

## PLANIRANJE I RAZVOJ INTEGRALNIH VODOPRIVREDNIH SISTEMA PREMA NAČELIMA KLJUČNIH DIREKTIVA O VODAMA EU - NA PRIMERU REKE VRBAS U REPUBLICI SRPSKOJ

Nedeljko SUDAR<sup>1)</sup>, Vujadin BLAGOJEVIĆ<sup>1)</sup>, Tina DAŠIĆ<sup>2)</sup>, Dejana Đorđević<sup>2)</sup>  
Miloš STANIĆ<sup>2)</sup>, Nenad JAĆIMOVIĆ<sup>2)</sup>, Branislav ĐORĐEVIĆ<sup>3)</sup>, Žana TOPALOVIĆ<sup>4)</sup>  
Slobodan MARILOVIĆ<sup>5)</sup>, Raduška CUPAĆ<sup>6)</sup>, Goran BOSANKIĆ<sup>6)</sup>

<sup>1)</sup> Zavod za vodoprivredu, Bijeljina, <sup>2)</sup> Univerzitet u Beogradu – Građevinski fakultet,  
<sup>3)</sup> Akademija inženjerskih nauka Srbije, <sup>4)</sup> Univerzitet u Banja Luci – Arhitektonsko-  
građevinsko-geodetski fakultet, <sup>5)</sup> JU 'Vode Srpske' Bijeljina, <sup>6)</sup> UNDP - BiH

*Quod timeas citius quam speres evenit.  
Ono čega se plašiš dogodiće se brže nego ono čemu se nadaš.  
(Publilius Syris, I v.pne)*

### REZIME

Na području Republike Srpske i Bosne i Hercegovine integralni vodoprivredni sistemi su djelimično ili veoma slabo razvijeni. Procenat realizovanih sistema je značajno manji od iskazanih vodoprivrednih potreba i očekivanih ciljeva. Uvažavajući obaveze ispunjavanja uslova iz Direktiva o vodama, bitno je uočiti značajnu činjenicu da je u većini razvijenih zemalja EU proces razvoja integralnih sistema uglavnom završen.

U BiH djelimično su realizovani sistemi na Drini, Neretvi, Trebišnjici i Vrbasu, a ostali slivovi nemaju izgrađene ili dokumentacijom planirane ključne integralne vodoprivredne sisteme. Kao poseban primjer nerazvijenosti i deficita iskazanih potreba za rezervama vode izdvaja se rijeka Bosna.

U polazištima za ispunjavanje zahtjeva Direktiva za BiH i Republiku Srpsku postoje suštinska tehnička ograničenja koja treba uvažiti. Na slivu rijeke Vrbas koji je suočen sa nepotpuno razvijenim integralnim vodoprivrednim sistemima, na bazi sprovedenih analiza iz 'pilot' Plana upravljanja rizikom od poplava za sliv rijeke Vrbas Republike Srpske, daju se strateške preporuke koje su bitne za zaštitu od voda, uređenje prostora i razvoj društvene zajednice na tom slivnom području uvažavajući zatečeno stanje, višenamjenske potrebe korišćenja voda i preuzete zahtjeve ekološkog statusa voda iz Direktiva o vodama.

U strateškom opredjeljenju, sektor voda u Republici Srpskoj mora neodložno, planski i ozbiljno pristupiti

planiranju i razvoju integralnih vodoprivrednih sistema. Ovaj proces je poželjno koordinisano i sinhronizovano započeti u saradnji sa sektorom voda u Federaciji BiH, imajući u vidu uticaje sa uzvodnih područja na vodne režime malih i velikih voda.

Period tranzicije, do pristupanja pregovorima i članstvu u EU mora se racionalno iskoristiti, na način da se u svim dokumentima sektora voda zahtjevi Direktiva prilagode razvojnim prioritetima. To znači da se u Planovima upravljanja rizicima od poplava potencira planiranje i izgradnja ključnih akumulacija i ostalih objekata integralnih vodoprivrednih sistema. Takav pristup će omogućiti da se obezbijedi dobar ekološki i hemijski status voda, odgovarajuće potrebe za vodom i preduslovi za efikasniju aktivnu zaštitu od poplava.

Zbog toga treba decidno iskazati potrebe i iste ostvariti razvojnim ciklusom uz pomoć EU. Po tom osnovu bi bilo korisno navesti primjere iz EU (Španija) i nastojati da se integralni vodoprivredni sistemi u Republici Srpskoj i BiH izgrade do potrebnog nivoa koji garantuje funkcionalnost, održivost i odgovarajuće upravljanje.

Zakon o vodama i strateški dokumenti Republike Srpske iz oblasti voda ('Strategija upravljanja vodama Republike Srpske'), daju mogućnost da se integralni vodoprivredni sistemi razvijaju do potrebnog kapaciteta.

**Ključne riječi:** planiranje i razvoj integralnih vodoprivrednih sistema, prilagođavanje zahtjevima Direktiva EU, ekološki i hemijski status voda, uređenje vodnih režima, aktivna zaštita od velikih voda.

## UVOD

Vodoprivreda i vodoprivredni sistemi u bivšim republikama Jugoslavije su od sredine XX vijeka ostvarili ključni napredak. Taj razvojni ciklus direktno je podsticao razvoj poljoprivrede, privrede i urbanih cjelina, a period do devedesetih godina je bio period opšteg progressa. Prostorni položaj rijeke Save i glavnih pritoka, značajnih plavnih područja pod dominantnim uticajima 'Denovskih ciklona', uslovlili su da se tom području posveti značajna pažnja planiranju i izgradnji sistema zaštite od voda, jer je uz rijeku Savu i donje tokove glavnih pritoka skoncentrisan veliki broj stanovnika, značajni resursi, materijalna dobra značajne vrijednosti, koje su često izložene opasnim poplavama. Organizaciono i pravno na datom području pored ostalih država u ovom istorijskom trenutku, nalazi se u okviru BiH, Federacija BiH i Republika Srpska, koje su nadležne za upravljanje vodama. Razvoj vodoprivrede na tom području su pratila brojna ulaganja, ali i sistemsko planiranje na osnovu dokumentacije koja je dobro osmišljala konceptualna tehnička rješenja. Sagledavajući značaj strateškog planiranja urađene su brojne Studije i Vodoprivredne osnove koje su potencirale razvoj integralnih vodoprivrednih sistema i ujedno bile vodilje planskog uređenja voda i zemljišta.

Razvojni ciklus planiranja i izgradnje integralnih vodoprivrednih sistema je devedesetih godina XX vijeka zaustavljen, a izgrađeno je nešto više od 30% planiranih sistema. Prostori namijenjeni za višenamjenske akumulacije se u poslednjih 20 godina degradiraju izgradnjom objekata raznih namjena i davanjem koncesija malim hidroelektranama, čime se trajno onemogućava optimalno korišćenje prostora, raspoloživih vodnih resursa i mehanizama naprednog upravljanja vodoprivrednim sistemima.

Potpisivanjem protokola o pridruživanju EU u zakone o vodama Republike Srpske i Federacije BiH implementirane su značajne obaveze provođenja odrednica dvije ključne direktive: Okvirne Direktive o vodama 2000/60/EC i Direktive o procjeni i upravljanju rizicima od poplava 2007/60/EC. Implementacija podrazumijeva izradu Planova upravljanja riječnim slivovima i Planova upravljanja rizicima od poplava, koji imaju značajne osnove, ali i određene nejasnoće, koje, zavisno od područja primjene i obaveza, državne zajednice treba prilagoditi lokalnim uslovima.

Potrebe za prilagođavanjem se naročito uočavaju u zajednicama i na područjima gdje integralni vodoprivredni sistemi nisu realizovani u potrebnom

kapacitetu. Nije moguće obezbijediti dovoljne količine vode u malovodnim periodima, a zahtjeva se dobar ekološki status ili se planiraju robusni objekti zaštite od voda, a nije omogućeno aktivno upravljanje poplavnim talasima na vodotocima koji ne posjeduju ni jednu veću višenamjensku akumulaciju (rijeka Bosna).

Prilikom izrade Plana upravljanja rizikom od poplava za sliv rijeke Vrbas Republike Srpske (finansirao UNDP BiH, a Plan uradio Konzorcijum Zavod za vodoprivredu Bijeljina & Institut za hidrotehniku i vodno ekološko inženjerstvo Građevinskog Fakulteta u Beogradu), navedene činjenice su potvrđene. Naime, na rijeci Vrbani u Vodoprivrednim osnovama i prostorno-planskim dokumentima Republike Srpske naznačen je razvoj više integralnih vodoprivrednih sistema, a do sada nema niti jedan izgrađen. U takvim uslovima izgrađenosti, zbog degradacije slivnog područja upravljanje poplavnim talasima, koji su u 'pikovima' značajno uvećani i posjeduju bujični karakter, nije moguće. Akumulacija Bočac ograničeno prihvata poplavne talase, a velikim vodama bujične rijeke Vrbane ugrožen je centar Banja Luke. Zaštita od voda je jedino moguća izvođenjem skupih objekata i uređenjem korita rijeke Vrbas, koji u značajnoj mjeri utiču na organizaciju prostora u priobalju i veze urbane matrice grada sa vodnim tokom. Sa druge strane, potrebe za navodnjavanjem Lijevče polja i ekološki prihvatljive proticaje kroz Banja Luku i nizvodno do rijeke Save, nije moguće zadovoljiti samo iz akumulacije HE Bočac.

## KLJUČNE ODREDNICE DIREKTIVA O VODAMA I RAZVIJENOST INTEGRALNIH VODOPRIVREDNIH SISTEMA

Okvirna direktiva o vodama 2000/60/EC je ključni dokument koji propisuje uspostavljanje okvira za djelovanje EU u oblasti politike voda, navodeći kao neophodno definisanje konkretnih aktivnosti i rokove potrebne za ispunjavanje elemenata integralnog pristupa upravljanja vodnim resursima u zemljama članicama EU.

