

3. ZAHTEVANI KVALITET VODE ZA PIĆE

Zahtevani kvalitet vode za piće direktno utiče na zdravlje stanovništva i na cenu vode koju je neophodno proizvesti, jer iziskuje primenu odgovarajućih tehnologija u pripremi. On je definisan propisom koji se zove Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće (u daljem tekstu Pravilnik), donetim 1998. godine (Sl. list SRJ br. 42/98) sa dopunama iz 1999. godine (Sl. list SRJ 44/99). Pravilnik je formulisan na osnovu podataka Smernica Svetske zdravstvene organizacije iz 1993.¹ i predloga Direktive EU iz 1994. godine² uzimajući u obzir iskustva iz sopstvene prakse. Važno je napomenuti da je pomenuta Direktiva³ doneta na nivou EU dve godine kasnije uz odgovarajuće izmene predloga što ima za posledicu izvesna neslaganja sa važećim Pravilnikom kod nas.

Iste godine kad i Pravilnik, doneta je Direktiva 98/83/EC koja se odnosi na vodu namenjenu ljudskoj upotrebi, a cilj joj je zaštita zdravlja od štetnih efekata bilo kakvog zagađenja koje se može naći u vodi i to tako što će se obezbediti da ona bude zdrava i čista. To znači da u njoj nisu prisutni mikroorganizmi, paraziti, kao ni supstance koje u broju ili koncentraciji predstavljaju potencijalnu opasnost po ljudsko zdravlje, odnosno da zadovoljava minimum uslova datih kao vrednosti specifičnih parametara. Ovom Direktivom je obuhvaćeno 48 parametara od prethodnih 66 (iz Direktive iz 1980. godine), uključujući i 15 novih parametara. Za flaširanu vodu dato je 50 parametara. Ti parametri obuhvataju za kvalitet vode i zdravlje ljudi najvažnije parametre, uz napomenu da je državama članicama ostavljen prostor da dodaju i druge parametre za koje smatraju da je to potrebno u skladu sa lokalnim uslovima, prirodnim i socio-ekonomskim razlikama koje uslovljavaju da se većina mera koje se preduzimaju u okviru monitoringa, analiza i popravki vrše na lokalnom, regionalnom i nacionalnom nivou u toj meri da prisutne razlike ne odstupaju od zakona, pravila i odredbi obuhvaćenih Direktivom. Dakle, države članice su obavezne da pored parametara datih Direktivi obuhvate i sve druge parametre neophodne za zaštitu ljudskog zdravlja na svojoj teritoriji, kao i da obezbede zahtevani kvalitet proizvodnje, distribucije i kontrole vode namenjene za ljudsku upotrebu. U slučaju da je neophodno doneti strožije standarde nego što ih propisuje Direktiva o tome treba obavestiti Komisiju EU.

Naš Pravilnik pre svega prihvata vrednosti iz predloga Direktiva EU. Razlog neslaganja pojedinih parametara našeg Pravilnika je činjenica da je došlo do razlika u predloženoj i krajnje usvojenoj varijanti Direktive, a naš Pravilnik je u međuvremenu donet. Vrednosti ovih parametara trebalo bi opet kritički razmotriti i usvojiti one vrednosti koje obezbeđuju bolji kvalitet vode za piće, pri tom vodeći računa da kod onih parametara koji nemaju bitan uticaj na zdravlje da se prihvate manje zahtevne norme kako bi jeftinije i jednostavnije tehnologije mogle da obezbede traženi i potrebni

¹ WHO (1993) Guidelines for drinking water quality, Sec., Ed., Vol 1, Recommendations

² Council Directive, Com (94) 612

³ Council Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption, OJ L330, 32-54.

kvalitet vode za piće. U slučajevima gde ne postoje podaci ni kod nas ni u Direktivi EU prihvaćene su preporuke SZO, sa preporukama da se kod nas što pre finansiraju istraživanja iz tih oblasti kako bi se na osnovu njih verifikovale vrednosti tih parametara kvaliteta vode za piće ili ustanovile neke druge vrednosti. Ta potreba i danas stoji i ona je uobičajena praksa razvijenih evropskih zemalja. Insistiranja na nižim vrednostima nekih parametara koje toksikološki nisu dokazani po pravilu poskupljuju tehnologiju prerade vode i mogu biti potpuno nepotrebna. S druge strane, ako resursi nisu ugroženi, a toksikološke vrednosti nisu pouzdane, insistiranje na nižim vrednostima može značiti očuvanje resursa vode na prihvatljivom nivou.

Upoređivanjem vrednosti maksimalno dopuštenih koncentracija utvrđeno je da kod neorganskih materija u vodi za piće naš Pravilnik ima strožije definisane vrednosti od Direktive EU u pogledu amonijaka, bora, fluorida, hlorida, kadmijuma, natrijuma i nitrata. Vrednosti su strožije i od npr. nacionalnog nemačkog propisa⁴.

U pogledu organskih materija Pravilnik SRJ dozvoljava višu vrednost za PAH, tetrahloreten i trihloreten u odnosu na Direktivu EU. Za veliki broj parametara koje Direktiva EU ne obuhvata određen je MDK u skladu sa Smernicama SZO iz 1993. godine (npr. alkil-benzeni i hlorovani benzeni, dietilheksiladipinat i dietilheksilftalat). U slučaju epihlorhidrina vrednost usvojena u našem Pravilniku koja je u skladu sa Smernicama SZO iz 1993. godine ipak je četiri puta viša od vrednosti koje dozvoljava nemački nacionalni propis, odnosno Direktiva EU. U pogledu pesticida naš Pravilnik je u potpunosti usaglašen sa Direktivama EU, sem u slučaju lindana koji je kod nas dozvoljen u koncentraciji od 0,2 µg/l, dok Direktiva EU propisuje koncentraciju od 0,1 µg/l.

