

UNITED NATIONS OFFICE FOR PROJECTS SERVICES SERBIA



JVP "SRBIJAVODE"



IDEJNO REŠENJE

BRANA PAMBUKOVIĆA SA AKUMULACIJOM NA  
RECI UB

1 – HIDROTEHNIČKI PROJEKAT



16018-PII-01

**ME ENERGOPROJEKT**  
**HIDROINŽENJERING a.d.**

Beograd, april 2016.



## NASLOVNA STRANA

## 1- HIDROTEHNIČKI PROJEKAT

Investitor: JVP „Srbijavode“, Beograd  
Finansijer: UNOPS Serbia, Šumatovačka 59, Beograd  
Objekat: Brana Pambukovica sa akumulacijom, Ub

Katastarske opštine  
➤ KO Slatina  
➤ KO Raduša  
➤ KO Pambukovica  
➤ KO Gola glava

Vrsta tehničke dokumentacije: IDR Idejno rešenje

Naziv i oznaka dela projekta: 1- Hidrotehnički projekat

Za građenje/izvođenje radova: nova gradnja

Pečat i potpis:



Odgovorni projektant:

Dušan Petković, dipl.inž.

Pečat i potpis:



Energoprojekt-Hidroinženjering a.d., Bul. Mihaila Pupina 12, Beograd

Bratislav Stišović, dipl.inž.

Direktor

Broj dela projekta: 16018-PII-01

Mesto i datum: Beograd, april 2016.

## SADRŽAJ

1. OPŠTA DOKUMENTACIJA
  - 1.1. Legenda projekta
  - 1.2. Izvod iz privrednog registra
  - 1.3. Licenca Energoprojekt-Hidroinženjering a.d.
  - 1.4. Licence projektanata
  - 1.5. Rešenje o određivanju odgovornog projektanta
  - 1.6. Izjava odgovornog projektanta
  - 1.7. Saglasnost Stručnog Saveta Energoprojekt-Hidroinženjering a.d.
2. TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA
3. NUMERIČKA DOKUMENTACIJA
4. GRAFIČKA DOKUMENTACIJA


**LEGENDA PROJEKTA**

Projektna dokumentacija:

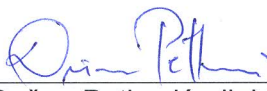
**IDEJNO REŠENJE****BRANA PAMBUKOVICA SA AKUMULACIJOM NA RECI UB****1 – HIDROTEHNIČKI PROJEKAT**

izrađena je u ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING-u, akcionarskom društvu za projektovanje, konsalting i inženjering hidroenergetskih, vodoprivrednih i infrastrukturnih objekata i sistema, Beograd, po ugovoru br 16018-201 zaključenom sa UNOPS Serbia.

**UČESNICI U IZRADI DOKUMENTACIJE****GLAVNI PROJEKTANT:**

  
Tamara Šumar, dipl.inž.  
310 G530 08

**ODGOVORNI PROJEKTANT ZA  
HIDROGRAĐEVINSKI DEO :**

  
Dušan Petković, dipl.inž.  
314 G863 08

**VRŠILAC UNUTRAŠNJE  
KONTROLE:**

Radmilo Glišić, dipl.inž.,  
lic.br. 313 9876 04

**PROJEKTANTI I SARADNICI:**

Zorica Tanasić, građ.teh.



## IZVOD IZ PRIVREDNOG REGISTRA

ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING akcionarsko društvo za istražne radove, projektovanje, konsalting i inženjering hidroenergetskih, vodoprivrednih i infrastrukturnih objekata i sistema Beograda, bul. Mihaila Pupina 12 upisano je u Registar Agencije za privredne register Republike Srbije pod matičnim brojem 07023065.

## LICENCA PREDUZEĆA

Na osnovu rešenja Ministarstva životne sredine i prostornog planiranja, Sektor za građevinarstvo, investicije i građevinsko zemljište br. 351-02-01325/2009-07 od 28.10.2010.god. utvrđuje se da ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING akcionarsko društvo za istražne radove, projektovanje, konsalting i inženjering hidroenergetskih, vodoprivrednih i infrastrukturnih objekata i sistema Beograda, bul. Mihaila Pupina 12 ispunjava uslove za dobijanje licence za izradu tehničke dokumentacije za objekte za koje građevinsku dozvolu izdaje ministarstvo nadležno za poslove građevinarstva ili nadležni organ autonomne pokrajine.

Utvrđivanje verodostojnosti navedenih podataka vrši se prema potrebi uvidom u predmetni registar.

## LICENCE PROJEKTANATA

Inženjerska komora Srbije dodeljuje licencu projektanta

br. 314 G863 08\_\_\_\_\_ dipl.inž.Dušanu Petkoviću

na osnovu Zakona o planiranju i izgradnji i Statuta Inženjerske komore Srbije.

Utvrđivanje verodostojnosti navedenih podataka vrši se prema potrebi uvidom u predmetni registar.

**REŠENJE O ODREĐIVANJU ODGOVORNOG PROJEKTANTA**

Na osnovu člana 128. Zakona o planiranju i izgradnji ("Službeni glasnik RS", br. 72/09, 81/09 - ispravka, 64/10 - odluka US, 24/11 i 121/12, 42/13 - odluka US, 50/13 - odluka US, 98/13 - odluka US, 132/14 i 145/14) i odredbi Pravilnika o sadržini, načinu i postupku izrade i način vršenja kontrole tehničke dokumentacije prema klasi i nameni objekata ("Službeni glasnik RS", br. 23/2015) kao:

**ODGOVORNI PROJEKTANT**

za izradu 1 – Hidrotehničkog projekta brane Pambukovica sa akumulacijom, Ub, KO Slatina, KO Pambukovica, KO Raduša i KO Gola Glava određuje se:

Dušan Petković, dipl.inž.

br.lic. 314 G863 08

Projektant:

Energoprojekt-Hidroinženjering a.d., Bul. Mihaila  
Pupina 12, Beograd

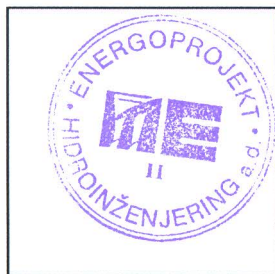
Odgovorno lice/zastupnik:

Bratislav Stišović, dipl.inž.

Direktor

Pečat:

(Potpis)



Broj tehničke dokumentacije:

16018-PII-01

Mesto i datum:

Beograd, april 2016.

**IZJAVA ODGOVORNOG PROJEKTANTA PROJEKTA HIDROTEHNIKE**

Odgovorni projektant 1 – Hidrotehničkog projekta brane Pambukovica sa akumulacijom na reci Ub, koji je deo Idejnog rešenja brane Pambukovica sa akumulacijom na reci Ub, KO Slatina, KO Pambukovica, KO Raduša i KO Gola Glava

Dušan Petković, dipl.inž.

**IZJAVLJUJEM**

1. da je projekat izrađen u skladu sa Zakonom o planiranju i izgradnji, propisima, standardima i normativima iz oblasti izgradnje objekata i pravilima struke;
2. da su pri izradi projekta poštovane sve propisane i utvrđene mere i preporuke za ispunjenje osnovnih zahteva za objekat i da je projekat izrađen u skladu sa merama i preporukama kojima se dokazuje ispunjenost osnovnih zahteva.

Odgovorni projektant: Dušan Petković, dipl.inž.

Broj licence: 314 G863 08

Pečat: Potpis:



Broj tehničke dokumentacije: 16018-PII-01

Mesto i datum: Beograd, april 2016.

## SAGLASNOST STRUČNOG SAVETA

Na svojoj 40/16 sednici održanoj dana 27.04.2016. Stručni savet ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING a.d. razmatrao je i usvojio projektnu dokumentaciju:

### IDEJNO REŠENJE

BRANA PAMBUKOVICA SA AKUMULACIJOM NA RECI UB

1 – HIDROTEHNIČKI PROJEKAT

Na osnovu ove saglasnosti, predmetna projektna dokumentacija se može isporučiti Naručiocu.

**PRESEDAVAJUĆI  
STRUČNOG SAVETA**



dr Beličević Vladimir, dipl.inž.



---

## TEHNIČKI DEO

---

---

## [2] TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA

---

## SADRŽAJ

<b>[2]</b>	<b>TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA .....</b>	<b>II</b>
<b>1</b>	<b>OPŠTE NAPOMENE .....</b>	<b>1</b>
1.1	Autorizacija .....	1
1.2	Cilj projekta .....	1
<b>2</b>	<b>UVODNA RAZMATRANJA .....</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>GENERALNA KONCEPCIJA IZGRADNJE BRANE I AKUMULACIJE PAMBUKOVICA .....</b>	<b>1</b>
<b>4</b>	<b>PODLOGE .....</b>	<b>2</b>
4.1	Topografske podloge .....	2
4.2	Geološke i geotehničke podloge .....	2
4.2.1	Prikaz geoloških karakteristika terena .....	2
4.2.2	Opšte hidrogeološke karakteristike mesta brane i akumulacije Pambukovica .....	5
4.2.3	Inženjerskogeološke karakteristike pregradnog mesta i akumulacije .....	6
4.2.4	Seizmičnost terena .....	6
4.2.5	Zaključak sa ocenom istraženosti i potrebama dodatnih istraživanja .....	7
4.3	Hidrološko-meteorološke podloge .....	7
4.3.1	Osnovne fizičko-geografske karakteristike analiziranog sliva .....	7
4.3.2	Padavine .....	8
4.3.3	Analiza srednjih voda .....	9
4.3.4	Analiza malih voda .....	11
4.3.5	Analiza velikih voda .....	12
4.3.6	Zaključak hidroloških analiza .....	13
4.4	Erozioni procesi i nanos u slivu .....	13
4.4.1	Uvodne napomene .....	13
4.4.2	Opšte karakteristike analiziranog sliva .....	14
4.4.3	Erozija i nanos .....	15
4.4.4	Zaključna razmatranja .....	15
4.5	Vodoprivredne podloge .....	16
4.5.1	Procena potrebnih količina vode za navodnjavanje .....	16
4.5.2	Garantovani ekološki protok .....	18
<b>5</b>	<b>PROJEKTNI KRITERIJUMI I OGRANIČENJA .....</b>	<b>19</b>
5.1	Prostorna ograničenja za izgradnju brane i formiranje akumulacije .....	19
5.2	Kriterijumi za dimenzionisanje akumulacije .....	19

5.3	Projektni proticaj za dimenzionisanje preлива i obezbeđivanje hidrološke sigurnosti brane .....	20
5.4	Freeboard .....	21
5.5	Kriterijumi za dimenzionisanje slapišta.....	21
5.6	Kriterijum za dimenzionisanje objekata za skretanje reke .....	21
6	<b>ANALIZA I OCENA ODABRANE LOKACIJE BRANE.....</b>	<b>22</b>
7	<b>VODOPRIVREDNE ANALIZE EFEKATA AKUMULACIJE I DEFINISANJE NJENIH PARAMETARA .....</b>	<b>25</b>
8	<b>TEHNIČKO REŠENJE BRANE I AKUMULACIJE PAMBUKOVICA.....</b>	<b>28</b>
8.1	<b>Dispozicija i tehnički opis objekata .....</b>	<b>28</b>
8.1.1	Brana .....	28
8.1.2	Akumulacija.....	31
8.1.3	Skretanje reke za vreme izgradnje, vodozahvat i temeljni ispust – evakuator.....	33
8.1.4	Evakuacioni organi brane.....	34
8.2	<b>Hidromehanička oprema .....</b>	<b>35</b>
8.3	<b>Elektrotehnička oprema.....</b>	<b>38</b>
8.3.1	Napajanje električnom energijom .....	38
8.3.2	Sopstvena potrošnja .....	38
8.3.3	Ispravljački sistem sa AKU baterijama.....	39
8.3.4	Instalacija unutrašnjeg osvetljenja i utičnica .....	39
8.3.5	Instalacija spoljašnjeg osvetljenja.....	39
8.3.6	Instalacija uzemljenja i gromobrana .....	40
8.3.7	Sistem upravljanja.....	40
8.3.8	Telekomunikacioni sistemi .....	40
9	<b>KONCEPCIJA MERA ANTIEROZIONE ZAŠTITE AKUMULACIJE.....</b>	<b>41</b>
[3]	<b>NUMERIČKA DOKUMENTACIJA .....</b>	<b>42</b>
10	<b>PROCENA KOŠTANJA RADOVA NA IZGRADNJI BRANE PAMBUKOVICA.....</b>	<b>43</b>
11	<b>LITERATURA.....</b>	<b>46</b>
[4]	<b>GRAFIČKA DOKUMENTACIJA .....</b>	<b>47</b>



## SPISAK SLIKA

Slika 2.1:	Sliv reke Kolubare .....	1
Slika 4.1:	Osnovna geološka karta SFRJ, List Vladimirci, 1:100 000.....	3
Slika 4.2:	Rezultat preliminarnih geofizičkih snimanja u zoni odabrane mikrolokacije.....	6
Slika 4.3:	Slivno područje reka Ub i Tamnava do profila brana i vodomernih stanica .....	7
Slika 4.4:	Hipsometrijska kriva za sliv reke Ub do profila brane Pambukovica .....	8
Slika 4.5:	Hidrogrami velikih voda, brana Pambukovica .....	13
Slika 5.1:	F-N dijagrami (USACE levo, ANCOLD desno) .....	21
Slika 6.1:	Lokacija profila brane Pambukovica .....	23
Slika 6.2:	Kriva površine akumulacije Pambukovica.....	24
Slika 6.3:	Kriva zapremine akumulacije Pambukovica.....	24
Slika 8.1:	Tipičan poprečni presek nasute zemljane brane sa centralnim glinenim jezgrom ..	28
Slika 8.2:	Kriva površine akumulacije Pambukovica.....	32
Slika 8.3:	Kriva zapremine akumulacije Pambukovica.....	33
Slika 9.1:	Bujične pregrade u sistemu .....	41
Slika 9.2:	Pozitivni efekti bioloških radova.....	41

## SPISAK TABELA

Tabela 4.1:	Geološke jedinice Osnovne geološke karte u zoni istražnog prostora .....	4
Tabela 4.2:	Maksimalne padavine kraćih trajanja.....	9
Tabela 4.3:	Karakteristične prosečne višegodišnje vrednosti .....	9
Tabela 4.4:	Tabela srednjih mesečnih i godišnjih proticaja, brana Pambukovica .....	10
Tabela 4.5:	Prosečni višegodišnji srednji mesečni proticaji u profilu brane Pambukovica.....	11
Tabela 4.6:	Unutargodišnja raspodela proticaja na profilu brane Pambukovica.....	11
Tabela 4.7:	Verovatnoća pojave minimalnih srednjih mesečnih proticaja (lit/s) na profilu brane Pambukovica.....	11
Tabela 4.8:	Usvojene-merodavne velike vode za dimenzionisanje objekata brane za karakteristične povratne periode.....	12
Tabela 4.9:	Sistematizovani karakteristični rezultati hidroloških analiza .....	13
Tabela 4.10:	Osnovni elementi analiziranog sliva.....	14
Tabela 4.11:	Rezultati proračuna koeficijenta erozije, produkcije i pronosa nanosa .....	15
Tabela 4.12:	Varijanta 1 (procentualno učešće pojedinih kultura u setvenoj strukturi na osnovu podataka dobijenih iz Opštine Ub) .....	17
Tabela 4.13:	Varijanta 2 (pretpostavljeno procentualno učešće pojedinih kultura u setvenoj strukturi na osnovu podataka iz Prostornog plana opštine Ub) .....	17
Tabela 6.1:	Koordinate ose brane Pambukovica .....	23
Tabela 7.1:	Rezultati vodoprivrednih analiza za akumulaciju Pambukovica .....	27
Tabela 8.1:	Zone nasute zemljane brane sa centralnim glinenim jezgrom.....	29
Tabela 10.1:	Predmer i predračun građevinskih radova za branu i akumulaciju Pambukovica ..	43
Tabela 10.2:	Koštanje hidromehaničke opreme brane Pambukovica .....	44
Tabela 10.3:	Koštanje elektro opreme brane Pambukovica .....	44
Tabela 10.4:	Rekapitulacija koštanja radova na izgradnji brane i akumulacije Pambukovica ....	45

## 1 OPŠTE NAPOMENE

### 1.1 Autorizacija

**Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine  
Javno vodoprivredno preduzeće „Srbijavode“  
Beograd, Srbija**

u saradnji sa

**United Nations Office for Projects Services – UNOPS, Srbija**

kao *Investitor*

dodelili su ugovor

**„ENERGOPROJEKT HIDROINŽENJERING“-u, Beograd, Srbija**

u svojstvu *Konsultanta*

Za pružanje konsultantsko-inženjerskih usluga za izgradnju

**Brane i akumulacije Pambukovica, i  
Brane i akumulacije Kamenica.**

Ugovor je stupio na snagu 18.02.2016. godine, nakon potpisivanja obe ugovorne strane.

### 1.2 Cilj projekta

U skladu sa Projektnim zadatkom, cilj ovog projekta je pružanje specifičnih stručnih usluga i znanja u vezi sa potrebom ublažavanja/odgovora na poplave, a koja je identifikovana od strane relevantnih korisnika (stejkholdera). Preciznije, cilj je izrada tehničke dokumentacije za dve brane sa svojim akumulacijama, gde su obe predviđene kao višenamenski objekti koji značajno doprinose smanjenju rizika od poplava u slivu reke Kolubare. Pored toga ove akumulacije obezbeđuju vodu i za druge korisnike.

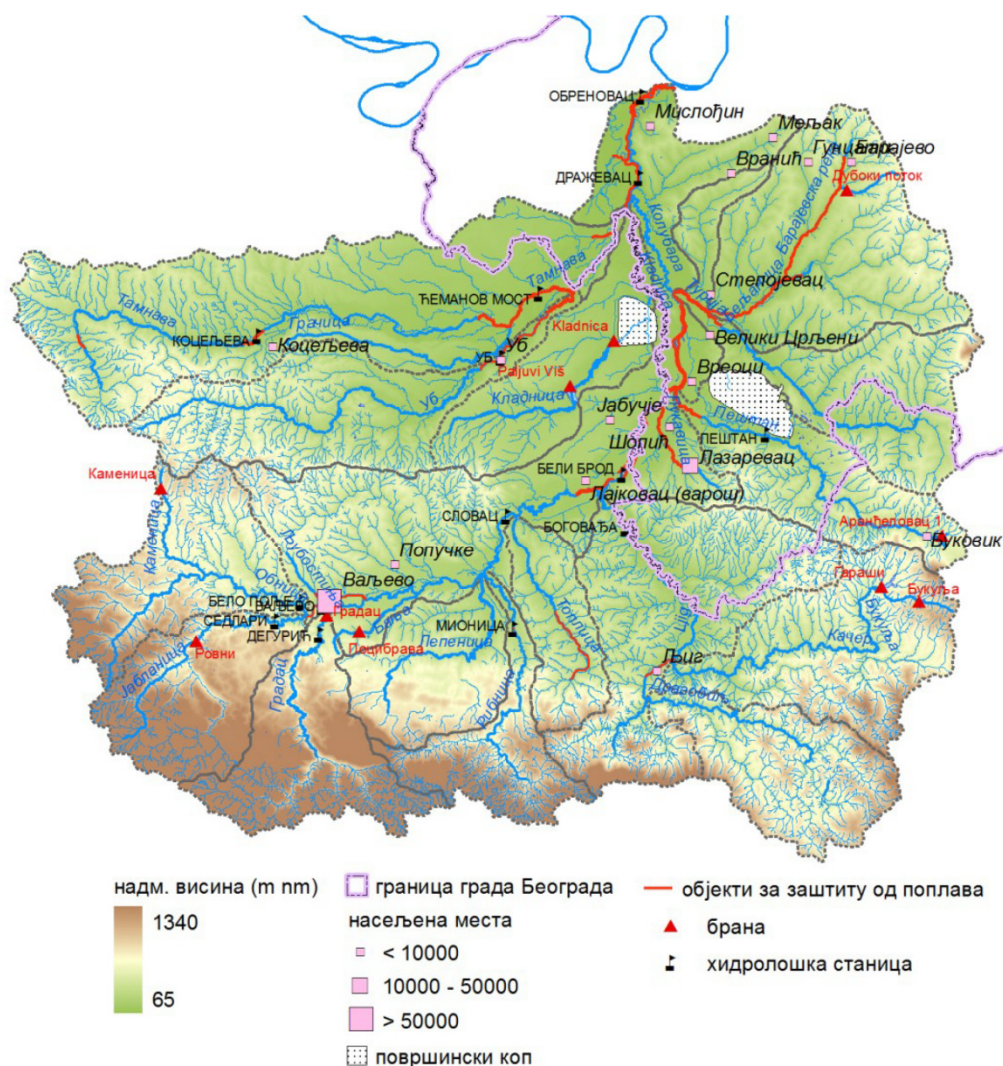
Konsultant je u obavezi da izradi svu neophodnu projektnu dokumentaciju, sa pratećim studijama, u kojima će analizirati i definisati sve uslove za izgradnju obe brane.

Ovaj projekat je u skladu sa održivom vodoprivrednom politikom Republike Srbije, koja realizuje aktivnosti i sprovodi mere za unapređenje vodnog režima i razvoj vodnih resursa u zemlji.

## 2 UVODNA RAZMATRANJA

Područje sliva reke Kolubare u severozapadnoj Srbiji odlikuje se nepovoljnim vodnim režimom i posledično dugom istorijom pojave poplava. Zaštita od poplava dolinskih područja u slivu Kolubare je oduvek veoma aktuelan problem. U Preliminarnoj proceni rizika od poplava iz 2012. godine, koja se zasniva na analizi raspoloživih podataka o karakteristikama i štetnim posledicama poplava iz prošlosti (period 1965-2011. godine), kao i na proceni mogućih štetnih posledica poplava koje se mogu javiti u budućnosti, sliv Kolubare je identifikovan kao značajan na nivou Republike Srbije. Na ozbiljnost problema je ukazala poplava u maju 2014. godine, kada su stanovništvo, privreda, infrastruktura i prirodni resursi duž Kolubare i njenih pritoka pretrpeli veoma velike štete.

Nepovoljan vodni režim u slivu Kolubare posledica je zastupljenih hidrometeoroloških, topografsko-geoloških i hidrauličkih uslova. Hidrografska mreža (Slika 2.1) je takva da omogućava veliku koincidenciju velikih voda iz pritoka u centralnom delu doline reke Kolubare, uz razlivanje poplavnih voda po prostranoj ravnici. Velike vode, usled strmih nagiba slivova pritoka, otiču u kratkom vremenskom intervalu, tako da silaskom u centralnu dolinu Kolubare razaraju bujičnim vodama i plave nanosom poljoprivredna zemljišta, stvaraju sprudove u rečnom koritu, koji izazivaju jako meandriranje toka i nanose velike štete naseljima, industriji i saobraćajnicama.



Slika 2.1: Sliv reke Kolubare



Posledicama plavljenja opterećena su područja velikog broja opština u slivu: Obrenovac i Lazarevac, koje pripadaju području Grada Beograda, zatim Koceljeva, Ub, Lajkovac, Mionica i Ljig.

Kao deo sistemskog rešavanja problema plavljenja u kolubarskom slivu, *Studijom unapređenja zaštite od voda u slivu reke Kolubare* (Prethodni izveštaj, Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“, 2015.), na području Opštine Ub, predviđena je izgradnja brane Pambukovica na reci Ub, desnoj pritoci Tamnave. Osnovna ideja izgradnje ove brane kojom bi se formirala višenamenska akumulacija je obezbeđenje prostora za prihvatanje poplavnog talasa u uslovima nailaska velikih voda, čime bi se doprinelo zaštiti nizvodnog područja. Pored ove primarne uloge, sagledava se i mogućnost eventualnog korišćenja akumuliranih voda u druge namene i to: navodnjavanje, vodosnabdevanje i oplemenjivanje vodotoka u malovodnom periodu.

Izgradnja akumulacije Pambukovica obuhvaćena je ranijom i aktuelnom planskom dokumentacijom: *Vodoprivrednom osnovom sliva reke Kolubare* iz 1977. godine i *Regionalnim prostornim planom Kolubarskog i Mačvanskog upravnog okruga* iz 2015. godine. Akumulacija Pambukovica nalazi se i u obuhvatu Prostornog plana Opštine Ub, kao i u okviru dokumentacije: *Plan detaljne regulacije za branu i višenamensku akumulaciju "Pambukovica" na reci Ub na teritoriji grada Valjeva za deo KO Gola Glava*, *Službeni glasnik grada Valjeva, godina XXXVIII, broj 4, sveska 1, 26.04.2017.* i *Plan detaljne regulacije "Brana "Pambukovica" na reci Ub"*, *Službeni glasnik opštine Ub, godina XVII, broj 30, 16.12.2016.*

### 3 GENERALNA KONCEPCIJA IZGRADNJE BRANE I AKUMULACIJE PAMBUKOVICA

Imajući u vidu predviđenu višenamensku ulogu buduće akumulacije koja će branom biti formirana, u projektovanju su usvojeni sledeći osnovni principi:

- Akumulacija će se koristiti u višenamenske svrhe i to za: odbranu od poplava, navodnjavanje i oplemenjivanje malih voda.
- Kriterijumi za dimenzionisanje akumulacije biće usvojeni nakon sveobuhvatnih sagledavanja prostornih uslova i ograničenja, kao i hidroloških parametara reke Tamnave na posmatranom slivnom području. Sa aspekta hidrologije, posebno je od značaja režim velikih voda i to hidrografi poplavnih talasa.
- Za izabrani pregradni profil, uz uvažavanje prostornih ograničenja, naročito onih čija eliminacija zahteva značajne investicije, obezbediće se prostor za formiranje akumulacije maksimalne moguće zapremine, kojom se u eksploataciji obavezno mora upravljati, kako bi ona mogla da odgovori svim postavljenim zahtevima – definisanim namenama.
- Nizvodno od brane potrebno je izvršiti radove na uređenju reke (prokopavanje rečnog korita, ili izgradnju nasipa), kako bi se u definisanim granicama mogao kontrolisano propustiti zadati protok koji će se ispuštati iz akumulacije tokom trajanja poplavnog talasa.
- U svrhu zaštite akumulacije od zasipanja nanosom, predviđeno je da se u njenom slivu sprovedu mere antierozione zaštite. Dodatno, deo prostora buduće akumulacije (tzv. „mrtav“ prostor) biće rezervisan za istaložavanje dospelog nanosa.
- Parametri budućeg sistema navodnjavanja (površine zemljišta koje će se navodnjavati, struktura kultura koje će se uzgajati i sl.) za čije će se potrebe voda zahvatati iz planirane akumulacije nisu predmet ovog projekta. Sistem navodnjavanja biće sagledan samo na pragu brane i to kroz veličinu raspoloživog dela zapremine akumulacije koja se može koristiti za ove potrebe. Interpretacija ovog rezultata daće se i u vidu veličine površine zemljišta koje se može navodnjavati na području opštine Ub, a koja će se odrediti na osnovu procenjene norme navodnjavanja.
- Planirana akumulacija imaće i ulogu u oplemenjivanju malih voda u toplom delu godine, koji se usvaja da traje šest meseci. U tu svrhu, takođe će biti rezervisan jedan deo zapremine akumulacije u veličini garantovanog ekološkog / minimalnog održivog protoka koji bi šest meseci u godini trebalo kontinualno ispuštati nizvodno od brane.

