

# OBNOVA VODOTOKA – MJERA ZAŠTITE I POBOLJŠANJA RIJEČNOG EKOSUSTAVA

**Marko Blagus, univ. spec. ing. aedif.**  
Hrvatske vode,  
VGO za Dunav i donju Dravu  
Splavarska 2 a, 31000 Osijek  
mblagus@voda.hr

**prof. dr. sc. Lidija Tadić, dipl. ing. građ.**  
Građevinski i arhitektonski fakultet  
Sveučilišta J. J. Strossmayera u Osijeku  
Vladimira Preloga 3, 31000 Osijek  
ltadic@gfos.hr

Obnovom vodotoka teži se postizanju prirodnijeg stanja korita dok se istovremeno ostvaruju preduvjeti za povrat prirodnih procesa i funkcija vodotoka. Raspoložive mjere obnove vodotoka prilično variraju u opsegu i kompleksnosti i u članku su prikazane neke od najčešćih vrsta zahvata. Učinak različitih mjera i zahvata revitalizacije vodotoka analizira se s hidrauličkog, hidrološkog, morfološkog, ekološkog i socio-ekonomskog gledišta. Također je prikazan i načelni tijek provedbe projekata s mogućim dionicima. Obnova vodotoka Republici Hrvatskoj je nova aktivnost vodnoga gospodarstva, iako se u ostalim europskim zemljama provodi više od 30 godina.

**Ključne riječi:** obnova vodotoka, zahvati na vodotocima, hidrologija, ekologija

## 1. UVOD

Gradove i naselja koji su se kroz povijest razvijali uz rijeke porastom je standarda bilo potrebno zaštititi od poplava, što je bilo sve teži zadatak s obzirom da je razvoj urbanizacije pratilo i „otimanje“ prirodnih retencijskih prostora rijekama za prihvat velikih voda. Porastom interesa za korištenjem vodotoka za plovidbu i ostale namjene, pojavila se i dodatna potreba za regulacijom vodotoka. U ovom kontekstu mora se spomenuti i izgradnja akumulacija na rijekama, uglavnom s ciljem proizvodnje električne energije, koje su u potpunosti izmijenile hidrološke značajke rijeka. Osim hidroelektrana, gradile su se i retencije i oteretni kanali u svrhu zaštite od poplava, a provodilo se i vađenje nanosa iz rijeka kako bi se poboljšala njihova plovnost ili u svrhu eksploatacije šljunka i pijeska za potrebe graditeljstva. Sve navedene mjere uzrokovale su razne morfološke promjene koje su rezultirale povećanjem brzine toka vode u rijeci, povećanjem energije vode u njihovim tokovima te „ukopavanje“ rijeke, tj. snižavanje dna, što za posljedicu ima i sniženje razine podzemnih voda u zaobilju. U odnosu na zapadnoeuropske zemlje, u Republici Hrvatskoj vodotoci nisu izrazito regulirani, te se pojačanom zaštitom pokušava zaštititi postojeće stanje ili se projektima obnove vodotoka pokušava umanjiti nepovoljan utjecaj određenih zahvata na vodotocima

koji su se izveli kroz povijest i dijelom vratiti stanje prije provedbe gradnji.

Ekološka obnova vodotoka odnosi se na najrazličitije mjere i aktivnosti čiji je cilj ponovno uspostavljanje prirodnog stanja i djelovanja rijeke i riječnog sustava. Kroz uspostavljanje prirodnih uvjeta i procesa, revitalizacijom vodotoka planira se stvoriti okvir za održivo, višenamjensko korištenje rijeka (<http://www.ecrr.org/RiverRestoration/Whatisriverrestoration/tabid/2614/Default.aspx>).

Obnova vodotoka sastavni je dio održivog upravljanja vodama, te nalazi uporište u odredbama, tj. ciljevima Okvirne direktive o vodama EU (2000) te nacionalnim i regionalnim politikama upravljanja vodama i dokumentima kao što je Vodič za izradu Planova revitalizacije vodotoka u Hrvatskoj (2013.).

Manje od 20% europskih rijeka i poplavnih područja su još uvijek u njihovom prirodnom, tj. netaknutom stanju (primjerice dijelovi rijeka Neretve, Drine ili Une). Preostale netaknute rijeke uglavnom se nalaze u udaljenim sjevernim krajevima. Većina rijeka i vodotoka u određenom obimu su regulirane za raznovrsne potrebe ljudi. Europska agencija za okoliš objavila je da je u 2009. godini samo 15% slatkovodnih staništa bilo u povoljnom stanju, 30% u lošem stanju, a 35% neodgovarajućeg sta-

tusa (<http://www.ecrr.org/RiverRestoration/Whyrestore-rivers/tabid/2642/Default.aspx>).

Pojmovi kao što su: ekološka obnova vodotoka, revitalizacija, ekohidrologija, hidroekologija i sl. u znanstvenim publikacijama i stručnim krugovima koriste se dugi niz godina, premda još uvijek neki smatraju da „u tome svemu“ nema ništa novo u odnosu na dosadašnju praksu.

Naime, na ovu temu vrlo različito gledaju ekolozi, hidrolozi, biolozi i agronomi te je jedini bitan konsenzus postignut u tome da je potrebna zajednička suradnja stručnjaka svih uključenih strana.

Tako se npr. autori Nienhuis i Leuven (2001.) pozivaju na brojne zahvate pretjerane regulacije vodotoka diljem svijeta. U članku se konstatira da je motivacija za obnovu rijeka zasigurno veća u bogatim, gusto naseljenim zemljama gdje su vodotoci u većoj mjeri prilagođeni ljudima, nego u ekonomski siromašnim zemljama, gdje mnoge rijeke još uvijek nose svoja prirodna obilježja. Autori u članku zaključuju kako učinkovito upravljanje riječnim slivom znači da korištenje sliva (primjerice za plovidbu, poljoprivredu, urbanizaciju ili obranu od poplava) treba biti prilagođeno dinamici prirodnog riječnog sustava.

