

Case report

ZAGAĐENJE PITKE VODE MINERALNIM ULJIMA U SLAVONSKOM BRODU

Zvonimira MEDVEREC KNEŽEVIĆ, Martina NADIH, Renata JOSIPOVIĆ,
Ivanka GRGIĆ i Ante CVITKOVIĆ

Zavod za javno zdravstvo Brodsko-posavske županije, Slavonski Brod, Hrvatska

Primljeno u lipnju 2011.

CrossCheck provjera u studenome 2011.

Prihvaćeno u studenome 2011.

21. rujna 2008. godine u Slavonskom Brodu dolazi do prodora mazuta iz toplinskih podstanica u toplovode, zatim u cijevi koje vode toplu vodu do slavina za toplu i hladnu vodu u stanovima. Cilj je ovog rada prikazati tijek događaja zbog nezgode i postupke koji bi se mogli primijeniti u eventualnim sličnim situacijama.

Kemijski parametri "A"-analize definirani Pravilnikom o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (Narodne novine 47/08) određeni su spektrofotometrijskim i titrimetrijskim metodama, dok su mikrobiološki pokazatelji analizirani metodama membranske filtracije i određivanja ukupnog broja bakterija. Za analizu mineralnih ulja upotrijebljena je metoda infracrvene spektroskopije. Epidemiološku obradu stanovnika proveli su epidemiolozi. Ispiranje vodovodnih cijevi obavljeno je vodom i detergentom BIS O 2700.

Nezgodna prodora mazuta u pitku vodu trajala je od 21. rujna do početka studenoga 2008. godine. Razlog nastanka nezgode jest kvar izmjenjivača za toplu vodu u toplinskim podstanicama koji je prouzročio miješanje vode iz toplovoda u kojem ima i mazuta, s toplom vodom za stanove na slavinama.

U tom su razdoblju analizirana ukupno 192 uzorka vode: 174 uzorka na "A"-analizu, 192 uzorka na mineralna ulja te 5 uzoraka na policikličke aromatske ugljikovodike (PAH) i aromatske ugljikovodike: benzen, toluen, etilbenzen i ksilen (BTEX). Mineralna ulja bila su prisutna iznad maksimalno dopuštene koncentracije (MDK) u 55 uzoraka vode, "A"-analiza nije odgovarala u dva slučaja, a PAH i BTEX bili su ispod MDK.

Za uspješnost rješavanja ovakvih situacija potreban je multidisciplinarni pristup s jasnim ovlastima svih institucija.

KLJUČNE RIJEČI: BTEX, mazut, PAH, toplinske podstanice, vodovodna mreža

Voda je jedan od osnovnih uvjeta za život. Rabi se za javnu vodoopskrbu, industrijsku proizvodnju i navodnjavanje poljoprivrednih površina. Pod javnom vodoopskrbom razumijeva se neposredna konzumacija vode, uporaba vode za kuhanje, higijenske potrebe stanovnika i grijanje te održavanje javnih prometnih i zelenih površina (1).

U Zavodu za javno zdravstvo Brodsko-posavske županije (ZZJZ BPŽ), u Službi za zdravstvenu ekologiju analiziraju se fizikalni, kemijski i

mikrobiološki parametri u vodi. Jedno od ključnih pitanja u javnom zdravstvu jest opskrba kvalitetnom i zdravstveno ispravnom pitkom vodom (2).

Grad Slavonski Brod opskrbljuje se pitkom vodom iz Vodocrpilišta "Jelas" koje je udaljeno oko 3 km od centra grada, a distribuira je komunalno poduzeće "Vodovod d.o.o." Slavonski Brod. Do danas je izgrađeno oko 570 km vodovodne mreže u koju se distribuiraju prosječno 222 L s⁻¹ vode. Vodovodna mreža sastoji se dijelom od cijevi od lijevanog željeza,

dio je od azbestnocementnih cijevi, a najveći dio mreže izgrađen je od plastičnih cijevi od PVC-a i PE-a (3). U Hrvatskoj je oko 80 % stanovništva priključeno na sustav javne vodoopskrbe (4, 5), dok je u Brodsko-posavskoj županiji taj postotak 49,47 % (6). Pogonske sirovine za grijanje stanova u gradu su loživo ulje, mazut i plin, a za grijanje je odgovorno drugo komunalno poduzeće (7). U dijelu grada koji se grije na mazut stanari nekoliko ulaza počeli su se žaliti da voda ima neugodan miris na naftu.

Detekcija nafte u vodi može biti organoleptička, instrumentalna i kemijskim analizama. Mjere zaštite sastoje se u sprječavanju zagađenja bilo kojim putem. Povećanjem pažnje mogu se spriječiti nesretni slučajevi (8).

