

KAKO OPTIMALNO OTKLANJATI ŠTETE OD POPLAVA DO KOJIH NIJE NI SMELO DA DOĐE - DA SU INSTITUCIJE RADILE SVOJ POSAO

- NA PRIMERU IZNUĐENE REGULACIJE TREBIŠNJICE U TREBINJU –

Nedeljko SUDAR¹⁾, Vujadin BLAGOJEVIĆ¹⁾, Zlatko DAVIDOVIĆ¹⁾, Dejan HRKALOVIĆ¹⁾, Obrad ŠARČEVIĆ¹⁾, Branislav STEVANOVIĆ¹⁾, Marko FILIPOVIĆ¹⁾, Marko VUKIĆEVIĆ¹⁾, Branislav ĐORĐEVIĆ²⁾

¹⁾ Zavod za vodoprivredu, Bijeljina, ²⁾ Akademija inženjerskih nauka Srbije

Ljudi rado prihvataju rizike koji im donose trenutnu korist, ako postoji i najmanja mogućnost da će im neko drugi nadoknaditi štetu kada do nje dođe.
(Jedna od zakonitosti ponašanja ljudi)

REZIME

Hidrosistem „Trebišnjica“ (HET) jedan je od najvećih i najsloženijih integralnih vodoprivrednih sistema na području Južne Evrope i najveći je razvojni projekat Istočne Hercegovine. Glavni objekti HET-a su višenamenske akumulacije Bileća i Trebinje, koje imaju i zadatak aktivne zaštite od poplava doline nizvodno od akumulacije Trebinje. Na tom potezu od poplava se štiti grad Trebinje, a nizvodno se nalazi i Popovo polje, koje se ne može da brani od plavljenja pri ekstremnim poplavnim talasima. Plavljenje polja se može samo delimično ublažiti optimalnim upravljanjem akumulacijama.

Pre građenja hidrosistema HET u dolini Trebišnjice su poštovana tradicionalna, oprezna pravila građenja, isključivo iznad domašaja nivoa dosezanja najvećih velikih voda. Zahvaljujući tom oprezu nije bilo šteta ni pri poplavama stogodišnjih velikih voda, pa čak i ređih verovatnoća javljanja. Nakon izgradnje akumulacija nizvodno je stvoren varljiv osećaj zaštićenosti od poplava, pa su, i pored upozoravanja HET-a, objekte počeli da spuštaju sve niže, čak i u osnovno korito Trebišnjice. Takvo neodgovorno ponašanje, koje nadležni nisu zaustavili, još više je ubrzano nakon izgradnje RHE Čapljina. Tada su korisnici prostora u Popovom polju, i pored mnogih upozoravanja da polje nije potpuno zaštićeno, smatrali da im više ne preči opasnost od plavljenja. Prenebregli su ključnu činjenicu: opasni padavinski cikloni zahvataju istovremeno slivove Trebišnjice i Neretve, tako da se velike vode javljaju istovremeno na obe reke. Još tokom izdavanja

vodopravnih akata za RHE Čapljina definisano je ograničenje: kada protoci u Neretvi pređu 1.400 m³/s, RHE na sme da radi u turbinskom režimu. Tada praktično nema isticanja iz Popovog polja, pa se pri vrlo nepovoljnim padavinskim ciklonima ne može sprečiti delimično plavljenje polja, i pored optimalnog upravljanja akumulacijama u HET-u. Bitno je zaključiti: pri projektovanju i HET-a i RHE Čapljina jasno je istaknuto upozorenje da se i priobalje reke Trebišnjice i nizvodna polja mogu štititi od poplava samo ograničeno, ali nikako ne i potpuno.

I pored upozorenja, zbog nekontrolisanog zaposedanja priobalja, pa čak i osnovnog korita Trebišnjice, smanjen je propusni kapacitet korita sa oko 1.000 m³/s na oko 350 m³/s. Time je jako sužen manevarski prostor za normalan operativni rad objekata HET-a u odnosu na kriterijume sa kojima je taj sistem planiran, što zahteva promenu pravila upravljanja. Zbog sve većih upravljačkih ograničenja nastupaju velike štete u proizvodnji HET-a, ali i u elektroenergetskom sistemu, a ne mogu se izbeći štete u zoni nekontrolisanog zaposedanja major korita.

U ovom radu daje se analiza i predlog tehničkih rješenja povećanja propusnog kapaciteta korita Trebišnjice u Trebinju prema zahtevima iz nove Vodne dozvole, do nivoa koji obezbeđuje racionalno umanjeње šteta od poplava, poboljšanje uslova za planiranje proizvodnje električne energije i operativni rad objekata u sistemu HET-a. Tehnička rješenja koja obezbeđuju povećanje proticaja, prioriteta i faznost investicionih mera su predloženi u uslovima značajnih prostornih ograničenja,

sa ciljem da planirani objekti ne remete vezu urbane matrice Trebinja sa vodnom akvatorijom. Rešenja zadržavaju i bolje uklapaju neke sportsko-rekreativne sadržaje u priobalju, a donekle i ublažavaju veoma nepovoljan vizuelni doživljaj dolinske zone, koji je nastao zbog uzurpacije javnog vodnog dobra.

Ključne reči: Trebinje, uzurpacija vodnog dobra, aktivna zaštita od poplava, štete od poplava, iznuđena tehnička rješenja regulacija.

1. UVOD

Odavno je uočen jedan obrazac ponašanja ljudi u sučeljavanju sa stihijom prirode. Dok ne postoje zaštitni sistemi za odbranu od poplava ljudi su oprezni, pamte loša iskustva iz prošlosti, pa svoje objekte grade na bezbednom rastojanju od reke, u skladu sa tradicijom sigurnosti koja se prenosi sa generacije na generaciju. Naizgled začuđujuće, ali tačno: potencijalne štete na nepokretnim dobrima su najmanje kada nema zaštitnih sistema, jer se ljudi ponašaju razumno, zazirući od stihije čak i ako je nisu lično doživeli. Međutim, obrazac ponašanja se naglo menja kada se izgrade neki čak i mali zaštitni sistemi od poplava, parcijalni, kojim se samo neznatno poveća stepen zaštite u odnosu na prirodno stanje. Pošto se uobičajena ljudska spoznaja manje vezuje za kategorije pouzdanosti i verovatnoća, čak i kada je izgrađen neki parcijalan sistem zaštite, npr. neki letnji nasip koji štiti poljopivredne površine samo od desetogodišnjih voda (T10), ljudi stižu lažan osećaj sigurnosti, pa počinju da se ponašaju vrlo neracionalno, hazarderski, gradeći objekte u sve ugroženijim zonama, spuštajući se sa sve skupljim objektima bukvalno u osnovno koritu reke. Taj fenomen je veoma davno uočen, pa je u uređenim državama taj obrazac ponašanja obuzdavan prostornim i urbaništčkim planiranjem, dozvolama za građenje i - prinudom.

Davne hidrotehničke civilizacije, koje su gradile vrlo složene zaštitne sisteme, takvo iracionalno ponašanje kontrolisale su vrlo oštrom prinudom. Polazište je bilo vrlo logično: zemljište je bolje zaštićeno da bi se na njemu ubirale bogatije žetve, pa je građenje bilo kakvih objekata druge namene na tako zaštićenom dragocenom prostoru bilo strogo zabranjeno, a prekršioc bi bili egzemplarno kažnjavani. U savremenim, dobro uređenim državama takvo neracionalno ponašanje se sprečava prostornim planovima, koji se moraju rigorozno poštovati, i njima se tačno razgraničavaju zone mogućeg plavljenja u kojima se ne dozvoljava građenje bilo kakvih objekata, ili građenje samo objekata čije su dispozicije takve da ne dolazi do šteta

kada se nađu pod usporom. A u tim zamljama dozvola za građenje je najozbiljnija pravna norma o kojoj se ne diskutuje, već se ona dosledno poštuje i izvršava. Zahvaljujući takvom ponašanju u dobro uređenim državama potencijalne štete od poplava se ne povećavaju, već se čak i smanjuju nakon nekih novih faza realizacije sistema zaštite.

Sasvim je druga situacija u zemljama na ovom prostoru koje kod svojih građana nisu izgradili disciplinu poštovanja regula da se objekti smeju graditi samo sa dozvolama, striktno po planovima detaljne regulacije, koji su usaglašeni sa mapama rizika od poplava. Posledice višegodišnjeg delovanja graditeljskog voluntarizma vrlo očito se mogu pratiti na slučaju grada Trebinja. Pre građenja Bilečke i Trebinjske akumulacije u okviru sistema HET, ljudi su bili tradicionalno oprezni kada su poplave u pitanju, pa sa objektima na celom širem prostoru Trebinja nisu ulazili u korito za veliku vodu. Zahvaljujući tako mudrom ponašanju tada čak ni povodnji stogodišnje velike vode (T100) koji u prirodnim režimima u zoni Trebinja iznosi oko 1000m³/s (zavisno od obrade) nisu izazivali velike štete.

[Slično mudro ponašanje ljudi sretalo se i u svim kraškim poljima kod kojih su sva seoska naselja zbog povremenih plavljenja polja građena isključivo iznad najviših kota koje se mogu javiti u polju tokom najnepovoljnijih povodanja].