## 4 PODLOGE

### 4.1 Topografske podloge

Brana Pambukovica i akumulacija koju ona formira su predviđeni u okviru sliva reke Kolubare, na reci Ub koja je desna pritoka reke Tamnave. Profil brane Pambukovica predviđen je na oko 2,5 km od centra istoimenog mesta. Do pregradnog mesta dolazi se iz centra sela Pamabukovica putem u pravcu jugozapada. Akumulacija se nalazi na teritoriji opština Ub i Valjevo i obuhvata 4 katastarske opštine: Pambukovica, Raduša, Slatina, i Gola Glava.

Za potrebe projektovanja potrebno je geodetski snimiti a potom i izraditi ažurne topografske podloge lokacija mesta brane i akumulacije.

Od nadležne katastarske službe preuzeti su podaci o geodetskim tačkama i mrežama u 2D i 1D. Za potrebe određivanja koordinata pomoćnih tačaka GPS-om, korištene su koordinate zvanično opažanih trigonometrijskih tačaka od strane Republičkog geodetskog zavoda, zvanično preuzete od strane SKN Ub.

Merenje pomoćnih tačaka izvršeno je u režimu Real Time Kinematic (RTK) sa pristupom aktivnoj geodetskoj referentnoj osnovi Srbije (AGROS) Republičkog geodetskog zavoda, korišćenjem servisa AGROS-RTK (pozicioniranje primenom kinematičke metode).

Sa novopostavljenih pomoćnih tačaka pristupilo se geodetskom snimanju detalja u cilju izrade ažurnog topografskog plana lokacija:

- Budućeg pregradnog mesta u razmeri 1:500;
- Akumulacije u razmeri 1:2500.

Geodetsko snimanje lokacija budućeg pregradnog mesta i akumulacije realizovano je u martu 2016. godine, polarnom metodom snimanja, uz izbor svih detaljnijih tačaka u zadanoj zoni snimanja za odgovarajuću razmeru snimanja  $R = 1/500$  odnosno  $1/2500$ .

Po završetku snimanja, izvršena je obrada snimljenih podataka, na osnovu čega je izrađen odgovarajući topografski plan.

Pored ovih topografskih planova za potrebe projektovanja korišćene su i:

- Georeferencirane državne karte  $R = 1:25\ 000$ ;
- Ortofoto područja preuzet od SKN Ub.

### 4.2 Geološke i geotehničke podloge

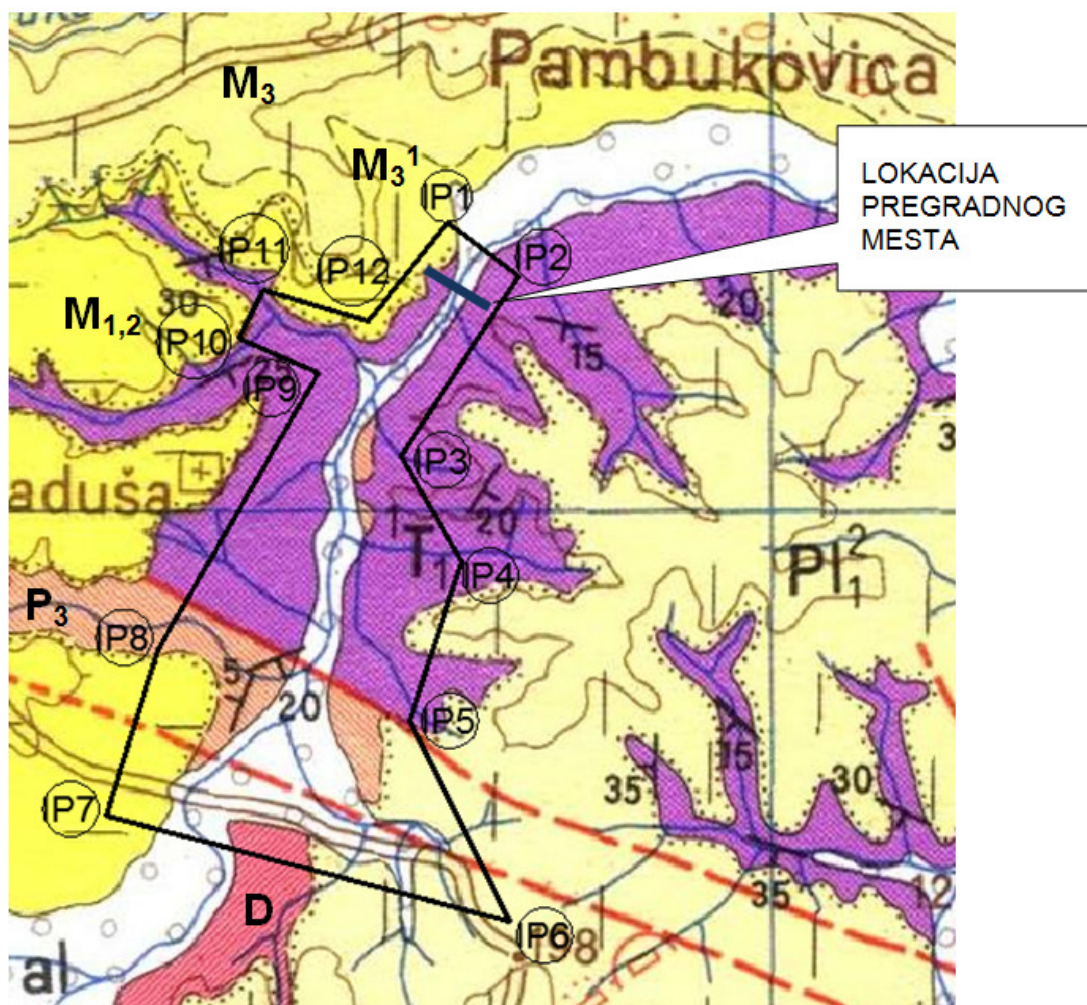
#### 4.2.1 Prikaz geoloških karakteristika terena

Reka Ub nastaje spajanjem više malih potoka koji izviru na severnim obroncima planine Vlašić na visini od oko 450 mnm u blizini mesta Osečina u Podgorini. U gornjem delu toka reka protiče pored sela Družetić, Pambukovica i Čučuge, gde prima svoju levu pritoku Bukovicu. U središnjem toku su

mesta Tvrdojevac, Zvizdar i gradić Ub, koji je dobio ime po reci. Ub teče skoro paralelno sa Tamnavom u koju se uliva kod sela Rupljani.

Na istražnom prostoru i šire ranijim istraživanjima kao najstarije stene izdvojene su stene Devonske starosti koje su zastupljene u južnom delu. Kontakt sa stenama permske starosti je najverovatnije tektonski. Stene permske starosti su takođe u tektonskom kontaktu sa stenama donjeg trijasa, a pravac pružanja raseda je ZSZ-IJL.


Pregradno mesto je locirano u stenama donjeg trijasa. Preko osnovnih stena diskordantno su mlađe sedimentne stene miocena i kvartarne tvorevine.



Slika 4.1: Osnovna geološka karta SFRJ, List Vladimirci, 1:100 000



Tabela 4.1: Geološke jedinice Osnovne geološke karte u zoni istražnog prostora

	Oznaka	Opis geološke jedinice
KVARTAR		Aluvijum
MIOCEN		(b) Peskovi, gline i šljunkovi - Panon
		Krečnjaci, peščari, peskovite gline i šljunkovi
		Laporci, glinci, tufiti, peščari i konglomerati miocenske starosti
TRIJAS		Slojeviti i bankoviti krečnjaci, ređe liskunoviti peščari
PERM		Bituminozni slojeviti i bankoviti krečnjaci gornjeg perma
DEVON		Argilofiliti, filiti i kvarcni peščari devonske starosti

**Serija peščara i škriljaca (D)** - Osnovna karakteristika ove serije je smenjivanje peščarskih i argilitičkih stena. Vertikalna smena je jače izražena i ispoljava se u naizmeničnom desimetarskom smenjivanju. U okviru metamorfovanih pelitskih sedimenata izražene su i fine mikropromene, odnosno litaž. Petrografskim ispitivanjima konstatovani su: metamorfisani peščari, peščari, filiti, argilofiliti, breče i konglomerati.

**Gornji perm (P<sub>3</sub>)** - Predstavljen je uglavnom tamnosivim do crnim bituminoznim, bankovitim i slojevitim krečnjacima sa interkalacijama crvenkastih i zelenkastih glinenih škriljaca. Donji delovi gornjopermske serije izgrađeni su, po pravilu, od slojevitih i bankovitih krečnjaka sa proslojcima peskovitih glinenih škriljaca. Krečnjaci su uopšte uzevši bituminozni, a izgrađeni su od finokristalastog kalcita (veličina od 0,02—0,06 mm) i ljuštura mnogobrojnih organizama ispunjenih kristalima kalcita ili bituminoznom materijom. Srednji deo gornjopermske serije izgrađen je takođe od stratifikovanih krečnjaka, ali su interkalacije glinenih škriljaca znatno ređe. U ovom delu mestimično se nalazi veoma bogata i brojna brahiopodska fauna sa indojermenskim obeležjima. Završni deo gornjeg perma predstavljen je krečnjacima koje je V. Simić (1933) izdvojio kao koralsku zonu. Gornjopermski krečnjaci predstavljaju organogene, uglavnom stratifikovane, stene taložene u plitkoj vodi neritskih oblasti gde je povremeno donošen terigeni materijal sa kopna i taložen u obliku glinovito-peskovitih proslojaka. Debljina gornjopermske serije iznosi oko 120 metara.

**Donji trijas (T<sub>1</sub>)** - Konkordantno preko crnih bituminoznih krečnjaka gornjeg perma leži oko 300 metara debela donjotrijaska serija, izgrađena od krečnjaka, peščara i glinenih škriljaca. Prelaz između gornjeg perma i trijasa je postupan. Crni bituminozni krečnjaci gornjeg perma sa brojnim algama i drugom mikrofaunom prelaze naviše u svetle, sive i rumenkaste krečnjake donjeg trijasa, koje karakteriše potpuno odsustvo mikrofaunističkog materijala. U okviru donjotrijaske serije krečnjaci su najrasprostranjeniji. Dominiraju u nižim delovima stuba, a karakterišu se čestim promenama u pogledu litološkog karaktera, boje i načina pojavljivanja. Mogu biti bankoviti, slojeviti,

škriljavi, zatim oolitski, prugasti, dolomitični i ređe laporoviti. Boje su različite: sive, svetlosive, rumenkaste i tamnosive do crne.

Najniže partije donjotrijaske krečnjačke serije karakterišu se skoro redovnim pojavama oolitskih krečnjaka, koje su konstatovane skoro u svim oblastima razvića donjeg trijasa. Oolitski krečnjaci su izgrađeni od oolita (prečnika 0,2—0,6 mm) i fino do sitnozrnog kalcitskog cementa. Ooliti, kao osnovni strukturni elementi u ovim krečnjacima, odlikuju se pretežno okruglim formama i karakterističnom koncentričnom građom. Oolitski krečnjaci su se obrazovali u plitkovodnoj, toploj, dinamičnoj sredini u blizini obale.

Peščari i glineni škriljci imaju manje rasprostranjenje. Javljaju se kao interkalacije u višim delovima krečnjačke serije. Peščari su slojeviti, škriljavi, sive ili žućkaste boje i veoma liskunoviti (naročito po površinama slojevitosti), glinoviti škriljci su takođe listasti, škriljavi, ljubičaste boje i intimno udruženi sa peščarima.

U okviru donjeg trijasa izdvojena je donja, pretežno krečnjačka serija ( $^1T_1$ ) i gornja serija izgrađena od peščara, glinenih škriljaca i krečnjaka ( $^2T_1$ ).

**Slatkovodna burdigal-helvetska serija ( $M_{1,2}$ )** - Uopšte uzev, ovu seriju izgrađuju: konglomerati, slojeviti laporci sa mestimičnim interkalacijama tufita i pravim tufovima, tufozne gline, peskovite gline, peskoviti laporci, peskovito-glinoviti laporci, listasti bituminozni glinci i peščari različitog sastava. Debljina ovih slojeva iznosi 150—200 m.

**Sarmat ( $M_3^1$ )** - Krečnjaci, peščari, peskovite gline i šljunkovi. Debljina donjosarmatskih sedimenata iznosi oko 120 m.

**Panon ( $M_3$ )** - Panonski mezohalinski sedimenti predstavljeni su glinama, laporcima, kvarcnim peskovima i šljunkovima i često sadrže fosilni materijal.

**Aluvijum (al)** - Aluvijalne naslage izgrađene su od šljunkova, peskova i glina.

#### 4.2.2 Opšte hidrogeološke karakteristike mesta brane i akumulacije Pambukovica

U zoni buduće akumulacije i pregradnog profila Pambukovica dominiraju, sa hidrogeološkog aspekta, stene različitog tipa poroznosti i hidrogeološke funkcije. Tip poroznosti koji je dominantan u stenskoj masi direktno utiče na formiranje određenog tipa izdani koji je formiran u zastupljenoj sredini. Uzimajući ovo u obzir u predmetnom području izdvajaju se sredine sa intergranularnim tipom poroznosti kao i sredine u kojima je dominantan pukotinski do pukotinsko kavernozni tip poroznosti.

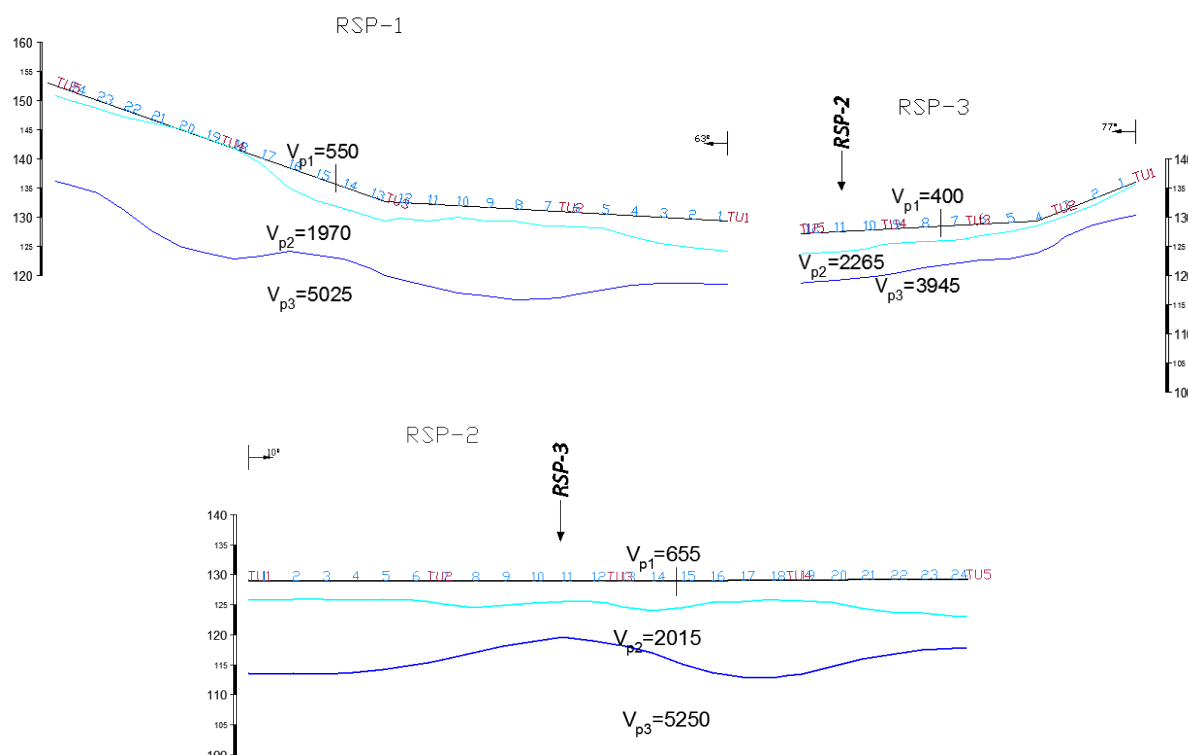
U prvu grupu spadaju svi prisutni kvartarni sedimenti od kojih se, kao najznačajniji sa hidrogeološkog aspekta, javljaju aluvijalni sedimenti reke Ub, nataloženi u koritu reke i širim obalskim stranama. Predstavljeni su dominantno šljunkovo – peskovitim materijalima različite granulacije sa manjim prisustvom glinovito-prašinaste frakcije. U ovim sedimentima je formirana izdan zbijenog tipa koja po pravilu ima dobru hidrauličku povezanost sa primarnim rečnim tokom.

U drugu grupu spadaju sedimenti koji se nalaze u podlozi kvartarnih slojeva i koji su u zoni profila i većeg dela akumulacionog prostora predstavljeni slojevitim krečnjacima donjeg trijasa. U uzvodnom delu akumulacije na površini terena su prisutni i devonski sedimenti predstavljeni dominantno argilofilitima i kvarcnim peščarima (izvor OGK Vladimirci). Trijaski i slojevi devona se

bitno razlikuju, kad je u pitanju hidrogeološka funkcija stenskih masa. Naime, krečnjaci trijasa, sudeći po literaturnim podacima, predstavljaju osnovni hidrogeološki kolektor podzemnih voda sa dobro razvijenim pukotinskim sistemima, mestimično kavernoznim dok se sedimenti devona, sudeći po geološkom sastavu mogu svrstati u slabo propusne sredine.

#### 4.2.3 Inženjerskegeološke karakteristike pregradnog mesta i akumulacije

Nakon odabira mikrolokacije urađeno je preliminarno geofizičko ispitivanje za prognozu debljine aluvijalnog nanosa i padinskog pokrivača do osnovne stene.



Slika 4.2: Rezultat preliminarnih geofizičkih snimanja u zoni odabrane mikrolokacije

Ovi preliminarni rezultati ukazuju na relativno mali nadsloj aluvijalnog i padinskog pokrivača koji može biti debljine od 0,5 do oko 5 m, ispod kojih je kora raspadanja na dubinama 7-15 m.

#### 4.2.4 Seizmičnost terena

Osnovni stepen seizmičkog intenziteta za relevantno područje određen je „Seizmološkom kartom za povratni period od 500 godina“ (zajednica za seizmologiju SFRJ, Beograd 1987.god.)

Prema ovoj karti istražni prostor pripada 80 po MCS.

Sagledavajući ukupne inženjerskegeološke i hidrogeološke odlike terena, prostor koji se sagledava može se svrstati u zonu sa koeficijentom seizmičnosti  $K_s = 0,05$ .

#### 4.2.5 Zaključak sa ocenom istraženosti i potrebama dodatnih istraživanja

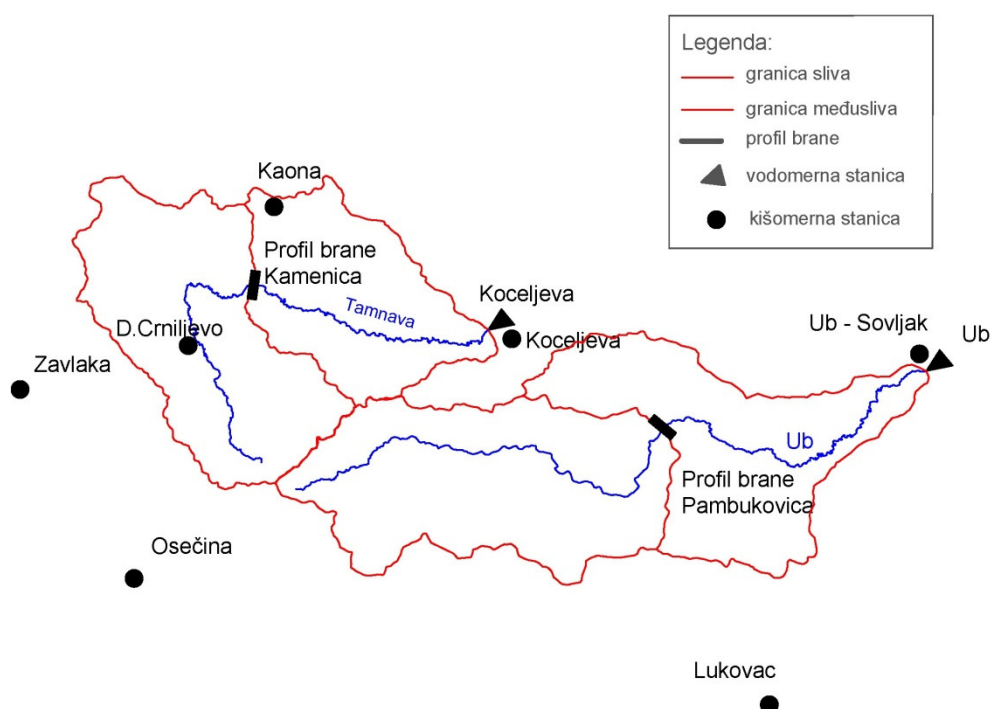
Osnovna geološka istraživanja urađena su za region, a po svom karakteru su opšta. Istraživanja za bujičnu pregradu na reci Ub visine 2 m su izvedena uzvodno i nisu obuhvatila prostor dovoljne dubine koji bi bio koristan za izgradnju brane sa kotom krune 154,00 mnm koja se predviđa po ovom projektu.

Ocenjuje se da je za potrebe izgradnje brane Pambukovica i pripadajuće objekte neophodno uraditi detaljne istražne radove (za koje je pripremljen Projekat istraživanja, i čija realizacija je otpočela) kojima će se prikupiti podaci o terenu u rečnoj dolini i bokovima. Pored toga, za potrebe formiranja retenzionog prostora neophodno je uraditi proveru stabilnosti obala, odnosno, uraditi detaljno kartiranje terena na odgovarajućem prostoru.

### 4.3 Hidrološko-meteorološke podloge

#### 4.3.1 Osnovne fizičko-geografske karakteristike analiziranog sliva

Sliv reke Ub se nalazi u zapadnom delu Srbije. Reka Ub izvire na pobrđu Vlašića i u svom gornjem delu toka do Pambukovice teče kroz brdovit teren sa užim rečnim dolinama svojih pritoka, dok se u srednjem i donjem delu toka njena rečna dolina značajno širi sa svim odlikama ravničarske reke. Uliva se u Tamnavu par kilometara nizvodno od grada Ub.

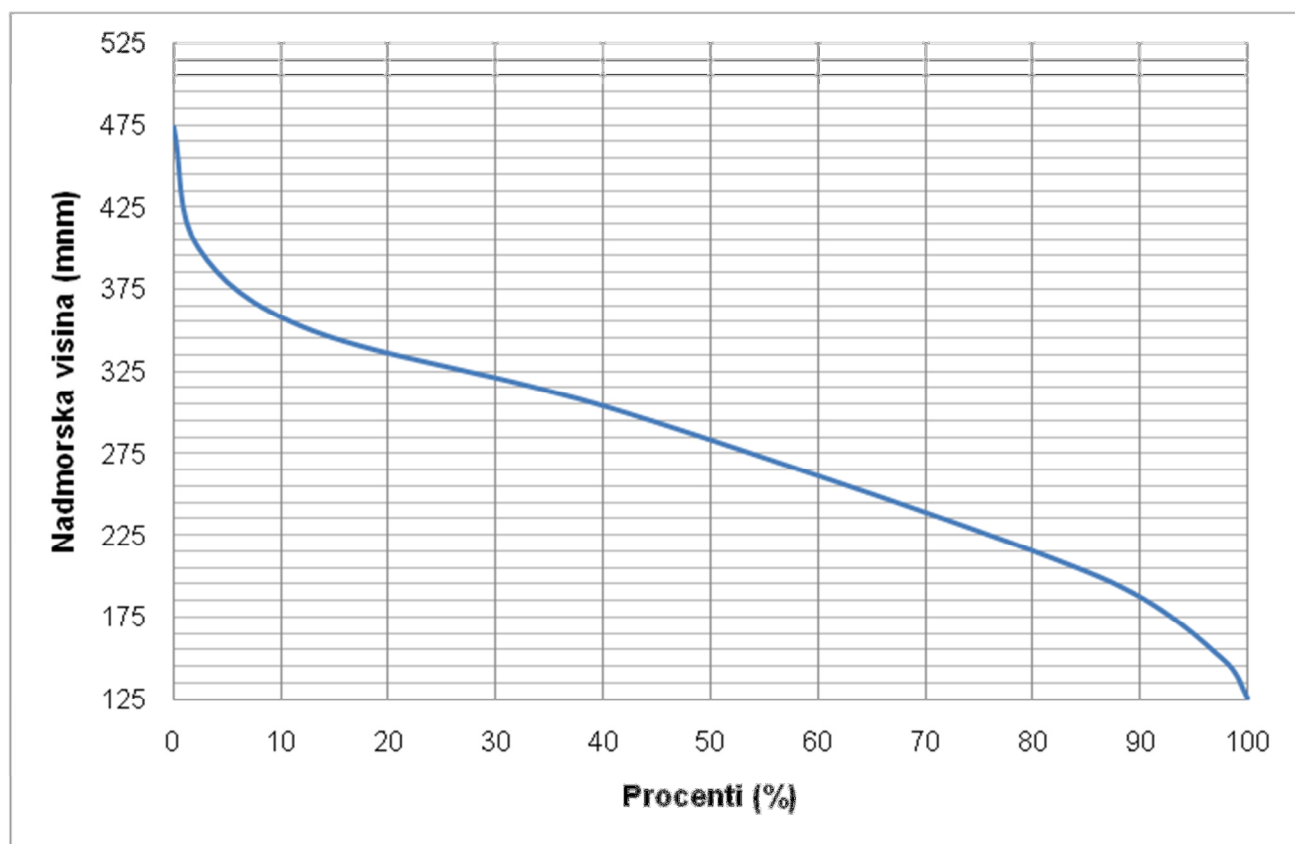


Slika 4.3: Slivno područje reka Ub i Tamnava do profila brana i vodomernih stanica

U slivu reke Ub koji se razmatra u ovoj Studiji, nisu uočene značajnije karstne pojave. Sa tog aspekta sliv reke Ub uzvodno od profila brane može se smatrati kao homogen i vrlo sličan po svojim fizičko-geografskim karakteristikama sa susednim slivom reke Tamnave. Kompaktan je i generalno oblika pravougaonika.

