecaj na ljudsko zdravlje, već na organoleptičke karakteristike.

U SAD-u standardi mogu varirati od jedne savezne države do druge. Standardi su postavljeni prema smjernicama Agencije za zaštitu okoliša („*Environmental protection agency*“ – EPA). Svaka savezna država prilagođava standarde svom zakonodavnom okviru. Parametri su postavljeni u 3 kategorije:

- 1. primarni zdravstveno-obvezujući standardi koji su obavezni za sve savezne države,
- 2. sekundarni standardi koji su vezani za kozmetičke, odnosno estetske vrijednosti i nisu obavezni te
- 3. zdravstvena upozorenja koja prognoziraju prihvatljive koncentracije koje nisu zakonski obvezujuće.

Jedan od parametara 3. kategorije je olovo čija vrijednost nije zakonski određena, već je derivirana kao 90. percentil uzoraka voda iz slavina u SAD-u.<sup>43</sup> To je tzv. „*Lead and Copper rule*“. Iako i bakar pripada tom pravilu, vrijednost bakra je zakonski određena. Međutim, EPA je pored zakonskih obvezujućih koncentracija postavila i ciljne maksimalne koncentracije („*Maximum Contaminant Level Goals – MCGLs*“). Te vrijednosti predstavljaju dugoročne ciljeve, odnosno viziju budućnosti i postavljaju jasnu razliku između vrijednosti baziranih isključivo na zdravlje ljudi od onih vrijednosti koje uzimaju u obzir ekonomske učinke te tehnološke mogućnosti današnjice.

Analogno drugim regijama, Australija također prati vlastite smjernice („*Australian Drinking Water Guidelines*“). Parametri u smjernicama nisu zakonski obvezujući, a sadrže 2 vrste vrijednosti parametara:

- zdravstvena vrijednost, koja predstavlja koncentraciju ili mjerenje kvalitete vode koja prema dosadašnjim saznanjima ne utječe ili ne posjeduje rizik za zdravlje ljudi
- estetska vrijednost, koja predstavlja koncentraciju ili mjerenje kvalitete vode koja je povezana sa organoleptičkim svojstvima vode (prozirnost, okus, miris i sl.)<sup>44</sup>

Australija ima strože vrijednosti za parametre antimona, kadmija i uranija u usporedbi s novom europskom Direktivom. Za većinu parametara koristi se ista metodologija kao u smjernicama WHO-a, uz blage izmjene varijabli poput prosječne mase čovjeka (Australija – 70kg, WHO i EU – 60kg):

$$GV = \frac{AD * HW * PIW}{WVC * SF}$$

gdje je:

- GV - „*Guideline value*“, preporučena vrijednost parametra [mg/L]
- AD – „*animal dose*“, najveća količina tvari za koju eksperimentalne životinje nisu, odnosno jesu pokazivale određene utjecaje [mg/kg]
- HW – „*Human weight*“, prosječna masa čovjeka [kg]
- PIW – „*Proportion of intake from water*“ – udio unosa određene tvari putem pitke vode; uzimaju se u obzir drugi izvori poput hrane, zrak, itd. [-]
- WVC – „*Water volume consumed*“ – prosječan dnevni unos vode za piće [L]

- SF – „*Safety factor*“ – faktor sigurnosti koji se koristi radi nesigurnosti u ekstrapolaciji podataka iz rezultata istraživanja životinja na ljude ili nesigurnosti kod ekstrapolacije podataka za manju skupinu ljudi na opću populaciju (obično varira između 100 i 1000)

Poseban je naglasak na zaštiti zdravlja djece, pa se u Australiji kod izračuna uzima vrijednost od 13 kg kao vrijednost prosječne mase dvogodišnjeg djeteta. Ista se vrijednost primjenjuje u Kanadi, dok se u smjernicama WHO-a primjenjuje vrijednost od 10kg.