Prema Boonu (1998.), rijeke su kategorizirane u one koje mogu biti očuvane, one na kojima se može primijeniti ublažavanje posljedica, one koje se mogu obnoviti te na one za koje se malo toga može učiniti. Rad nudi pet različitih pristupa u procesu planiranja projekata obnove vodotoka: konceptualni, prostorni, vremenski, tehnološki i prezentacijski.

S druge strane, Palmer et al. (2005.) opisali su kriterije za ekološki uspješnu obnovu, s ciljem poticanja više projekata koji pretvaraju degradirane rijeke u održive ekosustave. Premda su autori detaljno opisali sve kriterije, kao i načine valoriziranja dostignutih indikatora projekta, i dalje su ostala brojna neodgovorena pitanja kao što su: Mogu li se ostvariti postavljeni standardi? Koje su vrste procjena potrebne za utvrđivanje uspješnosti ispunjavanja projektnih kriterija? Koji su pokazatelji smisleni, pristupačni i ponovljivi za određivanje vrijednosti projekata?

U Republici Hrvatskoj obnova vodotoka nova je aktivnost vodnoga gospodarstva, ali i institucija posvećenih zaštiti prirode i okoliša, iako se u ostalim europskim zemljama provodi dugi niz godina. Primjerice, LIFE je financijski instrument Europske unije koji podupire projekte zaštite okoliša, očuvanja prirode i klimatskih promjena. Ove se godine obilježava 25 godina programa kojim je u do sada sufinancirao više od 4300 projekata diljem Europske unije (<http://ec.europa.eu/environment/life/>).

## 2. ZAKONSKA REGULATIVA

Obnova vodotoka zasnovana je na međunarodnim direktivama i, u skladu s njima, nacionalnom zakonodavstvu.

**Okvirna direktiva o vodama EU (2000.)** ima za cilj utvrditi okvir za zaštitu kopnenih površinskih voda, prijelaznih voda, priobalnih voda i podzemnih voda.

**Direktiva o očuvanju prirodnih staništa i divlje faune i flore (1992.)** ima za cilj doprinijeti osiguravanju biološke raznolikosti kroz očuvanje prirodnih staništa divlje faune i flore na područjima država članica. U konačnici ima za cilj zaštitu, održavanje ili obnavljanje povoljnog statusa zaštite za odabrane vrste i staništa područja od posebnog značaja za zajednicu i osiguravanje usklađene mreže posebnih područja zaštite (Natura 2000 područja).

**Direktiva o očuvanju ptica koje slobodno žive u prirodi (1979.)** se odnosi na očuvanje svih vrsta divljih ptica koje se prirodno pojavljuju na teritoriju država članica. Obuhvaća zaštitu, upravljanje i kontrolu tih vrsta i utvrđuje pravila za njihovo iskorištavanje, kao i za zaštitu njihovih staništa.

**Direktiva o procjeni i upravljanju poplavnim rizicima (2007.)** ima za cilj uspostaviti okvir za procjenu i upravljanje poplavnim rizicima, s ciljem smanjivanja štetnih posljedica po ljudsko zdravlje, okoliš, kulturnu baštinu i gospodarsku aktivnost povezanu s poplavama u zajednici.

Od nacionalnih zakonskih akata u Republici Hrvatskoj izdvajaju se:

Zakon o vodama, Zakon o financiranju vodnoga gospodarstva i ostali podzakonski akti koji uređuju upravljanje vodama u Republici Hrvatskoj, dok je temeljni strateški dokument Strategija upravljanja vodama (2009.).

Planom upravljanja vodnim područjima 2016. – 2021. (2016.) predviđeno je planiranje i provođenje određenih mjera u smislu hidromorfoloških poboljšanja degradiranih vodnih tijela. Iako je za navedene mjere potrebno najprije usvojiti određene standarde provedbe na nacionalnoj razini, ovi dokumenti ipak ne sprječavaju provedbu određenih projekata koji su od interesa za upravljanje vodama, kao i za zaštitu okoliša i prirode.

Zahvatima obnove vodotoka uglavnom se utječe na poboljšanje hidromorfoloških karakteristika vodotoka te se stoga očekuje povoljan utjecaj na stanje vodnih tijela po hidromorfološkim parametrima. Također se ne očekuju dugoročni negativni ekološki, kemijski i biološki utjecaji.

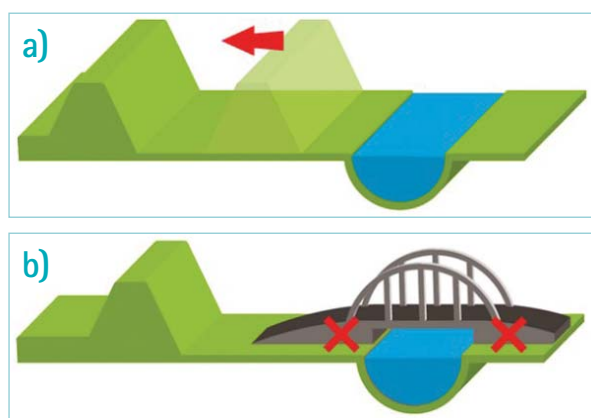
## 3. OBNOVA VODOTOKA

Obnova vodotoka uključuje niz mjera koje mogu značajno varirati u kompleksnosti i obimu, a imaju za cilj vraćanje vodotoka u prirodno stanje i funkcioniranje riječnog sustava te da je naposljetku moguće i održivo korištenje prostora. Raspoložive mjere koje su primjenjive za obnovu vodotoka variraju od najopsežnijih, kao što je uklanjanje brana i nasipa,

pa sve do najjednostavnijih poput slaganja vrbovih pruča po obalama erodiranih vodotoka. Primjerice, uklanjanje brana predstavlja veliku promjenu u geomorfološkom i ekološkom statusu vodotoka, pri čemu se ne smije zanemariti činjenica da uklanjanje brane koja je na nekoj lokaciji postojala više desetaka godina izaziva stres u okolišu. Postojeća ravnoteža biva naglo poremećena, što uzrokuje gubitke uspostavljenih staništa i vrsta. Potrebno je određeno vrijeme da se uspostavi nova ravnoteža koja bi trebala omogućiti brzu obnovu ekosustava i njegov dugoročno održiv razvoj (Roje-Bonacci i Bonacci, 2016.).