Udisanje mineralnih ulja uzrokuje iritaciju respiratornog trakta. Simptomi mogu uključivati kašalj i otežano disanje. Gutanje može uzrokovati jake dijareje. Mogu se javiti mučnina i povraćanje te grčevi u trbuhu. Dugotrajni dodir vode s mineralnim uljima s kožom može izazvati iritaciju ili pojavu dermatitisa zbog preosjetljivosti. Magla ili para s mineralnim uljima može iritirati oči (9). Većina je simptoma i ustanovljena epidemiološkom anketom stanara u pogođenim zgradama.

U laboratorijskim je pokusima dokazano da toluen može štetno utjecati na plod. Može izazvati glavobolje i nesvjestice (10).

Toluena nadražuje kožu, povećava opasnost od teških oštećenja zdravlja pri duljem izlaganju udisanjem i može uzrokovati oštećenje pluća ako se proguta (11).

Benzen također nadražuje kožu i oči uz izazivanje crvenila i žarenja, ali problem su njegovi učinci prilikom dugotrajnog izlaganja. Najčešće se govori o mogućem izazivanju leukemije, pojavi raka na plućima ili koži. Za okoliš i namirnice, uključujući i vodu, postoje stroge granice za koncentraciju benzena. U pitkoj vodi koncentracije benzena ne smiju prijeći $0,5 \mu\text{g L}^{-1}$, a za površinske kopnene vode I. kategorije granica je $1,5 \mu\text{g L}^{-1}$ (11).

Policiklički aromatski ugljikovodici (PAH) su kancerogeni, a u prisutnosti detergenata i ulja topljivi su u vodi. Kancerogene tvari izlučuje industrija, osobito pri izgaranju ugljena (8).

Mineralna ulja i naftni derivati glavni su zagađivači odgovorni za ekološke katastrofe, pogotovo u površinskim vodama. U mineralnim uljima utvrđeno je 800 pojedinačnih spojeva (12).

Svjetska zdravstvena organizacija nije postavila granične vrijednosti za mineralna ulja u pitkoj vodi.

Ipak, u WHO's Guidelines for Drinking Water Quality, 3rd ed., navode se naftna ulja (opisana kao ugljikohidrati male molekulske mase koja sadržavaju alkilbenzene poput trimetilbenzena), kao kontaminanti koji mogu utjecati na miris vode. Američka EPA, Europska zajednica i Australaska NHMRC još nisu postavile granične vrijednosti za mineralna ulja (13).

Detergent BIS O 2700 blago je alkalno sredstvo za čišćenje i odmašćivanje svih vrsta uređaja, aparata i opreme u prehrambenoj industriji, kao i drugim granama industrije. To je bistra tekućina, karakteristična mirisa, a sadržava anionski i neionski tenzid, natrijevu sol nitriltriocetene kiseline, bronopol i vodu. Sredstvo proizvodi tvrtka "Saponia" d.d. i primjenjuje se u koncentraciji do maks. 5 %, ovisno o onečišćenju (14).

Cilj je ovog rada prikazati tijekom događaja zbog nezgode i postupke koji bi se mogli primijeniti u eventualnim sličnim situacijama.

METODE

Uzorci vode i način uzorkovanja

Služba za zdravstvenu ekologiju Zavoda za javno zdravstvo Brodsko-posavske županije uzorkovala je uzorke vode koji su analizirani na parametre "A"-analize. Osim "A"-analize radila se i analiza ugljikovodika poznatijih pod nazivom mineralna ulja koji u svom sastavu mogu sadržavati i spojeve opasne za zdravlje ljudi poznatije kao BTEX (benzen, toluen, etilbenzen i ksilen) i PAH. Prije uzorkovanja slavine na kojima su se uzimali uzorci vode oplahnute su alkoholom i opaljene plamenom, a gdje je bilo moguće skinute su i mrežice. Voda za mikrobiološku analizu uzorkovana je u sterilne staklene boce od 0,5 L, a za kemijsku analizu u plastične boce od 1,5 L. Uzorci vode za analizu mineralnih ulja uzorkovani su u staklene boce s ubrušenim čepom prethodno isprane tetraklorugljikom. Uzorkovanje se provodilo od 30. 9. do 14. 11. 2008. ovisno o događajima na terenu i napatku Ministarstva zdravstva i socijalne skrbi. Uzorkovana su 192 uzorka u 46 dana.