Kanada također prati svoje smjernice, „*Guidelines for Canadian drinking water*“. U usporedbi sa smjernicama ostalih regija, Kanada ima u prosjeku više vrijednosti za većinu parametara metala.<sup>45</sup> Unatoč tome, treba naglasiti da je Kanada postavila najnižu vrijednost za olovo za koju je WHO istaknula kako je jedna od rijetkih tvari za koju je poznato da u vodi za piće može izravno utjecati na zdravlje. Kategorije kemijskih parametara u Kanadi dijele se na:

- Zdravstveno bazirane vrijednosti koje su navedene kao maksimalno dopuštene koncentracije (*Maximum acceptable concentrations – MAC*);
- Vrijednosti bazirane prema estetskim vrijednostima (*Aesthetic objectives – AO*);
- Vrijednosti koje mogu stvarati interferencije ili poteškoće s procesima i/ili tehnologijama obrade vode; npr. interferencije turbiditeta s kloriranjem ili UV dezinfekcijom; tzv. operativne vrijednosti provođenja („*Operational guidance value – OG*“)

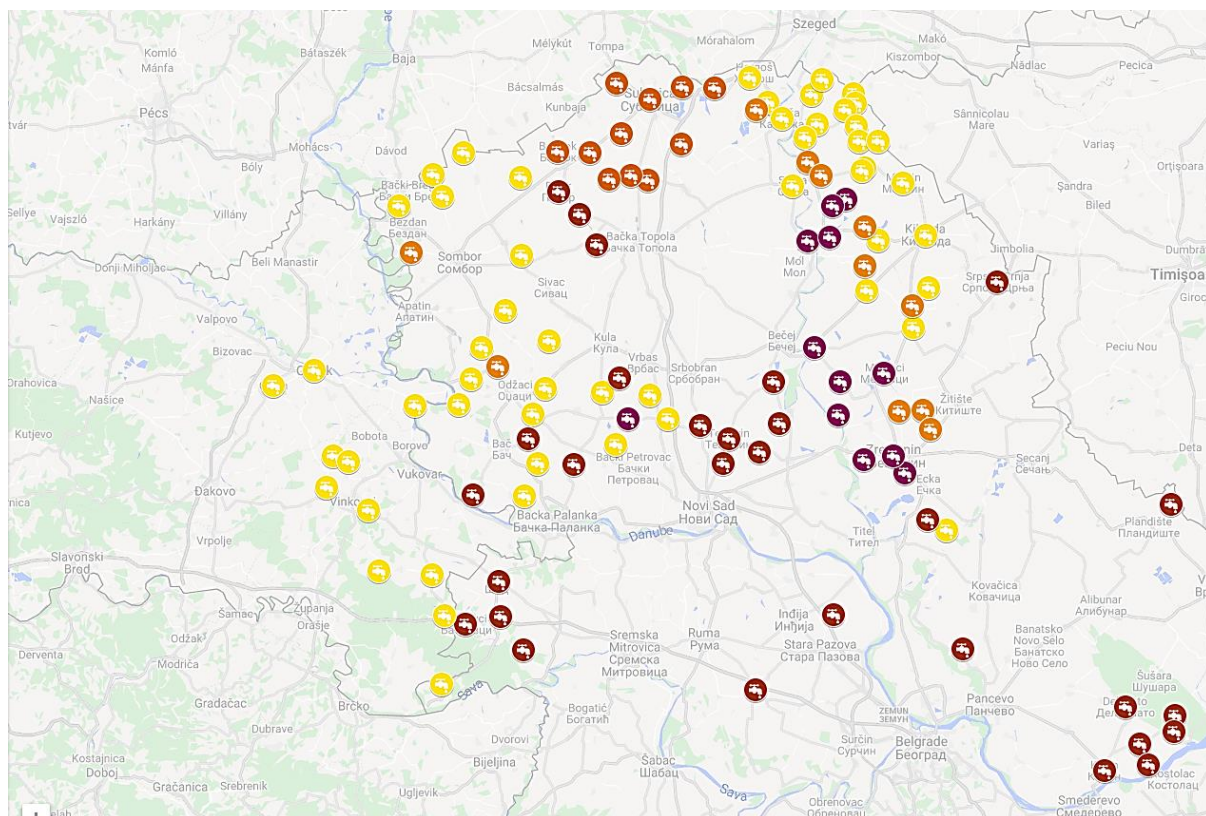
**Tablica 2.** Prikaz vrijednosti parametara metala EU kroz povjest te usporedba s ostalim svjetskim regijama – koncentracije izražene u  $\mu\text{g/L}$ <sup>5, 7, 11, 43, 46</sup>