Nakon izgradnje Bilečke i Trebinjske akumulacije u okviru sistema HET-a počeo je da deluje zavaravajući osećaj da su tim objektima u potpunosti zaštićeni od poplava. To su pothranjivali i mediji u kojima su nekritički, bez neophodnih ograničavajućih upozorenja, naglašavane zaštitne funkcije i ulogu tih višenamenskih akumulacija. (Postoje filmovi u kojima naratori čitaju tekstove u kojima se bez ikakvih ograničenja ističe kako je HET-om rešen problem poplava u Trebinjskom i Popovom polju, što je netačno i što se pokazalo – opasnim, jer je podsticalo ljude na krajnje rizična ponašanja u potencijalno plavnim zonama). Jedan od važnih ciljeva projekta HET-a bio je aktivna uloga u smanjenju učestalosti poplava tih polja, smanjenje visina plavljenja i trajanje vodoleže, ali se od samog početka rada na projektu znalo i u projektima isticalo da se ta dva polja i najboljim upravljanjem akumulacijama ne mogu potpuno braniti od plavljenja u slučaju nailaska padavinskih ciklona sa padavinama koje stvaraju talase velikih voda ređih verovatnoća javljanja. Problem su ograničeni kapaciteti karstnih ponora kojima se voda evakuše iz Trebinjskog i Popovog polja, tako da je već od samog početka bilo jasno da postoje hidrološke situacije kada se na bilo koji način ta polja ne mogu

zaštiti od plavljenja. To bi trebalo da bude i dalje stalno naglašavano.

Nov talas neopravdanog optimizma u pogledu osećaja zaštićenosti od poplava polja unela je izgradnja RHE Čapljina, kada je, opet vrlo nekritički, naglašavan njen značaj i sa gledišta zaštite od poplava. Instalirani kapacitet RHE u turbinskom režimu ($Q_{tur} = 225 \text{ m}^3/\text{s}$) naglašeno je istican kao izlazni protok koji će, navodno, omogućiti normalnu evakuaciju voda iz Popovog polja i sprečiti njegovo plavljenje. Zaboravljane su sledeće 'sitnice':

(a) Zbog ugroženosti rečne doline Neretve pri pojavi velikih voda, postavljeno je veoma ozbiljno pogonsko ograničenje: RHE Čapljina ne sme da radi u turbinskom režimu kada su protoci na Neretvi na VS Gabela veći od $1.400 \text{ m}^3/\text{s}$, kako se sa tih dodatnih $225 \text{ m}^3/\text{s}$ ne bi pogoršavalo stanje duž toka Neretve.

(b) Velika računaska voda povratnog perioda $T=100$ godina ili 1% na VS Gabela iznosi $2.500 \text{ m}^3/\text{s}$, a već pri ostvarenju 56% ove vrednosti preporučuje se zaustavljanje rada RHE Čapljina, iako instalirani proticaj RHE Čapljina predstavlja 9% velike vode reke Neretve za povratni period 1% na toj VS. Postavlja se pitanje uspostavljenе veze i 'neprikosovenosti' donjeg graničnog uslova na reci Neretvi sa radom RHE Čapljina i plavljenjem Popovog polja, imajući u vidu navedene vrednosti velikih voda i uticaje rada RHE Čapljina na dodatna plavljenja na Neretvi, koja nikad nisu istražena u svetlu dodatnih antropogenih uticaja na potezu: donji kompenzacioni bazen Svitava-Krupa-Neretva.

(c) U dolini Neretve, uz donji kompenzacioni bazen Svitava i dalje uz reku Krupu do ušća u Neretvu su skupi i osetljiviji na plavljenja poljoprivredni i privredni sadržaji (plastenici, objekti stanovanja, privredni kapaciteti itd.). Zbog toga i nekada definisano ograničenje od $1.400 \text{ m}^3/\text{s}$ više realno nije dovoljno, već se sada u nekim hidrološkim uslovima zahteva da se prekine turbinski rad RHE Čapljina čak i pri manjim protocima. Time se sve drastičnije pogoršavaju uslovi za evakuaciju velikih voda iz Popovog polja, a time se povećavaju učestalost, visina i dužina trajanja plavljenja, kao i veličina potencijalnih šteta.

(d) Velike vode na Trebišnjici i Neretvi vremenski koincidiraju, jer potiču od nailaska istih padavinskih ciklona. Zbog toga se u ekstremnim hidrološkim situacijama, bilo kakvim upravljačkim merama na objektima oba sliva – Trebišnjice (objekti HET-a) i Neretve (kaskada HE na Neretvi) – ne može računati da se rad RHE Čapljina u turbinskom režimu koristi za evakuaciju velikih voda iz Popovog polja. Rezultat je nedvojben: pri ekstremnim padavinskim i hidrološkim

situacijama nikako se ne mogu izbeći i značajna plavljenja Trebinjskog i Popovog polja i porast šteta.

(e) Projektom RHE Čapljina predviđeno je uređenje derivacionog kanala kroz Popovo polje kapaciteta $45 \text{ m}^3/\text{s}$. Zapaža se njegova niska instaliranost. To znači da je neminovno da se jedan širi pojas polja oko kanala koje predstavlja široku rečnu dolinu Trebišnjice plavi, jer u suštini, predstavlja korito za veliku vodu. Zato je bilo krajnje nerazborito što su i u plavnoj zoni u sadašnjem potezu međuentitetske linije od VS Ravno do VS Mareva Ljut zasađeni na poplave vrlo osetljivi poljoprivredni sadržaji – višegodišnji zasadi voća (slika 1), jer se oni ne mogu braniti uzvodnim akumulacijama, bez obezbeđenog kontinuiranog rada RHE Čapljina.



Slika 1. Potez plavnog područja Popovog polja u Republici Srpskoj i FBiH na kome su višegodišnji zasadi voća [11]

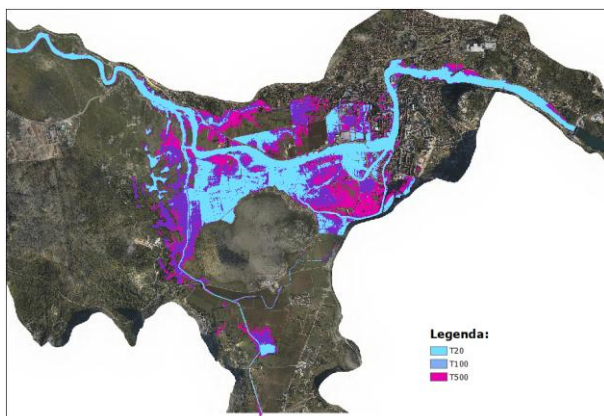
Ovakva situacija je tokom poplavnih talasa 2010 i 2011. godine, generisala brojne 'sukobe interesa' između korisnika vode i prostora u slivu reke Trebišnjice na teritoriji Republike Srpske i Federacije BiH.

Poseban problem i dodatne negativne uticaje izazivaju uzurpacije javnog vodnog dobra glavnog korita Trebišnjice. Nelegalne i vrlo nepromišljene građevinske aktivnosti uzurpiranja vodnog zemljišta bile su posebno izražene na širem području grada Trebinja. To je dovelo do stalnog smanjenja protoka velikih voda koje se mogu bez većih šteta propuštati kroz područje grada. Najpre je, kao što je već rečeno, stanje izgrađenosti rečne doline u zoni grada bilo razumno i oprezno, tako da je bez većih šteta moglo da se propusti oko $1000 \text{ m}^3/\text{s}$, što je približno protok velike vode T100, što je prihvatljiv stepen zaštite grada. Tada počinje proces građenja u vodnom zemljištu, kojim se stalno smanjivao stepen zaštite i povećavao potencijal rizika i šteta od poplava. Sve su bili manji proticaji koji se

moгу propustiti bez šteta, tako da se došlo u paradoksalnu, neodrživu situaciju da sada čak i protok od samo oko 400 m³/s izaziva štete, a to je protok velike vode koji u prirodnom stanju odgovara verovatnoći od 80% (T1,25) na brani Grančarevo ili vjerovatnoći od 99% u Trebinju (T1,01), što je velika voda koja se javlja gotovo svake godine. Takvim nerazumnim ponašanjem u koritu za veliku vodu nastaju velike štete, pri čemu su mogu izdvojiti sledeći fenomeni i procesi.

(a) Stvaranjem dodatnih prepreka u koritu za veliku vodu Trebišnjice nisu ugroženi samo objekti ilegalnih graditelja, već se zbog smanjenog proticajnog kapaciteta korita za veliku vodu ugroženi i drugi objekti, oni koji ranije ne bi bili ugroženi jer su bili sagrađeni izvan vodnog zemljišta.

(b) Velikom računskom vodom vjerovatnoće 1% (T100 – slika 2) u kojoj je sagledan i aktivni uticaj uzvodnih akumulacija trenutno se plavi 344 ha, od čega 72 ha urbanog zemljišta i 95 ha poljoprivrednog zemljišta sa intezivnom proizvodnjom (povrtlarstvo, vinogradi, voćnjaci), kao i 156 stambenih objekata, 5 većih privrednih objekata, 6 javnih ustanova i 8 km gradskih saobraćajnica.



