

Sanacija korita i vodopada na rijeci Plivi u Jajcu

Zoran Milašinović, Danijela Zovko, Ivana Lukić

Ključne riječi

rijeka Pliva,
Jajce,
korito rijeke,
vodopad,
sedra, sanacija,
stabilnost

Key words

Pliva River,
Jajce,
riverbed,
waterfall,
tufa, remedy,
stability

Mots clés

rivière de Pliva,
Jajce,
lit de rivière,
chute d'eau,
tuf calcaire,
aménagement,
stabilité

Ключевые слова

река Плива,
Яйце,
русло реки,
водопад,
туф,
санация,
стабильность

Schlüsselworte

Pliva,
Jajce,
Wasserbett,
Wasserfall,
Rauhacke,
Sanierung,
Stabilität

Z. Milašinović, D. Zovko, I. Lukić

Stručni rad

Sanacija korita i vodopada na rijeci Plivi u Jajcu

Prikazuje se stradanje korita i vodopada rijeke Plive te zahvati kojima su se kroz povijest pokušale sanirati nastale štete. Pri izradi idejnog rješenja prikazanog u ovom radu, pošlo se od ideje da se osigura globalna i lokalna stabilnost vodopada, a i njegova trajnost u dužem razdoblju. Opisani su i sanacijski zahvati duž korita i na vodopadu kojima se pokušalo zadovoljiti osnovni kriterij koji se odnosi na to da treba osigurati ponovno taloženje sedre u vodotoku rijeke Plive.

Z. Milašinović, D. Zovko, I. Lukić

Professional paper

Riverbed and waterfall improvement at the Pliva River in Jajce

Damage to the riverbed and waterfall at the Pliva River is presented, and interventions made in earlier times to try to remedy the damage are described. When developing the conceptual design presented in the paper, the authors started from the idea to ensure both global and local stability of the waterfall, as well as its durability over a longer period of time. Remedial actions made along the riverbed and at the waterfall, in order to meet the basic criterion for continued sedimentation of tufa in the Pliva riverbed, are also described

Z. Milašinović, D. Zovko, I. Lukić

Ouvrage professionnel

Aménagement du lit et de la chute d'eau de la rivière de Pliva à Jajce

Les dégâts causés au lit et à la chute d'eau de la rivière de Pliva sont présentés, et les interventions précédentes faites pour améliorer les dommages sont décrites. En développant le l'avant-projet sommaire présenté dans l'ouvrage, les auteurs ont commencé de l'idée d'assurer la stabilité locale et globale de la chute d'eau, ainsi que sa durabilité à travers d'une période prolongée. Les actions faites le long du lit et dans la zone de la chute d'eau, afin de satisfaire au critère principal pour la sédimentation continuée de tuf calcaire dans le lit de Pliva, sont également décrites.

З. Милашинович, Д. Зовко, И. Лукич

Отраслевая работа

Санация русла и водопада на реке Плива в Яйце

Описываются разрушения русла и водопада на реке Плива и меры, с помощью которых в различные исторические периоды делались попытки санировать нанесенный ущерб. Разработка идейного решения, приведенного в данной работе, базируется на идее обеспечения глобальной и локальной стабильности водопада и его долговечности в течение длительного периода. Описаны санационные меры, выполняемые вдоль русла и на водопаде, с помощью которых сделана попытка удовлетворить основной критерий – обеспечить новое отложение туфа в водотоке реки Пливы.

Z. Milašinović, D. Zovko, I. Lukić

Fachbericht

Sanierung des Flussbetts und Wasserfalls am Fluss Pliva in Jajce

Dargestellt ist die Schädigung des Flussbetts und Wasserfalls des Flusses Pliva in Jajce und die Eingriffe mit denen man durch geschichtliche Zeit die entstandenen Schäden zu sanieren versuchte. Bei der Herstellung des hier dargestellten Vorentwurfs ging man von der Idee aus die globale und lokale Stabilität des Wasserfalls sowie dessen Dauerhaftigkeit in längerer Zeitspanne zu sichern. Beschrieben sind auch die Sanierungseingriffe längs des Wasserbetts und Wasserfalls womit man versuchte das Grundkriterium zu begnügen das sich auf die Sicherung der weiteren Ablagerung der Rauhacke bezieht.