Parametar	EU 80.	EU 98.	EU P 18.	WHO	Australija	SAD	Kanada
Antimon	10	5	5	20	3	6	6
Arsen	50	10	10	10	10	10	10
Bakar	3000	2000	2000	2000	2000	1300	2000
Bor	1000	1000	1000	2400	4000	-	5000
Kadmij	5	5	5	3	2	5	5
Krom	50	50	50 (25)	50	50	100	50
Nikal	50	20	20	70	20	15	-
Olovo	50	10	10 (5)	10	10	15	5
Selen	10	10	10	40	10	50	50
Uranij	-	-	30	30	17	30	20
Živa	1	1	1	6	1	2	1

## 7. RASPRAVA

Vezano uz kemijske parametre, tj. parametara metala u vodi za piće, Republika Hrvatska zadovoljava sve vrijednosti osim arsena.





Zbog arsena, koji je na području Slavonije prirodno prisutan u sastavu stijena, Hrvatskoj su odobrene 5 puta više koncentracije arsena nego što je to propisano važećom Direktivom. Sličan sastav stijena vezano za arsen nalazimo u Srbiji, Mađarskoj i Rumunjskoj. Većina lokalnih poduzeća u Slavoniji bori se s izazovom visokog sadržaja arsena, a primarni razlog tome jest to što lokalne zajednice nemaju dovoljno sredstava niti za održavanje postojećih, a kamoli za izgradnju novih pogona. Hrvatska je u razdoblju od 2007. do 2020. iskoristila 225 milijuna eura iz EU za projekte vezane za pitku vodu.<sup>47</sup> Unatoč tome, Hrvatski zavod za javno zdravstvo tvrdi kako nedostaju financijska sredstva za održavanje postojećih postrojenja, a kamoli za izgradnja novih.



**Slika 4.** Prikaz koncentracija arsena u vodi iz slavine domaćinstava na području Hrvatske i Srbije<sup>48</sup>



#### Legenda:

-  raspon koncentracija arsena u vodi za piće od 10 do 50µg/L
-  raspon koncentracija arsena u vodi za piće od 50 do 100µg/L
-  koncentracije arsena u vodi za piće više od 10µg/L (nepoznata točna koncentracija)
-  koncentracije arsena u voda za piće više od 100µg/L

Općenito prvo i drugo odstupanje (derogacija) odgovornost je samih država članica i to za vodoopskrbni objekt koji opskrbljuje do 5000 ljudi ili 1000 m<sup>3</sup> dnevno. Ukoliko opskrba prelazi navedene vrijednosti, države članice su dužne o tome informirati Europsku komisiju. Ukoliko se parametri ne usklade u razdoblju derogacije, Direktivom je omogućeno još jedno odstupanje i to na vremensko razdoblje od maksimalno 3 godine. O odobrenju treće derogacije odlučuje Europska komisija.<sup>49</sup> U biblioteci Europske komisije navedene su države članice za koje su odobrene derogacije za određene parametre iz Priloga 1. (*Annex I*), a to su Češka, Estonija, Francuska, Njemačka, Mađarska i Italija.<sup>50</sup> Zanimljivo je da se Hrvatska ne nalazi na popisu država članica iako joj je već 2 puta odobreno odstupanje za arsen.

Planom monitoringa zdravstvene ispravnosti vode za ljudsku potrošnju u 2017. godini na području Osječko-baranjske županije obuhvaćeno je 11 javnih vodovoda te 10 lokalnih vodovoda kako ih definira Zakon o vodi za ljudsku potrošnju, koji nisu uključeni u sustav organizirane komunalne djelatnosti i kojim ne upravlja pravna osoba registrirana za obavljanje javne vodoopskrbe.<sup>51</sup> Izvanredna onečišćenja na vodama u Osječko-baranjskoj županiji u 2017. godini dogodila su se 6 puta (u 2016. bilo ih je 14), od toga se u 2 slučaja radilo o prirodnoj pojavi na koju čovjek nema utjecaja, a samo u jednom slučaju bila je potrebna sanacija onečišćenja. Ostali događaji manjih su razmjera i bez većih posljedica na okoliš.