Zasnovana je na više ključnih načela: • definisanju kompetentnih organa za Oblasni riječni sliv-distrikt i za dio međunarodnog rječnog sliva, • karakterizaciji tipova i struktura površinskih i podzemnih voda, • zaštićenim područjima, • statusima površinske vode kroz elemente kvaliteta za klasifikaciju ekološkog statusa, podzemnim vodama, kvantitativnom statusu i dr., • razvoju strategija protiv zagađenja površinskih voda, • razvoju

strategija za kontrolu i prevenciju zagađenja podzemnih voda, • listi mjera koje treba uključiti u programe mjera, • planovima upravljanja oblasnim rječnim slivovima, • indikativnim listama glavnih zagađenja, • emisionim graničnim vrijednostima i standardima kvaliteta životne sredine, • cjelovitosti (vodeni ekosistem uvažava se kroz principe koordinacije i identifikaciju sinergija, a uključuje podzemne, površinske i morske vode), • integralnosti (uključivanje i ostvarivanje veze sa ostalim sektorima i principe višenamjenskog korišćenja i djelovanja), • transparentnost (učešće javnosti), • ekonomskom pristupu (uvažavanje ekonomskih kriterijuma i politika koje potenciraju ekonomičnost i efikasnost predloženih mjera), i • ekološkom pristupu (postizanje dobrog kvaliteta vodnih tijela – dobar ekološki i hemijski status koji je potvrđen kroz odgovarajući monitoring). Održivo upravljanje rječnim slivom podrazumijeva uvažavanje tri ključne postavke: jasnu identifikaciju problema, poštovanje ekonomskih načela i učešće javnosti. Ključni dokumenti direktive, Strategije i Planovi upravljanja vodnim područjima-distriktima, zahtijevaju da se za definisane polutante propišu mjere koje će za cilj imati njihovu progresivnu redukciju, a za prioritarno hazardne supstance, uklanjanje ili postepeno obustavljanje ispuštanja i emisije. Za to se jasno propisuju programi osnovnih mjera koji objedinjavaju zaštitu životne sredine i voda, sociološke i ekonomske aspekte, sve u cilju podsticanja i postizanja održivog razvoja i zadovoljavajućeg ekološkog statusa voda u okviru slivnog područja.

U ovom dokumentu se navode odredbe očuvanja postojećeg stanja, odnosno 'nepogoršavanja' stanja voda uvažavajući primjenu relevantnih zakona, kao i zakonskih odredbi EU iz oblasti voda. Ukoliko se na osnovu sprovedenog monitoringa ustanovi da se sa osnovnim mjerama ne postiže dobar ekološki i hemijski status voda, propisuje se dodatni program mjera i odgovarajući monitoring.

Direktiva o procjeni i upravljanju rizicima od poplava 2007/60/EC donesena je nakon Okvirne direktive o vodama, poslije učestalih poplava u velikim evropskim gradovima. Iako je u startu prednost data očuvanju statusa voda, poplave u prijestonicama Evrope početkom XXI vijeka su skrenule pažnju da pod uticajem klimatskih promjena i ekstremnih povodnja sistemi zaštite od voda u zemljama EU imaju slabosti, te da je potreban sistemski pristup koji vodi ka otklanjanju iskazanih nedostataka sistema. Direktiva se realizuje kroz tri faze, izradom: • Preliminarne procjene, • Mapa opasnosti i rizika i • Planova upravljanja rizikom od

poplava. U oba entiteta u BiH u toku je finalizacija Mapa opasnosti i rizika od poplava, a za sliv rijeke Vrbas u Republici Srpskoj je urađen i Plan upravljanja rizikom od poplava [8]. Ovaj Pilot Plan je suštinski značajan, jer daje presjek stanja upravljanja rizikom od poplava za slivno područje koje je samo djelimično 'pokriveno' planiranim integralnim vodoprivrednim sistemima (HE Jajce I i II, HE Bočac i HE Bočac II), a na slivnom području nizvodno od izgrađenih sistema postoje područja značajnih rizika od poplava i to u urbanim gradskim centrima, te brojni problemi vezani za eroziju, nanos i degradaciju riječnih obala.

Zbog toga je Plan upravljanja rizicima od poplava sadržajno obuhvatio ključne probleme, koji su razmatrani ranijim namjenskim projektima iz oblasti vodoprivrede. Iz te analize i razmatranja ističe se potreba da Planovi upravljanja rizicima od poplava moraju rješavati ključne probleme na slivu, planski uvažavajući razvojni scenario uređenja degardiranog slivnog područja, planiranje i izgradnju integralnih sistema i vodoprivrednih objekata višenamjenske svrhe.

Skladno sprovođenje zahtjeva Direktiva i Planova je nedvosmisleno u uslovima kada su integralni vodoprivredni sistemi na odgovarajućem stepenu realizovani (kako je to slučaj u većini zemalja EU), jer postoje uslovi da se ostvare tri ključna zahtjeva vodoprivrede: • aktivan doprinos u umanjenju ili odlaganju maksimuma poplavnih talasa, • oplemenjavanje voda u periodima malovođa (obezbjeđenje EPP-a) i • osiguranje potreba korisnika voda. Međutim, postavlja se ključno pitanje - kako odgovoriti na veoma stroge kriterijume osiguranja dobrog statusa voda i aktivnog upravljanja poplavnim talasima, ako integralni sistemi nisu uopšte izgrađeni ili dovoljno razvijeni.

Jasno je da su u ovom slučaju potrebna investiciona ulaganja za postizanje odgovarajućeg kvaliteta voda (izgradnja sistema kanaliziranja i stepena prečišćavanja upotrijebljenih voda) i ulaganja u sisteme zaštite od voda značajno veća ukoliko stanje na slivu želimo da zadržimo što bliže u prirodnom stanju. Pored toga, gradnjom robusnih objekata zaštite od voda, koji se često ne mogu skladno uklopiti u okruženje, limitiraju se urbani i ostali sadržaji gradskih cjelina, ali i veze urbanih cjelina i vodnih akvatorija koje su nužne i neophodne. Ovo je ključno pitanje za sve zemlje bivše Jugoslavije koje nisu u EU, BiH i Republiku Srpsku na potezu sliva rijeke Vrbas, jer one treba da traže ekonomske, pravne, tehničke i ostale mehanizme da u sklopu transponiranih odredbi Direktiva na

odgovarajući način iskoriste period tranzicije i do prijema u EU otpočinu energično planirati i podsticati izgradnju integralnih vodoprivrednih sistema u srednjim i gornjim tokovima, naročito na pritokama glavnih vodotokova. Tu treba potencirati i zahtijevati značajnu finansijsku pomoć od zemalja EU u plasiranju predpristupnih fondova koji će ujedno ojačavati sisteme zaštite od voda i razvoj sektora voda.

Ovakvim pristupom u koji mora biti uključena i Federacija BiH ostvaruje se razvojni zamajac, neophodan za osiguranje ekonomskih i socijalnih ciljeva (zadržavanje stanovništva u manjim nerazvijenim sredinama), ali i ostalih koristi uređenja vodnih režima, korišćenja voda i ostvarivanja ključnog uslova - stvaranje preduslova za pokretanje mehanizama za odgovarajuće upravljanje režimima voda i osiguranja dobrog statusa voda.

U ovom procesu potrebna je pojednostavljena i značajno olakšana procedura izrade i verifikacije prateće dokumentacije, Strateških procjena uticaja na životnu sredinu i ostale dokumentacije koja omogućava izgradnju sistema, ali i kooperativnost i saradnju entiteta i zemalja u okruženju, koje neće postavljati ultimativne ekološke i vodopravne zahtjeve.

Zbog izuzetne važnosti navode se ključne mogućnosti i usmjerenja u organizacionom i pravnom postupanju sektora voda, koja se odnose na planiranje i razvoj integralnih vodoprivrednih sistema, a koja su omogućena i Direktivama o vodama: ♦ jaka, stručna i sa upravnim ovlaštenjima opremljena upravljačka struktura organizacionih oblika upravljanja, koja prepoznaje strateške odrednice Republike Srpske, BiH i regije kada je u pitanju zaštita voda, životne sredine i razvoj vodne infrastrukture; ♦ interaktivno planiranje uz analizu vodnih resursa, razmatranje obima potreba za vodom, uređenja i zaštite od voda, uočavanje mogućih sukoba interesa oko vodnih resursa i prostora, definisanje prioriteta u konfliktnim situacijama, što treba doprinijeti: adaptivnim rješenjima, koja nisu jednoznačna i koja se mogu prilagođavati promjenama u pravcima razvoja, usmjeravajući razvojni plasman prema resursnim mogućnostima (a to opet zbog toga što nedostaju projekcije demografskog razvoja, nepostojanje validne projekcije dugoročnog privrednog razvoja; neizvjesna kretanja na svjetskom tržištu, posebno tržištu kapitala i sl.); ♦ nastavak rada na započetim i planiranim velikim vodoprivrednim sistemima, pretvarajući ih u sve složenije integralne sisteme vodoprivrede, kojima se rješavaju problemi

korišćenja voda, zaštite voda i zaštite od voda; ♦ usaglašavanje aktivnosti izgradnje vodoprivrednih sistema iz svih oblasti, sa koncepcijom i rješenjima koja su definisana sa susjednim entitetom, susjednim državama i sa međunarodnim obavezama koje su dužni da sprovedu nosioci integralnog upravljanja vodama, tj. organi koji su određeni kao odgovorna tijela za upravljanje oblasim riječnim slivovima - distriktima; ♦ Planovi upravljanja vodama moraju na izvjestan način prethoditi Planovima prostornog planiranja zbog toga što su zahtjevi vodoprivrednih sistema za neophodnim prostorom lokacijski znatno uslovljeniji od zahtjeva ostalih korisnika prostora (i što ostali korisnici prostora upravo zavise od rješavanja problematike vodnog planiranja), kao i zato što vodni objekti i sistemi po pravilu zahtijevaju dodatnu i posebnu zaštitu prostora i objekata (kao što su izvorišta vode za piće, objekti zaštite od voda, objekti za prečišćavanje voda, prostori za akumulacije, prostori za plavne zone i slično); ♦ vodoprivredni uslovi i ograničenja su presudni pri donošenju odluka o lokacijama i pravcima širenja pojedinih industrija, (nema izgradnje hidroelektrane gdje nema rijeke i proticaja vode, industrija pića i sl.) uslovljavaju izbor tehnologija, suštinski uslovljavaju ključne urbanističke odluke (plavne zone neće biti predmet planiranja za urbane cjeline) i slično; ♦ strateški ciljevi razvoja vodoprivrede Republike Srpske proističu iz pristupa planiranja vodne infrastrukture sa pozicija integralnog upravljanja vodnim resursima, razvoja sektora na principima samoodrživosti, zbog čega je potrebno ostvariti i postići određene opšte ciljeve, kao što su: • uređenje i racionalno korišćenje vodnih resursa Republike Srpske i okruženja (njihova zaštita i sl.) [21], • povećanje korišćenja raspoloživih resursa u ekološki, socijalno i u ekonomski prihvatljivim granicama, • povećanje efikasnosti i racionalnosti upotrebe vode u skladu sa ograničenjima koja se postavljaju na planu sve ograničenijih resursa i sve složenijih interakcija sa drugim sistemima u okruženju, • zaštita voda u okviru integralne zaštite i unaprijeđenja životne sredine, • zaštita od štetnog djelovanja voda koja treba da bude usklađena sa nivoom značajnosti urbanističkih, privrednih, saobraćajnih i drugih sistema koji se štite, • optimalno usklađivanje i blago napredniji razvoj vodoprivrednih sistema u odnosu na ostale komponente razvoja Republike Srpske.

