

SPACE FOR THE RIVER – PROSTOR ZA RIJEKU

prof. emeritus Ognjen Bonacci

1. UVOD

Kao rezultat kontinuiranog tečenja energije i materije kroz promjenjivi prostor kojim se kreću njihove vode, rijeke predstavljaju izrazito dinamične, otvorene i žive sustave. Upravo zbog toga rijeke su u povijesti planete, a osobito u razvoju civilizacije odigrale ključnu i do sada nedovoljno izučenu ulogu. Činjenica je da njihovo stvarno golemo značenje dugo vremena nije dovoljno prepoznato ne samo široj javnosti već i stručnjacima koji se bave izučavanjem rijeka i svih (prirodnih i društvenih) fenomena vezanih uz njih. Riječno korito je po svojim dimenzijama prirodno prilagođeno da propusti srednje vode. Međutim, svako određeno vrijeme veći protoci prelaze kapacitet korita zbog čega dolazi do izlivanja vode u okolne ravničarske prostore. Kroz povijest mnogo više čovjekove pažnje privlačile su povremene katastrofe uzrokovane od strane rijeka, najčešće kao posljedice poplava, ali ne zaboravimo i suša. O tom se njihovom utjecaju na čovjeka i razvoj civilizacije mnogo više zna. Borba s nepovoljnim vidovima prirodnog režima rijeka je rezultirala zaključkom, ali i potrebom, a potom i akcijama da se „uredi, pokori i disciplinira kaotična“ priroda rijeka. Prvotni cilj čovjekovih zahvata na i oko rijeka je bio da se zaštiti od poplava, ali i da sebi olakša život ispravljajući njihov prirodno neuravnoteženi hidrološki režim. U posljednja dva stoljeća se ide prvenstveno za tim da se velikim i skupim zahvatima na rijekama omoguće aktivnosti koje će donositi veće profite. U tom smislu se rijeke želi napraviti stalno plovnicima, od njih se oduzima prostor i u njemu se čovjek naseljava i organizira proizvodnju itd. Pri tome se vodilo nedovoljno računa o tome kako će na te ljudske zahvate reagirati priroda, tj. rijeka.

Danas na svijetu ima vrlo malo otvorenih vodotoka ili samo njihovih pojedinih dionica na kojima nije promijenjen prirodni režim kao što je to slučaj prikazan na fotografiji na slici 1. Prirodni, ljudskim zahvatima neporemećeni vodotoci, osim što su pokazatelji zdravlja cjelokupnog okoliša predstavljaju mjesta najviših estetskih vrijednosti. Krajem devetnaestog stoljeća čovjek je započeo masovne radove na „kroćenju“ rijeka i

kontroliranju njihovih prirodnih procesa. Ti su se radovi osobito intenzivirali sredinom dvadesetog stoljeća kada je razvoj tehnologije omogućio brzo izvođenje najsloženijih graditeljskih zahvata. Sve je izgledalo idealno. Čovjek je ostvarivao svoje ciljeve, priroda je bilo uređivana prema njegovoj mjeri. Trebalo je samo tako nastaviti i stvoriti „raj na Zemlji“.

Pri tome se vodilo prvenstveno računa o potrebama ljudi ne vodeći računa o potrebama prirode i okoliša. Tek kad su se pojavile pukotine u idealno zamišljenom procesu kontroliranja prirode otvorenih vodotoka, a to se osobito



Slika 1 Prirodni otvoreni vodotok na kojem nisu vršeni nikakvi zahvati

izrazito intenzivno počelo dešavati u dvadesetom stoljeću, čovjek je shvatio da je mnogo toga krenulo u krivom smjeru. Čovjek je zanemario ključnu ulogu rijeka u ekološkom smislu (Boon et al., 2000.; Bonacci, 2003.). Naslućivala se ona i prije, ali su ljudi o njoj nedovoljno vodili računa jer se smatralo da je to nešto što se dešava samo po sebi i na što čovjek ne može značajnije utjecati. Upravo tu se pojavio i najveći problem. Osim toga prvotni su zahvati bili relativno mali te su se rijeke i o njima zavisao okoliš uspijevali relativno brzo i bez težih posljedica prilagoditi na nametnute promjene.

Rijeke i širi prostori oko njih u prirodnom su stanju uspostavile tzv. dinamičku ravnotežu između različitih protoka (u rasponu od minimalnih do maksimalnih), fizičkih procesa koje se zbivaju u koritu i oko njega (pronos i odlaganje sedimenata, temperature vode i zraka, kemizma vode, itd.), ali i riječnih i okolnih ekosustava i organizama koji se u njima razvijaju. Kad se ljudskim aktivnostima na rijekama izvrše masovniji zahvati koji značajno mijenjaju prirodni hidrološki i/ili morfološki režim dolazi do narušavanja ili čak potpunog gubitka dinamičke ravnoteže. Posljedice toga mogu biti razarajuće. Mnogima od njih upravo svjedočimo. Najčešće se javljaju: (1) češće i jače poplave; (2) degradacija kakvoće vode; (3) gubici staništa za ribe i druge životinje i biljke vezane uz rijeku i njene prirodne hidrološke varijacije. Uz to se ne smije zanemariti gubitak estetskih i drugih vrijednosti prirodnih otvorenih vodotoka koje mogu negativno utjecati na razvoj turizma, rekreaciju, sportske aktivnosti itd.

U nizu slučajeva ustanovljeno je da se sve brojnije negativne posljedice na okoliš te sve češće i sve veće poplave koje se javljaju u cijelom svijetu povezani s radovima koje je čovjek poduzimao u prošlosti na rijekama. Te su činjenice prisilile odgovorne u mnogim državama svijeta da poduzmu žurne akcije. Europske institucije su u srpnju 2004. izradile dokument pod nazivom „Flood risk management – Flood prevention, protection and mitigation“ (Rizik upravljanja poplavama – Prevencija, zaštita i ublažavanje poplava). Tijekom siječnja 2006. Europska komisija je na temelju spomenutog dokumenta predložila Direktivu Europskog parlamenta i Vijeća Europe u vezi s procjenom i upravljanjem poplavama. Cilj Direktive je bio stvaranje zajedničkih okvira za procjenu i smanjenje rizika od poplava na području Europske unije. Naglašeno je da poplave ugrožavaju zdravlje ljudi i okoliša, uzrokuju velike štete i blokiraju ekonomske aktivnosti. Spomenuta Direktiva izravno je povezana s Okvirnom direktivom o vodama (WFD – Water Framework Directive). U Direktivi je kao jedna od nužnih mjera naglašena potreba obnavljanja degradiranih, razorenih i isključenih plavljenih i vlažnih površina (Moss i Monstadt, 2008.). Mnogi, a osobito ekološki osviješteni pojedinci i nevladine udruge u tzv. obnovi vodotoka vide moguću rješenje kako obrane od poplava tako i očuvanja okoliša. Međutim, radi se o vrlo složenoj problematici. U ovom radu je stoga naglasak stavljen upravo na analizu mogućnosti obnavljanja tih prostora.

