

UNITED NATIONS OFFICE FOR PROJECTS SERVICES SERBIA



JVP "SRBIJAVODE"



**BRANA PAMBUKOVICA SA AKUMULACIJOM NA
RECI UB**

**HIDROLOŠKA STUDIJA ZA BRANU PAMBUKOVICA
SA AKUMULACIJOM NA RECI UB**

**PRILOG UZ IDEJNO REŠENJE BRANE
PAMBUKOVICA SA AKUMULACIJOM**



16018-PII-02



Beograd, april 2016.

0. OPŠTA DOKUMENTACIJA

0.1. NASLOVNA STRANA

Hidrološka studija za branu Pambukovica na reci Ub Prilog uz Idejno rešenje brane Pambukovica sa akumulacijom

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

Pečat i potpis:



Odgovorni projektant:

Zoran Obušković, dipl.inž.građ.

Broj licence 313 4848 03

Pečat i potpis:



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

Bratislav Stišović, dipl.inž.

Direktor

Broj dela projekta:

16018-PII-02

Mesto i datum:

Beograd, april 2016.god.

0.2. SADRŽAJ

0. OPŠTA DOKUMENTACIJA

- 0.1. Naslovna strana
- 0.2. Sadržaj
- 0.3. Legenda projekta
- 0.4. Izvod iz privrednog registra
- 0.5. Licenca Energoprojekt-Hidroinženjering a.d.
- 0.6. Licence projekatana
- 0.7. Rešenje o određivanju odgovornog projektanta
- 0.8. Izjava odgovornog projektanta
- 0.9. Saglasnost Stručnog Saveta Energoprojekt-Hidrinženjering a.d

1. TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA

2. NUMERIČKA DOKUMENTACIJA

3. GRAFIČKA DOKUMENTACIJA

0.3. LEGENDA PROJEKTA

Projektna dokumentacija:

BRANA PAMBUKOVICA SA AKUMULACIJOM NA RECI UB
HIDROLOŠKA STUDIJA ZA BRANU PAMBUKOVICA SA AKUMULACIJOM
NA RECI UB

PRILOG UZ IDEJNO REŠENJE BRANE PAMBUKOVICA SA
AKUMULACIJOM NA RECI UB

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 zaključenim sa UNOPS Serbia.

UČESNICI U IZRADI DOKUMENTACIJE

ODGOVORNI PROJEKTANT:

Zoran Obušković, dipl.inž.građ.
313 4848 03

VRŠILAC UNUTRAŠNJE
KONTROLE:

Jovan Pavlićević, dipl.inž.građ.
314 0316 15

0.4. 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 registre Republike Srbije pod matičnim brojem 07023065.

0.5. 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.

0.6. LICENCA PROJEKTANTA

Inženjerska komora Srbije dodeljuje licencu projektanta br.313 4848 03 Zoranu Obuškoviću, dipl.inž.građ. na osnovu Zakona o planiranju i izgradnji i Statuta Inženjerske komore Srbije.

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

0.7. 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 Hidrološke studije za branu Pambukovica sa akumulacijom na reci Ub određuje se:

Zoran Obušković, dipl.inž.građ., broj licence 313 4848 03

Projektant:

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

Odgovorno lice/zastupnik:

Bratislav Stišović, dipl.inž.

Direktor



Pečat:



Broj tehničke dokumentacije:

16018-PII-02

Mesto i datum:

Beograd, april 2016. god.

0.8. IZJAVA ODGOVORNOG PROJEKTANTA HIDROLOŠKE STUDIJE

Odgovorni projektant Hidrološke studije brane Pambukovica sa akumulacijom na reci Ub, koja je prilog uz Idejno rešenje brane Pambukovica sa akumulacijom na reci Ub, KO Slatina, KO Pambukovica, KO Raduša i KO Gola Glava

Zoran Obušković, 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: Zoran Obušković, dipl.inž.

Broj licence: 313 4848 03

Pečat:



Potpis:

Broj tehničke dokumentacije: 16018-PII-02

Mesto i datum: Beograd, april 2016.

0.9. SAGLASNOST STRUČNOG SAVETA

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

BRANA PAMBUKOVICA SA AKUMULACIJOM NA RECI UB
HIDROLOŠKA STUDIJA ZA BRANU PAMBUKOVICA SA AKUMULACIJOM NA
RECI UB
PRILOG UZ IDEJNO REŠENJE BRANE PAMBUKOVICA SA AKUMULACIJOM NA
RECI UB

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

**PREDSEDAVAJUĆI
STRUČNOG SAVETA**



dr Beličević Vladimir, dipl.inž.

1. TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA

HIDROLOŠKE ANALIZE ZA BRANU PAMBUKOVICA

SADRŽAJ:

1. Uvod
2. Kratak prikaz konceptijskog rešenja, lokacije i osnovnih karakteristika brane Pambukovica
3. Osnovne fizičko-geografske karakteristike analiziranog sliva
4. Izučenost sliva, raspoloživa dokumentacija i podaci
5. Padavine - prosečne
 - 5.1 Maksimalne padavine
6. Analiza srednjih voda
 - 6.1 Analiza srednjih voda u profilu brane Pambukovica
 - 6.2 Usvojene srednje vode u profilu brane
7. Analiza malih voda
8. Analiza velikih voda
 - 8.1 Statistička metoda
 - 8.2 Deterministička metoda složenog jediničnog hidrograma
 - 8.3 Usvojene vrednosti velikih voda
9. Zaključak
10. Literatura

GRAFIČKA DOKUMENTACIJA:

1. Pregledna karta sliva reke Ub do profila brane Pambukovica

1. Uvod

Ove hidrološke podloge su deo Idejnog rešenja brane Pambukovica, a rade se u cilju pouzdanije ocene vodnosti reke Ub, kao jednog od ključnih parametra opravdanosti celog projekta. Pomenuta brana locirana je u slivu reke Ub, koja se posle sastava sa rekam Tamnavom uliva u reku Kolubaru.