Analize uzoraka vode

Analizirani su parametri "A"-analize: mutnoća, boja, miris, okus, pH, amonijak, slobodni rezidualni klor, nitriti, nitrati, kloridi, oksidativnost, elektrovodljivost, mineralna ulja, broj aerobnih bakterija na 37 °C, broj aerobnih bakterija na 22 °C,

ukupne koliformne bakterije, fekalne koliformne bakterije i fekalni streptokoki. Svi parametri osim mineralnih ulja, PAH i BTEX analizirani su u Službi za zdravstvenu ekologiju. Veći dio kemijskih pokazatelja analiziran je na UV-VIS Hach spektrofotometru DR 4000 U (Loveland, Colorado, SAD), a dio titrimetrijskim metodama te 2100P Hach prijenosnim turbidimetrom (Loveland, Colorado, SAD) i Seven Easy S20 Mettler Toledo pH-metrom (Greifensee, Švicarska). Mikrobiološki pokazatelji analizirani su metodama membranske filtracije i određivanja ukupnog broja bakterija. Uzorci vode analizirani su na mineralna ulja u Hrvatskom zavodu za javno zdravstvo (HZJZ), Zavodu za javno zdravstvo "Dr. Andrija Štampar" te u Veterinarskom zavodu Križevci. Najčešće je upotrebljavana metoda infracrvene spektroskopije, sukladno standardu DIN 38 409: 1981 (H 18) (15). Prednost ove metode jest u tome što omogućuje analize mineralnih ulja u vodi pri koncentracijama nižim od $10 \mu\text{g L}^{-1}$. Mineralna su ulja određivana i plinskom kromatografijom uz spektrometriju masa, prema američkom standardu EPA 1625 (16). BTEX i PAH analizirani su u Zavodu za javno zdravstvo "Dr. Andrija Štampar" plinskom kromatografijom uz spektrometriju masa prema normi HRN ISO 11423-2:1997 (17) koja je akreditirana.

Epidemiološka obrada

Služba za epidemiologiju Zavoda za javno zdravstvo Brodsko-posavske županije provela je epidemiološku anketu među stanarima u pogođenim naseljima. Anketa nije bila standardizirana, već su

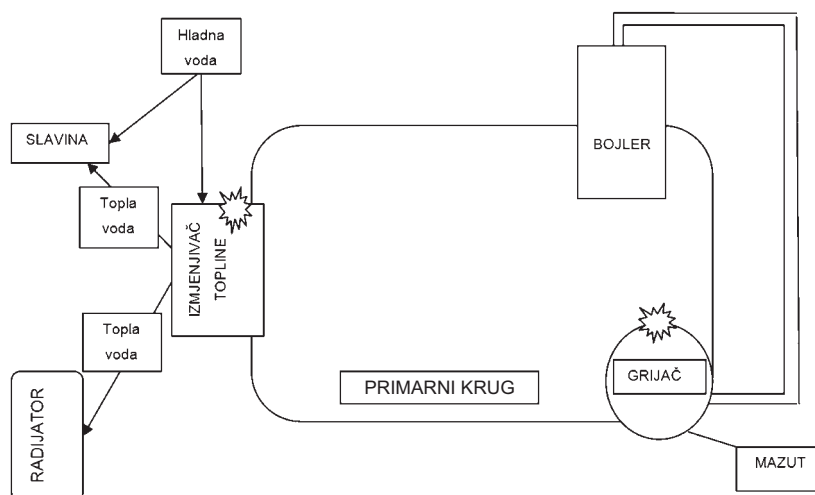
stanari odgovarali na pitanja od epidemiološkog značenja za ovaj događaj. Anketirano je 178 stanara.

Suradnja s drugim ustanovama

U rješavanju ovog događaja Zavod za javno zdravstvo Brodsko-posavske županije surađivao je sa Stručnim povjerenstvom Ministarstva zdravstva i socijalne skrbi, Hrvatskim zavodom za javno zdravstvo, Zavodom za javno zdravstvo "Dr. Andrija Štampar", Hrvatskim zavodom za toksikologiju, Povjerenstvom za utvrđivanje i ocjenu stanja zdravstvene ispravnosti vode za piće u Slavenskom Brodu (osnovano od strane Ministarstva zdravstva i socijalne skrbi), Sanitarnom inspekcijom Brodsko-posavske županije, Sanitarnom inspekcijom Ministarstva zdravstva i socijalne skrbi, gradonačelnikom Slavenskog Broda, stanovnicima Slavenskog Broda, Službom 112 i komunalnim poduzećima.

