

Okolišni problem otpadnih voda u kršu na primjeru vrtače Rastovače u Nacionalnom parku Plitvička jezera

Environmental problem of waste waters in carst on the example of sinkhole Rastovača in Plitvice Lakes National Park

¹Saša Zavrtnik, ²Hrvoje Meaški, ³Jelena Loborec
^{1,2,3} Geotehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Hallerova aleja 7, 42000 Varaždin
e-mail: ¹zavrtnik@gfv.hr, ²measki@gfv.hr, ³loborec@gfv.hr

Sažetak: Nacionalni park Plitvička jezera sedamdesetak godina službeno je poseban i svjetski prepoznatljiv krški fenomen. Međutim, u njemu postoji dugogodišnji problem neodgovarajuće odvodnje i zbrinjavanja otpadnih voda. On je posebno vidljiv i aktualiziran kod naselja Rastovača gdje se otpadne vode ispuštaju u krško podzemlje izravno kroz vrtaču koja služi kao upojna jama. S obzirom na specifičnosti i kompleksnost strukture i svojstava krša, to predstavlja potencijalni okolišni problem i moguću prijetnju sustavu jer se radi o III. zoni zaštite izvorišta pitke vode. Problematika pročišćavanja otpadnih voda s područja NP Plitvička jezera i pripadajućih naselja počela se privremeno rješavati postavljanjem prijenosnoga uređaja za pročišćavanje otpadnih voda 2018. godine, međutim trajno rješenje još se ne nazire. Postoji najavljavani projekt EU aglomeracije provediv do 2023. godine, no pitanje je vremena hoće li i kako biti realiziran.

Ključne riječi: Rastovača, Plitvička jezera, otpadne vode, trasiranje, vrtača, krš

Abstract: The Plitvice Lakes National Park has been officially a special and globally recognized karst phenomenon for seventy years. However, there is a long-term problem of inadequate drainage and waste water disposal. It is particularly visible and actualized near the village of Rastovača, where waste water is discharged into the karst underground directly through a sinkhole that serves as an absorption pit. Considering the specifics and complexity of the karst structure and properties, this represents a potential environmental problem and a possible threat to the system because it is III. drinking water source protection zone. The issue of wastewater treatment in the area of Plitvička Jezera National Park and associated settlements was temporarily resolved by installing a portable wastewater treatment device in 2018, but a permanent solution is not yet in sight. There is an announced EU agglomeration project that can be implemented by 2023, but it is a matter of time whether and how it will be implemented.

Key words:

Rastovača, Plitvice lakes, waste waters, tracer tests, sinkholes, carst

1. Uvod

Republika Hrvatska je zemlja koja je gotovo polovicom svoje površine izgrađena od krša (tzv. Dinarski krš), a kad bi u obzir uzeli i dio Jadranskoga mora onda bi površina pod

kršom iznosila 2/3 ukupne površine teritorija. Republika Hrvatska je izuzetno bogata vodenim resursima i oni su visoke kvalitete. Međutim, ljudskim (ne)djelovanjem oni su ugroženi što je posebno opasno baš u krškom području zbog njegovih prirodnih osobitosti. Detaljan pregled tematike ovoga rada ima za cilj prikazati primjer onečišćenja okoliša i prirode u krškom hidrogeološkom sustavu neponovljivoga i neprocjenjivo vrijednoga područja Nacionalnoga parka Plitvičkih jezera. Riječ je o vrtači kod mjesta Rastovača u koju se duži niz godina ispušta otpadna voda većega dijela infrastrukture s područja parka i okolnih naselja te ona služi kao upojna jama. Ovo predstavlja potencijalnu prijetnju čitavom sustavu, s obzirom da se radi o III. zoni zaštite izvorišta pitke vode, a rješavanju ove problematike nije pristupano na odgovarajući način već dulji niz godina. Prikaz ovdje obuhvaća znamenitosti Nacionalnoga parka Plitvička jezera, osobitosti krša i vrtača, konkretan primjer vrtače u naselju Rastovača te izvješće o trasiranju koje je svojedobno u njoj izvršeno uz osvrt na problem također prepoznat u javnosti i medijima. Ovim primjerom pokušalo se naglasiti važnost hidrogeoloških istraživanja u inženjerstvu okoliša, kao i mogućnost korištenja podataka prikupljenih njima u rješavanju konkretnih okolišnih problema.

2. Osobitosti Nacionalnoga parka Plitvička jezera

2.1. Povijest Plitvičkih jezera

Župnik iz Otočca, Dominik Vukasović, prvi je 1777. godine spomenuo i tako u literaturu uveo Plitvice. Putujući Likom i diveći se ljepoti bujnih šuma, krasoti slapova i jezera, bogatstvu pastrva u njima, prvi opisuje prirodni fenomen Plitvičkih jezera. S obzirom na jedinstvenost i osjetljivost jezerskoga sustava, na poseban primjer rijetkoga, velikoga i kompleksnoga prirodnoga objekta, te u interesu znanosti, kulture i privrede, Plitvička jezera su kao jedinstveno područje krške hidrografije 1949. godine proglašena prvim hrvatskim nacionalnim parkom (Badovinac i dr., 1974.).

Nacionalni park Plitvička jezera javna je ustanova čiji je osnivač Republika Hrvatska. Ona u skladu sa Zakonom o zaštiti prirode (NN 80/13, 15/18, 14/19 i 127/19) „obavlja djelatnost zaštite, održavanja i promicanja zaštićenoga područja u cilju zaštite i očuvanja izvornosti prirode, osiguravanja neometanoga odvijanja prirodnih procesa i održivoga korištenja prirodnih dobara, nadzire provođenje uvjeta i mjera zaštite prirode na području kojim upravlja te sudjeluje u prikupljanju podataka u svrhu praćenja stanja očuvanosti prirode (monitoring).“ Uz to, obavlja turističke i ugostiteljske usluge, promidžbu, potiče proizvodnju autohtonih proizvoda i seoski turizam te druge srodne aktivnosti.

NP Plitvička jezera prvo je hrvatsko područje uvršteno na UNESCO-v Popis svjetske baštine još 26. listopada 1979. godine. Također je jedno od prvih područja u svijetu koje se našlo na toj listi zbog svoje jedinstvene univerzalne vrijednosti. „Interakcijom vode, zraka, geološke podloge i organizama te zahvaljujući posebnim fizikalno-kemijskim i biološkim uvjetima omogućeno je nastajanje sedre koja je pregrađivanjem vodotoka stvorila niz jezera, barijera i slapova. Sveukupnost navedenih procesa i njihove jedinstvene ekologije te izuzetna ljepota područja čine jedinstvenu univerzalnu vrijednost Nacionalnog parka Plitvička jezera.“(NP PJ, 2022.).

2.2. Položaj i grada Plitvičkih jezera

Nacionalni park nalazi se većim dijelom na području Ličko-senjske županije (90,7 %) dok se manjim dijelom nalazi na području Karlovačke županije (9,3 %) prostirući se na 30000 ha. Smješten je u zaleđu Velebita, u istočnoj Lici, između Male Kapele i Ličke Plešivice. Prostire se između 400 i 1300 m n.v. Sliv Plitvičkih jezera pripada crnomorskom slivu, a sam se po hidrogeološkim, hidrološkim i hidrokemijskim pokazateljima može podijeliti u tri

osnovna podsliva, iako predstavlja jedinstvenu hidrogeološku jedinicu. Tu su podsliv rijeke Maticе, podsliv Jezera i podsliv potoka Plitvica (Meaški i dr., 2016.a,b). Za ovaj rad važno je naglasiti da se podsliv Jezera prostire na području samih jezera i njihovih dotoka. On je građen od slabo propusnih dolomitskih naslaga trijaskе starosti, a istočni dio područja ograničen je propusnim vapnenačkim naslagama gornjokređske starosti, što je indikativno jer ovo područje pripada prekograničnom vodonosniku izvora Klokot kod Bihaća u Republici Bosni i Hercegovini, a koji je važan vodoopskrbni objekt (Meaški i dr., 2016.b). Klima je na području sliva tipično planinska kontinentalna s prosječnim oborinama između 1128 – 2113 mm godišnje (Biondić i dr., 2010.).