U okviru ovih hidroloških analiza definisane su sve glavne i neophodne hidrološke karakteristike reke Ub u profilu brane, što ukratko podrazumeva:

- Konceptijsko rešenje i osnovne karakteristike brane
- Definisanje prosečnog bilansa voda
- Definisanje hidrogama velikih voda različite verovatnoće pojave,
- Definisanje karakterističnih malih voda

Težilo se da se maksimalno iskoriste raspoloživi podaci i postojeća dokumentacija, a prvenstveno oni rađeni u okviru tekućeg projekta Integralne studije uređenja sliva reke Kolubare i podaci sa osmatračke mreže hidroloških stanica RHMZ Srbije Lit./11,12,14/. Takođe su u toku izrade studije izvršena i dva detaljna obilazka šire zone sliva i lokacije objekata buduće brane, i izvršena ocena zatečenih protoka, koja je doprinela kontroli i većoj pouzdanosti prikazanih rezultata.

2. Kratak prikaz konceptijskog rešenja i osnovnih karakteristika brane Pambukovica

Investitor namerava da u skladu sa važećim zakonskim propisima, izgradi i eksploatiše branu i akumulaciju Pambukovica na teritoriji opštine Ub. Konceptijsko-idejno rešenje je preuzeto iz tekuće dokumentacije ovog projekta, Lit./15/. kojim se sagledava realna mogućnost izgradnje brane i višenamenske akumulacije Pambukovica. Osnovna namena ove brane i akumulacije je zaštita od polava, navodnjavanje, zadržavanje nanosa, i oplemenjivanje malih voda.

Osnovne karakteristike brane i akumulacije na nivou tekućeg projekta Idejnog rešenja su:

Tip brane - nasuta sa bočnim prelivom,

Kota krune brane $\approx 154,0$ mnm

Dužina brane u kruni $\approx 240,0$ m

Kota normalnog uspora $\approx 146,30$ mnm

Kota maksimalnog uspora $\approx 152,0$ mnm

Kota krune preliva $\approx 149,0$ mnm

Zapremina akumulacije do kote maksimalnog uspora $\approx 20,0$ hm³

Tabela 1: Osnovni podaci za branu Pambukovica

Mesto	Sliv	Vodotok	brana	A (km ²)	Q _{sr} (m ³ /s)
Pambukovica, Ub	Tamnava, Kolubara	Ub	Pambukovica	118,5	0,72

gde su:

A - površina sliva do profila brane

Q_{sr} –srednji višegodišnji proticaj reke Ub u profilu brane

Konačno detaljno rešenje biće definisano u razradi projekta i narednim fazama projektovanja.

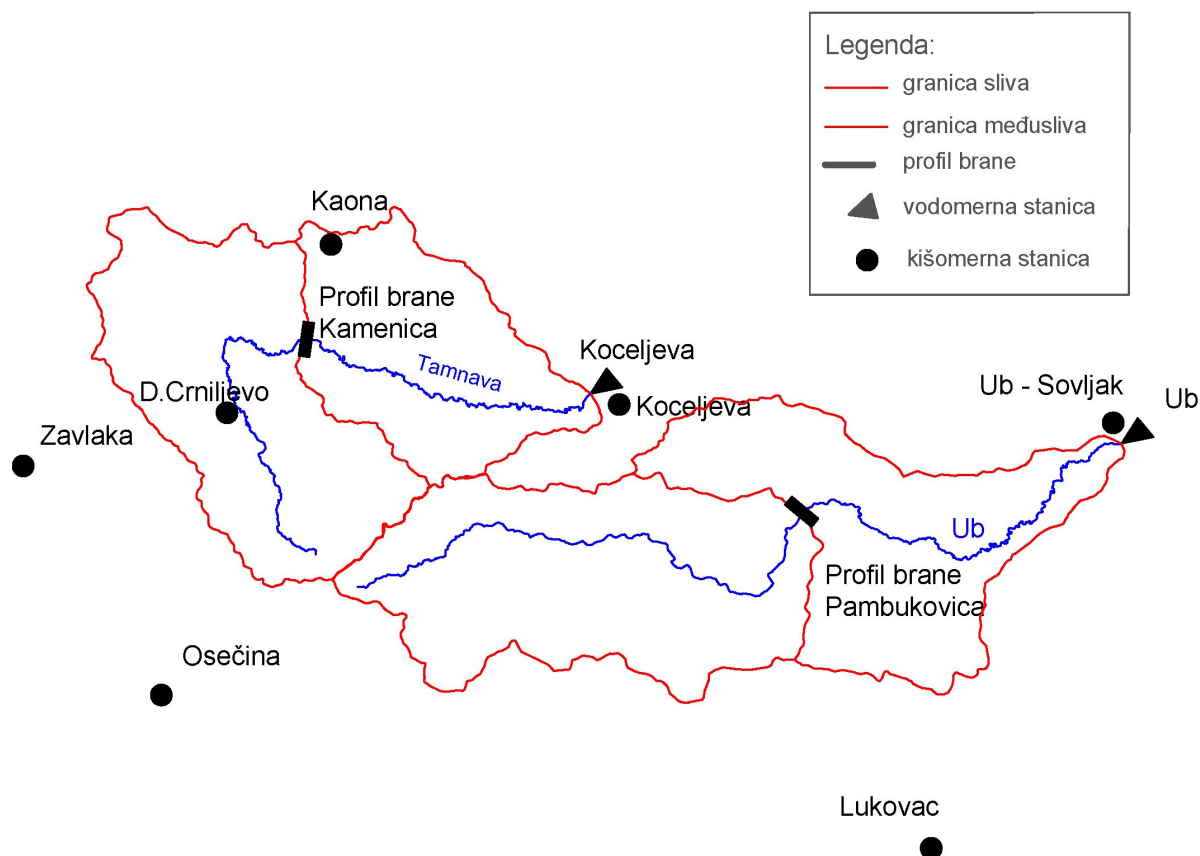
Lokacija brane sa zahvaćenim slivom prikazana je na slici 1, a detaljno u prilogu 1, na topografskoj karti VGI, a njene geografske koordinate su:

Leva obala Y=4921085,78

X=7413417,72

Desna obala Y=4920958,03

X=7413621,31



Slika 1. Slivno područje reka Uba i Tamnave do profila brana i vodomernih stanica

3. Osnovne fizičko-geografske karakteristike analiziranog sliva

Reka Ub je leva pritoka Kolubare i po nekim svojim fizičko-geografskim, morfološkim i hidrološkim karakteristikama se dosta razlikuje od ostalih pritoka i slivova gornjeg i srednjeg toka reke Kolubare. No da bi se adekvatno sagledao sliv reke Ub treba generalno sagledati i ceo sliv reke Kolubare, i susedne slivove kao i njegov pripadajući sliv.

Sliv reke Kolubare prostire se u severozapadnom delu Srbije, približno je oblika četvorougla sa generalnim padom reke i slivnog područja u pravcu jugozapad-severoistok. Oivičen je sa zapadne i južne strane višim i srednjim planinskim vencima Azbukovice, Medvednika, Povlena, Maljena, Suvobora, Rudnika visina od 1300 -1000 m.n.m, sa istočne strane vododelnicu sliva čine planine Bukulja i Kosmaj, sa visinama 500-700 m.n.m, a sa severozapada je Vlašić sa visinom oko 500 m.n.m. Prema severu dolina Kolubare otvara se i širi ka reci Savi i Panonskoj niziji, pa su visine reda od 300 m.n.m, pa do 76 m.n.m na ušću Kolubare u reku Savu.

Većina pritoka Kolubare izvire u planinskim i brdskim područjima, i u svom gornjem delu su sa izraženim padovima rečnog toka i sliva, svojim srednjim delom protiču kroz brdovita područja, a donji delovi slivova nizvodnih pritoka kao i same reke Kolubare, su uglavnom ravni sa malim padovima i rečnog toka i sliva. Prosečna nadmorska visina celog sliva reke Kolubare do profila Draževac je niska, približno oko 235 mnm, a prosečni-uravnati pad reke Kolubare, od izvorišta do profila Draževac je oko 1,3‰. U slivu preovlađuje nizija, a brdovit teren, niže i srednje visoke planine, nalaze se u izvorišnim i gornjim delovima sliva Kolubare, a dominantno u slivovima Jablanice, Obnice, Gradca i slivu reke Ljig. Središnji i donji-dolinski deo Kolubarskog sliva je relativno ravan sa blago zatalasanim brdovitim područjem.

Ukupna površina celog sliva reke Kolubare iznosi oko 3600 km², i sem manjih delova slivova reka Jablanice i Gradca koji su karstifikovani je uglavnom homogen, sa jasno definisanom topografskom vododelnicom sliva.

Tok reke Kolubare od Valjeva, gde i dobija taj naziv, meandrira širokom dolinom ka kojoj gravitiraju njene brojne pritoke. Počev od uzvodnog kraja to su Jablanica, Obnica, Ljubostinja, zatim na delu od Valjeva do mesta Slovac su značajnije pritoke Gradac, Lepenica i Ribnica, dalje nizvodno do mesta Beli Brod su Toplica i Ljig, i nizvodno na delu toka do Draževca ulivaju se Lukavica, Vraničina, Peštan, Turija, Barajevska reka, a sa leve strane sliva Kladnica, Ub i Tamnava. Uobičajan pravac i smer kišnih epizoda iz pravca zapada, uz ovakvu hidrografsku mrežu, pruža mogućnost koincidencije velikih voda sa sliva do njenog ušća. Uz nedovoljnu propusnu sposobnost glavnog korita reke Kolubare i njenih pritoka, uz vrlo niske obale i široku dolinu, stižu se svi uslovi za pojavu izuzetnih poplava, u celom slivu Kolubare.

Predmet analize je konkretno sliv reke Ub do profila brane Pambukovica, pa će se prikazati opšte karakteristike ovog dela sliva i toka reke Ub.