Autori: Prof. dr. sc. **Zoran Milašinović**, dipl. ing. grad., Građevinski fakultet Sveučilišta u Mostaru; **Danijela Zovko**, dipl. ing. grad., Integra d.o.o., Mostar; **Ivana Lukić**, dipl. ing. grad., Građevinski fakultet Sveučilišta u Mostaru, BiH

1 Uvod

Procesi u prirodnim vodotocima su tako složeni da opća teorijska rješenja nisu moguća. Objašnjenje za to daje Leopold [1] kratkom konstatacijom: „Riječni tokovi su arhitekti svoje geometrije“.

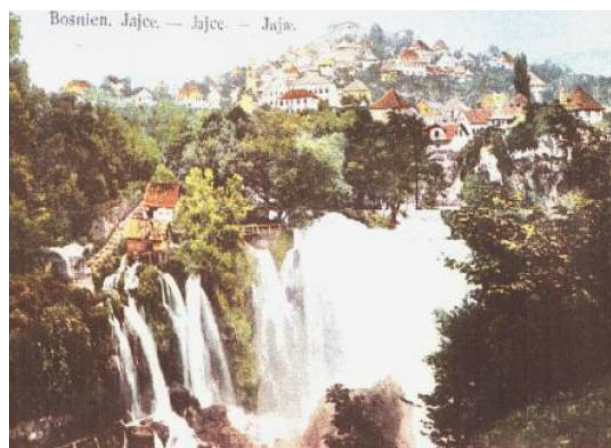
Prirodno korito rijeke Plive s vodopadom svakako je jedan od tipičnih primjera koji potvrđuju prethodni navod. Poseban je fenomen što su korito i vodopad rijeke Plive usječeni u sedrene naslage.

Geomorfološki razvoj prirodnih vodotoka ovisan je o brojnim faktorima od kojih su tri najvažnija:

- katastrofalni događaji (tektonski poremećaji, klizišta, poplave)
- otpornost tla na eroziju i vegetacija slivnog područja
- ljudska djelatnost (promjene namjene zemljišta, urbanizacija, uređenje vodotoka, hidroenergetsko iskorištavanje voda i dr.).

Debljina sedrenih naslaga na ušću Plive u Vrbas približno je 70 m. Dubina je korita koje je usječeno u sedru, otprilike 43 m. Vodopad je visok oko 22 m. Uzdužni je pad rijeke Plive relativno velik, a najveći je od Velikog jezera do vodopada, gdje mjestimično prelazi i 2 % [2]. S ovakvim padom prirodni tok rijeke Plive je hidraulički u silovitom režimu. Takav režim karakteriziraju povećane brzine, osobito pri većim vodama.

Rijeku Plivu kroz grad Jajce karakteriziraju redovite proljetne i jesenje poplave, sedra u koritu sa slabom otpornošću na eroziju te izmijenjen prirodni režim voda zbog zahvata za HE Jajce I. Zbog visokog erozijskog potencijala korita, te velikog nagiba dna, u slučaju nepovoljnih hidroloških uvjeta dolazi do degradacije sedre, odnošenja materijala i vrlo izraženih erozijskih pojava i na koritu i u području vodopada. Antropogeni su utjecaji u određenim okolnostima faktor multiplikacije nepovoljnih utjecaja.



Slika 1. Izgled vodopada s početka 20. stoljeća [3]

Nekad su se vode rijeke Plive preko sedrene barijere prelijevale izravno u Vrbas (slika 1.). Sadašnji položaj vodopada posljedica je uzastopnih urušavanja i progresivne erozije.

2 Sanacijski radovi iz 1959. godine

Posljednji cjeloviti sanacijski radovi izvedeni su prema rješenju Energoinvesta iz 1957. godine (radove je izvela Hidrogradnja iz Sarajeva 1959. godine). Radovi su obuhvatili uređivanje korita i vodopada. Na mjestima preljeva izvedene su armiranobetonske olakšane brane, osigurane od prevrtanja čeličnom užadi. Projektna su rješenja za maksimalni protok od 178 m³/s i minimalni od 3 m³/s [4]. Vodopad je u tom obliku "izdržao" 37 godina. Većina građana ga je prihvatila i ne znajući da to nije „prirodni“ oblik vodopada (slika 2.).