Slika 2 . Obuhvat plavljenja velikim vodama u Trebinjskom polju (Grad Trebinje) [11]

(c) Jako je sužen manevarski prostor za normalan operativni rad objekata HET-a, u odnosu na proticajno stanje korita reke u vreme kada je taj sistem planiran. Hidroelektrane u sistemu HET-a su regulacione HE, čija je posebna vrednost sloboda i brzina manevra podizanja i skidanja opterećenja, i svako pogoršavanje tih performansi nanosi veliku štetu ne samo HET-u, već i čitavom elektroenergetskom sistemu i privredi. Posebno je štetno sužavanje mogućnosti za efikasnu aktivnu odbranu od poplava, koja se ostvaruje operativnim pretpražnjem akumulacija u skladu sa prognozama nailaska velikih padavinskih ciklona, koji se sada vrlo

uspešno najavljuju 2-3 dana unapred. To upravljačko ograničavanje dodatno ugrožava Grad Trebinje, koji bi bio bolje zaštićen u uslovima nespuntanih mogućnosti aktivne zaštite od poplava, primenom operativnijeg, bržeg pretpražnjnja uzvodnih akumulacija.

(d) Rizici od plavljenja se dodatno povećavaju u slučaju neraspoloživosti HE Dubrovnik, jer se tada dodatnih 90 m³/s umesto ka moru usmerava u prirodnom pravcu - prema Trebinju.

(e) U slučaju kada su vrednosti međudotoka (potez između brana Gorica i Grančarevo) i do 390 m³/s - velike računске vode 1% (Sušica i neposredni sliv akumulacije Trebinje 2) upravljanje sistemom se dodatno usložnjava, jer akumulacija Trebinje 2 ne može upravljanjem da značajnije umanjí pik poplavnog talasa međudotoka, pa se zbog zaštite Trebinja rad agregata i preliva na brani Grančarevo mora da dodatno umanjuje, prigušuje, što u nekim nepovoljnim hidrološkim situacijama zahteva i dodatna ograničena pretpražnjnja akumulacije Bileća.

Pošto su, na žalost, izostale neinvesticione mere zaštite od poplava (urbanističko planiranje koje onemogućava građenje na vodnom zemljištu, rušenje nelegalno sagrađenih objekata, itd.) nastale su velike štete koje snose i Grad Trebinje i Sistem HET-a, a posredno, preko njega i čitav Sistem ERS-a, pa i privreda Republike Srpske. U takvim okolnostima, kada su sužene mogućnosti da se akumulacije HET-a efikasnije koriste za aktivnu odbranu od poplava, mora se pristupiti iznuđenim rešenjima pasivne zaštite kako bi se smanjila učestalost nastanka štete i njihova visina. To podrazumeva da se merama regulacije korita, u uslovima vrlo oštrog ograničenja, maksimalno poveća proticajni kapacitet toka Trebišnjice na čitavom potezu od brane Gorica do oko manastira Tvrdoš. To je iznuđeni, hidrotehnički nestandardni zadatak umanjjenja šteta, do kojih nije smelo ni da dođe da su nadležne institucije radile svoj posao sprovođenjem neinvesticionih mera zaštite - sprečavanja građenja u koritu za veliku vodu, u tzv. vodnom zemljištu.

2. POSTUPCI REGULACIJE U USLOVIMA OŠTRIH PROSTORNIH OBRANIČENJA

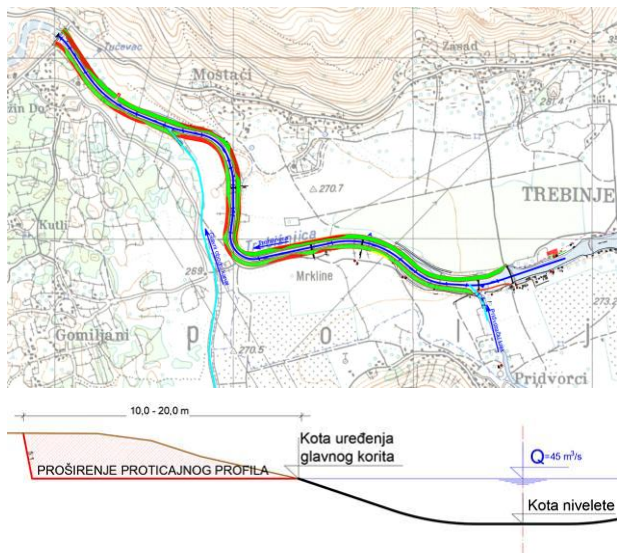
Sa dubokim žaljenjem se mora konstatovati da ova nemila događanja u koritu za velikih vodu u zoni Trebinja nisu samo prošlost, već se ti radovi na uzurpaciji vodnog zemljišta i dalje odvijaju. Zbog toga se proces smanjenja proticajnog kapaciteta Trebišnjice nastavlja (smatra se da sada štete nastaju već nakon prekoračenja protoka od 350 m³/s), jer su, u skladu sa motom ovog članka, uzurpatori uvereni da će pozicioniranjem objekata na njima pogodnom mestu u

vodnom zemljištu pribaviti materijalnu korist, često veliku, a da će im se štete do kojih će doći biti nadoknađene. Zbog toga je izrada projekta za povećanje proticajnog kapaciteta korita na neki način i borba sa vremenom, kako bi se odmah nakon njegovog usvajanja jasno prostorno pozicionirali svi neophodni gabariti rešenja u dolinskom prostoru, i na taj način zaustavilo divljanje nelegalnih, krajnje neodgovornih graditelja.

U ovako iznuđenim uslovima i sa ostrim prostornim ograničenjima kriterijumi za planiranje regulacije reke postaju neuobičajeni, tako da se okvirno zadatak svodi na zahtev: naći tehničko rešenje regulacije korita na navedenom potezu kako bi se povećao proticajni kapacitet Trebišnjice na tom potezu, usklađujući te regulacione intervencije i sa ambijentalnim zahtevima u uslovima malih voda – propuštanja ekoloških protoka koji se u skladu sa Vodnom dozvolom obezbeđuju nizvodno od brane Gorica.

U uslovima prostornih ograničenja primenjeno je više tipova iznuđenih regulacionih zahvata planiranja.

Kinetiranje široke rečne doline. Na nizvodnom, širem području obale nisu urbanizovane, niti su postoje neki višegodišnji plantažni zasadi. Proširenjem proticajnog profila na ovoj dionici vodnog toka (profilisanje široke riječne doline na koti postojeće betonske obloge glavnog korita u širinama do 30 m na obe obale), hidraulički se postiže efekat sniženja 'donje vode' na uzvodnim denicama na čijim obalama se nalaze objekti domaćinstava i privrede (slika 3).



Slika 3 . Prikaz zona profilisanja (crveno) major korita rijeke Trebišnjice (zeleni pojas) nizvodno od Trebinja, sa prikazom tipskog poprečnog profila (slika dole) [10]

Takvim proširenjima proticajnih profila smanjuju se radovi na konstrukcijama paralelnih pasivnih zaštitnih objekata uzvodno, ali i na dijelu vodnog toka između ušća Pridvoračkog i Čatovića kraka. Takva mera pruža mogućnost i za ambijentalno uređenje priobalja reke.

Uz analizu ove mjere koja je u hidrauličkom pogledu veoma značajna jer obara nivo 'donje vode', predloženo je idejno rješenje koje predviđa ambijentalno uređenje uz korišćenje široke riječne doline za sportsko-rekreativne svrhe. U tom pogledu predloženo je formiranje šetališne i biciklističke staze na desnom proširenju od Trebinja do manastira Tvrdoš u dužini od 4,4 km (slika 4). Ovaj dio uređenja je značajan jer pojačava i turističke predispozicije Trebinja, jer ga na vrlo skladan način povezuje sa Manistrom Tvrdoš.



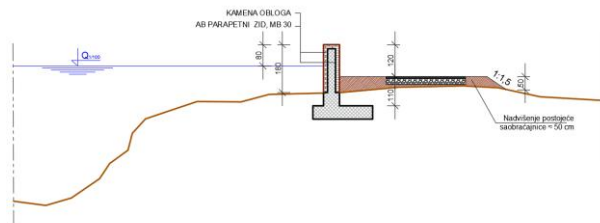
Slika 4. Ambijentalno uređenje desne obale do Manastira Tvrdoš (projektovano stanje) [10]

Biciklistička i pješačka staza su širine 150 cm, između je planirana zelena humuzirana površina širine 100 cm (slika 5). Do vodotoka je planirana pješačka staza, koja je ograničena betonskim ivičnjacima. Gradi se na tampon sloju, a za staze se koristi prirodni hercegovački kamen, debljine do 6 cm.