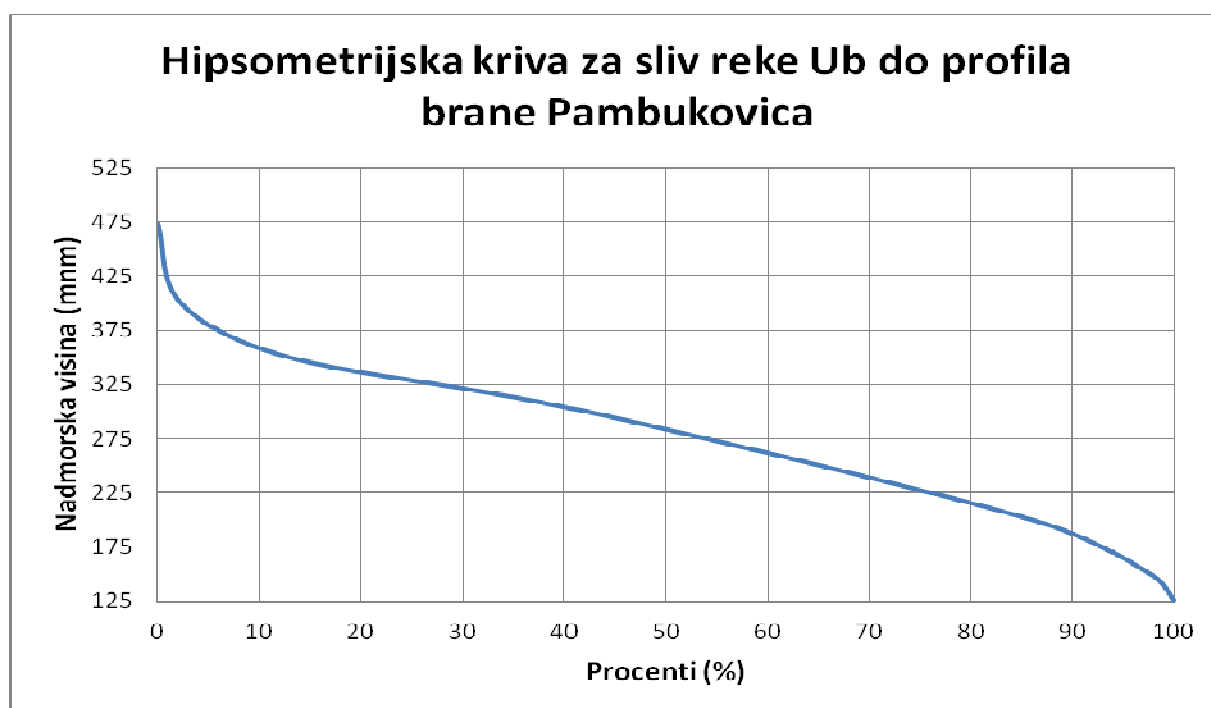
Sliv reke Ub se nalazi u zapadnom delu Srbije. Reka Ub izvire na pobrđu Vlašića i u svom gornjem delu toka do Pambukovice teče kroz brdovit teren sa užim rečnim dolinama svojih pritoka, dok se u srednjem i donjem delu toka njena rečna dolina značajno širi sa svim odlikama ravničarske reke. Uliva se u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

Najveći doprinos u vodama daje gornji deo sliva, odnosno leve pritoke Rajkov potok, Reljača, Medvednjak, Jasenovac, Pločnik, Sagrađa, Babinac. Značajnije desne pritoke u smeru ka brani su Brezovača, Oglađenovačka, Jastrebovac, V.Jautina, Ubić, Joševa, Kokanovac.

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 gizičko-geografskim karakteristikama sa susednim slivom reke Tamnave. Kompaktan je i generalno oblika pravougaonika.

