

# MOGUĆI UTJECAJI KLIMATSKIH PROMJENA NA KVALITETU VODE ZA LJUDSKU POTROŠNJU

dr. sc. Magdalena Ujević Bošnjak  
 dipl. ing., Željka Bučan, mag. ing. oecoinf.  
 doc. dr. sc. Krunoslav Capak, prim., dr. med.  
 Pavle Jeličić, univ. mag. dr. med. spec. epidem. i zdr. ekologije

## 1. UVOD

Smjernice Svjetske zdravstvene organizacije iz 2011. godine navode da klimatske promjene mogu negativno utjecati na kvalitetu vode za ljudsku potrošnju zbog sve većih i učestalijih temperaturnih ekstrema i češćih i intenzivnijih oborina koje dovode do povećanog nanošenja sedimenta i promjena u kemijskom sastavu, sadržaju ukupnog organskog ugljika i mikrobiološkoj ispravnosti vode (World Health Organization., 2011.). Utjecaj klimatskih promjena u Europi vidljiv je kroz povećanje temperature, promjene u količini oborina, odnosno u smanjenju količine leda i snijega. U sredozemnim područjima sve su češće pojave intruzije morske vode u vodonosnike, slijeganja obale, onečišćenja vode i povećanja potrebe za vodom u poljoprivredi (Füssel, 2012.; Somot et al., 2008.). Europske države suočavaju se s čestim poplavama, nestašicama vode, toplinskim valovima, dugotrajnim sušama, promjenjivim i nestalnim tokovima rijeka, porastom temperature i smanjenom količinom oborina. U budućnosti se očekuje veća učestalost i pojačavanje intenziteta ovih pojava, što će utjecati na postupke obrade vode, pouzdanost sustava i operativne troškove (European Commission, 2011.).

## 2. UTJECAJ OBILNIH OBORINA I OLUJNIH VJETROVA

Povećane količine oborina mogu dovesti do većeg površinskog otjecanja čime se povećava rizik od poplava i utječe na dinamiku punjenja vodonosnika (Trenberth, 2011.). Obilne oborine također mogu prouzročiti izljeve neobrađene otpadne vode, što dovodi do povećanog broja patogenih mikroorganizama i moguće epidemije akutnih bolesti probavnog sustava (Beaudeau et al., 2011.; Khan et al., 2014.). Primjer imamo i iz Republike Hrvatske (RH) kada su 2017. godine u Zadru zabilježene obilne poplave koje su dovele do izlivanja kanalizacijskih voda (Slika 1).

Nakon ekstremnih vremenskih pojava često dolazi do prekida rada vodoopskrbnih sustava, što može rezultirati pojavom bolesti probavnog sustava (Ivers et al., 2006.; Watkins, 2012.). Međutim, i neadekvatna dezinfekcija vodoopskrbnog sustava za vrijeme prekomjernih kiša također značajno doprinosi izbijanju hidričnih bolesti (Hrudey et al., 2007.; Nichols et al., 2009.).

Primjer ekstremnih vremenskih pojava je katastrofalna poplava u Slavoniji 2014. godine (Slika 2), koja je nažalost odnijela i ljudske živote. Tada je zbog obilnih poplava uništeno vodocrpilište u Gunji, kompletna javna vodoopskrbna mreža, a bili su kontaminirani i privatni bunari. Pojava hidričnih epidemija spriječena je brзом intervencijom svih nadležnih službi.

Ekstremne vremenske nepogode kao što su superoluje i olujni vjetrovi mogu prouzročiti izravnu štetu na vodoopskrbnom sustavu, odnosno oštećenje električne, komunikacijske i distribucijske infrastrukture, što može utjecati na učinkovitu obradu i distribuciju vode (Liu et al., 2008.; Wright et al., 2014.).