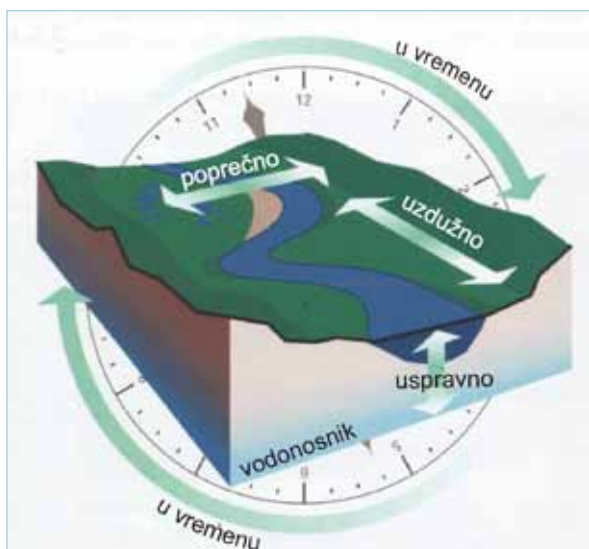
2. KONCEPT „SPACE FOR THE RIVER - PROSTOR ZA RIJEKU“.

Radovi na rijekama su u posljednjih dva do tri stoljeća, a osobito u dvadesetom stoljeću bili tako veliki da relativno bezbolna i brza promjena stanja i prilagodba na novo stanje nije moguća. O tome najbolje svjedoči činjenica da je do sada vrlo mali broj plavljenih i vlažnih područja obnovljen prvenstveno stoga jer su na tim prostorima izgrađeni skupi i važni objekti ili se na njima vrše druge važne ekonomske ili socijalne aktivnosti. U tom je smislu Nizozemska posebno važan i poučan primjer. Radi se o državi i društvenoj zajednici koja više od tisuću godina vodi nesmiljenu borbu s vodom, posebno poplavama, koristeći na najbolji mogući način sve svoje goleme raspoložive intelektualne i materijalne resurse. Može se bez pretjerivanja reći da Nizozemska u tom smislu predstavlja vodeću društvenu zajednicu na planeti.

Warner et al. (2013.) napominju da su poplave koje su se na teritoriju Nizozemske pojavile krajem 1993. i 1995. godine prvo šokirale, a zatim i probudile javnost i struku te ih natjerale na razmišljanje o drugačijim načinima upravljanja rijekama vezano s obranom od poplava. Oni smatraju da su svi ljudi u toj državi (znanstvenici, političari, ali i javnost) bili uspavani, tj. uvjereni da su problemi s poplavama u njihovoj državi jednom za svagda riješeni na najbolji mogući način. Kad su se probudili od početnog šoka nizozemski stručnjaci su donijeli povijesnu odluku. Zaključili su da ne treba nastaviti s podizanjem nasipa uz rijeke već je neophodno vratiti rijekama prirodni prostor koji im je oduzet brojnim složenim i skupim hidrotehničkim i regulacijskim zahvatima. Zaključili su da jedan od bitnih uzroka pojave sve većih i sve češćih poplava i brojnih ekoloških katastrofa leži u činjenici nestanka prirodnih plavljenih područja koja su odsječena izgradnjom nasipa. Koncept koji je tada osmišljen nazvan je „SPACE FOR THE RIVER - PROSTOR ZA RIJEKU“.

Međutim, kao i sve druge velike i u osnovi plemenite ideje, kao što je to uostalom i bilo za očekivati, i ova je naišla na brojne probleme teoretske i praktične naravi. Prije nego što se krene u detaljnije razmatranje problematike vezane sa stvaranjem prostora za rijeke treba napomenuti da se sama ideja nije pojavila početkom devedesetih godina dvadesetog stoljeća. Više desetaka godina ranije na mnogim su rijekama u svijetu (osobito u najrazvijenijem državama gdje su i izvedeni najveći zahvati na tzv. „konačnom rješenju i kontroliranju“ režima rijeka) uočene slične ili čak i identične negativne posljedice poduzetih graditeljskih zahvata.

O problemima i mogućim negativnim posljedicama kao i o kontroverzama vezanim s mogućnosti ostvarenja koncepta „SPACE FOR THE RIVER - PROSTOR ZA RIJEKU“ bit će govora u ovom članku. Kako bi se moglo bolje shvatiti u čemu leži složenost i neizvjesnost ovog koncepta poslužit će [slika 2](#) (WMO, 2006.). Na njoj je prikazano da



Slika 2 Prikaz rijeke kao četverodimenzionalnog sustava

svaku rijeku treba razmatrati kao individualan dinamičan prostorni i vremenski sustav u kojem se istovremeno mora voditi računa o sve četiri dimenzije: (1) uzdužnoj; (2) poprečnoj; (3) vertikalnoj; (4) vremenskoj. Ako se pri donošenju rješenja zanemari bilo koja od njih, to može uzrokovati nesagledive negativne posljedice ne samo u fizičkom smislu (sigurnost izvedenih objekata, poplave itd.) već mnogo više u onom ekološkom. Tako je to bilo uvijek do sada i tako će biti i u budućnosti.

Izgradnjom nasipa čija je posljedica isključivanje prirodnih plavljenih površina, kao do sada najčešćim načinom borbe s poplavama, zanemarila se poprečna komponenta. Ona je od goleme važnosti jer se putem nje osigurava funkcioniranje riječnog sustava u hidrološkom i ekološkom smislu na širokom prostoru oko korita rijeke kako je to moguće uočiti iz prikaza danog na slici 3.

O kako se velikim i raznolikim plavljenim prostorima radi, vidljivo je na slikama 4 i 5. Na slici 4 prikazana je situacija rijeke Sao Francisco (Brazil) kod srednjih voda kad protok iznosi $Q=1600 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, tj. u situaciji kad sva voda teče glavnim koritom. Na slici 5 snimljena je ista dionica rijeke kod velike vode kada je protok iznosio $6000 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ te se rijeka izlila iz svog korita u prirodne plavljene prostore. Pažljivom vizualnom analizom ove fotografije moguće je bez ikakvih proračuna zaključiti da je utjecaj prirodnih plavljenih prostora na transformiranje hidrograma velikih voda i smanjivanje maksimalnih protoka ogroman.