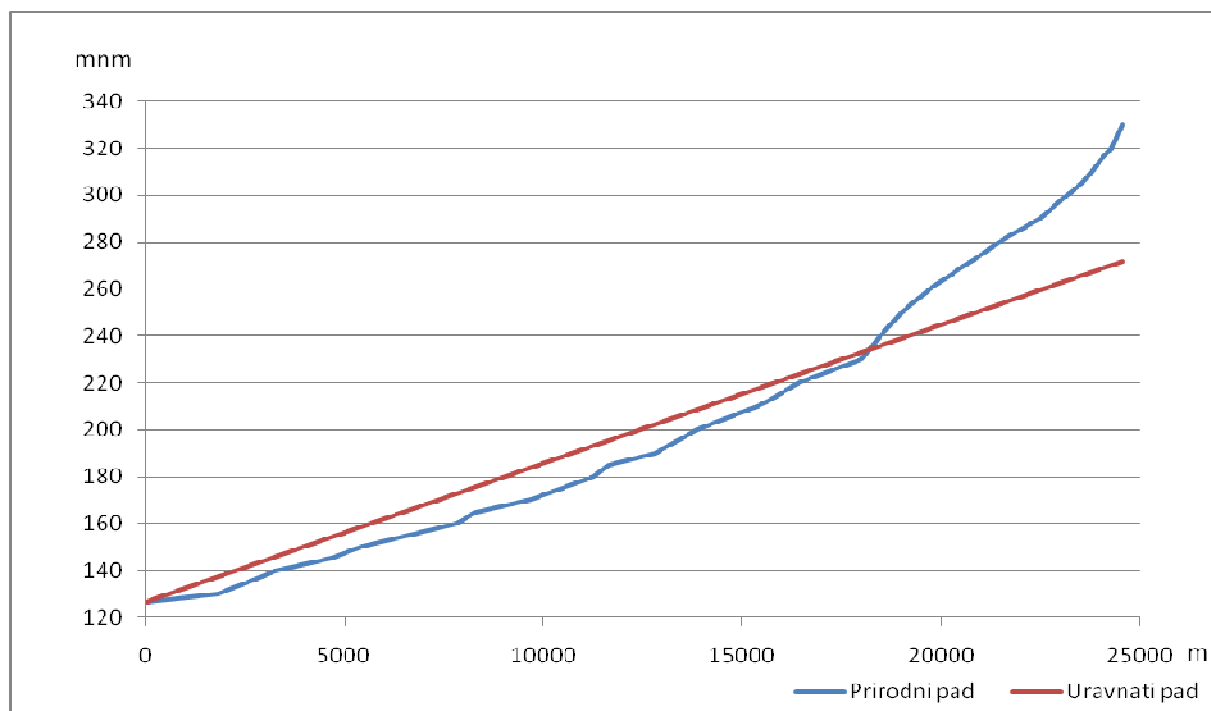
Analizirani gornji deo sliva Uba drenira područje srednjih nadmorskih visina kompleksa Vlašića reda od 250-500 mnm. Razmatrani deo sliva je brdovit sa dobro razvijenom hidrografskom mrežom manjih vodotokova. Vododelnicu sliva u zoni brane ovičavaju nadmorske visine od 200-250 mnm, a zatim po severnoj 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 2. Dužina glavnog toka je oko 24,5 km.



Slika 2. Hipsometrijska kriva

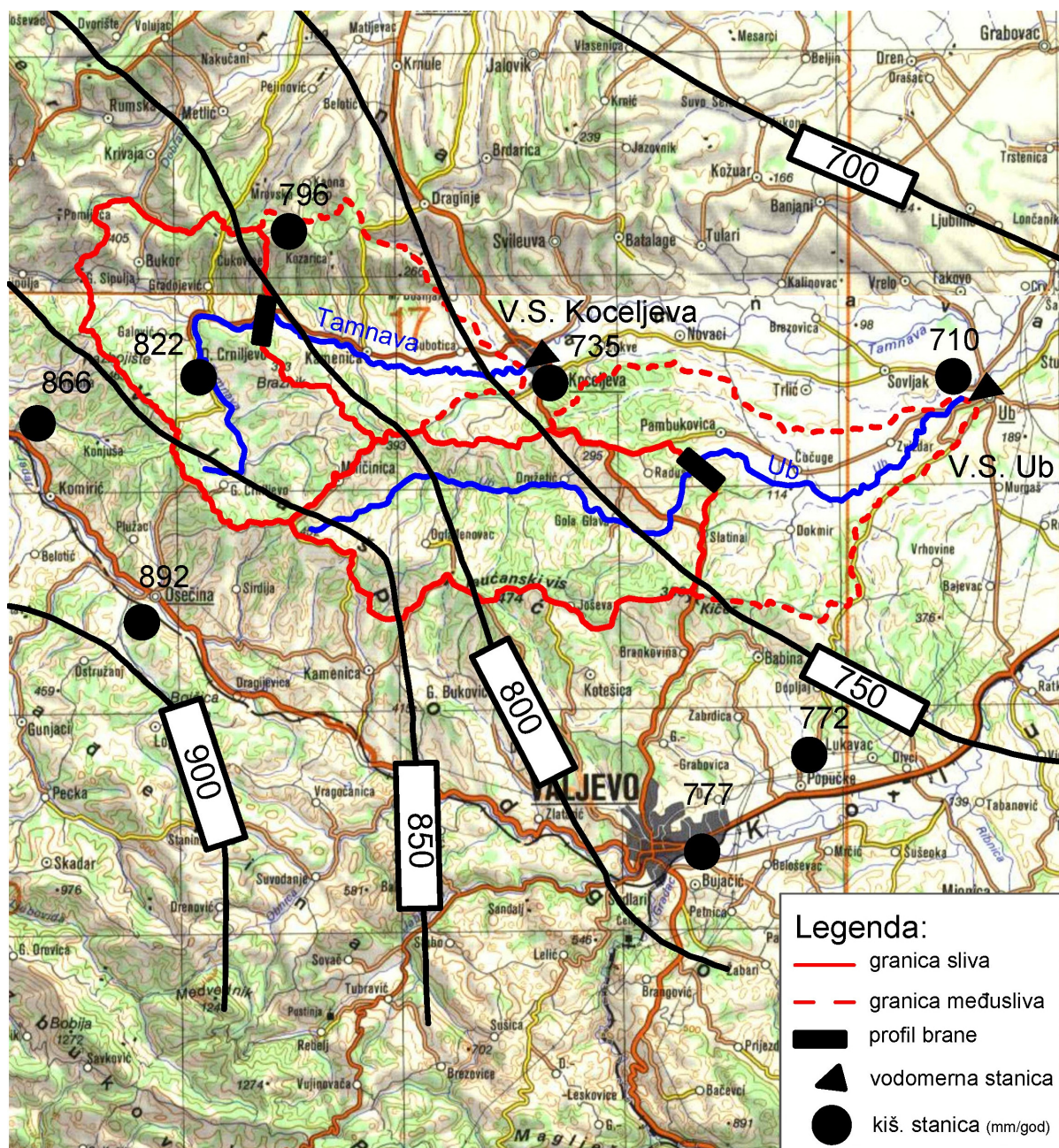
Gornji deo sliva je sa izraženijim padovima sa prosečnim/uravnatim padom glavnog toka do profila brane od 5,9 ‰ i maksimalnim padom glavnog toka od oko 8,3‰ –slika 3.