Plitvička jezera su sustav sačinjen od 16 terasasto (kaskadno) povezanih jezera. Započinju Crnom (donosi oko 75 % vode) i Bijelom (donosi oko 25 % vode) rijekom (Biondić i dr., 2010.). Te se rijeke spajaju u Maticu koja predstavlja najveći udio u dotoku vode u jezera, više nego ostali dotoci zajedno, a ona se ulijeva u najviše Prošćansko jezero na 636 m n.v. Jezera na kraju završavaju u Sastavcima i rijeci Korani. Najveća jezera su Kozjak i Prošćansko jezero, a tu se nalazi i najviši slap u Republici Hrvatskoj – Veliki slap visine 78 m (Meaški i dr., 2016.b). Boja jezera varira od smaragdno zelene do tirkizno plave. Posebice su zanimljive sedrene barijere koje sudjeluju u tvorbi mnogih slapova, žljebova, zastora. Ovaj biodinamički sustav osjetljiv je na stalan dotok vode i ovisi o njezinoj čistoći (Badovinac i dr., 1974.). Podijeljen je na takozvana Gornja i Donja jezera. Ona su redom, Gornja: Prošćansko jezero, Ciginovac, Okrugljak, Batinovac, Veliko jezero, Malo jezero, Vir, Galovac, Milino jezero, Gradinsko jezero, Burgeti i Kozjak, te Donja: Milanovac, Gavanovac, Kaluđerovac i Novakovića Brod (NP PJ, 2022.). Park se nalazi na karbonatnim stijenama, vapnencima i dolomitima, mezozojske starosti (Biondić i dr., 2010.; Prpić i Kosić, 2019.).

Plitvička jezera su prirodna jezera nastala taloženjem sedre na rijeci Korani (Biondić i Biondić, 2014.). Sedra nastaje, odnosno taloži se uslijed dva procesa, a to su anorgansko izlučivanje CO₂ iz vode te organska fiksacija CO₂ iz vode fotosintezom pomoću vodenih biljaka odnosno mahovina, uz mikrofilm algi kremenjašica, mikroskopskih zelenih algi i cijanobakterija (Vurnek, 2021.). Pritom je vrlo važno da su zadovoljeni svi čimbenici koji to omogućuju: brzina strujanja vode u rasponu od 0,5 do 3,5 m/s, pH vode iznad 8, te prisutnost vrlo niske koncentracije otopljene organske tvari u vodi, uz izraženo djelovanje spomenutih organizama (Meaški i dr., 2016.). Primjerice, pH izvorskih voda je između 7,2-7,6, a jezerskih voda između 8,0-8,4. Zanimljiva je i analiza kalcija (Ca²⁺) čije vrijednosti variraju od 60 do 70 mg/l na izvorima do 40 do 50 mg/l na izlazu iz sustava Plitvičkih jezera (Biondić i dr., 2010.). Izostanak ili izmjena bilo kojega od spomenutih čimbenika mogao bi uzrokovati prestanak procesa sedrenja i zbog toga je to vrlo osjetljiv sustav (Prpić i Kosić, 2019.; Vurnek, 2021.).

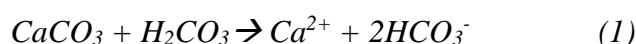
Nakon proširenja 1997. godine površina parka iznosi 296,85 km² (Meaški i dr., 2016.), a prekrivaju ga šume (81 %), travnjaci (15 %), voda (1 %) i površine izmijenjene ljudskom djelatnošću (3 %) (NP PJ, 2022.). Vrlo velikoj većini posjetitelja zapravo je zanimljiva samo jedna stotina površine čitavoga parka. Unatoč tome, Plitvička jezera su najstariji, najveći i najposjećeniji hrvatski nacionalni park. Godišnji broj posjetitelja Nacionalnog parka prelazi 1.000.000 što govori o značaju i prepoznatljivosti ovoga krškoga fenomena na svjetskoj razini, ali i itekakvoj potrebi za oprezom, budnošću i zaštitom ovoga dragulja prirode također uslijed prekomjernoga turizma (Bušljeta Tonković, 2019.).

3. Karakteristike krša i vrtača

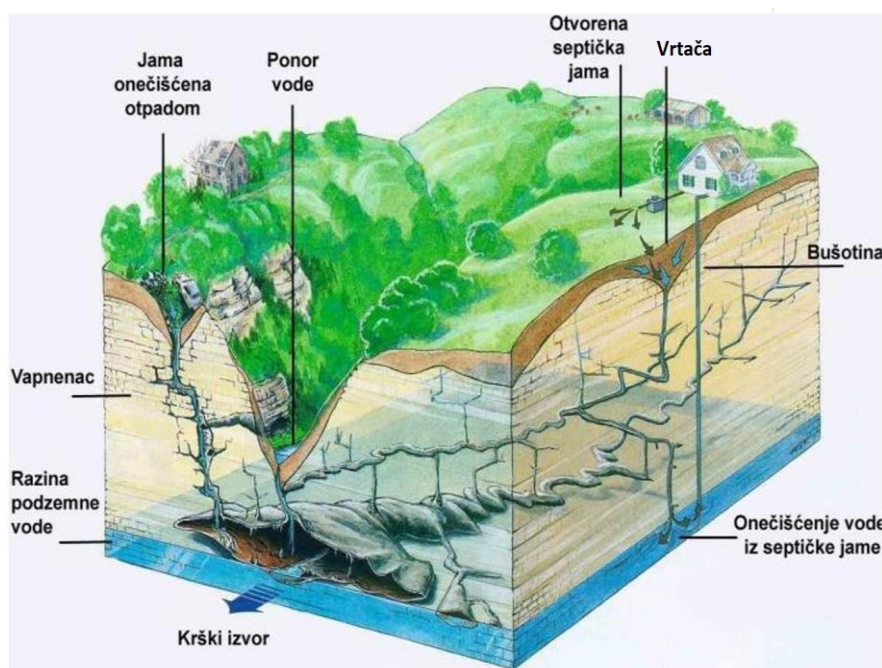
Krš predstavlja specifičan krajolik i morfološke oblike koji su uglavnom razvijeni u karbonatnim stijenama uključujući i specifičnu podzemnu morfologiju te vodonosnike u podzemnim šupljinama. Karbonatne krške terene te u njima formirane vodonosnike karakterizira pukotinska poroznost. U toku trajanja i djelovanja krških procesa mijenja se

izvorni pukotinski sustav i nastaju područja koja obilježava: opći nedostatak stalnih površinskih tokova uz postojanje ponora, krških polja i ostalih krških formi, česte pojave kaverni i podzemnih kanala, postojanje velikih krških stalnih i povremenih izvora, velike brzine podzemnih tokova kroz krške slivove golemoga površinskoga i podzemnoga rasprostiranja, razvoj specifičnoga okoliša s vrlo ostrim morfološkim oblicima. Tako je vidljivo da se pod pojmom krša podrazumijeva razvoj površinskih i podzemnih morfoloških oblika te vrlo značajnih vodonosnika (Biondić i Biondić, 2014.; Bonacci, 2012.; Ford i Williams, 2007.; White, 2002.; Jennings, 1971.) (Slika 1.).