Slika 5. Dispozicija uređenja desne obale Trebišnjice

Projektovanje parapetnih zidova. Kada hidraulički efekti povećanja proticajnog kapaciteta nisu dovoljni da obezbede transfer voda i zaštitu od plavljenja urbanih celina rečne doline Trebišnjice, projektovani su objekti parapetnih zidova, kako bi se obezbedila odbrana zaobalja na velike vode povratnog perioda 1%. Zidovi su visine min. 80 cm. U ovim iznudenim merama uzima se prethodno maksimalno mogući postignut efekat sniženja vode u rečnom koritu, kako bi parapeti bili prihvatljivih dimenzija, i dobro uklopljeni u okruženje sa prostorno – planskog i arhitektonskog aspekta. Cilj je da ovi objekti ne predstavljaju veštačke barijere, već da urbanu matricu grada sjedine sa vodotokom kroz različite sportsko - rekreativne funkcije (šetališne staze) uz projektovane pasivne objekte zaštite od poplava (slika 6).



Slika 6 . Prikaz tipskog uređenja Čatovića kraka – izrada parapetnog zida uz nadvišenje saobraćajnice [10]

Ukidanje kaskada i proširenja rečnog korita. Na deonici uzvodno od ušća Pridvoračkog kraka pa sve do kaskade 'Bregovi', problemi uzurpacije rečnog korita su nametnuli tehničko rješenje u vidu proširenja rečnog korita ka desnoj obali, u cilju uspostavljanja konačne konfiguracije dna i obala i zaustavljanje dalje degradacije proticajnog profila. Hidrauličkim modelom su ustanovljeni efekti u postojećem stanju, a nakon toga i efekti potencijalnih ukidanja kaskada, ali i proširenja glavnog korita na hidrauličkom suženju. Efekti su sagledani najpre pojedinačno, a zatim i zbirno od više povezanih mera. Investicione mere ukidanja kaskada podrazumjevaju kinetiranja dna korita između kaskada i

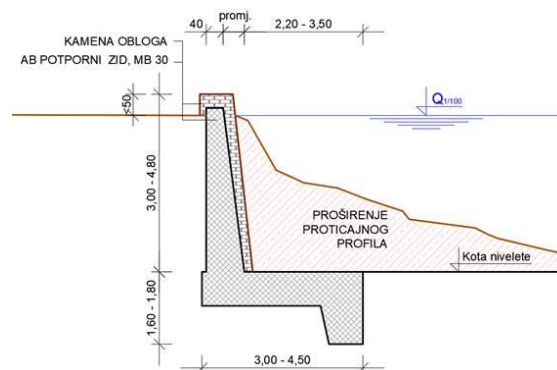
uspostavljanja uniformnog pada, koje bi odgovaralo približno prirodnom padu rečnog korita (slika 7).

U varijanti ukidanja kaskada razmotrene su i opcije ugradnje 'vrećastih brana', koje bi funkcionalno u periodima velikih voda bile neaktivne, dok bi u uslovima malovoda bile aktivirane i na taj način bi se osigurala potrebna normalna dubina u glavnom rečnom koritu.



Slika 7 . Prikaz lokaliteta uzurpacije korita reke Trebišnjice i razmatranih kaskada za ukidanje [11]

Potporni zaštitni zid u naselju Rupe. Uvažavajući proširenja korita na nizvodnom potezu ostvareni su hidraulički efekti, koji umanjuju nivoe velikih voda na potezu naselja. Ti efekti značajno smanjuju potrebe za masivnim paralelnim objektima uz levu obalu na kojoj je naselje Rupe, naročito kada se izvrši ukidanje kaskade ispod suženja korita. Ukoliko se ne izvrši ukidanje kaskade potrebno je planirati i izvesti paralelne zaštitne objekte uz naselje Rupe - masivni potporni zid i vrlo važne zaštitne parapetne zidove. (slika 8).



Slika 8 . Karakteristični poprečni profil masivnog potpornog u slučaju ne provođenja mjera sniženja vode u glavnom koritu [10]

Povećanje širine preliva 'Bregovi' – redukcija zelene površine bazena. Planirano je proširenje osnovnog korita reke Trebišnjice nizvodno od kaskade u Bregovima (slika 9), spuštanjem kompletne zelene

površine uz bazen u Bregovima za oko 1 m (do kote kamenog zida u osnovnom koritu).



Slika 9. Proširenje glavnog korita reke Trebišnjice uz bazen u Bregovima [10]

Izgradnja novog parapetnog zida – desna obala Trebišnjice uz bazen Bregovi. Dodatne mere zaštite su nadvišenje postojećeg parapetnog kamenog zida uzvodno od bazena u Bregovima u dužini od 40 m i izgradnja novog parapetnog kamenog zida uz bazen u Bregovima dužine 342 m. Zaštita ovog lokaliteta – naselja Bregovi i gradskog centra Trebinja, predviđena je izgradnjom parapetnog zida visine od 60 cm do 80 cm (slika 10).

Za ovu iznuđenu meru predviđena je alternativna opcija, odnosno izgradnja mobilne pregrade, koja bi se aktivirala kada se očekuju veliki poplavni talasi na urbanom području Grada Trebinja. Ova opcija treba da se razradi tokom izrade Glavnog projekta.



Slika 10. Planirani parapetni zid na lokaciji naselja 'Bregovi' – desna obala [10]

3. IZBOR PRIORITETA ZA FAZNU REALIZACIJU REŠENJA

Projekat takvih razmera i takve svekolike osetljivosti (hidrauličke, urbane, sociološke, ekološke, ekonomske,

ambijentalne) u uslovima ograničenja koja nameće rad u urbanoj strukturi grada, može se realizovati samo fazno. Izbor redosleda rešenja je multikriterijumski problem, jer mora uzeti u obzir više objektivnih (merljivih), i kvalitativnih, nemerljivih kriterijuma koji se definišu ocenama i težinama.

Za rešenje tog problema izbora prioriteta realizacije regulacije primenjena je metoda VIKOR (Opricović, 1986; Dorđević, 1990). Ova metoda se najčešće koristi za vrednovanje alternativnih varijanti, kada se neko tehničko rešenje može rešiti na više načina, posebno imajući u vidu redosled faza realizacije, pa se primenom višekriterijumske optimizacije i rangiranja prave rang liste varijanti. Tada se najčešće variraju i težine koje se daju pojedinim kriterijumima, tako da se dobije matrica rang listi, što Donosiocu odluke omogućava da donese odluku o najboljoj varijanti, uzimajući u obzir i osetljivost rešenja na promenu značajnosti koja se daje pojedinim kriterijumima.

U slučaju tehničkog rešenja regulacije korita Trebišnjice na području grada Trebinja, tehničko rešenje je iznuđeno ograničenjima u prostoru, tako da se optimizacioni višekriterijumski problem tretira inverzno: rešenje čitavog razmatranog poteza regulacije je jedno, iznuđeno, ono koje je jedino moguće u uslovima takvih ograničenja koja su nametnuta neplanskim, nelegalnim zaposedanjem dolinskog prostora i priobalja reke Trebišnjice, pa se zadatak pretvara u zadatak rangiranja redosleda realizacije. Suština te optimizacije je da se prednost u redosledu realizacije regulacije daje onim deonicama i tehničkim rešenjima kojima se ostvaruje najveći učinak na povećanje propusne sposobnosti toka, uz racionalizaciju investicionih ulaganja, ali i uz ostvarenje najboljih ambijentalnih i ekoloških efekata.

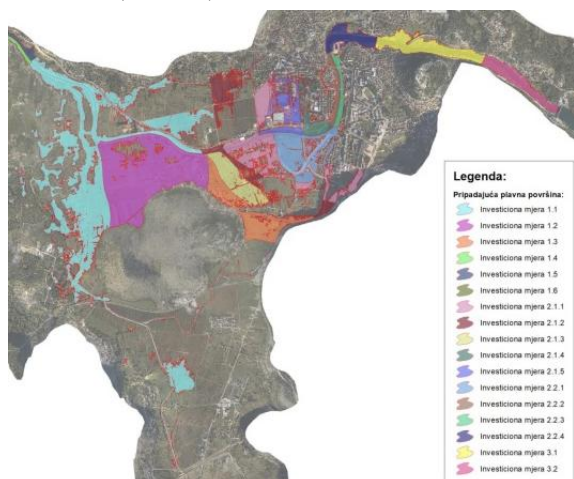
Kriterijumi za višekriterijumsku optimizaciju

Imajući u vidu da se Idejnim rešenjem razmatra dugačak potez vodnog toka reke Trebišnjice od 12 km, pre donošenja odluka za izbor osnova i pristupa uređenja rečnog korita – zaštite od poplava Grada Trebinja, kod višekriterijumske analize određeno je 6 kriterijuma koji su korišćeni za rangiranje alternativnih faza radova, odnosno, realizacije predviđenih investicionih mera za povećanje proticajnog kapaciteta korita Trebišnjice. Kod postavki kriterijuma posebno se vodilo računa o tome da parametri imaju odgovarajuću važnost za sve investicione mere, kako bi analiza bila, objektivna, kriterijumski potpuno koherentna.

Kriterijumi su odabrani na sledeći način.