Troškovi smanjenja koncentracija pesticida, kao i nitrata na dozvoljeni nivo su u velikoj meri uslovljeni praksom u poljoprivredi. Proizvodi razgradnje pesticida mogu izazvati probleme u vodi za piće. Međutim, u najvećem broju slučajeva toksičnost tih produkata razgradnje nije uzeta u obzir u Smernicama SZO zato što nema odgovarajućih podataka o njihovom prisustvu, identitetu i biološkoj aktivnosti. Sa tim u vezi je izuzetno važno prikupiti podatke o materijama koje se koriste kod nas u poljoprivredi i za koje je moguće da dospeju u izvorišta iz susednih zemalja preko zagađenih površinskih voda.

U vezi sa prisustvom koagulacionih i flokulacionih sredstava u vodi za piće Pravilnik dozvoljava veću koncentraciju epihlorhidrina i akrilamida u odnosu na Direktivu EU, ali su te koncentracije i dalje u okviru preporuka SZO iz 1993. i iz 2004. godine.

Završna dezinfekcija vodovodske vode je od velikog značaja, posebno u uslovima loše distribucione mreže i velike mogućnosti reinfekcije vode jer se jedino na taj način mogu sprečiti hidrične bakterijske i virusne infekcije. Dezinfekciona sredstva, pored toga što su snažni biocidi, takođe su sposobna da reaguju sa drugim sastojcima u vodi i pri tom formiraju nova jedinjenja sa potencijalno štetnim i dugotrajnim efektima na zdravlje. Stoga, opšta procena uticaja dezinfekcije na ljudsko zdravlje mora uzeti u obzir ne samo mikrobiološki kvalitet tretirane vode, već i toksičnost dezinfekcionih sredstava i njihovih produkata reakcije. Naš Pravilnik je u potpunosti u saglasnosti sa Direktivom EU i preporukama SZO u pogledu sporednih proizvoda dezinfekcije i primene hlora i hlor-dioksida za dezinfekciju. Pri tome treba znati da Direktiva EU ne propisuje maksimalno dozvoljenu količinu hlora i hlor-dioksida za dezinfekciju niti njihovu rezidualnu koncentraciju. U Nemačkoj je praksa da se upotrebljava maksimalna doza od 1,2 mg/l, 0,4 mg/l i 10 mg/l respektivno za hlor, hlor-dioksid i

⁴ Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (TrinkwV 2001) zuletzt geändert am 25. November 2003.

ozon, dok se reziduali moraju kretati u granicama 0,1-0,3, 0,05-0,2 i 0,05 mg/l redom za hlor, hlor-dioksid i ozon⁵. U poređenju sa našim propisom to znači da je u Nemačkoj dozvoljena skoro tri puta manja koncentracija hlora za dezinfekciju i manji rezidual nakon hlorisanja nego što je to slučaj kod nas (kod nas je dozvoljeni rezidual hlora do 0,5 mg/l u redovnim prilikama). Vrednost za dozu hlor-dioksida koja se može primeniti je usaglašena, a naš Pravilnik ne propisuje dozu ozona koja se može primenjivati, niti rezidual ozona. Imajući u vidu visok sadržaj organskih materija u podzemnim vodama u Banatu i mogućnost uvođenja predozonizacije u obradi vode akvifera Dunava može se pretpostaviti da će se pojaviti potreba za boljim zakonskim regulisanjem ovog načina dezinfekcije.

Značajan aspekt kvaliteta vode predstavljaju i supstance u vodi i parametri kvaliteta vode koji utiču na upotrebnu vrednost vode (organoleptičke karakteristike na prvom mestu, ali i korozivnost vode, tendencija ka stvaranju kamenca). U Direktivama EU vrednosti glavnih parametara kojima se definišu organoleptičke karakteristike vode (boja, miris i ukus, mutnoća) date su opisno, dok Smernice SZO i Pravilnik navode vrednosti za boju i mutnoću. Direktive EU su u parametre kvaliteta vode uvrstile provodljivost, koncentraciju jona vodonika i oksidabilnost, dok ih u Smernicama SZO nema (sem pH, ali nije navedena vrednost). Direktive EU ne obuhvataju temperaturu, a Smernice SZO ne navode vrednost temperature, već samo opisnu preporuku. Vrednosti parametara u Pravilniku su u saglasnosti sa preporukama SZO, a za pH i sadržaj organskih materija su restriktivnije u odnosu na propis EU. Posebno je značajan problem organskih materija jer su one na teritoriji Vojvodine u velikoj meri uzročnik neispravnosti kvaliteta vode za piće. U Direktivi EU sadržaj organskih materija može da se kreće do 5 mgO₂/l, što je maksimalno dopuštena koncentracija i u nacionalnom nemačkom propisu. To je znatno više nego što dozvoljava naš Pravilnik (8 mg/l, KMnO₄, odn. 2 mgO₂/l). Prema nemačkom propisu ovaj parametar čak ne mora da se analizira kada se rade merenja TOC, a za TOC čak i nije definisana vrednost, nego samo uslov da ne dolazi do nenormalnih promena. Dakle, pažnja koja se ovom parametru kod nas posvećuje je izuzetno visoka ako se poredi sa evropskim propisima. Veliko je pitanje da li je to opravdano i na to je nemoguće dati odgovor bez opsežnih istraživanja različitih opcija u preradi vode. Kako sadržaj organskih materija u velikoj meri može poskupiti neophodnu preradu voda pri vrednosti kakva sada jeste preporuka je da se ova vrednost preispita, pre svega sa aspekta uticaja prisutnih prirodnih organskih materija na mikrobiološku stabilnost vode i stvaranje dezinfekcionih nusproizvoda vezano za lokalne uslove. Kada govorimo o mikrobiološkoj stabilnosti preduslov za bilo kakav ozbiljan zaključak i strateško opredeljenje mora biti procena situacije u pogledu kvaliteta mreže i rizika vezanih za njega, planova njenog održavanja i vremenskog perioda neophodnog za progres u ovoj oblasti.