Analizirani gornji deo sliva Uba drenira područje srednjih nadmorskih visina kompleksa Vlašića reda od 250-500 mnm. Razmatrani deo sliva je brdovit sa dobro razvijenom hidrografskom mrežom manjih vodotokova. Vododelnicu sliva u zoni brane oivičavaju nadmorske visine od 200-250 mnm, a zatim po severnoj i severozapadnoj vododelnici sliva vrhovi Konjski Grob 390 mnm, Obradovo brdo 376 mnm, Pusula 399 mnm. Po jugozapadnoj vododelnici su najviši vrhovi V. Berak 452 mnm, Božica brdo 338 mnm. i po južnoj vododelnici ka slivu Obnice i Kolubare su Martinovića brdo 465 mnm, Grahovo brdo 469 mnm, i najviši vrh u slivu Jaućanski vis sa 474 mnm. Dalje nadmorske visine postepeno opadaju i reda su 400-300 mnm ka Joševi i spuštaju se na 200 mnm ka Pambukovici.

Srednja nadmorska visina sliva do profila brane je 282 mnm, a hipsometrijska kriva sliva reke Ub do profila brane je prikazana na Slici 4.4. Dužina glavnog toka je oko 24,5 km.



Slika 4.4: Hipsometrijska kriva za sliv reke Ub do profila brane Pambukovica

U analiziranom delu sliva reke Ub šume su zastupljene sa oko 55% od ukupne površine sliva, a ostatak je pod livadama i pašnjacima oko 30% i obradivo zemljište i voćnjaci oko 25%.

#### 4.3.2 Padavine

U Tabeli 4.2 prikazane su visine padavina (mm) u zavisnosti od povratnog perioda i trajanja kiše na analiziranom slivu, a po modelu pluviografske stanice Valjevo, koja je po svim parametrima merodavna i za analizirani sliv.

Tabela 4.2: Maksimalne padavine kraćih trajanja

Trajanje kiše (minuta)	Visina kiše u funkciji trajanja i povratnog perioda (mm)								
	2	5	10	20	50	100	500	1000	10000
30	16,4	23,0	27,9	32,7	39,4	45,0	59,1	66,9	96,5
60	21,2	31,5	38,7	45,7	55,3	63,3	83,2	94,3	136,1
120	26,4	40,7	50,6	60,1	73,0	83,6	110,0	124,7	180,0
180	29,3	45,5	56,7	67,4	81,9	93,8	123,5	140,0	202,1
360	33,4	50,5	62,4	73,9	89,7	102,7	135,0	153,0	220,9
720	36,8	52,8	64,2	75,5	91,1	104,2	137,1	155,1	223,9
1440	41,1	55,1	65,6	76,3	91,5	104,4	137,1	155,1	223,9

### 4.3.3 Analiza srednjih voda

U nedostatku osmatranja i merenja u analiziranom slivu reke Tamnave do profila brane Pambukovica, pristupilo se posrednom definisanju bilansa i režima voda, odnosno prosečnog višegodišnjeg proticaja u profilu brane.

Za određivanje prosečnog višegodišnjeg proticaja primenjeno je nekoliko hidroloških metoda, dok se za njihov višegodišnji raspored po godinama i mesecima, koristio kao »analog«, sliv reke Ub do profila vodomerne stanice Ub.

U dobijenim rezultatima za vrednost prosečnog proticaja na profilu brane Pambukovica ima očekivanih razlika. Ako se uzme u obzir da su ipak linije prosečnih modula oticaja donekle precenjene zbog vodnijeg perioda obrade, te razlike se značajno umanjuju. No bez dužih i sistematičnih osmatranja i merenja teško je dati apsolutno pouzdanu vrednost srednjeg višegodišnjeg proticaja. Izvršeni proračuni i primenjene metode dale su rezultate u opsegu  $Q_{sr}=0,66-0,82 \text{ m}^3/\text{s}$  u profilu brane Pambukovica, pa je u Tabeli 4.3 prikazana usvojena vrednost prosečnog višegodišnjeg oticaja u profilu brane Pambukovica.

Tabela 4.3: Karakteristične prosečne višegodišnje vrednosti

Ub – profil brane	A ( $\text{km}^2$ )	$Q_{sr}$ ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	$q_{sr}$ ( $\text{l/s/km}^2$ )
Pambukovica	118,5	0,72	6,08

Tabela srednjih mesečnih i godišnjih proticaja na profilu brane Pambukovica sa karakterističnim statističkim parametrima – prosečna višegodišnja vrednost, standardna devijacija i koeficijent varijacije, daje se u nastavku.



Tabela 4.4: Tabela srednjih mesečnih i godišnjih proticaja, brana Pambukovica

Reka Ub, brana Pambukovica

GOD.	JAN	FEB	MART	APRIL	MAJ	JUNI	JULI	AVG	SEPT	OKT	NOV	DEC	GOD.
1960	1.860	1.501	0.396	0.710	0.567	0.311	0.746	0.280	0.081	0.088	0.168	0.442	0.596
1961	0.364	0.555	0.271	0.211	2.490	0.465	0.096	0.064	0.021	0.024	0.071	0.179	0.401
1962	0.484	2.482	4.307	1.477	0.234	0.246	0.085	0.101	0.019	0.030	0.061	0.218	0.812
1963	0.454	2.821	0.728	1.207	0.252	0.340	0.075	0.032	0.215	0.004	0.050	0.042	0.518
1964	0.046	0.293	0.743	0.346	0.263	0.384	0.283	0.102	0.111	0.200	0.753	0.454	0.332
1965	0.625	1.392	2.141	0.483	2.075	0.264	0.231	0.013	0.095	0.053	0.087	0.400	0.655
1966	0.574	1.412	0.444	0.699	0.524	0.904	0.814	0.205	0.100	0.143	0.088	1.323	0.603
1967	0.889	0.585	2.988	1.291	2.531	1.289	0.378	0.014	0.035	0.136	0.273	0.395	0.900
1968	1.409	2.606	0.569	0.257	0.158	0.098	0.157	0.260	0.246	0.091	1.078	2.687	0.801
1969	0.673	4.856	0.844	0.601	0.195	0.742	0.574	0.142	0.117	0.139	0.164	0.824	0.823
1970	3.642	4.816	2.623	1.424	3.193	3.614	1.946	0.264	0.081	0.278	0.368	0.166	1.868
1971	0.342	0.867	1.866	1.990	0.438	0.195	0.093	0.101	0.122	0.121	0.231	0.231	0.550
1972	0.155	0.193	0.121	0.186	0.379	0.085	0.558	0.473	0.460	1.697	1.216	0.481	0.500
1973	0.415	0.434	1.668	2.963	0.293	0.408	0.193	0.008	0.008	0.028	0.041	0.207	0.556
1974	0.398	0.171	0.138	0.271	0.387	0.402	0.322	0.041	0.037	0.672	2.092	2.733	0.639
1975	1.086	0.563	0.125	0.636	2.312	2.615	0.958	1.757	0.465	0.418	0.855	0.587	1.031
1976	0.788	1.747	1.281	1.704	0.750	3.397	0.191	0.007	0.007	0.007	0.014	0.379	0.856
1977	1.035	2.341	1.082	1.866	0.608	0.324	0.398	0.160	0.323	0.231	0.737	1.853	0.913
1978	0.908	4.410	1.726	0.676	1.409	2.338	1.090	0.137	0.239	0.155	0.128	0.499	1.143
1979	2.457	1.469	0.367	0.406	0.931	0.210	0.193	0.121	0.091	0.146	0.198	0.427	0.585
1980	1.664	2.714	1.441	0.865	2.856	1.504	0.603	0.188	0.179	0.240	0.676	2.098	1.252
1981	1.337	1.590	4.726	0.606	0.589	0.641	0.205	0.171	0.182	0.177	0.861	1.569	1.055
1982	0.608	0.688	2.224	0.797	0.710	0.515	0.574	0.674	0.251	0.451	0.313	1.183	0.749
1983	1.084	0.817	0.486	0.853	0.647	0.459	0.543	0.108	0.158	0.159	0.199	0.867	0.532
1984	1.499	4.022	4.183	1.126	1.686	0.491	0.257	0.220	0.174	0.193	0.285	0.231	1.197
1985	0.853	0.376	1.997	2.120	0.417	0.216	0.091	1.201	0.159	0.117	0.656	0.351	0.713
1986	1.176	1.359	1.713	0.592	0.451	0.781	0.694	0.100	0.058	0.106	0.137	0.165	0.611
1987	0.202	0.926	0.795	1.289	4.121	0.278	0.244	0.049	0.052	0.119	0.600	0.638	0.776
1988	0.543	0.582	4.163	0.630	0.176	0.240	0.090	0.045	0.064	0.135	0.149	0.164	0.582
1989	0.105	0.051	0.187	0.070	1.006	1.824	0.217	0.054	0.059	0.251	0.230	0.071	0.344
1990	0.423	0.565	0.382	0.165	0.037	0.020	0.004	0.002	0.003	0.101	0.036	0.061	0.150
1991	0.095	0.039	0.104	0.737	0.410	0.681	0.266	0.154	0.020	0.499	0.538	0.128	0.306
1992	0.301	1.012	0.454	0.101	0.064	0.164	0.036	0.004	0.001	0.061	0.472	0.364	0.253
1993	0.136	0.126	1.222	1.405	0.101	0.069	0.037	0.016	0.101	0.153	0.188	0.234	0.316
1994	0.527	0.406	0.915	0.456	0.117	0.626	0.125	0.022	0.019	0.213	0.271	0.110	0.317
1995	0.432	0.691	0.364	2.335	0.334	0.208	0.045	0.021	0.049	0.113	0.406	0.217	0.435
1996	0.352	2.075	2.085	2.324	0.351	0.059	0.012	0.008	0.108	0.224	0.483	0.964	0.754
1997	1.637	2.206	0.416	0.726	0.188	0.083	0.195	0.239	0.084	0.931	0.575	1.537	0.735
1998	1.872	0.779	0.521	0.323	0.300	0.240	0.197	0.199	0.408	1.325	1.330	1.187	0.723
1999	0.969	2.847	0.884	0.748	0.619	0.516	2.961	0.641	0.449	0.484	0.580	3.708	1.284
2000	1.055	1.147	0.955	0.878	0.451	0.186	0.004	0.001	0.037	0.043	0.313	0.099	0.431
2001	0.051	0.031	0.282	1.646	0.165	2.226	0.274	0.037	1.835	0.387	1.053	0.590	0.715
2002	0.910	0.362	0.232	0.677	0.303	0.123	0.040	0.046	0.050	1.327	0.556	0.442	0.422
2003	1.092	0.974	0.534	0.094	0.077	0.075	0.014	0.003	0.019	0.385	0.378	0.088	0.311
2004	1.466	1.126	0.762	1.224	0.505	0.523	0.068	0.168	0.066	0.192	1.568	0.474	0.679
2005	0.553	3.213	4.247	1.635	0.687	0.512	1.077	1.760	1.918	1.427	0.687	2.543	1.688
2006	1.774	1.918	7.680	2.458	0.648	1.971	0.112	0.334	0.152	0.096	0.101	0.183	1.452
2007	0.915	0.264	2.193	0.181	0.461	0.298	0.010	0.009	0.065	0.351	2.313	1.137	0.683
2008	1.744	0.723	1.652	0.168	0.072	0.088	0.026	0.018	0.073	0.048	0.070	0.193	0.406
2009	0.284	0.514	2.439	0.162	0.052	0.884	0.371	0.039	0.022	0.306	0.384	2.081	0.628
2010	2.413	3.356	1.711	0.737	0.831	4.381	1.491	0.174	0.302	0.440	0.353	0.960	1.429
2011	0.282	0.761	1.150	0.285	0.473	0.159	0.101	0.065	0.050	0.030	0.041	0.035	0.286
2012	0.452	1.205	0.990	0.768	1.742	0.193	0.019	0.003	0.001	0.001	0.007	0.165	0.462
2013	0.289	1.054	2.132	0.700	0.381	0.240	0.114	0.007	0.001	0.051	0.084	0.228	0.440
2014	0.154	0.055	0.098	2.346	10.248	0.145	0.195	1.016	1.145	0.607	0.190	0.712	1.409
Qsr	0.870	1.383	1.468	0.939	0.950	0.732	0.376	0.220	0.203	0.298	0.468	0.733	0.720

<b>St.dev</b>	0.71	1.25	1.48	0.72	1.55	0.96	0.53	0.38	0.38	0.37	0.49	0.82	0.38
<b>Cv</b>	0.82	0.90	1.01	0.77	1.64	1.32	1.40	1.74	1.85	1.26	1.06	1.11	0.52

Na osnovu nje definisani su i u Tabeli 4.5 prikazani prosečni višegodišnji srednji mesečni i godišnji proticaji u profilu brane Pambukovica.

*Tabela 4.5: Prosečni višegodišnji srednji mesečni proticaji u profilu brane Pambukovica*

Mesec												<b>Q<sub>god</sub></b>
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	m <sup>3</sup> /s
0,87	1,38	1,47	0,94	0,95	0,73	0,38	0,22	0,20	0,30	0,47	0,73	0,72

Prosečni proticaj za analizirani period 1960-2014. god. iznosi 0.72 m<sup>3</sup>/s, ili specifični oticaj 6,08 l/s/km<sup>2</sup>, što ukazuje na nižu specifičnu vodnost ovog sliva. U analiziranom periodu vrednost višegodišnjeg prosečnog proticaja, (a prema usvojenoj analogiji sa vod. stanicom Ub), bi varirala u intervalu od 0,15 m<sup>3</sup>/s u sušnoj 1990. do 1,87 m<sup>3</sup>/s u kišnoj 1970. godini.

Neravnomernost protoka unutar godine na analiziranom slivu prikazana je u Tabeli 4.6. Unutar godišnju raspodelu proticaja karakterišu vlažan period od februara do juna i sušni u periodu jul - novembar.

*Tabela 4.6: Unutargodišnja raspodela proticaja na profilu brane Pambukovica*

Mesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	god.
<b>Q<sub>i</sub>/Q<sub>sr</sub></b>	1.21	1.92	2.04	1.31	1.32	1.01	0.53	0.31	0.28	0.42	0.65	1.01	1.0

#### 4.3.4 Analiza malih voda

Minimalni proticaji u slivu reke Ub po pravilu se javljaju u letnjem periodu od jula do novembra. Već je ranije napomenuto da u samom slivu ne postoje direktni podaci osmatranja i merenja za pouzdanu analizu malih voda.

Male vode na brani Pambukovica ocenjene su na osnovu statističkih analiza niza minimalnih srednjih mesečnih proticaja perioda 1960-2014.

U Tabeli 4.7 prikazani su rezultati ove analize, odnosno minimalni srednji mesečni proticaji različite obezbeđenosti (verovatnoće pojave).

*Tabela 4.7: Verovatnoća pojave minimalnih srednjih mesečnih proticaja (lit/s) na profilu brane Pambukovica*

<b>P (%)</b>	<b>50</b>	<b>80</b>	<b>90</b>	<b>95</b>	<b>98</b>	<b>99</b>
Brana Pambukovica	38	11	6	3	1	0

Karakteristični minimalni srednji mesečni proticaj 95% obezbeđenosti u profilu brane Pambukovica iznosi 3,0 lit/s.

#### 4.3.5 Analiza velikih voda

Pošto se radi o brani sa velikim akumulacionim prostorom, velike vode u okviru ovog projekta su ocenjene sa aspekta pojave vršnog proticaja i korespondentne zapremine talasa. Kako se radi o visokoj brani sa osnovnom namenom za zaštitu od polava i naseljenom nizvodnom području, analiza velikih voda je od suštinskog značaja i podleže svim uobičajenim standardima za visoke brane sa analizom rizika.

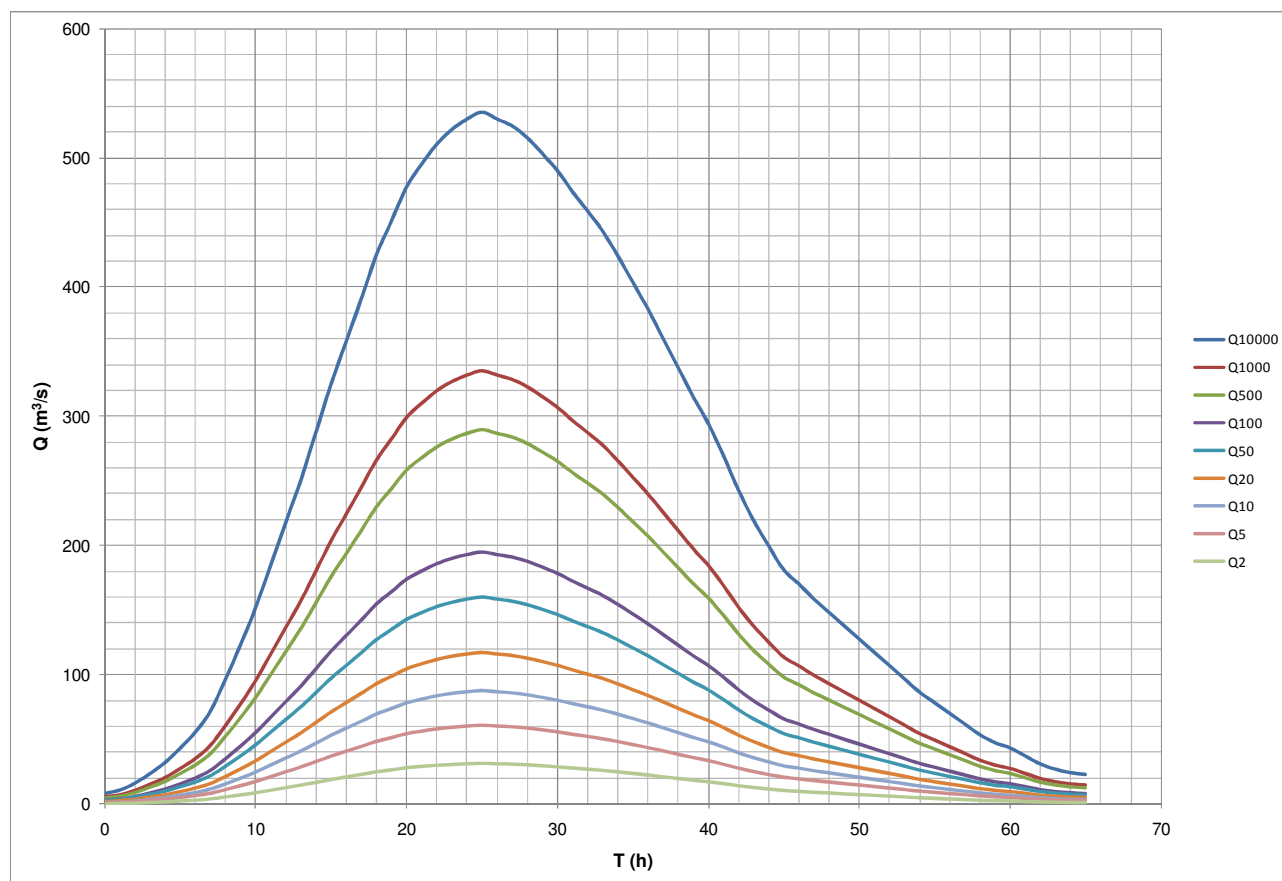
Postojanje nizvodne vodomerne stanice Ub pruža mogućnost ograničene primene statističkih analiza. Ograničene zbog činjenice se na celom uzvodnom delu uvek i pri znatno nižim velikim vodama dešavaju značajna izlivanja i poplave, pa registrovani proticaji na vodomernoj stanici nisu potpuno adekvatni za transformaciju na znatno više položeni sliv reke Ub do profila brane Pambukovica. No u svakom slučaju su indikativni i treba ih analizirati. Primena ove metode je prvenstveno u smislu sagledavanja orijentacionih vrednosti pojavljenih velikih voda u periodu 1960-2014. i značajne podrške i kvalitetne podloge modelu složenog jediničnog hidrograma i SCS metodi proračuna efektivnih padavina, a za niže povratne periode pojave.

Upoređenjem rezultata analize velikih voda u profilu branekoje su ocenjene po statistikoj metodi i velikih voda u profilu brane koje su ocenjene po determinističkoj metodi, uočaven je porast razlike sa povećanjem povratnog perioda. Uzimajući u obzir sve raspoložive informacije, kao i sagledavanja sliva reke Ub, procenjeno je da veću težinu treba dati determinističkoj metodi koja je bliska realnim fizičko-geografskim, padavinskim i oticajnim karakteristikama razmatranog sliva.

Usvojene – merodavne velike vode za dimenzionisanje objekata brane se prikazuju u Tabeli 4.8, dok se usvojeni – merodavni hidrogrami velikih voda prikazuju su na Slici 4.5.

**Tabela 4.8: Usvojene-merodavne velike vode za dimenzionisanje objekata brane za karakteristične povratne periode**

Brana	Maksimalni proticaji ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) i specifični oticaj ( $\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ ) za povratni period [god]								
	2	5	10	20	50	100	500	1000	10000
Pambukovica ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	31	61	88	117	160	195	290	335	535
Pambukovica ( $\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ )	0.26	0.51	0.74	0.99	1.35	1.64	2.45	2.83	4.51



Slika 4.5: Hidrogrami velikih voda, brana Pambukovica

#### 4.3.6 Zaključak hidroloških analiza

Sistematizovani karakteristični rezultati izvršenih analiza u profilu brane su prikazani u Tabeli 4.9

Tabela 4.9: Sistematizovani karakteristični rezultati hidroloških analiza

Profil	$Q_{sr}$	$Q_{minsrms95\%}$	Maksimalni proticaji ( $m^3/s$ ) za povratni period [god]						
	( $m^3/s$ )	( $m^3/s$ )	10	20	50	100	500	1000	10000
Brana Pambukovica	0.72	0.003	88	117	160	195	290	335	535

#### 4.4 Erozioni procesi i nanos u slivu

##### 4.4.1 Uvodne napomene

U toku rada korišćene su sve postojeće relevantne podloge, tehnička dokumentacija i podaci dobijeni rekognosciranjem terena, što je u skladu sa zahtevima projektnog zadatka a u celosti zadovoljava zahteve zadatog nivoa projektovanja.

Osnovni cilj terenskog rekognosciranja se sastojao u generalnoj oceni ugroženosti od nanosa buduće brane Pambukovica. Terensko rekognosciranje je izvršeno u aprilu 2016. godine. Obilazak terena u slivu buduće brane je obuhvatio sledeće aktivnosti:

- Identifikacija osnovne hidrografske mreže glavnih tokova u slivu,
- Generalna ocena stanja vegetacije u slivu,
- Generalna ocena geomorfoloških i geoloških karakteristika u slivu,
- Klasifikacija tipova erozionih procesa u slivu,
- Determinisanje glavnih izvorišta nanosa za pojedine vodotoke,
- Registrovanje psamoloških fenomena u vodotocima,
- Identifikacija nanosnih formacija u vodotocima,
- Registrovanje fluvijalne erozije duž glavnih tokova.

#### 4.4.2 Opšte karakteristike analiziranog sliva

Analizirano slivno područje predstavlja gornji deo sliva reke Ub, desne pritoke Tamnave. Do profila buduće brane Pambukovica ima dužinu glavnog toka 24,5 km, slivno područje je izduženog oblika.

Hidrografsku mrežu čini reka Ub kao glavni tok, veliki broj pritoka, potoka, jaruga i suvodolina. Odlikuje se veoma razvijenom hidrografskom mrežom. Leve pritoke su manji potoci slivnih površina od 2 do 5 km<sup>2</sup>, od značajnih desnih pritoka reke Ub na analiziranoj deonici su Joševa reka (12,7 km<sup>2</sup>), Ubić (8,3 km<sup>2</sup>), V.Jautina (9,3 km<sup>2</sup>), Oglađenovačka reka (13,2 km<sup>2</sup>) i Brezovača (5,9 km<sup>2</sup>).

Slivno područje Pambukovice preko 60% zauzeto je poljoprivrednim površinama, šume i šumsko zemljište zauzimaju površu sliva od 35%.

U pogledu pedoloških karakteristika najveći deo sliva sastoji se od erodiranih parapodzolastih formacija preko 90% sliva. U zoni levog boka buduće brane Pambukovica zastupljeno je pseudoglejno zemljište, a zona budućeg akumulacionog prostora sastoji se od aluvijalno deluvijalnih nanosnih formacija.

Predmetno područje se odlikuje umereno-kontinentalnom klimom, srednja godišnja temperatura vazduha za slivno područje iznosi 10.6°C, a srednje godišnje količine padavina 820 mm.

Osnovni parametri slivnog područja prikazani su u Tabeli 4.10.

**Tabela 4.10: Osnovni elementi analiziranog sliva**

Sliv	Površina sliva	Obim	Dužina glavnog toka	Pad glavnog toka	Urnati pad	Srednji pad sliva	Srednja nadmorska visina
Ub	118,5 km <sup>2</sup>	55,0 km	24,5 km	0,83%	0,59%	21,9%	282 mnm



#### 4.4.3 Erozija i nanos

Obzirom da na predmetnom području nisu vršena merenja nanosa, proračun produkcije i pronosa nanosa izvršen je empirijskim metodama.

##### Koeficijent erozije

Na bazi podataka dobijenih detaljnim rekognosciranjem terena, podataka o geološkoj podlozi, klimatskim činiocima, raspodeli vegetacije, analitički je određen koeficijent erozije predmetnog područja (Z).