Slika 2. Izgled vodopada nakon sanacije iz 1959. godine [4]

Osnovno obilježje vodopada [4] bilo je prelijevanje preko triju pragova, (čime su formirana tri slapa), sa sljedećim karakteristikama:

- lijevi slap (prag 1), $h_1 = 16,0$ m (visina slapa), 362,74 m n.m (kota vrha praga)
- međuslap (prag 2), $h_2 = 2,0$ m, 364,72 m n.m,
- desni slap (prag 3), $h_3 = 18,0$ m, 364,72 m n.m

Kota dna korita rijeke Vrbas je otprilike 347,00 m n.m.

3 Oštećenja u području vodopada 1996. godine

Vodni su valovi (siječanj/veljača 1996., rujan 1996.) prouzročili potkopavanje i rušenje pojedinih prije izgrađenih građevina za reguliranje toka rijeke Plive, duž čitavog toka od Okruglog jezera do utoka u rijeku Vrbas [5].

Prema izvješćima stručnih službi općine Jajce, osim oštećenja preljevnog praga 1 i rušenja gotovo čitavog praga 3, na području vodopada došlo je zbog skretanja toka vode do nestabilnosti i odrona velike mase tla na desnoj obali nizvodno od vodopada (slika 3.).



Slika 3. Odron u desnom boku vodopada s urušenim pragom 3 1996. godine

4 Interventna sanacija i osiguranje slapa 1997. godine

Koncepcija rješenja interventne sanacije i osiguranja slapa predviđala je sanaciju lijeve strane vodopada (pragovi 1 i 2) zbog manjeg opsega oštećenja i manjih interventnih zahvata. Radove sanacije izveo je Conex iz Mostara 1997. a obuhvatili su sljedeće:

- ojačanje temeljnog tla u području praga 1
- izvedbu drenažnog sustava ispod temeljne ploče
- izradu armiranobetonske ploče na površini bučnice između pragova 2 i 1.
- izvedbu zaštitnoga obalnog zida na području bučnice ispod praga 1
- sanacijske radovi na koritu (gabionski zid u koritu i plombiranje ponora ispred praga 3).

Izvedeni su radovi (slika 4.) [5] imali isključivo za cilj privremeno osiguranje vodopada. Projektirani su i izvedeni za protoke od oko $56 \text{ m}^3/\text{s}$. Do sada su ispunili svoju ulogu, a protoci koji su se u međuvremenu javljali višestruko su premašivali projektirane. Gabionski zid projektiran i izveden kao privremena konstrukcija znatno je oštećen prolaskom velikih voda [6].



Slika 4. Radovi interventne sanacije na lijevoj obali 1997. godine [5]

Oštećeni desni dio vodopada, koji nije bio obuhvaćen radovima interventne sanacije, nije dodatno urušavan, premda je u razdoblju od 1996. godine zabilježen veći broj protoka velikih voda (kao npr. 160 m³/s iz travnja 2004.) [2].

5 Sanacija korita između pragova 7 i 8 2004. - 2005. godine

Regulacijom vodotoka rijeke Plive, od Velikog jezera do vodopada, izgradnjom pragova omogućit će se zaštita korita od erozijskog djelovanja vode pri nailasku velikih voda. Pragovi će osiguravati ravnomjernu raspodjelu protoka po čitavom poprečnom presjeku vodotoka, što je nužno za održavanje i rast sedre [7].

U prvoj fazi, u razdoblju od 2004. do 2005., izgrađena je regulacija u duljini od oko 300 m, između pragova 7 i 8 (slika 5.). Radove je izvela Hidrogradnja iz Sarajeva.



Slika 5. Radovi na sanaciji korita između pragova 7 i 8 2004.-2005. godine [6]

Regulacija je obuhvatila izgradnju:

- betonskog zida uz desnu obalu
- betonskih kontrafora i preljevnih pragova s bučnicama u profilima 7 i 8
- gabionskih konstrukcija uz lijevu i desnu obalu.