REZULTATI

Osnovni kvar koji je doveo do miješanja tople vode i mazuta mehanički je kvar na podnom grijaču centralne toplinske stanice. Na taj je način mazut ušao u primarni cirkulacijski krug vrele vode kojim se zagrijavaju izmjenjivači topline u 36 podstanica dvaju naselja. Također je došlo do puknuća izmjenjivača topline i mazut je ušao u sekundarni cirkulacijski krug tople vode (slika 1). Rezultat navedenih kvarova jest pojava mazuta na slavinama koje građani rabe za dotok



Slika 1 Shema primarnog kruga s grijačem i izmjenjivačem topline

tople i hladne vode u stanovima. Građani su osjetili da topla voda ima miris na benzin i naftu, a u nekim stanovima bila je i mutna.

Analizom vode ustanovljeno je da koncentracija mineralnih ulja prelazi maksimalno dopuštenu koncentraciju (MDK) koja prema Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće iznosi $20 \mu\text{g L}^{-1}$ (18).

U razdoblju trajanja nezgode zagađenja vode za piće analizirana su ukupno 192 uzorka vode: 174 uzorka na "A"-analizu, 192 uzorka na mineralna ulja te 5 uzoraka na PAH i BTEX (na nekim uzorcima provedeno je više analiza). Koncentracija mineralnih ulja iznad MDK izmjerena je u 55 uzoraka vode. Izmjerene koncentracije mineralnih ulja u pitkoj vodi kretale su se u rasponu od $<4 \mu\text{g L}^{-1}$ do $184,6 \mu\text{g L}^{-1}$. Voda analizirana na "A"-analizu nije bila zdravstveno ispravna u dva uzorka, zbog mikrobioloških parametara i mirisa (slika 2). Analize na PAH i BTEX bile su uredne.

1. listopada 2008. godine anketirani su stanari u 81 stanu. 36 osoba imalo je zdravstvene tegobe (10 osoba proljev, 12 grčeve u trbuhu, 1 povraćanje, 2 osip, 2 pečenje u očima, 1 tresavicu, 7 nespecificirane probavne tegobe, 1 osip i probavne tegobe).

Služba za zdravstvenu ekologiju od prosinca 2008. do svibnja 2010. godine uzorkovala je 203 uzorka vode koji su analizirani na parametar mineralnih ulja. Koncentracija mineralnih ulja u tim uzorcima nije nijednom prelazila vrijednost MDK.

RASPRAVA

Nezgodna prodora mazuta u pitku vodu trajala je od 21. rujna do početka studenoga 2008. godine. Rješavanje ove situacije odvijalo se uz dosad nezabilježen interes javnosti.

U početku nezgode bile su pogođene dvije zgrade s ukupno 7 ulaza (oko 260 stanova) i jednom srednjom školom, a naknadno je puknuo još jedan izmjenjivač te su bez vode ostali stanari još triju ulaza. Zadnjim puknućem izmjenjivača 28. listopada pogođena su dodatna 3 ulaza.

Radnici i učenici srednje škole obaviješteni su da ne piju vodu iz slavina jer je zagađena mineralnim uljima i zbog toga su učenici jedan dan odbijali ići na nastavu.

Ispred pogođenih zgrada postavljene su slavine kojima je omogućena pitka voda stanarima. Preporuka stanarima u početku zagađenja pitke vode bila je da

vodu rabe samo za ispiranje WC-a. Nakon dobivanja nalaza na PAH i BTEX, Stručno povjerenstvo preporučilo je da se voda i dalje ne rabi za konzumaciju, ali nakon dvadesetak dana stanari su je mogli početi rabiti za tuširanje i pranje ruku.

Tri tjedna nakon početka incidenta, u jednom od ponovljenih uzorkovanja, uzeta su 24 uzorka vode u pogođenim naseljima. Analizama pitke vode utvrđene su povišene vrijednosti mineralnih ulja i u pekarnici i ljekarni koje su imale samo hladnu vodu, dakle nisu imale toplu vodu iz toplovoda. Koncentracije mineralnih ulja kod njih do tada nisu prelazile MDK, ali vrijednosti su sada bile od $183,6 \mu\text{g L}^{-1}$ do $184,6 \mu\text{g L}^{-1}$. Pretpostavka je da je zbog priključivanja novoizgrađene zgrade, isključivanja vode za zgrade u dijelu naselja, zbog montaže slavina na hidrante ispred zgrada te kvara na povratnim ventilima došlo do usisavanja onečišćenja iz okoliša vodovodnih cijevi zbog pada tlaka u samim cijevima. U prvim danima listopada dolazilo je do puknuća toplovoda i izbijanja vode s mazutom i na površinu prometnica, pa su ta onečišćenja mogla doprijeti do okoliša vodovodnih cijevi.

