

# Vloga sanitarnega inženirja v izrednih razmerah – primer mednarodnega usposabljanja za preskrbo s pitno vodo

## The role of a sanitary engineer in case of natural or other disasters – example of an international training program for drinking water supply

Martina **ODER\***, Damjan **SLABE**

Received: 29. 9. 2014

Accepted: 6. 11. 2014

Univerza v Ljubljani,  
Zdravstvena fakulteta,  
Oddelek za sanitarno inženirstvo  
Zdravstvena pot 5, 1000 Ljubljana,  
Slovenija

\* *Corresponding author*  
mag. Martina Oder  
Univerza v Ljubljani,  
Zdravstvena fakulteta,  
Oddelek za sanitarno inženirstvo  
Zdravstvena pot 5, 1000 Ljubljana,  
Slovenija  
martina.oder@zf.uni-lj.si

### POVZETEK

V primeru naravnih ali drugih nesreč lahko v zelo kratkem času nastopijo izredne razmere, ki ne ogrožajo le posameznika, ampak tudi širšo skupnost. Poleg izgube človeških življenj in večjega števila poškodovanih nastane tudi velika materialna škoda. Porušeni domovi, oslabiljena infrastruktura, prekinjena dobava električne energije in vode pripeljejo do razmer, ko si prizadeto prebivalstvo ne more samo zagotoviti osnovnih življenjskih pogojev in je odvisno od pomoči različnih humanitarnih organizacij. Ena takšnih je tudi mednarodna organizacija Rdečega križa, ki ima usposobljene ekipe za ukrepanje v izrednih razmerah. Člani teh ekip so usposobljeni za pridobivanje pitne vode, gradnjo začasnih bivališč in sanitarij, izvajanje dezinfekcije, dezinfekcije in deratizacije, pomagajo pri oskrbi z živilskimi in neživilskimi proizvodi, promociji higiene in drugo. V okviru mednarodnega projekta XH2O se je za zagotavljanje pitne vode v izrednih razmerah usposobilo 15 strokovnjakov iz Slovenije, med njimi štiri sanitarni inženirji, ki sodelujejo tudi na mednarodnih misijah.

**Ključne besede:** izredne razmere, mednarodna pomoč, pitna voda

### ABSTRACT

In case of natural or other disasters exceptional conditions that threaten not only individuals but also the community can occur in a very short period of time. Apart from loss of human lives and a number of injured, also great material damage appears. Demolished homes, damaged infrastructure, irregular power and water supply lead to conditions that prevent the stricken population from providing its own basic life conditions. It therefore depends on

the aid of different humanitarian organizations. One of them is the International Red Cross Organization, which provides trained groups to take measures in times of crisis. Members of these teams are qualified for acquiring drinking water, building temporary homes and lavatories, executing disinfection and pest control. Furthermore, they help to supply provisions and other products, promote hygiene etc. Within the international project XH2O for supplying purified drinking water 15 Slovenian experts, including four sanitary engineers, received training and participate on international missions.

**Key words:** exceptional conditions, international aid, drinking water

## UVOD

Naravne ali druge nesreče lahko povzročijo razmere, ki onemogočajo zagotavljanje osnovnih pogojev za normalno delovanje in življenje skupnosti. Takrat govorimo o katastrofi. Definicija katastrofe pravi, da je to stanje, ko običajen način življenja ni mogoč zaradi naravnih ali umetno povzročenih okoliščin. Motnja v delovanju skupnosti povzroča materialno škodo, socialne, okoljske in gospodarske izgube. V takšnih izrednih razmerah je potrebna pomoč od zunaj, saj ljudje na prizadetem področju z lastnimi sredstvi ne morejo sami obvladovati razmer [1, 2]. Zato je potrebno sodelovanje različnih služb v posebno velikem obsegu [3]. Glede na določila Zakona o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami [4] se v Sloveniji v izrednih razmerah aktivirajo enote in službe Civilne zaščite, enote, službe in druge operativne sestave društev in drugih nevladnih organizacij (npr. Rdeči križ Slovenije, gasilci), gospodarske družbe in zavodi ter policija in Slovenska vojska.