Uspješna obnova vodotoka ne može se provoditi slijedeći jedinstveno načelo, tj. istovjetan pristup za svaku lokaciju na bilo kojem vodotoku. Različite vrste riječnih sustava i okoliša, kao i stupanj ograničenja prirodnih procesa, zahtijeva primjenu različitih pristupa za radove obnove. U ovisnosti o specifičnim uvjetima na određenoj lokaciji, obnovi vodotoka može se pristupiti na različite načine, uzimajući u obzir željene ciljeve i moguće zadiranje u trenutno stanje vodotoka.

Jedna od najekstremnijih i financijski najzahtjevnijih aktivnosti je izmicanje, tj. premještanje nasipa dalje od osnovnog korita. Kao što je prikazano na slici 1a, na taj se način stvara veće inundacijsko područje, čime se ostavlja više prostora za prihvat velikih voda. Ponekad je uz ovu mjeru popratna aktivnost izmještanje ili izgradnja novih mostova u vodotoku ili samo preinaka postojećih građevina na način da se omogući veći protok vode ispod mosta (slika 1b). Određeni projekt također može biti popraćen uklanjanjem manjih građevina u vodotoku ili inundacijskom prostoru, kao što su ustave, pragovi i sl.

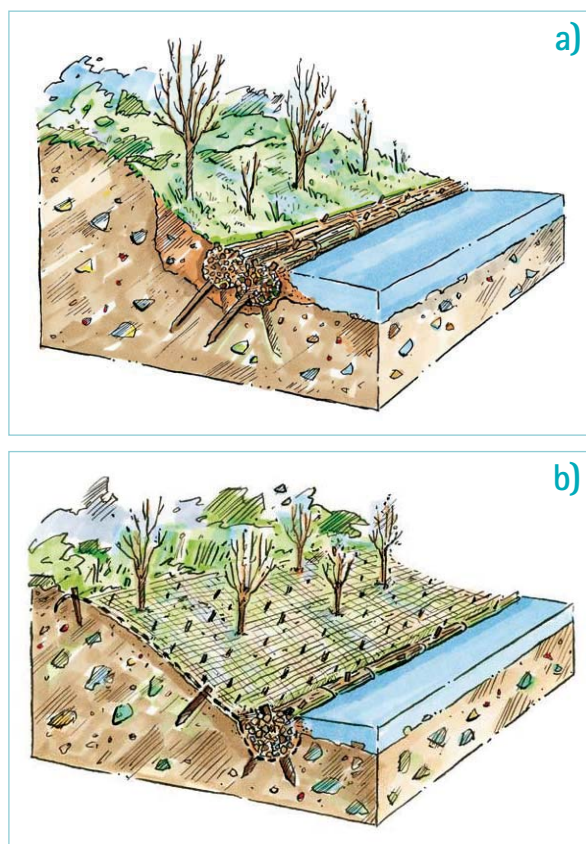


Slika 1: Shematski prikaz izmicanja nasipa a) i modifikacije i izmještanja postojećih građevina u koritu b), (<https://www.ruimtevoorderivier.nl/english/>)

Često korištena metoda s ciljem davanja više prostora rijekama je snižavanje kote inundacijskog prostora. Ova mjera se ne koristi samo za područja između nasipa i glavnog korita, već je primjenjiva i

kod visokih obala. Naime, u ovisnosti o raspoloživom prostoru, tj. mogućnostima „oduzimanja“ prostora koja su inače namijenjena poljoprivredi, industriji ili rekreaciji, određene površine moguće je prenamijeniti u inundacijski prostor, čime se ostavlja više prostora za vodotoke.

Od jednostavnijih mjera koje je moguće primijeniti kod obnove vodotoka ističe se, kroz povijest već uvelike primjenjivana, upotreba prirodnih materijala za kontrolu erozije (slika 2). Granje uzeto s lokacije radova, bagremovo i hrastovo kolje te kameni nabačaj, godinama se diljem svijeta upotrebljavao kod klasične regulacije vodotoka.



Slika 2: Primjer upotrebe fašinskih koba a) i pletera b), (<http://www.revital-ib.at/de/>)

Ostali hidrotehnički radovi koje je važno spomenuti slične su naravi kao i do sada, uz primjenu manjih razlika. Kod obnove vodotoka više se ne pregrađuju, nego otvaraju nekoć pregrađeni rukavci (slika 3) tako što se uklanjaju pregrade i vrši iskop nataloženog materijala, čime se osigurava veća protočna površina cjelokupnog poprečnog presjeka vodotoka, odnosno njegova glavnog toka i toka kroz revitalizirani rukavac. Povećanje poprečnog presjeka vodotoka dovodi do smanjenja brzine u vodotoku, što uzrokuje i smanjenje erozije dna i pokosa vodotoka. Osim izmuljenja starih korita i rukavaca vodotoka, ponekad se otvaraju i novi rukavci.

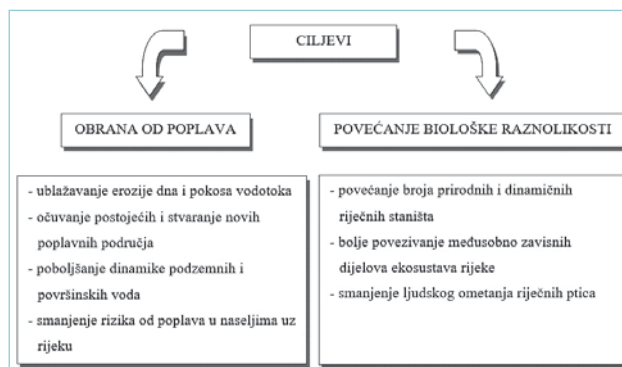




Slika 3: Rukavac Yabbsknie Amstetten prije a) i poslije izvođenja radova b), (<http://www.life-mostviertel-wachau.at>)