U ljekarni se pripremaju ljekoviti pripravci čiji je bitan sastojak voda, ali u tu se svrhu rabe destilirana i redestilirana voda. U pekari se voda rabi u proizvodnji pekarskih proizvoda, ali je količina mineralnih ulja koja bi se unijela u organizam prilikom unosa kruha pripremljenog s tom vodom zanemariva.

Nakon što je 3 do 4 puta pokušano ispiranje vodom koje nije dalo rezultata, ispiranje je provedeno detergentom BIS O 2700, tvrtke "Saponia" d.d.

Nakon svakog ispiranja cijevi, u uzorcima vode određivala se koncentracija mineralnih ulja. Uzoraka je bilo puno pa su analizirani u tri već navedena zavoda. Nalazi analiza katkad su bili oprečni, razlozi nisu potpuno razjašnjeni. Naime, znalo se dogoditi da u istom danu uzorkuju dva različita zavoda, u istom ulazu i nasumičnim odabirom stanova. Nalazi jedne analize pokazivali bi vrijednosti mineralnih ulja u svim uzorcima ispod MDK-vrijednosti, dok bi rezultati druge pokazivali vrijednosti iznad MDK. Poslije faze ispiranja detergentom i vodom te triju uzastopnih uzorkovanja i analize, sukladno nalazima analitičkih izvješća proglašena je zdravstvena ispravnost pitke vode. Uzorkovanje vode provodilo se uz nazočnost sanitarne inspekcije Ministarstva zdravstva i socijalne skrbi, a analize su izvršene u Hrvatskom zavodu za javno zdravstvo. Tijek događaja prikazan je u tablici 1.

S obzirom na rizik od ponavljanja kvara, Stručno povjerenstvo za vodu za piće Ministarstva zdravstva

Tablica 1 *Tijek događaja*

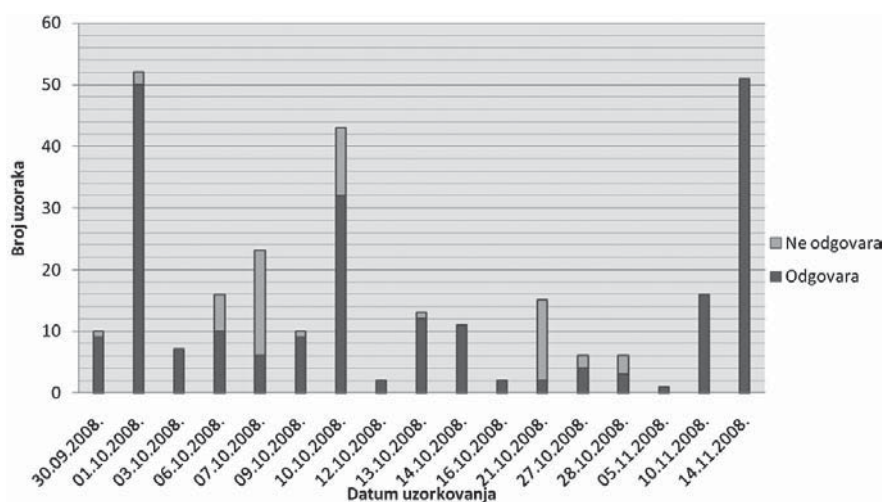
21.09.2008.	Kvar u kotlovnici u naselju Slavonija I
22.09.2008.	Kvar u kotlovnici u Vukovarskoj ulici u naselju Slavonija II
30.09.2008.	Uzorkovanje i analiza vode
	Uzorkovanje i analiza vode
01.10.2008.	Epidemiološka anketa
	Puknuće toplovoda – istjecanje smeđe tekućine na asfalt u naselju Slavonija I
02.10.2008.	Sanacija puknuća toplovoda zbog istjecanja smeđe tekućine na asfalt
03.10.2008.	Uzorkovanje i analiza vode
06.10.2008.	Kvar u kotlovnici u Ulici A. Cesarca 76 (ulazi A, B, C)
07.10.2008.	Uzorkovanje i analiza vode
09.10.2008.	Uzorkovanje i analiza vode
	Uzorkovanje i analiza vode
10.10.2008.	Sastanak HZJZ, ZZJZBPŽ, komunalnih poduzeća i Zavoda za toksikologiju
12.10.2008.	Uzorkovanje i analiza vode
13.10.2008.	Uzorkovanje i analiza vode
	Uzorkovanje i analiza vode
14.10.2008.	Sastanak Stručnog povjerenstva i predstavnika HZJZ
	Uzorkovanje i analiza vode
16.10.2008.	Sastanak Stručnog povjerenstva za vodu za piće Ministarstva zdravstva i socijalne skrbi s komunalnim poduzećima, ZZJZBPŽ, HZJZ, gradonačelnikom, Uredom državne uprave BPŽ
21.10.2008.	Uzorkovanje i analiza vode
23.10.2008.	Telefonska sjednica Stručnog povjerenstva
27.10.2008.	Uzorkovanje i analiza vode
	Kvar u kotlovnici u Ulici A. Cesarca 76 (ulazi D, E, F)
28.10.2008.	Uzorkovanje i analiza vode
30.10.2008.	Sjednica Stručnog povjerenstva
05.11.2008.	Uzorkovanje i analiza vode
14.11.2008.	Uzorkovanje i analiza vode
19.11.2008.	Dopis Stručnog povjerenstva, ocjena vode - ZDRAVSTVENO ISPRAVNA