A. Objektivni, merljivi kriterijumi.

- 1) K1 kriterijum: Vrednost investicionih ulaganja (KM) u mere regulacionih zahvata u rečnoj dolini. To je podatak koji je dobijen iz aproksimativnih predmera za razmatrana tehnička rešenja sa svim radovima na uređenju deonice rečnog korita, sa pratećim objektima zaštite od poplava.
- 2) K2 kriterijum: Efekat povećanja popusne moći korita reke Trebišnjice, izražen preko povećanja proticajnog kapaciteta ΔQ (m^3/s) i smanjenja nivoa Δh (cm) za računsku veliku vodu, respektivno za svaku određenu investicionu meru. Time se vrednuje ključni tehnički zahtev projektnog zadatka i uslov za optimano planiranje rada Hidroenergetskog sistema 'Trebišnjica'. Veliki je značaj povećanja proticajnog kapaciteta na umanjene plavnih zona, odnosno umanjene rizika od poplava. Investicione mere su po ovom objektivnom kriterijumu vrednovane za vrednost povećanja propusne moći koritu u m^3/s . U evaluaciji ovog kriterijuma koriste se provedene analize parametara procenjenih jediničnih šteta na objektima, kao i parametara jediničnih šteta za poljoprivredu po (ha) koristeći iskustva i proračune iz realizovanog Plana upravljanja rizikom od poplava za sliv reke Vrbas Republike Srpske [12], gde su izvršene detaljne analize i procene šteta. Broj objekata i poljoprivrednih površina u Trebinjskom polju i urbanom gradskom području analizira se iz obuhvata opsega plavljenja za stogodišnju veliku vodu, koji se razmatra za svaku investicionu meru, uzimajući u obzir mogući lokalitet prodora velike vode na toj deonici i obim plavljenja koji bi bio time izazvan (slika 11).



Slika 11. Dispozicioni prikaz podele plavnih površina po pripadajućim investicionim merama

- 3) K3 kriterijum: Efekti umanjena rizika od poplava / procena izbegnutih šteta od plavljenja (KM), za određenu investicionu meru. Taj kriterijum - efekat umanjena rizika od poplava, ustvari vrednuje izbegnute štete nakon sprovođenja svake konkretne investicione mere. Vrednost izbegnute štete se iskazuje zbirno za određeno područje (objekti + poljoprivreda) za svaku razmatranu investicionu meru i daje se u konvertibilnim markama (KM). U GIS okruženju su u bazama podataka sistematizovani svi objekti, poljoprivredne površine, kao i broj stanovnika u poplavnom području. To je veoma bitno, jer će omogućiti da se u kasnijim fazama realizuje i Ekspertni sistem kao podrška za odlučivanje u periodima odbrane od poplava, u kome će te baze podataka biti od velikog značaja. Analizom su uzeti u obzir svi objekti u poplavnom području kao što su stambeni, administrativni, kulturni, obrazovni, zdravstveno-socijalni, privredni i svi ostali javni objekti i za njih je potencijalna šteta apoksimirana po svakom konkretnom objektu. Za svaku investicionu mjeru je izračunat broj objekata za koje se umanjuje rizik od poplava. Za poljoprivredu su identifikovane poljoprivredne površine prema Corina 2018 podeli, sa detaljnom podelom tih površina na višegodišnje i jednogodišnje zasade sa LU kodovima, koji su od važnosti za proračun izbegnutih šteta u poljoprivredi.

B. Kriterijumi koji se definišu ocenama.

- 4) K4 kriterijum: Uklapanje investicione mere u faznu izgradnju i razvojne planove Grada Trebinja. Ovaj kriterijum vrednuje očekivani efekat uklapanja investicione mere u urbanu matricu Grada i njegovu usaglašenost sa prostorno-planskom dokumentacijom lokalne zajednice. Ustvari, ovaj kriterijum je značajan pokazatelj izvodljivosti investicione mere i adaptivnosti pri uklapanju takve mere u tehnička rešenja i koncepte razvoja urbanog područja Grada Trebinja. Nije realno razmatrati mere koje su inkompatibilne sa već usvojenim strateškim planovima razvoja Grada u dolinskom delu. Međutim, ukoliko hidrotehničke analize pokažu da su neke važeće strateške planske koncepcije štetne ili opasne sa gledišta zaštite od velikih voda nekih objekata ili delova Grada, potrebno je prostornim planerima ukazati na tu činjenicu, kako bi se uticalo na oficijelne promene planova, da se ne bi srljalo u neko sa gledišta zaštite od voda opasno stanje. Ovaj se kriterijum definiše ocenama. One jesu

subjektivne, ali planer sa iskustvom može solidno da oceni valjanost uklapanja u strategiju razvoja Grada.

- 5) K5 kriterijum: Uticaj investicione mere na životnu sredinu. Ovaj važan kriterijum vrednuje očekivani pozitivan ili negativni uticaj nakon realizacije investicione mere – uređenja rečnog korita ili uticaje izgradnje paralelnih objekata na životnu sredinu. Daje se ocenama, ali i u ovom slučaju iskusan planer može da dosta uspešno sameri u kojoj meri je planirana mera doprinos poboljšanju ekoloških uslova, ili se mora platiti neke 'ekološka cena' zbog poboljšanja stepena zaštite od poplava. Pod ekološkim uslovima se podrazumevaju i uticaji na ambijentalne vrednosti čitavog rečnog koridora. To je bilo stalno prisutno pri definisanju tehničkih rešenja, tako da su odgovarajući objekti (parapetni zidovi, potporne konstrukcije, proširenja major korita, itd.) rešavani na način da se estetski najbolje uklope u okruženje. To se lepo uočava na slikama 4,5,6,10, na kojima se vidi da tako uređen dolinski koridor postaje lepa, ljudima ugodna promenadna zona, koja na najlepši način oplemenjava prostor i stvara prostor za odmor i rekreaciju ljudi. I tamo gde zahvati u dolinskom prostoru moraju da budu radikalniji, kao što je snižavanje kota terena radi povećanja kapaciteta major korita, predviđene su biološke mere uređanja tih novoformiranih inundacionih pojaseva, da se na najbolji način uklope u estetske zahteve vizuelnog doživljaja te dolinske deonice. To se uočava na slici 9, na kojoj se vidi da će površina izmenjene, snižene inundacije, biti na skladan način biološki, hortikulturno i estetski obnovljena. Tu mogu da se uređuju samo travnate površine i dobro održavana stabla drveća, ali se ne mogu dopustiti žbunaste kulture, koje mogu da stvaraju otpore tečenju i začepljenja plivajućim predmetima pri prolasku talasa velikih voda.

- 6) K6 kriterijum: Pogodnosti i uslovi za realizaciju i ograničenja. Svako ko je bilo šta radio u priobalju reka zna da su najveći problem - rešeni imovinsko-pravni odnosi, koji su preduslov za realizaciju investicionih zahvata. Zbog toga je uveden važan kriterijum -povoljnost i ograničenja pri realizaciji, koji vrednuje izvodljivost investicione mere, uvažavajući uticaj na vremensku dinamiku i potrebna ulaganja tokom pribavljanja dozvola i obezbeđivanja raspoloživosti tog poteza zemljišta za građenje. To se odnosi na rešavanje imovinsko-pravnih odnosa za parcele koje se nalaze u vodnom dobru, kao i uslove za eksproprijaciju, ukoliko je to preduslov za realizaciju određene investicione mera. Ovaj kriterijum obuhvata i dostupnost pribavljanja potrebnih obaveznih pravnih

akata (građevinskih i vodnih uslova, saglasnosti, dozvola), koje je neophodno pribaviti za otpočinjanje radova na izgradnji predviđene investicione mere. I ovaj kriterijum se daje ocenama, ali iskusan graditelj može to dosta uspešno da oceni za svaki konkretan potez na kome će se odvijati radovi.

Metodologija višekriterijuskog rangiranja

Ekonomski i organizaciono veoma važan i zahtevan posao određivanja redosleda / dinamike realizacije radova na ovom projektu povećanja proticajnog kapaciteta korita Trebišnjice u uslovima veoma teških, iznuđenih ograničenja, urađen je modifikovanom metodom VIKOR (VIšekriterijumsko KOMpromisno Rangiranje). Modifikacija se odnosi na vrlo bitnu činjenicu, koja do sada nije korišćena. Ne rangiraju se i ne biraju se najbolje varijante tehničkih rešenja, jer su rešenja, kako je jasno naglašeno, iznuđena zatečenim stanjem nekontrolisane izgrađenosti tog dolinskog prostora, već se istražuje najpovoljnija dinamika realizacije radova, tako da svaka realizovana faza, svaka regulisana i uređena deonica dolinskog prostora, da najveći efekat po tri merljiva, kvantitativna kriterijuma, i po tri kriterijuma koja se definišu ocenama.

Rangiranjem se utvrđuje redosled varijantnih alternativa – investicionih mera po deonicama toka, kojih ima 17 ($n=17$). Kao polazište za vrednovanje služi 6 kriterijuma (f_1, \dots, f_6). Znači, analizom rangiranja je obuhvaćeno 17 investicionih mjera i 6 kriterijuma za optimizaciju, od kojih su tri merljiva kvantitativnim pokazateljima, dok se tri daje ocenama, koje se mogu varirati, kako bi se sagledala osetljivost rešenja na promenu ocene koja daje rešenje po određenom kriterijumu. U skladu sa tim, u proračun optimalnog rangiranja ulazi se sa matricom koju čini 17 investicionih mera - tehničkih rešenja (6 tehničkih rešenja na Dionici 1, 8 tehničkih rešenja na Dionici 2 i 2 tehnička rešenja na Dionici 3), kao i sa 6 kriterijuma. Dva tehnička rešenja zbog prirode ulaganja i već izvršenih radova nisu uzeta u razmatranje ove analize, jer predstavljaju, na neki način, već preuzete obaveze.