##### Procena produkcije nanosa

Proračun srednjih godišnjih zapremina nanosa u okviru izučavanog slivnog područja izvršen je metodom prof.dr. S. Gavrilovića.

##### Procena pronosa nanosa

Proračun srednjih godišnjih zapremina nanosa koji dospeva na izučavani profil izvršen je metodom B.V. Poljakova.

*Tabela 4.11: Rezultati proračuna koeficijenta erozije, produkcije i pronosa nanosa*

Profil	Površina sliva	Koef. erozije	Produkcija nanosa		Pronos nanosa	
		Z	Srednje godišnja	Specifična	Srednje godišnja	Specifična
	km <sup>2</sup>		m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /god	m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /god
Pambukovica	118,50	0.39	79.133,8	668	25.096,0	212,0

#### 4.4.4 Zaključna razmatranja

Na osnovu analiza podataka o karakteristikama slivnog područja i rekognosciranja slivnog područja reke Ub, koje gravitira profilu planiranog pregradnog mesta buduće brane Pambukovica ustanovljeno je stanje erozionih procesa i procenjena količina nanosnih formacija.

Koeficijent erozije Z iznosi 0,39, navedeni erozioni procesi svrstavaju se u IV kategoriju razornosti. Generalno može se zaključiti da u slivu buduće brane Pambukovica preovlađuju erozioni procesi slabog intenziteta.

Proračun srednje godišnje produkcije nanosa na izučavanom području izvršen je po metodi prof.dr. Gavrilovića, a rezultati proračuna prikazani u Tabeli 4.11. Prema ovom proračunu produkcija nanosa za analizirano područje iznosi 79.134 m<sup>3</sup>/god, a specifična produkcija 668 m<sup>3</sup>/god/km<sup>2</sup>.

Proračunom dospevanja nanosa na izučavani profil, koji je izvršen po metodi Poljakova utvrđena je ukupna količina 25.096 m<sup>3</sup>/god nanosa. Specifično dospevanje nanosa iznosi 212 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/god.

## 4.5 Vodoprivredne podloge

### 4.5.1 Procena potrebnih količina vode za navodnjavanje

U okviru ovog poglavlja daje se osvrt na korišćenje voda iz akumulacije za potrebe navodnjavanja okolnog područja.

Klima područja opštine Ub je umereno kontinentalna sa određenim specifičnostima u smislu povećanog stepena kontinentalnosti. Prelazna godišnja doba su promenljiva, s tim da su jeseni toplije od proleća, a leta topla, sa stabilnim vremenskim prilikama i povremeno kraćim pljuskovima.

Reljef opštine karakterišu slivovi reka Tamnave, Uba i Kladnice. Kao posledica ravničarsko - brežuljkastog reljefa i malih visinskih razlika područje je pogodno za razvoj poljoprivrede (preko 82% teritorije je kvalitetno poljoprivredno zemljište), a pogotovo centralni deo teritorije opštine, između reka Ub i Tamnave. Šume su zastupljene na brežuljkastim padinama uglavnom zapadnog i južnog dela područja i pokrivaju 12,5% teritorije opštine.

Prema postojećim podacima, strukturu poljoprivredne proizvodnje karakteriše izuzetna raznolikost, sa prisustvom svih vidova proizvodnje, najvećim delom za potrebe samog domaćinstva. Dominiraju sitni, nespecijalizovani poljoprivredni proizvođači bez jasne poslovne i tržišne orijentacije i bez inicijative za udruživanjem. Prosečna površina poljoprivrednog gazdinstva iznosi 2-5 ha. Rezultat ovakve proizvodne strukture i slabe uređenosti su niski i neredovni prihodi uz odsustvo ozbiljnog planiranja, razvoja i većih investicija.

Poljoprivredno zemljište omogućuje raznovrsnu poljoprivrednu proizvodnju u oblasti ratarstva, povrtarstva i voćarstva. Na području ove opštine najzastupljenija poljoprivredna delatnost je gajenje žitarica, zatim industrijskog i krmnog bilja. Poljoprivredna površina opštine iznosi 35 471 ha od čega je 93% površine obradivo. Voćnjaci se zauzimaju površinu od 1155 ha, mada iako su prirodni uslovi povoljni, zbog usitnjenosti parcela i nepotpune agrotehnike, prosek po gazdinstvu je ispod 0,5 ha a prinosi voća su nestabilni.

Dakle, poljoprivredno zemljište predstavlja važan resurs i potencijal ove opštine i imajući u vidu potrebe i ciljeve razvoja ovog područja nameće se potreba da se sagledaju mogućnosti navodnjavanja obradivog zemljišta iz akumulacije Pambukovica.

U okviru ove analize izvršena je pojednostavljena procena potrebne količine vode koju je neophodno obezbediti u akumulaciji za potrebe navodnjavanja, na godišnjem nivou.

Norma navodnjavanja za predviđenu strukturu setve bazira se na jediničnim deficitima-normama navodnjavanja pojedinačnih useva i njihovom procentualnom učešću u strukturi setve.

### Ulazni podaci korišćeni za analizu

Područje predviđeno za navodnjavanje nalazi se u zoni umereno-kontinentalnog klimata. Za potrebe ove analize i na ovom nivou projektne dokumentacije kao merodavni klimatološki i hidrološki podaci uzeti su sa meteorološke stanice Valjevo i podaci su obrađeni za niz 1946-2012.

Pod ulaznim klimatološkim podacima podrazumevamo: srednje mesečne temperature, padavine, relativnu vlagu vazduha, insolaciju i brzinu vetra. Kao što je već navedeno ovi podaci su obrađeni

za niz od 1946-2012. Godine, a poslužili su za proračun referentne potencijalne evapotranspiracije (ET<sub>o</sub>).

Na osnovu prikupljenih informacija o dosadašnjoj tradiciji gajenja poljoprivrednih kultura na razmatranom području, raznovrsnosti poljoprivredne proizvodnje, postojeće mehanizacije, primeni agrotehničkih mera i savremenih tehnologija, kao i o navikama proizvođača, Konsultant je došao do zaključka da stepen razvijenosti poljoprivrede nije na zadovoljavajućem nivou. Imajući u vidu te činjenice kao i dostupne statističke podatke o poljoprivrednoj proizvodnji u regionu, sagledavajući takođe sociološke i demografske aspekte Konsultant je u cilju procene količina vode potrebnih za navodnjavanje (na godišnjem nivou) pretpostavio setvenu strukturu na razmatranom području u dve varijante koje se prikazuju u narednim tabelama.

**Tabela 4.12:** *Varijanta 1 (procentualno učešće pojedinih kultura u setvenoj strukturi na osnovu podataka dobijenih iz Opštine Ub)*

Kultura	[%]
Kukuruz	57
Pšenica	15
Soja	2
Lucerka	4
Mešavina trava	1
Povrće	11
Livade	5
Voćnjaci	5
Postr. kukuruz	7
Postr. grašak	7

**Tabela 4.13:** *Varijanta 2 (pretpostavljeno procentualno učešće pojedinih kultura u setvenoj strukturi na osnovu podataka iz Prostornog plana opštine Ub)*

Kultura	[%]
Kukuruz	60
Pšenica	15
Coja	2
Šećerna repa	2
Suncokret	2
Lucerka	5
Povrće	3
Livade	4
Voćnjaci	7
Postr. kukuruz	8
Postr. grašak	7

U Tabeli 4.3 se uočava dominacija ratarskih kultura i industrijskog bilja.

Karakteristike poljoprivrednih kultura neophodnih za proračun kao što su datum setve, trajanje vegetacionog perioda kulture, koeficijenti kultura po fazama razvoja itd i preuzeti su delom iz literature domaćih autora (Metode proračuna potreba za vodom u navodnjavanju, dr Slaviša

Trajković, Arhitektonsko-Građevinski fakultet Niš, naučni rad Savremena analiza potrebnih količina vode za navodnjavanje – Vodoprivreda 2005), a delom iz FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) publikacija (Irrigation and Drainage Series No.56, Rome 1998 i No.33 Yield response to water, Rome 1979) koji su primenjivi na naše klimatske uslove.

## Rezultati analize

U prvoj varijanti bruto potrebna količina vode za površinu od 1 ha iznosi  $2910 \text{ m}^3$ , a u drugoj nešto manje od  $3000 \text{ m}^3/\text{ha}$ , tj.  $2930 \text{ m}^3/\text{ha}$ , na godišnjem nivou. Bruto norma navodnjavanja je izračunata uz pretpostavku da je ukupna efikasnost mreže za navodnjavanje ( efikasnost glavnih cevovoda i distributivne mreže i efikasnost na parceli ) iznosi 80%.

Ukoliko posmatramo potrebe za vodom pojedinačnih useva , npr. onih kod kojih su izraženi deficiti vode, stalnih zasada , (voćnjaka) , one će iznositi oko  $3500 \text{ m}^3/\text{ha}$ .

Imajući u vidu da procentualno učešće voćnjaka u setvenoj strukturi na području opštine Ub za sad iznosi maksimalno do 7% (procena obrađivača na osnovu raspoloživih podataka), i da se ne može sa sigurnošću predvideti koliko će biti učešće istih u uslovima postojanja sistema za navodnjavanje, što je predmet ozbiljnijih agroekonomskih analiza, može se smatrati korektnim da se za ovaj nivo projektne dokumentacije usvoji bruto potrebna količina vode za navodnjavanje u iznosu od  $3000 \text{ m}^3/\text{ha}$ .

Maksimalne potrebe poljoprivrednih kultura za vodom su izražene u mesecu julu i iznose  $1013 \text{ m}^3/\text{ha}$  bruto.

Ovi rezultati su prikazani sa ciljem da se ustanovi da li postoji mogućnost da se analizirano područje navodnjava iz buduće akumulacije Pambukovica.

Ukoliko se zaključi da postoji takva mogućnost, u budućim projektima sistema za navodnjavanje trebalo bi detaljno pristupiti agronomskim i agroekonomskim analizama.

Za očekivati je da će se u uslovima navodnjavanja javiti potreba za uzgajanjem profitabilnijih kultura, pre svega potreba za formiranjem stalnih zasada voćnjaka i njihovo značajnije učešće u setvenoj strukturi što će za posledicu imati izraženije potrebe za vodom.

Rezultati ove analize predstavljaju potrebne količine vode po hektaru u prosečnim uslovima poljoprivredne proizvodnje što je opravdano na ovom nivou analize i na osnovu dostupnih podataka.

### 4.5.2 Garantovani ekološki protok

Nizvodno od brane Pambukovica predviđeno je da se ispušta garantovani ekološki protok od 72 l/s (10% od srednjeg višegodišnjeg protoka reke Ub u profilu brane).

## 5 PROJEKTNI KRITERIJUMI I OGRANIČENJA

### 5.1 Prostorna ograničenja za izgradnju brane i formiranje akumulacije

U procesu projektovanja svake brane koja formira akumulaciju od presudnog značaja je sagledavanje prostornih uslova i ograničenja.

Sama zona u kojoj se razmatra profil brane je u prethodnim analizama ocenjena kao jedina pogodna za izgradnju brane i formiranje akumulacije, i koja pri tom može da ispunji postavljene zahteve u pogledu zapremine za prihvatanje poplavnih talasa i obezbeđenje vode za druge korisnike. Postojeća planska i studijska dokumentacija predlaže deo rečne doline koji je relativno uži, i koji se i uzvodno i nizvodno od te zone značajno širi i ne omogućava izgradnju ekonomski opravdanog pregradnog objekta.

U samoj suženoj zoni uočeno je da je leva obala nešto niža i blažeg pada, stvarajući time preduslov da se može izgraditi brana do visine od oko 30 m, a koja bi pri tom zadovoljila uslove tehno-ekonomske isplativosti.

Takođe, inicijalnim sagledavanjima uočeno je da se na prostoru buduće akumulacije nalazi državni put Ib reda (Valjevo – Šabac). Preliminarne analize su pokazale se ovaj put nalazi pod direktnim uticajem buduće akumulacije i da je potrebno njegovo izdizanje u dužini od oko 900 m.

Ističe se da pod uticaj uspora dolazi i most na magistralnom putu, čije izdizanje će biti neophodno kako bi se njegova konstrukcija dovela na nivo novoprogledane nivele puta.

U zoni same akumulacije, uglavnom se nalazi poljoprivredno zemljište (njive, pašnjaci, voćnjaci, povrtnjaci...), dok se manji deo nalazi pod šumama. Oblast koja bi trebalo da bude potopljena u budućnosti obuhvata i oko 10 domaćinstava sa 20 stambenih i pomoćnih objekata.

### 5.2 Kriterijumi za dimenzionisanje akumulacije

Akumulacija Pambukovica se projektuje kao višenamenska i to u svrhu: odbrane od poplava (transformaciju poplavnog talasa), obezbeđivanja vode za navodnjavanje i oplemenjivanja malih voda.

Osnovni kriterijum za dimenzionisanje akumulacije podrazumeva da se za izabrani pregradni profil brane i postojeća prostorna ograničenja, posebno ona koja se investiciono u značajnoj meri odražavaju na realizaciju projekta izgradnje brane (izmeštanje i/ili nadvišenje puta, eksproprijacija zemljišta i sl.), formira akumulacija maksimalno moguće zapremine. Dodatno, parametri akumulacije usvojiće se pod pretpostavkom da će se njena višenamenska uloga, pre svega, u pogledu navodnjavanja i odbrane od poplava, realizovati obavezanim upravljanjem akumulacijom.

Kako bi se obezbedila maksimalna korisna zapremina akumulacije, kota njenog normalnog uspora biće usvojena u nivou kote krune preliva.

Ukupna zapremina akumulacija do kote normalnog uspora obuhvatiće:

- prostor predviđen za istaložavanje nanosa,



- zapreminu vode koja će na godišnjem nivou obezbediti potrebe za oplemenjivanje malih voda, a u skladu sa veličinom usvojenog garantovanog ekološkog protoka (pogl. 4.5.2), i
- u preostalom delu, količinu vode koja se može koristiti za potrebe navodnjavanja.

Uloga akumulacije u odbrani od poplava obezbediće se njenim upravljanjem, odnosno prethodnim pražnjenjem akumulacije do potrebne kote, koje se, u skladu sa prognozama nailaska poplavnog talasa i pod pretpostavkom njihove pouzdanosti, može realizovati u kratkom roku (jedan-dva dana), bez ugrožavanja nizvodnog područja. Na ovaj način, obezbediće se uslovi za transformaciju poplavnog talasa – prihvatanjem dela njegove zapremine u prostor ispražnjenog dela akumulacije i kontrolisanim ispuštanjem preostalog dela kroz evakuator / temeljni ispušt nizvodno od brane.

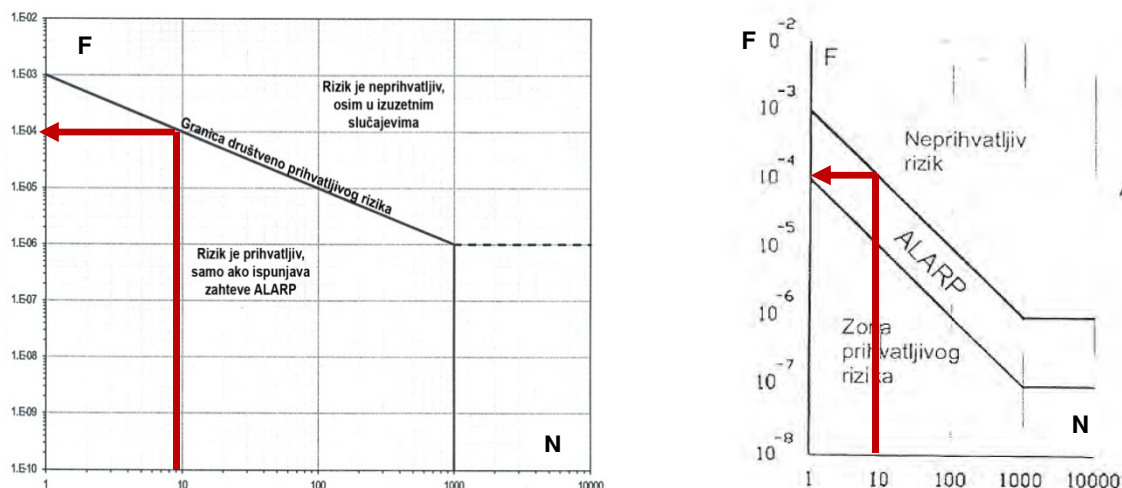
Za akumulaciju Pambukovica analiziraće se scenariji nailaska poplavnog talasa 100-godišnje ( $Q_{1\%}$ ) i 50-godišnje ( $Q_{2\%}$ ) velike vode, uz istovremenu kontrolisanu evakuaciju 10-godišnje ( $Q_{10\%}$ ), odnosno 5-godišnje ( $Q_{20\%}$ ) velike vode nizvodno od brane. Ove analize sada će biti izvršene na bazi preliminarnih proračuna transformacije poplavnog talasa u akumulaciji, dok će detaljniji proračuni biti predmet narednih faza projekta.

### 5.3 Projektni proticaj za dimenzionisanje preliva i obezbeđivanje hidrološke sigurnosti brane

Kao merodavan protok za dimenzionisanje preliva brane Pambukovica usvojen je vrh ulaznog hidrograma 10.000-godišnjeg poplavnog talasa ( $Q_{0,01\%}$ ), koji se može javiti u profilu brane. Ovaj proticaj je potrebno evakuisati preko prelivnih objekata brane (preliv i brzotok) pri koti u akumulaciji koja je 3,0 m viša od kote krune preliva. Takođe, pomenuta hidrološka situacija ne sme prouzrokovati pojavu preliivanja bočnih zidova brzotoka.

U skladu sa ustaljenom svetskom praksom u pogledu metoda i kriterijuma za određivanje merodavnih protoka za projektovanje brana, koja se primenjuje u razvijenim zemljama, u nastavku se daje kratko obrazloženje usvojenog kriterijuma.

Profil planirane brane Pambukovica se nalazi na reci Ub, u zapadnom delu sliva reke Kolubare. Nizvodno od brane, duž rečnog toka, koji do ušća u Tamnavu ima dužinu oko 30 km, ima nekoliko naseljenih mesta, od kojih je najveće grad Ub, uz veoma prisutnu poljoprivrednu proizvodnju u okviru same rečne doline. Imajući ovo u vidu eventualno rušenje brane, verovatno bi izazvalo i ljudske žrtve (procena je  $N=10$  ili manje). Ovakav broj potencijalnih ljudskih žrtava prema preporukama USACE (U.S. Army Corps of Engineers) i ANCOLD (Australian National Committee on Large Dams) prihvatljiv je u slučaju da je verovatnoća proloma brane jednaka  $F=10^{-4}$  (jednom u 10 000 godina).



Slika 5.1: F-N dijagrami (USACE levo, ANCOLD desno)

Sa stanovišta društvenog rizika pomenuta verovatnoća godišnjeg prevazilaženja (jednom u 10 000 godina) bi mogla biti verovatnoća pojave velike vode merodavne za obezbeđivanje sigurnosti brane. Takođe, pored značajnog društvenog rizika, ekonomski rizici rušenja brane su još veći. Prolomom brane najverovatnije bi došlo do ozbiljnog ugrožavanja intenzivne privredne aktivnosti u dužem vremenskom periodu, na čitavom nizvodnom potezu, do ušća u reku Tamnavu.

## 5.4 Freeboard

Kota krune brane (KKB) mora biti viša za vrednost zazora u odnosu na nivo vode koji se formira u akumulaciji pri evakuaciji merodavnog proticaja za dimenzionisanje preliva ( $Q_{0,01\%}$ ). Vrednost zazora treba da obuhvati visinu penjanja talasa uz kosinu nasipa i sigurnosnu visinu.

Za branu Pambukovica usvojena je visina *freeboard-a* od 2,0 m.

## 5.5 Kriterijumi za dimenzionisanje slapišta

U skladu sa uobičajenom hidrotehničkom praksom i preporukama iz literature (*Uvod u hidrotehničke građevine*, Lj.M.Savić, Beograd, 2003.), za određivanje parametara slapišta usvojen je nešto blaži kriterijum u poređenju sa usvojenim za određivanje dimenzija preliva i razdelnih zidova brzotoka. Usvojeni merodavni proticaj je vrednost vrha ulaznog hidrograma povratnog period od 1000 godina u profilu brane.

Procena je da i pojava većeg poplavnog talasa u slapištu ne bi prouzrokovala oštećenja koja bi mogla da dovedu u pitanje hidrauličku i konstruktivnu sigurnost objekta brane. Samim tim, ne ugrožava se nizvodno područje, a dobija se ekonomičniji objekat.

## 5.6 Kriterijum za dimenzionisanje objekata za skretanje reke

S obzirom da se temeljne jame nasutih brana štite od maksimalnog proticaja talasa 20-ogodišnje velike vode, on se usvaja kao računski proticaj na koji treba dimenzionisati objekte za skretanje reke u toku izgradnje brane Pambukovica.

## 6 ANALIZA I OCENA ODABRANE LOKACIJE BRANE

Od raspoložive tehničke dokumentacije, postoji jedino dokument pod imenom „Studija unapređenja zaštite od voda u slivu reke Kolubare“, čija izrada je u toku i to od strane Instituta za vodoprivredu (IVP) „Jaroslav Černi“, Beograd. Konsultantu je na raspolaganju bio Prethodni izveštaj ove Studije, u kome se za branu Pambukovica daju osnovni podaci manjeg obima. U okviru izveštaja se daju sledeće informacije za branu i akumulaciju Pambukovica:

- Makrolokacija profila brane se nalazi oko 30 km uzvodno od ušća reke Ub u Tamnavu.
- Opis morfologije terena i strukture zemljišta koje se potapa budućom akumulacijom.
- Krive površine i zapremine akumulacije, zasnovane na topografskim kartama prilično sitne razmere (1:50 000, 1:25 000 i sl.).

Prethodno je rečeno da je zona u kojoj se do sada razmatrao profil brane ocenjena kao jedina pogodna za izgradnju brane i formiranje akumulacije, i koja pri tom može da ispuni postavljene zahteve. Postojeća planska i studijska dokumentacija je predlagala deo rečne doline koji je relativno uži, i koji se i uzvodno i nizvodno od te zone značajno širi.

Analizom raspoložive tehničke dokumentacije, raspoloživih podloga (snimljene i postojeće topo karte sitnijih i krupnijih razmera, orto foto i sl.), kao i rekognosciranjem terena na značajnom potezu reke Ub, istakle su se prednosti prethodno analizirane makro lokacije u poređenju sa ostatkom rečne doline.

Suženi brdoviti deo rečne doline koji se nalazi na oko 30 km uzvodno od ušća reke Ub u Tamnavu je potvrđen kao najpovoljniji za izgradnju brane i formiranje akumulacije. Detaljnijom analizom, koja je uzela u obzir sve informacije koje su sakupljene u međuvremenu, a tu se misli pre svega na preliminarne podatke o geološkoj građi terena, izabran je profil na nizvodnom delu razmatranog poteza. Neposredno nakon ovog profila rečna dolina se značajno širi, te bi svako postavljanje profila u zoni nizvodno od predložene zahtevalo izgradnju pregradnog objekta daleko većih gabarita, a samim tim i potrebnog materijala za njegovu izgradnju.

Lociranje profila u najnižvodnijem delu prihvatljivog poteza rečne doline je u skladu sa težnjom da se obezbedi što veća zapremina u cilju ispunjenja svih zahteva koji su postavljeni pred ovu višenamensku akumulaciju; uz maksimizaciju benefita i istovremeno minimiziranje troškova izgradnje i eksploatacije.

U nastavku se daje prikaz lokacije profila brane sa koordinatama ose brane Pambukovica na reci Ub.