Radi klimatskih promjena očekuju se promjene u količini oborina i evapotranspiraciji te u njihovoj prostorno-vremenskoj raspodjeli, što će utjecati na površinske i podzemne vode (Garner et al., 2017.; Mainuddin et al., 2016.). S jakim kišama i visokim vodostajima povezuju se povećana mutnoća (Göransson et al., 2013.) i povećana količina otopljenih organskih tvari (DOM) (Hongve et al., 2004.). Obilne kiše mogu utjecati na kvalitetu vode u jezerima i akumulacijama povećavajući količinu suspendiranih tvari (Wang et al., 2013.). Također, uočene su i promjene u sastavu otopljene organske tvari, što je dovelo do učinkovitije obrade (potrebna manja količina koagulantata) u odnosu na razdoblja kada nema poplava.

Za vrijeme velikih oluja znatno se smanjuje vrijeme zadržavanja vode u jezerima i akumulacijama čime je

smanjeno i vrijeme potrebno za razgradnju otopljenih organskih tvari uz pomoć mikroorganizama. Na taj način veća količina organskih tvari dopijeva u postrojenja za obradu voda za ljudsku potrošnju (Ritson et al., 2014.). Zbog navedenog razloga postojeće tehnologije obrade voda potrebno je prilagoditi i unaprijediti procesima koji su robusni u odnosu na promjene koncentracije, molekulske mase i hidrofobnosti otopljenih organskih tvari (Ritson et al., 2014.). Povećanjem koncentracije otopljene organske tvari povećava se i potrebna količina dezinfekcijskog sredstva, što dovodi i do povećane koncentracije dezinfekcijskih nusprodukata u vodi za ljudsku potrošnju (Beaudeau et al., 2011.).

### 3. UTJECAJ PROMJENA TEMPERATURE I DUGOTRAJNIH SUŠA

Temperatura i sadržaj vlage u tlu utječu na učestalost kvarova na vodoopskrbnoj mreži (Kleiner et al., 2002.), pri čemu veći broj kvarova nastaje zbog skupljanja tla tijekom suhih (ljetnih) razdoblja (Gould et al., 2011.). Kao posljedice klimatskih promjena u budućnosti se očekuju još češće pojave snažnih toplinskih valova i dugotrajnih sušnih razdoblja (Van Den Hurk et al., 2006.), što može rezultirati spuštanjem razine podzemnih voda i konsolidacijom (slijeganjem) tla (Arnold et al., 2011.). Uslijed slijeganja tla i promjene njegovih svojstava može doći do oštećenja podzemne infrastrukture vodoopskrbne mreže. Nedavno je predstavljen model geografskog informacijskog sustava koji je u mogućnosti procijeniti vjerojatnost nastanka oštećenja na vodoopskrbnoj mreži uslijed slijeganja tla koje je nastalo kao posljedica različitih događaja uzrokovanih klimatskih promjenama (Wols et al., 2014.). Pomoću takvog modela javni isporučitelji vodnih usluga mogu na brz način saznati kako će različiti događaji vezani uz klimatske promjene utjecati na cjelokupnu vodoopskrbnu mrežu.

Povišene temperature mogu dovesti do smanjene stabilnosti rezidualnog klora u vodoopskrbnoj mreži i na taj način utjecati na kvalitetu vode, odnosno povećati rizik pojave patogenih mikroorganizama, nastanka biofilma i dezinfekcijskih nusprodukata (Fisher et al., 2012., 2011.). Visoke temperature također mogu potaknuti rast algi i toksičnih cijanobakterija (Paerl et al., 2012.) koje inhibiraju rast i razvoj enteričkih patogenih mikroorganizama u vodenom okolišu (Azevedo et al., 2008.; Girones et al., 2013.). Pretpostavlja se da više temperature doprinose otpornosti bakterija *Vibrio* spp. (Stauder et al., 2010.), kao i slobodno živućih ameba *Naegleria fowleri* (Bartrand et al., 2014.). Amebe, uključujući *N. fowleri*, mogu služiti kao domaćini patogenim bakterijama kao što su *Legionella* spp. i *Mycobacterium* spp. i na taj im način osigurati zaštitu od nepovoljnih uvjeta tijekom dezinfekcije vode (Loret et al., 2008.; Thomas et al., 2010.). Kako bi se spriječilo prekoračenje maksimalno dopuštene temperature vode u vodoopskrbnoj mreži, predlaže se korištenje vremenske

prognoze kao sustava ranog upozoravanja kojim se može predvidjeti promjena temperature vode (Agudelo-Vera et al., 2014.).