Realizacijom navedenih opštih ciljeva bila bi postignuta svrha Zakona o vodama koji ih je definisano i to: • postizanje dobrog stanja voda i sprječavanje njihove degradacije, • postizanje održivog korišćenja voda, • osiguranje pravičnog pristupa vodama, • postizanje

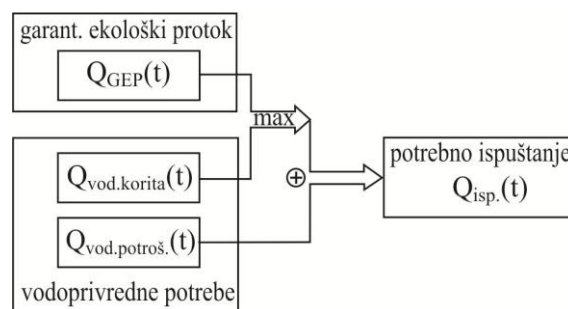
društvenog i privrednog razvoja, • pružanje zaštite akvatičnim i poluakvatičnim sistemima koji zavise od vode, • organizovanje odbrane od poplava i od drugih negativnih uticaja, • osiguranje učešća javnosti u donošenju odluka koje se odnose na vode, uključujući pristup javnosti potpunim, tačnim, i pravovremenim informacijama o stanju voda, aktivnostima koja su preduzela lica koja koriste ili zagađuju vode i aktivnostima koje su preduzele nadležne institucije, • sprječavanje i rješavanje sukoba vezanih za zaštitu i korišćenje voda i ispunjavanje međunarodnih obaveza BiH i Republike Srpske.

Pored opštih ciljeva moguće je realizovati i posebne ciljeve i to: • unaprijeđenje svih vidova racionalnog i integralnog korišćenja voda, zaštite voda i zaštite od voda, • zaštita i poboljšanje raspoloživih resursa vode i stvaranje uslova za upravljanje režimima voda radi njihovog poboljšavanja, • omogućavanje da vodoprivreda usklađeno prati privredni, društveni, urbanistički i infrastrukturni razvoj Republike Srpske i šireg prostora, realizujući sve ciljeve koji se postavljaju pred nju, kao ključnom infrastrukturnom organu, • poboljšanje svih komponenti režima voda (količina, kvalitet, raspodjela voda po prostoru i vremenu) preko usklađene izgradnje, korišćenja i zaštite akumulacija, • planska racionalizacija korišćenja voda u svim sferama, polazeći od činjenice da Republika Srpska nije bogata vodom i da je voda dobro od opšteg interesa i kao takva je pod posebnom zaštitom, te se shodno tome njome treba upravljati na odgovarajući način, koji je definisan propisima i planovima, kao i posebnim odlukama nadležnih organa, a koje pored voda obuhvataju i zemljište, kao i vodne objekte, • obezbjeđivanje pouzdane zaštite voda uz optimalnu primjenu tehnoloških, vodoprivrednih i ekonomskih mjera, posebno poboljšanje režima malih voda, ekoloških proticaja i vodoprivrednih minimuma -poboljšanje obezbjeđenosti zaštite od štetnog djelovanja voda, od prevlaživanja zemljišta i plavljenja unutrašnjim vodama koje se javljaju unutar branjenih dolinskih područja, • zaštita od plavljenja zemljišta i dobara od spoljnih voda i od štetnog djelovanja erozija i bujica, • stručno praćenje bilansa nanosa i bujičnih efekata na slivu, čiji podaci predstavljaju osnovu za plansko djelovanje u riječnom koritu i akumulaciji, • uređenje i zaštita slivova sa gledišta usklađivanja mjera koje se preduzimaju sa drugim komponentama integralnog upravljanja vodama i uređenja teritorije, • zaštita i revitalizacija ugroženih ekosistema poboljšanjem kvaliteta voda i popravljavanje režima malih voda u periodima malovoda i korišćenje vodnih sistema za poboljšanje biodiverziteta.

## ANALIZA EKOLOŠKI PRIHVATLJIVIH PROTOKA I NAVODNJAVANJA

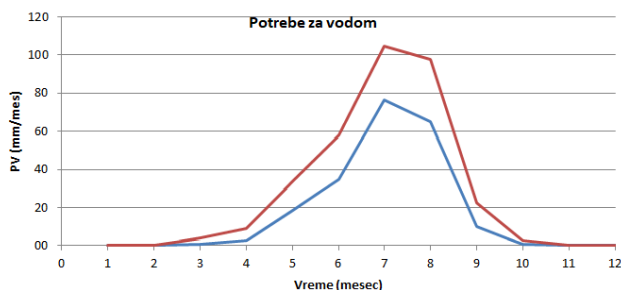
U periodima malovoda značajno je obezbjeđenje dovoljnih količina vode iz akumulacija za ispuštanje vode za ekološki prihvatljive proticaje (EPP) i ostale vodoprivredne potrebe. U tim periodima se zbog štednje vode ispuštaju samo one količine vode koja su neophodne za ispunjenje vitalnih vodoprivrednih ciljeva. Ispuštanje nizvodno od brane ili riječnog vodozahvata ( $Q_{isp.}(t)$ ) u malovodnom periodu sadrži dvije komponente [5] (slika 1):

- (1) ekološki prihvatljiv protok ( $Q_{EPP}(t)$ ), koji se obavezno treba da ispušta u vodotok nizvodno od brane zbog potreba vodenih i priobalnih ekosistema,
- (2) protok za vodoprivredne potrebe ( $Q_{vodopr.}(t)$ ), koji će biti zahvaćen na vodozahvatima u koritu rijeke, ali tako da nakon tog zahvatanja u nizvodnom toku rijeke ostane propisan ekološki prihvatljiv protok.



Slika 1. Struktura potrebnog protoka za dionice rijeke nizvodno od brane ili zahvata [5]

Potrebe za vodom za razvoj navodnjavanja u donjem toku rijeke Vrbas na perspektivnim poloprivrednim površinama sračunate su za period 1982-2015. godina [9], za prosječnu godinu i fiktivnu sušnu godinu vjerovatnoće pojave 80%, što odgovara povratnom periodu od 5 godina (slika 2).



Slika 2. Potrebe za vodom u prosječnoj i fiktivnoj sušnoj godini, povratnog perioda 5 godina

Ukupna potreba za vodom u prosječnoj godini je 209 mm, a u fiktivnoj sušnoj godini je 332 mm.

Prosječna vremenska (unutargodišnja) neravnomjernost u potrebi za vodom po mjesecima prikazana je na slici 3.



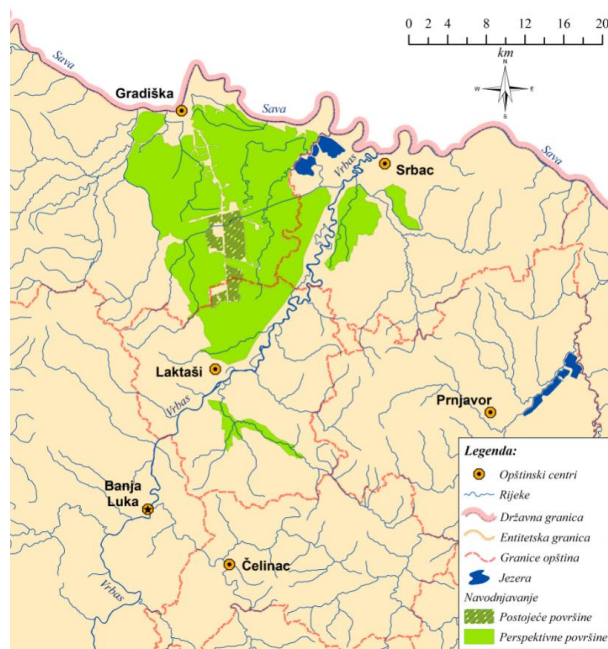
Slika 3. Neravnomjernost u potrebi za vodom u toku prosječne godine

Prema analizama i proračunima potreba za vodom za potrebe navodnjavanja [9] i [10], za dobijeni hidromodul  $q_s = 0,41$  (l/(s ha)) (i gubitke od 10%) za neto površinu od 20 000 ha uz rijeku Vrbas – donji dio vodnog toka: Lijevče polje, Srbačko Nožička ravan i Sitneši u Laktašima, Gradiška i Srbcu (slika 4) potrebno je obezbijediti  $9 \text{ m}^3/\text{s}$  u periodima malovođa. Ovu vrijednost je neophodno uporediti sa raspoloživim minimalnim proticajima da bi se dobila predstava o količini apstrakcije vode u odnosu na pokazatelje, kako malih voda tako i ukupne raspoloživosti vode u rijeci Vrbas na potezu njenog donjeg toka.

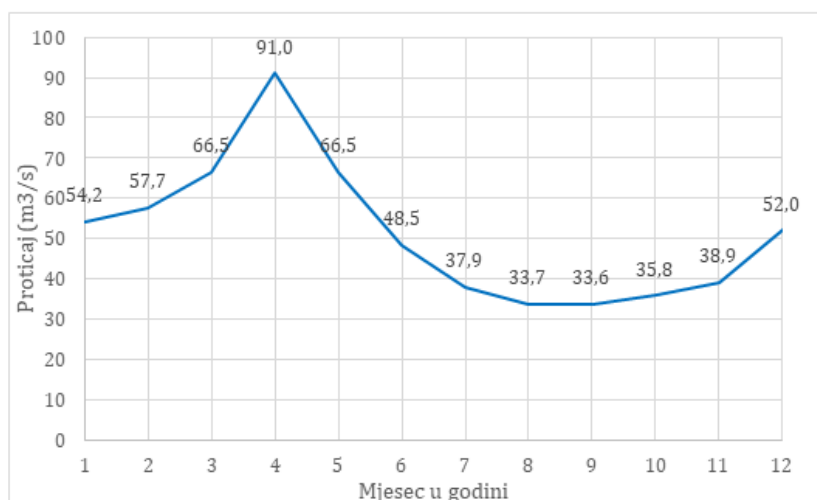
Uvažavajući hidrološke analize [9], srednji višegodišnji proticaj rijeke Vrbas na stanici Delibašino Selo iznosio je  $97,5 \text{ m}^3/\text{s}$ , a potrebna količina vode za navodnjavanje je manja od 10 % srednje višegodišnje vrijednosti. Prema podacima ISRBC (Međunarodna komisija za sliv rijeke Save – International Sava River Basin Commission) na hidrološkoj stanici Davor koja je prva nizvodno od ušća Vrbasa u Savu, srednji višegodišnji proticaj je  $886 \text{ m}^3/\text{s}$  (za period 1969 - 2011), te planirana apstrakcija vode iz rijeke Vrbas potrebna za navodnjavanje poljoprivrednih površina iznosi 1,015% što je gotovo zanemarljivo.

Hidrološke analize [9] koje su izvršene za VS Delibašino selo za period osmatranja 1962 - 2015. godina, definisale su srednje minimalne mjesečne proticaje. Na preglednom grafikonu (slika 5) uočava se

malovodni period od jula do novembra u ciklusu unutargodišnje raspodjele srednjemjesečnih minimuma. Za navodnjavanje su bitni mjeseci jul, avgust i septembar kada je na raspolaganju od  $33,6\text{-}37,9 \text{ m}^3/\text{s}$ .