Metoda VIKOR, u ovoj izvedbi, ima jednu veliku prednost: omogućava da se daju težinske vrednosti $W(i)$ kriterijuma, na osnovu čega se može ispitati stabilnost rešenja na promenu težine kriterijuma. Za početno razmatranje prioriteta faza realizacije predviđenih investicionih mera po deonicama, usvojene su sledeće težinske vrijednosti $W(i)$ za svih 6 kriterijuma u višekriterijumskoj analizi.

K 1 Vrednost investicionih ulaganja (KM), $W_1=0,15$;

- K 2 Efekat planirane investicione mere na povećanje propusne moći korita reke Trebišnjice (ΔQ), $W_2=0,30$;
- K 3 Efekat planirane investicione mjere na umanjeње rizika od poplava – izbjegnute štete (KM), $W_3=0,20$;
- K 4 Uklapanje investicione mjere u faznu izgradnju i razvojne planove Grada Trebinja, $W_4=0,10$;
- K 5 Uticaj investicione mere na životnu sredinu, $W_5=0,10$;
- K 6 Povoljnosti i ograničenja – rešeni imovinsko-pravni odnosi na sprovođenju realizacije investicione mere, $W_6=0,15$.

Analize pri višekriterijumskom rangiranju su pokazale da je rešenje dosta stabilno na promenu težinskih koeficijenata, što je važna činjenica za Donosioca odluka pri definisanju konačnog predloga za redosled / dinamizam faza realizacije radova.

Rezultati višekriterijumske analize

Ovde se neće ulaziti u konkretnu analizu dobijenih rezultata, jer to izlazi iz domena izlaganja koje se svodi na metodologiju, konkretnije, na nov pristup korišćenju metode višekriterijumskog rangiranja za potrebe definisanja najpovoljnije faze realizacije vrlo složenog, nestandardnog i iznuđenog regulacionog zahvata na reci Trebišnjici na širem potezu grada Trebinja. Daje se samo okvirni osvrt na one rezultate koji imaju opštiji značaj.

Ovakvom primenom višekriterijumskog rangiranja, po minimax strategiji, na prvo mesto po potrebi realizacije sa gledišta efekata na realizaciju postavljenih ciljeva izbila je investiciona mera A7, koja predviđa uređenje korita na potezu naselja 'Rupe' i ribnjaka 'Butreks' čije je ključno polazište zaustavljanje dalje degradacije vodnog dobra i povećanje proticajnog profila glavnog korita. Sledi investiciona mera A8 koja se zasniva na delimičnom i potpunom uklanjanju kaskada i kinetiranju nivelete rečnog korita na nizvodnom potezu sa ciljem dodatnog povećanja proticajnog profila glavnog korita. Dobijen je redosled i svih ostalih faza, što je veoma dobro polazište za Donosioca odluke da izabere zaista najpovoljniju dinamiku realizacije svih etapa 7 faza regulacije. Na osnovu proračuna alternativa definisani su prioriteti i faznost izvođenja radova, sa zadovoljenjem ključnih ciljeva projekta, a to je zaustavljanje dalje degradacije javnog vodnog dobra i otklanjanje ključnih 'uskih grla' rečnog korita u cilju značajnijeg povećanja propusne moći korita reke Trebišnjice.

ZAKLJUČCI

Članak je metodološkog karaktera, pa se Zaključima ne rezimiraju konkretna tehnička rešenja, već se daju zapažanja i stavovi koji imaju opšti, širi značaj za planiranja objekata i mera za odbranu od poplava u okviru integralnih vodoprivrednih sistema, kao i za prostorna planiranja u rečnim dolinama.

1. Sektor voda mora da računa sa sledećim obrascem ponašanja ljudi u pogledu građenja objekata u dolinama ili kraj reka. Oprezni su dok je prirodno stanje, bez ikakvih zaštitnih objekata, jer deluje inercija tradicije - gde se ne sme graditi. Ali, čim se napravi čak i neki simboličan parcijalni objekat za odbranu od poplava (letnji nasip, neka mala akumulacija uzvodno, delimična regulacija reke), ljudi dobijaju lažni osećaj zaštićenosti i počinju da se ponašaju hazarderski, spuštajući svoje objekte sve dublje prema osnovnom koritu. Potpuno ista je situacija i u slučaju kraških polja, u kojima počinju da realizuju i skupe sadržaje (npr. plantažne zasade) u vodoplavnoj zoni, mada je samo malo, nekada i beznačajno smanjena verovatnoća plavljenja upravo tih površina. Jedan od razloga tog nerazumnog ponašanja (videti moto članka) je i činjenica da su ljudi uvereni da će im neko (država ili investitor tih parcijalnih objekata) nadoknađivati štete u slučaju plavljenja.

2. Jedini razuman odgovor sektora voda i investitora hidrotehničkih objekata je da se planskim dokumentima i neposredno na terenu sasvim eksplicitno označe i obeleže zone koje su ugrožene od poplava. To treba da prate i sledeće aktivnosti: (a) upozoravanje javnosti da je prostor unutar obeležene zone ugrožen plavljenjem i da je u njemu strogo zabranjena izgradnja i unošenje sadržaja osetljivih na plavljenje, (b) energično delovanje državnih organa na onemogućavanju čak i početnih aktivnosti na građenju objekata u tim zonama. Treba delovati odmah, već i na sam nagoveštaj započinjanja nekih objekata, a ako je nešto i započeto – treba egzemplarno odmah srušiti. Samo se na taj način može negovati poštovanje neprikosnovenosti vodnog zemljišta.

3. Sektor prostornog planiranja u ključnim dokumentima i u svom delokrugu organizacije prostora, mora da ima jasnu dispoziciju sa prikazom plavnih površina (Mape opasnosti i rizika od poplava), gde će se svim podnosiocima zahteva za saglasnosti i građenje jasno iskazati nemogućnost dobijanja dozvola za građenje. Bilo bi poželjno da situacije sa plavnim zonama budu istaknute na vidnim mestima u sektoru prostornog planiranja. Odgovarajuću podršku sektoru prostornog planiranja treba da pruže i ostali sektori, koji

će kroz Smernice i Saglasnosti eliminisati bilo kakve mogućnosti gradnje u plavnim područjima.

4. Događanja na delu toku nizvodno od objekata HET-a odvijalo se upravo po obrascu navedenom ad 1. Pre realizacije akumulacija Bileća i Trebinje svi su se ponašali u skladu sa opreznom tradicijom, objekti nisu spuštani ni u korito za veliku vodu, tako da su i stogodišnje velike vode T100, okvirno oko 1.000 m³/s na profilu Gorica propuštane kroz grad bez iole većih šteta. Tada je i u Trebinjskom i Popovom polju ponašanje vlasnika zemljišta bilo razumno, u skladu sa tradicionalnim oprezom: objekti su građeni iznad nivoa maksimalnih voda koje su se u prošlosti dešavale (sa kolena na koleno se prenosi taj podatak o nekada dosegnutim nivoima pri povodnjima), a svima je bilo jasno da će ukoliko nailazak povodnja 'porani' možda morati da beru kukuruz - iz čamaca.

5. Nakon izgradnje objekata HET-a javio se taj lažni osećaj sigurnosti, prestao je da deluje tradicionalni oprez, pa su ljudi, u odsustvu delovanja koja spadaju u obavezu svake iole organizovane države, počeli da se sa objektima spuštaju ne samo u korito za veliku vodu, već i u osnovno korito. Državni i gradski organi se nisu mešali u svoj posao planskog regulatora dešavanja u prostoru, pa se vrtoglavo počeo da smanjuje kapacitet korita pri kome se velike vode propuštaju bez šteta. Ubrzo je nastala alarmatna situacija da štete u Trebinju i nizvodno značajno rastu čim u Trebišnjici protok prekorači oko 350 m³/s, što je voda T1,01 (na brani Gorica), a to je velika voda koja se javlja praktično svake godine. Nečuveno za jedan grad koji je bio poznat po svojoj skladnoj uređenosti.