U toku realizacije projekta, odnosno krajem ožujka i sredinom travnja 2004. godine, zbog obilnih oborina dogodila su se dva poplavna vala. Količina vode koja se pri tim poplavama evakuirala koritom rijeke Plive i preko vodopada iznosila je u maksimumu oko 160 m³/s [6]. Radi usporedbe napominje da količina vode koja se javlja jednom u sto godina iznosi 220 m³/s, a da se srednji godišnji protok procjenjuje na 38,5 m³/s.

Poplavni valovi tih su godina uzrokovali znatne promjene u morfologiji korita, kao i devastaciju, odnosno odnošenje prirodnih obala korita na svim mjestima gdje ono nije bilo zaštićeno regulacijskim radovima.

Poplavni su se valovi dogodili u razdoblju kada je realizacija projekta I. faze bila u središnjoj fazi gotovosti. To je omogućilo da se vide efekti pojedinih tehničkih rješenja na ukupnu stabilnost korita, a posredno i samog vodopada. Ukratko se može konstatirati sljedeće:

1. Izvedeni betonski zid uz desnu obalu, od profila mosta do praga 7, zaštitio je kompletnu desnu obalu i građevine u njejoj neposrednoj blizini, od progresivne erozije i zarušavanja, a da pri tome nije pretrpio nikakva oštećenja.
2. Izvedeni betonski kontrafori i preljevni prag u profilu praga 7, koji u potpunosti nisu bili ni završeni, zaštitili su prirodno dno korita rijeke Plive od produbljivanja na potezu uzvodno i nizvodno od njega, te zadržali gotovo sav vučeni nanos koji je pokrenut s uzvodnog nereguliranog dijela korita. Sav bi taj nanos inače opteretio nizvodni prag u profilu 6, i na kraju sam vodopad, s neizvjesnim krajnjim ishodom za njegovu stabilnost. Kontrafori i dio izvedenog preljevnog praga u profilu 7, također nisu pretrpjeli bilo kakva oštećenja.
3. Gabionske konstrukcije, koje su izvedene radi stabilizacije nožice kosine i dna korita neposredno uz obalu, također su se pokazale kao veoma efikasne i fleksibilne konstrukcije [6]. Naime temelji obalnoga betonskog zida i nožica kosine nisu znatnije oštećeni. Sami su se gabioni na samo nekoliko mjesta deformirali odnosno slegli.
4. Na svim ostalim dijelovima korita, a posebno uzvodno od praga u profilu 8, kao i duž cijele lijeve obale gdje nisu bili izvedeni regulacijski radovi, dogodile su se velike promjene koje su se manifestirale u

produbljivanju dna, zarušavanju i odnošenju obala (slika 6.).



Slika 6. Prirodno korito i njegove promjene pri protoku od 160 m³/s, iz travnja 2004.

6 Smjernice za cjelovitu sanaciju područja vodopada

Ciljevi i zadaci koji se postavljaju pred nastavak radova na sanaciji korita i vodopada rijeke Plive, konceptijski slijede osnovnu ideju - zaustaviti daljnju degradaciju korita i vodopada.

Praktično to znači da se u što većoj mjeri vrati korito i vodopad u stanje prije 1996. godine kada su velike vode, uz iznimno velike količine nanosa, uzrokovale rušenje dijela vodopada (prag 3) na desnoj obali i rušenje uzvodnih stabilizacijskih pragova uz produbljivanje korita. Potrebno je istaknuti da se stanje iz 1996. može prihvatiti kao uspješan stabilizacijski i estetski zahvat, izveden još 1959. godine, koji je povećao ambijentalnu vrijednost korita i vodopada [2].

Prilikom izbora pojedinih tehničkih rješenja zahtijeva se postizanje sljedećih učinaka:

- a) osiguranje područja vodopada za protoke velikih i malih voda

Prethodnim je studijama utvrđeno da su maksimalni protoci rijeke Plive, vjerojatnosti pojave 0,01 i 0,001, 220 m³/s odnosno 285 m³/s. Srednji je godišnji protok 38,5 m³/s [3]. Međutim, rijekom Plivom uglavnom (97 % na godinu), protječe 3 m³/s, što je vodoprivredni minimum, a posljedica je rada HE Jajce I.

