

Pregledni članak (Review paper) | UDK: 556.53(497.5 Plitvička jezera)
 Primljeno (Received): 22.12.2022.; Prihvaćeno (Accepted): 25.10.2023.

BIJELA RIJEKA U NACIONALNOM PARKU PLITVIČKA JEZERA – POGLED NA ŽIVOT JEDNE TEKUĆICE

dr. sc. Maja Vurnek

Javna ustanova Nacionalni park
 Plitvička jezera
 Josipa Jovića 19, Plitvička Jezera,
 Hrvatska
maja.vurnek@np-plitvicka-jezera.hr

U Nacionalnom parku Plitvička jezera, kao vrlo poznatom svjetskom odredištu u kojem posjetitelji uživaju u svjetskoj prirodnoj baštini, nalazi se izvorišno područje malih gorskih tekućica. Upravo je jedna od tih tekućica Bijela rijeka koja svojim specifičnim položajem prolazeći kroz slabije naseljeno mjesto Plitvički Ljeskovac te hidrološkim, ekološkim i fizikalno-kemijskim karakteristikama, svjedoči promjenama koje je prouzročio čovjek. U Desetljeću restauracije ekosustava, nastojimo hidromorfološki degradirana područja promatrati kroz mogućnost obnove ekosustava koja ima svoj potencijal i na ovom značajnom vodotoku za zaštićeno područje. Pregled karakteristika Bijele rijeke i promjene tijekom vremena upućuju na neizbježan utjecaj čovjeka na prirodu. Uklanjanje pregrada u vodenim ekosustavima jedna je od aktivnosti ekološke restauracije, a ukoliko želimo slijediti primjere dobre prakse europskih zemalja, Nacionalni park Plitvička jezera nastojat će poduzeti sličnu aktivnost kako bi se vratili izvorni tokovi krškog riječnog ekosustava.

Ključne riječi: zaštićeno područje, izvorište, vodotok, pregrade, ekološka restauracija

1. UVOD

Tekućice poput rijeka ili potoka možemo definirati kao vodne tokove koji se nalaze unutar kanala i kreću se u jednom smjeru (Datry i dr. 2017). Uz vodotoke koji imaju stalan tok vode, postoje i vodotoci koji presušuju, a oni predstavljaju privremene dinamičke ekosustave te će vremenska dinamika presušivanja ovisiti o geomorfologiji terena, klimatskim uvjetima, hidrogeološkim svojstvima te antropogenim zahvatima (Bonacci i Erceg 2019). Ukoliko govorimo o krškim tekućicama, njihov površinski tok počinje krškim izvorima koji označavaju kraj podzemnog riječnog sustava i početak dominantnog površinskog toka (Ford i Williams 2007). Plitvička jezera predstavljaju jedan tipičan krški okoliš nastao na karbonatnim stijenama dolomita i vapnenaca iz razdoblja gornjeg trijasa i gornje krede te su ove tektonske strukture bile značajne u procesu formiranja kako podzemnih tako i

površinskih sustava (Biondić i dr. 2010). Najstariji (od 8. travnja 1949. godine) i površinom najveći (29.630,8 ha) nacionalni park u Republici Hrvatskoj, svjetski je poznat po 16 kaskadno poredanih jezera odijeljenih sedrenim barijerama preko kojih se prelijevaju predivni slapovi (slika 1).

Nacionalni park Plitvička jezera, iako u najvećem postotku svoje površine pokriven šumama bukve i jele, otkriva nam slatkovodne ekosustave jezera, potoka i krških izvora prisutnih na manje od 1 % površine zaštićenog područja (PU NPPJ 2019). Uz bogatstvo biljnih i životinjskih vrsta, područje nacionalnog parka dio je ekološke mreže Natura 2000 s ukupno 69 ciljnih vrsta ptica, biljnih i životinjskih vrsta te staništa (NN 80/2019), a svakako je od značajne važnosti upis područja 1979. godine na UNESCO-ovu Listu Svjetske prirodne baštine prema kriterijima vii, viii i ix kojima se opisuje jedinstvena univerzalna vrijednost (WHC 2019). Prirodne i kulturne



Slika 1: Kanjon Donjih jezera u Nacionalnom parku Plitvička jezera (arhiva NPPJ).

posebnosti cjelokupnog zaštićenog područja posebice se doživljavaju u izvorišnom području nacionalnog parka, pri čemu ekološke, hidrološke i socio-ekonomske karakteristike tekućica koje započinju svoj tok iz krških izvora, svjedoče brojnim promjenama tijekom prošlosti. Upravo je jedno takvo posebno područje nacionalnog parka izvorišno područje Bijele i Crne rijeke, smješteno južno od plitvičkog jezerskog sustava. Vodotok Bijele rijeke doživio je značajne promjene tijekom prošlosti, počevši od kraja 19. stoljeća pa do druge polovine 20. stoljeća, i svjedok je uspješnog i nešto manje uspješnog suživota čovjeka uz vodne tokove.

Iako kod tekućica očekujemo neometan protok vode, mnogobrojni vodni tokovi uslijed antropogenih zahvata bivaju pregrađivani što značajno utječe na ekološke i hidrološke karakteristike ovih tekućica, a Bijela rijeka u ovom slučaju nije iznimka. Oko 40 % europskih