6. Takvo nerazumno ponašanje se odvijalo i u Trebinjskom i Popovom polju. Tako je samoobmana investitora o mogućnostima aktivne zaštite od poplava upravljenjem uzvodnim akumulacijama još više pojačana nakon izgradnje RHE Čapljina. Samoobmanjivali su se da je zbog kapaciteta RHE od 225 m³/s u turbinskom režimu problem evakuacije velikih voda iz Popovog polja konačno rešen. Nisu se obazirali na sledeća upozorenja koja su im upućivana brojnim planskim dokumnatima: (a) opasni padavinski cikloni, koji izazivaju ekstremne velike vode javljaju se istovremeno na slivovima Trebišnjice i Neretve, tako da se na obe reke javljaju velike vode u isto vreme; (b) zbog veoma teške situacija u dolini Neretve uvedeno je vrlo oštro ograničenje: kada u Neretvi protok dostigne 1.400 m³/s nije dozvoljen rad RHE Čapljina u turbinskom režimu. Znači, tada postoji proticajni ulaz u navedena polja, jer se ne mogu izbeći velika preliivanja na branama Grančarevo i Gorica, a nema mogućnosti da

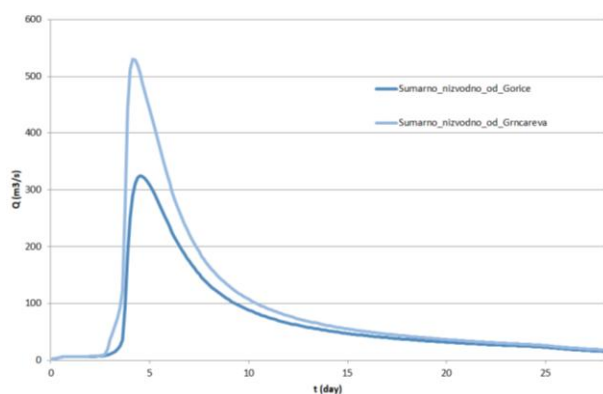
se ta voda evakuše iz Popovog polja. No, i pored toga, investitori su počeli da u potencijalno vrlo frekventnoj plavnoj zoni podižu sadržaje veoma osetljive na plavljenje (plantažne zasade), što je bilo krajnje nerazumno, nedozvoljeno hazardersko ponašanje.

7. Stalno smanjivanje kapaciteta toka Trebišnjice za nesmetano propuštanje velikih voda na potezu nizvodno od brane Gorica, dovodilo je do sve oštrijih pogonskih ograničenja u HET-u, u smislu smanjenih mogućnosti da brzim pretpražnjenjem akumulacija, u skladu sa optimizacionim upravljačkim modelima, obavljaju još efikasniju aktivnu zaštitu od poplava. Time je stvorena sve nepovoljnija spirala događanja: ilegalno sagrađeni objekti u koritu za veliku vodu ometaju HET da ostvaruje optimalno upravljanje u periodima koji prethode poplavnim talasima namenskim, energičnim prepražnjenjem akumulacija, a zbog tog pogonskog ograničenja ne mogu da se iskažu prave, planirane performanse uzvodnih objekata u domenu aktivne zaštite od poplava.

8. Situaciju otežavaju i sledeće činjenice: (a) postoji veliki dotok sa međusliva između dve akumulacije (okvirno voda T100 sa tog međusliva iznosi oko 390 m³/s), koju ne može uspešno da retenzira akumulacija Trebinje, jer nema potrebnu zapreminu za tu svrhu; (b) u slučaju pogonske nerazpoloživosti HE Dubrovnik (to se događalo u dosta dugim periodima) ne postoji mogućnost za delimično smanjenje pika talasa velike vode usmeravanjem dela u tom pravcu, što otežava situaciju u zoni Trebinja; (c) veliki dotok sa međusliva predstavlja i nizvodna komponenta vlastitog sliva Trebišnjice od brane Gorica do Popovog polja i izvori koji na tom potezu podzemnim vezama dreniraju kraška polja sa viših kota (Ljubomirsko i Ljubinjisko polje) koja otiče ka Popovom polju. U ekstremnoj superpoziciji ovih voda i voda vlastitog sliva akumulacije Trebinje može se pojaviti pik poplavnog talasa velikih voda T100 i preko 850 m³/s, koji se ne može ublažiti raspoloživim akumulacijama. Zbog nevedenih činjenica vezanih za genezu nastanka velikih voda, evidentna je potreba za hitnim povećanjem propusnog kapaciteta Trebišnjice u Trebinju i pravilnim tumačenjem povremenog neizbežnog plavljenja Popovog polja i na potezu višegodišnjih zasada na međuentitetskoj liniji.

9. Da bi se sagledala ugroženost od plavljenja Popovog polja treba imati u vidu i jednu činjenicu, koja se ovde sagledava samo okvirno, ali koja bi se morala detaljnije analizirati (predlog HET-u da organizuje izradu namenske studije). Razmatra se hipotetičko, realno apsolutno nemoguće upravljanje kojim se potpuno sprečava doticanje vode iz uzvodnih akumulacija HET-a.

I tada bi usled oticaja sa neposredne hidrološke površine sliva Popovog polja od 825 km² (tu su uključene i površine Ljubinskog i Ljubomirskog polja koje gravitiraju ka Popovom polju), u slučaju snažnih padavinskih ciklona Popovo polje bi bilo poplavljeno. Poplavljeno, znači, samo sa oticajima sa vlastitog sliva. Na slici 12 je prikazan hidrogram talasa velike vode T20 samo sa nekontrolisanog dela sliva Popovog polja ($Q_{\max} \approx 330 \text{ m}^3/\text{s}$). U slučaju T100 vrh talasa sa sliva Popovog polja iznosio bi $Q_{\max} \approx 450 \text{ m}^3/\text{s}$. U takvim okolnostima, pošto RHE Čapljinca ne sme tada da radi u turbinskom režimu, jer tada deluje upravljačko ograničenje zbog velikih voda i na Neretvi, Popovo polje bi duž energetskog kanala zbog njegovog ograničenog kapaciteta bilo poplavljeno dubinom vode od 0,5 m do preko 2,2 m, čak i da nema bilo kakvog isticanja ili prelivanja na brani Gorica. Da li su oni koji u tom polju realizuju sadržaje, koji su vrlo osetljivi na poplave, svesni te zastrašujuće činjenice?



Slika 12: Hidrogrami dotoka u Popovo polje računске velike vode T20 bez ikakvih uzvodnih dotoka.

10. Imajući sve to u vidu postavljen je cilj zahtev da se iznađe rešenje nestandardnog, iznuđenog načina regulacije reke Trebišnjice na potezu kroz grad, pa do Manstira Tvrdoš. Taj cilj se može sažeto formulisati: imajući u vidu novonastalu situaciju sa lokalnim i linijskim ograničenjima koja uključuju nelegalno zaposednuto vodno zamljište, potrebno je predvideti radove kojima se može maksimalno povećati kapacitet tog poteza reke pri propuštanju velikih voda, i to rešenje definisati po deonicama i po fazama za realizaciju. Takav zahtev je postavljen i Vodnom dozvolom 12/8.05.2-4848-2/18, gdje je navedeno da je u interesu HET-a, da u saradnji sa JU Vode Srpske, lokalnom zajednicom i inspekcijom pokuša zaustaviti dalju degradaciju vodnog zemljišta ciljanim projektnim mjerama i izvođenjem radova, koje istovremeno

podržavaju zajedničke aktivnosti na zaštiti od velikih voda na potezima urbane matrice grada Trebinja.

11. U skladu sa tim ciljem najvišeg reda – povećanje proticajnog kapaciteta na celoj deonici, odnosno, sniženje uspora pri propuštanju računске velike vode – analizirano je rešenje 'iznuđenih regulacionih radova'. Ta regulacija bi bila nepotrebna, suvišna da su nadležni organi države i grada onemogućili nelegalnu uzurpaciju vodnog zemljišta, široke rečne doline, a na nekim mestima čak i glavnog korita. To rešenje predviđa niz jedino mogućih mera: kinetiranje šireg dela rečnog toka, proširivanje još nezaposednuth delova široke rečne doline, snižavanje kota nekih rečnih dolina iskopom u cilju povećanja proticajnog profila i ponovnim biološkim uređenjem tih površina, skidanje delova obala u zoni lokalnih suženja i mostova kako bi se povećao proticajni profil i smanjio uspor koji ta suženja izazivaju u periodu prolaska poplavnih talasa, podizanje potpornih zidova da bi se obezbedila geotehnička sigurnost obala na mestima proširenja glavnih korita za veliku vodu, podizanje parapetnih zidova kojima se štite neka naselja koja su izgrađena u ugroženoj zoni, ukidanje nekih kaskada i njihova eventualna zamena pneumatskim pregradama ili upravljačnim ustavama sa klapnama koje se spuštaju, kako bi se obezbedilo nesmetano tečenje pri propagaciji talasa velike vode (jer su tada pregrade spuštene), a uspostavljanje poželjne dubine toka u malovodnim periodima (tada su brane podignute), itd.

12. Rešenje je složeno, podeljeno po deonicama i po vrsti neophodnih radova, tako da je obuhvatilo set od 17 mogućih investicionih mera, po deonicama i vrstama radova. Jasno je da se sve te mere ne mogu, a i ne treba da realizuju istovremeno, te se postavio važan optimizacioni problem: definisati najpoželjniji redosled realizacije faza radova, kako bi se već sa prvim radovima ostvarivali najveći efekti u skladu sa postavljenim ciljevima. Za rešavanje tog višekriterijumskog zadatka definisano je šest kriterijuma, od kojih su tri bila kvantitativna, merljiva, dok se tri važna kriterijuma definišu ocenama. Merljivi kriterijumi su: K1 - visina neophodnih investicija za realizaciju te faze, K2 – efekat te mere iskazan preko povećanja proticajnog kapaciteta ΔQ (m³/s), odnosno sniženja nivoa merodavne velike vode Δh (cm), K3 – visina smanjenih šteta od poplave. Kriterijumi koji se daju ocenama: K4 – ocena mogućnosti fazne gradnje i uklapanje u planove razvoja Trebinja, K5 – uticaj na životnu sredinu (uključiv i uticaj na ambijentalne vrednosti dolinskog prostora u toj zoni), K6 – pogodnost za realizaciju sa stanovišta imovinsko

pravnih odnosa i ograničenja. Zapaža se da su usvojeni kriterijumi koji su zaista najbitniji za vrednovanje tehničkih rešenja regulacije, koja se iznuđeno rade u dolinskom prostoru u zoni grada, u uslovima kada postoje brojne teškoće i ograničenja zbog uzurpacije ne samo vodnog zemljišta u priobalju, već i korita za veliku vodu, pa čak i osnovnog korita.