Uobičajeno je da se regulacijski radovi projektiraju na protok vjerojatnosti pojave 0,01 (jednom u 100 godina), zbog toga što u većini slučajeva podataka o nanosu nema, pa se "koritiformirajući" protok ne može definirati. Takav je slučaj i s rijekom Plivom. Poseban je problem što su radom HE Jajce I u potpunosti izmijenjeni prirodni hidrološki režimi malih i srednjih voda. To s gledišta propusnosti korita ne predstavlja poseban problem, ali s

gledišta stabilnosti sedrenih naslaga od kojih je korito izgrađeno od posebne je važnosti. Naime jedan od uvjeta za život i rast sedre jest da je neprekidno pod vodom [7].

- b) Uklapanje vidljivih elemenata sanacijskih radova u okolinu

Važno je napomenuti da prostorno-urbanistički plan grada Jajca nije inoviran. Također ne postoje planovi namjene i uporabe prostora neposredno uz korito i vodopad.

Prihvatimo li da su "prirodni riječni vodotoci arhitekti vlastite geometrije", postavlja se pitanje što je u danim okolnostima kada se provode sanacijski radovi okolišno prihvatljivo? Čini se da odgovor nema alternative. Sve što je napravljeno i što se namjerava napraviti nije i ne može biti "arhitektura prirodnog riječnog toka", već je naša ljudska intervencija i bit će više ili manje u sukobu s prirodnom, smanjujući tako ambijentalnu vrijednost prostora. Odgovor na pitanje što i kako raditi treba tražiti u tome što nam je to i zbog čega neprihvatljivo u "prirodnoj arhitekturi riječnog toka".

Sada su odgovori jasni. Neprihvatljivi su: preveliki protoci vode, preveliki pronos nanosa, preveliki padovi, erozija korita i obala, odroni i klizanja, raspadanje i nestajanje sedre itd.

Neprihvatljivo je dakle sve ono što pod utjecajem geomorfoloških promjenjivih veličina u prirodnim uvjetima smanjuje ambijentalnu vrijednost prostora.

Zadatak se sastoji u tome da se projektiraju i izvedu zaštitni i stabilizacijski radovi za ekstremne uvjete i opterećenja, a da se pritom u što većoj mjeri zadrže prirodne morfološke forme i materijali odnosno sedra.

7 Trenutačno stanje sedre duž korita i na vodopadu

Proces stvaranja sedre, odnosno taloženja kalcij-karbonata na samom slapu te na području iznad i ispod slapa slabo je izražen ili gotovo zaustavljen. Na slapu kao i na dnu riječnog toka rijeke Plive iznad i ispod slapa nema uočljivog taloženja sedre. Makrofiti, kao mahovine koje u znatnoj mjeri pridonose rastu sedre, slabo su razvijeni u riječnom toku, na samom slapu, kao i na sedrenim naslagama iznad i ispod slapa [7].

Fizikalne i kemijske analize vode iznad i ispod slapa pokazale su da je voda prezasićena kalcij-karbonatom i da su time zadovoljeni fizikalno-kemijski uvjeti za taloženje sedre na tom području. Međutim, koncentracije nekih hranjivih soli (nitrati i amonijak) nešto su povećane, kao i koncentracija otopljenog organskog ugljika, što upozorava na određena organska zagađenja. Iako su koncentracije ispod dopuštenih koncentracija nitrata i amonijaka za pitke vode i ne upućuju na neko izrazito zagađenje, one mogu djelovati inhibitorski na sam proces talo-

ženja sedre, odnosno na razvoj mikroorganizama koji imaju značajnu ulogu u procesu nastajanja sedre.

Zamijećene su povećane koncentracije mangana, željeza, bakra i stroncija te sulfata. Proces taloženja sedre u prirodnim vodama rezultat je interakcije fizikalno-kemijskih i bioloških procesa koji se međusobno nalaze u određenoj prirodnoj ravnoteži i koji je vrlo osjetljiv na bilo kakve promjene. Pojava teških metala u vodi već u malim koncentracijama može djelovati pogubno na razvoj mikroorganizama, a samim tim i na rast sedre.