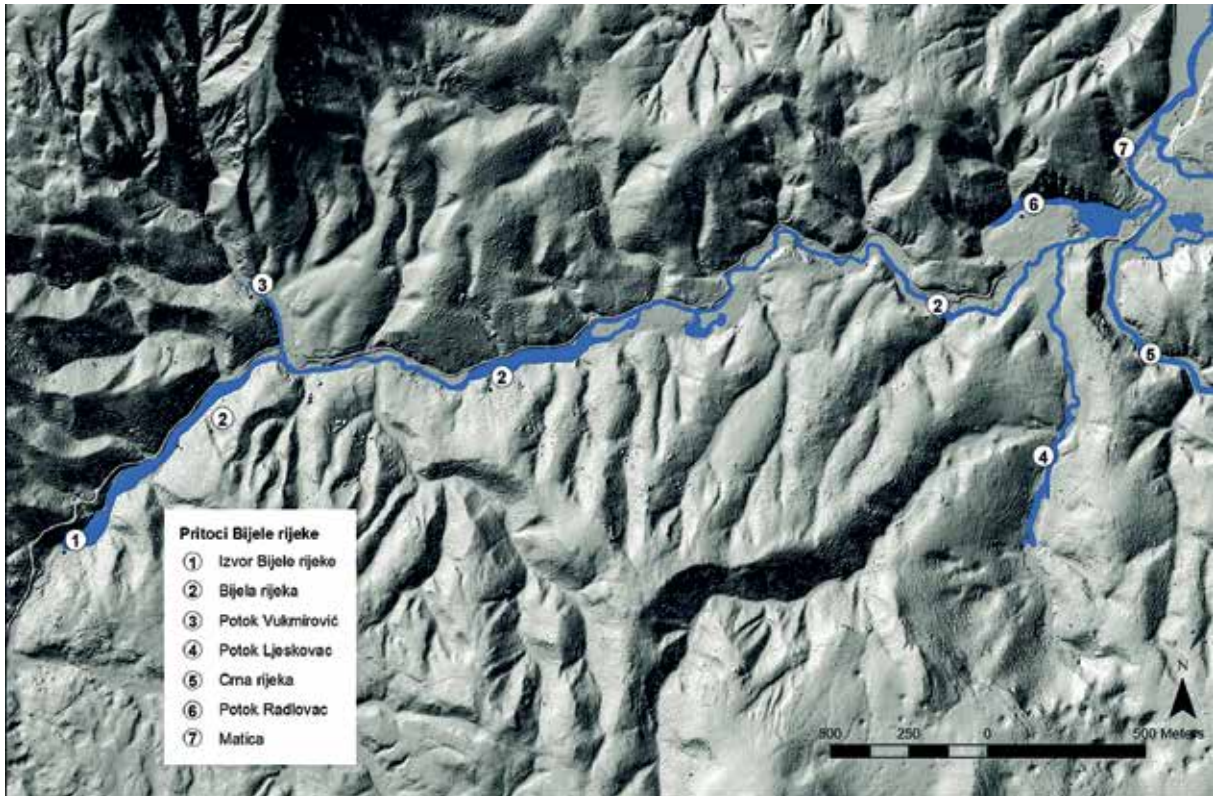
Slika 2: Pogled na izvorišno područje Bijele rijeke u zimu 2021. godine (arhiva NPPJ).

površinskih voda kao što su rijeke, jezera, prijelazne i obalne vode nalazi se u dobrom ekološkom stanju ili potencijalu, dok je 38 % u dobrom kemijskom stanju. Najznačajniji pritisci na površinska vodna tijela upravo su hidromorfološki (40 %), a zatim slijede raspršeni (38 %) i točkasti izvori onečišćenja (18 %). Hidromorfološki pritisci podrazumijevaju fizičke promjene korita, riparijske zone i obale (26 %) te strukture koje utječu na longitudinalni kontinuitet (24 %), poput brana (EEA 2018). Brojnost brana koje se nalaze u vodenim ekosustavima Europe teško je procijeniti, brana koje su više od 10 metara ima manje od 3 %, ali problem u brojnosti brana predstavljaju male brane nepoznate lokacije, gustoće i tipa u vodotocima mnogih europskih zemalja (Gough i dr. 2018). Gotovo preko milijun brana još uvijek pregrađuje europske vodne tokove, ali pozitivne promjene su prisutne te se svake godine određeni broj pregrada uklanja, pa je tako u 2021. godini uklonjeno 239 pregrada iz vodnih tokova (DRE 2022a).

U svibnju 2020. godine stupila je na snagu Strategija bioraznolikosti Europske unije ("Vraćanje prirode u naše živote") kojom se predviđa obnova slatkovodnih ekosustava i prirodnih funkcija rijeka. Plan je do 2030. godine vratiti najmanje 25.000 km rijeka u rijeke slobodnog toka što bi ujedno značilo uklanjanje suvišnih prepreka i obnovu poplavnih područja i močvara (EK 2020).

Važnost obnove, odnosno restauracije ekosustava, rezultirala je proglašenjem Desetljeća obnove ekosustava od 2021. do 2030. godine kao globalne inicijative Ujedinjenih naroda. U okviru idućih deset godina planirana je potpora usmjerena prema promoviranju globalnog pokreta za restauraciju, razvijanju zakonodavnih okvira kojima se potiče restauracija, razvijanju inovativnih financijskih mehanizama, određivanju imperativa baziranih na vrijednostima očuvanja, obnovi i brizi za prirodu, poduzimanju društvenih i prirodnih znanstvenih istraživanja za restauraciju kopnenih, slatkovodnih i morskih okoliša te praćenju napretka restauracije (UN 2020). Globalnom obnovom gotovo 15 % izmijenjene površine kopna, moglo bi se izbjeći 60 % očekivanog izumiranja vrsta, a obnova ekosustava imala bi i značajnu ulogu u ublažavanju klimatskih promjena uz moguće uklanjanje 13 - 26 Gt ugljika iz atmosfere (IUCN 2021).

Bijela rijeka u Nacionalnom parku Plitvička jezera izvire na oko 710 m n.v. (slika 2), u raspršenim izvorima koji su bez velike snage. U svom toku kroz naselje Plitvički Ljeskovac u rijeku utječu glavni pritoci koje čine potok Vukmirović (utječe u uzvodnom dijelu toka rijeke), potok Ljeskovac te relativno kratak vodotok Radlovac (oba utječu u nizvodnom dijelu toka rijeke) (slika 3). Tok Bijele rijeke je na pojedinim lokalitetima u uzvodnom i nizvodnom dijelu toka pregrađivan betonskim pregradama, a duž toka zabilježene su nekada aktivne, a danas uglavnom napuštene pilane i mlinice. U nizvodnom dijelu toka Bijele rijeke, vodotok utječe u betonsku cijev te zatim istječe kod nekadašnje



Slika 3: Kartografski prikaz Bijele rijeke s pritokama (arhiva NPPJ).

hidrocentrale gdje se spaja s Crnom rijekom te nastaje vodotok Matica. Matica zatim utječe u Prošćansko jezero, prvo jezero od 16 plitvičkih jezera. Iako relativno kratkog toka (4,5 km) (Meaški 2011), Bijela rijeka pruža zanimljiv uvid u hidrološke, ekološke i fizikalno-kemijske te antropogene karakteristike koje predstavljaju život jedne tekućice.