Kada je temperatura vode jednaka ili manja od nule Celzijevih stupnjeva, dotok iz površinskih voda može biti zaustavljen zbog nastalog leda (Daly et al., 2006.), čime se ograničava opskrba vodom te se u tim slučajevima moraju koristiti alternativni izvori. Hladni vremenski uvjeti mogu utjecati na kvalitetu vode na način da zbog smanjenog protoka, odnosno nižeg tlaka u cijevima može doći do intruzije onečišćenih voda u vodoopskrbni sustav, a kao posljedica mogu se pojaviti akutne bolesti probavnog sustava (Freeland et al., 2015.). Niske temperature mogu također uzrokovati smrzavanje i pucanje cijevi i vodomjera, kao na primjer u nedavnom valu zahlađenja na području Splitsko-dalmatinske i Šibensko-kninske županije u 2017. godini (Slike 3 i 4). Nadalje, procesi obrade voda kao što su koagulacija i flokulacija te kemijska dezinfekcija mogu biti znatno poremećeni pri nižim temperaturama s obzirom na njihovu kinetičku ovisnost o temperaturi (Corona-Vasquez et al., 2002.; Xiao et al., 2009.).

Na kvalitetu vode može utjecati i suša. Nedostatak oborina smanjuje količinu površinskog otjecanja i utječe na nakupljanje materijala na tlu koji u slučaju iznenadnih kiša, nakon dugotrajnih razdoblja suše može dospjeti u potoke i akumulacije (Mosley, 2015.; Wright et al., 2014.). Nadalje, kako suša dovodi do smanjenog prirodnog otjecanja u rijeke i potoke povećava se koncentracija kontaminanata koji potječu iz otpadnih voda iz industrijskih postrojenja i rudnika, jer se povećavaju relativni doprinosi protoka iz tih izvora (Mosley, 2015.; Wright et al., 2014.). Tijekom razdoblja suše zabilježene su povećane koncentracije nitrata, farmaceutika i endokrino disruptivnih tvari u površinskim vodama kao i porast električne vodljivosti (Benotti et al., 2010.; Masiá et al., 2013.; Osorio et al., 2012.; Sjerps et al., 2017.) te povećanje omjera hidrofilnih i hidrofobnih komponenti otopljenih organskih tvari i smanjenje zastupljenosti aromatskih UV apsorbirajućih spojeva (Ritson et al., 2014.).

U obalnim područjima tijekom dugotrajnih razdoblja suše razina podzemnih voda može se smanjiti zbog povećanog crpljenja ili niže dinamike punjenja vodonosnika, a može doći i do intruzije morske vode ili podzemne vode lošije kvalitete (Bouzourra et al., 2015.; Vallejos et al., 2014.). Uslijed intruzije morske vode u vodonosnik povećava se razina bromida te prilikom dezinfekcije takve vode mogu nastati toksični bromirani nusprodukti (McTigue et al., 2014.), a u slučajevima ozonacije može doći do pojave visokih koncentracija bromata (von Gunten, 2003.). Visoka koncentracija klorida pogoduje nastanku korozije distribucijskog sustava.