### 3.1. Ciljevi provedbe (kriteriji)

Postupak razvoja i provedbe određenog projekta uključuje i izradu projektne tehničke dokumentacije temeljem koje će se izvoditi radovi. Prilikom projektiranja definiraju se mjere obnove koje će se primijeniti, a najbolje odgovaraju određenoj lokaciji i ciljevima koje želimo postići radovima obnove vodotoka. U ovom kontekstu, s jedne strane možemo za cilj postaviti poboljšanje morfoloških procesa u vodotoku, a s druge strane povećanje biološke raznolikosti (Slika 4). Ako nam je cilj širenje ili preusmjeravanje vodotoka, tj. na neki način vraćanje u približno stanje prije reguliranja vodotoka, onda se postavlja pitanje koja je dobrobit ovih aktivnosti za ciljane vrste na ovom području (flora i fauna). S druge strane, ako nam je cilj stvaranje novih staništa na predmetnom području, potrebno je definirati kakve je aktivnosti potrebno provesti, tj. kakve se morfološke značajke očekuju kao rezultat provedenih radova na vodotoku da bi se osigurali preduvjeti za postavljeni cilj. S obzirom da su projekti obnove vodotoka izrazito složeni, već je u pripremnj fazi projekta potreban usklađen rad stručnjaka raznih profila kako bi se definirali ciljevi projekta i planirane aktivnosti sa što manje nepoznanica.



Slika 4: Prikaz ciljeva obnove vodotoka

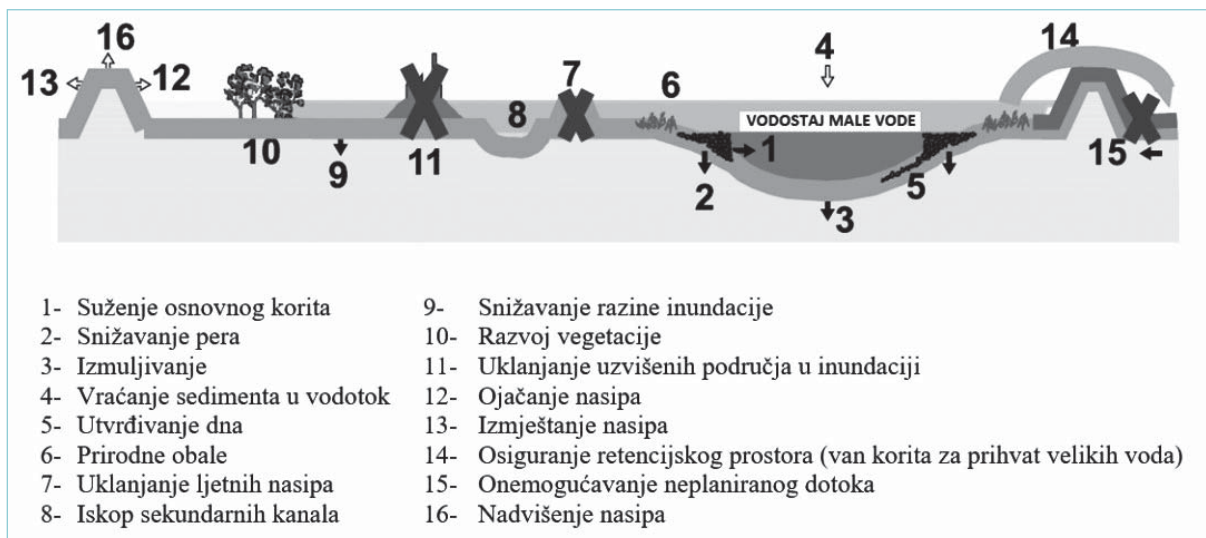
S ciljem zadovoljavanja svih kriterija potreban je drugačiji pristup tradicionalnoj inženjerskoj praksi kojom se nastoje postići svi postavljeni ciljevi. To se posebice odnosi na primjenu materijala prirodnog podrijetla koji se bolje uklapaju u okoliš. Također je u velikoj mjeri naglašeno prepuštanje vodotoka prirodnim procesima, tj. ostavljanje dovoljno prostora rijekama gdje je cilj omogućiti nesmetano širenje i meandriranje vodotoka, kao i prirodna erozija i pronos sedimenata nizvodno niz vodotok. S obzirom da se biološka raznolikost posljednjih godina popela visoko na ljestvici prioriteta razvijenih zemalja te da i Republika Hrvatska u velikoj mjeri preuzima načela zaštite okoliša i prirode, uglavnom je osnovni cilj obnove vodotoka povećanje biološke raznolikosti vodotoka.

Za vodna tijela za koja je procijenjeno nezadovoljavajuće hidromorfološko stanje, jedan od kriterija za obnovu vodotoka je hidromorfološko opterećenje vodnog tijela uslijed fizičkih zahvata koji je utvrđen na značajnom broju vodnih tijela površinskih voda. Također, na određenim vodotocima može biti utvrđen manjak pronosa nanosa, degradacija riječnog korita, gubitak tj. preusmjeravanje pritoka vodotoku i sl. S obzirom da standardi te vrsta i opseg mogućih hidromorfoloških poboljšanja na razini države još nisu usvojeni, potreba provođenja određenih zahvata trenutno se svodi na stručnu ocjenu, s jedne strane stručnjaka Hrvatskih voda, a s druge strane zainteresiranih institucija vezanih za zaštitu prirode. Tako da se planirani zahvati usvajaju kompromisno i uz prilagodbu ciljeva s raspoloživim mjerama.

### 3.2. Hidrauličko i hidrološko gledište

Promjene u komunikaciji površinskih i podzemnih voda kao posljedica regulacijskih radova, produbljenje riječnog korita i povećanje brzina tečenja, najčešće su spominjani antropogeni utjecaj na vodne resurse.

Strukturu i djelovanje riječnog sustava moguće je proučavati i razumjeti tek kad se obuhvate svi elementi u prostoru s kojima je rijeka tijekom vremena u duljem ili u kraćem dodiru. Pri tome se neizbježno misli ne samo na riječno korito, već i na širu priobalnu zonu,



Slika 5: Prikaz raznih mjera koje doprinose učinkovitijoj obrani od poplava (Buijse, 2002.)