Danes delujejo po svetu številne humanitarne organizacije, ki si prizadevajo pomagati prizadetim v nesrečah večjih razsežnosti. Mednarodno gibanje Rdečega križa in Rdečega polmeseca je največja humanitarna organizacija na svetu s približno 100 milijoni članov, prostovoljcev in podpornikov, med katerimi so tudi ekipe, usposobljene za ukrepanje v izrednih razmerah. Zagotavljanje pomoči mora temeljiti na spoštovanju človekovih pravic, zato imajo humanitarne organizacije skupne in poenotene standarde, ki so navedeni v listini o humanitarni pomoči. Ta listina zagotavlja upoštevanje načel humanitarnosti in minimalnih standardov, predpisuje kodeks ravnanja, določa pravice in dolžnosti tistih, ki pomagajo, in tistih, ki so pomoči deležni. Te organizacije najprej ponudijo svojo pomoč in nato počakajo, da jih prizadeta država zanjo zaprosi. Da bi pomoč prizadetim potekala nemoteno, je nujno usklajeno delovanje, vodeno iz enega centra. Pomembne informacije s strani prizadete države so: kaj imajo sami na razpolago, kaj so že dobili od drugih in kaj še potrebujejo. Ob prihodu na prizadeto področje je potrebna natančna analiza naravne nesreče. Če problem ni pravilno definiran, bo pomoč nezadostna oz. neustrezna [5].

Akcije na prizadetih področjih zajemajo:

- zdravstveno oskrbo,
- preskrbo s pitno vodo,
- urejanje začasnih bivališč,

- obnovo starih in/ali gradnjo novih bivališč,
- zagotovitev razmer za izvajanje osebne higiene,
- preskrbo z živili,
- preskrbo z neživilskimi proizvodi,
- odstranjevanje odpadkov in odplak iz začasnih bivalnih naselij,
- dezinfekcijo, dezinfekcijo, deratizacijo in dekontaminacijo,
- nadzor nad izvajanjem začasnih ukrepov [6].

Ko zaradi naravnih ali drugih nesreč nastopijo izredne razmere, je potrebno hitro ukrepanje. Enote za tako ukrepanje (imenovane tudi ERU – ang. *Emergency Response Unit*) tvorijo posamezniki, usposobljeni za odzivanje na nesreče in pripravljeni za dajanje pomoči v izrednih razmerah [7]. Ker je pri tem zelo pomemben odzivni čas, so se oblikovale ekipe strokovno usposobljenih prostovoljcev, ki se lahko odzovejo najkasneje v 48 urah po nesreči [8]. Eno takšnih usposabljanj je bilo tudi usposabljanje enot v sklopu evropskega projekta XH2O, ki ga je financirala Evropska komisija. Osnovni cilj projekta je bil vzpostavitev meddržavnega sodelovanja na področju zagotavljanja pitne vode v izjemnih razmerah po vsem svetu ter oblikovanje mednarodnih ekip, ki bodo pripravljene na ukrepanje v izrednih razmerah. Namen usposabljanja je bil oblikovati mednarodno ekipo strokovnjakov z ustrežno opremo za čiščenje vode. Izvedbo in vodenje projekta je prevzel Rdeči križ Avstrije, ki je k sodelovanju povabil Rdeči križ Slovenije in Rdeči križ Hrvaške [9]. V tem prispevku podrobneje predstavljamo sistem zagotavljanja pitne vode v izrednih razmerah oz. mednarodno usposabljanje enot za ukrepanje v okviru projekta XH2O.