Iz rezultata monitoringa crpilišta vidljivo je da se niti jedna sirova voda bez prerade ne može koristiti za vodoopskrbu. U sirovim vodama crpilišta lokalnih vodovoda, kojima ne upravlja pravna osoba registrirana za obavljanje djelatnosti javne vodoopskrbe, a opskrbljuju 50 i više stanovnika, kemijska nesukladnost bila je uglavnom zbog povišene koncentracije željeza, mangana i arsena.

## 8. ZAKLJUČAK

Voda je jedina prirodna anorganska tekućina bez boje, mirisa i okusa koja predstavlja temelj života. Danas je 70,8 % Zemljine površine prekriveno vodom. Ona je najzastupljenija tvar u građi svih živih bića, pa tako i čovjeka. Vode su onečišćenjem i zagađenjem vrlo ugroženi mediji. Sve aktivnosti kojima se čovjek bavi utječu na ekosustave voda i mogu ugroziti slatkovodne izvore te je stoga potrebno posvetiti veliku pozornost na uzroke zagađenja pitke vode, između ostaloga i na razinu prisustva metala u vodi za piće. EU je na prvu građansku inicijativu stanovnika Europe *Right2Water* odgovorila prijedlogom pobošanja smjernica/direktiva za zaštitu vode za ljudsku potrošnju kako bi svatko realizirao svoje pravo na neometani pristup i korištenje ispravne pitke vode. Utvrđivanjem minimalnih standarda kvalitete na razini EU i utvrđivanjem minimalnih zahtjeva za izvješćivanje, pristup vodi, transparentnost, praćenje i korektivne aktivnosti (ukoliko standardi nisu zadovoljeni), stvoreni su preduvjeti za ostvarivanje bitnog cilja, a to je zaštita zdravlja ljudi od onečišćenja vode namijenjene za ljudsku potrošnju, a što je ujedno i glavni cilj važeće Direktive o kvaliteti vode za ljudsku potrošnju. Novim prijedlogom Direktive o kvaliteti vode za ljudsku potrošnju poboljšat će se komunikacija između tijela država članica i opskrbljivača vodom i osigurati potpuni ciklus upravljanja vodom i informiranja građana; od zahvaćanja do slavine.

Danas mnogi krajevi u Europi nemaju vode za piće iako vode imaju u izobilju. Učinci onečišćenja voda su dalekosežni i utječu ne samo na okoliš, nego i na ljudska bića i životinje. Zagađenje voda utječe na naša mora, jezera, rijeke i pitku vodu, što postaje rašireno i globalno pitanje najviše zbog zaštite zdravlja ljudi. Voda se smatra zagađenom kada su otkriveni uzročnici zbog kojih je došlo do kontaminacije, a prisutnost metala u pitkoj vodi iznad dopuštene granice jedan je od bitnih uzročnika zagađenja koje je potrebno zakonski i institucionalno regulirati i to nadzorom nad stanjem kakvoće voda i izvorima onečišćenja, sprječavanjem, ograničavanjem, određivanjem dopuštenih parametara, zabranjivanjem radnji i ponašanja koja mogu utjecati na onečišćenje voda i stanje okoliša u cjelini, građenjem i upravljanjem građevinama odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda, te drugim djelovanjima usmjerenim na očuvanje i poboljšavanje kakvoće pitke vode. Osim prihvaćenih međunarodnih konvencija i protokola koji obvezuju Republiku Hrvatsku da vodi brigu o zaštiti vodnih sustava i pitke vode, u RH je na snazi i nacionalno zakonodavstvo kojim se regulira ovo, za ljudsko zdravlje, važno područje.