Slika 4. Postojeće i perspektivne površine za navodnjavanje - zahvat vode iz rijeke Vrbas



Slika 5. Srednji minimalni mjesečni proticaji za stanicu Delibašino Selo i period osmatranja 1962 - 2015.

Pored zahvata za navodnjavanje sračunate su vrijednosti EPP-a, prema proračunu metodom GEP [9].

Vrijednosti ekološki prihvatljivog protoka, koga je neophodno ostaviti u vodotoku iznose:

(a) u hladnom dijelu godine [oktobar÷mart]:

$$Q_{EPP} = 14,595 \text{ m}^3/\text{s} \approx 14,6 \text{ m}^3/\text{s}$$

(b) u toplom dijelu godine [april÷septembar]:

$$Q_{EPP} = 24,325 \text{ m}^3/\text{s}$$

Obzirom na to da se za potrebe navodnjavanja voda zahvata u periodu od marta do oktobra, usvojena je konstantna vrijednost ekološki prihvatljivog protoka od  $Q_{EPP} = 24,325 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Analiza moguće isporuke vode sistemu za navodnjavanje [9] urađena je za period od 6 godina (2010 – 2015.). Korišćeni su dnevni podaci o protocima na vodomjernoj stanici Delibašino Selo. Prioritet u zadovoljavanju potreba ima ekosistem, odnosno ispuštanje ekološki prihvatljivog protoka. Sistem za navodnjavanje zahvata vodu samo u slučajevima kada su protoci rijekom Vrbas veći od  $Q_{EPP}$ . Analiza je sprovedena za dva načina definisanja potreba za vodom navodnjavane površine: • potrebe određene na osnovu srednjih vrijednosti za sušnu godinu  $P_V(80\%)$  i • potrebe dobijene proračunom za svaku razmatranu godinu. Prikazuju se samo rezultati analiza dobijeni za svaku godinu (2010 - 2015), uvažavajući kriterijume: da se navodnjava 20 000 ha neto površina uz gubitke u sistemu od 10% i da sistem navodnjavanja radi 24 h/dan (strožiji kriterijum). Količine vode koje je neophodno zahvatiti iz vodotoka prikazane su u Tabeli 1.

Tabela 1. Količina vode koja se zahvata iz vodotoka

mjesec	3	4	5	6	7	8	9
$Q_{zah} \text{ (m}^3/\text{s)}$	2010	0	0	0	7,36	5,41	0
	2011	0	1,22	2,27	6,54	4,73	10,30
	2012	1,80	0	0	6,11	8,21	11,2
	2013	0	0,09	0	5,33	10,52	8,1
	2014	0	0	0	3,16	2,69	0
	2015	0	0,39	0	6,12	12,32	8,36

Analizom ovih podataka i protoka u rijeci Vrbas zaključuje se da se deficiti u isporuci vode u razmatranom periodu od 6 godina, javljaju 72 puta (72 dana), uglavnom u julu i avgustu (slika 5), kada su i potrebe za vodom uglavnom najveće. Rezultati proračuna zapreminske i vremenske obezbijedenosti isporuke vode za svaku analiziranu godinu, kao i ukupna godišnja količina vode koju je potrebno isporučiti sistemu za navodnjavanje ( $V_{uk}$ ) dati su u Tabeli 2.

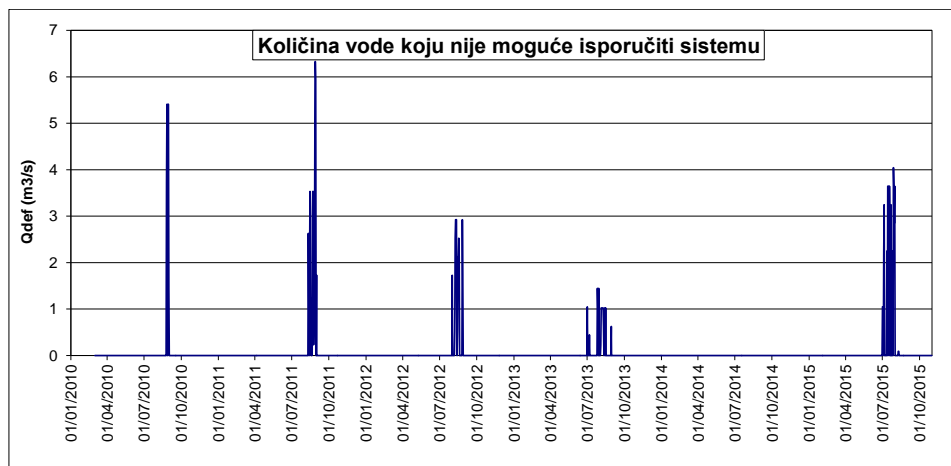
Tabela 2. Zapreminska ( $P_V$ ) i vremenska ( $P_T$ ) obezbijedenost isporuke vode

Godina	2010	2011	2012	2013	2014	2015
$V_{def} (10^6 \text{ m}^3)$	1,94	3,85	2,48	1,36	0	4,07
$T_{def} \text{ (dani)}$	6	17	14	17	0	18
$V_{uk} (10^6 \text{ m}^3)$	34,20	76,69	72,67	66,18	15,40	73,27
$P_V \text{ (%)}$	94,33	94,99	96,58	97,95	100	94,44
$P_T \text{ (%)}$	90,32	90,71	90,85	88,82	100	88,16

Količina vode koju nije moguće isporučiti sistemu za navodnjavanje je manja i iznosi  $13,7 \times 10^6 \text{ m}^3$  za razmatrani period od 6 godina.

Analiza obezbijedenosti isporuke vode za čitav razmatrani period od 6 godina pokazuje da je ukupna količina vode koju je potrebno isporučiti sistemu iznosi  $V_{uk} = 338,4 \times 10^6$ , dok je broj dana u kojima se zahtijeva

navodnjavanje  $T_{uk} = 763$  dana, a vrijednosti zapreminske i vremenske obezbijedenosti iznose  $P_V = 95,95\%$  i  $P_T = 90,56\%$ .

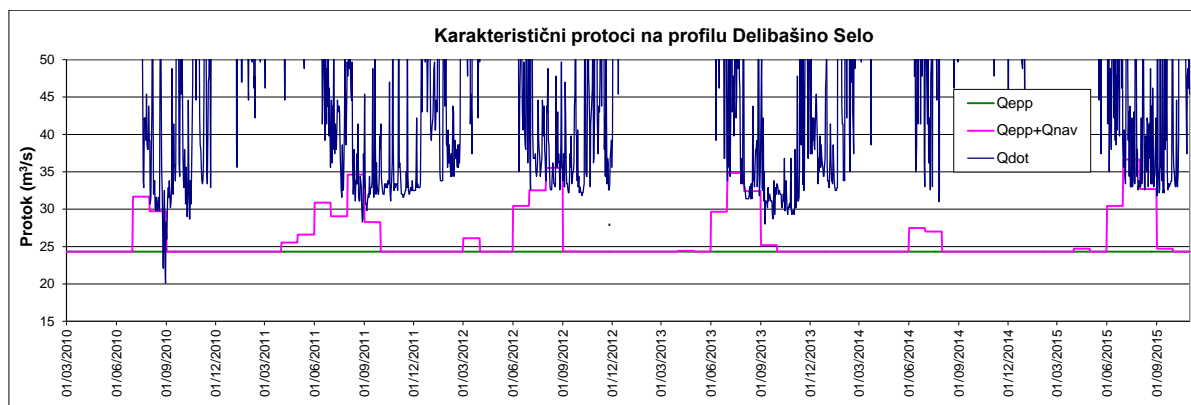


Slika 5. Količina vode koja nedostaje sistemu

Za razmatrani period, u 3 dana nije bilo moguće korisniku isporučiti ni malo vode, jer su protoci u rijeci bili manji od ekološki prihvatljivog protoka, čije obezbjeđivanje u vodotoku ima prioritet u odnosu na navodnjavanje. Redukcija isporučene količine vode veća od 30% javila se još u 8 dana. To znači da se u preostalih 61 dan (u kojima je došlo do pojave vodnog deficita) sistemu za navodnjavanje mogla isporučiti količina vode koja je veća od 70% u odnosu na zahtijevane količine. Dodatne analize pokazuju da je redukcija vode u tom periodu bila još manja, odnosno u 41 dana sa deficitom redukcija isporučene količine vode je bila manja od 20%, što znači da se sistemu za navodnjavanje isporučila količina vode koja je veća od 80% od zahtijevanih količina.

Samo u 2014. godini, koja je bila sa značajnim padavinama (registrovane su poplave u maju i avgustu) nisu iskazani deficiti za vodom.

Na osnovu sprovedene analize mogućnosti zahvatanja vode za navodnjavanje na 20 000 ha, koja je sprovedena za period od 6 godina (2010-2015), može se zaključiti da je zapreminska obezbijedenost 96%, dok je vrijednost vremenske obezbijedenosti oko 90,5%. Redukcija u isporuci vode koja je veća od 30% od zahtijevane količine javlja se relativno rijetko – u razmatranom periodu od 6 godina to se desilo 11 puta, odnosno 11 dana, što u prosjeku iznosi dva dana godišnje.



Slika 6. Uporedni prikaz protoka u rijeci Vrbas ( $Q_{dot}$ ), ekološki prihvatljivog protoka ( $Q_{EPP}$ ) i količine vode za navodnjavanje ( $Q_{nav}$ ) (prikazan je dio grafika sa protocima koji su manji od  $50 \text{ m}^3/\text{s}$ )



Kritičan period - period u kome se najčešće javljaju deficiti, je mjesec avgust. Maksimalne potrebe za vodom sistema za navodnjavanje su u julu i avgustu, dok se minimalni protoci u rijeci Vrbas javljaju u avgustu i septembru. Iako se deficiti u isporuci vode javljaju i u julu, najveći broj dana sa deficitom u isporuci je upravo u avgustu (u razmatranom periodu deficiti u avgustu su se desili u 51 od ukupno 72 dana sa deficitima).

Rezultati analize potreba vode u sistemu sa dnevnim vrijednostima pokazuju ograničenja zahvata vode za potrebe navodnjavanja, a ta ograničenja će biti i nešto izraženija sa proračunima na časovnom nivou, imajući u vidu režime rada HE Bočac.