Slika 3. Maksimalni i uravnati pad glavnog toka reke Ub do profila brane

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%.

U slivu akumulacije Pambukovice prosečne godišnje sume padavine su ocenjene na oko 795 mm, slika 4 i Lit./2,9,14/ i sa značajnim i snežnim padavinama. Na slici 3 je prikazana šematska karta šire zone projekta sa lokacijama vodomernih i kišomernih stanica koje su direktno korišćene u analizi režima voda reka Uba i Tamnave.



Slika 4. Šira zona projekta sa lokacijama meteoroloških i vodomernih stanica i izohijetskom kartom prosečnih godipnjih suma padavina

Detaljnija karta analiziranog sliva reke Ub do profila brane, prikazana je u prilogu 1 na topografskoj karti VGI.

4. Izučenost sliva, raspoloživa dokumentacija i podaci

Kako je sliv reke Ub u svom gornjem delu u hidrološkom smislu potpuno neizučen, osnovne podloge za izradu ovih hidroloških analiza su raspoloživa dokumentacija koja je navedena u poglavlju 10 /Literatura/. Osnovna i ključna su dugoperiodska osmatranja vodostaja i merenja proticaja na nizvodnom delu toka reke Ub – vodomerna stanica Ub, kao i u susednim slivovima reka Tamnave, Jadra i Kolubare, a koja su u nadležnosti Republičkog Hidrometeorološkog Zavoda Srbije Lit./13,14/. Od značaja su podaci iz dokumentacije Lit./2,3,9,11,12,13/ gde su sprovedene hidrološko-meteorološke analize za vodomerne i kišomerne stanice iz šireg područja projekta kao i prostorne regionalne analize.

Vodomerna stanica »Ub« je locirana u srednjem-donjem delu toka reke Ub i kontroliše površinu sliva od 214 km² (podatak RHMZ Srbije) i od ušća u Tamnavu-Kolubaru je udaljena 10,0 km. Kota takozvane »0« vodomera je 89,62 mnm. Stanica je osnovana 1959.god. i opremljena limnigrafom od 1977.godine, a od 2006 godine je digitalna, pa se podaci sa ove stanice mogu smatrati pouzdanim. Naravno uz napomenu da pri analizi velikih voda treba uzeti u obzir da na uzvodnom delu toka Uba dolazi i pri relativno manjim velikim vodama do velikih izlivanja u okolni nisko položeni teren i prirodne retenzije. Nedostaju delimično podaci iz 1973. godine, iz cele 1975-1976. godine, i delimično iz 2011 godine i potpuno iz 2012, 2013, 2014. godine kada stanica nije bila u funkciji.

Pored ove stanice samo za kontrolu i popunu nedostajućih podataka na vodomernoj stanici Ub korišćene su i raspoložive analize i podaci sa vodomernih stanica iz susednih slivova. Vodomerna stanica Koceljeva na reci Tamnavi, vodomerna stanica Zavlaka na reci Jadar i kao kontrolna vodomerna stanica Valjevo na reci Kolubara.

Vodomerna stanica »Koceljeva« je locirana u srednjem delu toka reke Tamnave i kontroliše površinu sliva od 208 km² (podatak RHMZ Srbije) i od ušća u Kolubaru je udaljena 47,5 km. Kota takozvane »0« vodomera je 120,31 mnm. Stanica je osnovana 1954. god. i opremljena limnigrafom od 1978.godine, a od 2012 godine je digitalna, pa se podaci sa ove stanice mogu smatrati pouzdanim. Naravno uz napomenu da pri analizi velikih voda treba uzeti u obzir da na uzvodnom delu toka Tamnave dolazi i pri relativno manjim velikim vodama do velikih izlivanja u okolni nisko položeni teren i prirodne retenzije. Nedostaju podaci iz perioda 1975-1978. godina kada stanica nije bila u funkciji.

Vodomerna stanica »Zavlaka« je locirana u godnjem delu toka reke Jadar i po svojim fizičko-geografskim i oticajnim karakteristikama mogla bi da bude slična gornjem delu sliva reke Tamnave. Kontroliše površinu sliva od 313 km² (podatak RHMZ Srbije) i od ušća u Drinu je udaljena 42,5 km. Kota takozvane »0« vodomera je 153,65 mnm. Stanica je osnovana 1959.god. opremljena je limnigrafom, a podaci o proticajima datiraju od 1960. godine, pa se podaci sa ove stanice mogu smatrati pouzdanim. Uočeno je izvesna nestabilnost u prvim godinama njenog rada pa je period 1961-1964. godina u analizama srednjih voda bio isključen.