Veliki odlomljeni sedreni blokovi na području ispod slapa, kao i veliki rasjed na samoj sedrenoj barijeri na desnoj obali Plive, odnosno na desnom boku slapa, pokazuju znatan proces erozije. Taj proces uvelike ugrožava cijelu sedrenu barijeru od koje je izgrađen slap, a time i opstanak samog slapa.

8 Idejno rješenje sanacije na području pragova 2 i 3

Prilikom izrade idejnog rješenja pošlo se od ideje da se osigura i globalna i lokalna stabilnost vodopada, kao i njegov trajnost u duljem razdoblju. Osnovna je ideja za osiguranje globalne stabilnosti vodopada da se stabilizacijske građevine (armiranobetonski piloti) postave na profil, koji se nalazi 15 m uzvodno od sadašnjeg ruba preljevnog praga 3 (slike 7. i 8.) [2].

Lokalna stabilnost riješila bi se lakšim konstrukcijskim zahvatima (izvođenje ploče i obalnih zidova kao zaštite korita od erozivnog djelovanja) [6].

Hidrauličko oblikovanje 3. praga predviđeno je tako da se spriječi, odnosno u što je moguće većoj mjeri smanji

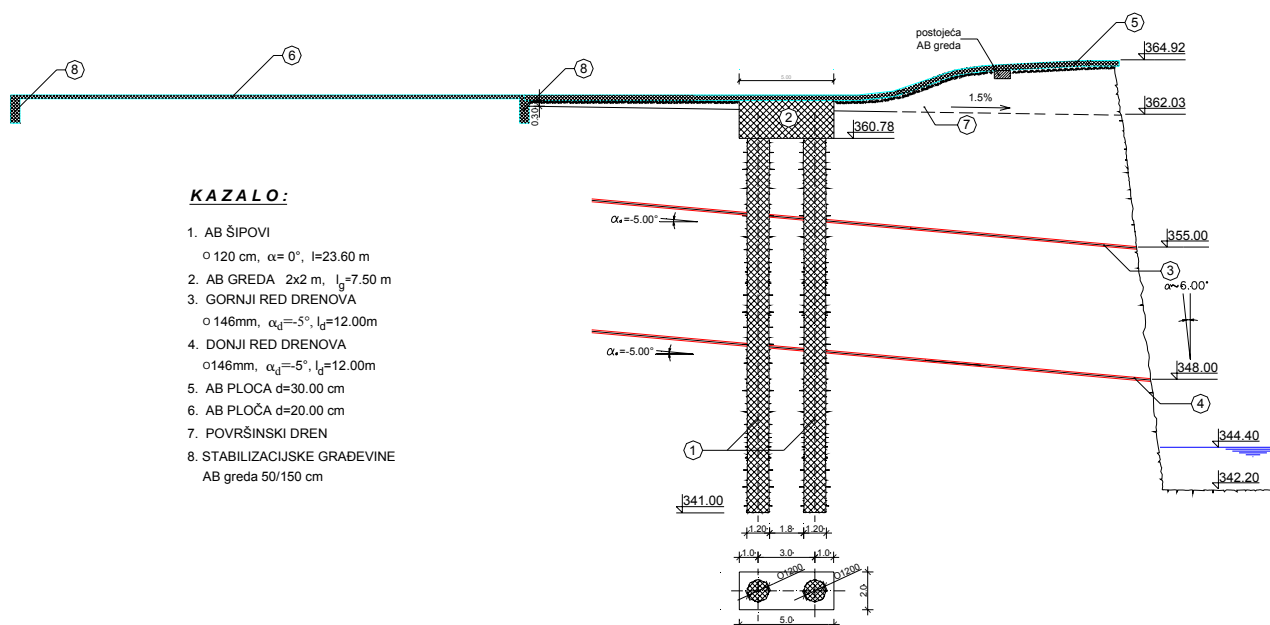
podlokavanje i ugrožavanje stabilnosti desnog boka vodopada.