### ANALIZA MOGUĆIH UTICAJA AKTIVNOG UPRAVLJANJA NA RIJECI VRBANJI

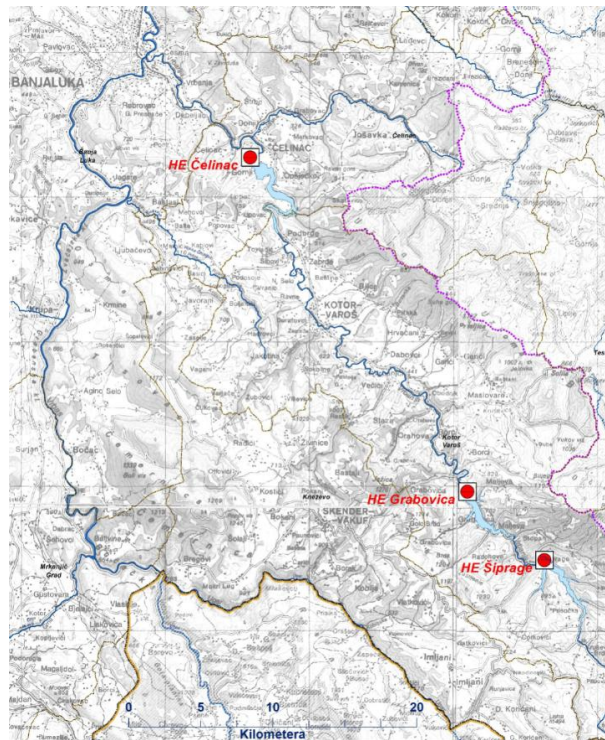
Prema prethodnim planskim dokumentima [9] i [10] na Vrbani je planirano više integralnih sistema i akumulacija od kojih su 3 višenamjenske akumulacije: dvije u gornjem i srednjem (Šiprage i Grabovica) i jedna (Čelinac) u donjem dijelu toka (slika 7).

Akumulacija Šiprage je najuzvodnija od tri analizirane akumulacije na Vrbani, sa površinom sliva od 83 km<sup>2</sup>, srednjim protokom 2,55 m<sup>3</sup>/s i korisne zapremine 54×10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>. Koeficijent izravnjanja protoka je veoma visok i iznosi čak 0,67, što znači da se radi o akumulaciji sa sezonskim regulisanjem protoka. U zoni akumulacije Šiprage Vrbanja protiče kroz kanjon, pa se radi o području koje je slabo naseljeno.

Druga stepenica je akumulacija Grabovica, sa površinom sliva od 182,5 km<sup>2</sup>. Srednji protok iznosi 4,67 m<sup>3</sup>/s, korisna zapremina 35×10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>, a koeficijent izravnjanja protoka 0,24. Područje ove akumulacije je nešto naseljenije u odnosu na uzvodniju stepenicu.

Najnižvodnija akumulacija Čelinac ima veliku površinu sliva od 607,3 km<sup>2</sup>, srednji protok 13,1 m<sup>3</sup>/s i korisnu zapreminu od 43×10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>. Koeficijent izravnjanja protoka iznosi 0,1. Akumulacija bi se formirala u zoni šire kotline i njena izgradnja zahtijevala bi izmiještanje domaćinstava i saobraćajnica. Na javnim raspravama zahtjevano je njeno isključenje iz daljih razmatranja, pa je izgradnja tog objekta neizvjesna i zbog toga nije u Prostornom Planu Republike Srpske. Međutim, prilikom poplava 2014. godine opština Čelinac bila je, posle Banja Luke i Laktaša, opština sa najvećim štetama od poplava. Akumulacije na Vrbani značajno bi ublažile štete od poplava, a akumulacija Čelinac je važan vodoprivredni objekat, ne samo za zaštitu od velikih

voda već i za obezbjeđivanje potrebnih količina vode za navodnjavanje, kao i za oplemenjavanje malih voda.



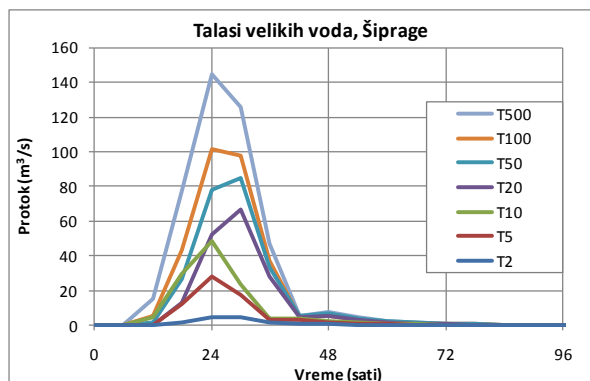
Slika 7. Prostorni položaj planiranih integralnih sistema i višenamjenskih akumulacija na rijeci Vrbani

Metodologija proračuna efekata aktivnog djelovanja i tehničke karakteristike planirane tri HE date su u [8] i to za dvije varijante proračuna: • sa konstantnom maksimalnom vrijednošću protoka izlaznog talasa i • sa postepenim povećavanjem izlaznog protoka.

Ublaženje talasa određeno je za obje varijante za nekoliko početnih nivoa vode u akumulaciji (PNV): • nivo vode na koti normalnog uspora PNV = KNU, • izvršeno određeno pretpražnjenje, koje nije isto za sve akumulacije. Uglavnom je određivano za dvije vrijednosti pretpražnjenja koje su se kretale u granicama od 10% do 40%, odnosno PNV(0,9×V<sub>kor</sub>) do PNV(0,6×V<sub>kor</sub>).

**Rezultati proračuna ublažavanja poplavnih talasa u akumulacijama.** U okviru ovog dijela sažeto su prikazani rezultati proračuna mogućeg ublažavanja pika talasa u planiranim akumulacijama za dvije varijante. Ulazni računski hidrogrami su definisani za vremenski korak diskretizacije od 6 časova.

## ◆ Akumulacija Šiprage



Slika 8. Računski talasi velikih voda za akumulaciju Šiprage

Analiza je urađena za nekoliko početnih vrijednosti nivoa vode u akumulaciji (PNV):

- PNV = KNU = 600 mm,
- PNV(0,95×Vk) = 598,5 mm i
- PNV(0,9×Vk) = 596,9 mm

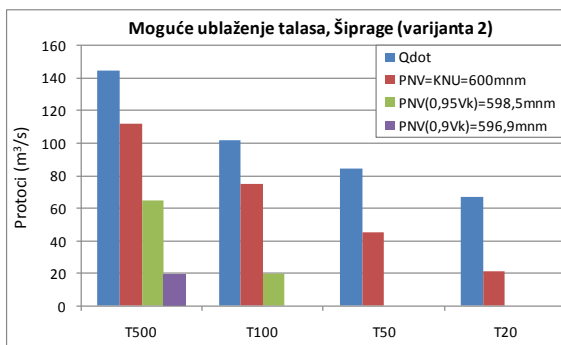
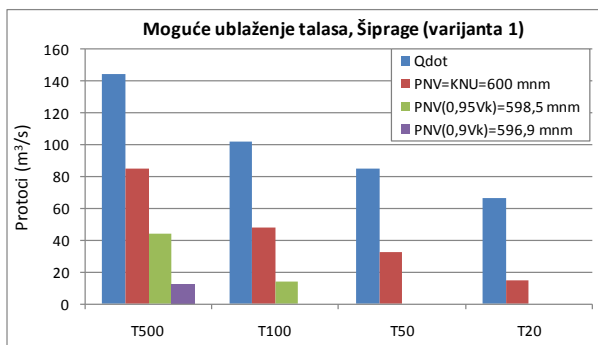


Tabela 3. Rezultati mogućeg retenziranja talasa velikih voda u akumulaciji Šiprage

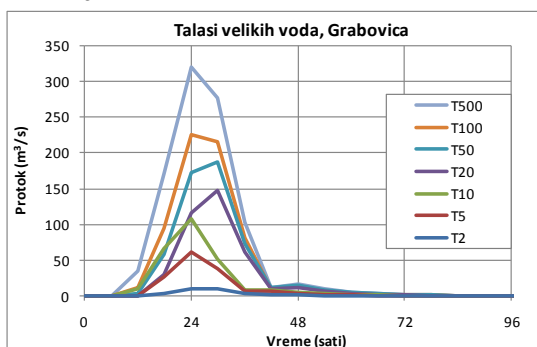
Povratni period (god)	$Q_{max}$ (m <sup>3</sup> /s)	$V_{talasa}$ (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	PNV (mm)	Varijanta 1			Varijanta 2		
				$Q_{niz}$ (m <sup>3</sup> /s)	$\Delta Q$ (m <sup>3</sup> /s)	$\Delta Q$ (%)	$Q_{niz}$ (m <sup>3</sup> /s)	$\Delta Q$ (m <sup>3</sup> /s)	$\Delta Q$ (%)
500	145	9,4	600	85	60	41	112	33	23
			598,5	44	101	70	65	80	55
			596,9	13	132	91	20	125	86
100	102	6,54	600	48	54	53	75	27	26
			598,5	14	88	86	20	82	80
			596,9						
50	85	5,31	600	33	52	61	45	40	47
			598,5						
			596,9						
20	67	3,82	600	15	52	78	21	46	69
			598,5						
			596,9						

\* $\Delta Q$  - smanjenje pika talasa; ćelije bez podataka znače da se talas može u potpunosti prihvatiti ispuštajući nizvodno protok manji od  $Q_{inst}$ .

Iz priloženih rezultata proračuna (tabela 3) i dijagrama jasno je da akumulacija Šiprage može da izvrši ublažavanje čak i talasa povratnog perioda 500 godina. Uz pretpražnjenje akumulacije za samo 5% od korisne zapremine (spuštanje nivoa vode za samo 1,5 m) pik talasa se može smanjiti na vrijednost od 30 – 45 % od

ulaznog talasa. Talase stogodišnjih velikih voda može da ublaži za 25 - 55%, ako se ne izvrši nikakvo pretpražnjenje, a talase manjeg povratnog perioda akumulacija može u potpunosti prihvatiti, ispuštajući nizvodno protok koji je manji od instalisanog protoka.

## ◆ Akumulacija Grabovica



Slika 9. Računski talasi velikih voda za akumulaciju Grabovica

Analiza je urađena za nekoliko početnih vrijednosti nivoa vode u akumulaciji (PNV):

- PNV = KNU = 480 mm,
- PNV(0,9×Vk) = 478,1 mm i
- PNV(0,8×Vk) = 476,1 mm.