Požari mogu utjecati na kvalitetu vode zbog nastalog pepela i drugih čestica koje se sastoje od minerala i oksidiranih organskih tvari (Bodi et al., 2014.). Najveći

**SLOBODNA DALMACIJA** | NOVIŠTI | DALMACIJA | SPORT | MOZAIK | STIL | MORE

SPLIT | SPLIT ŽUPANIJA | DUBROVNIK | ŠIBENIK | ZADAR

STOŽER CIVILNE ZAŠTITE

## Voda u Zadru nije za piće, nastao ozbiljan kvar na pročišćivaču otpadnih voda; Građane se i dalje poziva na pojačan oprez



Piše H  
Foto Jure Mišković / HANZA MEDIA

Stožer civilne zaštite Grada Zadra priopćio je u ponedjeljak navečer kako trenutno na području grada 70 timova vatrogasaca i Hrvatske vojske crpe vodu iz poplavljenih objekata.

Crpljenje će se nastaviti cijele noći, a osim utvrđenih šteta u zadarskoj Općoj bolnici, bujična poplava privremeno je obustavila rad uređaja za pročišćavanje otpadnih voda.

Iz Odvodnje su izvijestili kako je u pomoć priskočila i Hrvatska vojska te da se još uvijek utvrđuje šteta na uređaju. Procjenjuju kako će biti potrebno nekoliko dana da pročišćivač ponovno normalno proradi. Za to vrijeme neće biti u mogućnosti crpiti i čistiti septičke jame.

Prema informacijama iz zadarskog Vodovoda, voda iz vodoopskrbnog sustava i dalje je zamućena te ju je prije uporabe potrebno prokuhati.

Iako je veći dio gradskih prometnica očišćen i u funkciji, Stožer [poziva](#) građane na pojačan oprez.

Slika 1: Novinski članak na temu poplave u Zadru

DRAMA U ISTOČNOJ SLAVONIJI

## SLAVONIJA POD VODOM 'Sava još uvijek nadvisuje neka sela i do četiri metra'

AUTOR: Hina, Nikola Patković, Željko Mužević, Jutarnji.hr OBJAVLJENO: 21.05.2014. u 07:45



Ministar ostojeći je na konferenciji za novinare rekao da je odluku o proglašenju opasnosti od epidemije donio nakon sinoćnje odluke Vlade o proglašenju katastrofe za Vukovarsko-srijemsku županiju. Ovo je prvi put u više od 20 godina hrvatske države da je ministar zdravlja donio takvu odluku

Slika 2: Novinski članak na temu poplave u Slavoniji

utjecaj požara na kvalitetu vode je povezan s naknadnim obilnim oborinama (Wright et al., 2014.). Kišnica koja otječe s područja zahvaćenih požarom sadrži otopljen tvari iz pepela koje dovode do povećane koncentracije otopljenog organskog ugljika, što naknadno može utjecati na nastanak dezinfekcijskih nusprodukata (Bodi et al., 2014.; Writer et al., 2014.). Požari mogu utjecati i na pojavu policikličkih aromatskih spojeva (PAH-ova) i žive. U Republici Hrvatskoj većina požara uglavnom se povezuje s ljudskim nemarkom, a ne s klimatskim promjenama kao u drugim dijelovima svijeta. Intenzivnim praćenjem kvalitete vode nakon požara u okolici Splita 2017. godine, kada su opožarena područja u oko crpilišta Jadro i Žrnovnica, nije zabilježen utjecaj na kvalitetu vode iz ovih izvorišta (Dumanić et al., 2018., Štiglic et al., 2017.)

#### 4. ZAKLJUČAK

Klimatske promjene mogu na više različitih načina utjecati na kvalitetu vode za ljudsku potrošnju. Ekstremni vremenski uvjeti mogu izravno oštetiti vodoopskrbne sustave, izazvati prekide u radu i smanjiti učinkovitost obrade i distribucije vode. Klimatski uvjeti također mogu prouzročiti intruziju morske vode, a utječu i na samu dinamiku punjenja vodonosnika. Promjene mikrobioloških i fizikalno kemijskih svojstava vode koje su izazvane klimatskim promjenama zahtijevaju prilagodbu procesa obrade i kemijske dezinfekcije vode kako bi se spriječio

ZIMA POD MARJANOM

## U SPLITU OVAKO HLADNO NIJE BILO VIŠE OD 50 GODINA Građani zasuli službe zbog smrznute vode u cijevima, trajekt po oluji isplovio po pacijenta na Hvaru