U literaturi je moguće naići na različite definicije plavljenih područja. Dvije najčešće su: (1) ravničarsko područje uz korito rijeke koje je češće izvrgnuto plavljenju; (2) područje uz riječno korito formirano pretežno od sedimenata odloženih tijekom poplava. Plavljena područja uz rijeke predstavljaju plodne dijelove okoliša zbog čega su se ljudi naseljavali u njima, ali su zbog toga češće bili ugroženi od poplava. Koliko je bitno značenje plavljenih područja prepoznato je tek kad ih je čovjek izgradnjom nasipa u blizini riječnih korita reducirao ili čak i u cijelosti eliminirao.

Termin *plavljeno područje* se različito shvaća sa stajališta raznih znanosti. Inženjeri hidrotehničari smatraju da se radi o prostoru koji će potencijalno biti plavljen jednom u sto ili više godina. Za ekologe plavljeno područje je prostor koji je periodično, najčešće svake godine, preplavljen vodom. Uloga poplava u ekološkom smislu je značajna. Fizičko-kemijske posljedice plavljenja bitne su za okoliš. Ekolozi naglašavaju važnost interakcije ekosustava između rijeka i njihovih plavljenih područja za pružanje podrške biološkoj raznolikosti u širem prostoru oko riječnog korita, ali i u cijelom slivu.

Druga česta mjera koja se primjenjuje vezano s obranom od poplava je izgradnjom brana i formiranjem



Slika 3 Rijeka i prostor njenog utjecaja



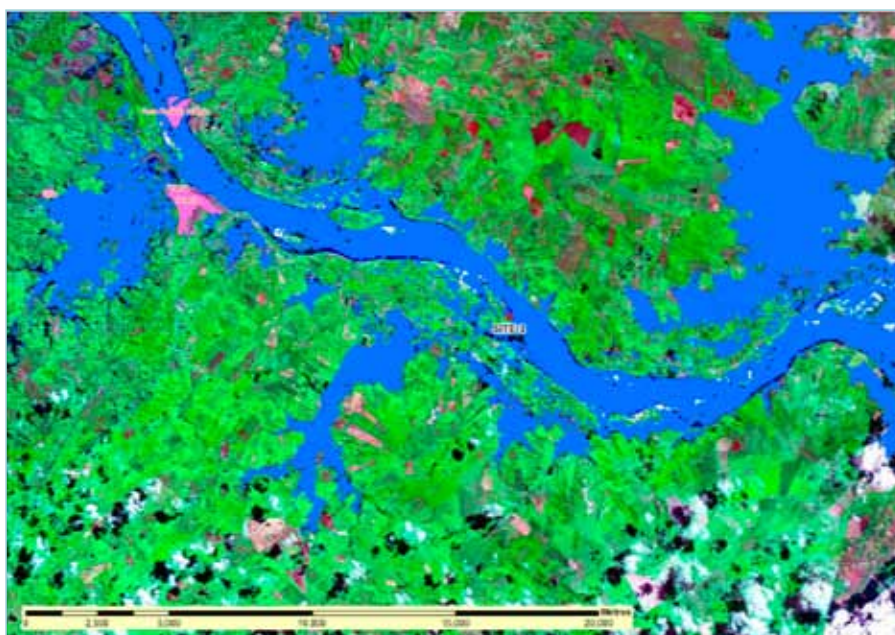
Slika 4 Situacija rijeke Soa Francisco (Brazil) kod srednjeg protoka koji iznosi $1600 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$

akumulacija na rijekama. Tom se mjerom naglo i bespovratno utječe na promjenu uzdužnih procesa na otvorenom vodotoku. U slučaju izgradnje nasipa i brana naglo se i snažno utječe na vertikalnu komponentu, tj. na prirodni odnos površinskih i podzemnih voda. Kao posljedica toga dolazi do nepredvidivih poremećaja u vezi između površinskih i podzemnih bioloških sustava.

Niti jedan od dva navedena rješenja ne vode računa o vremenskoj komponenti. Treba odmah postaviti pitanje da li uopće, te koliko dugotrajno, da li dovoljno i na koji način, koncept „SPACE FOR THE RIVER - PROSTOR ZA RIJEKU“ vodi računa o vremenskoj komponenti izvršenih ili projektiranih zahvata. Znanost vrlo često, uz najbolju

volju i želju da predvidi posljedice nekog zahvata na riječni sustav, to nije u mogućnosti pouzdano procijeniti. Radi se o iznimno složenoj i nedovoljno izučenoj interakciji između brojnih fizičkih, bioloških, kemijskih i socijalnih komponenti koju znanost i struka još uvijek nisu dovoljno shvatili da bi dali pouzdane odgovore o njihovom razvoju pod utjecajem izvršenih zahvata.

Velika većina stručnjaka i laika slaže se s tim da rijekama treba vratiti njihov prirodni prostor. Međutim, već i na samoj teoretskoj razini javljaju se neslaganja, i to često nepremostiva, vezano s načinom na koji to treba učiniti. Dodatni problemi nastupaju kad se s principa krene u konkretna rješenja. Svaki slučaj je poseban i zahtijeva



Slika 5 Situacija rijeke Soa Francisco (Brazil) kod velikih voda kad protok iznosi $6000 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$

uključivanje stručnjaka raznih profila koji zastupaju velik broj različitih nerijetko suprotstavljenih interesa. Kao konačni kriterij i/ili kao dominantan čimbenik za donošenje odluke o mjeri koja će se u praksi poduzeti, u velikoj većini slučajeva, odlučuje cijena zahvata. Pri njenom formiranju javljaju se brojni problemi. Troškove nekih aktivnosti moguće je precizno iskazati u realnom vremenu. S druge strane, pokušaj da se u ekonomskim kategorijama izrazi npr. ekološka korist od predloženog zahvata obično je teško ili nemoguće riješiv problem. Osim toga, precizna i pouzdana procjena dugoročnih šteta i koristi nekog zahvata najčešće predstavlja nemoguću misiju. Zbog toga se nerijetko dešava da se donošenje konačnih odluka mora prepustiti politici i političarima jer „tamo gdje znanost prestaje, počinje politika“. A taj se način rješavanja problema, koji je inače prisutan u svim društvenim zajednicama, uglavnom (prije ili kasnije) pokaže kao neuspješan.

3. RAZLIČITE INTERPRETACIJE KONCEPTA „SPACE FOR THE RIVER - PROSTOR ZA RIJEKU“

Neophodno je istaknuti da u konceptu „SPACE FOR THE RIVER - PROSTOR ZA RIJEKU“ važnu ulogu (ali nikako ne jedinu i najvažniju) igra postupak uklanjanja nasipa i drugih hidrotehničkih građevina izgrađenih na i uz rijeke i vraćanje rijeka u prirodno stanje. Uočeno je naime da u previše slučajeva takvi postupci nisu realno izvodivi te je potrebno naći neka nova, realno ostvariva i po mogućnosti učinkovitija, a prije svega interaktivna rješenja koja će biti u mogućnosti zadovoljiti inženjerske, ekološke i socijalne zahtjeve.