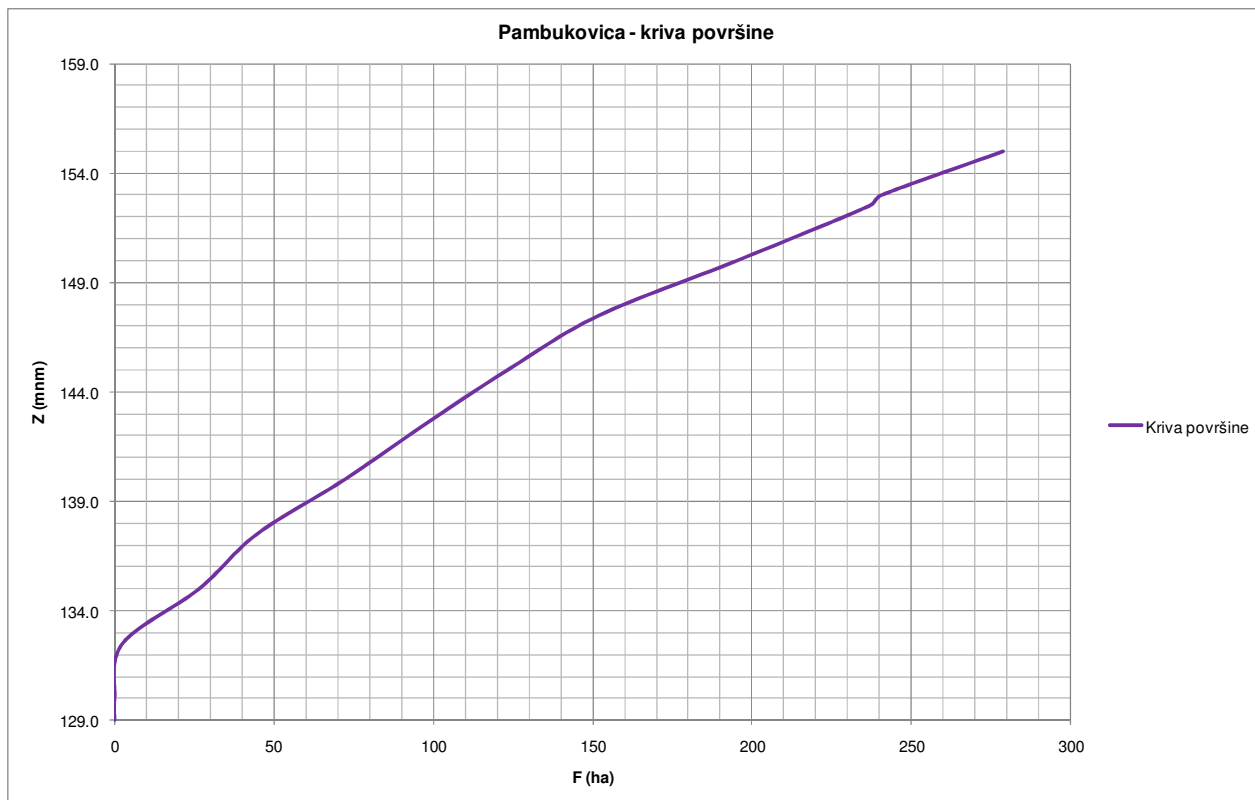
Slika 6.1: Lokacija profila brane Pambukovica

Tabela 6.1: Koordinate ose brane Pambukovica

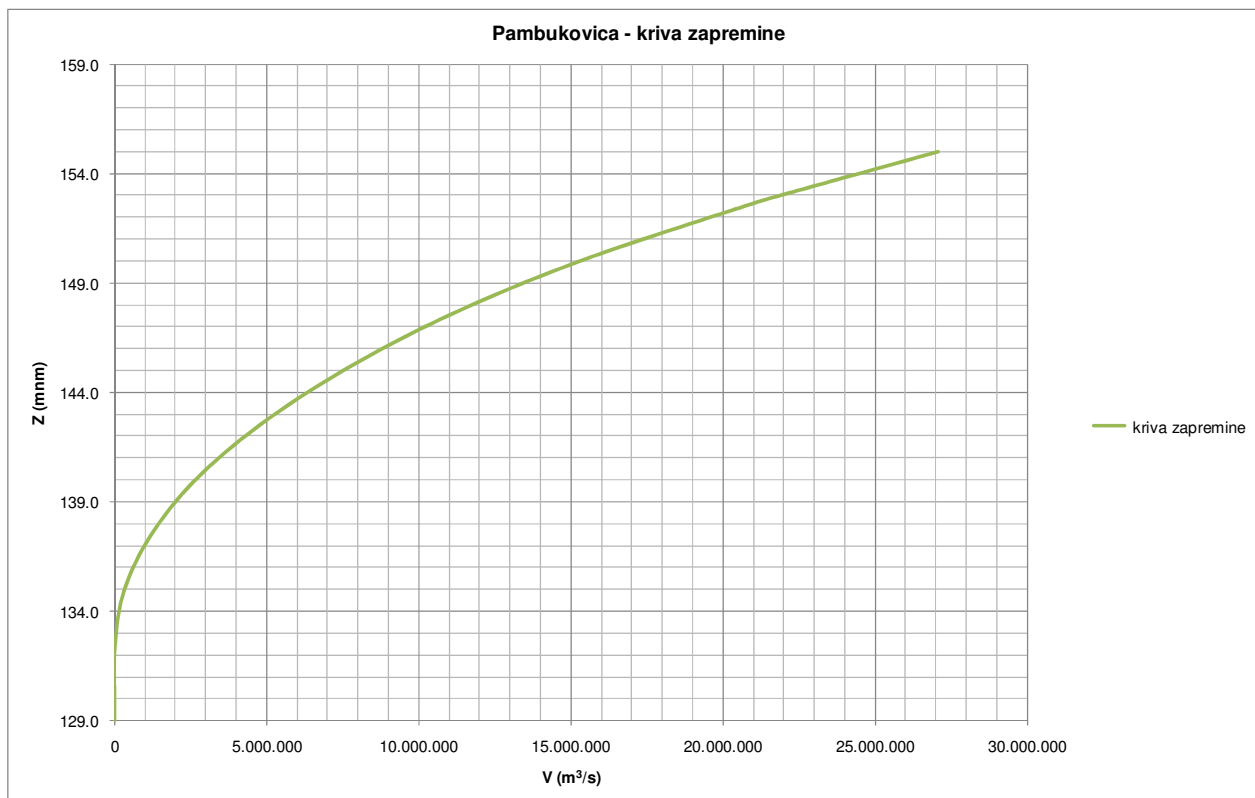
		X	Y
Leva obala	(A')	7 413 417,72	4 921 085,78
Desna obala	(A'')	7 413 621,31	4 920 958,03

U nastavku se prikazuju krive površine i zapremine akumulacije Pambukovica za izabrani profil, koje su konstruisane na osnovu podataka dobijenih snimanjem terena (poglavlje 4.1).





Slika 6.2: Kriva površine akumulacije Pambukovica



Slika 6.3: Kriva zapremine akumulacije Pambukovica



## 7 VODOPRIVREDNE ANALIZE EFEKATA AKUMULACIJE I DEFINISANJE NJENIH PARAMETARA

Parametri planirane akumulacije Pambukovica definisani su nakon sagledavanja prostornih uslova i ograničenja i hidroloških parametara reke Ub u posmatranom profilu brane, kao i morfoloških i litoloških karakteristika terena na njenoj lokaciji.

Izbor parametara akumulacije izvršen je tako što su za pretpostavljene kote normalnog uspora i početne nivoe vode u akumulaciji razmotreni mogući scenariji nailaska i transformacije poplavnog talasa verovatnoće pojave 1% i 2% (100-godišnje ( $Q_{1\%}$ ) i 50-godišnje velike vode ( $Q_{2\%}$ )), uz istovremenu kontrolisanu evakuaciju petogodišnje ( $Q_{20\%}$ ), odnosno desetogodišnje ( $Q_{10\%}$ ) velike vode nizvodno od brane. Ove analize su izvršene kroz preliminarne, grube proračune transformacije poplavnog talasa, koji će u daljoj razradi projekta biti detaljno obrađeni.

Kako je ranije napomenuto, u analizama je pretpostavljeno da će rečno korito nizvodno od brane biti uređeno, kako bi moglo da propusti protok koji će se ispuštati iz akumulacije tokom trajanja poplavnog talasa.

Radi postizanja maksimalne korisne zapremine akumulacije, usvojeno je da je kota njenog normalnog uspora (KNU) jednaka koti krune preliva brane (KKP).

Da bi akumulacija imala ulogu u odbrani od poplava, odgovarajući udeo prostora u njenoj korisnoj zapremini treba minimalno da bude jednak najmanjoj od redukovanih zapremina poplavnih talasa 100-godišnje i 50-godišnje velike vode. Pod redukovanim zapreminama se podrazumeva da su one za period trajanja poplavnog talasa umanjene za kontinualno ispuštanje protoka  $Q_{20\%}$ , odnosno  $Q_{10\%}$ , nizvodno od brane. U slučaju brane Pambukovica, najmanja redukovana zapremina poplavnog talasa iznosi oko 4,1 miliona  $m^3$  i odgovara 50-godišnjoj velikoj vodi umanjenoj za ispuštanje 10-godišnje velike vode. Minimalna korisna zapremina akumulacije u tom slučaju bi trebalo da iznosi 6,2 miliona  $m^3$ , kojoj odgovara kota normalnog uspora 143,50 mnm. Ovi parametri su usvojeni kao donje ograničenje u izboru konačnih parametara akumulacije.

Na osnovu rezultata izvršenih analiza, za normalni uspor akumulacije (KNU) usvojena je kota 145,50 mnm, koja ujedno predstavlja i kotu krune preliva brane (KKP). Rezultati preliminarne proračuna su pokazali da se pražnjenjem akumulacije od usvojene kote normalnog uspora za 1 m visine vodenog stuba može izvršiti uspešna transformacija poplavnog talasa 50-godišnje velike vode u 10-godišnju, ispuštanjem odgovarajućeg protoka kroz temeljni ispust brane za sve vreme trajanja talasa.

Dodatni razlog za izbor usvojene vrednosti KNU bilo je i značajno povećanje površine akumulacije i zemljišta koje se njom potapa sa daljim povećanjem kote uspora. Za usvojenu kotu normalnog uspora, odgovarajuća površina vodenog ogledala akumulacije iznosi oko 130 ha, što nije zanemarljivo sa aspekta troškova eksproprijacije zemljišta koje će budućom akumulacijom biti poplavljeno (za usvojenu jediničnu cenu otkupa zemljišta od oko 4000 €/ha, ovaj trošak iznosi oko 520 000 €). Pri koti 146,50 mnm, koja odgovara nivou vode u akumulaciji u uslovima nailaska poplavnog talasa 100-godišnje velike vode i uobičajeno se usvaja kao merodavna za definisanje granica eksproprijacije, površina vodenog ogledala iznosi 140 ha.

U redovnim uslovima, voda iz akumulacije se može koristiti za navodnjavanje. U svrhu procene površine zemljišta koje bi se moglo navodnjavati tom vodom, izvršene su preliminarne analize i proračun norme navodnjavanja za područje u obuhvatu projekta (videti poglavlje 4.5.1). Na osnovu rezultata tih analiza, usvojena je prosečna norma navodnjavanja od 3000  $m^3$ /ha/god.

Visina prelivnog mlaza pri računskom proticaju usvojena je u vrednosti 3,0 m, pa se za kotu krune preлива, koja odgovara koti normalnog uspora, 145,50 mm, dobija kota maksimalnog uspora 148,50 mm. Za zazor od 2,0 m (videti poglavlje 5.4), definisana je kota krune brane (KKB) od 150,50 mm.

Pri koti krune preлива, akumulacija raspolaže prostorom zapremine 8,0 miliona m<sup>3</sup>, u koji će se smestiti voda za potrebe navodnjavanja (5,9 miliona m<sup>3</sup>) i oplemenjivanje malih voda u toplom delu godine (1,1 miliona m<sup>3</sup>), kao i nanos koji se istaložava u akumulaciji (1,0 miliona m<sup>3</sup>).

U Tabeli 7-1 daje se pregledan prikaz rezultata izvršenih analiza. Na osnovu njih se može zaključiti da se za definisanu normu navodnjavanja, s obezbeđenom zapreminom ovde u planiranoj akumulaciji, može navodnjavati oko 1970 ha zemljišta na području opštine Ub.

Tabela 7.1: Rezultati vodoprivrednih analiza za akumulaciju Pambukovica

KKB (mm)	KMU (mm)	KNU (mm)	V <sub>(KNU)</sub> (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	V <sub>(KMU)</sub> (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	V <sub>MP</sub> (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	V <sub>GEP</sub> (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	V <sub>NAV</sub> (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	A <sub>(KNU)</sub> (ha)	A <sub>(KMU)</sub> (ha)	Q <sub>PT</sub> (m <sup>3</sup> /s)	p (%)	V <sub>PT</sub> (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Q <sub>EV</sub> (m <sup>3</sup> /s)	V' <sub>PT</sub> (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	V <sub>PRIPR</sub> (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Z <sub>PRIPR</sub> (mm)	A <sub>NAV</sub> (ha)
150,5	148,5	145,5	8,0	12,5	1,0	1,1	5,9	130	140	160,0	2	17,01	88,0	4,1	6,09	143,7	1970

- KKB - kota krune brane  
 KMU - kota maksimalnog uspora akumulacije  
 KNU - kota normalnog uspora akumulacije (jednaka je koti krune preliva, KNU=KKP)  
 V<sub>(KNU)</sub> - zapremina akumulacije pri koti normalnog upora tj. do kote krune preliva  
 V<sub>(KMU)</sub> - zapremina akumulacije pri koti maksimalnog upora  
 V<sub>MP</sub> - zapremina mrtvog prostora predviđena za prihvatanje nanosa – preliminarna procena  
 V<sub>GEP</sub> - zapremina predviđena za oplemenjivanje malih voda u toplom delu godine ( $Q_{GEP} = 0,10 \times Q_{SR} = 0,10 \times 0,72 = 0,072 \text{ m}^3/\text{s}$ )  
 V<sub>NAV</sub> - potencijalna zapremina akumulacije za navodnjavanje  
 A<sub>(KNU)</sub> - površina akumulacije pri KNU  
 A<sub>(KMU)</sub> - površina akumulacije pri KMU  
 Q<sub>PT</sub> - protok poplavnog talasa  
 p - verovatnoća pojave poplavnog talasa (2% - 50 godina)  
 V<sub>PT</sub> - zapremina poplavnog talasa  
 Q<sub>EV</sub> - kapacitet evakuatora / merodavan protok za projektovanje uređenja rečnog korita nizvodno od brane  
 V'<sub>PT</sub> - prostor za prihvatanje poplavnog talasa (redukovana zapremina poplavnog talasa - smanjena za ispuštanje vode kroz evakuator)  
 V<sub>PRIPR</sub> - zapremina akumulacije pri sniženoj koti uspora za potrebe odbrane od poplava  
 Z<sub>PRIPR</sub> - snižena kota uspora akumulacije za potrebe odbrane od poplava  
 A<sub>NAV</sub> - potencijalna površina zemljišta za navodnjavanje za usvojenu normu navodnjavanja

## 8 TEHNIČKO REŠENJE BRANE I AKUMULACIJE PAMBUKOVICA

### 8.1 Dispozicija i tehnički opis objekata

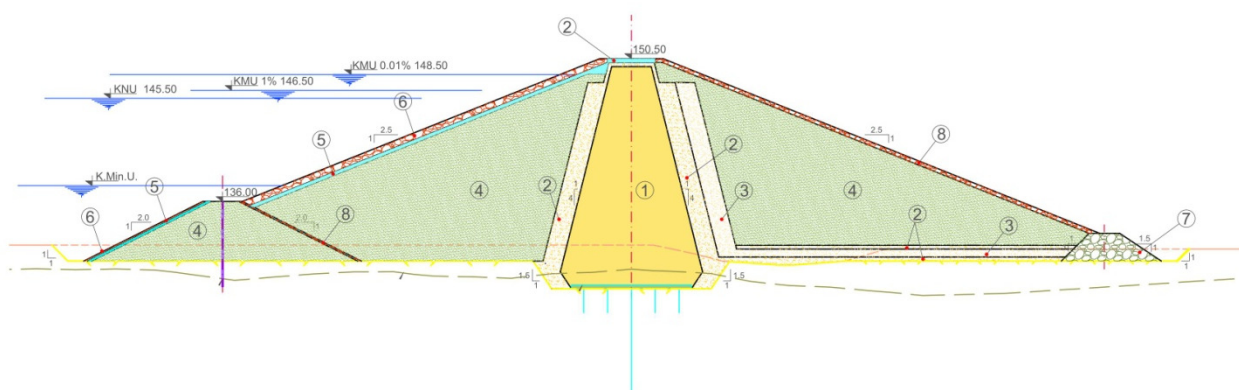
Brana Pambukovica predviđena je na reci Ub na oko 21 km uzvodno od naselja Ub koje je centar istoimene opštine. Brana će biti nasuta, zemljana. Kao evakuacioni organi brane predviđeni su slobodan bočni preliv sa brzotokom i slapištem i temeljni ispust/evakuator sa slapištem. U sastavu brane predviđen je i zahvat vode za potrebe navodnjavanja. Temeljni ispust i zahvat vode za navodnjavanje biće opremljeni odgovarajućim zatvaračima.

Uzvodni deo predviđene akumulacije preseca državni put Ib reda broj 21 (magistralni put Valjevo – Šabac), koji će zbog izgradnje brane i formiranja akumulacije Pambukovica morati da bude nadvišen ili izmešten u dužini od oko 900 m. Na ovoj deonici nova kota nivelete puta, koja se definiše tako da velika voda povratnog perioda 100 godina ne ugrozi ovu magistralu, iznosi 148,50 mm.

Za pristup kruni brane na koti 150,40 mm biće predviđen put koji će se povezivati na postojeći makadamski put koji vodi do profila brane.

#### 8.1.1 Brana

Tehničko rešenje podrazumeva izgradnju nasute brane sa centralnim glinenim jezgrom, filterskim zonama i potpornim telima od mešovitog krupnozrnog i sitnozrnog materijala. Elementi i zone brane se prikazuju na Slici 8.1 i u Tabeli 8.1



Slika 8.1: Tipičan poprečni presek nasute zemljane brane sa centralnim glinenim jezgrom

Tabela 8.1: Zone nasute zemljane brane sa centralnim glinenim jezgrom

Zona	Materijal
1	Centralno glineno jezgro
2	Fini filter (peskovit-aluvijalni rečni materijal)
3	Krupan filter (šljunkovito-peskovit-aluvijalni rečni materijal)
4	Materija iz iskopa za branu i pribranske objekte (mešani koherentni i nekoherentni materijal)
5	Tranzicija – šljunkovito-peskoviti materijal
6	Uzvodni krupni rip-rap
7	Krupan kamen
8	Nizvodni sitniji rip-rap

Osnovne karakteristike brane „Pambukovica“ su:

- kota krune brane ..... 150,50 mm
- kota normalnog uspora ..... 145,50 mm
- kota maksimalnog uspora (sa verovatnoćom pojave 0,01%)..... 148,50 mm
- kota maksimalnog uspora (sa verovatnoćom pojave 1%) ..... 146,50 mm
- dužina brane u kruni ..... 207 m
- širina krune brane ..... 6,0 m
- maksimalna građevinska visina brane ..... 26,5 m
- nagib uzvodne kosine ..... 1:2,5
- nagib nizvodne kosine ..... 1:2,5
- nagib uzvodne kosine glinenog jezrga ..... 1:0,25
- nagib nizvodne kosine glinenog jezrga ..... 1:0,25
- širina jezgra u kruni brane ..... 3,0 m
- kota krune uzvodne predbrane ..... 136,00 mm
- nagib uzvodne i nizvodne kosine uzvodne predbrane ..... 1:2,0
- širina krune uzvodne predbrane ..... 5,00m
- kota nizvodne drenažne nožice ..... 131,00 mm
- nagib nizvodne kosine nizvodne drenažne nožice ..... 1:1,5
- nagib uzvodne kosine nizvodne drenažne nožice ..... 1:1,0
- širina krune nizvodne drenažne nožice ..... 3,85 m
- ukupna zapremina tela brane sa predbranom .....  $\approx 220\,000\text{ m}^3$
- potporna tela se fundiraju na kvartarnim tvorevinama
- centralno glino jezgro se fundira na degradiranoj steni

Kod ovog tehničkog rešenja vododrživost brane obezbeđuje centralno glineno jezgro, sa nagibima uzvodne i nizvodne kosine 1:0,25. Kruna jezgra je usvojena na koti 149,50 mnm i za 1,0 m je viša od kote maksimalnog uspora. Minimalna širina jezgra u kruni je 3,0 m.

Filtracionu stabilnost glinenog jezgra sa uzvodne strane obezbeđuje zona finog filtra (materijal 2), a sa nizvodne zone finog filtra (materijal 2) i krupnog filtra (materijal 3), svaka širine 2,5 m.

Stabilnost brane obezbeđuju potporna tela u koja će se ugraditi materijal iz iskopa za branu i pribranske objekte (materijal 4), aluvijalni i terasni materijal iz pozajmišnih zona u budućem akumulacionom prostoru. Nizvodno od jezgra brane predviđen je nizvodni drenažni tepih debljine 2,0 m.

Uzvodna i nizvodna kosina brane projektovane su u nagibu 1:2,5. U uzvodno potporno telo brane uklopljena je predbrana sa krunom širine 5,0 m na koti 136,00 mnm. Predbrana će se izvesti kao homogena brana od materijala (tip 4) iz iskopa za branu i pribranske objekte i pozajmišta aluvijalnog i terasnog materijala u okviru akumulacionog prostora. Vododrživost predbrane će obezbediti zid od čeličnih Larsen talpi, koje će se pobijati sa krune uzvodne predbrane. Ove čelične talpe ulaziće 1,0 m u degradiranu stenu. Nagibi uzvodne i nizvodne kosine uzvodne predbrane su 1:2,0.

U kosinu nizvodnog potpornog tela brane uklopljena je nizvodna drenažna nožica od krupnog kamena, sa krunom širine 3,85 m, na koti 131,00 mnm. Nagib uzvodne kosine nizvodne drenažne nožice je 1:1,0, dok je nagib nizvodne kosine nizvodne drenažne nožice 1:1,5.

Na uzvodnoj i nizvodnoj kosini brane predviđene su zaštitne obloge od krupnog lomljenog kamena (zone 6 i 8). Uzvodna kamena obloga izvođiće se duž cele kosine brane i uzvodne predbrane. Debljina uzvodne kamene obloge je 0,9 m. Ispod uzvodne kamene obloge predviđen je prelazni sloj (materijal 5) debljine 0,4 m. Sa nizvodne strane kamena obloga je predviđena de se izvede po kosini brane do krune nizvodne drenažne nožice na koti 131,00 mnm. Debljina nizvodne obloge je 0,5 m.

## Fundiranje brane

Glineno jezgro sa filterskim zonama fundiraće se u temeljnom rovu koji će se ukopati minimum 1,0 m u degradiranu stenu. Širina temeljnog rova je promenljiva po dužini brane i uslovljena je ukupnom širinom glinenog jezgra i filterskih zona.

Uzvodno i nizvodno potporno telo brane, kao i uzvodna predbrana fundiraće se na kvartarnim naslagama (aluvijalni sloj u koritu reke, rečna terasa i deluvijalni materijal na bokovima brane), uz uklanjanje površinskog sloja debljine 2,0 m.

Materijal iz iskopa za fundiranje brane ugrađivaće se u uzvodno i nizvodno potporno telo brane i u uzvodnu predbranu.

U dnu fundamentu centralnog glinenog jezgra brane predviđena je da se izvede armiranobetonska ploča debljine 0,5 m, promenljive širine, sa koje će se izvoditi injekciona zavesa i konsolidaciono injektiranje stene u fundamentu jezgra.



## Kruna brane

Kruna brane usvojena je na koti 150,50 mnm, odnosno 2,0 m iznad kote 10000-godišnje velike vode (148,50 mnm). Širina krune brane je 6,0m.

## Potencijalna pozajmišta konstruktivnih materijala za izradu nasute brane Pambukovica

Glinovit materijal za centralno glineno jezgro eksploatacije se iz potencijalnih pozajmišnih zona u akumulacionom prostoru na desnoj i na levoj obali reke iznad kote 130-135 mnm. U pitanju je prašnasto glinoviti materijal srednje plastičnosti, deluvijalnog porekla. Predpostavlja se da se u akumulacionom prostoru raspolaže sa dovoljnim količinama kvalitetnog materijala za izradu centralnog glinenog jezgra. Precizno definisanje gabarita pozajmišnih zona glinovitog materijala i određivanje raspoloživih količina kvalitetne gline izvršiće se nakon dobijanja rezultata laboratorijskih opita.

Kao alternativno pozajmište glinovitog materijala može poslužiti i pokrīvka eksploatacionog kopa peska Slatina 4 preduzeća „Kopovi Ub“. Kojā se nalazi na oko 5.5 km od pregradnog mesta.

Materijali za filterske slojeve (peskovit i šljunkovito peskovit filterski materijal) predviđen je da se eksploatiše iz aluvijalnog materijala u koritu i na obalama reke u okviru budućeg akumulacionog prostora. Ukoliko ovaj materijal ne zadovolji zahtevne karakteristike, kao alternativa predlaže se upotreba drobljenog kamena (specificiranog granulometrijskog sastava) iz kamenoloma Čučuge i peskovitog materijala sa deponija preduzeća „Kopovi Ub“. Ova alternativna pozajmišta se nalaze na oko 5.5 km od pregradnog mesta.

Za potporna tela nasute brane upotrebiće se aluvijalni i terasni materijala koji će se eksploatisati iz potencijalnih pozajmišnih zona na levoj i desnoj obali reke u okviru akumulacionog prostora kao i materijal iz iskopa za branu i pribranske objekte.

Nizvodna drenažna nožica, uzvodna i nizvodna kamena obloga predviđeni su da se izrade od krupnog drobljenog kamena iz kamenoloma u selu Čučuge.

### 8.1.2 Akumulacija

Izgradnjom nasute brane Pambukovica, formiraće se akumulacija koja će pri usvojenoj koti normalnog uspora, KNU = 145,50 mnm, raspolagati ukupnom zapreminom od 8,15 miliona m<sup>3</sup>.

Maksimalni uspor akumulacije je na koti 148,50 mnm. Površina akumulacije pri koti normalnog uspora iznosi 129,0 ha, a njena dužina oko 4,0 km.