## MEDNARODNO USPOSABLJANJE ENOT ZA UKREPANJE V IZREDNIH RAZMERAH

Rdeči križ Slovenije se je odzval povabilu Avstrijskega RK in se priključil mednarodnemu usposabljanju ekip RK za zagotavljanje pitne vode v izrednih razmerah. Slovenija ima trenutno usposobljenih 15 članov, ki lahko sodelujejo v mednarodnih misijah. Štirje člani te ekipe so diplomirani sanitarni inženirji. Zaradi širokega znanja lahko sanitarni inženir skupaj z drugimi zdravstvenimi profili v enoti za ukrepanje v izrednih razmerah pomembno prispeva k njenemu učinkovitemu posredovanju. Deluje na zdravstveno-ekološkem in higiensko-epidemiološkem področju, svoje znanje lahko uporabi na področju promocije higiene, sodeluje pri načrtovanju in projektiranju naselij, industrijskih con, infrastrukture naselij in komunalnih objektov, zagotovo pa lahko veliko doprinese pri zagotavljanju varne hrane in neoporečne pitne vode [10].

Usposabljanje je zajemalo štiri osnovne tridnevne tečaje in zaključni sedemdnevni trening. Namen je bil oblikovati in usposobiti mednarodno ekipo za ukrepanje v izrednih razmerah, ki bo delovala na področju pridobivanja pitne vode. Usposabljanja so zajemala teoretičen del, na katerem so se udeleženci seznanili z osnovami priprave pitne vode. Večino časa je bilo namenjenega praktičnemu usposabljanju na terenu – postavitvi sistema za pridobivanje in proizvodnjo pitne vode iz različnih povr-

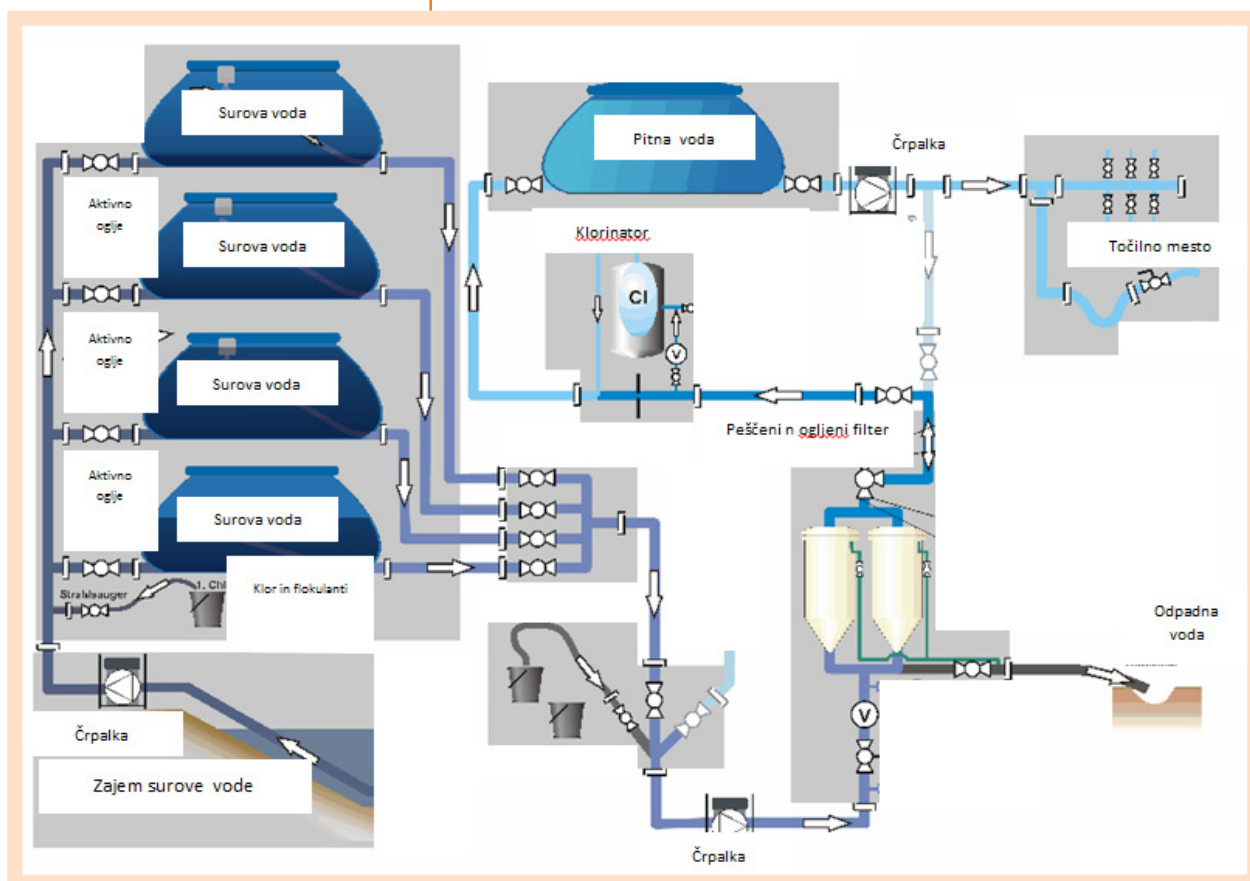
šinskih voda (potoki, reke, jezera). Udeleženci so med usposabljanjem delovali in živeli tako, kot bi v primeru izrednih razmer, saj so jih snovalci usposabljanja želeli kar se da dobro pripraviti na dejanske razmere.