2. BIJELA RIJEKA U PROŠLOSTI

Pomoću povijesnih kartografskih prikaza područja Bijele rijeke i budućeg naselja Plitvički Ljeskovac može se uočiti tijek promjena s kraja 18. stoljeća (Arcanum Maps 2021a), kada vodotok Bijela rijeka nosi naziv Rika Potok, pa do kraja 19. stoljeća (Arcanum Maps 2021b) kada je Bijela rijeka označena samo nazivom Rieka (slika 4a i 4b).

Nekadašnje područje naselja Plitvički Ljeskovac bilo je vjerojatno obraslo šumom, a prvi stanovnici počinju sjeći šumske površine kako bi dobili livade i oranice te područje postupno poprima obrise stalnog naselja

kojem slijede izgradnja kuća za stanovanje, mlinova i pilana, ugostiteljskih objekata, škole i crkve, a zatim i uprave Nacionalnog parka. Prisustvom i djelovanjem čovjeka, područje uz Bijelu rijeku tijekom godina mijenja izgled izvornog netaknutog krajobraz (slika 5a i 5b).

Život stanovnika uz Bijelu rijeku odnosio se u početku na izgradnju mlinova, pilana i stupa koji su se pokretali na vodu, a čija izgradnja počinje sredinom 19. stoljeća. Detaljan popis mlinova i pilana (*pila*) na rijeci, uz imena vlasnika koji osobno ili kroz zadruge posjeduju ukupno deset mlinova i pilana navodi Delić (1899.). Zbog izgradnje pregrada nastaju akumulacije, čija je uloga prikupljanje vode koja bi se ispuštala za vrijeme suše, kada tok Bijele rijeke nije bio dovoljan za rad mlinova i pilana. Delić (1899.) piše kako je stvoreno sedam akumulacija te nakon posljednje, Bijela rijeka protječe do pilane u mjestu Ljeskovac te nastaje nova akumulacija (osma po redu). U kronološkom pregledu brojnosti mlinova i pilana prije 2. svjetskog rata i 1973. godine za naselje Plitvički Ljeskovac i područje Crne rijeke, zabilježena je



Slika 4: Kartografski prikaz Bijele rijeke s kraja 18. stoljeća (a) i kartografski prikaz s kraja 19. stoljeća s ucrtanim pritokama te nazivom naselja Ljeskovac (b).



Slika 5: Razglednica Plitvičkog Ljeskovca početkom 20. stoljeća (a) i u drugoj polovini 20. stoljeća (b) (Foto album Ivan Lay, arhiva NPPJ).

značajna razlika između ta dva razdoblja (tablica 1) te su u drugoj polovini 20. stoljeća prisutna samo dva mlin na Bijeloj rijeci (Vidaković 1974). Iako je Bijela rijeka bila idealna za gradnju objekata koje pokreće snaga vode jer je imala stalan i ravnomjeran tok, ove aktivnosti su ipak dovele do postupnog uništavanja jezeraca i slapova, a izgradnja mlinova negativno je djelovala na vodotok jer je rezultirala probijanjem i oštećivanjem postojećih sedrenih barijera te promjenama toka vode (Gušić 1974).

Izgradnjom hidroelektrane u Plitvičkom Ljeskovcu 1957. godine (Filipin i Fulanović 2009) također se značajno izmijenio nizvodni dio toka Bijele i Crne rijeke te je tok Bijele rijeke usmjeren u cijev, a posljednji dio toka Crne rijeke ulazi u betonsku ustavu hidroelektrane i protječe dalje preko betonskog preljevnog praga.

Značajne antropogene promjene i aktivnosti na Bijeloj rijeci nastupile su između 60-ih i kasnih 80-ih godina 20. stoljeća. U navedenom razdoblju, započinjju istraživanja kojima se postavljaju temelji spoznajama o biološko-ekološkim, hidrološkim i geološkim karakteristikama područja Plitvičkih jezera i to ne samo istraživanja vezana uz vodeni ekosustav već i za šumske i travnjačke površine te inventarizaciju biljnog i životinjskog svijeta (Brnek-Kostić i Krga 1978). U razdoblju od 1959. do 1972. godine provode se hidrobiološka istraživanja kojima se utvrdilo onečišćenje plitvičkog sustava te promjene u fauni bentosa na pojedinim lokalitetima (Kostić-Brnek i Brnek-Kostić 1974). Obzirom na to da se usporedno s istraživanjima i njihovim rezultatima sve više podiže svijest o važnosti zaštite prirode područja Plitvičkih jezera te se razvija koncept prostornog planiranja, zbog

utjecaja na izvorišno područje i jezerski sustav za naselje Plitvički Ljeskovac propisuju se mjere koje su tada podrazumijevale preseljenje stanovništva iz izvorišnog područja u druge dijelove nacionalnog parka te uklanjanje svih ugostiteljskih objekata (Vidaković 1974).

Tijekom 1962. i 1963. godine izgrađeno je šest akumulacija i nekoliko pregrada (slika 6) s primarnom ulogom zadržavanja organske tvari i mogućeg onečišćenja te sprječavanja dotoka onečišćenja Bijelom rijekom iz naselja Plitvički Ljeskovac u Proščansko jezero. No već u rasponu od 20-ak godina, akumulacije su se pokazale kao vrlo neučinkovite jer je proces eutrofikacije u njima uznapredovao i očitovao se u razvoju vodene vegetacije te su time postale sekundarni onečišćivač Bijele rijeke (Krga 1988).

Zabrinjavajuće stanje akumulacija potaknulo je na promišljanje o mogućim načinima sanacije. Provedene su analize kakvoće vode iz akumulacija Bijele rijeke te je utvrđeno kako su II., III. i IV. akumulacija vrlo plitke, voda gotovo nema protok, opterećene su organskom tvari te imaju povećan stupanj trofije i saprobnosti te je upitno treba li akumulacije održavati i dalje ili ih ukloniti i vratiti prijašnji tok Bijele rijeke (Dešković i dr. 1982). Ispuštanje vode iz pojedinih akumulacija i uklanjanje gornjih slojeva sedimenta te odvoz prikupljenog materijala bio je jedan od prijedloga, dok se drugi prijedlog odnosio na određivanje vremenskog intervala kada bi se dopustio razvoj vodene vegetacije i zatim odredilo njeno uklanjanje (Stilinović i Habdija 1980).