Iako se velika većina uključenih u rješavanje problematike novog pristupa upravljanju rijekama slaže s tim da je neophodno „eliminirati barijere“ (prvenstveno se misli na razgradnju nasipa i na taj način vraćanja rijeci oduzetih prirodnih plavljenih prostora) praksa je pokazala da različite grupe stručnjaka imaju vrlo različite, često potpuno suprotstavljene, stavove o tome što i kako to treba učiniti. Verkerk i van Buuren (2013.) navode da su razlike u praktičnim rješenjima uzrokovane različitim prioritetima korisnika. Na temelju detaljne konzultacije literature došli su do zaključka da se prioriteti mnogu grupirati u sljedećih pet skupina: (1) ekološke vrijednosti; (2) isključivo potreba obrana od poplava; (3) potreba obrana od poplava u interakciji sa zaštitom ekoloških vrijednosti; (4) ostvarivanje principa integralnog upravljanja vodnim resursima; (5) sprečavanje negativnih posljedica klimatskih promjena.

Općenito se mora naglasiti da bilo koji od poduzetih radova u ostvarenju koncepta „SPACE FOR THE RIVER - PROSTOR ZA RIJEKU“ značajno košta i to ne samo tijekom izgradnje nego i u fazi funkcioniranja tj. održavanja izgrađenog sustava. Ne može se samo izgraditi objekte i prepustiti ih na volju prirode. Cijena održavanja sustava

može biti značajna. Već tijekom projektiranja zahvata treba riješiti pitanje tko će snositi troškove održavanja.

Prioritet vraćanja ekoloških vrijednosti javlja se u onim slučajevima kad su iste postojećim ljudskim zahvatima ozbiljno poremećene i značajno ugrožene. Razlozi ekološke degradacije prirodnih otvorenih vodotoka najčešće leže u činjenici što su regulacijom i kanaliziranjem korita uništeni prirodni riječni oblici (meandri, sekundarna korita, proširenja korita, slapišta, dionice vodotoka s različitim padovima dna, prirodne depresije u plavljenom području, močvarna područja itd.). Njihovim nestankom smanjen je broj staništa čime se negativno utjecalo na biološku raznolikost. U takvim slučajevima inzistira se na vraćanju prirodnih riječnih oblika. Prvi problem se javlja ako zbog urbanizacije i/ili industrijalizacije više nema mjesta za njihovu obnovu. Ako ima mjesta i ako se obnove prirodni riječni oblici problemi se javljaju tijekom vremena kao posljedica činjenice da rijeka uvijek ne prihvati nove, čovjekom stvorene „prirodne“ forme. Osim toga se mora voditi računa da ovi radovi nisu jeftini te da traže stalan nadzor i skupo održavanje.

Na mjestima gdje je moguće ukloniti nasipe i omogućiti rijeci da ponovo plavi prirodne prostore ta se mjera treba i može poduzeti. Međutim, takvih mjesta ima sve manje, osobito u razvijenim državama (Vrhovšek i Korže, 2008.). Obično se radi o mogućnosti vraćanja u prirodno stanje tek malih dijelova prostora na nekim slabije naseljenim dionicama vodotoka. Njihovo vraćanje u prirodno stanje u tom slučaju nema značajniji utjecaj na poboljšanje sustava obrane od poplava.

Obrana od poplave predstavlja prioritet, najčešće i osobito tijekom posljednjih desetljeća, u urbanim prostorima. U takvim slučajevima rijetko je moguće eliminirati nasipe i stvoriti prostor za prirodno plavljenje. U nekim urbanim prostorima ide se za tim da se parkovi, parkirališta, pa čak i trgovi i drugi javni prostori na kojima nema vrijednih objekata iskoriste kao mjesta za kratkotrajno skladištenje viška vode tijekom poplava. Praksa je pokazala da zapremine takovih prostora nažalost nisu velike te mogu pomoći u rješavanju problema obrane od manjih poplava.

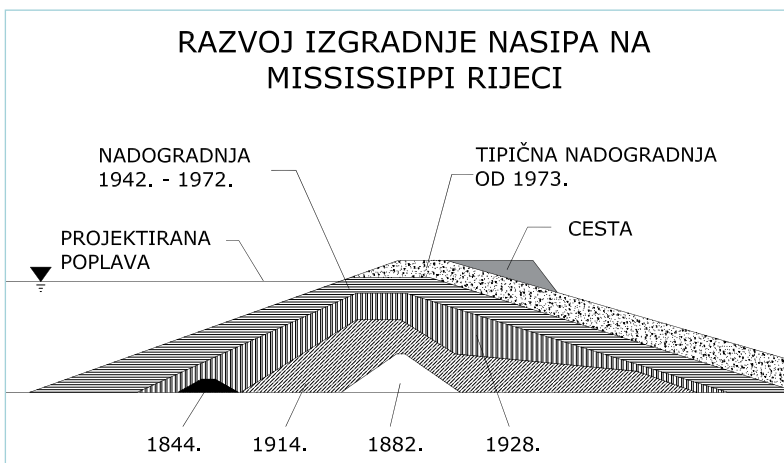
Primjer mjera koje su zasnovane na poštivanju isključivo obrane od poplava, a koje su se poduzele u slivu rijeke Mississippi (SAD) ukazuje na pojavu kontroverznih situacija u praksi. Katastrofalna poplava koja se na golemom prostoru ove rijeke desila 1993. godine rezultirala je odlukom savezne vlade da se iz plavljenog prostora odstrane brojne zgrade i drugi objekti koji predstavljaju prepreke u tom prostoru. Veliki radovi započeli su u saveznom državama Illinois i Missouri. Uklonjeno je 7700 objekata. Istovremeno su lokalne vlasti inicirale i dozvoljavale izgradnju u plavljenim prostorima koji su bili u njihovom vlasništvu i pod njihovom ingerencijom. Sukobili su se interesi saveznih i regionalnih vlada.

O povijesnom razvoju izgradnje nasipa na rijeci Mississippi svjedoči grafički prikaz dat na slici 6 (CIRIA, 2013.). Iz njega se jasno može uočiti da je u razdoblju od prvog izgrađenog nasipa 1844. godine do danas površina i zapremina nasipa povećana do neslučenih dimenzija, a čini se da tom procesu nema kraja. Bitka za prostor oko rijeka se i dalje nastavlja i čini se da postaje sve intenzivnija. Činjenica je da danas nije više moguće vratiti stvari u prirodno stanje, ali je isto tako činjenica da se ne smije nastaviti postupati po starom. Struka se doista nalazi pred velikim problemima jer treba odgovoriti na pitanja na koja za sada nije našla učinkovit odgovor.