Sanacijski zahvati predviđeni ovim tehničkim rješenjem jesu:

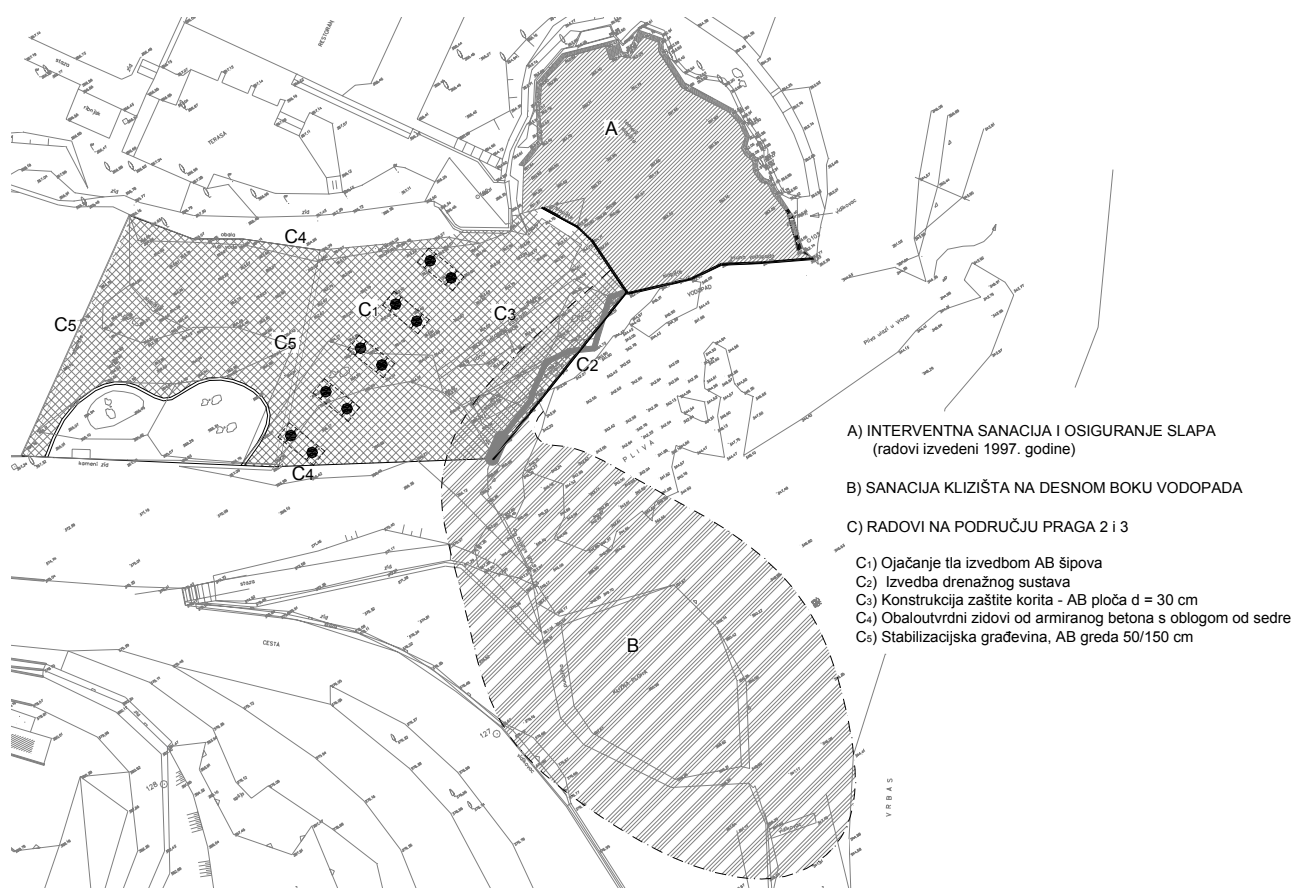
1. izvođenje armiranobetonskih pilota u profilu koji je 15 m uzvodno od sadašnjeg ruba preljevnog praga 3
2. izvođenje armiranobetonskih greda
3. izvedba drenažnog sustava
4. obloga korita armiranobetonskom pločom i obalno-utvrđni zidovi od armiranog betona s oblogom od sedre.

Konstrukcija preljevnih pragova 2 i 3 je armiranobetonska ploča prosječne debljine 30 cm izrađena od betona MB-30, armiranog čelikom MAR 500/560. Prag 2, koji je u stanju stabilne ravnoteže, zadržava se, a nova ploča se samo prevlači preko postojećeg praga. Prag 3 je nov, hidraulički oblikovan, slijedi crtu terena nastalu nakon rušenja starog praga.