U konačnici, odlučuje se za uklanjanje brana iz razloga što je obveza čišćenja akumulacija koja bi se zasigurno trebala provoditi svakih 10 godina djelovala financijski

Tablica 1: Usporedba brojnosti mlinova i pilana prije 2. svjetskog rata i 1973. godine (preuzeto iz Vidaković, 1974.).

Lokacija	Razdoblje		Vrsta objekta
	Prije 2. svjetskog rata	1973.	
Bijela rijeka	10	2	Mlin
	5	-	Pilana
Plitvički Ljeskovac	1	-	Pilana
Crna rijeka	3	n.p.	Mlin

*n.p. nema podatka



Slika 6: Tijek izgradnje betonske pregrade na Bijeloj rijeci (arhiva NPPJ).

zahtjevno i neizvedivo. Zemljani radovi na uklanjanju brana, grlenjaka i odvodnih cijevi provedeni su u jesen 1988. godine, a za proljeće 1989. godine planirano je detaljno uređenje svakog mjesta umjetne barijere uz sadnju drveća i grmlja kako bi prostor izgledao što prirodnije (Krga 1988).

U dostupnoj dokumentaciji nacionalnog parka nema zapisa o uklanjanju brana te je teško utvrditi koji su

djelovi i jesu li uopće uklonjeni, jer su pregrade (slika 7) i akumulacije (slika 8) prisutne i danas pa bi mogli zaključiti kako nije provedeno uklanjanje brana u drugoj polovini 20. stoljeća. Prema današnjem stanju, na vodotoku Bijele rijeke zabilježeno je otprilike 8 kritičnih točaka s pregradama od kojih dio pripada betonskim ustavama s cijevima, a dio nekada aktivnim mlinovima i pilanama (Vurnek 2021).



Slika 7: Vanjski dio betonske pregrade u koju utječe tok Bijele rijeke. Vodotok utječe u betonsku ustavu i istječe nakon otprilike 37 m kroz cijev (arhiva NPPJ).



Slika 8: Akumulacija uzvodno od pregrade kod Stipanovog mlina (arhiva NPPJ).

3. KARAKTERISTIKE VODOTOKA

Bijela rijeka prema tipologiji tekućica Republike Hrvatske pripada gorskim i prigorskim malim tekućicama (HR-R_6) Dinaridske kontinentalne subekoregije (NN 17/13.; NN 151/14.; Stanković i Leitner 2015). Sliv Bijele rijeke obuhvaća 10,35 km² površine te se nalazi na nadmorskoj visini od 640 m do 1.080,75 m (Lužar-Oberiter i dr. 2020). Hidrogeološke cjeline Bijele i Crne rijeke te potoka Ljeskovca zajedno čine podsliv rijeke Matice koji daje ukupno 2/3 vode koja utječe u jezerski sustav, odnosno obuhvaća 55 % sliva Plitvičkih jezera (Meaški 2011). Bijela rijeka (slika 9) prema hidrokemijskom sastavu ima 22 % Mg²⁺, 28 % Ca²⁺ i 48 % HCO³⁻ što ukazuje na napajanje iz područja dolomitnih naslaga (Meaški 2011) te u odnosu na Crnu rijeku ima 2 puta više magnezija što bi značilo kako se oborinske vode procjeđuju kroz dolomit (Srdoč i dr. 1985).

Prema pregledu raspoloživih podataka (do 2020. godine) o vodostajima (H) i protocima (Q) za hidrološku postaju na Bijeloj rijeci koja je započela s radom 1979. godine, zabilježen je srednji godišnji vodostaj od 32 cm te podaci ukazuju na trend smanjenja vodostaja od 0,03 cm god⁻¹. Srednji godišnji protok praćen u razdoblju od 1982. godine te nakon ratnih zbivanja od 2001. do 2020. godine, iznosi 0,473 m³ s⁻¹, a uočen je trend porasta protoka (Bencetić Klaić i dr. 2021).



Slika 9: Donji dio toka Bijele rijeke u naselju Plitvički Ljeskovac (arhiva NPPJ).



Slika 10: Izvorište Bijele rijeke s emergencijskim klopnama postavljenima za potrebe višegodišnjeg istraživačkog projekta (arhiva NPPJ).

3.1. Kemijske i biološke karakteristike izvorišta

Izvor Bijele rijeke je uzlazni tip izvora koji se prihranjuje vodom iz propusnog područja Brezovca te se nalazi na rasjednom kontaktu silificiranih dolomita gornjeg malma i propusnih vapneno-dolomitnih naslaga donjeg malma (Polšak 1974). Iako je Brezovac naveden kao slivno područje Bijele rijeke, trasiranja provedena u ponorima tog područja nisu dala rezultate, odnosno traser se nije pojavio na izvoru Bijele rijeke (Dešković i dr. 1981), što bi moglo upućivati kako je područje sliva prema sjever-sjeverozapadu, odnosno prema Seliškom vrhu, ali to nije do sada potvrđeno (Meaški 2011).

Izvor ima psamoreokrene karakteristike što ga opisuje kao lotičko stanište koje sadrži šljunak, mahovinu, pijesak i makrovegetaciju kao supstrat (Ivković i dr. 2020). Ujednačena temperatura vode tijekom godine ukazuje na dobro miješanje vode u podzemlju sa sezonskim dotocima (Srdoč i dr. 1985; Meaški 2011). Prilikom izlaska vode na površinu iz nekoliko manjih izvora od kojih neki imaju kamenito ili pjeskovito dno, dolazi do otplinjavanja ugljikovog dioksida uslijed čega se povećava pH-vrijednost vode nakon nekoliko stotina metara od izvora i snižava koncentracija karbonatne kiseline. Indeks zasićenja kalcijevim karbonatom ukazuje na gotovo ravnotežne uvjete ($I_{\text{sat}} = 1-2$) te duž prvih kilometar-dva toka nema taloženja kalcita (Srdoč i dr. 1985; Barešić i dr. 2011). Obzirom na koncentracije izotopa deuterija (^2H) i kisika (^{18}O) praćene na izvoru

Bijele rijeke, dolazi do vrlo dobrog miješanja vode koja dotječe u podzemlje i podzemne vode u vodonosnom sloju (Srdoč i dr. 1985; Horvatinčić i dr. 2014). Usporedbom podataka prikupljenih tijekom razdoblja od 1981. do 1986. i od 2010. do 2014., temperatura vode na izvoru Bijele rijeke viša je za 0,6 °C u odnosu na 80-e godine prošlog stoljeća (Sironić i dr. 2017).