U slučajevima kada je prioritet obrana od poplava javljaju se brojne kontraverze. Razlog leži u činjenici što je do sada većina zahvata na rijekama bila vršena upravo s tim ciljem, ali se čini da su usprkos toga poplave svugdje, a osobito tamo gdje su izvršeni najveći zahvati, postale sve češće i sve razornije. Pri tome se zaboravlja da populacija na planeti raste geometrijskom progresijom te da se većina stanovništva naseljava upravo uz korita ili u deltama rijeka jer su tamo uvjeti za život (dok nema poplava) mnogo bolji nego na ostalim prostorima.

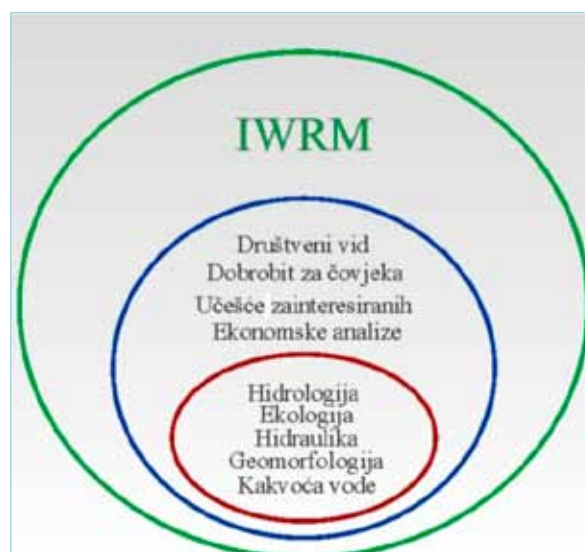
Upravljanje i kontrola poplavama igraju ključnu ulogu u zaštiti ljudi i njihove imovine čime se pruža izravna podrška socio-ekonomskom razvoju određenih područja. Do nedavno sustavi kontrole i zaštite od poplava tretirani su isključivo s inženjerskog stanovišta. Nije se vodilo dovoljna, a nerijetko i nikakva briga o socijalnim, kulturološkim i ekološkim učincima provedenih mjera na društveni i prirodni okoliš. Bitni nedostatak dosadašnjih sustava obrane od poplava ležao je u činjenici što nisu razmatrane njihove dugoročne posljedice na okoliš. Nekritički i isključivo s inženjerskog stajališta primjenjivane su strukturne mjere kao što su: nasipi, rasteretni kanali, brane i akumulacije, velike, skupe i krute hidrotehničke građevine (npr. ustave) itd. Izgradnja ovih objekata uzrokovala je nagle i drastične promjene prirodnog hidrološkog režima, fiksiranje neprirodnih oblika vodotoka, odvajanje otvorenih vodotoka od njihovih plavljenih površina itd. Posljedice je prije svega osjetio okoliš, a one su bile izražene u masovnim i drastičnim gubicima staništa, biološke raznolikosti i produktivnosti. Očito je da se tako ne može nastaviti, ali je isto očito da nije moguće stvari vratiti u prirodno stanje. Neke od inženjerskih mjera neizbježne su. Bez njih bi posljedice od poplava bile razornije, a došlo bi do sprečavanja mogućnosti razvoja.

Potrebno je naglasiti da aktivnosti „SPACE FOR THE RIVER - PROSTOR ZA RIJEKU“ pripadaju širem konceptu nazvanom Integralno upravljanje vodnim resursima (IWRM - Integrated Water Resources Management). Na slici 7 dan je shematski prikaz IWRM koncepta iz kojeg je moguće uočiti koje su sve komponente uključene prilikom razmatranja problema i donošenja odluka.



Slika 6 Prikaz razvoja izgradnje nasipa uz rijeku Mississippi od 1844. do danas

Integralno upravljanje vodnim resursima zamišljeno je i razvijeno u najbogatijim državama svijeta (SAD, Velika Britanija, Japan, Nizozemska, Francuska, Njemačka itd.) koje posljednjih desetljeća sve snažnije pate od posljedica katastrofalnih poplava, ali i ostalih vodnih rizika (suša, onečišćenja voda itd.). Prepoznata je važnost sveobuhvatne procjene rizika od ostalih s vodom vezanih katastrofa u koje osim poplava spadaju pojave klizanja terena, muljni tokovi, pojave oluja s padanjem ekstremno intenzivnih oborina i puhanjem jakih vjetrova itd. Novi strateški pristup zahtijeva da se borba s poplavama inkorporira u IWRM sustav. Shvatila se neophodnost da se kontrola svih rizika vezanih s vodama razmatra i vrši u okvirima principa održivog razvoja. Očekuje se da će novim integralnim pristupom biti moguće smanjiti gubitke ljudskih života, ali istovremeno ublažiti ekonomske i druge štete koje su svugdje u svijetu dosegle krajnje dimenzije te da će se istovremeno moći pružiti podrška okolišu.



Slika 7 Shematski prikaz koncepta integriranog upravljanja vodnim resursima (IWRM - Integrated Water Resources Management)

Činjenica je da je sam koncept u razvoju i da u nijednoj državi nije do sada cjelovito primijenjen. Specifičan je za svaku sredinu u zavisnosti o fizičko-geografskim i socijalnim čimbenicima. Dosadašnja je praksa pokazala da se radi o složenom, dugotrajnom i interaktivnom procesu koji je podvrgnut stalnom preispitivanju i korigiranju. Za njegovo učinkovito ostvarenje bitno je da sve sastavnice uključene u proces IWRM-a iskreno prihvate novi koncept i pruže pomoć tijekom njegovog ostvarivanja u praksi. Dosadašnje iskustvo je pokazalo da pojedinci, ali i institucije teško napuštaju ukorijenjenu praksu i još teže prihvaćaju nove holističke pristupe. Ovaj se problem jednako javlja u bogatim i razvijenim sredinama kao i u onim siromašnijim i slabije razvijenim. Međutim, bogata i razvijena društva raspolazu učinkovitim mehanizmima koji su sposobni brže promijeniti stanje u željenom i pozitivnom smjeru.