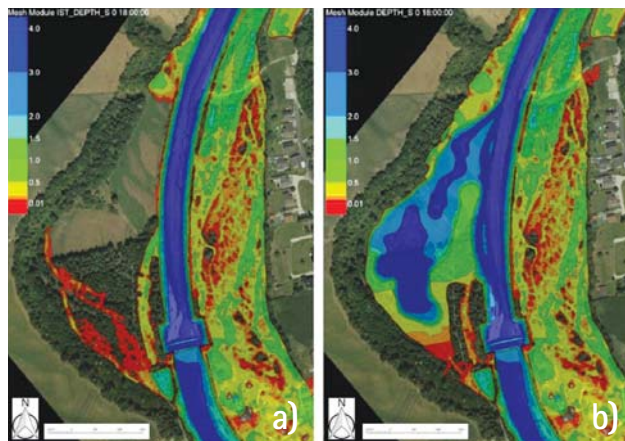
na inundacijsko područje te na riječni vodonosnik i sliv. Svojstva toka određuju područje okoliša unutar kojeg se razvija biološka zajednica.

Jedan od glavnih ciljeva obnove vodotoka je učinkovitije upravljanje rizicima od poplava tako što je cilj da se vodotoku vrati prirodna sposobnost zadržavanja vode, tj. učinkovito prihvaćanje velikih voda, a to su rukavci, inundacije, razvedena korita i sl. Procjenom rizika od poplava utvrđuju se područja za koja postoji mogućnost značajnih rizika od poplava ili vjerojatnost da bi mogli nastati, cilj upravljanja rizicima od poplava je ili smanjenje štete ili vjerojatnost da se poplava dogodi, ili oboje. Određenim mjerama obnove vodotoka koje su prikazane na slici 5 smanjuje se vjerojatnost pojave visokih vodostaja, te se istovremeno poboljšava prirodno djelovanje vodotoka. Nekim od navedenih mjera može se utjecati i na mogućnost pojavljivanja malih voda.

Kod klasične obrane od poplava cilj je spriječiti širenje, tj. izlivanje vode izvan vodotoka izgradnjom nasipa i skraćanjem, odnosno ispravljanjem vodotoka radi bržeg odvođenja velikih voda s branjenog područja. S obzirom da se, pogotovo u visokourbaniziranim područjima zapadnih zemalja, nije ostavljalo dovoljno prostora za inundacijsko područje kako bi se rijeka mogla izljevati do nasipa, u slučaju ekstremnih vodostaja može doći do prelijevanja vode preko nasipa i do poplava. Gledano kroz povijest, regulacije vodotoka i izgradnja nasipa na uzvodnim dijelovima vodotoka uzrokovale su veće vodne valove na nizvodnim dijelovima vodotoka, što je vodilo ka još naglašenijoj regulaciji i izgradnji nasipa na nizvodnim dijelovima vodotoka. Takva lančana reakcija dovela je do činjenice da su *gotovo svi glavni vodotoci u razvijenim zemljama izrazito regulirani* (<http://www.ecrr.org/RiverRestoration/Whatisriverrestoration/tabid/2614/Default.aspx>).

U Republici Hrvatskoj na većini je vodotoka ostavljeno dovoljno prostora rijekama za prihvata velikih voda, tj.

nasipi su dovoljno udaljeni od osnovnog korita te je inundacijsko područje primjerenih dimenzija za prihvata velikih voda i odvijanje prirodnih procesa vezanih uz vodotoka. Osim ostavljanja dovoljno prostora rijekama za prihvata velikih voda, potrebno je izdvojiti i prirodna močvarna područja kao što su Kopački rit i Lonjsko polje koje prihvaćaju vrlo velike količine vode te funkcioniraju kao prirodne retencije i imaju izrazito veliku ekološku vrijednost. S obzirom da tijekom klimatskih promjena postaje prilično nepredvidljiv, te se na svim područjima pojavljuju povijesni ekstremi (Petrić et al. 2018.) očigledno je da je potreban drugačiji pristup upravljanju rizicima od poplava od nekad uobičajenih klasičnih pristupa zasnovanih u velikoj mjeri na regulacijskim radovima i objektima uzduž toka. Obnova vodotoka na više načina može pridonijeti primjerenom upravljanju rizicima od poplava, naročito u uvjetima klimatskih promjena i očekivanih različitih ekstrema. Hidrološko-hidrauličkom analizom (slika 6) može se utvrditi utjecaj obnove vodotoka na vjerojatnosti pojavljivanja poplava na promatranom području.



Slika 6: Računalna analiza prije a) i nakon izvođenja rukavca b), (<http://www.revital-ib.at/de/>)



Na ove načine, obnova vodotoka može izravno doprinijeti ublažavanju posljedica nepredvidljivih ekstremnih vodostaja. Obnova vodotoka sve je važniji segment kod upravljanja rizicima od poplava kako bi se stvorio prostor za poplavne vode na ekološki prihvatljiv način. Ponovno povezivanje poplavnih područja uz vodotoke i drugačiji pristup regulacijama vodotoka postaje važan mehanizam upravljanja vodama.

### 3.3. Ekološko gledište

Bioraznolikost je sveukupnost svih živih organizama koji su sastavni dijelovi ekosustava, a uključuje raznolikost unutar vrsta, između vrsta, životnih zajednica te raznolikost ekosustava (<http://www.mzoip.hr/hr/priroda/bioraznolikost.html>). Vodotoci su okosnica vlažnih staništa brojnih životinja i biljaka koje čine usklađen ekosustav koji može uspijevati i napredovati jedino u prirodnom okruženju. To podrazumijeva vodotoke nepravilnog, tj. prirodnog oblika, različitih dubina s mogućnošću dotoka svježe vode. Radovi obnove vodotoka uključuju vraćanje vijugavih, tj. prirodnih oblika vodotoka, prirodne obale, uklanjanje pregrada, izradu plicaka pogodnih za mrijest riba te inovativni pristup standardnim načinima regulacije vodotoka. Na taj se način, u vodotocima koji su izmijenjeni, doprinosi biološkoj raznolikosti ekosustava i procesima unutar njega.