Koncentracije nitrata u izvorišnom dijelu toka povišene su u odnosu na plitvički jezerski sustav, kao posljedica prirodnih interakcija vode koja prolazi kroz humus ovog šumskog područja (Horvatinčić i dr. 2006). Trendovi višegodišnjih nizova koncentracija hranjivih soli nitrata, nitrita, amonijaka i ortofosfata za izvorišta nacionalnog parka, negativni su i nisu statistički značajni (Vurnek i dr. 2021). Prostorna dinamika kretanja koncentracija hranjivih soli od izvorišta ukazuje na niske koncentracije nitrita i ortofosfata koje se zatim povećavaju duž toka, dok za vrijednosti amonijaka nema značajnih razlika (Stanković i Leitner 2015).

U izvorišnom dijelu toka Bijele rijeke (slika 10) zabilježena je makroalga čistih i hladnih potoka *Plectonema tomasinianum*, 33 svojte algi kremenjašica te mahovina *Cratoneuron filicinum*. Lokalitet izvorišnog dijela Bijele rijeke pripadao bi tipu mahovinske zajednice *Platyhypnidium riparioides-Fontinalis antypiretica*. Uz 11 svojti makrofiti zastupljene su i vrste puzavi celer, kaljužnica i potočna čestoslavica (Stanković i Leitner 2015). Vodeni dvokrilci (Diptera) zabilježeni su sa 17 porodica od kojih je najzastupljenija po broju jedinki

porodica *Chironomidae*, a najniža emergencija ove porodice uočena je tijekom višegodišnjeg praćenja u 2011. i 2012. godini kada je nastupilo izrazito sušno razdoblje (Ivković i dr. 2021).

3.2. Kemijske i biološke karakteristike nizvodnog dijela toka

Donji dio toka Bijele rijeke prema podacima iz druge polovine 20. stoljeća svrstava se u mezosaprobne i polisaprobne vode (Matonićkin i dr. 1971). Kostić-Brnek i Brnek-Kostić (1965.) utvrđuju za donji dio toka Bijele rijeke onečišćenje i dominaciju maločetinaša (*Oligochaeta*) s udjelom od 30 % od ukupne gustoće bentičkih makrobekralješnjaka.

Na dijelu toka Bijele rijeke u Plitvičkom Ljeskovcu zabilježene su makroalge poput brojnije *Zygnema* sp., česte *Vauscheria* sp. (Stanković i Leitner 2015) i povremene zlatnožute makroalge *Hydrurus foetidus*, za koju je lokalitet Bijele rijeke jedini nalaz za Republiku Hrvatsku (Stanković i Leitner 2016).

Zanimljiva usporedba mikrobioloških pokazatelja za dva razdoblja (1977. - 1986. i 1997. - 2003. godine) na lokalitetu Bijele rijeke, utvrđuje znatno poboljšanje kakvoće vode nakon ratnih zbivanja te je uočen pad broja koliformnih bakterija od čak 93 % i heterotrofnih bakterija za 74 % (Stilinović i dr. 2004). Povišene vrijednosti bakterija indikatora fekalnog onečišćenja (ukupnih i fekalnih koliformnih bakterija) u usporedbi s vrijednostima u Proščanskom jezeru ipak su zabilježene u recentnije vrijeme, vjerojatno kao utjecaj razvoja stočarstva uz sam vodotok (Vurnek i dr. 2016).

Indeksi korišteni za procjenu ekološkog stanja na

temelju makrofita upućuju na opću degradaciju vodotoka. Degradacija se očituje u potamalizaciji (umjetno usporenje toka vode) na lokalitetu Bijele rijeke prije Plitvičkog Ljeskovca, a koja je uzrokovana pregradom i usporavanjem toka vode. Također, utvrđen je i značajan antropogeni utjecaj u smislu hidromorfološke degradacije koja je vidljiva duž cijelog vodotoka Bijele rijeke. Ocjena ekološkog stanja Bijele rijeke (slika 11) na temelju osnovnih fizikalno-kemijskih pokazatelja ukazuje na dobro ekološko stanje (Stanković i Leitner 2015).

Tijekom istraživanja ihtiofaune Bijele rijeke, ulovljene su 62 jedinke pastrve *Salmo trutta* te je ihtiomasa rijeke proračunata na 5 - 6 kg ha⁻¹. Bijela rijeka je prema procjeni kvalitete staništa u suboptimalnoj kategoriji, a zbog prepreka koje sprječavaju dnevne i sezonske migracije riba, može se svrstati u kategoriju marginalno odnosno u kategoriju loše od naselja Plitvički Ljeskovac do ušća. Dio toka Bijele rijeke nizvodno od Plitvičkog Ljeskovca, visoka kaskada i gusta obalna vegetacija čine nizvodni tok nepogodnim za opstanak riba (Mrakovčić i Leiner 2019). Predložene su konzervacijske mjere koje uključuju restauraciju staništa i uspostavu riječnog kontinuuma, uklanjanje invazivnih vrsta riba te uvećanje populacije pastrve. U slučaju primjene svih mjera, scenarijem je predviđena uspostava vijabilnih i stabilnih populacija pastrve (Buj i dr. 2020).

4. UKLANJANJE BRANA I EKOLOŠKA RESTAURACIJA

U posljednjih 25 godina u pojedinim zemljama Europe,



Slika 11: Pogled iz zraka na nizvodni dio toka Bijele rijeke (arhiva NPPJ).

uklonjeno je oko 4.500 brana i raznih oblika pregrada. Brane se uklanjaju jer nemaju više svoju funkciju, promijenjene su društvene potrebe i vrijednosti, predstavljaju prijetnju te iz potrebe povratka ekoloških funkcija i staništa za ugrožene riblje i druge vrste (Nature Conservancy 2021). U Hrvatskoj je provedeno tek nekoliko obnova vodotoka (na vodnom području Dunava i donje Drave te dio područja Aljmaškog rita) s ciljem revitalizacije rukavaca. Jednostavnija mjera obnove vodotoka bila bi upotreba prirodnih materijala (granja) za kontrolu erozije, a najopsežnije mjere uključuju uklanjanje brana i nasipa (Blagus i Tadić 2018).