Kao primjer navodi se pokušaj primjene IWRM koncepta na slivu rijeke Mekong. Radi se o jednoj od rijeka s najvećim slivom na planeti. Dodatan problem predstavlja činjenica da ona prolazi kroz sljedećih šest država: (1) Kinu; (2) Mijanmar; (3) Tajland; (4) Laos; (5) Kambodžu; (6) Vijetnam. Poplave predstavljaju osnovni problem koji je prisilio ove države da sjednu za stol i pokušaju zajednički riješiti situaciju. Međutim, u razmatranje je bilo potrebno uključiti i korištenje njenih vodnih resursa za proizvodnju energije i hrane te za plovidbu. Suradnja je započela u šezdesetim godinama prošlog stoljeća. Sastanci su bili brojni i nade su bile velike, ali su rezultati ograničeni. Nedovoljni uspjeh cijelog procesa može se objasniti različitim interesima pojedinih država. To je očito činjenica koja značajno može utjecati na rezultate ostvarivanja svake inicijative.

Kao odgovor na ovu, moglo bi se reći pat-poziciju, razvijen je novi pristup koji uključuje obranu od poplava u interakciji sa zaštitom ekoloških vrijednosti. Radi se o relativno novoj aktivnosti pokrenutoj od UNESCO-a, nazvanoj Integralno upravljanje poplavama (IFM - Integrated Flood Management). Ona je usmjerena na istovremeno ostvarivanje ciljeva učinkovitog spašavanja ljudskih života i njihove imovine od poplava, ali i osiguravanja dugoročnog održivog razvoja kako onog društvenog tako i okoliša. IFM je uklopljen u ciljeve IWRM-a. U praksi se traže takva inženjerska rješenja koja će pomoći ili barem neće naškoditi okolišu. Uspjesi u ostvarivanju ove hvale vrijedne inicijative do sada nisu spektakularni, ali je veliki napredak i u činjenici da se počelo razmišljati i stvari rješavati na holistički način.

U posljednjih nekoliko decenija klimatske promjene, prije svega globalno zagrijavanje, postali su neizbježna tema dana. Sve što se na planeti zbiva ili će se dešavati pokušava se povezati s promjenom klime. Pri tome se gotovo isključivo razmišlja o negativnim tj. katastrofalnim posljedicama globalnog zagrijavanja. Iako ništa nije s apsolutnom sigurnošću dokazano brojni su stručnjaci uvjerali javnost da su promjene klime uzrokovane antropogenom emisijom stakleničkih plinova glavni (čak

i jedini) uzrok poplavama koje su se javile u posljednjih nekoliko desetaka godina. Osim toga najavljuje se da će zbog klimatskih promjena ekstremne pojave kao što su poplave i suše biti sve češće i sve razornije na cijelom svijetu. Bez obzira na to da li netko prihvaća ili sumnja u takve scenarije, nemoguće ih je zanemariti prilikom projektiranja sustava obrane od poplava. Osnovni i nerješivi problem je da nema pouzdanih proračuna o tome koliko će se i kako vremenski brzo intenzivirati (povećati) velike vode. Čak štoviše, postoje vrlo različiti scenariji. Koji prihvatiti? Zbog toga inženjeri nemaju podatak na temelju kojeg bi mogli projektirati sustave za budućnost. Javnost je uvjeren i uplašena, a struka mora pokušati naći učinkovite odgovore i na tu potencijalnu opasnost bez obzira koliko je ona zaista realna.

Neizbježno je da o tom čimbeniku mora voditi računa i koncept „SPACE FOR THE RIVER - PROSTOR ZA RIJEKU“. Učinkovite mjere na upravljanju rijekama koje treba poduzeti da bi se spriječile buduće katastrofe morale bi biti povezane s nekim od brojnih scenarija klimatskih promjena. Osnovni je problem da su razlike u scenarijima tako velike (nerijetko i kontraverzne) da nije moguće izabrati jedan „sigurni“ scenarij po kojem bi trebalo poduzimati akcije u budućnosti. Ako se kao točno prihvatiti da će klimatske promjene utjecati (ili već utječu) na češću pojavu i naglu izmjenu suša i poplava, tada je neophodno u slivovima i na rijekama stvarati prostore u kojima bi se mogla akumulirati ili retencionirati voda koja se javlja tijekom poplava za korištenje u razdoblje suša. U tom slučaju eliminiranje nasipa i obnova uloge plavljenih prostora čine se kao prihvatljivo rješenje.

Očigledno je da se analizirani i obećavajući koncept „SPACE FOR THE RIVER - PROSTOR ZA RIJEKU“ vrlo različito shvaća već i na teoretskoj razini. U praktičnom ostvarivanju često doživi dodatne izmjene koje mogu ići do razine neprepoznatljivosti u odnosu na prvotnu ideju. Iz analize izvršenih u ovom poglavlju moguće je zaključiti da razlozi za to leže u činjenici što do sada nisu razvijeni pouzdani kriteriji za poduzimanje bilo koje od mogućih mjera. Na osnovi svojih bogatih iskustava na obnovi plavljenih površina u Njemačkoj, Binder (2001.) je zaključio da je idealistički (dakle neostvarivo) očekivati da je u današnjem svijetu moguće vratiti rijeke u prirodno stanje u kojem će utjecaj čovjeka biti neznatan ili ga čak neće biti.

Dodatni i možda najveći problemi realizacije analiziranog koncepta vezani su s troškovima izvedbe i održavanja. U literaturi gotovo ništa nije moguće naći o ekonomskim aspektima problematike iako je jasno da je ona uvijek do sada, a tako će biti i u buduću, imala odlučujuću ulogu. Neke ekonomske aspekte moguće je jasno izraziti dok je druge, barem za sada, gotovo nemoguće kvantificirati. Osim toga, jednostavnije je i pouzdanije definirati današnju cijenu koštanja šteta i koristi izvršenih zahvata. Njihova procjena u budućnosti (čak i onaj bliskoj) krajnje je nepouzdana.

4. SLUČAJ UMJETNE JUBILEE RIJEKE U LONDONU

Šire područje Londona, ali i samo njegovo središte često su trpili, a trpe i danas, štete od poplava rijeke Temze koja protječe kroz ovaj veliki i jedan od najbogatijih, najsređenijih, najbolje organiziranih i najljepših gradova svijeta. To se dešava bez obzira na činjenicu što ovaj grad već stoljećima poduzima brojne i skupe zahvate s ciljem da se zaštiti od poplava. Najveće poplave rijeke Temze u području Londona tijekom dvadesetog stoljeća javile su se 1947. godine (50-godišnja velika voda) i 1968. godine i imale su svojstva naglih poplava jer su uzrokovane obilnim oborinama palim na sliv. Temza je brojnim i dugogodišnjim radovima snažno regulirana rijeka što je utjecalo na potpunu izmjenu njenog prirodnog morfološkog i hidrološkog režima.