Pored direktnog poređenja vrednosti različitih tipova parametara kvaliteta vode za piće postoji niz sličnosti i razlika u strukturi Pravilnika i Direktive EU, odn. nemačkog nacionalnog propisa. Radi lakšeg poređenja, u tabeli 14 dat je pregled sadržaja Pravilnika i nacionalnog propisa Nemačke.

U oba propisa je obuhvaćena i problematika monitoringa u smislu frekvencije, obima i mesta uzimanja uzoraka, postupci u slučaju vanrednih stanja odn. higijensko-epidemioloških indikacija. Pravila monitoringa postavljena su u Direktivi EU. Ona daje minimum zahteva sa kojima treba da bude usklađen svaki lokalni program monitoringa. Posebno se naglašava da u slučajevima gde se izvodi dezinfekcija vode, ona mora biti pod nadzorom i da je kontaminacija dezinfekcionim nusproizvodima minimalna, bez

⁵ Aufbereitungstoffe und Desinfektionsverfahren gemäß 11 TrinkwV 2001

smanjenja njene efikasnosti. U slučaju odstupanja od standarda, države članice su obavezne da istraže uzroke odstupanja od zahtevanog kvaliteta i utvrde odmah mere koje je potrebno preduzeti da bi se stanje popravilo, a u međuvremenu, ako je potrebno, i zabrane upotrebu vode koja predstavlja potencijalnu opasnost po ljudsko zdravlje ili preduzmu neku drugu adekvatnu meru o kojoj se javnost mora obavestiti i savetovati koje mere predostrožnosti da preduzme. Pri tome se preporučuje državama članicama da izdaju preporuke aktivnosti u takvim okolnostima. Obaveštavanje javnosti ne mora biti samo u slučajevima kada kompetentne ustanove ili pojedinci smatraju da su problemi u nepoštovanju parametarskih vrednosti trivijalni.

Tabela 14. Poređenje strukture našeg i nemačkog Pravilnika o kvalitetu vode za piće

Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće (SI.list SRJ 42/98)	TrinkwV 2001
<ul style="list-style-type: none"> • Objašnjenje pojmova • Zahtevi u pogledu vrste i obima pregleda po parametrima (osnovni, periodični, novi zahvati i higijensko-epidemiološke indikacije) • Frekvenciju monitoringa u zavisnosti od broja ekvivalent stanovnika i mesta uzorkovanja za vodovode i druge objekte za javno snabdevanje stanovništva vodom za piće, kao i za flaširanu vodu • Aktivnosti koje će se sprovesti ako se pri osnovnom pregledu utvrdi odstupanje od mikrobioloških osobina • Način ispitivanja u toku studijsko-istraživačkih radova u novim zahvatima vode za izgradnju i rekonstrukciju vodovoda • Postupke u slučaju higijensko-epidemioloških indikacija zagađenja i akcidentnih zagađenja • Uslove za utvrđivanje radioaktivnih materija u vodi • Liste mikrobioloških i bioloških pokazatelja po vrstama laboratorijskih pregleda • Liste fizičkih, fizičko-hemijskih, hemijskih i radioloških pokazatelja po vrstama pregleda • Zahtevi kvaliteta u pogledu mikrobioloških osobina vode za piće u redovnim i vanrednim prilikama, maksimalno dopuštenih koncentracija neorganskih materija, organskih supstancija, pesticida, koagulacionih i flokulacionih sredstava, dezinfekcionih sredstava i sporednih proizvoda dezinfekcije; fizičke, fizičko-hemijske i hemijske osobine koje mogu izazvati primedbe potrošača, zahtevani kvalitet u vanrednim prilikama, radiološke osobine i zahtevane parametre kvaliteta flaširanih voda 	<ul style="list-style-type: none"> • Objašnjenje pojmova • Zahtevi u pogledu mikrobioloških (apendiks 1) i hemijskih parametara (apendiks 2), definicija indikatorskih parametara (apendiks 3) za koje vrednosti moraju biti ispunjene i mere koje se preduzimaju kada vrednosti nisu ispunjene • Tretman i dezinfekcija: dozvoljeni aditivi za tretman vode za piće moraju posebno biti odobreni od strane ministarstva zdravlja i objavljeni na posebnoj listi • Pravila o načinu objavljivanja odstupanja od kvaliteta od zahteva, analitičke metode (apendiks 5) i akreditacija laboratorija • Kontrola vodovoda i distribucionih sistema. Informisanje potrošača o nepravilnostima i merama koje se preduzimaju • Posebna pravila: vojska, železnica • Kazne i prekršaji • Apendiksi: <ol style="list-style-type: none"> 1. mikrobiološki parametri: Escherichia coli, koliformi, enterococci, Pseudomonas aeruginosa, broj kolonija 2. detaljno diskutovani hemijski parametri 3. indikatorski parametri 4. parametri koje je neophodno analizirati periodično 5. specifikacija analitičkih metoda, tačnost i preciznost 6. aditivi dozvoljeni u specijalnim situacijama (npr. rata)