AUTOR: Hina OBJAVLJENO: 07.01.2017. u 10:11

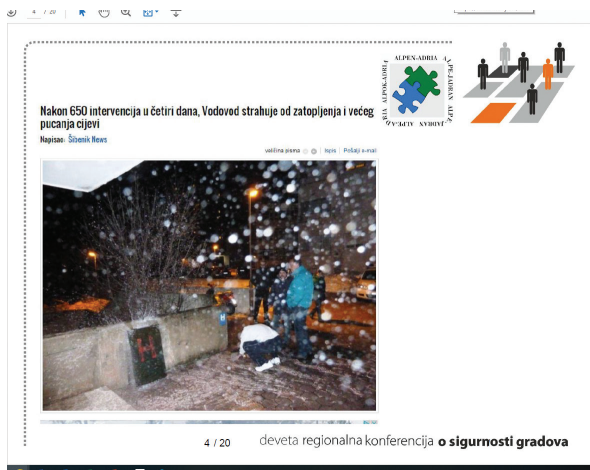


U Splitu je u subotu jutro izmjereno minus 7 stupnjeva, što je najniža temperatura u tom gradu u posljednjih više od pola stoljeća, doznaje se od Kate Botiče iz Državnog hidrometeorološkog zavoda u Splitu.

"U odnosu na danas, posljednji put u Splitu je bilo hladnije 23. siječnja 1963. godine, kada je zabilježena temperatura od minus 9 stupnjeva", rekla je Botiča za Hinu.

Iz splitskog Centra 112 kazali su kako su jutros imali više desetaka poziva kojima su ih građani iz Splita, Solina i Kaštela izvijestili da im se zbog niskih temperatura smrznuła voda u vodovodnim cijevima.

Slika 3: Novinski članak na temu smrzavanja vodovodnih cijevi u Splitu



Slika 4: Novinski članci na temu smrzavanja i pucanja vodne infrastrukture u Splitu i Šibeniku

razvoj patogenih mikroorganizama i pojava bolesti probavnog sustava.

U Hrvatskoj su u posljednjih nekoliko godina zabilježene brojne prirodne katastrofe: poplava u Slavoniji 2014. godine, izrazito niske temperature 2017. godine u Splitu, a iste godine u Zadru su zabilježene obilne poplave. Sve su one utjecala na vodoopskrbne sustave. U budućnosti se očekuje povećanje učestalosti i intenziteta pojava koje su posljedica klimatskih promjena, što će utjecati na pouzdanost sustava javne vodoopskrbe i značajno povećati operativne troškove.

U Republici Hrvatskoj javni isporučitelji dužni su uspostaviti sustav upravljanja rizicima koji se temelji na planu sigurnosti vode (eng. Water Safety Plan) opisanom u smjernicama Svjetske zdravstvene organizacije te u normi HRN EN ISO 15974-2. Tom prilikom korisno je uzeti u obzir i utjecaj klimatskih promjena na vodoopskrbne sustave za što im je potrebna pomoć svih relevantnih institucija. U tom su smislu tri glavna aspekta koja se trebaju razmatrati kroz utjecaj klimatskih promjena: utjecaj na količinu vode, utjecaj na kvalitetu vode te utjecaj na vodnu infrastrukturu. ■

LITERATURA

Agudelo-Vera, C.; Blokker, M.; Pieterse-Quirijns, I. (2014.): Early Warning Systems to Predict Temperature in the Drinking Water Distribution Network. *Procedia Engineering*, 70, 23–30.