Na principima tzv. zelene gradnje s namjerom da se integralno upravlja vodnim resursima Temze, uz naglašenu potrebu ispunjavanja funkcije obrane od poplava i očuvanja okoliša u zapadnom predgrađu Londona izvedena je umjetna rijeka Jubilee. Iz prikaza koji će nastavno biti opisan bit će moguće uočiti brojne pozitivne, ali i neke upitne aspekte, dileme i kontroverze ostvarivanja koncepta „SPACE FOR THE RIVER – PROSTOR ZA RIJEKU“ u praksi (Warner, 2013.). Radi se o namjeri da se dio sliva Temze uzvodno od centra Londona obrani od poplave izgradnjom umjetnog kanala nazvanog Jubilee rijeka. Prvi naziv ovog sustava bio je „Maidenhead, Windsor Eton Flood Alleviation Scheme – MWEFAS“. Radi se o složenom sustavu obrane od poplava kojim se namjeravalo ostvariti i ciljeve održivog ekološkog razvoja.

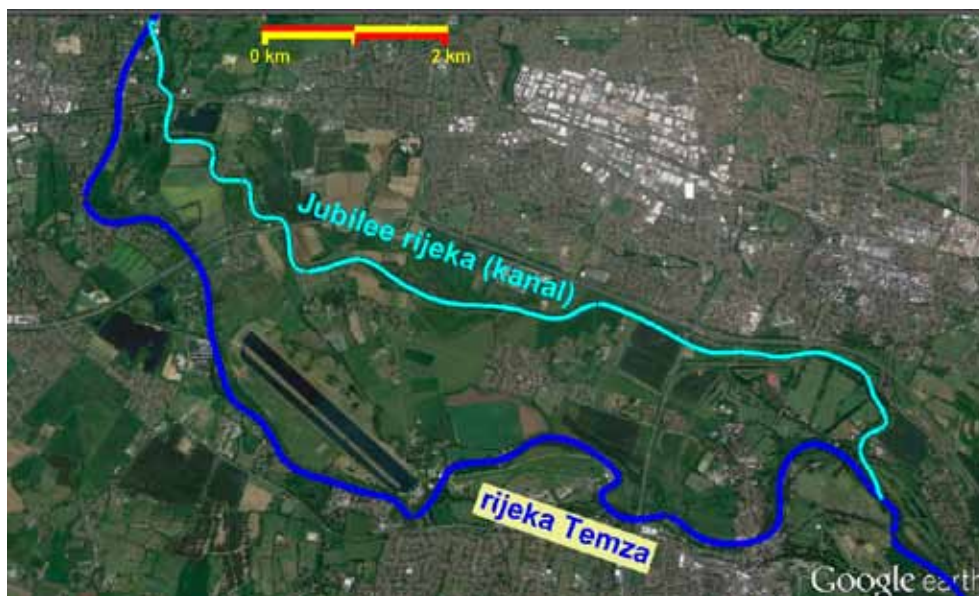
Na slici 8 prikazana je situacija rijeke Temze i umjetne rijeke Jubilee projektirane i izgrađene od strane Agencije za okoliš (Environment Agency). Uočava se da se radi o obilaznom (eng. bypass) trapezoidnom kanalu dužine 11,6 km i prosječne širine 45 m. Njegovom se izgradnjom

od poplave štiti 3000 objekata na prostoru između Maidenheada i Datcheta. Projektiran je da propusti maksimalni protok od $215 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Radi se o 42% protoka Temze 65-godišnjeg povratnog razdoblja. Financiran je od strane ministarstva poljoprivrede i lokalne uprave. Ideje o potrebi njegove izgradnje nastale su u razdoblju 1981.–1983. godine kada je izrađena „Studija obrane od poplava rijeke Temze“. Osobito snažan poticaj za potrebu izgradnje ovog sustava javio se 1990. godine kada je naselje Maidenhead pretrpilo velike štete od poplava Temze. Konačna odluka o potrebi gradnje donesena je 1995. Građen je u kasnim devedesetim godinama, a u potpunosti su radovi završeni početkom 21. stoljeća. Godine 2002. dodijeljena je njegovim graditeljima nagrada za uspješno izvedene radove.

Cijena izvedbe iznosila je 110 milijuna funti. U trenutku kad je izveden predstavljao je najveću umjetnu rijeku u Velikoj Britaniji i drugu po veličini u Europi. Projektanti i izvođači su se trudili da Jubilee rijeka po obliku i funkcioniranju bude što sličnija prirodnom vodotoku. Kako je izgrađena u urbanom prostoru bilo je neophodno izgraditi mnogo mehanizama za kontrolu protoka, ali i brojne mostove, pješačke prelaze i druge sadržaje. Duž njenog korita je izgrađeno pet preljeva. Rijeka Jubilee danas predstavlja omiljeno mjesto za ljubitelje prirode, trkače, šetače i bicikliste.

Da bi se ostvarilo što prirodnije funkcioniranje ove umjetne rijeke na njenim obalama i u širem području obuhvata formirana su brojna prirodna staništa identična onima s obala rijeke Temze. Radilo se o staništima koja su bila velikim dijelom uništena regulacijskim radovima vršenim tijekom 19. i 20. stoljeća. Na 38 ha uzgaja se trstika, 5 ha je vlažno šumsko područje. Uz njih je posađeno 250.000 stabala. U ovaj prostor vratile su se brojne vrste ptica kao npr. žune, kormorani, vivci i crvenkaste lunje.

Slika 8 Karta dijela zapadno od centra Londona na kojoj je naznačen položaj rijeke Temze i umjetne Jubilee rijeke (kanala) izgrađene sa svrhom obrane od poplava



Poplava koja se na Temzi pojavila 2007. godine bila je jedna od najvećih poslije one katastrofalne poplave iz 1947. godine. Izgrađeni sustav odigrao je u tom slučaju pozitivnu ulogu u obrani od poplava područja na kojem je izgrađen. Međutim, problemi se javljaju stoga jer rijeka Jubilee potencijalno može utjecati i utječe na povećanje opasnosti od poplava na područja nizvodno od njenog ušća u Temzu. Zbog toga je predviđeno da se s upuštanjem vode u nju, a potom i u Temzu, upravlja na način da se ne ugroze nizvodna područja Londona.

Već na samom početku rada cijelog sustava umjetne rijeke Jubilee, tijekom velikih voda koje su se pojavile 2003. godine, došlo je do kvarova na nekim inženjerskim objektima sustava. Korito nije moglo propustiti projektirane količine vode nego značajno manje. Došlo je do erozije obala i šteta na nekim od preljeva. Erozijska obala nastala je zbog toga jer stabilnost obala nije bila osigurana krutim građevinama već je zavisila isključivo o vegetaciji koja se do tada nije bila dovoljno razvila. Zbog toga, ali i zbog opasnosti od poplava Temze, nizvodno od ušća rijeke Jubilee je smanjen maksimalni protok koji se propušta kroz umjetno korito na $144 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, a obale i dio dna kanala su osigurani kamenim nabačajem i vrećama s pijeskom. Štete kao i njihova sanacija koštali su preko 5 milijuna funti.