Po zaključenem osnovnem usposabljanju se je del ekipe udeležil nadaljevalnega, med katerim so v osmih dneh osvojili še ostala potrebna znanja, kot so postavljanje oz. gradnja stranišč, izvajanje dezinfekcije, delo v mikrobiološkem laboratoriju, uporaba radijskih zvez, orientacija v prostoru s pomočjo navigacijskih naprav, načrtovanje postavitve začasnih naselij idr. V nadaljevanju so predstavljeni sistemi za pridobivanje pitne vode, ki jih enote RK najpogosteje uporabljajo v mednarodnih misijah na ogroženih področjih.

### Sistem Berkefeld TWA

Čistilna enota Berkefeld TWA se uporablja za zagotavljanje pitne vode. Primerna je za čiščenje vode iz sladkovodnih virov, kot so reke, jezera in vodnjaki. Ta sistem uporabljamo za čiščenje mikrobiološko onesnažene površinske vode oziroma katere koli sladke vode [8]. Sistem je sestavljen iz črpalk, s katerimi črpamo vodo iz vodnega vira, cistern za surovo vodo, dveh filtrov in cistern za prečiščeno vodo (Slika 1). Vodo prečrpamo v štiri cisterne s prostornino od 6 do 10 m<sup>3</sup>, v katerih poteka čiščenje vode z uporabo kemičnih sredstev. V prvem koraku izvedemo dezinfekcijo vode s pomočjo klora v koncentraciji 100 mg L<sup>-1</sup>, kar pomeni, da dosežemo hiperkloriranje. Raztopino klora dodajamo v cisterne že med njihovim polnjenjem. Reakcijski čas je približno 30 minut. Sledi dodajanje raztopine železovega klorida ali aluminijevega sulfata. S tem