13. Poželjna faznost realizacije je određena primenom modifikovane metode **VI**šekriterijumskog **KO**mpromisnog **R**angiranja (VIKOR). Definisani su i varirani težinski koeficijenti pojedinih kriterijuma (W_i), tako da je dobijeno stabilno rešenje optimalne faznosti realizacije svih planiranih investicionih mera. Iz nekih grafičkih prikaza tehničkih rešenja (slike 4,5,6,9,10) može se zapaziti da je učinjen veliki napor da se sve predložene mere ove nestandardne, iznuđene regulacije na najbolji način uklope u okruženje, tako da oplemene ambijantalne vrednosti dolinskog prostora i stvore uslove za odmor i rekreaciju ljudi kraj tako uređene reke.

14. Da bi se planirane investicione mere realizovale, potrebno je energično i u kontinuitetu sprovesti naredne faze ovog projekta. To podrazumeva izradu odgovarajućih urbanističko-tehničkih uslova i Vodnih smernica za izradu narenih faza projektne dokumentacije koji će omogućiti izvođenje radova i trajno definisanje neprikosnovenog koridora javnog vodnog dobra. Građevinskom dozvolom treba da se verifikuju tehnička rešenja i izvođenje radova prema iskazanim prioritetima i fazama, jer se radi o značajnim investicionim ulaganjima u kojima treba da učestvuju sve zainteresovane strane na području projekta.

15. Hidroelektrane na Trebišnjici su izradom ovog dokumenta u skladu sa vodopravnim aktom otpočele proces stvaranja preduslova za povećanje propusnog kapaciteta Trebišnjice, koji je nužan i neophodan Trebinju. Dalje odlaganje rešavanja ovog problema može imati dalekosežne negativne posledice po HET i lokalnu zajednicu. Da bi se postavljeni cilj ostvario u realizaciji ovog projekta u punoj meri pored HET-a treba da se uključe JU Vode Srpske, lokalna zajednica i inspekcijски organi, a institucije na nivou Republike Srpske treba da vrše odgovarajuću koordinaciju implementacije ovog projekta jer se radi o projektu državnog i strateškog interesa.

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, NO 276-278, s. 301-310

- [2] Dašić, T. i drugi (2018): Razvoj metoda za upravljanje vodama i uređenje teritorije u zoni sistema osetljivih na poplava. Vodoprivreda, No 282-284, Beograd, s. 137-146
- [3] Dašić, T. i drugi (2019): Mogućnosti aktivne odbrane od poplava upravljanjem uz primenu matematičkih modela – na primeru akumulacije Bočac na Vrbasu. Vodoprivreda, Beograd, Vol. 51, NO 297-299, s. 69-84.
- [4] Đorđević, B. (1990): Vodoprivredni sistemi, Naučna knjiga, Beograd.
- [5] Đorđević B., T. Dašić, N. Sudar: Povećanje efikasnosti upravljanja akumulacijama u periodu odbrane od poplava - na primeru hidroenergetskog sistema na Trebišnjici, časopis "Vodoprivreda", 255-257 (1-3/2012), Beograd.
- [6] Đorđević, B. (2019): Smer razvoja hidrotehničke infrastrukture u procesu transformacije naselja u 'pametne' gradove, Vodoprivreda, Beograd, Vol. 51, NO 297-299, s. 31-54.
- [7] Đorđević, B. (2019): Hydraulic Infrastructure and its Sensitivity to the Protection of Areas and Systems from Inappropriate Use and Destruction. In: IMPEDE 2019. Environmental impact of illegal construction, poor planning and design, Belgrade, pp.270-284.
- [8] Opricović, S. (1986): Višekriterijumska optimizacija, Naučna knjiga, Beograd.
- [9] Sudar, N. i drugi (2019): Planiranje i razvoj integralnih vodoprivrednih sistema pre načelima Direktive o vodama EU – na primeru reke Vrbasa. Vodoprivreda, Beograd, Vol. 51, NO 300-302, s. 225-242..
- [10] Zavod za vodoprivredu, Bijeljina (2020): Povećavanje propusne moći korita Trebišnjice kroz urbani deo grada, Idejno rešenje, Bijeljina.
- [11] Zavod za vodoprivredu Bijeljina&Institut za hidrotehniku i vodno ekološko inženjerstvo, Građevinskog Fakulteta u Beogradu (2020), Mape opasnosti i rizika od poplava za ORS Trebišnjice u Republici Srpskoj.
- [12] Zavod za vodoprivredu Bijeljina&Institut za hidrotehniku i vodno ekološko inženjerstvo, Građevinskog Fakulteta u Beogradu (2019), Plan upravljanja rizikom od poplava za sliv rijeke Vrbas Republike Srpske.

OPTIMAL REPAIR OF FLOOD DAMAGE CAUSED BY FAILURE OF RESPONSIBLE INSTITUTIONS CASE STUDY: CORRECTIVE STREAM RESTORATION OF THE TREBISNJICA IN TREBINJE

by

Nedeljko SUDAR¹⁾, Vujadin BLAGOJEVIĆ¹⁾, Zlatko DAVIDOVIĆ¹⁾, Dejan HRKALOVIĆ¹⁾, Obrad ŠARČEVIĆ¹⁾, Branislav STEVANOVIĆ¹⁾, Marko FILIPOVIĆ¹⁾, Marko VUKIĆEVIĆ¹⁾, Branislav ĐORĐEVIĆ²⁾

¹⁾ Institute for Water Management in Bijeljina, ²⁾ Academy of Engineering Sciences of Serbia

Summary

The Trebisnjica Hydrosystem (HET) is one of the largest and most complex integrated water management systems in Southern Europe and is the largest development project in Eastern Herzegovina. The main facilities of HET are the Bileca and Trebinje multipurpose reservoirs which also actively control flooding in the valley downstream from the Trebinje reservoir. The city of Trebinje is protected from floods in this section, while downstream Popovo Polje cannot be protected from flooding during extreme flood waves. Flooding of the Polje can be only partially mitigated by optimum reservoir management.

Prior to the construction of the HET hydro system in the Trebisnjica valley, traditional and cautious construction rules were followed, and construction limited to areas above the reach of the highest flood level. Due to this caution, there was no damage even during floods of one-hundred-year or even rarer probabilities. Construction of the reservoirs created a deceptive feeling of protection from floods downstream. Despite the warnings of HET, facilities were constructed at lower and lower elevations, even in the Trebisnjica's main river channel. This irresponsible construction, which was not stopped by the authorities, was further accelerated after the construction of the Capljina HPS. At that time, despite many warnings that the Polje was not completely protected, the users of the space in Popovo Polje thought that they were no longer in danger of flooding. They ignored the key fact: dangerous precipitation cyclones affect the Trebisnjica and Neretva basins at the same time, so flood flows occur in both rivers at the same time. Even during the issuance of water licences for the Capljina HPS, a constraint was defined: when the flows in the Neretva exceed 1,400m³/s, the water turbines in the HPS must not operate. At that time, there is almost no drainage in Popovo Polje. Therefore, partial flooding of the Polje cannot be prevented during extremely unfavourable precipitation cyclones, despite the optimum HET

reservoir management. It is important to note that, during the design of both HET and the Capljina HPS, it was clearly pointed out that both riparian areas and downstream poljes can be protected from floods only to a limited extent, but by no means completely.

Despite the warnings, due to the illegal construction in the riparian areas and even in the main river channel of the Trebisnjica, the channel capacity was reduced from about 1,000m³/s to about 350m³/s. This greatly reduced the working space for the normal operation of the HET facilities compared to the criteria according to which the system was planned, which requires a change in management rules. Due to the increasing management constraints, the production in HET and also in the electric power supply system is greatly reduced. Also, damage in the area of illegally occupied main river channel and floodplains cannot be avoided.

This paper provides an analysis and proposes technical solutions to increase the capacity of the Trebisnjica river channel in Trebinje according to the requirements of the new water permit, to a level that provides sound reduction of flood damage, improvement of conditions for planning electricity production and operation of the HET facilities. Technical solutions that provide increased flow capacity, priorities and phasing of structural measures are proposed in conditions of significant spatial constraints, with the aim that the planned facilities do not disrupt the connection between the urban Trebinje and the riparian area. The solutions retain and better accommodate certain sport and recreational facilities in the riparian area and, to some extent, alleviate the extremely unfavourable outlook of the valley created by illegal construction within the public water body.

Key words: Trebinje, illegal construction within public water body, active flood control, flood damage, corrective technical solutions for stream restoration.

Redigovano 5.11.2020.