Prema Direktivi EU, u slučaju da je kvalitet vode ugrožen stanjem u distribucionom sistemu pojedinačnih domaćinstava (od vodovodnog priključka do slavine u kući) prihvaćeno je da distribicioni sistem domaćinstva i njegovo održavanje ne mogu biti odgovornost države članice. Međutim, i u tim slučajevima postoji obaveza informisanja vlasnika sa lošim instalacijama, o posledicama kao i davanje preporuka šta treba da uradi kako bi se moguće posledice sanirale. Ono što je posebno značajno u okviru Direktive EU je uključenost javnog mnjenja. Potrošači moraju biti adekvatno i na odgovarajući način informisani o kvalitetu vode, o bilo kakvim odstupanjima i akcijama koje se sprovode od strane kompetentnih u ovoj oblasti. Svaka država članica obavezna je da daje izveštaj o kvalitetu vode svake tri godine sa ciljem obaveštavanja javnosti. Ti izveštaji treba da obuhvate sve vodozahvate koji snabdevaju više od 5000 ljudi odn. imaju potrošnju veću od 1000 m³/dan. Izveštaji se šalju i Komisiji EU, koja formira zbirni izveštaj za celu teritoriju EU. Ovaj segment evropskih propisa trebalo bi ojačati u našoj praksi, a naš Pravilnik se njime ne bavi.

U EU je pod posebnim uslovima moguće dozvoliti državama članicama nepoštovanje određenih parametara kvaliteta, odnosno postavljanje drugih viših vrednosti za parametre koje sama država članica odredi u skladu sa principom da nema potencijalne opasnosti za ljudsko zdravlje i da na datom lokalitetu nije moguće rešiti i održavati snabdevanje vodom na drugi prihvatljiv način. To se odnosi na snabdevanje koje prevazilazi 1000 m³/dan i obuhvata populaciju veću od 5000 osoba. Ovakvo nepoštovanje Direktive treba da bude što kraće, a maksimalno vreme je devet godina (3 puta po tri godine uz posebne dozvole Komisije). Za zahtevanje ovakve vrste izuzeća država članica mora imati podatke o uzrocima, parametrima koji se ne mogu ispoštovati, prethodne rezultate monitoringa i sopstvene predložene maksimalne vrednosti, podatke o geografskom položaju, dnevnoj količini vode koja se koristi sa lokaliteta, populaciji koja se tom vodom snabdeva kao i to da li neka prehrambena industrija postoji na tom području, odgovarajući plan monitoringa sa povećanom frekvencijom, izvod akcionog plana za rešavanje stanja, uključujući i raspored aktivnosti i procene troškova i mera, kao i željeni rok za dozvolu ovakve vrste nepoštovanja Direktive. O svemu ovome takođe javnost mora biti propisno informisana, kao i upućena u slučaju specijalnih rizika kako da se ponaša. Izuzeće u određenim slučajevima od obaveza propisanih Direktivom može biti

- kada se koristi voda za neke svrhe za koje kompetentne ustanove daju mišljenje da je kvalitet zadovoljavajući i da nema direktnog ili indirektnog uticaja na zdravlje,
- kada su u pitanju individualna snabdevanja manja od 10 m³/dan ili koja snabdevaju manje od 50 osoba, sem ako se voda ne distribuira kao deo neke komercijalne i javne aktivnosti. U takvim slučajevima populacija mora biti obaveštena o stanju kvaliteta vode koju koristi.

Pošto priprema i distribucija vode obuhvata i primenu niza supstanci i materijala neophodno je definisati i pravila njihove upotrebe kako bi se izbegli štetni efekti po ljudsko zdravlje. Primena svetski priznatih standarda u ovoj oblasti i kontinuirano inoviranje nacionalnih propisa u skladu sa napretkom u svetu je neophodno.

Još jedno izuzetno značajno poređenje propisa treba napraviti. Naime, u trenutku kada je doneta, Direktiva EU je u odnosu na staru Direktivu donela niz značajnih izmena u smislu smanjenja maksimalno dopuštenih koncentracija pojedinih parametara (npr. olova, pesticida, bakra i dr). Ona je stupila na snagu 25. decembra 1998. godine. Države članice EU bile su obavezne da u roku od dve godine prenesu Direktivu u nacionalne zakone, a u roku od pet godina da obezbede propisani kvalitet vode sem u slučaju bromata (deset godina), olova (15 godina) i trihalometana (10 godina). Ovakvo

postavljanje rokova je izuzetno značajno u slučajevima kada se propisima menjaju parametri koje je nemoguće u kratkom roku postići usled zahteva za izmenom tehnologije i investicijama i takvu praksu je u buduće neophodno i kod nas primeniti.