Dinarski krš nastaje uglavnom u dobro topivim karbonatnim stijenama koje su uslijed tektonskih pokreta najprije razlomljene, a prolaskom vode kroz te pukotine i prsline stijena se otapa, a pukotine dodatno šire. Otapanje kalcijeva karbonata (vapnenca) odvija se prirodno zbog otopljenog ugljikovoga dioksida u vodi, pri čemu nastaje ugljična kiselina koja stupa u kemijsku reakciju prema jednadžbi (1):



Slika 1. Krš – primjer oblika i otjecanja površinskih voda

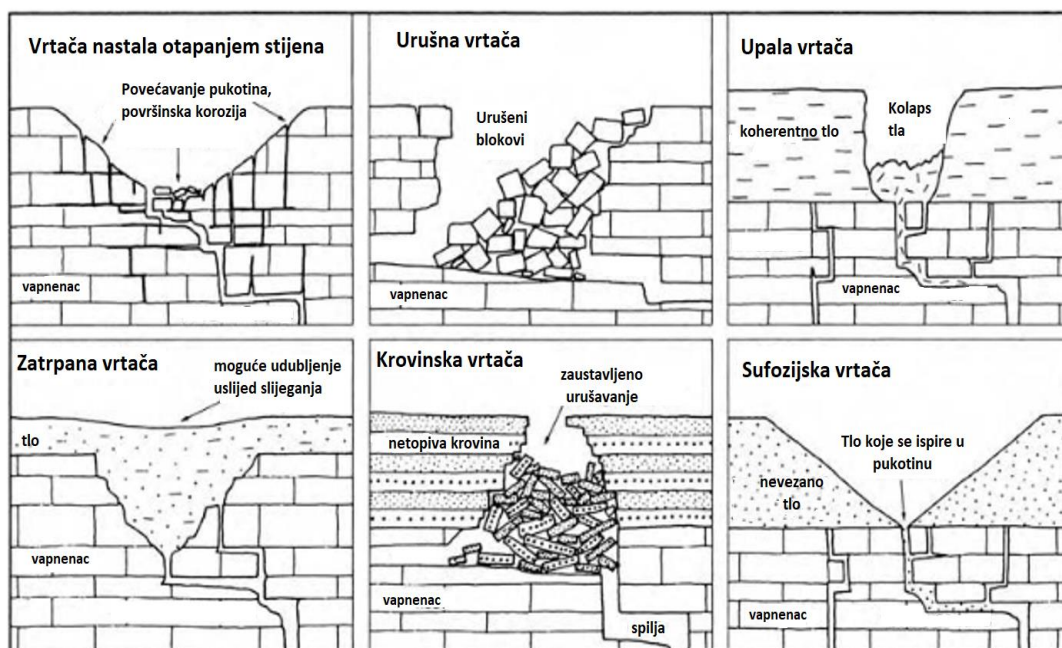


Izvor: <https://www.slideserve.com/kalil/za-tita-kr-kog-vodonosnika-u-istarskoj-upaniji-i-o-ekivani-rezultati-projekta-drinkadria>

Vrtače se smatraju svojevrsnim pokazateljem krša jer tamo gdje ih se na površini terena može uočiti krš je prisutan i razvijen. One su u krškom okruženju najčešći površinski morfološki oblici i njihova pojava identificira krško područje (Slika 2.). Najčešće su kružnoga oblika u promjeru od nekoliko metara do nekoliko stotina metara, odnosno do jednog kilometra, a dubine od nekoliko metara do nekoliko stotina metara. Nastaju na sjecištima pukotinskih sustava i rasjeda otapajućim djelovanjem vode gdje se podzemni kavernozi sustavi mogu urušiti ili se pukotinski sustavi na površini terena postupno proširuju otapajućim djelovanjem vode. Njihove stranice mogu biti blagoga nagiba ili vertikalne pa tako tvore oblik tanjura, lijevka ili pak cilindra. Na dnu su obično zaravnjene i ispunjene crvenicom čija debljina može biti i do desetak metara, a nastaje upravo trošenjem vapnenca. Mogu se pojavljivati pojedinačno, izolirane, ili u grupama, zgusnute. U hidrogeologiji stupanj okršavanja

karbonatnih stijena često se određuje brojem vrtača po jedinici površine (Ford i Williams, 2007.; Biondić i Biondić, 2014.). Smatra se da su vrtače među odlučujućim čimbenicima koji ukazuju na to koliko su karbonatne naslage okršene te na dijelove terena koji su posebno ranjivi uslijed nepovoljnoga utjecaja na podzemnu vodu. Krške podzemne vode zato su posebno ranjive na antropogeno djelovanje na terenu na kojem dominiraju vrtače koje omogućuju učinkovitiju drenažu i brzu infiltraciju vode u podzemlje (Loborec, 2013.; Kapelj i dr., 2004.).

Slika 2. Shematski prikaz šest osnovnih tipova vrtača (modificirano prema: Waltham i dr., 2005.)



Izvor: Ford i Williams, 2007.

4. Vrtača kod mjesta Rastovača

4.1. O naselju Rastovača

Rastovača je naselje u sjeveroistočnom graničnom djelu Nacionalnoga parka, koje uglavnom čine raštrkane obiteljske kuće s gospodarskim zgradama i s razvijenom ekstenzivnom tradicionalnom poljoprivredom i stočarstvom, a u kojem se nalazi Ulaz 1 u NP Plitvička jezera. Područje parka je prema hidrogeološkoj osjetljivosti u Prostornom planu područja posebnih obilježja Nacionalnoga parka „Plitvička jezera“ podijeljeno u tri kategorije, a Rastovača spada u manje osjetljivo područje. Nalazi se u zoni 3 korištenja, tipu zone 3a – zona naselja. Ovo područje namijenjeno je razvoju ekološke i tradicionalne poljoprivredne proizvodnje, ekoturizma, agroturizma te ruralnoga turizama, u svrhu ispunjavanja potreba lokalne zajednice i razvoja zaštićenoga područja, koje se temelji na očuvanju prirodnih vrijednosti i kulturne baštine te održivom razvoju. Njime se upravlja na načelima održivoga razvoja uz suradnju s lokalnom zajednicom, uz očuvanje biološke i krajobrazne raznolikosti te ostalih prirodnih vrijednosti kao i kulturne baštine Ovdje su dopuštene aktivnosti: znanstvena istraživanja, praćenje stanja (monitoring), nadzor, dopušteno organizirano i individualno posjećivanje i rekreacija u granicama određenih kapacitetom nosivosti (edukacija i interpretacija), korištenje prirodnih dobara u skladu s održivim razvojem te uz očuvanje biološke i krajobrazne raznolikosti te ostalih prirodnih vrijednosti (npr. nežive prirode), razvoj održivoga ekološkoga

turizma, ekološka poljoprivredna proizvodnja, zaštita i očuvanje prirodnih i kulturnih vrijednosti područja, razvoj posjetiteljske infrastrukture u skladu s ekološkim standardima (edukacija i interpretacija), zaštita i očuvanje kulturne baštine. Za ovaj rad zanimljivo je navesti da prema spomenutom Prostornom planu iz 2014. godine ukupna izgrađenost kanalizacijske mreže sanitarnih otpadnih voda na prostoru parka iznosi oko 6 km, a kanalizacija je izgrađivana u različito vrijeme i od različitih materijala te je vrlo upitna njena vodonepropusnost (MGPU, UIH, 2014.).