**Slika 1:**  
Shematski prikaz sistema za pridobivanje pitne vode Berkefeld TWA (vir: Rdeči križ Avstrije, 2009).



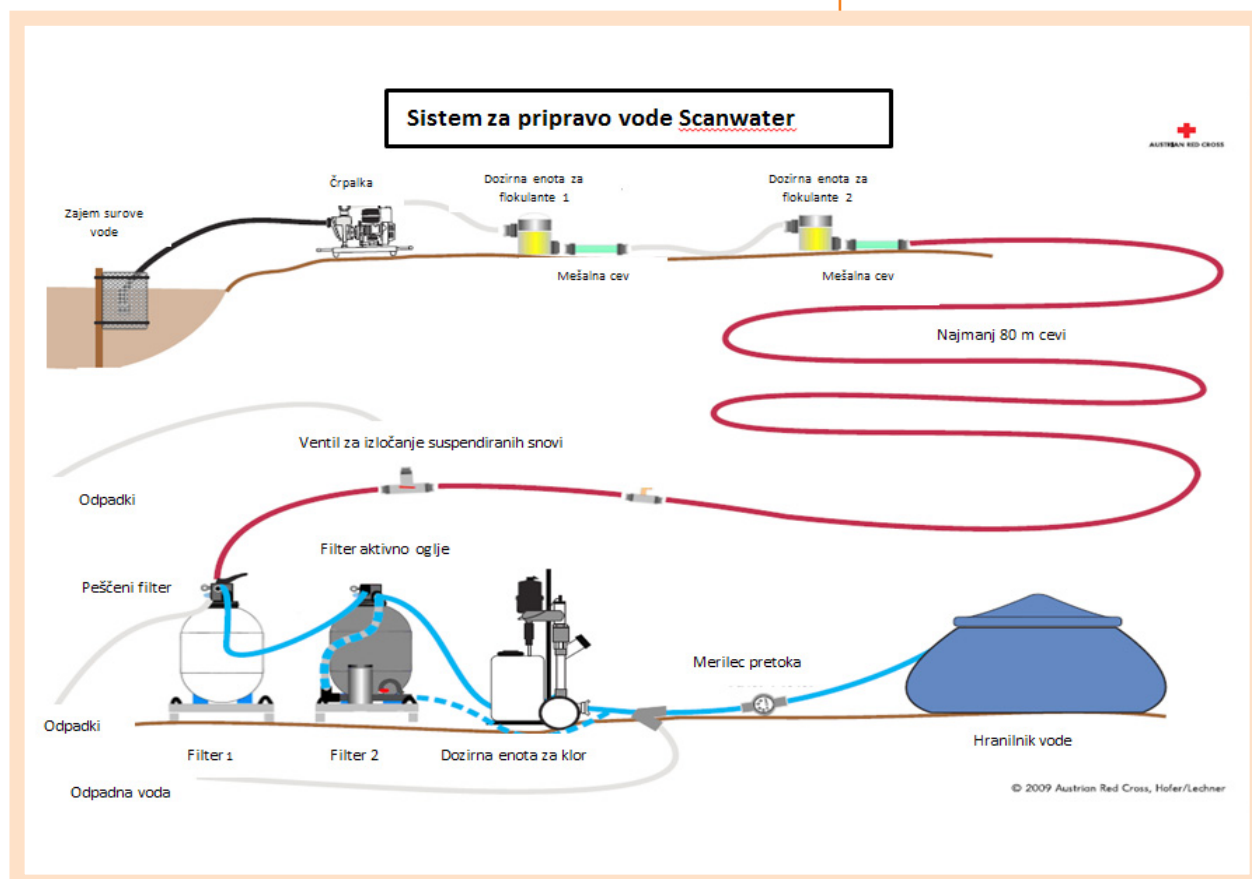
povzročimo zlepljanje v vodi prisotnih delcev v večje kosmiče ali flokule, ki se zaradi teže posedejo na dno cisterne. Vodi dodamo še aktivno oglje. Med dodajanjem kemikalij je potrebno mešanje vode, da se dodana sredstva enakomerno razporedijo po celotni cisterni. Nato mešanje vode ustavimo in počakamo, da se voda umiri. S tem dosežemo, da se približno v 30 minutah zlepljeni delci posedejo na dno. Po tem koraku opravimo meritve pH vode, ki mora biti med 7 in 7,5, in preverimo vsebnost prostega klora, ki ne sme preseči koncentracije  $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ . Za uravnavanje pH si pri prenizki vrednosti pomagamo s kalcijevim hidrosidom, če je vrednost previsoka, pa uporabimo železov klorid.

Enota Berkefeld TWA omogoča pripravo večjih količin vode. Slaba stran sistema je predvsem njegova velikost, saj je sestavljen iz veliko delov. To lahko predstavlja težave pri transportu v bolj oddaljene kraje.