Obnovom vodotoka može se utjecati i na neizravno ublažavanje posljedica pojava suša. Usporava se otjecanje vode u vodotoku, tj. voda se dulje zadržava na određenom području, što utječe na prostorni raspored vode. Stoga se može navesti kako povoljan utjecaj na razinu podzemnih voda, kao jedan od ishoda obnove vodotoka, može rezultirati umanjivanjem posljedica na pojavu suše.

### 3.4. Morfološko gledište

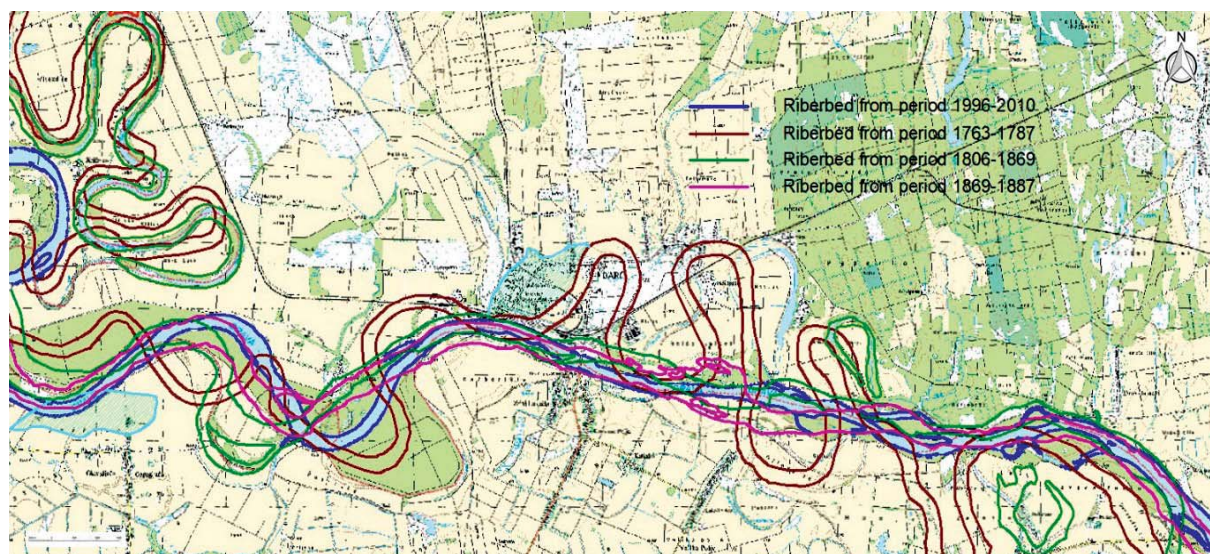
Oblik korita rijeka nakon provedenih regulacijskih radova bitno se mijenja u odnosu na prirodno stanje. U prirodnom stanju rijeke su, ovisno o njihovom vodnom režimu, stabilnosti obala, sastavu tla na predmetnom području te o hidrauličkim značajkama korita bez ikakvih ljudskih djelovanja, stoljećima pomicala svoja vlastita korita (slika 7), stvarajući meandre koje su na pojedinim dionicama produbljivale, a na pojedinim zasipavale dno, stvarajući unutar korita mnogobrojne otoke i sprudove.

Prirodne morfološke promjene koje su se događale tijekom vremena prekinute su izvođenjem raznih zahvata na vodotocima te su na dijelovima reguliranih vodotoka uspostavljena tečenja prema načelima mehanike fluida u uvjetima induciranim antropogenim utjecajem, a ne kao do tada u apsolutno prirodnim uvjetima.

Različite regulacijske gradnje i presijecanje meandara kroz povijest su utjecale na prostornu i vremensku dinamiku formiranja korita, tj. na promjene koje su se tijekom vremena događale u koritima rijeka. Najizraženija promjena događala se prilikom presijecanja meandara, gdje se zapravo skraćuje tok rijeke, čime se povećava uzdužni nagib rijeke što onda uzrokuje povećanje brzine toka rijeke te pojačavanje erozije dna rijeke. Posljedično, povećanje nagiba, a time i erozijske snage vode, može utjecati i na sniženje razina vodostaja malih i srednjih voda, dok istovremeno može doći do povećanja razina visokih poplavnih voda.

### 3.5. Socio-ekonomsko gledište

Ljudi su kroz povijest živjeli od rijeke i uz rijeke, naselja su se gradila uz vodotoke koje se koristilo i za transport dobara. Dakle, rijeke su sastavni dio ljudskog života. Međutim, tijekom vremena urbanizacija je velikim dijelom degradirala rijeke, a čovjek se udaljio od ruralnog



Slika 7: Meandriranje rijeke Drave u razdoblju od 1869. do 2010. godine na dionici 157+500 – 169+000, (Tadić i Brleković, 2018)

Tablica 1: Mogući dionici u provedbi projekata obnove vodotoka

Ustanova	Ciljevi / interesi / uključenost
Javne ustanove za upravljanje vodama	Obrana od poplava, korištenje i zaštita voda, nositelji projekata, vođenje projekata, sufinanciranje, monitoring
Elektroenergetske ustanove (koje upravljaju hidroelektranama)	Obnova vodotoka, doprinos zajednici, vođenje projekata, financiranje
Lokalna i regionalna uprava	Senzibiliziranje lokalnog stanovništva i prezentiranje njihovih ciljeva, turizam
Ministarstva i agencije	Izdavanje dozvola, sufinanciranje aktivnosti
Agencije i ustanove za zaštitu okoliša i prirode	Zaštita i obnova vodotoka, stvaranje i očuvanje staništa, edukacija, monitoring
Nevladine udruge za zaštitu okoliša i prirode	Zaštita i obnova vodotoka, edukacija, vođenje pojedinih dijelova projekta, monitoring
Agencije i javne ustanove za upravljanje zaštićenim dijelovima prirode	Edukacija i monitoring
Projektantske kuće	Planiranje, projektiranje, nadzor, monitoring
Akadske institucije	Monitoring, analiza rezultata, preporuke, poboljšanja

područja i prirode, iako je opće poznata činjenica da zdrava okolina poboljšava kvalitetu života. To posebno dolazi do izražaja u izrazito urbaniziranim sredinama gdje ne postoji puno mjesta koje ljudima mogu pružiti čist zrak, zelenilo i bijeg od stresa i užurbanog načina života. Obnova vodotoka može imati utjecaja na velik broj socio-ekonomskih učinaka: kvalitetu života ljudi, mogućnost rekreacije, estetski, obrazovanje i turizam

prijavom projekta revitalizacije rijeke Vuke za sufinanciranje projekta sredstvima Europske unije. Premda je i prije bilo određenih sličnih zahvata na manjim vodotocima i zapuštenim jezercima, revitalizacija rijeke Vuke kod Laslova, tj. Meandar Laslovo (slike 8 i 9), prvi je veći projekt obnove vodotoka na vodnom području Dunava i donje Drave (2012.).