Poboljšanje i restauracija prirodnih vrijednosti odnosno obnova prirodne dinamike rijeke (slika 12), zaštita i obnova riječnih staništa i obala, ponovno povezivanje poplavne ravnice, vraćanje protoka energije i sedimenta te poboljšanje migracijskih puteva riba povezivanjem uzvodnih i nizvodnih staništa, neki su od glavnih razloga uklanjanja brana (Goughe i dr. 2018).

Ekološka restauracija se smatra procesom kojim se pomaže oporavak ekosustava koji je degradiran, oštećen ili uništen te se odnosi na uklanjanje ili oblikovanje određene smetnje što omogućuje ekološkim procesima uspostavu neovisnog oporavka (SER 2004). U zaštićenim područjima, ekološka restauracija može imati dva cilja: povratak ekološkog integriteta unutar ili oko zaštićenog područja kroz ponovnu uspostavu prirodne hidrologije ili drugih fizikalnih i kemijskih uvjeta koji podržavaju strukturu i funkcionalnost ekosustava te održavanje odnosno stvaranje odgovarajućeg staništa. Provedba ekološke restauracije obuhvaćala bi definiranje problema i uključivanje dionika, procjenu problema, razvoj ciljeva, dizajniranje pristupa, provedbu restauracije i implementiranje prilagodljivog upravljanja (Keenleyside i dr. 2012).

5. ZAKLJUČAK

U ovom desetljeću suočavamo se s prijetnjom potrebom restauracije staništa, obnovom vodotoka kako u zaštićenim područjima tako i u svim onim područjima gdje vodeni ekosustavi imaju značajnu ulogu u očuvanju hidroloških, ekoloških i socio-ekonomskih vrijednosti.

Bijela rijeka kao tekućica kratkog toka do spajanja s Crnom rijekom, od svoje davne prošlosti svjedok je mnogih promjena koje su značajno utjecale na sam izgled vodotoka. Od mlinova i pilana pa do akumulacija i pregrada, tok rijeke se mijenjao pri tome



Slika 12: Uklanjanje pregrade na rijeci Kent (Cumbria, Engleska) prije i nakon zahvata (preuzeto s DRE 2022b).

mijenjajući hidromorfološke i ekološke karakteristike kako u uzvodnom dijelu toka tako i u nizvodnom dijelu. Međutim, ne možemo zanemariti nastojanja da se toliko promijenjena tekućica vrati u što prirodniji tok, iako ta nastojanja nisu bila realizirana u drugoj polovini 20. stoljeća. U Nacionalnom parku Plitvička jezera prepoznajemo potrebu provedbe restauracije vodnog toka Bijele rijeke s obzirom na vrlo kompleksne promjene kao posljedica antropogenih aktivnosti. Samim time svjesni smo da postupak restauracije nije jednostavan i nije jednokratni te zahtijeva cjelovit, temeljit i holistički pristup. Pokušavamo sagledati problem multidisciplinarno i predvidjeti moguće utjecaje te su pokrenute početne aktivnosti projektnih prijedloga restauracije i očekuje se daljnji tijek u godinama koje dolaze.

ZAHVALA

Pregledni članak je proizašao iz elaborata "Bijela rijeka – jučer, danas, sutra" pripremljenog za potrebe Nacionalnog parka Plitvička jezera kao dio pripremnih radnji za izradu budućih projektnih zadataka restauracije vodnog toka Bijele rijeke. ■