### Sistemi SCAN WATER, LMS in Berkefeld TWA light

Drug način pridobivanja pitne vode iz površinskih voda so sistemi SCAN WATER, LMS in Berkefeld TWA 4 light. Pri tej enoti niso potrebne velike cisterne za surovo vodo, saj se voda iz reke ali jezera z motorno črpalko črpa neposredno v sistem. Na začetku sistema je nameščena dozirna enota za odmerjanje raztopine flokulanta in raztopine klora. Voda nato z minimalnim pretokom teče skozi cevi dolžine najmanj 80 metrov (Slika 2). S tem zagotovimo dovolj časa, da v ceveh poteče flokulacija in da klor deluje na prisotne mikroorganizme. Če ugotovimo, da se delci v vodi niso sprijeli, da torej flokulacija ni potekla v celoti, čas reakcije lahko nadziramo s podaljšanjem ali krajšanjem cevi oz. upočasnimo pre-

**Slika 2:** Sistem za pridobivanje pitne vode Scanwater (vir: Rdeči križ Avstrije, 2009).



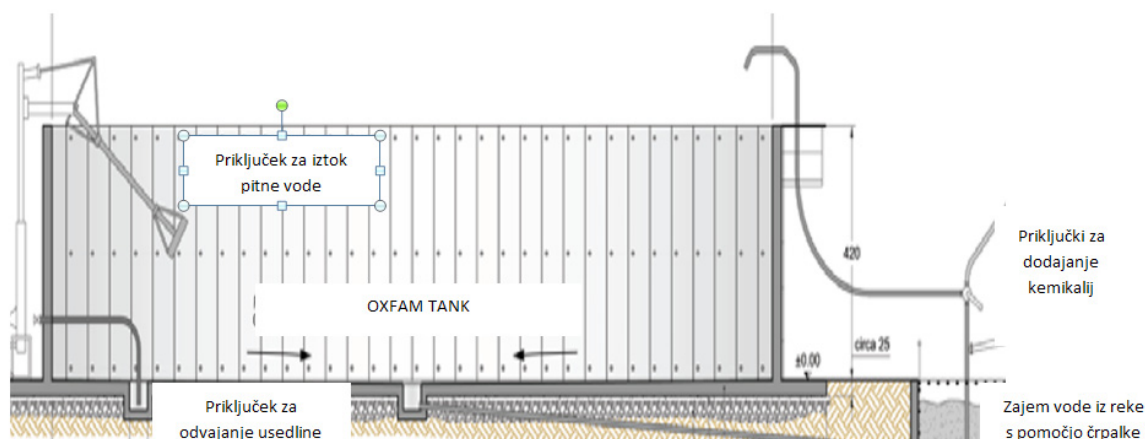
tok. V drugem delu sistema je cev priključena na sistem dveh zaporedno vezanih filtrov. Voda najprej teče skozi peščen filter, s katerim odstranimo večje delce po flokulaciji, nato še skozi filter z aktivnim ogljem. Voda je po filtraciji pripravljena za uporabo. V kolikor je voda namenjena transportu v oddaljene kraje, je sistemu možno na koncu priključiti še napravo za dodajanje klora. S tem zagotovimo prisotnost prostega klora, ki preprečuje razvoj bakterij ob morebitni naknadni mikrobiološki kontaminaciji. Zmogljivost tega sistema je do 4 m<sup>3</sup> vode na uro in je odvisna od onesnaženosti surove vode [11].

Opisani sistem je enostavnejši od prej omenjenega Berkefeld TWA. Ima manj sestavnih delov, zato je tudi cenovno ugodnejši. Toda med delovanjem čistilne enote je težje zagotoviti konstantno kakovost vode, saj imamo lahko več težav predvsem zaradi nastavitve ustreznega pretoka, dovajanja ustrezne količine koagulanta oz. flokulanta in klora.