#### 4. PROVEDBA PROJEKATA I PRIMJERI

S obzirom da je u projekte obnove u većini slučajeva uključen veliki broj dionika, koje prvo treba identificirati, takvi zahvati moraju ispuniti ciljeve i očekivanja svih uključenih strana (tablica 1).

Sljedeći izazov kod pripreme projekta je definiranje i usvajanje svih ciljeva projekta. Svaki od dionika projekta ima drugačiji djelokrug rada, tj. područje djelatnosti iz koje dolazi, a samim time drugačiji je i cilj koji želi postići projektom.

Posljednji korak u pripremi projekta je definiranje konkretnih zahvata na vodotocima i ostalih pratećih aktivnosti na projektu. Odluka o primjeni konkretnih mjera obnove vodotoka ovisi o značajkama sliva na kojem će se raditi projekt, kao i o stupnju modificiranosti (izmijenjenosti) vodotoka. Iz tog je razloga bitno da se uključe stručnjaci iz područja vodnoga gospodarstva i zaštite prirode. Određeni eksperimentalni zahvati koji mogu biti predloženi u ovoj fazi razrade projekta trebali bi biti dobro razmotreni i prihvaćeni od svih dionika kako u daljnjim fazama razrade projekta ne bi došlo do zastoja ili nesuglasica pri provedbi.

##### 4.1. Projekti obnove vodotoka na vodnom području Dunava i donje Drave

Projekti obnove vodotoka na vodnom području Dunava i donje Drave započeli su 2009. godine



Slika 8: Satelitske snimke meandra Laslovo prije a) i nakon izvođenja radova b), (<https://www.google.com/>)





Slika 9: Meandar Laslovo tijekom a) i nakon izvođenja radova b), (fotografija N. Bataković, 2011.)

Nakon toga, u suradnji s mađarskom vodoprivredom, provedena je obnova rukavca Drávakeresztúri i dijela područja Aljmaškog rita (2014.). Provedba ovakvih projekata nastavljena je Drava LIFE projektom (2015.) koji se provodi na sedam lokacija na rijeci Dravi (Slika 10). Glavne projektne aktivnosti su obnova staništa na Dravi kroz obnovu starih i kreiranje novih rukavaca čime će se unaprijediti ekosustav rijeke Drave u Hrvatskoj.



Slika 10: Lokacije Drava Life aktivnosti na prostoru rijeke Drave u Hrvatskoj, (LIFE14 NAT/HR70001150, 2015.-2020.)

Svi navedeni projekti, osim hidrotehničke komponente, imaju naglašeno i ekološko gledište. U svakom od ovih projekata cilj je bio i stvaranje novih ili vraćanje starih staništa za ribe, vodozemce i ptice te, općenito, poboljšanje degradiranog ekosustava. Iako na

samim početcima provedbe ovakvih projekata nije toliko bila izražena ekološka komponenta, već je među važnijim prioritetima bilo osiguranje, tj. poboljšanje rekreacijskog prostora za lokalno stanovništvo, u novijim projektima glavni je prioritet poboljšanje ekosustava uz rijeke. Kod definiranja aktivnosti na projektu obavezno je planiranje, osim hidrološko-hidrauličkog monitoringa, i monitoring staništa, i to minimalno godinu dana prije i poslije izvođenja radova.

## 5. ZAKLJUČAK

Projekti obnove vodotoka u zapadnim europskim zemljama uspješno se provode više od 30 godina. Razlog tomu je što su tamo gotovo svi vodotoci izrazito regulirani te i najmanje poboljšanje riječnog sustava doprinosi povećanju bioraznolikosti. U Hrvatskoj su se tijekom povijesti također regulirali vodotoci, ali u puno manjem obimu, te je, što se tiče bioraznolikosti, situacija puno bolja. Nije samo regulacija vodotoka uzrokovala narušavanje stanja voda, već je i na pojedinim lokacijama prirodno taloženje nanosa dovelo do zapunjavanja prirodnih depresija i starih rukavaca.

Iako mjere obnove vodotoka prilično variraju u složenosti i obimu, uglavnom su to jednostavni hidrotehnički zahvati koji rezultiraju prirodnijim stanjem korita. Pojedine opisane mjere mogu utjecati na ograničavanje negativnih utjecaja pojave ekstremnih vodostaja te obnova vodotoka postaje sve važniji dio kod upravljanja rizicima od poplava kako bi se stvorio prostor za poplavne vode na ekološki prihvatljiv način. U većini je slučajeva cilj projekta povećanje biološke raznolikosti, iako se uz razne popratne aktivnosti te sudjelovanje raznih institucija na projektu mogu postići raznovrsne koristi. Očigledno je kako je interdisciplinarna suradnja zainteresiranih strana, koji je najizazovniji dio ovakvih projekata, izrazito bitna, jer se samo tako projektom mogu postići rezultati koji su prihvatljivi za sve zainteresirane.