Naš Pravilnik ne obuhvata ni u jednom aspektu metode analize kvaliteta vode za piće. Ova problematika je sadržana u drugom nacionalnom propisu, a to je Pravilnik o načinu uzimanja uzoraka i metodama za laboratorijsku analizu vode za piće (Sl. List SFRJ, 55/78 i 58/85). Neophodno je inoviranje prakse u ovoj oblasti i donošenje novog propisa u skladu sa međunarodnim propisima. Direktiva EU posebno insistira na pouzdanosti i uporedivosti rezultata merenja. Pri analizi treba ispoštovati specifikaciju analiza datu u Aneksu II, a ako se koriste drugačije metode od specificiranih, mora se demonstrirati da su rezultati dobijeni tim metodama u najmanjoj meri pouzdani kao za specificirane metode. Metode su u potpunosti definisane za koliformne bakterije i *E. coli*, *Enterococcus*, *Pseudomonas aeruginosa* i broj kolonija na 22°C i 37°C. One moraju ispuniti minimum zahteva pri kojima je omogućeno merenje koncentracija jednakih propisanim parametrima definisanom tačnošću, preciznošću i granicom detekcije. Nisu specificirane metode analize za boju, miris, ukus, ukupni organski ugljenik i mutnoću. Država članica mora imati laboratorije sa razrađenim sistemom kontrole kvaliteta rada analitičke laboratorije i to od strane nezavisnih, za to ovlaštenih kontrolora. Segment internog obezbeđivanja kvaliteta, interne i eksterne kontrole kvaliteta rada laboratorija kod nas je u potpunosti zanemaren i zahteva potpunu reformu. Takođe propisivanje standardnih metoda analize na našem jeziku je krajnje neophodno jer su postojeće metode⁶ zastarele u smislu da ne mogu da prate zahteve za merenjem kvaliteta i na tržištu u velikoj meri već prevaziđene.

3.1. Neki primeri ekonomičnije pripreme vode za piće u slučaju usklađivanja našeg Pravilnika sa propisima EU

Dezinfekcija vode za piće se u nas gotovo isključivo izvodi hlorisanjem. Treba naglasiti da je hlor u najvećem broju slučajeva dovoljno dobar dezinficijens za uklanjanje patogena iz podzemne vode (u Vojvodini se isključivo podzemna voda koristi za vodosnabevanje), pogotovo ako je broj mikroorganizama prethodno značajno smanjen filtracijom. To potvrđuje i Svetska zdravstvena organizacija (SZO) na primeru uklanjanja termotolerantnih koliformnih bakterija, a što se takođe vidi i iz podataka tabele 15 i na primeru nekih virusa.

Tabela 15. Vrednosti $C \times t$ (mg min/L) za 99% inaktivaciju različitih agenasa sa dezinficijensima na 5°C

Agens	Dezinficijens			
	Slobodni hlor pH 6-7	Hloramin pH 8-9	Hloridioksid pH 6-7	Ozon pH 6-7
<i>Escherichia coli</i>	0,034–0,05	95–180	0,4–0,75	0,02
Poliovirus tip 1	1,1–2,5	768–3740	0,2–6,7	0,1–0,2
Hepatitis A virus	1,8	oko 590	1,7	--
Rotavirus	0,01–0,05	3810–6480	0,2–2,1	0,006–0,06

⁶ Savezni zavod za zdravstvenu zaštitu (1990) Voda za piće. Standardne metode za ispitivanje higijenske ispravnosti

U poslednje vreme sve je izraženija tendencija da se hlor zameni nekim drugim dezinficijensom, na primer hlordioksidom. To je u određenim slučajevima neophodno, ali insistiranje na zameni hlora najčešće nije utemeljeno na dovoljno jakim argumentima, **pod uslovom** da je hlorisanje izvedeno na odgovarajući način, što podrazumeva: (1) vodu veoma male mutnoće (to ne važi samo za hlorisanje, već za sve ostale načine dezinfekcije); (2) što niži pH; (3) nisku koncentraciju azota, pogotovo amonijačnog azota; (4) ograničeni sadržaj prirodnih organskih materija i (5) obezbeđeno dovoljno dugo vreme kontakta.

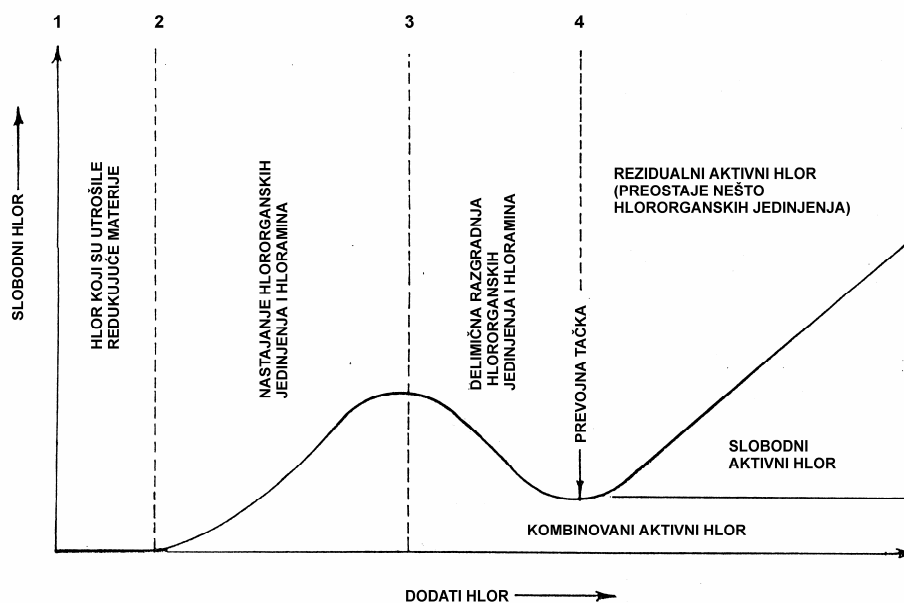
Sve navedeno se u struci zna, ali se o uslovima za efikasnu dezinfekciju hlorom u praksi ne vodi uvek dovoljno računa. To će se razmotriti na nekoliko primera. Bistra voda, ili prethodno veoma dobro izvedeno bistrenje, je uslov efikasne dezinfekcije uopšte. Pravilnik to osigurava normom da mutnoća vode ne sme biti iznad 1 NTU. Međutim, Pravilnik dozvoljava mutnoću vode do 5 NTU za male vodovode, kapaciteta do 5000 ES. Smatramo to pogrešnim, iz osnovnog razloga što je upravo kod malih vodovoda vrlo često dezinfekcija jedina faza pripreme. Dozvoljavanjem veće mutnoće se efikasnost dezinfekcije može dovesti u pitanje. Nema razloga da se to dozvoli, pogotovo zato što je filtracija vode jedna od jeftinijih faza pripreme, a postoje jednostavna i relativno jeftina rešenja filtracije za male vodovode.