### Sistem Oxfam

Sistem za čiščenje vode Oxfam omogoča pripravo večjih količin vode, saj uporablja cisterne prostornine 45 m<sup>3</sup>, 70 m<sup>3</sup>, ali 95 m<sup>3</sup> (Slika 3). Gre za cisterne, ki jih postavljamo na terenu, vendar smemo v višino postaviti največ štiri elemente, ker zaradi velike količine vode lahko postanejo pretežke. Ob postavitvi moramo izbrati ustrezen, raven in dobro utrjen teren. Surovo vodo iz sladkovodnega vira načrpamo v cisterno in dodamo kemikalije, ki pospešijo zlepljanje v vodi prisotnih delcev in posledično posedanje snovi. Dodajanje koagulantov poteka med polnjenjem vode v cisterno z dozirno napravo, saj s tem dosežemo, da se kemikalije enakomerno porazdelijo po celotni cisterni. Zaradi velikosti cisterne bi to težko dosegli, če bi jih dodali šele na koncu, ker bi jih bilo takrat nemogoče enakomerno premešati. Postopek koagulacije poteka 2 do 6 ur. Čas je odvisen od količine suspendiranih snovi v surovi vodi. Po preteku reakcijskega časa se zlepljeni delci posedejo na dno in voda v višjih plasteh se zbistri. Preverimo pH vode, ki ga lahko uravnavamo z dodajanjem apna (CaCO<sub>3</sub>). Pred distribucijo vodi dodamo klor, da uničimo morebitne prisotne mikroorganizme [12].

**Slika 3:** Sistem za čiščenje vode Oxfam (vir: Rdeči križ Avstrije, 2009).



## Preverjanje kakovosti vode

Voda, pripravljena po zgoraj opisanih postopkih, mora biti ustrezne kakovosti in predvsem varna za uporabnike. Zato so se člani ekip seznanili tudi z osnovnimi mikrobiološkimi in kemijskimi analizami, ki jih lahko izvajamo na terenu. Preverjanje vrednosti pH vode in prisotnosti prostega klora v vodi se lahko izvaja z različnimi preprostimi postopki. Uporabljajo se indikatorski lističi, ki s spremembo barve pokažejo vrednosti, uporabimo lahko tudi različne elektronske merilnike. Ob dodatku kemikalij testirana voda spremeni barvo in nato merilnik spektrofotometrično pokaže odčitano vrednost.

Mikrobiološke analize se izvajajo s pomočjo prenosnega laboratorija znamke Delagua. Ugotavljamo prisotnost skupnega števila mikroorganizmov (SŠMO) in prisotnost koliformnih bakterij fekalnega izvora (FK). S pomočjo posebne črpalke prečrpamo 100 mL vzorca vode skozi celulozni filter s porami 45  $\mu\text{m}$ . Mikroorganizmi, ki so bili v vodi, ostanejo na filtru. Filter nato položimo v sterilno kovinsko petrijevko in nanj dodamo vnaprej pripravljeno gojišče. Petrijevke položimo v inkubator in, odvisno od vrste mikroorganizmov, inkubiramo 24 ur na ustrezni temperaturi – SŠMO na 37 °C in FK na 44 °C [13]. Sistem za izvajanje mikrobioloških analiz zajema tudi inkubator, ki deluje s pomočjo baterij. Ekipe namreč v izrednih razmerah na terenu lahko velikokrat ostanejo brez električne energije.