## 9. LITERATURA

- 1) <http://www.europarl.europa.eu/factsheets/hr/sheet/7/nacelo-supsidijarnosti> (pristup 1.08.2019.)
- 2) <http://www.lenntech.com/water-quantityfaq.htm> Water treatment solutions (20.5.2012) – pristup (1.08.2019.)
- 3) <http://www.grida.no/resources/5608> (pristup 01.08.2019)
- 4) <http://www.poslovnih.hr/domace-kompanije/hrvatska-treca-u-europi-po-bogatstvu-vode-51234> (pristup 2.08.2019.)
- 5) <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/1980/778/oj> (pristup 2.08.2019.)
- 6) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/PDF/?uri=CELEX:31991L0271&from=HR> (pristup 2.08.2019.)
- 7) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/PDF/?uri=CELEX:31998L0083&from=EN> (pristup 2.08.2019.)
- 8) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32000L0060&from=EN> (pristup 2.08.2019.)
- 9) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013L0051&from=HU> (pristup 2.08.2019.)
- 10) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015L1787&from=EN> (pristup 2.08.2019.)
- 11) [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:8c5065b2-074f-11e8-b8f5-01aa75ed71a1.0024.02/DOC\\_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:8c5065b2-074f-11e8-b8f5-01aa75ed71a1.0024.02/DOC_1&format=PDF) (pristup 2.08.2019.)
- 12) <https://www.right2water.eu/about> (pristup 2.08.2019.)
- 13) [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:8c5065b2-074f-11e8-b8f5-01aa75ed71a1.0024.02/DOC\\_2&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:8c5065b2-074f-11e8-b8f5-01aa75ed71a1.0024.02/DOC_2&format=PDF) (pristup 5.08.2019.)
- 14) <http://edoc.sabor.hr/DocumentView.aspx?entid=2008053> (pristup 5.08.2019.)
- 15) [https://www.voda.hr/sites/default/files/dokumenti/plan\\_provedbe\\_vodno-komunalnih\\_direktiva\\_-\\_hrvatski.pdf](https://www.voda.hr/sites/default/files/dokumenti/plan_provedbe_vodno-komunalnih_direktiva_-_hrvatski.pdf) (pristup 6.08.2019.)
- 16) O. Pourret, Letter On the Necessity of Banning the Term “Heavy Metal” from the Scientific Literature, Sustainability, 2018.

- 17) M. Ferrante, G. Oliveri Conti, Z. Rasic-Milutinovic, D. Jovanovic, Health Effects of Metals and Related Substances in Drinking Water, IWA Publishing, London, 2014., Preface (xvii)
- 18) [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/water-quality/guidelines/chemicals/antimony-fs-new.pdf](https://www.who.int/water_sanitation_health/water-quality/guidelines/chemicals/antimony-fs-new.pdf) (pristup 15.8.2019.)
- 19) M. Habuda-Stanić, M.Kuleš, Arsen u vodi za piće, Kem. Ind 51, 2002, 337-342
- 20) Reichard J.F., Puga A., Effects of arsenic exposure on DNA methylation and epigenetic gene regulation, Epigenomics (2010) 2(1), 87–104
- 21) <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=14683>
- 22) Hrvatski sabor, Stajalište Republike Hrvatske o Prijedlogu direktive Europskog parlamenta i Vijeća o kvaliteti vode namijenjene za ljudsku potrošnju (preinaka) COM (2017) 753, Zagreb, 2018., str.3-4
- 23) [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/water-quality/guidelines/chemicals/copper-fs-new.pdf](https://www.who.int/water_sanitation_health/water-quality/guidelines/chemicals/copper-fs-new.pdf) (pristup 15.8.2018.)
- 24) [ww2.health.wa.gov.au/Articles/A\\_E/Copper-in-drinking-water](http://ww2.health.wa.gov.au/Articles/A_E/Copper-in-drinking-water) (Pristup 10.8.2019.)
- 25) <https://envcoglobal.com/catalog/tags/boron> (pristup 16.8.2018.)
- 26) [Who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/boron](https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/boron) (pristup 16.8.2018.)
- 27) [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/water-quality/guidelines/chemicals/cadmium-fs-new.pdf](https://www.who.int/water_sanitation_health/water-quality/guidelines/chemicals/cadmium-fs-new.pdf) (Pristup 18.8.2018.)
- 28) Prozialeck W.C., Edwards J.R. Mechanisms of Cadmium-Induced Proximal Tubule Injury: New Insights with Implications for Biomonitoring and Therapeutic Interventions, The Journal Of Pharmacology And Experimental Therapeutics, 2012., str. 3
- 29) Vincent J.B., Chromium: celebrating 50 years as an essential element?, Dalton Transactions, 2010. 39, 3787–3794
- 30) [https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris\\_documents/documents/toxreviews/0144tr.pdf](https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/toxreviews/0144tr.pdf) (pristup 21.8.2019.)
- 31) Smith A.H., Commentary on Hexavalent Chromium, Yellow Water, and Cancer: A Convolved Saga, Epidemiology, 2008.
- 32) [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/water-quality/guidelines/chemicals/chromium-fs-new.pdf](https://www.who.int/water_sanitation_health/water-quality/guidelines/chemicals/chromium-fs-new.pdf) (pristup 22.8.2019.)
- 33) <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp15.pdf> (pristup 22.8.2019.)