U Republici Hrvatskoj provedeno je tek nekoliko projekata obnove vodotoka. Jačanjem svijesti o potrebi zaštite prirode i odabiru novog pristupa, tj. prilagodbe standardnih mjera regulacije vodotoka, mogu se postići neizmjerne višestruke koristi. Iz svega navedenoga očito je kako je obnova vodotoka nužna, ne samo da bi se poboljšalo narušeno stanje vodnog tijela, već i da bi se spriječila degradacija ekosustava. Tijekom i nakon izvođenja radova nužno je provoditi monitoring s ciljem utvrđivanja ostvarivanja ciljeva postavljenih projektnim zadatkom. Obnova vodotoka je dobra praksa koja će se zasigurno u budućnosti sve više primjenjivati. ■



## LITERATURA

- Boon, P. J. (1998.): River restoration in five dimensions. *Aquatic Conservation Marine Freshwater Ecosystem* 8, 257–264.
- Buijse, A. D.(2002.): Restoration strategies for river floodplains along large lowland rivers in Europe. *Freshwater Biology*, 889–907.
- Direktiva o očuvanju prirodnih staništa i divlje faune i flore (1992.): Direktiva 92/43/EZ, Službeni glasnik Europske zajednice.
- Direktiva o procjeni i upravljanju poplavnim rizicima (2007.): Direktiva 2007/60/EZ, Službeni glasnik Europske zajednice.
- Direktiva o očuvanju ptica koje slobodno žive u prirodi (1979.): Direktiva -79/409/EEZ, Službeni glasnik Europske zajednice.
- LIFE14 NAT/HR70001150, 2015.–2020.
- Nienhuis, P.H. Leuven, R.S.E.W.(2001): River restoration and flood protection: controversy or synergism? *Hydrobiologia* 444, 85–99.
- Okvirna direktiva o vodama Europske unije (2000): Direktiva 2000/60/EZ, Službeni glasnik Europske zajednice.
- Palmer, M.A.; Bernhardt, E. S.; Allan, J.D.; Lake, P.S.; Alexander, G.; Brooks, S.; Carr, J.; Clayton, S.; Dahm, C.N.; Follstad Shah, J.; Galat, D.L.; Loss, S.G.; Goodwin, P.; Hart, D.D.; Hassett, B.; Jenkinson, R.; Kondolf, G.M., Lave, R.; Meyer, J.L.; O'Donnell, T.K.; Pagano, L.; Sudduth, E. (2005.): Standards for ecologically successful river restoration. *Journal of Applied Ecology* 42, 208–217.
- Petrić, H.; Támas, E.A.; Lóczy, D. (2018.): Flood History and River Regulation. *The Drava River-Environmental Problems and Solutions* ( Ed. by D. Lóczy), 105-125.
- Plan upravljanja vodnim područjima 2016. – 2021. (2016.).
- Roje-Bonacci, T., Bonacci, O.(2016.): Uklanjanje (razgradnja) brana i/ili pregrada na otvorenim vodotocima. *Hrvatske vode* (2016.) 97, 223–232.
- Strategija upravljanja vodama (2009.).
- Tadić, L.; Brleković, T.(2018.): Hydrological Characteristics of the Drava River in Croatia. *Drava River: Environmental Problems and Solutions* ( Ed. by D. Lóczy), 79–90.
- Vodič za izradu Planova revitalizacije vodotoka u Hrvatskoj (2013.): Hrvatske vode, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb.
- Zakon o vodama (NN 153/09, 63/11, 130/11, 56/13, 14/14)
- Zakon o financiranju vodnoga gospodarstva (NN 153/09, 90/11, 56/13, 154/14, 119/15, 120/16)
- <http://www.ecrr.org/RiverRestoration/Whatisriverrestoration/tabid/2614/Default.aspx> (posjet 12.ožujka 2017.)
- <http://www.ecrr.org/RiverRestoration/Whyrestorerivers/tabid/2642/Default.aspx> (posjet 12. ožujka 2017. )
- <http://ec.europa.eu/environment/life/> (posjet 28.svibnja 2017.)
- <https://www.ruimtevoorderivier.nl/english/> (posjet 15.travanja 2017.)
- <http://www.life-mostviertel-wachau.at> (posjet 23. ožujka 2017.)
- <https://www.google.com/> (posjet 23. ožujka 2017.)
- <http://www.revital-ib.at/de/> (posjet 23. ožujka 2017.)
- <https://lifeprogramhrvatska.hr/hr/life-projekti/drava-life-integrirano-upravljanje-rijekom-life14nathr000115/> (posjet 21. ožujka 2017. )
- <http://www.mzoip.hr/hr/priroda/bioraznolikost.html> (posjet 2.svibnja 2017. )

### **Watercourse restoration – measures to protect and improve the river ecosystem**

**Abstract.** Watercourse restoration aims to achieve a more natural riverbed state while simultaneously creating prerequisites for the return of natural processes and watercourse functions. Available watercourse restoration measures rather vary in their scope and complexity. The paper presents some of the most frequent intervention types. The impact of different restoration measures and interventions are analysed from hydraulic, hydrological, morphological, ecological and socioeconomic viewpoints. It further presents the project implementation process in general, including potential stakeholders. Watercourse restoration is a new water management activity in the Republic of Croatia, although it has been implemented over 30 years in the other European countries.

**Key words:** watercourse restoration, interventions on watercourses, hydrology, ecology

### **Fließgewässerrenaturierung – Maßnahmen zu Schutz und Verbesserung des Flussökosystems**

**Zusammenfassung.** Die Renaturierung von Fließgewässern zielt darauf ab, dem Flussbett seinen natürlichen Zustand zurückzugeben und gleichzeitig die Voraussetzungen für die Wiederherstellung der natürlichen Prozesse und Funktionen des Wasserlaufs zu schaffen. Verfügbare Maßnahmen zur Fließgewässerrenaturierung sind unterschiedlich umfangreich und komplex. Im Beitrag werden einige von häufigsten Maßnahmen dargestellt. Die Ergebnisse der verschiedenen Maßnahmen werden vom hydraulischen, hydrologischen, morphologischen, ökologischen und sozio-ökonomischen Standpunkt betrachtet und analysiert. Zusätzlich wird grundsätzlicher Projektablauf mit möglichen Phasen dargestellt. Fließgewässerrenaturierungen sind in der Republik Kroatien eine neue Tätigkeit in der Wasserwirtschaft, obwohl sie in anderen europäischen Ländern schon länger als 30 Jahre durchgeführt werden.

**Schlüsselwörter:** Fließgewässerrenaturierung, Renaturierungsmaßnahmen, Hydrologie, Ökologie