i socijalne skrbi naložilo je da se voda provjerava na parametar mineralnih ulja u pogođenim naseljima minimalno jednom na mjesec. Služba za zdravstvenu ekologiju uzorkovala je od prosinca 2008. do svibnja 2010. godine 203 uzorka vode koji su analizirani na parametar mineralnih ulja. Koncentracija mineralnih ulja u tim uzorcima nije nijednom prelazila MDK-vrijednost. Stručno je povjerenstvo zaključilo da nema potrebe za daljnjim mjesečnim uzimanjem uzoraka, već da je dovoljno provjeriti pitku vodu na parametar mineralnih ulja jednom na godinu, prije početka sezone grijanja. Radi opreza uzorci vode uzorkuju se u sklopu monitoringa Brodsko-posavske županije ipak najmanje jednom na mjesec te provjeravaju na parametar mineralnih ulja.

Tijekom rješavanja bili smo suočeni s nizom problema. Posljedica medijske popraćenosti bili su bezbrojni telefonski pozivi građana Službi za zdravstvenu ekologiju. Građani su se žalili da vodovodna voda ima miris na naftu te su željeli

uzorkovanje i analizu vode na mineralna ulja. Žalili su se i građani koji nisu spojeni na kotlovnice, već su kao ogrjevnju sirovinu rabili plin.

Pravilnikom o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (18) propisuje se zdravstvena ispravnost vode koja služi za ljudsku uporabu i granične vrijednosti pokazatelja zdravstvene ispravnosti. Naputak Ministarstva zdravstva i socijalne skrbi o uzorkovanju na svakom izljevnom mjestu (19) značio je niz analiza koje svi laboratoriji zajedno u RH ne bi mogli provesti u tako kratkom roku, a i troškovi bi bili previsoki. Prema naputku Ministarstva zdravstva i socijalne skrbi, ako analitičko izvješće sadržava mišljenje da voda makar jednog ispitanog uzorka nije sukladna s odredbama Pravilnika o zdravstvenoj ispravnosti vode zbog nedopuštene koncentracije mineralnih ulja (18), potrebno je izvršiti dodatno ispitivanje uzoraka vode u objektu na preostalim mjestima koja nisu bila zahvaćena prilikom prvog uzorkovanja, tako da ukupno bude obuhvaćeno 100 % stanova u stambenim



Slika 2 Prikaz broja i ispravnosti uzoraka pitke vode po datumima uzorkovanja

objektima (jedan uzorak vode u stanu). Prema tome broj uzoraka nakon svakog ispiranja iznosio bi 261. Još jedan od problema bilo je i to što su kontaminirane i topla i hladna voda, a u napatku piše da se upute odnose na ispitivanje hladne vode, budući da topla voda nije pitka voda i njezino ispitivanje nije predviđeno Pravilnikom o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće (18) pa se MDK-vrijednosti iz Pravilnika ne mogu rabiti prilikom davanja mišljenja za toplu vodu (19). Preporukom Povjerenstva za utvrđivanje i ocjenu stanja zdravstvene ispravnosti vode za piće u Slavanskom Brodu smanjen je broj potrebnih analiza i topla se voda ocjenjivala kao pitka voda.

Voda je potrebna za održavanje života, njezino je uzimanje primarna fiziološka potreba svih živih organizama (20). Hrvatska je jedna od rijetkih zemalja svijeta koja ima dovoljne količine kvalitetne pitke vode i jedna je od rijetkih zemalja Europe gdje je voda iz slavine podobna za konzumiranje (21).

Pojava mazuta u pitkoj vodi do događaja u Slavanskom Brodu nije dosad zabilježena u Republici Hrvatskoj. Slična situacija sa zagađenjem pitke vode dogodila se u Zagrebu 2006. godine, u naselju Vrbanj (22). Sličnost je u tome što se radilo o mineralnim uljima u pitkoj vodi, ali podrijetlo i vrijednosti mineralnih ulja bili su drukčiji nego u Slavanskom Brodu. Razlog pojave mineralnih ulja u pitkoj vodi u Slavanskom Brodu mehanički je kvar koji je doveo do miješanja mazuta i tople vode. Rezultat je bila pojava mazuta na slavinama koje građani rabe za dotok vode u stanovima.