Arnold, G.; Henk, B.; Doef, R.; Goud, R.; Kielen, N.; van Lujin, F. (2011.): Water management in the Netherlands. *Joint Publication of the Ministry of Infrastructure and Environment Regional Water System Management*

Azevedo, N. F.; Almeida, C.; Fernandes, I.; Cerqueira, L.; Dias, S.; Keevil, C. W.; Vieira, M. J. (2008.): Survival of gastric and enterohepatic *Helicobacter* spp. in water: Implications for transmission. *Applied and Environmental Microbiology*

Bartrand, T. A.; Causey, J. J.; Clancy, J. L. (2014.): *Naegleria fowleri*: An emerging drinking water pathogen. *Journal - American Water Works Association*

Beaudeau, P.; Pascal, M.; Galey, C.; Mouly, D.; Thomas, O. (2011.): Health risks associated with drinking water in a context of climate change in France: a review of surveillance requirements. *Journal of Water and Climate Change*

Benotti, M. J.; Stanford, B. D.; Snyder, S. A. (2010.): Impact of Drought on Wastewater Contaminants in an Urban Water Supply. *Journal of Environment Quality*

Bodí, M. B.; Martín, D. A.; Balfour, V. N.; Santín, C.; Doerr, S. H.; Pereira, P.; Cerdà, A., Mataix-Solera, J. (2014.): Wildland fire ash: Production, composition and eco-hydro-geomorphic effects. *Earth-Science Reviews*, 130, 103–127.

Bouzourra, H.; Bouhlila, R.; Elango, L.; Slama, F.; Ouslati, N. (2015.): Characterization of mechanisms and processes of groundwater salinization in irrigated coastal area using statistics, GIS, and hydrogeochemical investigations. *Environmental Science and Pollution Research*

Corona-Vasquez, B.; Samuelson, A.; Rennecker, J. L.; Mariñas, B. J. (2002.): Inactivation of *Cryptosporidium parvum* oocysts with ozone and free chlorine. *Water Research*, 36(16), 4053–4063.

Daly, S. F.; Ettema, R. (2006.): Frazil Ice Blockage of Water Intakes in the Great Lakes. *Journal of Hydraulic Engineering*

Dumanić, T.; Bakavić, A.; Ledić, M.; Lacman, M. (2018.): Vrijednosti metala u izvorištu rijeke Jadro. *ZBORNIK RADOVA VODA I JAVNA VODOOPSKRBA*, 1–4.

European Commission (2011.): Climate Change Impacts on Water and Security in Southern Europe and Neighbouring Regions. Publications Office of the European Union, Luxembourg.