## ZAKLJUČEK

Ob naravnih in drugih nesrečah so na prizadetem področju na preizkušnji vsi človeški in drugi viri. Pogosto je potrebna tudi pomoč od zunaj. Slovenija ima za soočenje z naravnimi in drugimi nesrečami razvit celovit sistem zaščite, reševanja in pomoči (ZRP). Del tega sistema je že od njegovega nastanka tudi Rdeči križ Slovenije, v okviru katerega je od leta 2011 organizirana ekipa usposobljenih strokovnjakov za zagotavljanje pitne vode. Poleg preskrbe s pitno vodo je z aktiviranjem sistema ZRP treba zagotoviti tudi druge osnovne higiensko-tehnične in druge ukrepe. Usposabljanje ekip za dajanje pomoči in obnavljanje njihovega znanja je ključnega pomena, saj je v nesreči treba ukrepati strokovno in v najkrajšem možnem času ter tako preprečiti dodatne žrtve in večjo škodo. Primer dobre prakse mednarodnega usposabljanja ekip za preskrbo s pitno vodo v izrednih razmerah predstavlja tudi projekt XH2O. V dosednji praksi se je profil sanitarnega inženirja zaradi širokega znanja na področju zagotavljanja pitne vode, higiensko-epidemiološkem področju ter promociji higiene izkazal kot pomemben del mednarodne ekipe.

## LITERATURA

- [1] Adams J. Managing Water Supply and Sanitation in Emergencies. London: Oxfam GB. 1999:12-22.
- [2] Dey B, Singh RB. Introduction to Disaster Management. V: Sajjani SMP (ed), Natural Hazards and Disaster Management. Delhi: Preet Vihar, Central Board of Secondary Education, 2006: 1-9.

- [3] Slabe D. Zdravstveno varstvo v izrednih razmerah. V: Ahčan U (ur). Prva pomoč. Priročnik s praktičnimi primeri. Rdeči križ Slovenije, 2006: 626-635.
- [4] Zakon o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami (Ur. l. RS, št. 51/2006).
- [5] ICRC. Handbook of the International Red Cross and Red Crescent Movement. Geneva: International Committee of the Red Cross, 2008: 23–25. <http://www.icrc.org/eng/assets/files/publications/icrc-002-0962.pdf> (15. 7. 2014).
- [6] Bauer M, Jevšnik M. Higiensko-tehnični ukrepi ob naravnih in drugih nesrečah. V: Ahčan UG, Slabe D, Šutanovac R (ur). Prva pomoč: priročnik za bolničarje. Ljubljana: Rdeči križ Slovenije, 2008: 321-334.
- [7] IFRC – A Short Guide to Emergency Response Units, 2009. <http://www.ifrc.org/en/who-we-are/the-movement/national-societies/>. (4. 8. 2014).
- [8] IFRC. Operating Manual and Parts List. (2002). <http://helid.digicollection.org/en/d/Js2974e/5.4.html>. (19. 8. 2014).
- [9] RKS – Rdeči križ Slovenije. (2013). Projekt XH2O – Project co-funded by the European Commission, DG Environment, Civil Protection Unit Grant Agreement. <http://www.rks.si/ProjektXH2O>. (16. 8. 2014).
- [10] Poljšak B, Likar K, Bauer M, Ferfila N, Jereb G. Sanitarno inženirstvo: univerzitetni študijski program prve stopnje. Ljubljana: Zdravstvena fakulteta, 2011: 144.
- [11] Veolia Water Solutions & Technologies Brochure Mobile Drinking Water Plant TWA 4 light. [http://www.berkefeld.com/en/markets/emergency\\_aid\\_military/sand\\_activated\\_carbon\\_filtration/](http://www.berkefeld.com/en/markets/emergency_aid_military/sand_activated_carbon_filtration/). (1. 9. 2014).
- [12] Oxfam Water Supply Scheme for Emergencies: water filtration pack. Oxford, UK: Oxfam (2000). <http://www.bvsde.paho.org/texcom/desastres/oxfamcdm.pdf>. (7. 8. 2014).
- [13] Oxfam Delagua. Portable Water Testing Kit. [http://www.watersanitationhygiene.org/References/EH\\_KEY\\_REFERENCES/WATER/Water%20Quality/Water%20Quality%20Testing/Biological%20Water%20Testing/DelAgua%20Kit%20Manual.pdf](http://www.watersanitationhygiene.org/References/EH_KEY_REFERENCES/WATER/Water%20Quality/Water%20Quality%20Testing/Biological%20Water%20Testing/DelAgua%20Kit%20Manual.pdf). (28. 8. 2014).