U Vrbanjima su se pojavila mineralna ulja zbog loše izolacijske mase koja je kroz cijevi prodrila u vodu

i zagađila je. Vrijednosti koncentracija mineralnih ulja u Slavanskom Brodu kretale su se od $<4 \mu\text{g L}^{-1}$ do $184,6 \mu\text{g L}^{-1}$, dok su u naselju Vrbanj te vrijednosti bile od $<4 \mu\text{g L}^{-1}$ do $5610 \mu\text{g L}^{-1}$. Cijevi u zgradama na Vrbanjima nisu se mogle ispirati iako je provedeno hiperkloriranje i ispiranje vodom (22). U Slavanskom Brodu uporabom detergenta BIS O 2700 cijevi su uspješno ispirane.

Analiza vode na mineralna ulja pokazuje nalaze li se u vodi naftni derivati. Oni su međusobno izrazito različiti, i po sastavu i po otrovnosti.

Analizom vode u pogođenim naseljima ustanovljeno je da su PAH i BTEX u koncentracijama ispod MDK propisanih Pravilnikom o zdravstvenoj ispravnosti pitke vode (18).

Financiranje brojnih analiza nije sustavno riješeno. Iako smo dobili pomoć Ministarstva zdravstva i socijalne skrbi, Zavod za javno zdravstvo Brodsko-posavske županije dijelom je sam financirao analize.

Kvarovi koji su se dogodili na grijačima i izmjenjivačima topline u kotlovnica posljedi su starosti i dotrajalosti postrojenja.

Komunalno poduzeće odgovorno za grijanje u gradu počelo je zamjenjivati ta stara postrojenja novim i modernijim kotlovnica koje kao energent rabe prirodni plin, koji je ekološki mnogo prihvatljiviji nego prijašnji energent (7).

ZAKLJUČAK

Voda je jedan od osnovnih uvjeta civilizacije. Ona je temeljni element životne i radne sredine i preduvjet

je podizanja osnovnoga higijenskog standarda i zaštite zdravlja, ali isto tako ima odlučujući utjecaj na privredu i blagostanje čitave zajednice. Voda mora biti zdravstveno ispravna i u sanitarnom pogledu. Ako dođe do zagađenja, voda se mora čistiti, a postupci su vrlo skupi.

Jasan algoritam postupanja u ovakvim situacijama nije postojao. Iskustvo iz ovog događaja govori nam da je potrebno obavijestiti javnost i sve relevantne institucije odmah ne gubeći pritom puno vremena na traženje nadležnosti. Stručno povjerenstvo Ministarstva zdravstva i socijalne skrbi, HZJZ i Hrvatski zavod za toksikologiju krovne su institucije u slučaju ovakvih akcidenata.

Za uspješno rješavanje ovakvih situacija potreban je multidisciplinarni pristup. U RH trebalo bi ustrojiti stalni tim različitih stručnjaka koji bi mogao operativno djelovati u ovakvim slučajevima i znanstvenim kriterijima uhodavati algoritme i tražiti optimalna rješenja.