LITERATURA

- Arcanum Maps. 2022a. *Karlstadter Generalat (1774-1775) – First Military Survey*. <https://bit.ly/3ctPopT> (posjet 22. studenog 2022. godine).
- Arcanum Maps. 2022b. *Europe in the XIX. Century (with the Third Military Survey)*. <https://bit.ly/3redDfQ> (posjet 22. studenog 2022. godine).
- Barešić, J., Horvatinčić, N., Roller-Lutz, Z. 2011. Spatial and seasonal variations in the stable isotope composition of dissolved inorganic carbon and in physico-chemical water parameters in the Plitvice lakes system. *Isotopes in environmental and health studies*. 47(3), 316-329.
- Bencetić Klaić, Z., Orlić, M., Pasarić, M., Herceg Bulić, I., Grgurić, S., Burić, M., Gašparac, G., Rubinić, J., Radišić, M., Ružić, I., Kalajžić, D., Kapelj, S., Loborec, J., Zavrtnik, S. 2021. Hidrodinamičko modeliranje sustava Plitvičkih jezera. *Završna studija*, Prirodoslovno-matematički fakultet i Geotehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci.
- Biondić, B., Biondić, R., Meaški, H. 2010. The conceptual hydrogeological model of the Plitvice Lakes. *Geologia Croatica*. 63(2), 195-206.
- Blagus, M., Tadić, L. 2018. Obnova vodotoka – mjera zaštite i poboljšanja riječnog ekosustava. *Hrvatske vode*. 26(106), 239-248.
- Bonacci, O., Erceg, O. 2019. Hidrološki i ekohidrološki vidovi vodotoka koji presušuju i povremenih vodotoka. *Hrvatske vode*. 27(109), 237-244.
- Brnek-Kostić, A., Krga, M. 1978. Istraživački sektor Nacionalnog parka Plitvička jezera. *Plitvički vjesnik*. 44(lipanj), 4-5.
- Buj, I., Raguž, L., Marčić, Z., Čaleta, M., Duplić, A., Zanella, D., Mustafić, P., Ivić, L., Horvatić, S., Karlović, R. 2020. Plitvice Lakes National Park harbors ancient, yet endangered diversity of trout (genus *Salmo*). *Journal of Applied Ichthyology* 2020(00). 1-18.
- DRE – Dam Removal Europe 2022a. *Dam Removal Europe: Removed Barriers*. <https://damremoval.eu/dam-removal-map-europe/> (posjet 21. studenog 2022.).
- DRE – Dam Removal Europe 2022b. *Bowston Weir removal – The first step in renaturalizing River Kent*. <https://damremoval.eu/portfolio/bowston-england/> (posjet, 21. prosinca 2022.).
- Datry, T., Bonada, N., Boulton, A. 2017. *Intermittent rivers and ephemeral streams – Ecology and management*. Elsevier & Academic Press. London.
- Delić, K. M. 1899. *Plitvička jezera i njihova okolina*. Zagreb.
- Dešković, I., Milenković, V., Marušić, R. 1981. Značaj, svrha i neki rezultati hidrokemijskih, hidroloških i sanitarnih istraživanja površinskih i podzemnih voda Nacionalnog parka Plitvička jezera. *Vodoprivreda*. 13(69-71), 7-19.
- Dešković, I., Sipos, L., Marušić, R., Pedišić, M. 1982. Izvještaj o fizikalnim, kemijskim, bakteriološkim i biološkim karakteristikama voda u Nacionalnom parku Plitvička jezera. *Izvještaj*, Građevinski institut, OOUR Fakultet građevinskih znanosti, Zavod za hidrotehniku. Zagreb.
- EEA – European Environment Agency 2018. *European waters: Assessment of status and pressures 2018. EEA Report 7(2018)*. Luxembourg.
- EK – Europska komisija 2020. *Komunikacija Komisije Europskom parlamentu, Vijeću, Europskom gospodarskom i socijalnom odboru i Odboru regija. Strategija EU-a za bioraznolikost do 2030*. Hrvatska verzija.
- Filipin, R., Fulanović, D. 2009. Mišljenje o strojarskim postrojenjima hidrocentrala u Nacionalnom parku Plitvička jezera – HE Plitvički Ljeskovac i HE Burget. *Elaborat*. Tehnički muzej Zagreb. Zagreb.
- Ford, D., Williams, P. 2007. *Karst Hydrogeology and Geomorphology*. John Wiley & Sons Ltd. England.
- Gough, P., Fernández Garrido, P., Van Herk, J. 2018. *Dam Removal. A viable solution for the future of our European rivers*. Dam Removal Europe.
- Gušić, B. 1974. Čovjek i zaštita Plitvičkih jezera. *Plitvička jezera – Čovjek i priroda* (ur. B. Gušić, M. Marković) 71-84, Nacionalni park Plitvice, Grafički zavod Hrvatske. Zagreb.
- Horvatinčić, N., Briansó, J. L., Obelić, B., Barešić, J., Krajcar Bronić, I. 2006. Study of pollution of the Plitvice Lakes by water and sediment analyses. *Water Air and Soil Pollution Focus*. 6(5-6), 475-485.
- Horvatinčić, N., Barešić, J., Krajcar Bronić, I., Obelić, B., Rajtarić, A., Sironić, A., Vdović, N., Karašić, S., Milunović, M., Ivanić, M., Sondi, I. 2014. Utjecaj klimatskih promjena i stanja u okolišu na biološki inducirano taloženje sedre i sedimentacijske procese u Plitvičkim jezerima. *Završno izvješće*. Institut Ruđer Bošković. Zagreb.
- IUCN – International Union for Nature Conservation 2021. *Community organizing toolkit for UN Decade on Ecosystem Restoration*. Gland, Switzerland. IUCN.
- Ivković, M., Dorić, V., Vilenica, M. 2020. Fenologija vodenih kukaca. *Izvještaj*. Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek. Zagreb.
- Ivković, M., Dorić, V., Pozojević, I. 2021. Fenologija vodenih kukaca. *Izvještaj*. Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek. Zagreb.
- Keenleyside, K. A., Dudley, S., Cairns, S., Hall, C. M., Stolton, S. 2012. *Ecological Restoration for Protected Areas: Principles, Guidelines and Best Practices*. Gland, Switzerland. IUCN.
- Kostić-Brnek, Lj., Brnek-Kostić, A. 1965. Prvi rezultati saprobioloških istraživanja na Plitvičkim jezerima i okolnim vodama. *Plitvički bilten*. 1(1), 7-19.
- Kostić-Brnek, Lj., Brnek-Kostić, A. 1974. Vode Nacionalnog parka Plitvička jezera i život u njima. *Plitvička jezera – Čovjek i priroda*. (ur. B. Gušić, M. Marković) 37-51, Nacionalni park Plitvice, Grafički zavod Hrvatske. Zagreb.
- Krga, D. 1988. Uklonjene barijere na Bijeloj rijeci. *Plitvički vjesnik*. 128, 9-9.
- Lužar-Oberiter, B., Barudžija, U., Matoš, B., Cvetko Tešović, B., Martinuš, M., Vlahović, I., Moro, A., Tomljenović, B., Bucković, D., Juračić, M., Pavičić, I., Krnjak, H. 2020. Sedimentologija, stratigrafija i

strukturno-geološke značajke Plitvičkih jezera. *Završno izvješće*. Prirodoslovno-matematički fakultet, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu. Zagreb.

Matoničkin, I., Pavletić, Z., Tavčar, V., Krkač, N. 1971. Limnološka istraživanja reikotopa i fenomena protočne travertinizacije u Plitvičkim jezerima. *Acta Biologica VII/1*(knjiga 40). Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti.

Meaški, H. 2011. Model zaštite krških vodnih resursa na primjeru Nacionalnog parka Plitvička jezera. *Disertacija*. Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb.

Mrakovčić, M., Leiner, S. 2019. Ekološke značajke, struktura ihtipopulacija i prijedlozi za ustaljenje autohtone ihtiofaune Plitvičkih jezera. *Završna studija*. Hrvatsko ihtiolološko društvo i Hrvatski prirodoslovni muzej. Zagreb.

NN - Narodne novine 2013. NN 17/13. Uredba o standardu kakvoće voda.

NN – Narodne novine 2014. NN 151/14. Uredba o izmjenama i dopunama Uredbe o standardu kakvoće voda.

NN – Narodne novine 2019. NN 80/2019. Uredba o ekološkoj mreži i nadležnostima javnih ustanova za upravljanje područjima ekološke mreže.