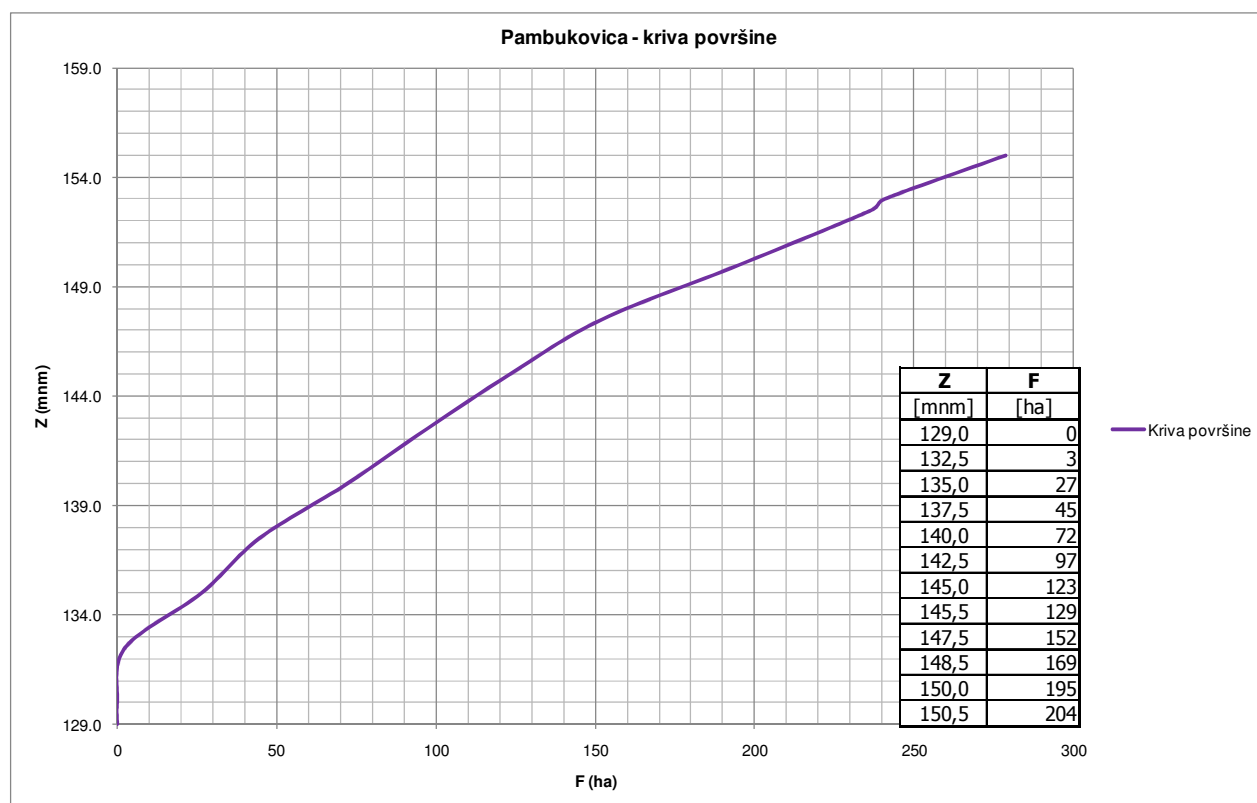
Ukupna zapremina akumulacije do kote normalnog uspora obuhvatiće:

- prostor za istaložavanje nanosa (1,0 miliona m<sup>3</sup>),
- zapreminu vode namenjenu za oplemenjivanje malih voda u toplom delu godine (1,14 miliona m<sup>3</sup>), ispuštanjem garantovanog protoka nizvodno od brane ( $Q_{GEP} = 72$  l/s), i
- zapreminu vode namenjenu za potrebe navodnjavanja (6,01 miliona m<sup>3</sup>).
-

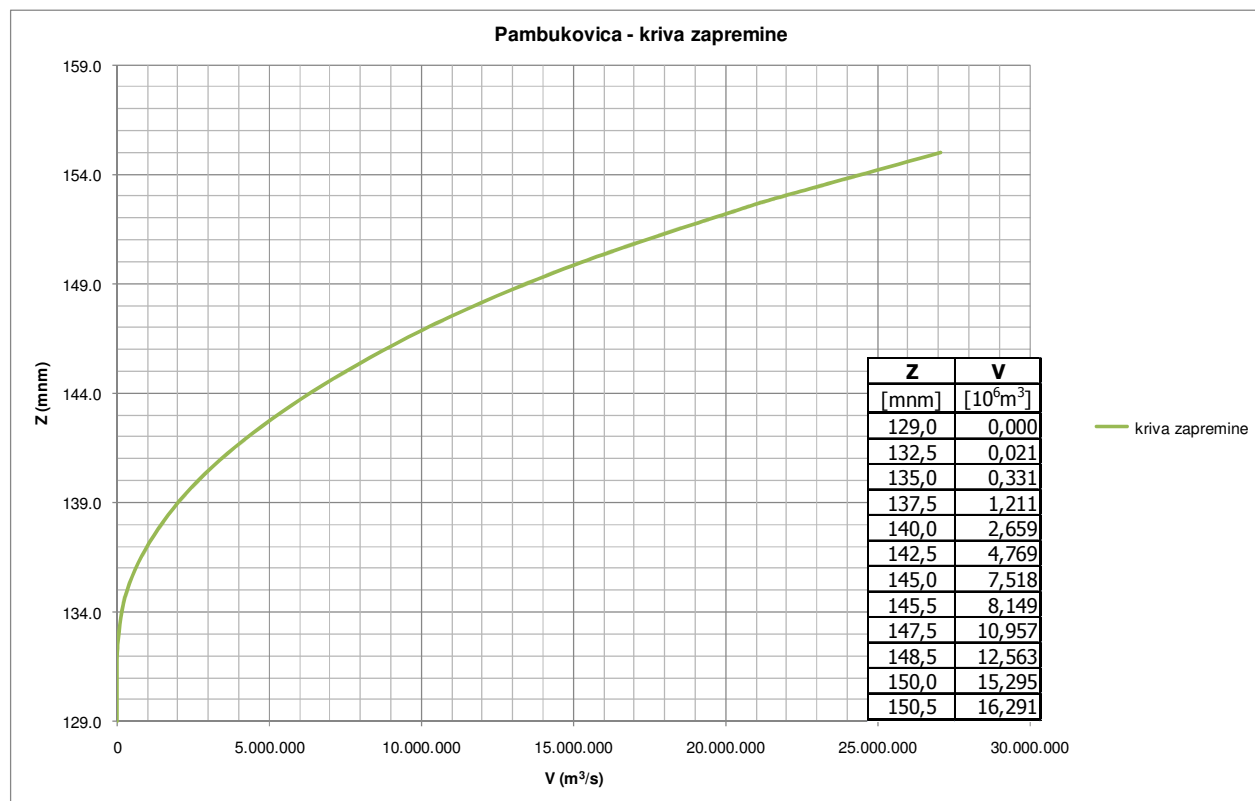
Namene akumulacije su:

- odbrana od poplava,
- oplemenjivanje malih voda,
- navodnjavanje i
- zadržavanje nanosa.

Prioritetnim namenama se smatraju oplemenjivanje malih voda i odbrana od poplava.



Slika 8.2: Kriva površine akumulacije Pambukovica



Slika 8.3: Kriva zapremine akumulacije Pambukovica

### 8.1.3 Skretanje reke za vreme izgradnje, vodozahvat i temeljni ispust – evakuator

S obzirom da se brane, kao i mnogi drugi hidrotehnički objekti, grade u rečnom koritu, neophodno je u toku građenja vodu kontrolisano skrenuti i sprovesti van korita u kome će se graditi.

Za skretanje reke koristiće se optočna galerija za koju je procenjeno da predstavlja racionalno rešenje uzimajući u obzir topografske karakteristike terena.

Predlaže se betonska optočna galerija pravougaonog poprečnog preseka sa dva kvadratna svetla otvora, koji u suštini predstavljaju dva odvojena provodnika. U toku izgradnje brane, kroz oba provodnika će se ukupno evakuisati protok u veličini 20-godišnje velike vode koja iznosi 117 m<sup>3</sup>/s, a od koje se štiti građevinska jama konstrukcije brane. Kada galerija bude radila punim kapacitetom, u njoj će se ostvarivati tečenje pod pritiskom. U eksploataciji, jedan od provodnika služiće kao temeljni ispust / evakuator za kontrolisano ispuštanje vode iz akumulacije, dok će se drugi adaptirati u tzv. suhu galeriju kroz koju će se sprovesti cev za transport vode iz akumulacije zahvaćene za potrebe navodnjavanja. Tokom nailaska poplavnog talasa verovatnoće pojave 2%, predviđeno je da se kroz temeljni ispust vrši evakuacija vode iz akumulacije u veličini 10-godišnje velike vode, 88 m<sup>3</sup>/s, što je ujedno i merodavan protok za dimenzionisanje temeljnog ispusta, odnosno svakog od dva provodnika u sastavu optočne galerije.

Optočna galerija se smešta u desni bok i oslanja se na stenu. Predviđeno je da se izvodi u otvorenom iskopu.

Dužina optočne galerije je oko 175,0 m. Ulaz je na koti 125,26 mm, a izlaz je na koti 124,50 mm. Izlaz nizvodno od galerije se oblaže krupnim kamenom.

Nakon završetka izgradnje brane sa svim pratećim objektima oba svetla otvora optočne galerije se trajno zatvaraju grednim zatvaračima sa uzvodne strane i iza njih se prave betonski čepovi. Na taj način se jedna cev optočne galerije za skretanje reke pretvara u temeljni ispust – evakuator, za ispuštanje vode u nizvodno korito (ekološki garantovani protok i veći protoci u zavisnosti od režima rada akumulacije, kao i pražnjenje akumulacije ako se za to javi potreba). Ulaz druge cevi se adaptira u vodozahvat, a sama cev postaje suva galerija kroz koju se vodi posebna cev za navodnjavanje.

Adaptacija optočne galerije u temeljni ispust podrazumeva i izgradnju nove ulazne građevine sa nešto višom kotom ulaza temeljnog ispusta i ulaza vodozahvata, kako bi se izbeglo zasipanje nanosom tih ulaza. Kota dna ulaza temeljnog ispusta se na nalazi na koti 132,26 mnm, dok se kota dna ulaza vodozahvata postavlja na 133,26 mnm.

Na izlazu iz temeljnog ispusta se predviđa izgradnja prelazne deonice i betonskog slapišta za disipaciju energije i umirenje mlaza vode. Kota dna slapišta je 121,30 mnm.

Iznad vodozahvatne građevine, na koti od 150,50 mnm, gradi se platforma za upravljanje remontnim zatvaračima koji se predviđaju na ulazu temeljnog ispusta i na ulazu vodozahvata. Ova platforma se nalazi na stubovima koji se oslanjaju na vodozahvatnu građevinu.

#### 8.1.4 Evakuacioni organi brane

Evakuacioni organi brane služe da se višak vode, koji se ne može iskoristiti, niti zadržati u akumulaciji (uglavnom u periodu pojave velikih voda), kontrolisano sprovede iz akumulacije u nizvodno korito. Pod kontrolisanim sprovođenjem – ispuštanjem, podrazumeva se da ispuštena voda ne ugrožava branu, kao i sam evakuacioni objekat, okolne objekte i područje nizvodno od brane.

U skladu sa topografskim i hidrauličkim uslovima i uslovima fundiranja koji su utvrđeni u ovoj fazi projekta, kao najprihvatljivija varijanta, izabran je slobodni bočni preliv sa brzotokom, koji je postavljen u desnom boku.

Merodavna voda za dimenzionisanje preliva je voda koja odgovara proticaju povratnog perioda od deset hiljada godina i iznosi  $Q_{0.01\%}=535 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Usvojena visina prelivnog mlaza je 3,0 m iznad prelivne ivice. Ova usvojena vrednost se nalazi u opsegu vrednosti za koje se mogu reći da su uobičajena praksa za projektovanje slobodnih preliva kod nasutih brana, uz poštovanje svih prostornih uslova. Pored toga, ukupna dužina prelivne ivice je 47,5 m.

Kruna prelivne ivice se nalazi na koti 145,50 mnm. Širina sabirnog kanala je 5,0 m na početku, sa dnom na koti 136,20 mnm. Širina kanala na kraju je 10,0 m i dno se nalazi na koti 134,70 mnm. Predviđeno je da obe bočne strane sabirnog kanala budu u nagibu.

Nakon sabirnog kanala nalazi se prelazna deonica širine 10,0 m i dužine 89,5 m. Bočni zidovi prelazne deonice su vertikalni, a na levi zid se naslanja nasuto telo brane. Prelazna deonica je, u konstruktivnom smislu, posebna armirano-betonska konstrukcija koja se sa sabirnim kanalom spaja preko dilatacionih spojnica.

Na sabirni kanal se nastavlja brzotok. Ovaj betonski objekat se predviđa u formi provougaonog kanala sa burnim režimom tečenja. Poprečni presek brzotoka je konstantne širine od 10,0 m, dok je dužina objekta u osnovi 68,5 m. Podužni nagib brzotoka je 22,2% (ugao od 12,5° u odnosu na horizontalu).

Prelivne vode se preko preliva, sabirnog kanala i brzotoka sprovode do izlaznog dela evakuacionih organa – umirujućeg bazena (slapišta), odakle se upušta u nizvodno korito. Širina umirujućeg bazena je ista kao kod brzotoka, 10,0 m, a dužina 46,0 m. Kota dna slapišta je na 120,0 mm, a ovaj betonski objekat se spaja sa nizvodnim koritom preko rampe koja se izvodi u nagibu 1V/2H. Nizvodno od slapišta, rečno korito se oblaže krupnim kamenom kako bi se zaštitilo od erozije.

## 8.2 Hidromehanička oprema

Optočna galerija se smešta u desni bok i oslanja se na stenu. Dužina optočne galerije sa dva svetla otvora je oko 175,0 m. Ulaz je na koti 125,26 mm, a izlaz je na koti 124,50 mm. Nakon završetka izgradnje brane sa svim pratećim objektima oba svetla otvora optočne galerije se trajno zatvaraju grednim zatvaračima svetlog otvora 3×3 m sa uzvodne strane i iza njih se prave betonski čepovi. Spuštanje i podizanje grednih zatvarača će se vršiti auto dizalicom.

Adaptacija optočne galerije u temeljni ispust, nakon završetka izgradnje brane, podrazumeva i izgradnju nove ulazne građevine sa kotom dna ulaza temeljnog ispusta 132,26 mm, dok se kota dna ulaza vodozahvata za sistem za navodnjavanje postavlja na 133,26 mm. Betonska optočna galerija je pravougaonog poprečnog preseka sa dva kvadratna svetla otvora (3×3 m), koji predstavljaju dve odvojene galerije.

Na ulazu u temeljni ispust (prva pregrada u optочноj galeriji) predviđena je ugradnja remontnog tablastog zatvarača. U periodu normalnog rada tablasti zatvarač je zavešan – deponovan u niši na koti 150,50 mm. U samoj konstrukciji zatvarača, na obe bočne strane su predviđeni nosači (koji se mogu uvlačiti odnosno izvlačiti iz tela zatvarača) koji služe za vešanje zatvarača u niši. Zatvarač je ravan, klizni, projektovan za svetli otvor dimenzija 3×3 m, a kota praga zatvarača je 132,26 mm. Statički pritisak vode na pragu zatvarača je 13,24 mVs. Metalna konstrukcija zatvarača je zavarene izvedbe, i sastoji se od nizvodnog zaustavnog lima, horizontalnih nosača i vertikalnih bočnih nosača na kojima su ugrađeni glavni klizni oslonci. Vođice galerijskih zatvarača su ubetonirane od kote 132,26 do kote 150,50 mm. Niše zatvarača su po celoj visini obložene metalnom oblogom.

Ulaz druge pregrade galerije se adaptira u vodozahvat za sistem za navodnjavanje, a sama pregrada postaje suva galerija kroz koju se vodi cev Ø800 mm za navodnjavanje. Na ulazu u vodozahvat predviđena je ugradnja remontnog tablastog zatvarača. U periodu normalnog rada tablasti zatvarač je zavešan – deponovan – niši na koti 150,50 mm. Statički pritisak vode na pragu zatvarača 12,24 m. U samoj konstrukciji zatvarača, na obe bočne strane su predviđeni nosači (koji se mogu uvlačiti odnosno izvlačiti iz tela zatvarača) koji služe za vešanje zatvarača u niši. Zatvarač je ravan, klizni, projektovan za svetli otvor dimenzija 1×1 m, a kota praga zatvarača je 133,24 mm. Nakon zatvarača, betonski kanal prelazi u čelični cevovod prečnika Ø800, koji na svom kraju ima regulacioni ventil – leptirasti zatvarač na elektro pogon DN800, NP6 i priključak za sistem za navodnjavanje.

Iznad vodozahvatne građevine, na koti 150,50 mm, gradi se platforma za upravljanje remontnim zatvaračima koji se nalaze na ulazu temeljnog ispusta i na ulazu vodozahvata. Ova platforma se nalazi na stubovima koji se oslanjaju na vodozahvatnu građevinu. Dizanje i spuštanje zatvarača se obavlja sa pomenute platforme portalnom dizalicom nosivosti 15 t raspona 2,0 m u mirnoj vodi



pomoću elektrohidrauličkih klješta. Elektrohidraulička klješta, nosivosti 20 t, raspona 3,0 m za veći zatvarač, odnosno nosivosti 5 t, raspona 1,0 m za manji zatvarač, smeštena su u deponiji za klješta pored niša zatvarača.

Na izlazu iz temeljnog ispusta se predviđa izgradnja prelazne deonice gde se nalaze havarijski tablasti zatvarač svetlog otvora 3×3 m i radni, regulacioni segmentni zatvarač svetlog otvora 2,5×3 m.

Havarijski zatvarač je tablasti sa točkovima. Pogon zatvarača je pomoću servomotora. U eksploataciji, spuštanje i dizanje zatvarača je u struji vode. Zatvarač je projektovan za svetli otvor dimenzija 3×3 m i statički pritisak na pragu od 24,0 mVS. Kota praga zatvarača je 124,50 m. Vreme dizanja 4-8 min. a vreme spuštanja 1-2 min. Zaptivanje zatvarača je nizvodno. Metalna konstrukcija zatvarača je zavarena i sastoji se od uzvodnog zaustavnog lima, četiri glavna horizontalna nosača, vertikalnih dijafragmi za ukrućenje i dva bočna, vertikalna sandučasta nosača u kojima se u svakom nalaze po tri točka. Da bi se obezbedilo naleganje glavnih točkova na vodjice, sa uzvodne strane su montirana kolica – odbojnici. Na bočnim sandučastim nosačima su montirani točkovi za bočno vođenje zatvarača. Veza između zatvarača i klipnjače servomotora je izvedena pomoću motki.

Regulacioni segmentni zatvarač je projektovan za svetli otvor dimenzija 2,5×3 m, i pritisak na pragu od 22 mVS. Kota praga zatvarača je 124,50 m. Metalna konstrukcija zatvarača je zavarene izvedbe i sastoji se od segmenta cilindrične površine sa zaustavnim limom radijusa 5,0 m i dve noge pričvršćene za ležišta postavljena na jedan ubetonirani nosač. Ležišta su klizna.

Montaža i demontaža segmentnog zatvarača se vrši mostnom dizalicom nosivosti 20 t koja se nalazi u objektu gde su smešteni zatvarači. U samom objektu se nalazi i oprema za uljnu hidrauliku za pogon zatvarača, kao i sva ostala neophodna oprema za funkcionisanje celog sistema – sistem za grejanje i ventilaciju, drenažni sistem i sl.



## 8.3 Elektrotehnička oprema

### 8.3.1 Napajanje električnom energijom

Za napajanje potrošača sopstvene potrošača na brani predviđeni su sledeći naponi:

1. naizmenični trofazni napon 3x400/231V, 50 Hz,
2. jednosmerni napon 110 V DC.

Kao osnovno napajanje predviđen je naizmenični trofazni napon 3x400/231V, 50 Hz iz distributivne mreže.

Saglasno značaju i nameni objekta potrebno je obezbediti napajanje iz distributivne mreže 10 kV pri čemu bi u cilju dobijanja napona 0,4 kV bio predviđen trofazni, dvonamotajni transformator snage, sprege Dyn5, prenosnog odnosa  $10\text{ kV} \pm 2 \times 2.5\% / 0,4\text{ kV}$ , učestanosti 50 Hz. Transformacija napona pomoću transformatora 10/0,4 kV služila bi samo za potrebe napajanja potrošača na brani.

U cilju obezbeđivanja rezervnog napajanja bio bi predviđen dizel električni agregat, odgovarajuće snage kojom bi bio obezbeđen nesmetan rad vitalnih funkcija brane u uslovima nestanka osnovnog napajanja.

Kao moguću dodatnu rezervu osnovnom napajanju moguće je predvideti napajanje iz lokalne distributivne mreže 0,4 kV ukoliko se ona napaja iz zasebnog kraka 10 kV. Ovo je potrebno razmotriti u saradnji sa nadležnim operatorom distributivnog sistema.

### 8.3.2 Sopstvena potrošnja

Na kompleksu brane su predviđeni sledeći potrošači koji za svoj rad koriste napon 3x400/231V, 50 Hz:

1. Uzvodni deo (vodozahvat)
  - Kran za potrebe zatvaranje remontnih zatvarača uz korišćenje hidrauličkih klešta
  - Spoljno osvetljenje
2. Nizvodni deo
  - Na izvodu iz temeljnog ispusta su predviđena dva zatvarača: havarijski tablasti i regulacioni sektorski. Oba zatvarača su na hidraulički pogon. Najveći potrošači u sistemu hidrauličke instalacije jesu elektromotorne pumpe za održavanje pritiska.
  - Zatvarač na odvodu za navodnjavanje
  - Ispravljač
  - Električno grejanje
  - Unutrašnje osvetljenje
  - Spoljno osvetljenje
  - Protivpožarna centrala
  - Sistem za bezbednost i zaštitu objekta

Imajući u vidu fazu projekta – Idejno rešenje, bilo je moguće izvršiti samo grubu procenu instalisane snage navedenih potrošača. Tako procenjena ukupna aktivna instalisana snaga svih potrošača na kompleksu brane iznosi 135 kW što bi uz uvažavanje reaktivne komponente snage uslovljavalo ugradnju transformatora prividne snage 250 kVA.

### 8.3.3 Ispravljački sistem sa AKU baterijama

Idejnim rešenjem je predviđen modularni ispravljački sistem 3×400V AC/110 V DC sa AKU baterijama. Za montažu ispravljačke opreme i opreme jednosmernog razvoda bio bi predviđen zaseban slobodnostojeći orman. Potrebne AKU baterije su smeštene u drugom slobodno stojećem ormanu. Akumulatorske baterije bi bile olovne, zatvorene, bezodržavajuće, organizovane u monoblokovne.

Pri nestanku napona iz mreže ulogu izvora jednosmernog napona 110 V DC preuzimaju AKU baterije koje napajaju sve jednosmerne potrošače za koje je predviđeno neprekidno napajanje.

Potrošači koji se napajaju naponom 110 V DC su:

- Ventili hidrauličke instalacije
- PLC i prateća oprema za upravljanje
- RP 10 kV
- Panično osvetljenje

### 8.3.4 Instalacija unutrašnjeg osvetljenja i utičnica

U objektu su predviđene sledeće vrste osvetljenja:

- opšte
- nužno (protivpanično)

Potrebno opšte osvetljenje bilo bi napajano iz osnovnog/rezervnog napajanja.

Protivpanično osvetljenje bi bilo napajano iz baterija 110 V DC.

Utičnice - opšte i servisne bile bi postavljene prema potrebi u objektu.

### 8.3.5 Instalacija spoljašnjeg osvetljenja

Spoljnim osvetljenjem bi bile osvetljeni pristupni put, prostor oko potrošača na brani kao i put na kruni brane.

### 8.3.6 Instalacija uzemljenja i gromobrana

U objektu je predviđeno združeno uzemljenje. Predviđeno je polaganje čelične pocinkovane trake 25×4 mm u temelju objekta.

Unutar objekta je predviđeno unutrašnje izjednačenje potencijala polaganjem čelične pocinkovane trake po zidu na odgovarajućoj visini. Predviđeno je povezivanje sve mašinske opreme na prsten za izjednačenje potencijala.

U cilju zaštite od udara groma, predviđena je klasična gromobranska instalacija. Potreban nivo zaštite je I.

### 8.3.7 Sistem upravljanja

Sistem upravljanja će biti baziran na programabilnom logičkom kontroleru (PLC) ugrađenom u slobodnostojećem ormanu zajedno sa pratećom opremom. Preko PLC-a će se upravljati regulacionim segmentnim zatvaračem i havarijskim zatvaračem. Pored toga biće obezbeđeno i upravljanje u ručnom režimu rada nezavisno od PLC-a.

Preko PLC-a će se prihvatati i signal sa merača nivoa vode u akumulaciji. Ova informacija će se koristiti za potrebe regulacije položaja segmentnog zatvarača.

Potreba za daljinskim upravljanjem biće razmotrena u daljim fazama projektovanja.

### 8.3.8 Telekomunikacioni sistemi

Telekomunikacioni sistemi obuhvataju sledeće funkcionalne celine:

- sistem automatske dojava požara
- sistem za bezbednost i zaštitu objekta



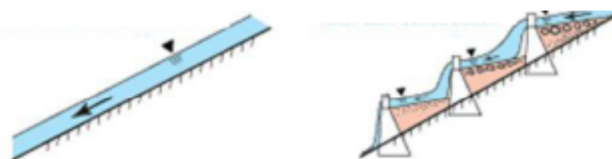
## 9 KONCEPCIJA MERA ANTIEROZIONE ZAŠTITE AKUMULACIJE

U narednoj fazi projektovanja u cilju zaštite buduće akumulacije od zasipanja biće detaljno razrađen koncept antierozione zaštite.

Radove u slivu potrebno je locirati u zoni što bližoj recipijentu (akumulaciji) kako bi efekti istih na zadržavanje nanosa bili što veći.

U zonama gde se javlja potreba za tehničkim radovima biće dimenzionisani tehnički objekti sa svim potrebnim proračunima.

- Objekte u koritima tokova (pregrade) za konsolidovanje i deponovanje nanosa koji dospeva na odabrani profil;
- Bujičarske objekte (dvostuke žive pletere) za stabilizaciju pojedinih sektora jaruga, za deponovanje nanosa i smanjenje pada, a samim tim i vučnih sila;
- Bujičarske objekte (rustikalne pregrade) za stabilizaciju pojedinih sektora jaruga, deponovanje nanosa i smanjenje pada, a samim tim i vučnih sila za nanos;
- U direktnim pritokama akumulacije, karakterističnim po velikim količinama nanosa, bujičarske objekte projektovane u sistemu i to što bliže zoni uliva u akumulaciju, u cilju zadržavanje što većih količina pristizućeg vučenog nanosa;



*Slika 9.1: Bujične pregrade u sistemu*

- Pored tehničkih radova biće predviđen i adekvatan obim bioloških radova.



*Slika 9.2: Pozitivni efekti bioloških radova*

Znatan doprinos sprovođenju potpune kontrole oticaja voda i nanosa predstavljalo bi sprovođenje, od strane nadležnih organa, postojećih zakonskih propisa o korišćenju zemljišta i zaštiti zemljišta od erozije.

---

## [3] NUMERIČKA DOKUMENTACIJA

---

## 10 PROCENA KOŠTANJA RADOVA NA IZGRADNJI BRANE PAMBUKOVICA

U ovoj fazi projekta izvršena je procena koštanja radova na izgradnji brane i akumulacije Pambukovica. Data je u tabelama u nastavku, u formi okvirnog predmera i predračuna, kroz osnovne pozicije radova.

Troškovi izdizanja magistralnog puta br. 21 na deonici Valjevo – Šabac procenjeni su za ukupnu deonicu od oko 900 m, po postojećoj trasi, i to u iznosu od 830 000 € (bez pripremnih i nepredviđenih radova). Ova vrednost uključuje sve pozicije radova na izgradnji puta (izrada nasipa, kolovozne konstrukcije, izdizanje mostovske konstrukcije i dr.).