Armiranobetonska ploča preljevnih pragova 2 i 3 kontinuirano se nastavlja uzvodno od pragova (oko 30 m) kao zaštita dna korita od daljnje površinske erozije i prodora vode u sedreno tijelo vodopada. Geometrijski oblik konstrukcije prilagođen je hidrauličkim zahtjevima, prirodnom obliku dna korita (što manje iskopa i minimalno nasipavanja), statičkim uvjetima oslanjanja te estetskom zahtjevu da ni pri minimalnim količinama vode konstrukcija nije vidljiva.



Slika 7. Karakteristični poprečni presjek – prikaz tehničkog rješenja [2]



Slika 8. Dispozicija- prikaz tehničkog rješenja [2]

Konstruktivni dio zaštite korita, obala i preljevnog praga 3 sastoji se od armiranobetonske ploče d = 30 cm, ploče d = 20 cm, greda 200 x 200 x 500 cm, pilota Ø120 cm, i stabilizacijske građevine 50/150 cm. Svi elementi izrađeni su od betona MB-30, armiranog čelikom MAR 500/560 i RA 400/500-2 [2].

9 Zaključak

Pri izradi rješenja sanacije pošlo se od ideje da se osigura globalna stabilnost vodopada i njegova trajnost u duljem razdoblju. Ako uzmemo u obzir činjenicu da se u posljednjih 200 godina vodopad povukao nekih 30 m uzvodno od nekadašnjeg ruba preljeva, kada su se vode Plive slijevale izravno u Vrbas, prema ovom rješenju vodopadu se omogućava njegovo daljnje povlačenje uzvodno u odnosu na današnju položaj. Osnovna ideja jest da se stabilizacijske građevine postave na odabrani pro-

fil koji se nalazi 15 m uzvodno od sadašnjeg ruba preljeva. Pretpostavlja se da će se ovim sanacijskim zahvatima osigurati trajnost vodopada, tj. da će on postojati dugo vremena, ali ga možemo očekivati u drugačijim morfološkim formama. Pretpostavlja se da se vodopad više ne bi mogao pomicati uzvodno od odabranog profila jer bi naišao na čvrste stabilizacijske građevine.

Lokalna stabilnost postojećega urušenog vodopada rješavala bi se lakšim konstrukcijskim zahvatima (izvođenje ploče i obalnih zidova kao zaštite korita od erozijskog djelovanja, sanacija odrona u desnom boku vodopada, uređenje slapišta u podnožju vodopada). Lokalna bi se stabilnost osiguravala za relativno kratko razdoblje. To znači da bi se praktično svake godine nakon prolaska velikih voda, na dijelu vodopada nizvodno od odabranog profila, mogle očekivati manje ili veće promjene.

IZVORI

- [1] Leopold, A.: *A Sand County Almanac*, Oxford University Press Inc. 1960.
- [2] Zovko, D.: *Sanacija vodopada na rijeci Plivi u Jajcu*, diplomski rad pod mentorstvom prof.dr.sc.Zorana Milašinovića i prof.dr.sc.Mladena Glibića, Građevinski fakultet Sveučilišta u Mostaru, lipanj 2005. godine.
- [3] Pavletić, Z.: *Izveštaj o biološkim ispitivanjima donjeg toka rijeke Plive*, Sarajevo 1967.

- [4] Energoinvest: *Uređenje Plive i vodopada u gradu Jajcu-kontrola stanja nakon 10 godina*, Sarajevo 1967.
- [5] Čorko, D.; Škacan, B.; Martinović, D.: *Interventna sanacija slapa*, Conex-mo 1997.
- [6] Čorko, D.; Škacan, B.; Langof, Z.; Ivanković, T.: *Oštećenja obala, korita i vodopada rijeke Plive i mjere zaštite*, Conex-mo, Mostar 2005.
- [7] Horvatinčić, N.: *Mišljenje o stanju sedre na slapu Plive u Jajcu*, Elektroprojekt, Zagreb 2005.