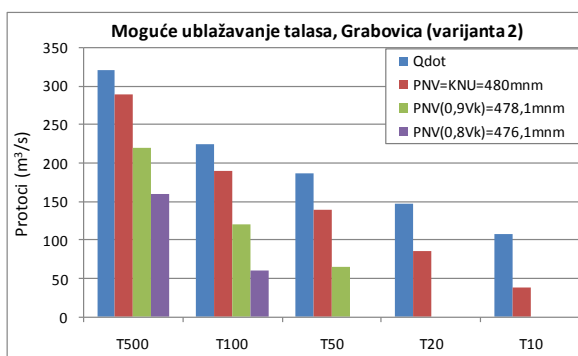
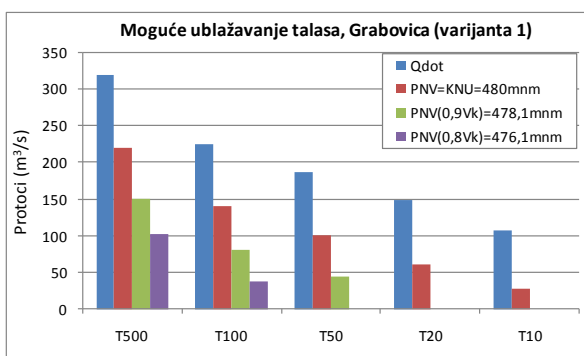


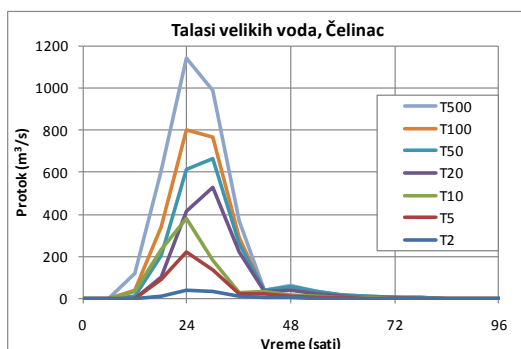
Tabela 4. Rezultati mogućeg retenziranja talasa velikih voda u akumulaciji Grabovica

Povratni period (god)	$Q_{max}$ (m <sup>3</sup> /s)	$V_{talasa}$ (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	PNV (mm)	Varijanta 1			Varijanta 2		
				$Q_{niz}$ (m <sup>3</sup> /s)	$\Delta Q$ (m <sup>3</sup> /s)	$\Delta Q$ (%)	$Q_{niz}$ (m <sup>3</sup> /s)	$\Delta Q$ (m <sup>3</sup> /s)	$\Delta Q$ (%)
500	320	20,75	480	220	100	31	290	30	9
			478,1	150	170	53	220	100	31
			476,1	103	217	68	160	160	50
100	225	14,41	480	140	85	38	190	35	16
			478,1	80	145	64	120	105	47
			476,1	37	188	84	60	165	73
50	187	11,73	480	100	87	47	140	47	25
			478,1	45	142	76	65	122	65
			476,1						
20	148	8,44	480	60	88	59	85	63	43
			478,1						
			476,1						
10	108	5,69	480	28	79	74	38	69	65
			478,1						
			476,1						

Akumulacija Grabovica značajno ublažava velike talase. Uz pretpražnjenje za 10% od korisne zapremine (spuštanje nivoa vode za oko 2 m) pik talasa 500-godišnje vode se može smanjiti za 30 - 55%. Talase stogodišnjih velikih voda može da ublaži za 15 - 40% ako se ne izvrši pretpražnjenje, a ako se nivo u akumulaciji spusti za 4 m,

pik stogodišnje vode smanjuje se na 15 - 25% od ulaznog talasa, a pik petstogodišnje vode smanjuje na 30 - 50%. Talase povratnog perioda manjeg od 2 i 5 godina akumulacija u potpunosti prihvata, a za T10 i T20 je moguće značajno umanjenje pika.

## ◆ Akumulacija Čelinac



Analiza je urađena za nekoliko početnih vrijednosti nivoa vode u akumulaciji (PNV):

- PNV = KNU = 233 mm,
- PNV(0,8×Vk) = 230,45 mm i
- PNV(0,6×Vk) = 227,6 mm.

Slika 10. Talasi velikih voda za akumulaciju Čelinac

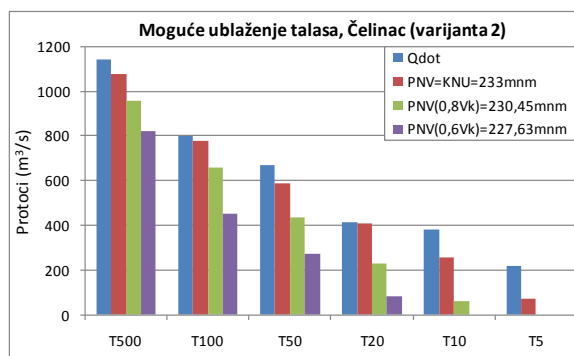
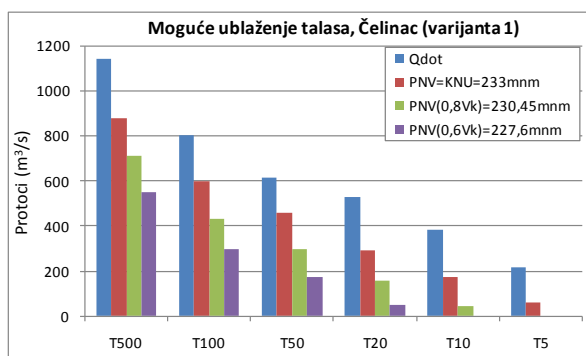


Tabela 5. Rezultati mogućeg retenziranja talasa velikih voda u akumulaciji Čelinac

Povratni period (god)	$Q_{max}$ ( $m^3/s$ )	$V_{talasa}$ ( $10^6 m^3$ )	PNV (mm)	Varijanta 1			Varijanta 2		
				$Q_{niz}$ ( $m^3/s$ )	$\Delta Q$ ( $m^3/s$ )	$\Delta Q$ (%)	$Q_{niz}$ ( $m^3/s$ )	$\Delta Q$ ( $m^3/s$ )	$\Delta Q$ (%)
500	1140	74	233	880	260	23	1080	60	5
			230,5	710	430	38	960	180	16
			227,6	550	590	52	820	320	28
100	802	51,8	233	600	202	25	780	22	3
			230,5	430	372	46	660	142	18
			227,6	300	502	63	450	352	44
50	667	42,3	233	460	153	25	590	77	12
			230,5	300	313	51	435	232	35
			227,6	175	438	71	270	397	60
20	414	30,6	233	290	237	45	408	6	1
			230,5	160	367	70	230	184	44
			227,6	52	475	90	80	334	81
10	383	20,1	233	175	208	54	255	128	33
			230,5	45	338	88	58	325	85
			227,6						
5	219	11,32	233	60	159	73	72	147	67
			230,5						
			227,6						

Akumulacija Čelinac omogućava djelimično ublažavanje pika talasa i u slučaju kada je akumulacija puna, za varijantu 2 nešto manjeg efekta. Imajući u vidu bujični karakter rijeke Vrbanje i izuzetno nepovoljne talase velikih voda (velike pikove i malo vrijeme koncentracije) jedna od osnovnih namjena ove akumulacije svakako bi bila zaštita nizvodnog područja od poplava. To podrazumijeva da se u periodu moguće pojave talasa velikih voda (prolječni meseci: april, maj i jun, kao i decembar i februar) nivo vode u akumulaciji održava na nižem (unaprijed propisanom) nivou, kako bi se obezbijedio neprikosnoveni prostor za prihvatanje poplavnih talasa.

U uslovima kada je nivo vode u akumulaciji nekoliko metara ispod KNU (npr. na koti 277,5 mnm, što je iznad krune preлива) pik talasa stogodišnje vode moguće je smanjiti na 35 - 55% od ulaznog talasa, odnosno za 350 - 500 m<sup>3</sup>/s. Talas povratnog perioda 2 godine akumulacija može u potpunosti da prihvati ispuštajući nizvodno protok koji je manji ili jednak instalisanom protoku HE 30 m<sup>3</sup>/s, a 5-to godišnji talas se takođe može značajno ublažiti akumulacijom, čak i ako se javi u trenutku kada je akumulacija puna, dok se u potpunosti može prihvatiti ako se izvrši pretpražnjenje. Pikovi talasa povratnog perioda 20 i 50 godina mogu se prepoloviti, uz odgovarajuće upravljanje, ako se nivo vode spusti za 2,5 m u odnosu na KNU.

Najveće efekte na zaštitu od velikih voda područja Banja Luke i nizvodno, kao i područja u dolini same rijeke imaju objekti na rijeci Vrbanji, posebno akumulacija Čelinac, koja se nalazi u njenom donjem toku. Vrbanja je izuzetno bujična rijeka, sa velikim pikovima poplavnih talasa i kratkim vremenom koncentracije. Analizom poplavnih talasa prikazanih u dijelu 3 zapaža se da se u podslivu rijeke Vrbanje generišu neuporedivo veći talasi u odnosu na sve ostale pritoke Vrbasa. Sa ovog sliva, površine 924 km<sup>2</sup>, do Banja Luke (odnosno ušća u Vrbasa) dolazi talas koji je približan talasu koji se formira na ostatku sliva i dolazi do Banja Luke. Pored toga, područje oko Vrbanje je naseljeno i ugroženo talasima velikih voda. Zbog toga bi izgradnja jedne ili više akumulacija značajno uticala na zaštitu od velikih voda čitavog nizvodnog područja.

#### **ULOGA I ZNAČAJ RAZVOJA INTEGRALNIH VODOPRIVREDNIH SISTEMA NA RIJECI VRBANJI**

Na osnovu sprovedenih hidroloških i hidrauličkih matematičkih modela i socio-ekonomskih parametara [7] i [8] sagledane su opasnosti i rizici od poplava u

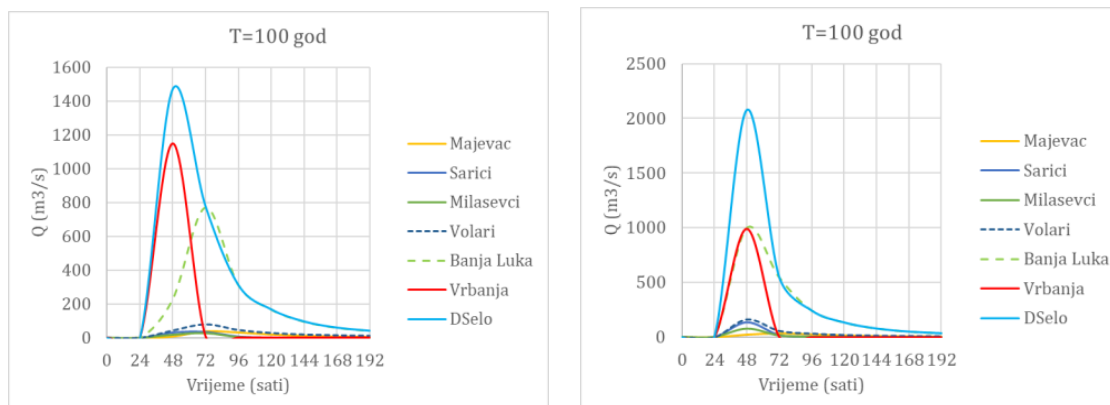
gradu Banja Luci i nizvodno. Shodno tome, date su ciljane investicione mjere za postepeno umanjeње i trajno otklanjanje opasnosti i rizika od poplava, uključujući i aktivno upravljanje akumulacijom Bočac. Kao ključni faktor nepovoljnih uticaja, ističe se nepovoljan režim rijeke Vrbanje i dominantan uticaj na plavno područje u gradu Banja Luci (slika 13). Značajan efekat u izbjegavanju pojave maksimalnih nivoa na tom plavnom području ostvaruje se izbjegavanjem superpozicije „pikova“ poplavnih talasa Vrbasa i Vrbanje (aktivnom ulogom akumulacije HE Bočac). Ipak, u postojećem stanju nije moguće u potpunosti izbjeći takve hidrološki nepovoljne scenarije, a trajno rješenje je dogradnja integralnih vodoprivrednih sistema na rijeci Vrbanji i sinhronizovano aktivno upravljanje višenamjenskim akumulacijama na ova dva vodotoka.