4.2. Otpadne vode i problem onečišćenja

Višegodišnji problem u NP Plitvička jezera predstavlja neodgovarajuća odvodnja i nezbrinjavanje otpadnih voda kao posljedica nesustavnoga planiranja i intenzivne gradnje turističkih i ugostiteljskih objekata. Problem postoji već više od četiri desetljeća i predstavlja ozbiljnu ekološku prijetnju koja može kemijski i mikrobiološki ugroziti (fekalne vode) okolišni sustav u kojem se nalazi. U predratnom razdoblju, točnije 1989. godine, napravljen je izvedbeni projekt kolektora kanalizacijskih voda, čiji je dovršetak prekinuo Domovinski rat, a nakon njega odgovarajuća kanalizacijska mreža nikad nije dovršena (Brlić, 2020.). U srpnju 2017. godine, prema nalogu Općinskoga državnoga odvjetništva u Gospiću, a nakon dojave o mogućem zagađenju, izvršene su analize vode s Plitvičkih jezera. Tako prema izvješću od 26. srpnja 2017. godine Hrvatskoga zavoda za javno zdravstvo Ličko-senjske županije uzorci koji su uzeti 19. srpnja 2017. godine na više lokacija na području Plitvičkih jezera (nekoliko u Plitvica Selu, na jezeru Kozjak, izvoru Velikog slapa i na potoku Plitvica) „uzburkali su vode“. Na jezeru Kozjak utvrđeno je fekalno zagađenje koliformnim bakterijama, od 276 cfu/100ml (Colony Forming Units). U potoku Plitvica ovih bakterija je 378 cfu/100ml. Utvrđena je i *Escherichia coli* u vrijednosti od 10 cfu/100ml, a enterokoka je utvrđeno 54. Na Velikom slapu utvrđeno je 131 cfu/100ml koliformnih bakterija. Prema izjavi Ministarstva zaštite okoliša i energetike „utvrđeno je da pojedini iznajmljivači ispuštaju otpadne vode direktno u potok te im je naloženo da se odmah moraju spojiti na svoje pročištače, što su i učinili“. U ovom se članku navode i riječi saborskoga zastupnika Živoga zida Branimira Bunjca koji kaže da, osim prevelikog broja turista, Plitvička jezera imaju značajniji problem. Riječ je o prostornom planu koji dopušta stihijsku gradnju u Plitvica Selu, u kojem se gradi doslovno tako da iz soba gledate na jezera“ (Polšak Palatinuš, 2017.). Ovime je potvrđeno da se otpadne vode iz kanalizacijskoga sustava ispuštaju izravno u sustav Plitvičkih jezera, a ranije je rečeno da prisustvo organske tvari u vodi može zaustaviti sedrenje i trajno narušiti labilnu ravnotežu u njemu (Prpić i Kosić, 2019.).

Važan segment (ne)zbrinjavanja otpadne vode ovog područja odvija se oko upojne jame, vrtače u mjestu Rastovača na 515 m n.v. unutar granica Nacionalnoga parka (Slika 3.). Prema završnom izvješću o Ocjeni stanja i rizika cjelina podzemnih voda na krškom području u Republici Hrvatskoj Rastovača je navedena u cjelini podzemnih voda Une kao ispust sustava javne odvodnje u podzemlje bez pročišćavanja i bez poznatog točnog broja priključaka (Biondić i dr., 2009.). Vezano uz naselja Korenica i okolna naselja te naselja Plitvička jezera, Jezerce i dio Mukinja postoje zasebni podsustavi odvodnje oborinskih i otpadnih voda s dva veća ispusta, a to su u rječicu Maticu i u vrtaču u naselju Rastovača. Navodi se da je 50 % stanovništva u sustavu kanalizacije dok drugih 50 % koristi septičke jame. Dužina kanalizacijske mreže na području NP Plitvička Jezera iznosi oko 12,5km. Za sama Plitvička jezera i neodgovarajuću odvodnju i nepročišćavanje fekalnih i otpadnih voda kao najspominjaniji razlog navodi se nedostatak sredstava za izgradnju kanalizacijskoga sustava i uređaja za pročišćavanje otpadnih voda (Vodovod Korenica, 2022.).

Slika 3. Vrtača kod mjesta Rastovača – ispuštanje otpadne vode



Izvor: <https://zg-magazin.com.hr/zivi-zid-rijesite-problem-plitvica/>

4.3. Mišljenja i reakcije struke i javnosti

Važnost tematike je među određenim dijelom pučanstva i u medijskom prostoru ipak prepoznata te se na nju proteklih godina višestruko upozoravalo. U srpnju 2016. godine na portalu Indexhr osvanuo je upečatljiv naslov: Hoće li UNESCO skinuti Plitvice s popisa? Tadašnji je ministar kazao da je problem u preposjećenosti NP Plitvička jezera i u preizgrađenosti, a problem s otpadnim vodama i fekalijama je nazvao „katastrofalnim“ tražeći trajna i interventna rješenja (Indexhr, 2016.). Dr. sc. Viktor Simončić učestalo je upozoravao na taj problem gdje se otpadna voda iz hotela, restorana, javnih WC-a, ispušta u otvor vrtače u selu Rastovača bez prethodnog pročišćavanja (Simončić, 2016. – 2017.). On smatra da „kada ne napravimo ono što trebamo, pa ako političari novac od ulaznica troše za sve drugo samo ne da se sačuva prirodni fenomen na kojem se temelji ljepota Plitvica, i kako su spremni da svojim nedjelovanjem dozvole da se trajno izbríše s liste svjetske baštine ovakav biser, e onda treba biti glasan“ (Simončić, 2016.b). Ističe da se ovaj ekološki opasan problem može riješiti u vrlo kratkom vremenu i da je za njegovo rješavanje dovoljan iznos od 5 dana prihoda od ulaznica NP Plitvička jezera odnosno manje od 5 % godišnjeg prihoda ulaznica. O njemu govori primarno kao o problemu kulture i civilizacije, odnosno civilizacijsko-higijenskom problemu (Simončić, 2016.a).

U studenome 2016. godine donosi odgovor koji je zaprimio iz Ministarstva zaštite okoliša. Ondje stoji: „Trenutno je u postupku priprema projekta čiji su nositelj „Hrvatske vode“ a kojim se projektira cjelovito rješavanje vodoopskrbe i odvodnje na cijelom području Nacionalnoga parka uključujući i naselja Korenica i Rakovica. Do toga cjelovitoga skupoga i prilično dugotrajnog procesa, ovo će Ministarstvo u suradnji s Javnom ustanovom „Nacionalni park Plitvička jezera“ interventno izvesti sustav pročišćavanja otpadnih voda iz hotelskog sustava i okolnih naselja kako bi se zaustavilo sadašnje neprihvatljivo stanje. U potpisu pomoćnica ministra, gospođa Irina Zupan.“ (Simončić, 2016.c).

Nadalje, ZG-magazin prenosi informaciju da je „na inicijativu Ministarstva, 18. svibnja 2017. godine sklopljen Sporazum o sanaciji i rekonstrukciji vodnih građevina unutar Nacionalnoga parka Plitvička jezera između Hrvatskih voda, Javne ustanove “Nacionalni park Plitvička jezera” i Vodovoda Korenica d.o.o. »Ciljevi ovog Sporazuma su sanacija – dovođenje vodnih građevina u tehnički funkcionalno stanje, rekonstrukcija i dogradnja vodnih građevina za javnu vodoopskrbu i odvodnju te pročišćavanje komunalnih otpadnih voda radi ispunjenja tehničkih, tehnoloških i sanitarnih zahtjeva za ispravno pružanje vodnih usluga«. Iz Ministarstva je također rečeno kako će spomenuti problem ispuštanja otpadnih voda riješiti provedbom EU projekta aglomeracije Plitvička jezera 2023. godine dok se u međuvremenu počelo s iznalaženjem rješenja izgradnjom privremenoga montažno-demontažnoga pročišćivača kao i čišćenjem i sanacijom terena upojne jame na lokaciji Rastovača (Jagačić, 2018.).