Što niži pH vode koja se dezinfikuje hlorom je od velike važnosti, zato što hlor hidrolizuje u hipohlorastu kiselinu (HOCl), a hipohlorasta kiselina delom disosuje, na hipohloritni jon (OCl⁻) i vodonikov katjon. Problem je u tome, što odnos nedisosovane hipohloraste kiseline i hipohloritnog jona veoma zavisi od pH vode – što je pH vode viši to je manji udeo HOCl, a hipohlorasta kiselina je daleko jači dezinficijens od hipohloritnog jona (tabela 16). Međutim, imamo čest slučaj da je podzemna voda povišenog pH, što znači da se za sigurno hlorisanje mora tačno znati pH vode, kako bi se doza hlora odredila i prema pH (povećala u slučaju hlorisanja vode višeg pH). Konačni sud za ispravnost dezinfekcije hlorom (kao i bilo kog drugog postupka dezinfekcije) daje tek mikrobiološka analiza obrađene vode. Prema tome, rezultate mikrobiološke analize treba koristiti za **vođenje** i kontrolu procesa dezinfekcije hlorom, a ne samo da rezultati mikrobiološke analize (kao i hemijske analize uostalom) služe samo da se *konstatuje* stanje, kako se to srazmerno često dešava u nas.

Tabela 16. Vrednosti specifičnih koeficijenata letaliteta (l/mg min) za hipohlorastu kiselinu, hipohloritni jon i monohloramin

Dezinfekciono sredstvo	Enterobakterije	Virusi	Endospore bakterija	Ciste ameba
HOCl	20	do 1	0,05	0,05
OCl ⁻	0,2	< 0,02	< 0,0005	0,0005
NH ₂ Cl	0,1	0,005	0,001	0,02

Niska koncentracija amonijačnog azota prilikom dezinfekcije hlorom je, kao što se zna, bitna zato što reakcijom sa hlorom nastaju hloramini, koji se smatraju značajno slabijim dezinficijensom od hlora (videti podatke tabele 15 i 16). Takođe se zna da se ovaj problem rešava tzv. dezinfekcijom preko prevojne tačke, pri čemu se nastali hloramini oksidišu, a dezinfekcija vode se izvodi slobodnim aktivnim hlorom koji se dobija dodatkom hlora u potrebnom višku nakon njegovog utroška za stvaranje i oksidaciju hloramina (slika 7).



Slika 7. Teorijska kriva hlorisanja preko prevojne tačke

Pošto je u pravilu koncentracija amonijačnog azota ograničena na dosta niske vrednosti, po Direktivi na 0,5 mg/l, a po Pravilniku na 0,1 mg/l, to se problem hloramina u vodi ne postavlja u značajnijoj meri, i može se bez teškoća rešiti hlorisanjem preko prevojne tačke (da li je neophodno da koncentracija po Pravilniku bude tako niska, i šta to povlači za sobom sa aspekta pripreme vode, razmotriće se u narednom poglavlju). Međutim, Pravilnik dozvoljava za male vodovode, do 5000 ES, da koncentracija amonijačnog azota ($\text{NH}_4\text{-N}$) bude do 1 mg/l. Ako se želi da se voda sa 1 mg/l $\text{NH}_4\text{-N}$ dezinfikuje hlorom, po postupku hlorisanja preko prevojne tačke, kako bi bili sigurni u efekat dezinfekcije, trebaće oko 10 mg/l hlora, jer je u praksi odnos hlor : $\text{NH}_4\text{-N}$ veći od teorijskih 1:7,6 (slika 7), i kreće se obično oko 1:10. Problem je u tome što je Pravilnik ograničio dozu hlora prilikom dezinfekcije na maksimum 5 mg/l (intencija Pravilnika prilikom ograničenja doze hlora verovatno je bila da se ovim putem predupredi nastajanje sporednih proizvoda dezinfekcije iz organskih materija u vodi, i da se ograničenjem doze hlora vodovodi nateraju da uklanjaju organske materije kao prekursore, po nama, ispravan je pristup; ali da je ograničenje doze hlora u koliziji sa dopuštanjem povećane koncentracije amonijačnog azota u vodi pokazano je na prethodnom primeru). Potencijal primene hloramina koji mogu nastati, a čija je primena u svetu rasprostranjena, neophodno je ispitati.

Jedno od rešenja problema dezinfekcije vode sa povećanom koncentracijom amonijačnog azota moguće je, ukoliko voda nema veliki sadržaj organskih materija (u tom slučaju bi potrošnja hlordioksida bila veća od dozvoljene), korišćenjem hlordioksida kao dezinficijensa, s obzirom na to da hlordioksid ne reaguje sa amonijakom. Dakle, neophodno je preispitati sadašnju praksu u smislu uvođenja novih sredstava shodno kvalitetu i pripremi vode i potrebama višestepene dezinfekcije odn. oksidacije, kada se radi i o organskim materijama. Pre toga je neophodno unaprediti kontrolu mikrobiološkog kvaliteta u pogledu dijapazona ispitivanih vrsta i

standardizacije metoda u skladu sa preporukama EU ali i poboljšati stanje distribucionog sistema.