Tehničko obrazloženje jasno je nakon uvida u vrijednosti i hidrološke scenarije nastanka poplavnih talasa na profilu VS Delibašino Selo, sagledavajući hidrološki i hidraulički doprinos Vrbasa i glavne pritoke Vrbanje sa ušćem u urbanom centru Banja Luke. Analizom hidrograma poplavnih talasa različitih povratnih perioda, koji su dobijeni pomoću hidrološkog modela simulacijom računskih kišnih epizoda i potvrdom statističkom analizom sa mjerodavnim trajanjima kiše na meteorološkim stanicama (MS), formirana su dva scenarija: • Scenario 1 (lijeva kolona) - mjerodavno trajanje kiše je 24h na svim MS i • Scenario 2 (desna kolona) - mjerodavno trajanje kiše na MS Bugojno i Jajce je 12h, dok je na MS Banja Luka 24h (slike 11 i 12).

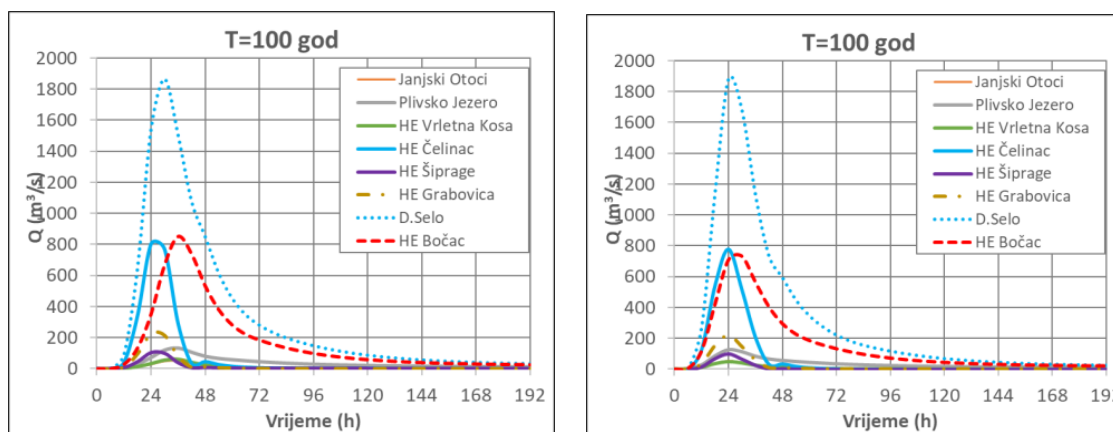
U oba hidrološka scenarija vrijednosti pikova poplavnih Vrbasa VS Banja Luka i VS Vrbanja, odnosno HE Bočac i HE Čelinac su slični i iznose oko 1 000 m<sup>3</sup>/s, odnosno 800 m<sup>3</sup>/s.

Bitno je imati u vidu da velike vode rijeke Vrbanje poprimaju karakteristike bujičnog vodotoka, zbog značajne degradacije sliva (sječa šuma i značajna erozija) i uvećane su za oko 55% u odnosu na stanje od prije 30 godina. Ključni zaključak je da se njima ne može upravljati i da je taj proces progresivan.

Hidrauličkim modelom, koji je analizirao oba hidrološka scenarija definisan je opseg plavljenja i određena opasnost i rizik od poplava (slika 13). Hidrauličkim modelom su definisani konturni uslovi i najnepovoljniji scenariji za plavno područje grada Banja Luka, a to je superpozicija pikova poplavnih talasa Vrbasa i Vrbanje.



Slika 11. Poplavni talasi velikih voda na profilima VS, za različite povratne periode, vremenski korak od 24 h



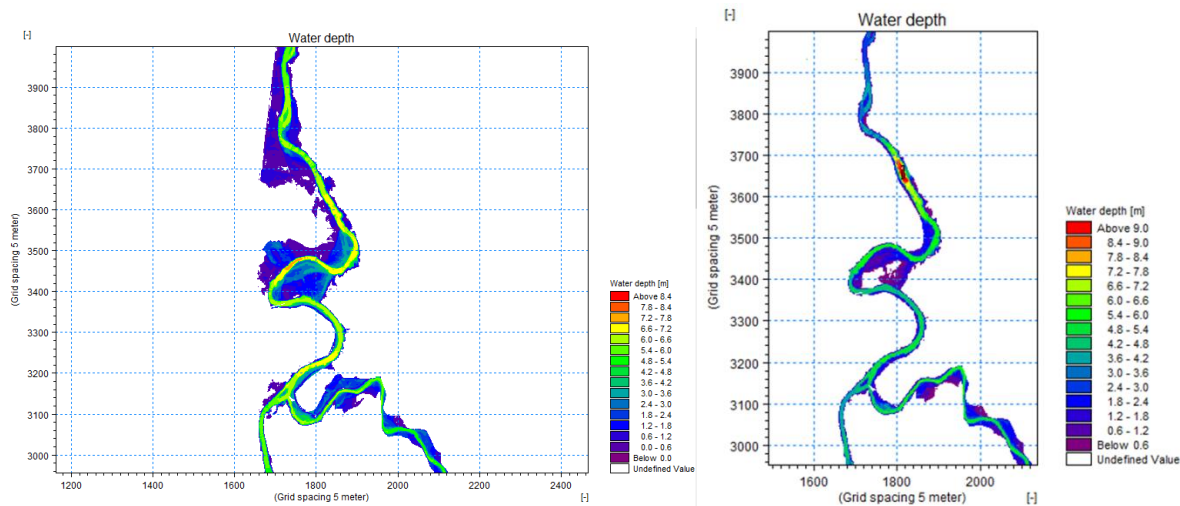
Slika 12. Poplavni talasi velikih voda na profilima HE za različite povratne periode, vremenski korak od 6 h



Slika 13. Dubine plavljenja i rizik od poplava u gradu Banja Luci za kategoriju stanovništvo – velike vode povratnog perioda 100 godina

U Planu upravljanja [8] sagledani su uzroci plavljenja, te predložene investicione mjere koje postepeno

umanjuju rizik od poplava i stepen zaštite u odnosu na velike stogodišnje vode (slika 14).



Slika 14. Mapa dubina plavljenja u gradu Banja Luka prije i nakon provođenja investicionih mjera za velike vode stogodišnjeg povratnog perioda

Imajuću u vidu da se radi o dugom periodu sprovođenja investicionih mjera, značajnim ulaganjima (preko  $35 \times 10^6$  EUR) i relativno ograničenom uticaju akumulacije HE Bočac kod nailaska velikih računskih voda povratnog perioda 100 i 500 godina, neophodno je planirati i na rijeci Vrbanji izgraditi tri planirana integralna vodoprivredna sistema, jer sa tek sa njihovom izgradnjom u potpunosti eliminiše opasnost i rizik od poplava u gradu Banja Luci, a moguća je i dodatna optimizacija investicionih ulaganja (manja ulaganja u investicione mjere na plavnim područjima i izgradnja po fazama).

Čak i u opciji da se kota uspora na HE Čelinac umanjuje, efekti aktivnog upravljanja na ovoj i dvije uzvodne akumulacije će omogućiti sinhronizovano djelovanje aktivnog upravljanja HE Bočac i na taj način izbjeći superpoziciju talasa velikih voda Vrbanje i Vrbasa.

U slučaju realizacije ovih akumulacija u potpunosti su osigurane potrebe ekološki prihvatljivih proticaja i vodoprivredne potrebe naznačene u ovom radu, imajući u vidu zapremine planiranih akumulacija i akumulacije Bočac.

## ZAKLJUČCI

Zakon o vodama [20], Strategija upravljanja vodama Republike Srpske [28] i [6] i Planovi upravljanja riječnim slivovima-distriktima [25] i Planovi upravljanja rizicima od poplava [30] afirmišu strateške

i razvojne interese sektora voda i Republike Srpske, te moguće pristupe i zadatke implementacije Direktiva o vodama EU, uvažavajući minimizaciju negativnih uticaja na susjedne slivove. Strateški dokumenti potenciraju sveobuhvatan i integralan pristup, sa elementima višenamjenskog korišćenja i održivog razvoja uvažavajući potrebe uređenja režima voda naročito na plavnim područjima.

Na slivnim područjima gdje nema ili su djelimično razvijeni integralni vodoprivredni sistemi (primjer sliva rijeke Vrbasa u Republici Srpskoj), uočavaju se potrebe za nastavkom razvoja, u cilju optimizacije planiranja i dogradnje objekata zaštite od voda i korišćenja voda, ali i stvaranja preduslova za ostvarivanje mehanizama upravljanja vodama i potpuniju implementaciju određenih zahtjeva direktiva, naročito kod aktivnog upravljanja poplavnim talasima, oplemenjavanja malih voda i obezbjeđenje vode za ostale korisnike (navodnjavanje, vodosnabdijevanje, hidroenergetika i sl.). Od ključne je važnosti pravilno sagledati karakteristike i prostorni položaj slivnog područja, stepen razvijenosti vodoprivredne infrastrukture, te korišćenjem matematičkih hidroloških i hidrauličkih modela definisati dinamizam uticaja velikih voda na plavna područja, na osnovu kojih se planiraju potrebe uređenja režima voda i prostora, ali i potreba za razvojem integralnih vodoprivrednih sistema.

Prateći savremene trendove i potrebe sagledavanja uticaja na životnu sredinu i uticaja na susjedne slivove,

proces razvoja integralnih vodoprivrednih sistema treba da bude obavljen uz učešće javnosti i uz ostvarenu podršku lokalnih zajednica, entiteta i država koje će imati višestruke koristi od uređenja režima voda, odnosno polaznih osnova opšteg razvoja. Ovaj proces je bitno koordinisano i sinhronizovano započeti u saradnji sa sektorom voda u Federaciji BiH, imajući u vidu uticaje sa uzvodnih slivnih područja iz Federacije na vodne režime (malih i velikih voda) u Republici Srpskoj i obrnuto.

Projekti razvoja integralnih sistema treba da se u samom startu dobro pripreme i obrazlože na svim nivoima - od lokalne zajednice do entiteta prikazujući koristi i negativne uticaje, kako bi bili prihvaćeni već u procesu planiranja, naročito na nivou slabije razvijenih lokalnih zajednica, koje realizacijom ovih projekata mogu da odlože odliv stanovništva i jačanje razvojnih potencijala.