Prema Pravilniku o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe (NN 125/2017, NN 39/2020) propisani su (i) mikrobiološki parametri zdravstvene ispravnosti vode za ljudsku potrošnju koji uključuju bakterijske vrste *Escherichia coli*, enterokoke, *Clostridium perfringens* (uključujući spore), *Pseudomonas aeruginosa* te enteroviruse, a njihova maksimalno dopuštena količina (M.D.K.) mora iznositi 0 što samo potvrđuje koliko su nepoželjne i po zdravlje štetne u vodi. No na gore navedeni način one izravno dospijevaju u okoliš, u krško podzemlje pa tako potencijalno i u podzemne i površinske vode koje se koriste za ljudsku potrošnju što može predstavljati opasnost po zdravlje ljudi. Primjerice, *Clostridium perfringens* jedan je od najčešćih uzročnika otrovanja hranom, odnosno alimentarnih toksoinfekcija. Izlučuje egzotoksin lecitinazu kojim razara leukocite i eritrocite te kolagenazu kojom razara kolagen (Volner, 2000.). Prisutna je posvuda u okolišu te u probavnom sustavu čovjeka i mnogih životinja, a spore ove bakterije mogu se naći u tlu gdje je prisutan feces čovjeka ili životinja. Zatim dobro poznata bakterijska vrsta *Escherichia coli* dominantna je bakterija u crijevu i fecesu preko kojeg dolazi u okoliš i može kontaminirati tlo i vodu za piće. Iako ova bakterijska vrsta na sluznici crijeva ima komenzalsku ulogu, postoje enterovirulentni sojevi. Do problema dolazi zbog loših higijenskih uvjeta (Marinculić i dr., 2009.).

5. Trasiranje na području sliva Plitvičkih jezera

Trasiranje označava upotrebu fluorescentnih boja i drugih tvari za često jedinu metodu koja može pružiti jasan i detaljan dokaz povezanosti tečenja u krškim podzemnim sustavima. Ono je zapravo potrebno kako bi se ocrerala izvorišna vodonosna područja i da bi se istražili svi tipovi tečenja i procesi pronosa u podzemlju (Goldscheider i dr., 2007.). Tvari koje se koriste za trasiranje su relativno visokih cijena pa je na početku potrebno izračunati približnu količinu potrebnu za provođenje trasiranja. Prije samog ubacivanja trasera u podzemlje vrlo je važno izraditi mrežu opažanja i frekvenciju uzorkovanja na točno određenim lokacijama gdje će se uzimati uzorci vode. Oni se mogu uzimati primjerice svakih 6 sati, no može se uzorkovati češće pa kasnije i rjeđe. U uzorcima se koncentracija trasera određuje u laboratorijima na specijaliziranim uređajima luminiscencijskim spektrometrima. Najčešći traser koji se koristi jest natrijev fluorescein (uranin) $C_{20}H_{10}O_5Na_2$, koji se kupuje u obliku crvenog praha, topiv je u vodi, a ovisno o koncentraciji daje različit intenzitet zelenoga obojenja (Biondić i Meaški, 2005.) (Slika 4.).

Slika 4. *Trasiranje ponorne zone potoka Plitvica Na-fluoresceinom*

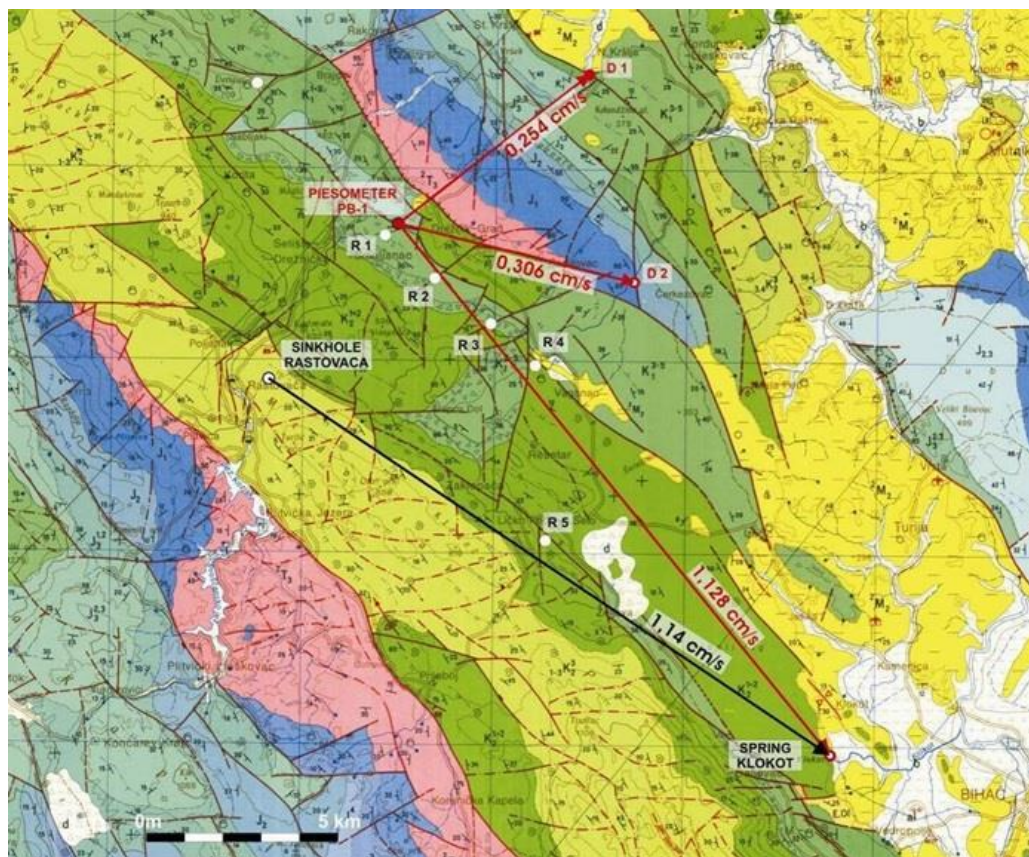


Izvor: Kranjčić, N. 28.10.2021.

Do kraja 2012. godine na području sliva Plitvičkih jezera provedeno je 17 trasiranja podzemnih voda (Meaški i dr., 2016.b). U slučaju upojne vrtače u mjestu Rastovača još je prije 17 godina izrađeno Izvješće o stanju hidrogeoloških istraživanja propisanih sa SUO kanalizacijskoga sustava Nacionalnoga parka Plitvička jezera prema kojem problem predstavlja to što se upoj otpadne vode nalazi unutar samoga Nacionalnoga parka te činjenica što su podzemni tokovi u krškom području izuzetno slabo poznati i nepredvidivi. Iako je prethodno sam kanalizacijski sustav rekonstruiran i poboljšan, krajnji i najveći problem oko ispusta je ostao (Biondić i Meaški, 2005.).

U svrhu identifikacije problema pronosa onečišćenja 21. travnja 2005. godine izvršeno je trasiranje upojne jame Rastovača s 30 kg natrijeva fluoresceina (uz dodatak 10 kg natrijeve lužine) koji je ispran s 50 m³ vode dopremljene vatrogasnim cisternama. Od dana trasiranja pa sve do 21. lipnja 2005. godine na određenim je lokacijama vršeno uzorkovanje vode s ciljem praćenja eventualne pojave trasera u periodu od dva mjeseca. Opažana su tri mjesta duž korita rijeke Korane, na povremenim izvorima uz Koranu od sela Korana do Vaganca, na povremenom izvoru Barića pećina u selu Željava i na izvorištu Klokot u Republici Bosni i Hercegovini (Slika 5.) (Biondić i Meaški, 2005.; Biondić i dr., 2010.).