Vodomerna stanica »Valjevo« na reci Kolubari kontroliše površinu sliva od 340 km² (podatak RHMZ Srbije) i od ušća u reku Savu je udaljena oko 114 km. Kota takozvane »0« vodomera je 179,70 m.n.m. Stanica je osnovana 1951. godine, a kvalitetni podaci o proticajima su od

1955. godine. Od 1980.god. je opremljena limnigrafom, a sada je automatska stanica sa digitalnim registrovanjem nivoa, pa se podaci sa ove stanice mogu smatrati pouzdanim.

Pošto u profilu brane Pambukovica nije bilo i nema sistematskih niti sporadičnih hidroloških merenja i osmatranja, za pouzdano definisanje režima i bilansa voda svakako bi bila neophodna duža sistematska osmatranja i merenja.

5. Padavine - prosečne

Deatalnija analiza padavina, kao i opšteg klimatskog režima biće prikazana u Hidrološkoj studiji u okviru Idejnog projekta brane Pambukovica. U pogledu karakteristika režima padavina, zastupljen je kotinentalni pluviometrijski režim padavina. Za uporednu analizu srednjih godišnjih padavina prvenstveno su korišćeni podaci iz Lit./2,3,9,/ koji su svedeni na jedinstven 50 godišnji analizirani period obrade. Sagledane su i prosečne padavine na slivu korišćenjem izohijetske karte za višegodišnji period, kao i podataka sa većeg broja raspoloživih karakterističnih kišomernih stanica iz šire zone projekta. Dovoljno dug period obrade, kao i regionalan i sistematičan prilaz u spomenutim analizama padavina, obezbeđuju pouzdanu osnovu za sagledavanje međusobnih odnosa prosečnih palih voda za analizirane slivove reke Ub do profila brane Pambukovica i do profila vodomerne stanice Ub.

U tabeli 2 prikazane su analizirane kišomerne stanice iz šire zone projekta, njihove prosečne godišnje sume padavina u (mm) i nadmorska visina.

Tabela 2: Karakteristični podaci kišomernih stanica

Kišomerna stanica	prosečne padavine (mm)	nadm.visina kiš.st. (m.n.m)
1. Ub-Sovljak	710	80
2. Koceljeva	735	130
3. D. Crniljevo	822	180
4. Kaona, posavotamnavska	796	230
5. Lukovac	772	175
6. Zavlaka	866	300
7. Osečina	892	190
8. Valjevo	777	176

Može se uočiti regionalna usklađenost prosečnih višegodišnjih padavina, sa generalnim opadanjem padavina ka jugoistoku, i ka nižim nadmorskim visinama u dolinama Tamnave,

Uba, Kolubare i značajnim uticajem postojeće konfiguracije reljefa. Korišćenjem izohijetske karte, slika 3, ocenjene su prosečne padavine u analiziranim slivovima. Usvojene su vrednosti prosečnih godišnjih padavina od $P_{sr}=795$ mm za sliv reke Ub do profila brane, i $P_{sr}=745$ mm za sliv Uba do profila vodomerne stanice Ub.

5.1 Maksimalne padavine

Za potrebe određivanja velikih voda u slivu, analizirane su raspoložive maksimalne dnevne padavine u analiziranom području. Prioritet je dat stanicama sa što dužim periodom osmatranja i da su opremljene pluviografom. Posle šire analize po parametrima lokacije stanice u slivu, njenoj nadmorskoj visini, koja je poželjna da bude bliska prosečnoj u slivu, i po preliminarnim rezultatima statističke analize, kao adekvatne odabrane su glavne meteorološke stanice Loznica, i Valjevo i kišomerna stanica Ub koje omeđuju analizirano područje. Takođe se na ovim stanicama raspolaže i sa pouzdanim i kontinualnim podacima i iz polavne epizode iz maja 2014. godine, koje su sastavni deo svih ovih analiza. Korišćeni su u celini preporučeni podaci od strane Investitora iz postojeće literature Lit./4,5,6,9,12 / gde su sprovedeni odgovarajući statistički proračuni, pa se neće detaljnije obrazlagati. Na svim ovim stanicama najbolje prilagođavanje na osmotrene podatke pokazale su Log Pirson III i Gumbel raspodela.

Nisu uočene velike razlike u rezultatima raspodele maksimalnih dnevnih padavina, pa smo smatrali da je korektno za analizirani sliv usvojiti osrednjene vrednosti dnevnih padavina sa ove tri stanice. Obzirom da su ovo osmatranja u »tački«, a razmatra se površina sliva od $118,5 \text{ km}^2$, primenjen je redukcion koeficijent prelaza sa tačke na sliv, koji je usvojen i iznosi $K=0,95$.

U tabeli 3 je prikazane su verovatnoće pojave maksimalnih 24-časovnih padavina za odabrane kišomerne stanice, kao i merodavne za sliv reke Ub do profila brane.