Nature Conservancy 2021. <https://www.nature.org/en-us/about-us/where-we-work/europe/stories-in-europe/restoring-free-flowing-rivers-in-europe/> (posjeta 17. veljače 2021. godine).

PU NPPJ - Plan upravljanja Nacionalnim parkom Plitvička jezera 2019. Plan upravljanja Nacionalnim parkom Plitvička jezera 2019. – 2028. (ur. T. Kovačević) Stega – tisak d.o.o. Zagreb.

Polšak, A. 1974. Geološki aspekti zaštite Plitvičkih jezera. *Plitvička jezera – Čovjek i priroda*. (ur. B. Gušić, M. Marković) 25-33. Nacionalni park Plitvice, Grafički zavod Hrvatske. Zagreb.

Sironić, A., Barešić, J., Horvatinčić, N., Brozinčević, A., Vurnek, M., Kapelj, S. 2017. Changes in the geochemical parameters of karst lakes over the past three decades – The case of Plitvice Lakes, Croatia. *Applied Geochemistry*. 78. 12-22.

SER - Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group 2004. *The SER International Primer on Ecological Restoration*. www.ser.org & Tucson, Society for Ecological Restoration International. https://www.ctahr.hawaii.edu/littonc/PDFs/682_SERPrimer.pdf (posjet 19. prosinca 2022. godine).

Srdoč, D., Horvatinčić, N., Obelić, B., Krajcar, I., Sliepčević, A. 1985. Procesi taloženja kalcita u krškim vodama s posebnim osvrtom na Plitvička jezera. *Krš Jugoslavije*. 11(4-6), 1-104.

Stanković, I., Leitner, P. 2015. Procjena stanja izvorišnog područja Plitvičkih jezera (Bijela rijeka) u odnosu na referentno stanje na temelju bioloških elemenata. *Završno izvješće*. Hrvatsko botaničko društvo. Zagreb.

Stilinović, B., Habdija, I. 1980. Plan sanacije današnjeg

stanja u akvatoriju i opskrbnim vodama Nacionalnog parka. *Dopis*. Arhiva NPPJ.

Stilinović, B., Habdija, I., Dujmović, A. 2004. Kakvoća vode ekosustava Plitvičkih jezera od godine 1977. do 2003. godine na temelju bakterioloških analiza. *Plitvički bilten*. 6, 83-93.

UN – Ujedinjeni narodi 2020. The United Nations Decade on Ecosystem Restoration. *Strategy*, UN Environment Programme, Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Vidaković, P. 1974. Dosadašnji privredni razvoj i buduće vrednovanje plitvičkog područja. *Plitvička jezera – Čovjek i priroda*. (ur. B. Gušić, M. Marković) 85-127, Nacionalni park Plitvice, Grafički zavod Hrvatske. Zagreb.

Vurnek, M. 2021. Bijela rijeka – jučer, danas, sutra. *Elaborat*. Nacionalni park Plitvička jezera. Plitvička Jezera.

Vurnek, M., Brozinčević, A., Matoničkin Kepčija, R., Frketić, T. 2021. Analyses of long-term trends in water quality data of the Plitvice Lakes National Park. *Fundamental and Applied Limnology*. 194(3), 155-169.

Vurnek, M., Brozinčević, A., Briški, F., Matoničkin Kepčija, R. 2016. Distributional patterns of fecal indicator bacteria in spring area of Plitvice Lakes National Park. *Periodicum biologorum*. 118(1), 37-44.

WHC - World Heritage Committee 2019. Adoption of retrospective Statements of Outstanding Universal Value. *WHC/19/43.COM/8E*.

THE BIJELA RIJEKA IN THE PLITVICE LAKES NATIONAL PARK – A LOOK AT A RUNNING STREAM

Abstract: The Plitvice Lakes National Park, a famous global destination where visitors enjoy natural world heritage, is also the source area of small mountain watercourses, one of them being the Bijela Rijeka. Due to its specific position, i.e. passing through a less populated settlement (Plitvički Ljeskovac), and its hydrological, ecological and physico-chemical characteristics, it bears witness to man-made changes. In the Decade on Ecosystem Restoration, we are attempting to view hydromorphologically degraded areas through their restoration potential; in the case of this significant watercourse, for a protected area. The Bijela Rijeka characteristics and the changes that have happened over time point to the inevitable human influence on nature. Barrier removal in aquatic ecosystems is an environmental restoration activity, and if it wants to follow good practice of EU countries, the Plitvice Lakes National Park will attempt to undertake a similar activity in order to restore the original flows of the karst river ecosystem.

Keywords: protected area, source, watercourse, barriers, ecological restoration

DER WEISSE FLUSS IM NATIONALPARK PLITVICER SEEN – WIE LEBT EIN FLUSS

Abstrakt: Im berühmten Reiseziel Nationalpark Plitvicer Seen können Besucher dieses einzigartige Weltnaturerbe genießen und bei dieser Gelegenheit auch die Quellen kleiner Gebirgsflüsse besuchen. Einer davon ist der Fluss Bijela, der mit seiner besonderen Lage durch den weniger besiedelten Ort Plitvički Ljeskovac und seinen hydrologischen, ökologischen und physikalisch-chemischen Eigenschaften von den vom Menschen verursachten Veränderungen zeugt. In der Dekade der Wiederherstellung von Ökosystemen versuchen wir, hydromorphologisch geschädigte Gebiete anhand der Wiederherstellung von Ökosystemen zu betrachten, die auch in diesem Wasserlauf für ein Schutzgebiet von Bedeutung sind. Ein Überblick über die Eigenschaften des Weissen Flusses (Bijela rijeka) und seine Veränderungen im Laufe der Zeit weisen auf den unvermeidlichen Einfluss des Menschen auf die Natur hin. Die Beseitigung von Barrieren in Wasserökosystemen ist eine der Massnahmen der ökologischen Wiederherstellung, und wenn wir den Beispielen guter Praktiken europäischer Länder folgen wollen, wird der Nationalpark Plitvicer Seen versuchen, ähnliche Schritte umzusetzen, um die ursprünglichen Flüsse des Karst-Ökosystems wiederherzustellen.

Schlüsselwörter: Schutzgebiet, Quelle, Wasserlauf, Barrieren, ökologische Wiederherstellung