Slika 5. Lokacija vrtače kod mjesta Rastovača (modificirano prema: Polšak i dr., 1977., 1978.)

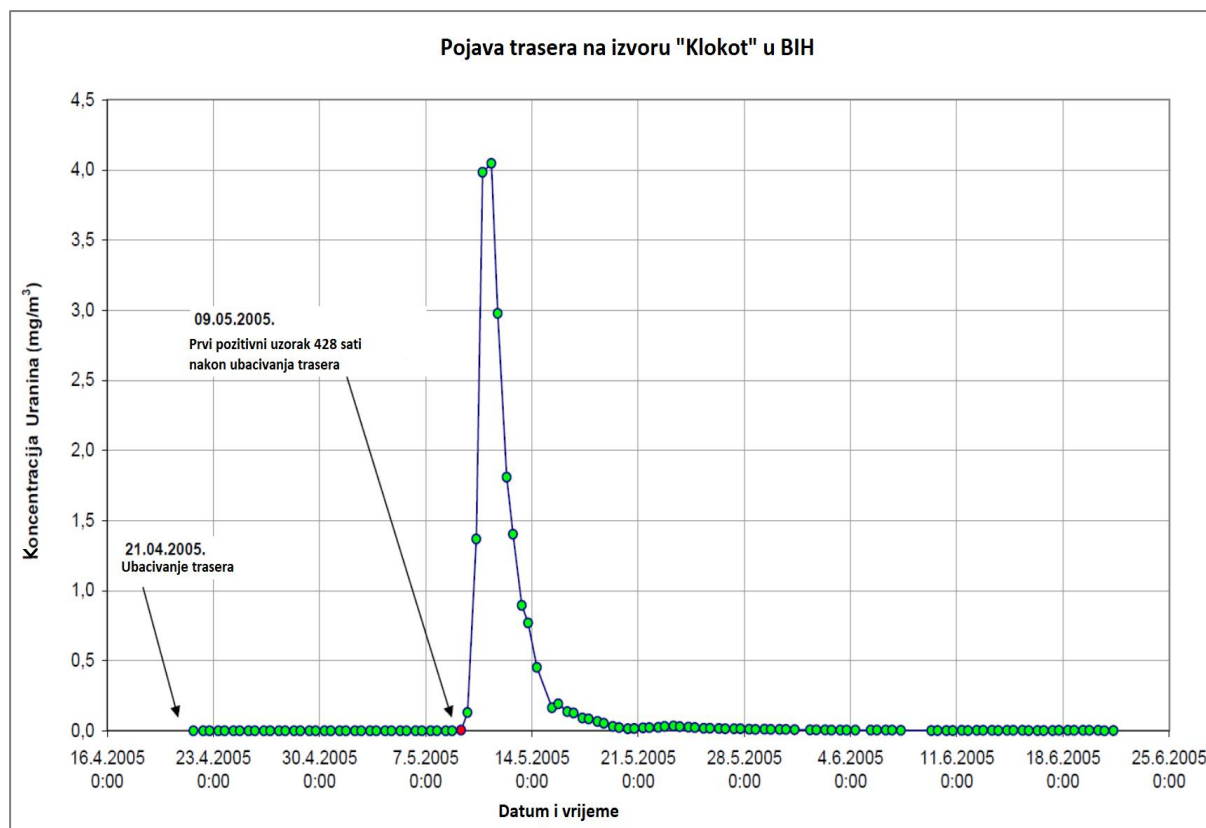


Izvor: Biondić i Meaški, 2005.

Traser je registriran 09. svibnja 2005. godine i to samo na izvorištu Klokot kod Bihaća (koje je izuzetno važno za vodoopskrbu grada i općenito bihaćkoga područja) u susjednoj Republici Bosni i Hercegovini nakon 428 sati putovanja od mjesta njegova ulaska u podzemlje što predstavlja udaljenost od 17,6 km. Maksimalna količina trasea detektirana je 20-og dana od ispuštanja u podzemlje, 11. svibnja 2005. godine, nakon 476 sati putovanja podzemljem (Slika 6.). Dok se Rastovača nalazi na 515 m n. v., izvor Klokot se nalazi na 216 m n. v. Izračunata prividna brzina podzemnog toka 1,14 cm/s. Republika BiH nije imala sustav zona sanitarne zaštite izvorišta, no prema hrvatskoj legislativi Rastovača je u III. zoni zaštite izvorišta pitke vode i tu nije dopušteno ispuštanje nepročišćenih otpadnih voda u podzemlje već samo onih visoko pročišćenih (Biondić i Meaški, 2005.).

U Prostornom planu područja posebnih obilježja Nacionalnoga parka „Plitvička jezera“ iz 2014. godine stoji: „Treba naglasiti da je nekadašnji vrlo visoki rizik kanalizacijski sustav Nacionalnoga parka posljednjih pet godina u potpunosti saniran izgradnjom nepropusne kanalizacije od hotela i naselja za zaposlenike, a da je kao vrlo visoka točka rizika ostala samo upojna jama za nepročišćene otpadne vode u naselju Rastovača, koja nema utjecaj na jezera već na izvorište Klokot u slivu rijeke Une.“ (MGPU, UIH, 2014.).

Slika 6. Pojava trasera na izvoru Klokot I u BiH



Prvi pozitivan uzorak: 9. svibanj 2005. godine, 08:00 sati, Intenzitet: 50

Nakon ubacivanja trasera: 428 sati

Maksimum pojave trasera: 11. svibnja 2005. godine, Intenzitet: 46106

Nakon ubacivanja trasera: 476 sati

Izvor: Biondić i Meaški, 2005.

6. Pomaci u rješavanju problema odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda

Još je prije gotovo pedeset godina za Nacionalni park Plitvička jezera zapisano: „jedinstven su laboratorij i živi muzej“, ona su „naše veliko nacionalno prirodno bogatstvo“ i „Organi upravljanja ovoga nacionalnoga parka trebaju budno paziti da uz ekonomske učinke, ostvarene ugostiteljstvom i turizmom, nigdje ne poremete ravnotežu u prirodi ili naruše ljepotu i sklad pejzaža.“ (Badovinac i dr., 1974.). Već točno 48 godina nedovoljno se „pazi“ da se predivna i neponovljiva prirodna ravnoteža spomenutoga sustava ne bi narušila nedopuštenim i protuzakonitim ispuštanjem otpadnih voda u samom Nacionalnom parku kao i zoni zaštite voda. Navodi se kako su vodni resursi i sedra temeljni prirodni fenomen parka jer svi ostali prirodni resursi poput flore, faune i vodenih ekosustava uvelike ovise o kvaliteti vode i

ravnoteži vodnoga režima (Biondić i dr., 2010.). Brlić (2020.) zaključuje da „Određene poteškoće i izazovi prekomjernoga turizma koji je danas zahvatio područje Plitvičkih jezera djelomice su i posljedica određenih neuspješnih turističkih projekata i nesustavne realizacije komunalne infrastrukture u ovome dijelu gorske Hrvatske.“

Također, prije 17 godina navodi se u Izvješću o stanju hidrogeoloških istraživanja propisanih sa SUO kanalizacijskoga sustava Nacionalnoga parka Plitvička jezera da se predviđa izgradnja cjelovitoga uređaja za pročišćavanje otpadnih voda u području Rastovače (Biondić i Meaški, 2005.) što još nije zaživjelo, niti je ostvareno. Međutim, određen pomak postoji, pa je tako u prosincu 2018. godine na području nacionalnoga parka u probni rad pušten mobilni uređaj za pročišćavanje otpadnih voda. To je zajednički projekt Ministarstva zaštite okoliša i energetike, Javne ustanove „Nacionalni park Plitvička jezera“, Hrvatskih voda i Vodovoda Korenica.