*Tabela 10.1: Predmer i predračun građevinskih radova za branu i akumulaciju Pambukovica*

koštanje u 10 <sup>3</sup> (€)															
R.Br.	Pozicije	Iskopi		Beton		Armatura (t)	Nasip					Ostali radovi		UKUPNO po pozicijama objekata	Ukupno po objektima
	Objekti	U mehanom materijalu (široki otkop) (m <sup>3</sup> )	U steni (široki otkop) (m <sup>3</sup> )	Masivni beton (m <sup>3</sup> )	Armirano-betonska konstrukcija (m <sup>3</sup> )		Zemlja (m <sup>3</sup> )	Kamen ( m <sup>3</sup> )	Glina ( m <sup>2</sup> )	Filteri (m <sup>3</sup> )	Rip-rap (m <sup>3</sup> )	Larsen talpe (m <sup>3</sup> )	Injektiranje (m <sup>1</sup> )		
		(€)	5.0	12.0	120.0		145.0	1,000.0	7.0	10.0	9.0	17.0	14.0		
A. BRANA I PRATEĆI OBJEKTI															7,555.5
1. Optočna galerija / temeljni ispust sa slapištem, zatvaračnicom i zahvatnom građevinom															1,279.8
1.1.	Optočna galerija	Kol.	2,500	900	6,400		320								1,111.3
		Koš.	13	11	768		320								
1.2.	Vodozahvatna kula	Kol.	2,400	1,100		125	15								58.3
		Koš.	12	13		18	15								
1.3.	Slapište	Kol.	3,900	3,500		170	17	1,000							110.2
		Koš.	20	42		25	17	7							
2. Brana															3,132.6
2.2.	Brana	Kol.	40,700	9,300		1,000	100	126,400	6,800	31,200	38,100	12,300	990	4,200	3,132.6
		Koš.	204	112		145	100	885	68	281	648	172	99	420	
3. Bočni preliv sa brzotokom i slapištem															3,085.3
3.1.	Preliv	Kol.	17,000	46,100	7,200	36	360	6,000							1,909.4
		Koš.	85	553	864	5	360	42							
3.2.	Brzotok	Kol.	3,500	7,700	2,800		140	1,100							593.6
		Koš.	18	92	336		140	8							
3.3.	Slapište	Kol.	4,400	3,900	3,000		150	500							582.3
		Koš.	22	47	360		150	4							
4. Pristupni putevi i platoi															57.8
4.1.	Putevi	Kol.	3,900	2,200											45.9
		Koš.	20	26											
4.2.	Platoi	Kol.						1,700							11.9
		Koš.						12							
B. IZDIZANJE MAGISTRALNOG PUTA I MOSTOVSKA KONSTRUKCIJE															830.0
UKUPNO (A+B)															8,385.5

Tabela 10.2: Koštanje hidromehaničke opreme brane Pambukovica

R.Br.	Pozicija	Jed. mere	Kol.	Jed.cena [€/J.mere]	Koštanje [€]
1.	Gredni zatvarač svetlog otvora 3,0×3,0 m	kom.	2	15.000,00	30.000,00
2.	Remontni tablasti zatvarač svetlog otvora dimenzija 3,0×3,0 m	kom.	1	20.000,00	20.000,00
3.	Remontni tablasti zatvarač svetlog otvora dimenzija 1×1 m	kom.	1	10.000,00	10.000,00
4.	Cevovod prečnika Ø800, NP6, L~190 m, debljina zida cevi δ= 6,3mm, ukupna težina ~25t	kompl.	1	75.000,00	75.000,00
5.	Portalna dizalica nosivosti 15t, raspona 2,0 m na vodozahvatu	kom.	1	45.000,00	45.000,00
6.	Elektrohidraulička kješta nosivosti 20t, raspona 3,0m	kom.	1	5.000,00	5.000,00
7.	Elektrohidraulička kješta nosivosti 5t, raspona 1,0 m	kom.	1	3.000,00	3.000,00
8.	Havarijski tablasti zatvarač svetlog otvora 3,0×3,0 m Pogon zatvarača je pomoću servomotora	kom.	1	190.000,00	190.000,00
9.	Regulacioni segmentni zatvarač svetlog otvora 2,5×3,4 m. Pogon zatvarača je pomoću servomotora	kom.	1	280.000,00	280.000,00
10.	Regulacioni ventil – leptirasti zatvarač na elektro pogon DN800, NP6	kom.	1	20.000,00	20.000,00
11.	Mostna dizalica nosivosti 20t (nalazi se u objektu gde su smešteni zatvarači)	kom.	1	90.000,00	90.000,00
12.	Oprema za uljnu hidrauliku za pogon zatvarača	kompl.	1	30.000,00	30.000,00
13.	Oprema za grejanje i ventilaciju	kompl.	1	3.000,00	3.000,00
14.	Oprema za drenažu i pražnjenje	kompl.	1	5.000,00	5.000,00
A.	Ukupno Hidromehanička oprema				806.000,00
B.	Transport (~5% od A)				40.000,00
C.	Montaža (~17% od A)				137.000,00
UKUPNO (A+B+C)					983.000,00

Tabela 10.3: Koštanje elektro opreme brane Pambukovica

R.Br.	Pozicija	Koštanje [€]
1.	Dalekovod	15.000,00
2.	Dizel agregat	15.000,00
3.	Energetski transformator	5.000,00
4.	Priključak na 10 kv dalekovod	1.000,00
5.	Razvodno postrojenje 10 kv u ts	47.500,00
6.	Sopstvena potrošnja	32.000,00
7.	Oprema za upravljanje	20.000,00
8.	Telekomunikacioni sistemi	15.000,00
9.	Instalacija osvetljenja i priključnica	10.000,00
10.	Kablovi i kablovski razvod	27.000,00
11.	Instalacija gromobrana i uzemljenja	8.000,00
A.	Ukupno Elektro oprema	195.500,00
B.	Nespecificirana oprema i ostali nepredviđeni troškovi (15% od A)	29.325,00
C.	Transport i montaža (30% od (A+B))	67.448,00
UKUPNO (A+B+C)		292.273,00

Tabela 10.4: Rekapitulacija koštanja radova na izgradnji brane i akumulacije Pambukovica

R.Br.	Pozicija	Ukupno [€]
1.	Građevinski radovi      Ukupno	10.914.473,00
1.1.	Brana Ukupno	9.973.253,00
1.1.1.	Pripremni radovi (10% od 1.1.2)	755.550,00
1.1.2.	Glavni građevinski radovi	7.555.495,00
1.1.3.	Nepredviđeni radovi (20% od (1.1.1+1.1.2))	1.662.209,00
1.2.	Izmeštanje puta Ukupno	941.220,00
1.2.1.	Pripremni radovi (8% od 1.2.2)	66.400,00
1.2.2.	Glavni građevinski radovi	830.000,00
1.2.3.	Nepredviđeni radovi (5% od (1.2.1+1.2.2))	44.820,00
2.	Oprema      Ukupno	1.275.273,00
2.1.	Elektro oprema Ukupno	292.273,00
2.1.1.	Fakturna vrednost	195.500,00
2.1.2.	Nespecificirano (15% od 2.1.1.)	29.325,00
2.1.3.	Transport i montaža (30% od (2.1.1+2.1.2))	67.448,00
2.2.	Hidromehanička oprema      Ukupno	983.000,00
2.2.1.	Fakturna vrednost	806.000,00
2.2.2.	Transport (~5% od 2.2.1)	40.000,00
2.2.3.	Montaža (~17% od 2.2.1)	137.000,00
3.	UKUPNO      Građevinski radovi i oprema (1+2)	12.190.066,00



## 11 LITERATURA

- [1] *Studija unapređenja zaštite od voda u slivu reke Kolubare* – Prethodni izveštaj i Preliminarni izveštaj, Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“, 2015. godine;
- [2] *Regionalni prostorni plan Kolubarskog i Mačvanskog upravnog okruga*, 2015. godine;
- [3] *Prostorni plan Opštine Ub*, 2012. godine;
- [4] *Uvod u hidrotehničke građevine*, Lj.M.Savić, Beograd, 2003.

---

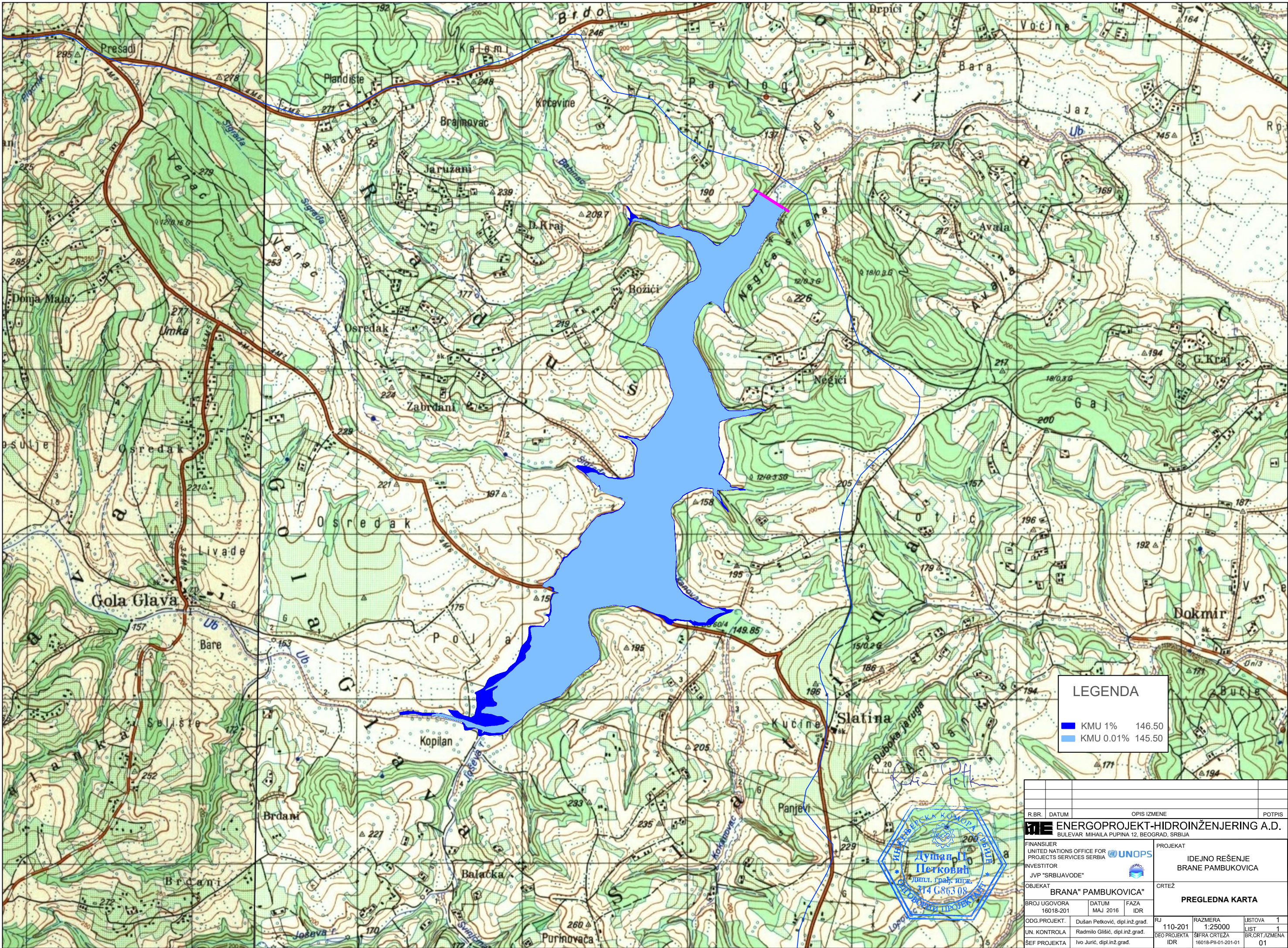
## [4] GRAFIČKA DOKUMENTACIJA

---

## SPISAK CRTEŽA

1. 16018-P11-01-201-01 – PREGLEDNA KARTA
2. 16018-P11-01-201-02 – KATASTARSKO-TOPOGRAFSKI PLAN AKUMULACIJE "PAMBUKOVICA"
3. 16018-P11-01-201-03 – SITUACIJA BRANE PAMBUKOVICA SA PRATEĆIM OBJEKTIMA
4. 16018-P11-01-201-04 – PODUŽNI PRESEK KROZ BRANU
5. 16018-P11-01-201-05 – KARAKTERISTIČNI POPREČNI PRESEK KROZ BRANU
6. 16018-P11-01-201-06 – OPTOČNI TUNEL I TEMELJNI ISPUST SA ZATVARAČNICOM – PODUŽNI I POPREČNI PRESECI
7. 16018-P11-01-201-07 – BOČNI PRELIV SA BRZOTOKOM I SLAPIŠTEM – PODUŽNI I POPREČNI PRESECI
8. 16018-P11-01-201-08 – PUT U ZONI AKUMULACIJE – PODUŽNI I SITUACIJA
9. 16018-P11-01-205-01 – PROGNOZNI GEOLOŠKI PRESEK PREGRADNOG MESTA SA PROJEKTOVANIM ISTRAŽNIM BUŠOTINAMA





**LEGENDA**

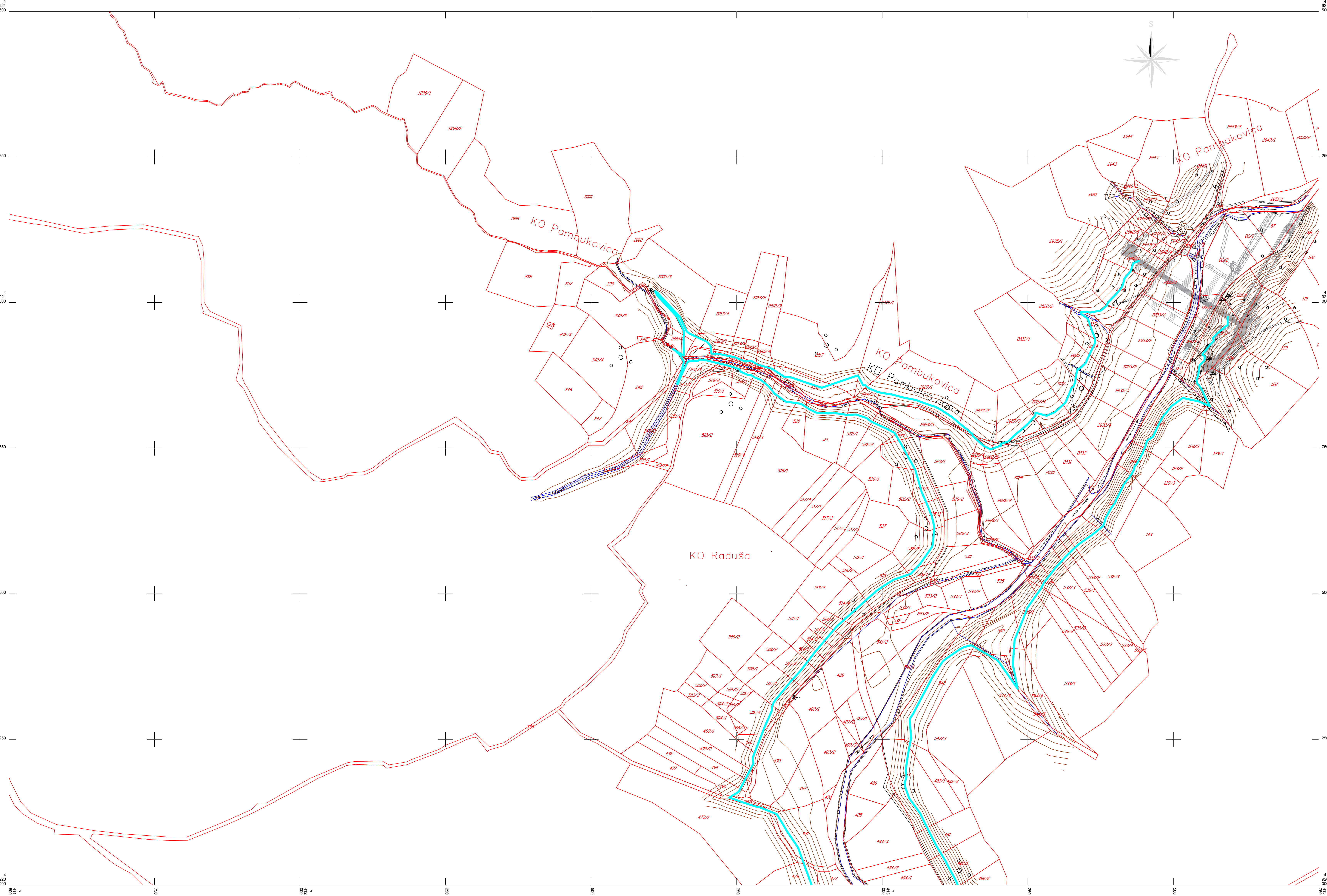
■ KMU 1% 146.50  
■ KMU 0.01% 145.50

R.BR.	DATUM	OPIS IZMENE			POTPIS
<b>ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.</b> BULEVAR MIHAILA PUPINA 12, BEOGRAD, SRBIJA					
FINANSIJER UNITED NATIONS OFFICE FOR PROJECTS SERVICES SERBIA			PROJEKAT  IDEJNO REŠENJE BRANE PAMBUKOVICA		
INVESTITOR JVP "SRBIJAVODE"			CRTEŽ		
OBJEKAT BRANA "PAMBUKOVICA"			PREGLEDNA KARTA		
BROJ UGOVORA 16018-201		DATUM MAJ 2016	FAZA IDR		
ODG.PROJEKT.	Dušan Petković, dipl.inž.grad.		RJ 110-201	RAZMERA 1:25000	LISTOVA 1
UN. KONTROLA	Radmilo Glišić, dipl.inž.grad.		DEO PROJEKTA IDR	SIFRA CRTEŽA 16018-PII-01-201-01	BR.CRT./IZMENA 01
ŠEF PROJEKTA	Ivo Jurić, dipl.inž.grad.				



REPUBLIKA SRBIJA  
OPŠTINA UB  
OPŠTINA VALJEVO

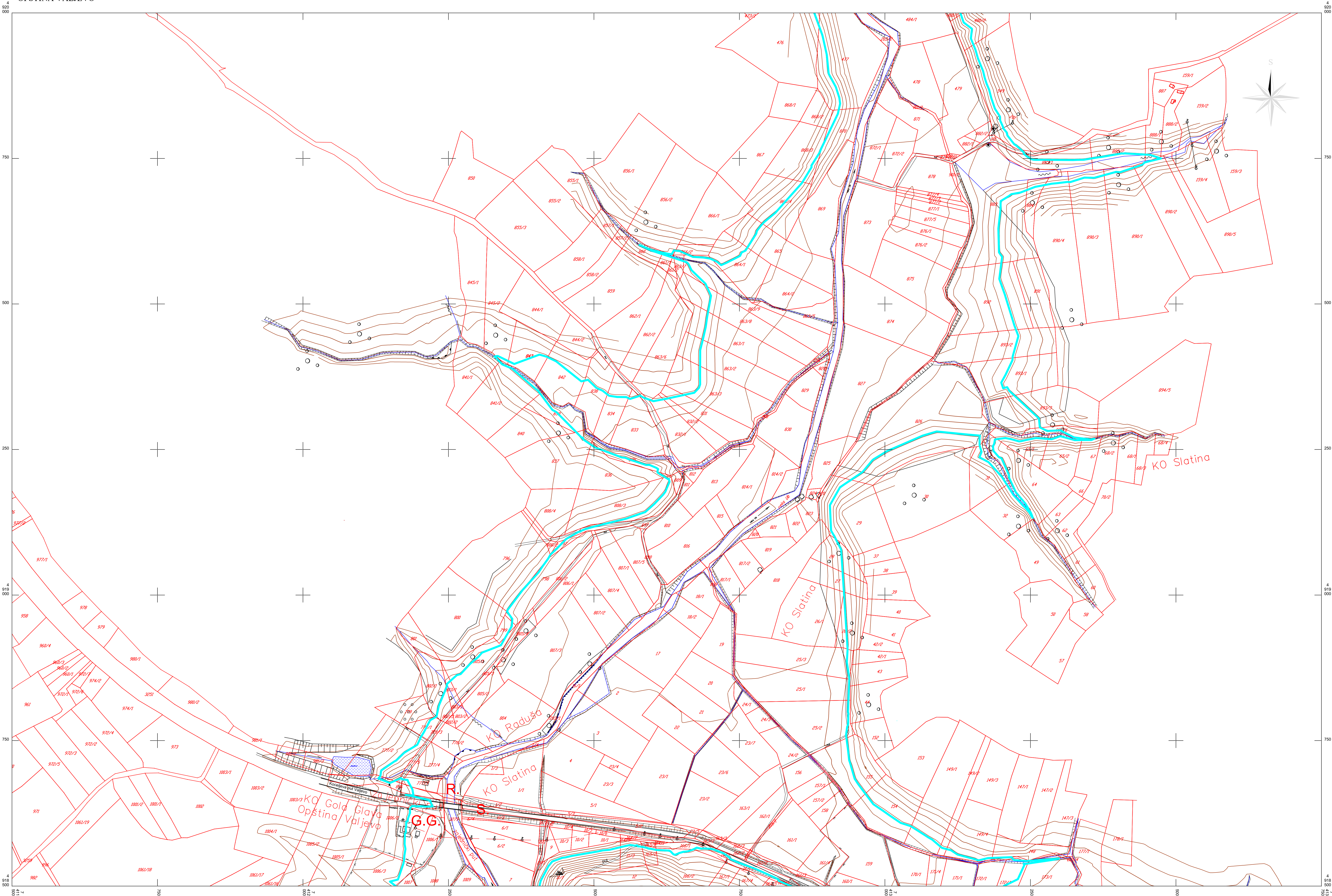
KATASTARSKO-TOPOGRAFSKI PLAN  
LOKACIJA: AKUMULACIJA "PAMBUKOVICA"





REPUBLIKA SRBIJA  
OPŠTINA UB  
OPŠTINA VALJEVO

KATASTARSKO-TOPOGRAFSKI PLAN  
LOKACIJA: AKUMULACIJA "PAMBUKOVICA"



Katastarske opštine i veza listova  
Opština: Ub, Valjevo  
K.O. Raduša, K.O. Gola Glava, K.O. Slatina, K.O. Pambukovica

1
2
3

RAZMERA 1:2500  
Ekvidistancija 2,5 m

Podaci o snimanju:  
a) precizna tahimetrija  
mart, 2016. godine

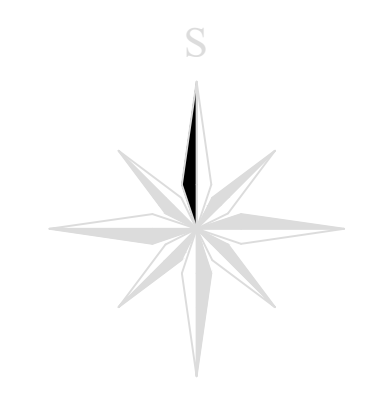
LEGENDA:  
— Faktičko stanje  
— Stanje po katastru



BR.	DATUM	OPIS DOK.	POSREDOV.
1	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
2	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
3	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
4	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
5	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
6	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
7	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
8	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
9	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
10	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
11	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
12	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
13	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
14	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
15	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
16	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
17	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
18	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
19	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
20	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
21	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
22	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
23	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
24	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
25	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
26	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
27	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
28	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
29	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
30	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
31	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
32	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
33	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
34	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
35	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
36	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
37	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
38	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
39	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
40	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
41	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
42	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
43	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
44	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
45	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
46	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
47	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
48	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
49	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
50	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
51	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
52	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
53	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
54	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
55	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
56	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
57	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
58	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
59	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
60	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
61	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
62	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
63	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
64	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
65	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
66	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
67	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
68	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
69	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
70	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
71	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
72	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
73	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
74	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
75	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
76	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
77	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
78	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
79	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
80	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
81	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
82	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
83	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
84	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
85	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
86	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
87	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
88	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
89	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
90	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
91	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
92	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
93	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
94	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
95	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
96	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
97	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
98	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
99	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
100	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	



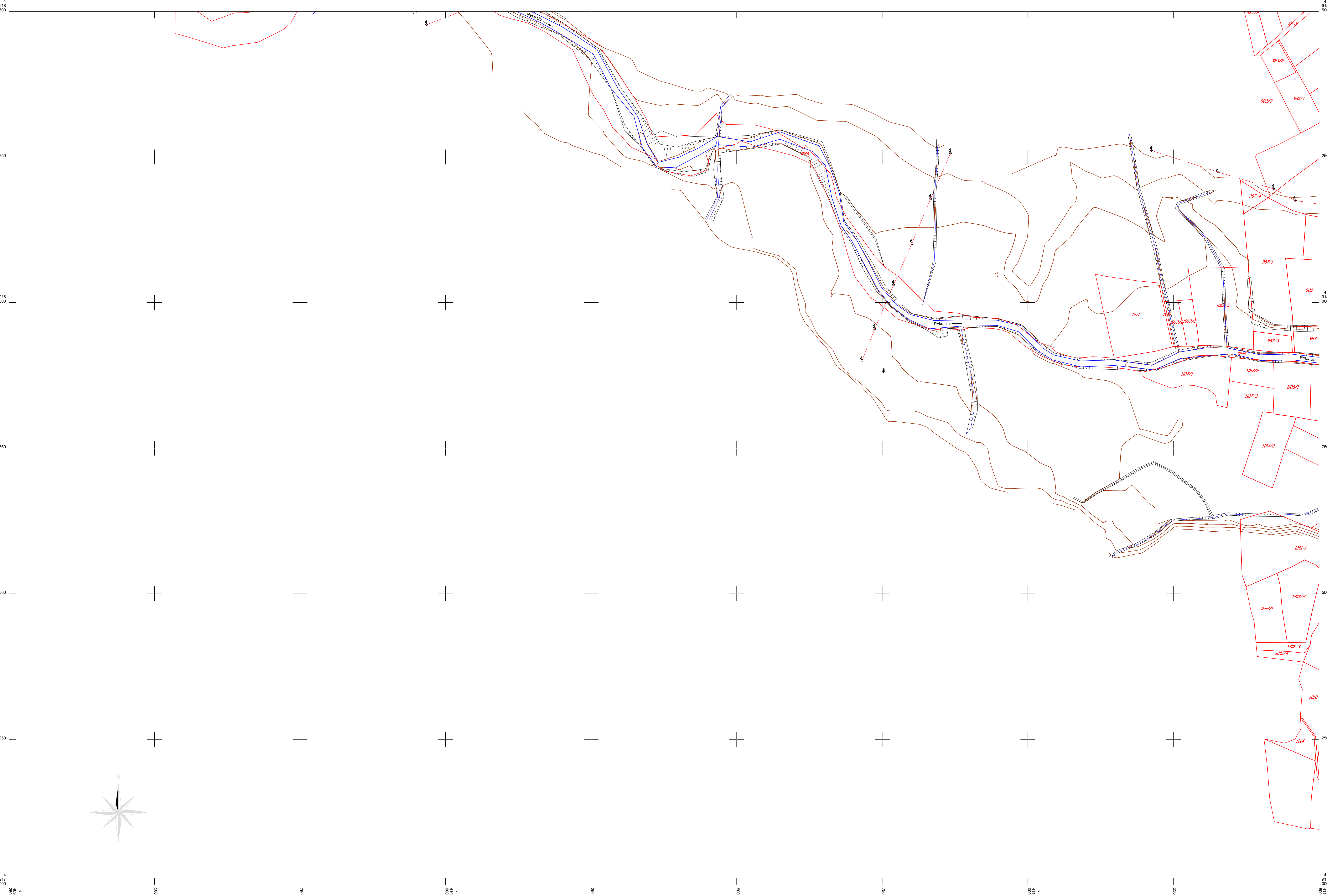
KATASTARSKO-TOPOGRAFSKI PLAN  
LOKACIJA: AKUMULACIJA "PAMBUKOVICA"