- Fisher, I.; Kastl, G.; Sathasivan, A. (2012.): A suitable model of combined effects of temperature and initial condition on chlorine bulk decay in water distribution systems. *Water Research*, 46(10), 3293–3303.
- Fisher, I.; Kastl, G.; Sathasivan, A.; Jegatheesan, V. (2011.): Suitability of Chlorine Bulk Decay Models for Planning and Management of Water Distribution Systems. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 41(20), 1843–1882.
- Freeland, A. L.; Stevens, K.; Miller, M. D.; Morrison, M. A.; Wolkon, A.; Brunkard, J. M.; Gargano, J. W.; Hightower, A.; Zajac, L. (2015.): Acute gastrointestinal illness following a prolonged community-wide water emergency. *Epidemiology and Infection*
- Füssel, H.-M. (2012.): Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012 (EEA Report No 12/2012) - Version of 20.06.2013. *European Environment Agency (EEA)*
- Garner, G.; Hannah, D. M.; Watts, G. (2017.): Climate change and water in the UK: Recent scientific evidence for past and future change. *Progress in Physical Geography*
- Girones, R.; Carratalà, A.; Guerrero-Latorre, L.; Sommer, R.; Rodríguez-Manzano, J.; Rusiñol, M. (2013.): Environmental Effectors on the Inactivation of Human Adenoviruses in Water. *Food and Environmental Virology*
- Göransson, G.; Larson, M.; Bendz, D. (2013.): Variation in turbidity with precipitation and flow in a regulated river system—river Göta Älv, SW Sweden. *Hydrology and Earth System Sciences*
- Gould, S.; Boulaire, F.; Burn, S. L.; Zhao, X.; Kodikara, J. (2011.): Seasonal factors influencing the failure of buried water reticulation pipes. *Water science and technology: a journal of the International Association on Water Pollution Research*, 63 (Vol. 63)
- Hongve, D.; Riise, G.; Kristiansen, J. F. (2004.): Increased colour and organic acid concentrations in Norwegian forest lakes and drinking water - A result of increased precipitation? *Aquatic Sciences*, 66, 231–238.
- Hrudey, S. E.; Hrudey, E. J. (2007.): Published Case Studies of Waterborne Disease Outbreaks—Evidence of a Recurrent Threat. *Water Environment Research: A Research Publication of the Water Environment Federation*, 79(3), 233–245.
- Ivers, L. C.; Ryan, E. T. (2006.): Infectious diseases of severe weather-related & flood-related natural disasters. *Current opinion in infectious diseases*, 19 (Vol. 19)
- Khan, S.; Wang, L.; Hashim, N. H.; A. McDonald, J. (2014.): Distinct Enantiomeric Signals of Ibuprofen and Naproxen in Treated Wastewater and Sewer Overflow. *Chirality*, 26 (Vol. 26)
- Kleiner, Y.; Rajani, B. (2002.): Forecasting Variations and Trends in Water—Main Breaks. *Journal of Infrastructure Systems*
- Liu, H.; Davidson, R. A.; Apanasovich, T. V. (2008.): Spatial generalized linear mixed models of electric power outages due to hurricanes and ice storms. *Reliability Engineering & System Safety*, 93(6), 897–912.
- Loret, J.-F.; Jousset, M.; Robert, S.; Saucedo, G.; Ribas, F.; Thomas, V.; Greub, G. (2008.) *Amoebae-resisting bacteria in drinking water: Risk assessment and management*. *Water science and technology: a journal of the International Association on Water Pollution Research*, 58 (Vol. 58)
- Mainuddin, M.; Hossain, M. M.; Palash, W.; Mpelasoka, F.; Shah-Newaz, S. M.; Kirby, J. M.; Quadir, M. E.; Ahmad, M. D. (2016.): The impact of climate change on regional water balances in Bangladesh. *Climatic Change*
- Masiá, A.; Campo, J.; Vázquez-Roig, P.; Blasco, C.; Pico, Y. (2013.) *Screening of currently used pesticides in water, sediments and biota of the Guadalquivir River Basin (Spain)*. *Journal of hazardous materials*, 263 (Vol. 263)
- McTigue, N. E.; Cornwell, D. A.; Graf, K.; Brown, R. (2014., November 1): Occurrence and consequences of increased bromide in drinking water sources. *Journal - American Water Works Association*, 106(11), E492–E508. American Water Works Association
- Mosley, L. M. (2015.): Drought impacts on the water quality of freshwater systems; review and integration. *Earth-Science Reviews*, 140, 203–214.
- Nichols, G.; Lane, C.; Asgari, N.; Verlander, N. Q.; Charlett, A. (2009.): Rainfall and outbreaks of drinking water related disease and in England and Wales. *Journal of Water and Health*
- Osorio, V.; Marcé, R.; Pérez, S.; Ginebreda, A.; Cortina, J. L.; Barceló, D. (2012.): Occurrence and modeling of pharmaceuticals on a sewage-impacted Mediterranean river and their dynamics under different hydrological conditions. *Science of The Total Environment*, 440, 3–13.
- Paerl, H. W.; Paul, V. J. (2012.): Climate change: Links to global expansion of harmful cyanobacteria. *Water Research*, 46(5), 1349–1363.
- Ritson, J. P.; Graham, N. J. D.; Templeton, M. R.; Clark, J. M.; Gough, R.; Freeman, C. (2014.): The impact of climate change on the treatability of dissolved organic matter (DOM) in upland water supplies: A UK perspective. *Science of The Total Environment*, 473–474, 714–730.
- Sjerps, R. M. A.; ter Laak, T. L.; Zwolsman, G. J. J. G. (2017.): Projected impact of climate change and chemical emissions on the water quality of the European rivers Rhine and Meuse: A drinking water perspective. *Science of The Total Environment*, 601–602, 1682–1694.
- Somot, S.; Sevault, F.; Déqué, M.; Crépon, M. (2008.): 21st century climate change scenario for the Mediterranean using a coupled atmosphere-ocean regional climate model. *Global and Planetary Change*
- Stauder, M.; Vezzulli, L.; Pezzati, E.; Repetto, B.; Pruzzo, C. (2010.): Temperature affects *Vibrio cholerae* O1 El Tor persistence in the aquatic environment via an enhanced expression of GbpA and MSHA adhesins. *Environmental Microbiology Reports*