Zaključak je nedvosmislen i sadržan je u strateškom opredjeljenju da sektor voda u Republici Srpskoj mora neodložno, planski i ozbiljno pristupiti planiranju i razvoju neophodnih integralnih vodoprivrednih sistema na svojoj teritoriji, uvažavajući elemente racionalnog planiranja i učešća javnosti u tim razvojnim projektima. Samo na taj način će se poboljšati nepovoljni vodni režimi i stvoriti uslovi za ispunjavanje zahtjeva iz Direktiva o vodama po osnovu osiguranja odgovarajućeg ekološkog i hemijskog statusa voda i zaštite od voda. Planove upravljanja i ključne zahtjeve direktiva na područjima sa nerazvijenom vodoprivrednom infrastrukturom u fazi pripreme i realizacije u potrebnoj mjeri treba prilagoditi lokalnim uslovima i zakonodavstvu što je i omogućeno Direktivama o vodama EU.

Planovi upravljanja kao ključni dokumenti treba da afirmišu stvarne potrebe i da uspostave odgovarajuće mehanizme koordinacije i razumijevanja iskazanih vodoprivrednih potreba, uređenja vodnih režima i kvaliteta voda u Republici Srpskoj i Federaciji BiH, uvažavajući principe održivog razvoja integralnih vodoprivrednih sistema, koji postižu razvoj šire društvene zajednice i osiguravaju bolje mehanizme upravljanja.

#### LITERATURA

- [1] Blagojević, V., N. Sudar, M. Vukićević, B. Đorđević (2015): Urbana regulacija i integralno uređenje dolinskog prostora na primeru reke Bosne u zoni Grada Doboja, *Vodoprivreda*, Beograd, God.47, N<sup>o</sup> 276-278, s. 301-310
- [2] Blagojević, V., N. Sudar i drugi (2018): Mape opasnosti i mape rizika od poplava na slivu rijeke Vrbas u BiH kao podloga za izradu planova upravljanja poplavnim rizikom. *Vodoprivreda*, Vol. 50, N<sup>o</sup> 291-293, s. 87-97.
- [3] Dasic, T. i Đorđević, B. (2013) : Incorporation of water storage reservoirs into the environment, *Scientific Journal of Civil Engineering*, Vol. 2, Issue 2, Skopje 2013 (pp. 7-16). ISSN 1857-839X.
- [4] Dašić, T. i drugi (2018): Razvoj metoda za upravljanje vodama i uređenje teritorije u zoni sistema osetljivih na poplava – Na primeru rudnika i termoelektrane Gacko, *Vodoprivreda*, N<sup>o</sup> 282-284, Beograd, s. 137-146
- [5] Đorđević B., T. Dašić, N. Sudar (2012): Povećanje efikasnosti upravljanja akumulacijama u periodu odbrane od poplava - na primeru hidroenergetskog sistema na Trebišnjici, *'Vodoprivreda'*, 255-257 (1-3/2012), Beograd, 2012. s. 43-58, ISSN 0350-0519,
- [6] Đorđević, B., Sudar, N. Hrkalo, U. i Knežević, B. (2013): Strategija upravljanja vodama Republike Srpske, *Vodoprivreda*, 261-263, s.3-20
- [7] Đorđević, B. (1990): *Vodoprivredni sistemi*, Naučna knjiga, Beograd, ISBN 86-23-41056-4.
- [8] Горђевић, Б.: Водопривредна инфраструктура и одржив развој. Поглавље у књизи: Коришћење ресурса, одрживи развој и уређење простора, књига 2, група аутора, Београд, ИАУС, 1997. 335+XVI. с.95-133, ИСБН 86-803329-22-3.
- [9] Đorđević, B., Dašić, T. (2011a): Water storage reservoirs and their role in the development, utilization and protection of catchment, *Spatium – International Review*, 24, pp 9-15
- [10] Đorđević, B., Dašić, T. (2011b): Određivanje potrebnih protoka nizvodno od brana i rečnih vodozahvata, *Vodoprivreda*, 252-254, str.151-164.
- [11] Đorđević, B. i T. Dašić (2015): Ekspertni sistem za planiranje i operativno sprovođenje odbrane od poplava, *Vodoprivreda*, Beograd, God.47, N<sup>o</sup> 276-278, s. 187-202.
- [12] Đorđević, B. i T. Dašić (2019): Ekologija vodoprivrednih sistema. Monografija. Izdavači: Građevinski fakultet u Beogradu i Akademija inženjerskih nauka Srbije, s. 450,
- [13] Jaćimović, N., T. Dašić, M. Stanić, B. Đorđević, P. Milanović, N. Sudar, S. Savić, (2015): Razvoj distribuiranog modela za hidrološke simulacije oticaja na slivovima u karstu, *Vodoprivreda*, Beograd, God.47, N<sup>o</sup> 273-275, s. 29-40



- [14] Knežević, B. i B.Đorđević (2012): Metoda 'MABIS' kao podrška pri određivanju ekološki prihvatljivih protoka, *Vodoprivreda*, 255-257 (1-3/2012), Beograd, 2012. s. 25-42, ISSN 0350-0519.
- [15] Popovska, C. i Đorđević, B. : Rehabilitacija reka – nužan odgovor na pogoršanje ekoloških i klimatskih uslova, *Vodoprivreda*, 261-263 (2013/1-3), s.3-20, ISSN 0350-0519
- [16] Projekat izgradnje sistema navodnjavanja u opštinama laktaši i Gradiška I i II Faza, Knjiga 3. Hidrološke podloge i analiza potreba za vodom (2016), Zavod za vodoprivredu d.o.o. Bijeljina
- [17] Studija održivog razvoja irigacionih površina na području Republike Srpske (2007), Zavod za vodoprivredu d.o.o. Bijeljina
- [18] Studija analize bilansa voda Republike Srpske (2011), Zavod za vodoprivredu d.o.o. Bijeljina
- [19] Uredba o sadržaju i osnovnim elementima procjene i upravljanja rizicima od poplava („Službeni glasnik Republike Srpske“ broj 115/17)
- [20] Zakon o vodama (Službeni glasnik Republike Srpske, br. 50/06 i 92/09, 121/12 i 74/17),
- [21] Direktiva 2000/60/EC, kojom se utvrđuje okvir postupanja Zajednice u vodnoj politici,
- [22] Direktiva 2000/60/EC, Evropskog parlamenta i Savjeta, kojom se utvrđuje okvir za aktivnosti zajednice u oblasti voda,
- [23] Direktiva 2007/60/EC Evropskog parlamenta i Savjeta od 23. oktobra 2007. godine, o procjeni i upravljanju rizicima od poplava,
- [24] Direktiva 2000/60/EU Evropskog parlamenta o procjeni upravljanja poplavnim rizicima,
- [25] Plan upravljanja oblasnim riječnim slivom – distriktom rijeke Save u Republici Srpskoj (2018-2022),
- [26] Zavod za vodoprivredu, Sarajevo (1987): Vodoprivredna osnova sliva rijeke Vrbas.
- [27] Zavod za vodoprivredu, Bijeljina (1997): Novelacija Vodoprivredne osnove sliva rijeke Vrbas.
- [28] Zavod za vodoprivredu, Bijeljina (2011): Strategija integralnog upravljanja vodama Republike Srpske 2015-2024.
- [29] Zavod za vodoprivredu, Bijeljina (2016): Mape opasnosti i rizika od poplava u slivu rijeke Vrbas.
- [30] Zavod za vodoprivredu d.o.o. Bijeljina & Institut za hidrotehniku i vodno ekološko inženjerstvo Građevinskog Fakulteta u Beogradu (2019): Plan upravljanja rizikom od poplava za sliv rijeke Vrbas Republike Srpske – Aneks 4.3. Analiza aktivne uloge akumulacija na umanjenju rizika od poplava i ostali Aneksi.

PLANNING AND DEVELOPMENT OF INTEGRATED WATER MANAGEMENT SYSTEMS AND  
MANAGEMENT PLANS ACCORDING TO THE EU DIRECTIVES  
- CASE STUDY OF THE VRBAS RIVER IN THE REPUBLIKA SRPSKA

by

Nedeljko SUDAR<sup>1)</sup>, Vujadin BLAGOJEVIC<sup>1)</sup>, Tina DASIC<sup>2)</sup>, Dejana DJORDJEVIC<sup>2)</sup>  
Milos STANIC<sup>2)</sup>, Nenad JACIMOVIC<sup>2)</sup>, Branislav DJORDJEVIC<sup>3)</sup>, Žana TOPALOVIC<sup>4)</sup>  
Slobodan MARILOVIC<sup>4)</sup>, Raduška CUPAC<sup>6)</sup>, Goran BOSANKIC<sup>6)</sup>

<sup>1)</sup> Institute for Water Management, Bijeljina, <sup>2)</sup> Belgrade University – Faculty of Civil Engineering  
<sup>3)</sup> Academy of Engineering Sciences of Serbia, <sup>4)</sup> Banja Luka University – Faculty of Architecture,  
Civil Engineering and Geodesy, <sup>5)</sup> PI ‘Vode Srpske’, Bijeljina, <sup>6)</sup> UNDP - BiH

*Quod timeas citius quam speres evenit.*

*That which you fear comes to pass faster than you might want.*  
*(Publilius Syrus, 1<sup>st</sup> century BC)*

### Summary

Integrated water management systems are poorly developed in the Republika Srpska and Bosnia and Herzegovina. The number of completed systems is low given the identified water management needs and stated goals. With regard to meeting the requirements of the Water Directives, it is important to note that in most developed EU countries the process of developing integrated systems is largely completed.

Systems on the Drina, Neretva, Trebisnjica and Vrbas in B&H have been partially implemented. Other river basins have no existing or proposed key integrated water management systems. The Bosna River stands out as a special example of underdevelopment and lack of specified water reserve requirements.

There are substantial technical limitations that B&H and Republika Srpska should acknowledge from the outset in meeting the requirements of the Directives. The Vrbas River Basin has incomplete integrated water management systems. The analyses from the Pilot Flood Risk Management Plan for the Vrbas River Basin of Republika Srpska for this basin provide strategic recommendations important for: water protection, spatial planning and community development. These recommendations take into account the current situation, the need for multi-purpose water use and the requirements for the ecological status of water in the Water Directives.

The water sector in the Republika Srpska must commit to immediate and systematic planning and development of integrated water management systems. It is advisable

to start this process in cooperation with the water sector in the Federation of B&H, taking into account the impacts from upstream areas on water regimes of low and flood flows.

The transition period, leading to accession to the EU, must be used to adapt the requirements of the Directives with the development priorities in all documents of the water sector. This means that the Flood Risk Management Plans must direct the planning and construction of key reservoirs and other facilities of integrated water management systems. Such an approach will ensure good ecological and chemical status of water, meeting of water needs and preconditions for more effective active flood protection.

Therefore, the needs should be decisively stated and met through a development cycle with the help from the EU. On this basis, it would be useful to cite examples from the EU (Spain) and to seek to build integrated water management systems in the Republika Srpska and B&H to the required level, which guarantees functionality, sustainability and proper management. The Water Act and the strategic documents of the Republika Srpska related to water give an opportunity to develop integrated water management systems to the required capacity.

Keywords: planning and development of integrated water management systems, adaptation to the requirements of EU directives, ecological and chemical status of water, water regime control, active flood protection.

Redigovano 20.10.2019.