LITERATURA

1. Dekanić I, Lay V. Geopolitički aspekti nafte i vode. Zagreb: Centar za politološka istraživanja Zagreb; 2008.
2. Dadić Ž. Priručnik o temeljnoj kakvoći vode u Hrvatskoj. Zagreb: Hrvatski zavod za javno zdravstvo; 2003.
3. Vodovod Slavonski Brod d.o.o. Godišnji izvještaj. Slavonski Brod; 2010.
4. Hrvatski zavod za javno zdravstvo. Hrvatska voda je zdravstveno ispravna [pristup 27. svibnja 2011.]. Dostupno na http://hrsvijet.net/index.php?option=com_content&view=article&id=12504:hzjz-hrvatska-voda-je-zdravstveno-ispravna&catid=72:ekologija&Itemid=346
5. Zavod za javno zdravstvo "Dr. Andrija Štampar". Svjetski dan voda, 22. ožujka 2011. [pristup 27. svibnja 2011.]. Dostupno na <http://www.stampar.hr/SvjetskiDanVoda?dm=2>
6. Štiglic J, Dadić Ž, Ujević Bošnjak M, Grbavec Z. Monitoring vode za piće u Hrvatskoj. U: Dadić Ž, urednik. XIV. Znanstveno-stručni skup voda i javna vodoopskrba; 4.-7. listopada 2010.; Baška, Hrvatska. Baška: Forada d.o.o.; 2010. str. 24-5.
7. Brod-plin d.o.o. Toplinski sustav [pristup 1. lipnja 2011.]. Dostupno na http://www.brod-plin.hr/toplinarstvo/toplinski_sustav/default.aspx
8. Đorđević S, Manojlović M. Higijena i tehnologija vode za piće. Beograd: Udruženje za tehnologiju vode; 1978.
9. Mallinckrodt Chemicals. Material Safety Data Sheet. New Jersey (NJ): Mallinckrodt Baker Inc.; 2005.
10. Hazardous Substance Fact Sheet. Toluene. [pristup 10. lipnja 2011.]. Dostupno na <http://www.nj.gov/health/coh/rtkweb/documents/fs/1866.pdf>
11. Plavšić F. Bojite li se otrova? Zagreb: Hrvatski zavod za toksikologiju; 2009.
12. Chapman D. Water Quality Assessments - A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring. 2nd ed. London: UNESCO/WHO/UNEP by F&FN Spon; 1996.
13. Codex Alimentarius Commission. Joint FAO/WHO food standards programme codex committee on contaminants in foods: FAO/WHO; 2011 [pristup 03. lipnja 2011.]. Dostupno na ftp://ftp.fao.org/codex/cccf5/cf05_15e.pdf
14. Hrvatski zavod za toksikologiju i antidoping. Registar sigurnosno-tehničkih listova, deklaracija i uputa. Sigurnosno – tehnički list za "BIS O 2700" 1997.
15. German Institute for Standardization. German standard methods for the examination of water, waste water and sludge; parameters characterizing effects and substances (group H). DIN 38409-H18, 1981.
16. U.S. Environmental Protection Agency (US EPA). EPA Method 1625 - Semivolatile Organic Compounds by Isotope Dilution GCMS [pristup 21. rujna 2011.]. Dostupno na <http://www.caslab.com/EPA-Method-1625>
17. Državni zavod za normizaciju i mjeriteljstvo. HRN ISO 11423-2:2008. Kakvoća vode – Određivanje benzena i njegovih derivata – 2. dio: Metoda ekstrakcije i plinske kromatografije (ISO 11423-2:1997).
18. Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće. Narodne novine 47/2008.
19. Ministarstvo zdravstva i socijalne skrbi Republike Hrvatske. Naputak o obimu ispitivanja vode za piće prilikom tehničkog pregleda građevina. Zagreb 2009.
20. Opačak N. Opskrba vodom Brodskog posavlja. Slavonski Brod: Vodovod; 1980.
21. Kovač J. Hrvatska pije vodu iz slavine. Narodni zdravstveni list 2001. str. 6-7.
22. Puntarić D. Slučaj Vrbani ili jesmo li bili tek prvi (drugi) kojima će se dogoditi nešto takvo ili kako smo ostali sami. HČJZ Vol 4, broj 15, srpanj, 2008 [pristup 24. svibnja 2011.]. Dostupno na <http://www.hcjz.hr/pr.php?id=13808&rnd=>

Summary

MINERAL OIL DRINKING WATER POLLUTION ACCIDENT IN SLAVONSKI BROD, CROATIA

On 21 September 2008, heavy oil penetrated the drinking water supply in Slavonski Brod, Croatia. The accident was caused by the damage of heat exchange units in hot water supply. The system was polluted until the beginning of November, when the pipeline was treated with BIS O 2700 detergent and rinsed with water. Meanwhile, water samples were taken for chemical analysis using spectrometric and titrimetric methods and for microbiological analysis using membrane filtration and total plate count. Mineral oils were determined with infrared spectroscopy. Of the 192 samples taken for mineral oil analysis, 55 were above the maximally allowed concentration (MAC). Five samples were taken for polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH), benzene, toluene, ethylbenzene, and xylene analysis (BTEX), but none was above MAC. Epidemiologists conducted a survey about health symptoms among the residents affected by the accident. Thirty-six complained of symptoms such as diarrhoea, stomach cramps, vomiting, rash, eye burning, chills, and gastric disorders.

This is the first reported case of drinking water pollution with mineral oil in Slavonski Brod and the accident has raised a number of issues, starting from poor water supply maintenance to glitches in the management of emergencies such as this.

KEY WORDS: *BTEX, gastric disorders, heavy oil, PAH, water supply*

CORRESPONDING AUTHOR:

Zvonimira Medverec Knežević
Zavod za javno zdravstvo Brodsko-posavske županije
Služba za zdravstvenu ekologiju
Vladimira Nazora 2a, 35000 Slavonski Brod
E-mail: zvoncica.m@gmail.com