Tadašnji ministar zaštite okoliša i energetike Tomislav Čorić istaknuo je kako: „Nacionalni park i stanovništvo ovoga područja zaslužuju kvalitetan sustav vodoopskrbe i odvodnje. Nažalost, u posljednjim desetljećima on nije bio izgrađen, no zajedničkom koordinacijom ministarstva, Nacionalnoga parka, Hrvatskih voda i Vodovoda Korenica konačno ide se prema trajnom rješenju problema kroz aglomeraciju Plitvičkih jezera unutar koje će biti izgrađeno preko 80 kilometara mreže odvodnje i dva pročištača“. Ravnatelj Nacionalnoga parka Plitvička jezera Tomislav Kovačević naglasio je: „Otvaranje ovoga postrojenja povijesni je događaj za Nacionalni park Plitvička jezera i stanovnike ovoga područja jer se po prvi put rješava pitanje zbrinjavanja otpadnih voda, do konačnoga rješenja – završetka projekta aglomeracije za koji se očekuje da će biti realiziran u narednih pet godina“. Generalni direktor Hrvatskih voda Zoran Đuroković tom je prilikom kazao: „Postavljanje ovoga uređaja privremeno je rješenje i uz potporu Europske unije pripremamo projekt zbrinjavanja ukupnih otpadnih voda s područja općina Plitvička Jezera i Rakovica, u vrijednosti 300 milijuna kuna“. Direktor Vodovoda Korenica Hrvoje Kukuruzović naglasio je da „ostvarenje predmetnoga projekta predstavlja najznačajniju interventnu mjeru izvršenu temeljem sporazuma o sanaciji i rekonstrukciji vodnih građevina Nacionalnoga parka, a što ima za cilj dovođenje vodnih građevina vodoopskrbe i odvodnje do sanitarno, tehnički i tehnološki zadovoljavajuće razine“ (NPPJ, Ekovjesnik, MINGOR, 2018.).

Međutim, u lipnju 2022. godine zabilježeno je stanje na privremenom montažno-demontažnom pročištaču otpadnih voda koje upućuje na neodržavanje i nezbrinjavanje otpadnog mulja. Prenosi se „da nitko ne dolazi popraviti pokvareni pročištač te da se u naselju ne može normalno disati od neugodnih mirisa. Ljudi se boje za zdravlje i pitaju se tko je odgovoran za sanaciju. Navodno mjesecima nitko ne odvozi vreće s fekalnim muljem, a fekalne vode ponovno odlaze u jamu Rastovaču.“ (Ibrišević, 2022.).

7. Zaključak

Iz razmatranoga moguće je ustvrditi da i u samom biseru prirodnoga fenomena krša, kakvog nema nigdje drugdje na našoj planeti, uslijed ljudskoga nemara i neodgovornosti postoji „mrlja“ koja neosporno prijeto njegovu opstanku. Biondić i Biondić (2014.) napominju kako je visoka kvaliteta vode Plitvičkih jezera nužna za održavanje sustava sedrenja i stabilnost u odnosu stijena – voda, a upravo ju razmatrani opasni način nebrige potencijalno ugrožava. U krškom području karakteristično je upravo to što određeno onečišćenje (kućanstva, poljoprivreda, turizam, industrija, i dr.) može u kratkom roku završiti u podzemlju gdje se vrlo brzo može proširiti. Može se samo nadati da se to neće dogoditi prije nego li se izgradi dugo najavljivani cjeloviti pročištač otpadnih voda i to na mjestima koja bi nepovratno ugrozila bilo izvore uz rijeku Koranu ili onaj kod Bihaća time štetno utječući ne samo na estetiku već i na zdravstvenu kvalitetu života ljudi. To što problem može prijeći granicu ne znači da on nestaje.

Isto tako ne bi se smjelo uzimati za pravo neodgovorno se ponašati prema prirodnom bogatstvu koje treba sačuvati za nadolazeće generacije. Dogodine treba biti proveden EU projekt aglomeracije Plitvičkih jezera 2023. godine pa će se vidjeti hoće li tada problem biti trajno riješen.

Literatura

1. Badovinac, Z., Bralić, I., Kamenarović, M., Kevo, R., Mikulić, Z., Piškorić, O. (1974.): *Prirodne znamenitosti Hrvatske*. Školska knjiga, Zagreb.
2. Biondić, B., Biondić, R. (2014.): *Hidrogeologija dinarskog krša u Hrvatskoj*. Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet, Varaždin.
3. Biondić, B., Biondić, R., Meaški, H. (2010.): The conceptual hydrogeological model of the Plitvice Lakes. *Geologia Croatica* 63/2
4. Biondić, B., Meaški, H. (2005.): *Izješće o stanju hidrogeoloških istraživanja propisanih sa SUO kanalizacijskog sustava Nacionalnog parka Plitvička jezera*. Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet, Varaždin.
5. Biondić, R., Biondić, B., Rubinić, J. (2009.): *Ocjena stanja i rizika cjelina podzemnih voda na krškom području u Republici Hrvatskoj*. Hrvatske vode i Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet, Varaždin.
6. Bonacci, O. (2012.): *Karst hydrology: with special reference to the Dinaric karst* (Vol. 2). Springer Science & Business Media.
7. Brlić, I. (2020.): *Nacionalni park Plitvička jezera – zaštita i(li) razvoj koreničkoga kraja*. ČSP, br. 2, 419-440
8. Bušljeta Tonković, A. (2019.): *(Un)sustainable (Rural) Tourism: A Case Study of Lika-Senj County*. Soc. ekol. Zagreb, Vol. 28, No. 3.
9. Ekovjesnik, Ministarstvo zaštite okoliša i energetike. *Pročišćavanje otpadnih voda na području NP Plitvička jezera*. <https://www.ekovjesnik.hr/clanak/1185/prociscavanje-otpadnih-voda-na-podrucju-np-plitvicka-jezera> (pristupljeno: 30.03.2022.)
10. Ford, D., Williams, P. (2007.): *Karst Hydrogeology and Geomorphology*. John Wiley & Sons Ltd, England.
11. Goldscheider, N., Drew, D. (2007.) *Methods in Karst Hydrogeology*. International Association of Hydrogeologists, Taylor & Francis/Balkema, Netherlands.
12. Ibršević, R. (2022.): *Ekološka katastrofa na Plitvicama? Vreće s fekalnim muljem, otpadne vode i smrad na pet minuta od ulaza u nacionalni park*. *Punkufer.hr*. <https://punkufer.dnevnik.hr/clanak/aktualno/ekoloska-katastrofa-na-plitvicama-smrad-i-otpadne-vode-na-5-minuta-od-nacionalnog-parka---726831.html> (pristupljeno: 14.06.2022.)
13. Indexhr. *Hoće li UNESCO skinuti Plitvice s popisa? Dobrović: Previše je ljudi i apartmana*. <https://www.index.hr/vijesti/clanak/hoce-li-unesco-skinuti-plitvice-s-popisa-dobrovic-previse-je-ljudi-i-apartmana/906476.aspx> (pristupljeno: 23.03.2022.)
14. Jagačić, B. (2018.): *Problem otpadnih voda na Plitvicama potpuno će biti riješen tek 2023. godine*. ZG-magazin. <https://zg-magazin.com.hr/problem-otpadnih-voda-na-plitvicama-potpuno-ce-bit-rijesen-tek-2023-godine/> (pristupljeno: 23.03.2022.)
15. Jennings, J. N. (1971.) *Karst*. Australian National University Press.
16. Kapelj, J., Kapelj, S., Singer, D. (2004.): *Spatial distribution of dolinas and its significance for groundwater protection in karst terrain*. Groundwater Flow Understanding from local to regional scales, XXXIII Congress IAH & 7th Congress ALHSUD (ur. A. Ortega,) Zacatecas, Mexico: La Octava Casa.