Povećan sadržaj prirodnih organskih materija (POM) je problem za dezinfekciju hlorom, s obzirom na dobro poznatu pojavu nastajanja različitih sporednih proizvoda prilikom reakcije hlora sa POM kao prekursorima, od kojih su najpoznatiji trihalometani (THM). U stručnoj, pa čak i u najširoj javnosti, sporedni proizvodi dezinfekcije hlorom su označeni kao opasni po zdravlje, i u novije vreme je nastajanje sporednih proizvoda dezinfekcije glavni prigovor koji se postavlja hloru kao dezinficijensu. Iz tih razloga je u Pravilniku normiran ukupan sadržaj THM i sadržaj pojedinih THM, kao i dozvoljeni sadržaj nekih drugih sporednih proizvoda hlorisanja. Međutim, za razliku od Direktive EU, gde je uvođenje norme za THM elastično postavljeno, odnosno ostavljeno je 10 godina za usklađivanje sa Direktivom, pri čemu se za prvih 5 godina mora spustiti koncentracija THM na 150 µg/l, u našem Pravilniku se traži da se norma za THM od maksimalnih 100 µg/l uspostavi *odmah*.

Međutim, Pravilnik ograničava i koncentraciju hlordioksida, najviše na 0,4 mg/l, što je u skladu sa nemačkim nacionalnim propisom. U Americi je ta doza ograničena na 0,8 mg/l. Mišljenja smo da je i kod nas neophodno preispitati vrednosti za dozvoljenu dozu uz zahtev za kontrolu dezinfekcionih nusproizvoda (npr. hlorita). Generalno bi preporuka bila da upotrebu svih vrsta oksidacionih i dezinfekcionih sredstava treba preispitati i ograničiti gde je to neophodno, uz obaveznu kontrolu svih mogućih značajnih nusproizvoda dezinfekcije na osnovu znanja koje je danas raspoloživo.

Verovatno se intencija Pravilnika da se spreči nastajanje sporednih proizvoda dezinfekcije u previsokim koncentracijama ograničavanjem sadržaja organskih materija u vodi ogleda u postavljanju norme za potrošnju kalijumpermanganata od najviše 8 mg/l. Međutim, ta norma je arbitrarna, tj. nije egzaktna, pošto se ne može tvrditi, da je voda sa potrošnjom KMnO₄ manjom od 8 mg/l u tom pogledu sigurna, i obrnuto. Drugim rečima, vodovodima se nameće ograničenje u pogledu sadržaja organskih materija u vodi koje je po našem mišljenju previše oštro. Treba znati da su procesi uklanjanja organskih materija iz vode složeni i skupi, odnosno da je ispoštovanje zahteva od maksimalno 8 mg/l KMnO₄ za vodovode koji prerađuju vodu sa visokim sadržajem POM, a ti slučajevi nisu retki, povezano sa velikim investicionim i eksploatacionim troškovima. Prema tome, nije prihvatljiv pristup da se svima propiše preoštra norma, umesto da se ispituju relacije između sadržaja sporednih proizvoda dezinfekcije i sadržaja POM za svaki konkretan slučaj. I bez ulaženja u bilo kakvu računicu, može se sa sigurnošću tvrditi da su troškovi opremanja odgovarajućeg broja laboratorija sa potrebnom opremom, odnosno ukupni troškovi potrebnih ispitivanja, višestruko manji od troškova svođenja sadržaja organskih materija u vodi na vrednost propisane Pravilnikom u svim vodovodima koji prerađuju vodu sa povišenim sadržajem POM.

Neusaglašnost normi kvaliteta vode za piće za neorganske materije prikazane su u tabeli 17.

Navedeno je već, na primeru dezinfekcije hlorom, važnost sadržaja amonijaka u vodi, i ukazano je na neusaglašenost, u našem Pravilniku, dopuštene koncentracije amonijaka za male vodovode i dopuštene doze hlora za dezinfekciju. S druge strane, ograničavanje koncentracije amonijaka u Pravilniku na 0,1 mg/l (za vodovode veće od 5000 ES) smatramo preoštrom normom, na primer pet puta oštrijom od Direktive EU. Poznato je da je u slučaju amonijaka intencija Pravilnika bila da, budući da je amonijak indikator fekalnog zagađenja ili procesa truljenja biomase, pojava amonijaka u povećanoj koncentraciji apriorno ukazuje na opasnost od patogena u vodi. Međutim, iako je to u određenim slučajevima tačno (a u drugim slučajevima nije, jer imamo i

pojavu amonijaka geološkog porekla), to bi mogao biti razlog za ograničenje koncentracije amonijaka u sirovoj vodi, ali ne može biti razlog za tako oštru normu za prečišćenu vodu. Insistiranje na koncentraciji od svega 0,1 mg/l amonijaka (to je samo dva puta veća vrednost od dozvoljene koncentracije za cijanide i hrom u vodi, na primer) povlači za sobom značajno skuplju pripremu vode, jer nije ni jednostavno ni jeftino smanjiti koncentraciju amonijaka na tako nisku vrednost (to je samo 0,1 gram po metru kubnom vode). Na primer, da bi se koncentracija amonijaka od 1,5 mg/l u nekoj vodi dovela na dozvoljenu po Pravilniku, potrebno je primeniti proces čija je efikasnost najmanje 93%, a malo je procesa sa tako visokom efikasnošću, i postavlja se pitanje cene tako dobijene vodovodske vode.