- Štiglic, J.; Tomljenović, F.; Penović, A.; Gajšak, F.; Dumanić, T.; Prodan, M.; Ujević Bošnjak, M. (2017.): Kvaliteta vode na izvorištima rijeke Jadro i Žrnovica nakon požara. *ZBORNIK RADOVA VODA I JAVNA VODOOPSKRBA*, 1–10.
- Thomas, V.; McDonnell, G.; Denyer, S. P.; Maillard, J. Y. (2010.): Free-living amoebae and their intracellular pathogenic microorganisms: Risks for water quality. *FEMS Microbiology Reviews*
- Trenberth, K. E. (2011.): Changes in precipitation with climate change. *Climate Research*, 47(1–2), 123–138.
- Vallejos, A.; Sola, F.; Pulido-Bosch, A. (2014.): Processes Influencing Groundwater Level and the Freshwater-Saltwater Interface in a Coastal Aquifer. *Water Resources Management*, 29(3), 679–697.
- Van Den Hurk, B.; Klein Tank, A.; Lenderink, G.; Van Ulden, A.; Van Oldenborgh, J.; Katsman, C.; Van Den Brink, H.; Keller, F.; Bessembinder, J.; Burgers, G.; Komen, G.; Hazeleger, W.; Drijfhout, S. (2006.) *KNMI Climate Change Scenarios 2006. for the Netherlands* Retrieved from [www.knmi.nl](http://www.knmi.nl)
- von Gunten, U. (2003.): Ozonation of drinking water: Part II. Disinfection and by-product formation in presence of bromide, iodide or chlorine. *Water Research*, 37(7), 1469–1487.
- Wang, S.; Qian, X.; Han, B. P.; Luo, L. C.; Ye, R.; Xiong, W. (2013.): Effects of different operational modes on the flood-induced turbidity current of a canyon-shaped reservoir: Case study on Liuxihe Reservoir, South China. *Hydrological Processes*, 27(26), 4004–4016.
- Watkins, R. R. (2012.): Gastrointestinal infections in the setting of natural disasters. *Current Infectious Disease Reports*, 14(1), 47–52.
- Wols, B. A.; Van Daal, K.; Van Thienen, P. (2014.): Effects of climate change on drinking water distribution network integrity: Predicting pipe failure resulting from differential soil settlement. In *Procedia Engineering*, 70, 1726–1734. (Vol. 70, pp. 1726–1734). Elsevier Ltd
- World Health Organization. (2011.) *Guidelines for drinking-water quality*. World Health Organization
- Wright, B.; Stanford, B. D.; Reinert, A.; Routt, J. C.; Khan, S. J.; Debroux, J. F. (2014.): Managing water quality impacts from drought on drinking water supplies. *Journal of Water Supply: Research and Technology - AQUA*, 63(3), 179–188.
- Writer, J. H.; Hohner, A.; Oropeza, J.; Schmidt, A.; Cawley, K.; Rosario-Ortiz, F. L. (2014.): Water treatment implications after the High Park Wildfire in Colorado. *Journal - American Water Works Association*, 106(4), 85–86.
- Xiao, F.; Huang, J.-C. H.; Zhang, B.; Cui, C. (2009.): Effects of low temperature on coagulation kinetics and floc surface morphology using alum. *Desalination*, 237(1), 201–213.