17. Loborec, J. (2013.): Procjena rizika od onečišćenja podzemnih voda u kršu na području sliva izvora Jadra i Žrnovnice. Doktorski rad, Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb.
18. Marinculić, A., Habrun, B., Barbić, Lj., Beck, R. (2009.): *Biološke opasnosti u hrani*. Hrvatska agencija za hranu, Osijek.
19. Meaški, H., Biondić, B., Biondić, R. (2016.b): Delineation of the Plitvice Lakes karst catchment area, Croatia. *Karst without Boundaries*, 23.
20. Meaški, H., Marciuš, M., Priček Siročić, A. (2016.a): *Hidrogeološke značajke vodotoka Plitvica na području Plitvičkih jezera, Hrvatska. Inženjerstvo okoliša*, Vol.3, No.2.
21. Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja. *Pušten u rad mobilni uređaj za pročišćavanje otpadnih voda na području NP Plitvička jezera*. <https://mingor.gov.hr/vijesti/pusten-u-rad-mobilni-uredjaj-za-prociscavanje-otpadnih-voda-na-podrucju-np-plitvicka-jezera/5069> (pristupljeno: 30.03.2022.)
22. Ministarstvo graditeljstva i prostornoga uređenja, Urbanistički institut Hrvatske d.o.o. (2014.): *Prostorni plan područja posebnih obilježja Nacionalnog parka „Plitvička jezera“*. Knjiga II. Obrazloženje Plana i obvezni prilozi. Zagreb.
23. Nacionalni park Plitvička jezera. <https://np-plitvicka-jezera.hr/multimedija/foto/> (pristupljeno: 23.03.2022.)
24. Nacionalni park Plitvička jezera. 29.12.2018. *U Nacionalnom parku Plitvička jezera pušten u rad mobilni uređaj za pročišćavanje otpadnih voda*. <https://np-plitvicka-jezera.hr/u-nacionalnom-parku-plitvicka-jezera-pusten-u-rad-mobilni-uredjaj-za-prociscavanje-otpadnih-voda/> (pristupljeno: 30.03.2022.)
25. Polšak, A., Juriša, M., Šparica M & Šimunić, A. (1977.): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, List Bihać L33–116. – Institut za geološka istraživanja, Zagreb (1962–1967), Savezni geološki zavod, Beograd.
26. Polšak, A., Šparica, M., Crnko J. & Juriša, M. (1978.): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, Tumač za list Bihać L33–116. – Institut za geološka istraživanja, Zagreb, (1967); Savezni geološki zavod, Beograd.
27. Polšak Palatinuš, V. (2017.): Otkrivamo detalje o zagađenju vode na Plitvicama i kako se to pokušava zataškati. *tportal.hr*. <https://www.tportal.hr/vijesti/clanak/otkrivamo-detalje-o-zagadenju-vode-na-plitvicama-i-kako-se-to-pokusava-zataskati-foto-20171213> (pristupljeno: 30.03.2022.)
28. Pravilnik o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe NN 125/2017. https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2017_12_125_2848.html (pristupljeno: 23.03.2022.)
29. Pravilnik o izmjenama i dopunama Pravilnika o parametrima sukladnosti, metodama analize, monitoringu i planovima sigurnosti vode za ljudsku potrošnju te načinu vođenja registra pravnih osoba koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe NN 39/2020. https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2020_04_39_832.html (pristupljeno: 01.04.2022.)
30. Prpić, J., Kosić, D. (2019.): Plitvička jezera - 40 godina od upisa na UNESCO-ovu listu svjetske kulturne i prirodne baštine. *Hrvatske vode* 27, 110
31. Simončić, V. (2017.): Živi zid – riješite problem Plitvica! *ZG-magazin*. <https://zg-magazin.com.hr/zivi-zid-rijesite-problem-plitvica/> (pristupljeno: 23.03.2022.)
32. Simončić, V. (2016.c): Na Plitvicama na WC bez grižnje savjesti. *ZG-magazin*. <https://zg-magazin.com.hr/na-plitvicama-na-wc-bez-griznje-savjesti/> (pristupljeno: 23.03.2022.)

33. Simončić, V. (2016.b): Kako spasiti Plitvice? *ZG-magazin*. <https://zg-magazin.com.hr/kako-spasiti-plitvice/> (pristupljeno: 23.03.2022.)
34. Simončić, V. (2016.a): Prije posjete Plitvicama obavezno obaviti nuždu kod kuće. *ZG-magazin*. <https://zg-magazin.com.hr/prije-posjete-plitvicama-obavezno-obaviti-nuzdu-kod-kuce/> (pristupljeno: 23.03.2022.)
35. Vodovod Korenica d.o.o. *Odvodnja – Sustav odvodnje na području Korenice*. <https://www.vodovod-korenica.hr/odvodnja/> (pristupljeno: 30.03.2022.)
36. Volner, Z. (2000.): *Opća medicinska mikrobiologija s epidemiologijom i imunologijom*. Školska knjiga, Zagreb.
37. Vurnek, M. (2021.): Sedra Plitvičkih jezera – fantastičan spoj kemije i biologije. *Hrvatske vode* 29, 117
38. Waltham, A., Fell, F., Culshaw, M. (2005): *Sinkholes (ordolines) and subsidence: karst and cavernous rocks in engineering and construction*. Springer. Berlin.
39. White, W. B. (2002). *Karsthydrology: recent developments and open questions*. *Engineering geology*, 65(2-3), 85-105.
40. Zakon o zaštiti prirode NN 80/13, 15/18, 14/19, 127/19 <https://www.zakon.hr/z/403/Zakon-o-za%C5%A1titi-prirode>(pristupljeno: 31.03.2022.)
41. Zaštita krškog vodonosnika u Istarskoj županiji i očekivani rezultati projekta DRINKADRIA. <https://www.slideserve.com/kalil/za-tita-kr-kog-vodonosnika-u-istarskoj-upaniji-i-o-ekivani-rezultati-projekta-drinkadria> (pristupljeno: 23.03.2022.)

Popis slika

Slika 1. Krš – primjer oblika i otjecanja površinskih voda. Izvor: <https://www.slideserve.com/kalil/za-tita-kr-kog-vodonosnika-u-istarskoj-upaniji-i-o-ekivani-rezultati-projekta-drinkadria>

Slika 2. Shematski prikaz šest osnovnih tipova vrtača. Izvor: Ford i Williams, 2007.

Slika 3. Vrtača kod mjesta Rastovača – ispuštanje otpadne vode. Izvor: <https://zg-magazin.com.hr/zivi-zid-rijesite-problem-plitvica/>

Slika 4. Trasiranje ponorne zone potoka Plitvica Na-fluoresceinom. Izvor: Kranjčić, N. 28.10.2021.

Slika 5. Lokacija vrtače kod mjesta Rastovača. Izvor: Biondić i Meaški, 2005.

Slika 6. Pojava trasera na izvoru Klokot I u BiH. Izvor: Biondić i Meaški, 2005.