Tabela 17. Maksimalno dopuštene koncentracije pojedinih neorganskih materija u vodi za piće

Parametar		Pravilnik SRJ (Srbije)	Direktiva EU	Smernice SZO
Amonijak	mg/l	0,1 ¹	0,5	1,5
Hloridi	mg/l	200	250 ²	250
Kalcijum	mg/l	200		
Magnezijum	mg/l	50		
Natrijum	mg/l	150	200	200
Nitriti	mg/l	0,03 ³	0,5 ⁴	3 ⁵
Sulfati	mg/l	250	250 ²	250
Provodljivost	µS/cm	do 1000	2500	

¹ Za vodovode do 5000 ES do 1 mg/l
² Voda ne sme biti agresivna.
³ Smatra se da je voda ispravna u slučaju da u 20% merenja koja nisu uzastopna u toku godine vrednost koncentracije dostigne 0,1 mg/l, frekvencija merenja po važećem Pravilniku.
⁴ Mora biti ispunjen uslov da $\{[\text{nitrat}]/50 + [\text{nitrit}]/3\} \leq 1$ i vrednost od 0,1 mg/l za vodu na izlazu iz postrojenja za pripremu vode.
⁵ Zbir količnika koncentracija nitrata i nitrita i njihovih preporučenih vrednosti ne treba da bude veći od jedan.

Primer elastičnijeg pristupa, ne samo kada je amonijak u pitanju nego i neke druge neorganske materije, daje nam Direktiva EU i Smernice SZO (tabela 17). Uopšte, taj pristup da se prihvati veći sadržaj pojedinih neorganskih materija (kada je taj povećani sadržaj geološkog porekla), a koje nisu u tim koncentracijama opasne po zdravlje – kao što je slučaj sa hloridima, sulfatima, kalcijumom, magnezijumom, natrijumom – smatramo realističnim i mislimo da ga treba podržati. Treba takođe imati u vidu, da se smanjenje koncentracije navedenih neorganskih materija ne može izvesti jednostavnim i jeftinim tehnikama; a da se investicioni i eksploatacioni troškovi obrade velikih količina vode jonskom izmenom ili reversnom osmozom (uključujući tu i troškove rešavanja ekološkog aspekta takvih procesa, koji takođe nisu mali) mere stotinama hiljada ili milionima evra nije potrebno posebno dokazivati. Karakterističan je u tom pogledu primer natrijuma. Naš Pravilnik propisuje oštriju normu, 150 mg/l, od Preporuka SZO i Direktive EU, koje navode 200 mg/l (tu vrednost SZO navodi samo kao graničnu, preko koje se očekuje da voda može imati neprihvatljiv ukus, a ne da se radi o vrednosti zasnovanoj na negativnom uticaju natrijuma iz vode na zdravlje). Prema tome, radi se o za četvrtinu nižoj, oštrijem normi, razlika je 50 mg/l (to je 50 g/m³ vode!), a to treba ukloniti iz vode. Kada se kaže da je uklanjanje natrijuma

najteže, i najskuplje, od svih neorganskih jona koji mogu biti zastupljeni u vodi u znatnim koncentracijama, kao što su kalcijum i magnezijum na primer, onda je sve jasno.

Još izraženiji primer preoštire norme u našem Pravilniku je ograničenje provodljivosti vode na 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (samim tim je ograničen ukupni sadržaj soli u vodi), dok je odgovarajuća vrednost u Direktivi dva i po puta veća (!), 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

3.2. Predlog mera za usaglašavanje našeg Pravilnika sa propisima EU

Procedure inoviranja i usaglašavanja zakona je svakako neophodno započeti u skoroj budućnosti. Da bi ti propisi pored usaglašenosti sa Direktivom EU i najnovijim svetskim znanjima bili prilagođeni lokalnim potrebama i usmereni ka rešavanju problema na najracionalniji način neophodno je pripremiti odgovarajuće podatke za donošenje odluka. Podaci i aktivnosti koje je neophodno kroz buduće projekte obezbediti su:

1. Detaljan monitoring kvaliteta voda svih izvorišta u pogledu svih parametara prema Pravilniku, ali i drugih parametara za koje se očekuje da se mogu pojaviti usled upotebe velikih količina, proizvodnje ili emisije u zonama oko izvorišta (npr. organski mikropolitanti). Takođe je neophodno izvršiti kontrolu prisustva supstanci sa liste prioriternih supstanci i prikupiti podatke o korištenim hemikalijama u poljoprivredi, o uvozu hemikalija odnosno svih supstanci koje mogu dospeti u izvorišta vode za piće.
2. Analiza posledica usklađivanja svih vrednosti parametara u našem Pravilniku sa evropskim propisima na stanje prerade i distribucije vode u Vojvodini.
3. Prioritizacija zahteva imajući u vidu lokalne uslove u pogledu postojećeg kvaliteta resursa i ciljeva zaštite zdravlja stanovništva, a u svetlu realnih ekonomskih prilika.
4. Analize uticaja sadržaja organskih materija u vodi na njen mikrobiološki kvalitet i nastajanje dezinfekcionih nusprodukata pri preradi i distribuciji vode u postojećim uslovima kao i projektovanim uslovima unapređene tehnološke prerade voda.
5. Organizovanje interkalibracije laboratorija koje se bave merenjima kvaliteta voda na teritoriji pokrajine.
6. Organizovanje obrazovanja i obaveštavanja javnosti uz posebno podizanje svesti o vodi kao robi koja ima svoju vrednost, odn. cenu.
7. Jačanje kapaciteta društva koji brinu o problemu kvaliteta vode za piće u svim segmentima, od kvaliteta resursa, preko planiranja, proizvodnje i distribucije vode za piće. Inoviranje zakonskih i podzakonskih akata u oblasti u skladu sa propisima EU i nacionalnim interesima.