- 34) [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/water-quality/guidelines/chemicals/nickel-fs-new.pdf](https://www.who.int/water_sanitation_health/water-quality/guidelines/chemicals/nickel-fs-new.pdf) (pristup 23.8. 2019.)
- 35) Đozić A., Hodžić I., Prisustvo teških metala u površinskim i industrijskim otpadnim vodama na području općine Lukavac, Centar za ekologiju i energiju, Tuzla, 2016., str. 12
- 36) [https://ec.europa.eu/health/ph\\_risk/committees/04\\_scher/docs/scher\\_o\\_112.pdf](https://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scher/docs/scher_o_112.pdf)
- 37) Barbosa Jr. F., Tanus-Santos J.E., Gerlach R.F., Parsons P.J., A Critical Review of Biomarkers Used for Monitoring Human Exposure to Lead: Advantages, Limitations and Future Needs, Environmental Health Perspectives, 2005., 1669-1674
- 38) <https://definicijahrane.hr/definicija/hranjive-tvari/minerali/selen-se/nedostatak-u-organizmu/> (pristup 23.8. 2019.)
- 39) [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/water-quality/guidelines/chemicals/selenium-fs-new.pdf](https://www.who.int/water_sanitation_health/water-quality/guidelines/chemicals/selenium-fs-new.pdf) (pristup 23.8. 2019.)
- 40) [https://www.who.int/ionizing\\_radiation/pub\\_meet/en/DU\\_Eng.pdf](https://www.who.int/ionizing_radiation/pub_meet/en/DU_Eng.pdf)
- 41) [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/chemicals/uranium\\_forcomment\\_20110211\\_en.pdf](https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/uranium_forcomment_20110211_en.pdf) (pristup 25.8. 2019.)
- 42) [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/chemicals/mercuryfinal.pdf](https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/mercuryfinal.pdf) (pristup 25.8. 2019.)
- 43) <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi?Dockey=60001N8P.txt> (pristup 25.8. 2019.)
- 44) <https://www.nhmrc.gov.au/sites/default/files/documents/reports/aust-drinking-water-guidelines.pdf> (pristup 25.8. 2019.)
- 45) Boyd. D.R., The Water We Drink: An International Comparison Of Drinking Water Quality Standards and Guidelines, David Suzuki Foundation, 2006.
- 46) <https://www.epa.gov/sites/production/files/2018-03/documents/dwtable2018.pdf> (pristup 26.8. 2019.)
- 47) <https://balkaninsight.com/2018/03/20/toxic-taps-arsenic-in-water-stirs-cancer-fears-03-02-2018/> (pristup 26.8. 2019.)
- 48) <https://www.google.com/maps/d/u/0/viewer?mid=1gBrY2SydOqPe6NCqKRMxHGPTlyu04IcN&ll=45.446665396470564%2C19.88510846406257&z=9> (pristup 26.8. 2019.)
- 49) [https://ec.europa.eu/environment/water/water-drink/derogations\\_en.html](https://ec.europa.eu/environment/water/water-drink/derogations_en.html) (pristup 26.8. 2019.)
- 50) <https://circabc.europa.eu/faces/jsp/extension/wai/navigation/container.jsp> (pristup 27.8. 2019.)

51) <http://www.obz.hr/hr/images/->

Zupanijska skupstina/2018/15\_sjednica/14 informacija o stanju i kvaliteti voda te izvori  
ma oneciscenja voda u 2017 na podrucju osjecko baranjske zupanije.pdf(pristup 27.8.  
2019.)