[illegible]



REPUBLIKA SRBIJA  
OPŠTINA UB  
OPŠTINA VALJEVO

KATASTARSKO-TOPOGRAFSKI PLAN  
LOKACIJA: AKUMULACIJA "PAMBUKOVICA"



Katastarske opštine i veza listova  
Opština: Ub, Valjevo  
K.O. Raduša, K.O. Gola Glava, K.O. Slatina, K.O. Pambukovica

	2
4	3

RAZMERA 1:2500  
Ekvidistancija 2,5 m

Podaci o snimanju:  
a) precizna tahimetrija  
mart, 2016. godine

LEGENDA:  
— Faktičko stanje  
— Stanje po katastru



BR.	DATUM	OPIS DOK.	POSREDOV.
1	2016	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
2	2016	PROJEKAT	
3	2016	PROJEKAT	
4	2016	PROJEKAT	
5	2016	PROJEKAT	
6	2016	PROJEKAT	
7	2016	PROJEKAT	
8	2016	PROJEKAT	
9	2016	PROJEKAT	
10	2016	PROJEKAT	
11	2016	PROJEKAT	
12	2016	PROJEKAT	
13	2016	PROJEKAT	
14	2016	PROJEKAT	
15	2016	PROJEKAT	
16	2016	PROJEKAT	
17	2016	PROJEKAT	
18	2016	PROJEKAT	
19	2016	PROJEKAT	
20	2016	PROJEKAT	
21	2016	PROJEKAT	
22	2016	PROJEKAT	
23	2016	PROJEKAT	
24	2016	PROJEKAT	
25	2016	PROJEKAT	
26	2016	PROJEKAT	
27	2016	PROJEKAT	
28	2016	PROJEKAT	
29	2016	PROJEKAT	
30	2016	PROJEKAT	
31	2016	PROJEKAT	
32	2016	PROJEKAT	
33	2016	PROJEKAT	
34	2016	PROJEKAT	
35	2016	PROJEKAT	
36	2016	PROJEKAT	
37	2016	PROJEKAT	
38	2016	PROJEKAT	
39	2016	PROJEKAT	
40	2016	PROJEKAT	
41	2016	PROJEKAT	
42	2016	PROJEKAT	
43	2016	PROJEKAT	
44	2016	PROJEKAT	
45	2016	PROJEKAT	
46	2016	PROJEKAT	
47	2016	PROJEKAT	
48	2016	PROJEKAT	
49	2016	PROJEKAT	
50	2016	PROJEKAT	
51	2016	PROJEKAT	
52	2016	PROJEKAT	
53	2016	PROJEKAT	
54	2016	PROJEKAT	
55	2016	PROJEKAT	
56	2016	PROJEKAT	
57	2016	PROJEKAT	
58	2016	PROJEKAT	
59	2016	PROJEKAT	
60	2016	PROJEKAT	
61	2016	PROJEKAT	
62	2016	PROJEKAT	
63	2016	PROJEKAT	
64	2016	PROJEKAT	
65	2016	PROJEKAT	
66	2016	PROJEKAT	
67	2016	PROJEKAT	
68	2016	PROJEKAT	
69	2016	PROJEKAT	
70	2016	PROJEKAT	
71	2016	PROJEKAT	
72	2016	PROJEKAT	
73	2016	PROJEKAT	
74	2016	PROJEKAT	
75	2016	PROJEKAT	
76	2016	PROJEKAT	
77	2016	PROJEKAT	
78	2016	PROJEKAT	
79	2016	PROJEKAT	
80	2016	PROJEKAT	
81	2016	PROJEKAT	
82	2016	PROJEKAT	
83	2016	PROJEKAT	
84	2016	PROJEKAT	
85	2016	PROJEKAT	
86	2016	PROJEKAT	
87	2016	PROJEKAT	
88	2016	PROJEKAT	
89	2016	PROJEKAT	
90	2016	PROJEKAT	
91	2016	PROJEKAT	
92	2016	PROJEKAT	
93	2016	PROJEKAT	
94	2016	PROJEKAT	
95	2016	PROJEKAT	
96	2016	PROJEKAT	
97	2016	PROJEKAT	
98	2016	PROJEKAT	
99	2016	PROJEKAT	
100	2016	PROJEKAT	





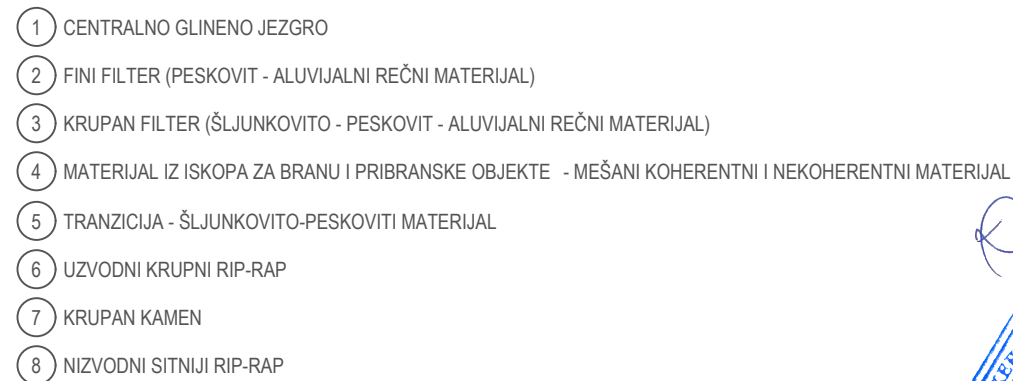





## R 1 : 500



SEF PROJEKTA	Ivo Jurić, dipl.inž.grad.	IDR	16018-P11-01-201-04	04
--------------	---------------------------	-----	---------------------	----

## R 1 : 500

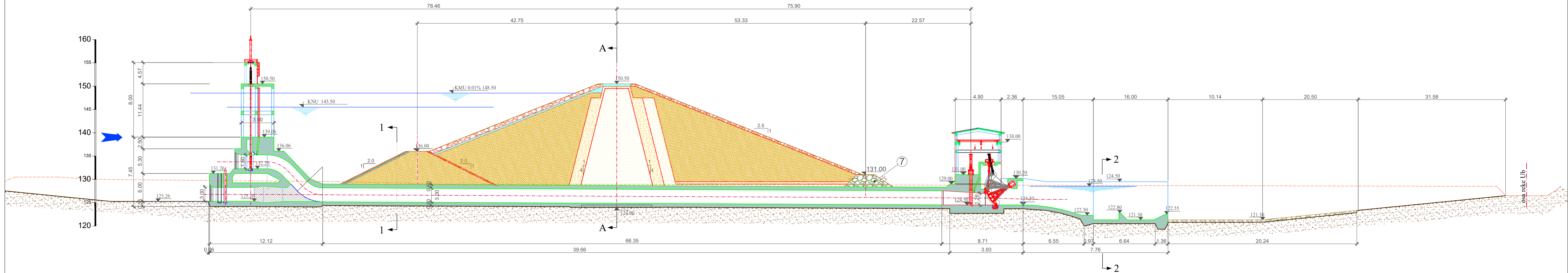


R.BR.	DATUM	OPIS IZMENE			POTPIS
 <b>ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.</b> BULEVAR MIHAILA PUPINA 12, BEOGRAD, SRBIJA					
FINANSIJER UNITED NATIONS OFFICE FOR PROJECTS SERVICES SERBIA 			PROJEKAT  IDEJNO REŠENJE BRANE PAMBUKOVICA		
INVESTITOR JVP "SRBIJAVODE" 					
OBJEKAT <b>BRANA" PAMBUKOVICA"</b>			CRTEŽ  KARAKTERISTIČNI POPREČNI PRESEK KROZ BRANU		
BROJ UGOVORA 16018-201		DATUM MAJ 2016	FAZA IDR		
ODG.PROJEKT. Dušan Petković, dipl.inž.građ.	UN. KONTROLA Radmilo Glišić, dipl.inž.građ.		RJ 110-201	RAZMERA 1:500	LISTOVA 1
ŠEF PROJEKTA Ivo Jurić, dipl.inž.građ.		DEO PROJEKTA IDR		ŠIFRA CRTEŽA 16018-PII-01-201-05	BR.CRT./IZMENA 05

PRESEK B - B

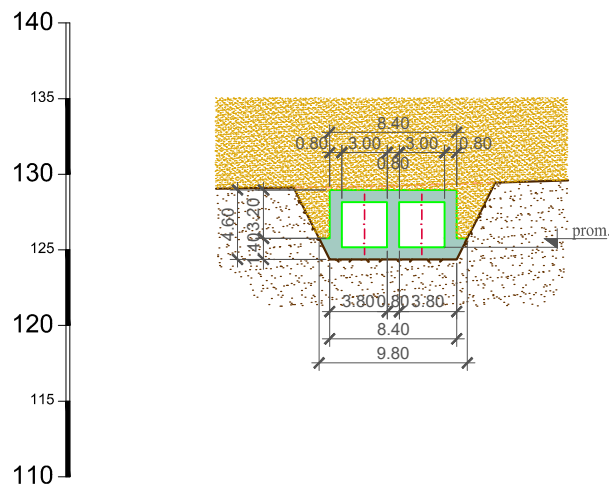
PODUŽNI PRESEK KROZ OPTOČNI TUNEL I TEMALJNI ISPUST SA ZATVARAČNICOM

R 1 : 500



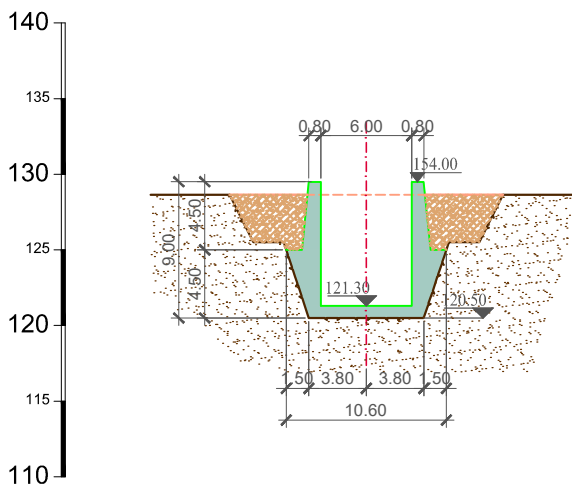
PRESEK 1 - 1



R 1 : 500



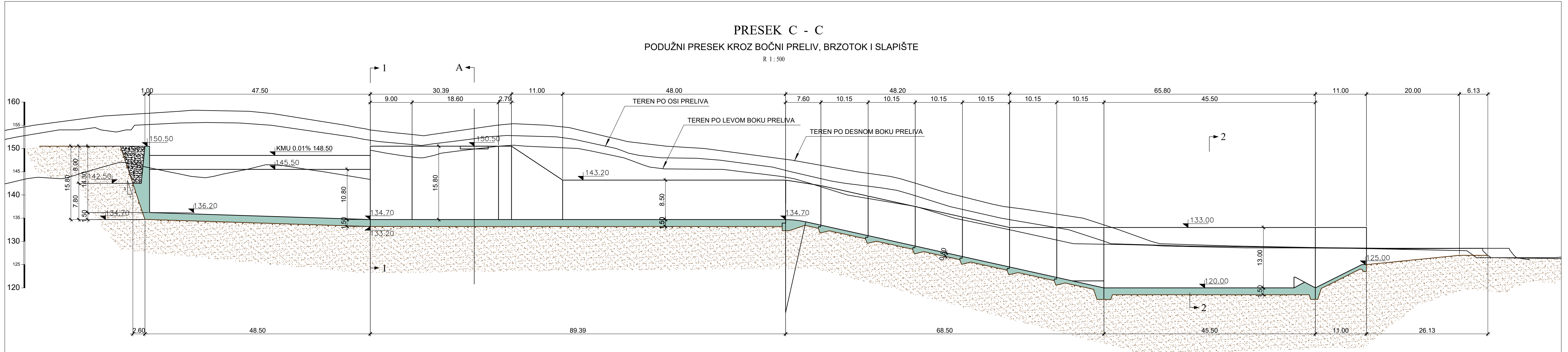
PRESEK 2 - 2

R 1 : 500

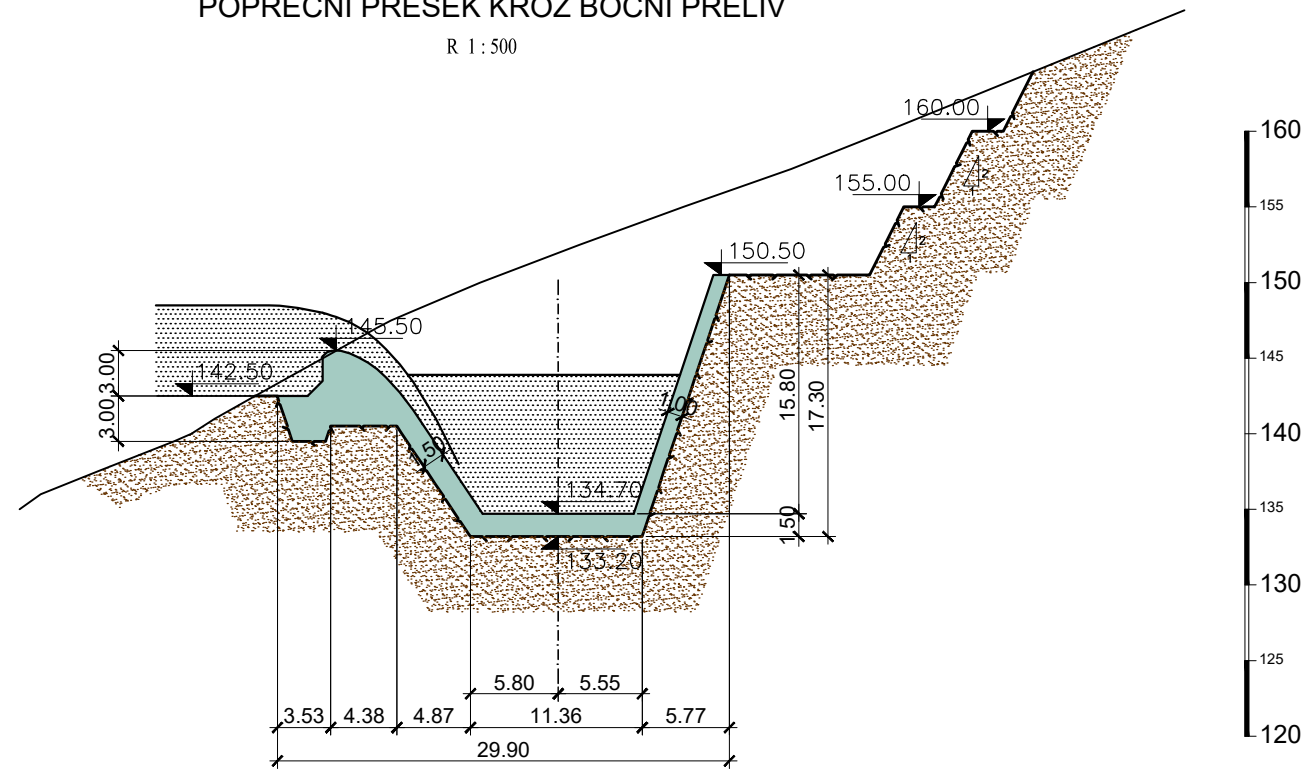


R.BR.	DATUM	OPIS IZMENE			POTPIS
<div><div></div><div><div>ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.</div><div>BULEVAR MIHAILA PUPINA 12, BEOGRAD, SRBIJA</div></div></div>					
<div>FINANSIJER UNITED NATIONS OFFICE FOR PROJECTS SERVICES SERBIA</div> <div>INVESTITOR JVP "SRBIJAVODE"</div>			<div><div>PROJEKAT</div><div>IDEJNO REŠENJE BRANE PAMBUKOVICA</div></div>		
<div>OBJEKT BRANA" PAMBUKOVICA"</div>			<div>CRTEŽ OPTOČNI TUNEL I TEMALJNI ISPUST SA ZATVARAČNICOM - PODOŽNI I POPREČNI PRESECI -</div>		
BROJ UGOVORA 16018-201		DATUM MAJ 2016	FAZA IDR		
ODG.PROJEKT.	Dušan Petković, dipl.inž.grad.				
UN. KONTROLA	Radmilo Glišić, dipl.inž.grad.				
ŠEF PROJEKTA	Ivo Jurić, dipl.inž.grad.				
RJ	110-201	RAZMERA 1:500	LISTOVA 1		
DEO PROJEKTA IDR	ŠIFRA CRTEŽA 16018-PII-01-201-06		LIST 1 BR.CRZ./IZMENA		
			06		

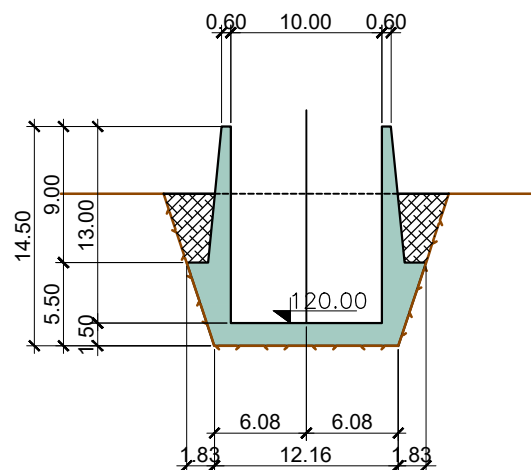




PRESEK 1 - 1  
POPREČNI PRESEK KROZ BOČNI PRELIV  
R 1 : 500



PRESEK 2 - 2  
POPREČNI PRESEK KROZ SLAPIŠTE PRELIVA  
R 1 : 500



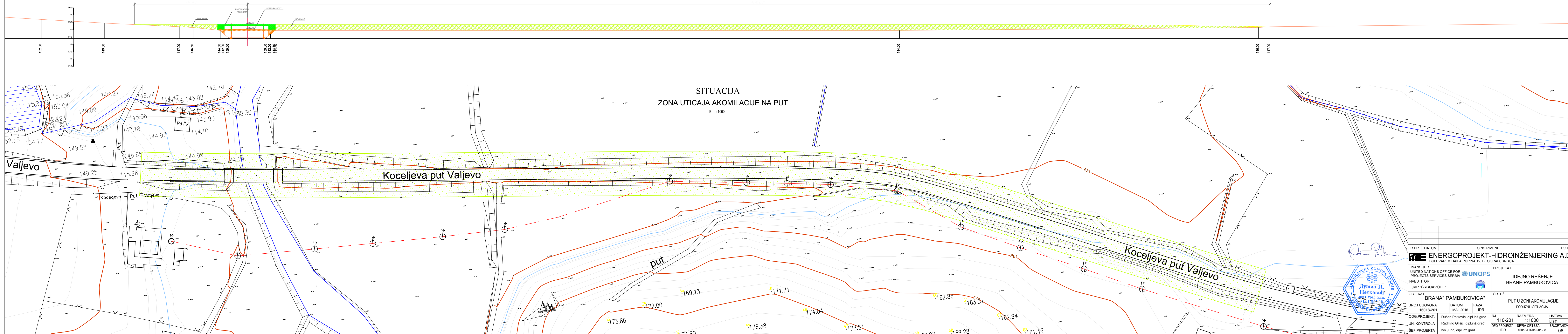
R.BR.	DATUM	OPIS IZMENE	POTPIS
1	16018-201	ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.	
2	16018-201	BULEVAR MIHAILA PUPINA 12, BEOGRAD, SRBIJA	
3	16018-201	FINANSIJER	
4	16018-201	UNITED NATIONS OFFICE FOR PROJECTS SERVICES SERBIA	
5	16018-201	INVESTITOR	
6	16018-201	JVP "SRBIJAVODE"	
7	16018-201	OBJEKAT	
8	16018-201	BRANA" PAMBUKOVICA"	
9	16018-201	CRTEŽ	
10	16018-201	BOČNI PRELIV SA BRZOTOKOM I SLAPIŠTEM	
11	16018-201	-PODUŽNI I POPREČNI PRESECI -	
12	16018-201	ODG.PROJEKT.	
13	16018-201	Dušan Petković, dipl.inž.grad.	
14	16018-201	UN. KONTROLA	
15	16018-201	Radmila Glišić, dipl.inž.grad.	
16	16018-201	ŠEF PROJEKTA	
17	16018-201	Ivo Jurić, dipl.inž.grad.	
18	16018-201	RJ	
19	16018-201	110-201	
20	16018-201	RAZMERA	
21	16018-201	1:500	
22	16018-201	LISTOVA	
23	16018-201	1	
24	16018-201	DEO PROJEKTA	
25	16018-201	ŠIFRA CRTEŽA	
26	16018-201	16018-PII-01-201-07	
27	16018-201	BR.CRT./IZMENA	
28	16018-201	07	



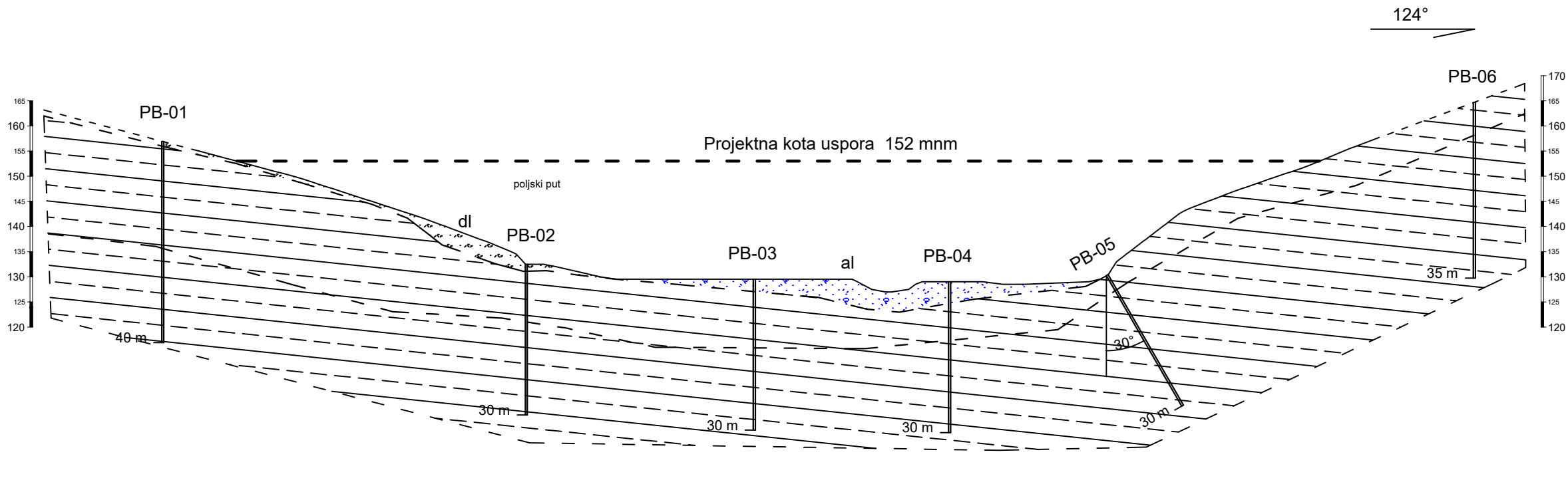
PODUZNI PRESEK PUTA U ZONI AKOMULACIJE "PAMBUKOVICA"

( POSTOJECA I PREDLOZENA NIVELETA )

R 1:1000



Prognozni geološki presek pregradnog mesta sa projektovanim istražnim bušotinama



LEGENDA

- Rečni nanos - šljunak valutica 1-5 cm, peskovit , zaglinjen.
- Padinski pokrivač - deluvijum. Glina masna, smeđe boje, ne uočavaju se izdanci stene
- Donje trijaski krečnjaci, po površini alterisali ispucali. Na pregradnom mestu izraženi u desnom boku.
- Pretpostavljena granica
- Pretpostavljena granica kore raspadanja

PB-02

Projektovana istražna bušotina

Podaci o projektovanim bušotinama			
Oznaka	Y	X	Dubina
PB-01	7413421.849	4921102.739	40
PB-02	7413482.384	4921063.271	30
PB-03	7413520.112	4921038.149	30
PB-04	7413552.358	4921016.545	30
PB-05	7413578.442	4920999.188	30
PB-06	7413638.628	4920957.900	35



R.BR.	DATUM	OPIS IZMENE			POTPIS
<b>ME</b> ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.				PROJEKAT	
BULEVAR MIHAILA PUPINA 12, BEOGRAD, SRBIJA				PROJEKAT GEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA ZA POTREBE PROJEKTOVANJA I IZGRADNJE BRANE PAMBUKOVICA	
FINANSIJER UNITED NATIONS OFFICE FOR PROJECTS SERVICES SERBIA				OBJEKT BRANA PAMBUKOVICA	
INVESTITOR JVP "SRBIJAVODE"				CRTEŽ Prognozni geološki presek pregradnog mesta sa projektovanim istražnim bušotinama	
BROJ UGOVORA 16018-201		DATUM MAJ 2016	FAZA IDR	RJ 110-205	LISTOVA 1
ODG.PROJEKT. Milan Tumara, dipl.inž.geol.		UN. KONTROLA Čedo Šehovac, dipl.inž.geol.		RAZMERA 1:1000	LIST 1
ŠEF PROJEKTA Ivo Jurić, dipl.inž.grad.		DEO PROJEKTA IDR		ŠIFRA CRTEŽA 16018-PII-01-205-01	BR.CRT./IZMENA 01