Tijekom velikih voda 2003. godine poplavljeno je područje nizvodno od ušća umjetne rijeke u Temzu što je prisililo odgovorne da poduzmu određene mjere, kako u samom sustavu tako i nizvodno na rijeci Temzi. Agencija za okoliš je 2006. godine tužila sudu glavne izvođače sustava. Početkom 2014. godine na područjima neposredno nizvodno od ušća rijeke Jubilee pojavili su se visoki vodostaji koji su premašili i one iz katastrofalne poplave Temze iz 1947. godine.

Velike vode i njima izazvane poplave koje su se pojavile 2003. i 2014. godine, dakle poslije izgradnje sustava umjetne rijeke Jubilee, uzrokom su da je mjesno stanovništvo počelo ozbiljno sumnjati u učinkovitost izgrađenog sustava u smislu obrane od poplava osobito u dijelu Temze nizvodno od ušća umjetne rijeke.

Od ovog skupog i na najvišem znanstvenom nivou vođenog projekta se očekivalo da će na nov, interdisciplinarni način uz poštivanje zahtjeva okoliša uspjeti definitivno zaštititi jedno područje od poplava, ali i osigurati održivi razvoj okoliša. Iskustva su pokazala da je to vrlo teško ostvariti. Agencija za okoliš je zaključila da svaka zajednica ugrožena od poplava mora prihvatiti rizik od poplava ukoliko želi sustav obrane od poplava graditi tako da se ispune i ekološki kriteriji. Čini se da poplave nije moguće apsolutno spriječiti te je stoga neophodno prihvatiti prijedlog IWRM-a pod nazivom „Živjeti s poplavama” (Living with Floods). To vrlo jednostavno znači da se treba što bolje pripremiti na pojavu ekstremnih i opasnih situacija s ciljem da se izbjegnu žrtve i smanje štete.

5. ZAKLJUČCI

Na temelju svega prethodno iznesenog može se zaključiti da rješenje problema upravljanja rijekama u budućnosti treba zasnivati na interdisciplinarnim istraživačkim naporima kojima će biti moguće integrirati ekološke aspekte problematike s onim inženjerskim uzimajući u obzir socijalnu komponentu otvorenih vodotoka. Očito je da se radi o složenoj problematici koju nije moguće niti apsolutno sigurno niti jednostavno riješiti.

Često se spominje potreba holističkog pristupa. Za njegovo ispunjavanje neophodna je suradnja različito obrazovanih stručnjaka. Osnovnu prepreku takvom obliku suradnje ne stvara činjenica žele li ti pojedinci ili skupine iskreno surađivati. Glavni razlog leži u tome što oni još uvijek nisu dovoljno obrazovani da mogu osigurati ravnopravnu mogućnost razgovora. Inženjeri su nedovoljno obrazovani u ekološkom smislu, a ekolozi u inženjerskom. Treba voditi računa i o tome da ni znanost nije u dovoljnoj mjeri shvatila svu složenost interdisciplinarnih problematika pa stoga i nije sposobna u ovom trenutku dati zadovoljavajuće i sigurne odgovore.

Nova saznanja o odnosu riječne morfologije i ekologije (raspodjele organizama i razvoja ekoloških procesa u različitim hidrološkim situacijama) u rijekama, plavljenim područjima i u širem riječnom koridoru od fundamentalnog su značaja za poduzimanje inženjerskih zahvata i drugih mjera koje će moći ispuniti zahtjeve održivog razvoja i zaštite od poplava. Očito je da će se još izvjesno vrijeme trebati ozbiljno i intenzivno raditi na rješavanju ove problematike.

Koncept „SPACE FOR THE RIVER - PROSTOR ZA RIJEKU” na neki je način vratio stvari na početak, dakle u vrijeme prije nego je čovjek započeo s "kroćenjem" otvorenih vodotoka. Ljudi su shvatili da poplave ne predstavljaju ništa drugo nego dio prirodnih hidroloških varijacija. Kad su se u prošlosti poduzimale mjere obrane od poplava uglavnom se zaboravljalo da one igraju ključnu ulogu u pružanju podrške biološkoj produktivnosti i raznolikosti u plavljenim područjima, a preko njih i u širem prostoru sliva. Poplave značajno pridonose plodnosti tla, formiranju staništa te donosu i izmjeni hranjiva i organizama. Nanos koji bude transportiran tijekom poplava ne predstavlja samo mrtvu materiju već i plodne sastojke, hranjiva i biološke organizme. Novim konceptom pokušavaju se naći nova i učinkovitija rješenja. Pri tome treba biti svjestan da je znanost još uvijek jako daleko od toga da daje pouzdane odgovore. ■

LITERATURA

- Binder, W. (2001.): *River restoration in Bavaria*. U: Nijland, H.J., Cals, M.J.R. (ur.) *River restoration in Europe: practical approaches*. Conference on river restoration 25.-29- May 2000, RIZA, Wageningen, Leyland.
- Bonacci, O. (2003): *Ekohidrologija vodnih resursa i otvorenih vodotoka*. Građevinsko - Arhitektonski Fakultet, Split.
- Boon, P.J., Davies, B.R., Petts, G.E. (urednici) (2000.): *Global perspective on river conservation - science, policy and practice*. John Wiley, Chichester.
- CIRIA (2013.): *The International Levee Handbook*. CIRIA, London, UK.
- Moss, T., Monstadt, J. (urednici) (2008.): *Restoring floodplains in Europe - policy contexts and project experiences*. IWA Publishing, London.
- Warner, J.F. (2013.): *A tale of two channels for the Thames*. U: Warner, J.F., van Buuren, A., Edelenbos, J. (urednici) *Making space for the river - governance experiences with multifunctional river flood management in the US and Europe*. IWA Publishing, London. 103-120.
- Warner, J.F., van Buuren, A., Edelenbos, J. (urednici) (2013.): *Making space for the river - governance experiences with multifunctional river flood management in the US and Europe*. IWA Publishing, London.
- Verkerk, J., van Buuren, A. (2013.): *Space for the river: a condensed state of the art*. U: Warner, J.F., van Buuren, A., Edelenbos, J. (urednici) *Making space for the river - governance experiences with multifunctional river flood management in the US and Europe*. IWA Publishing, London. 15-32.
- World Meteorological Organization (WMO), (2006): *Environmental aspects of integrated flood management*. WMO, Geneva.
- Vrhovšek, D., Korže, A.V. (2008.): *Ekoremediacija kanaliziranih vodotokov*. Limnos, Maribor.