Tabela 3: Verovatnoća pojave (povratni periodi) maksimalnih dnevnih padavina

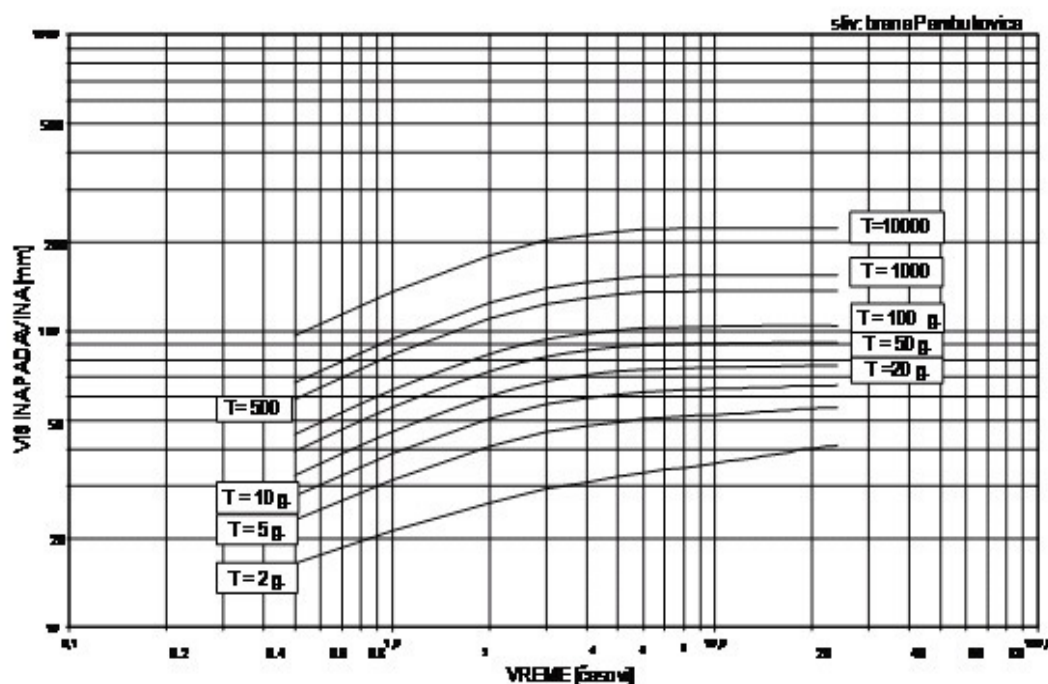
Kiš.st./sliv	Maksimalne dnevne padavine [mm] za povratni period [god]								
	2	5	10	20	50	100	500	1000	10000
Valjevo	44	59	70	80	94	106	134	148	199
Loznica	40,5	60,3	71,1	82,1	97,4	109,8	143	157,3	217,2
Ub	43,3	54,8	66,2	78,8	97,6	113,9	156	184,7	290,8
Osrednjeno	44,9	58	69,1	80,3	96,3	109,9	144,3	163,3	235,7
Sliv brane	41,1	55,1	65,6	76,3	91,5	104,4	137,1	155,1	223,9

Shodno potrebama proračuna velikih voda (poglavlje 8), neophodno je odrediti maksimalne padavine trajanja kraćih od 24h, jer se analizira manji sliv gde je vreme koncentracije sliva ili vreme putovanja kiše od najudaljenijeg dela sliva do profila brane daleko manje od 24 h.

U tabeli 4 prikazane su visine padavina (mm) u zavisnosti od povratnog perioda i trajanja kiše na analaiziranom slivu, a po modelu pluviografske stanice Valjevo Lit./9,12/, koja je po svim parametrima merodavna i za analizirani sliv. Na slici 5 dat je i grafički prikaz ove zavisnosti u formi zavisnosti visine maksimalnih padavina od njihovog trajanja i povratnog perioda.

Tabela 4: 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



Slika 5. Visina padavina u zavisnosti od njihovog trajanja i povratnog perioda

Proverom sa analizama i rezultatima iz nekih drugih studija može se konstatovati regionalna uskladenost režima maksimalnih padavina kraćih trajanja.

2. NUMERIČKA DOKUMENTACIJA

6. 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. Lokacija brane prikazana je na slikama 1 i 4 i na karti u prilogu 1 sa zahvaćenom površinom sliva od 118,5 km².

Prethodna sagledavanja i postojeće hidrološke analize prezentirane u poglavlju 4 su odredile srednji sliv reke Ub koji karakteriše vodomerna stanica Ub, sliv Tmanve koji karakteriše vodomerna stanica Koceljeva i gornji sliv Jadra koji karakteriše vodomerna stanica Zavlaka, kao dovoljno pouzdane za definisanje osnovnog režima i bilansa voda za profil brane Pambukovica.

Svakako da je kao ključna i kao vodomerna stanica (sliv) analog usvojena nizvodna vodomerna stanica Ub na reci Ub. Treba napomenuti da je u okviru ovih preliminarnih analiza korišćena i vodomerna stanica Valjevo preko koje se dobijaju slični rezultati i mogu izvući isti zaključci. No sprovedene korelacione analize sa susednim slivom reke Jadar do profila vodomerne stanice Zavlaka su pokazale malo bolje rezultate, pa su i usvojene za dalje analize. Te dodatne obrade nalaze se u arhivi obrađivača.

U tabeli 5 su sistematizovano prikazani analizirani podaci svedeni na njihove ukupne i neprekidne raspoložive periode rada.

Tabela 5: Karakteristični podaci vodomernih stanica u slivu Tamnave, Uba i Jadra

vodomerna stanica	površina sliva (km ²)	Qsr (m ³ /s) za jedinstven period	qsr (l/s/km ²) modul oticaja
Koceljeva	208	1957-2014 god. - 1,041	5,00
Ub	214	1960-2014 god. - 1,043	4,87
Zavlaka	313	1960-2014 god. - 3,05 (2,92)	9,3

Iz Lit./14/ i po računu br. 922-2-21-2016 preuzeti su podaci o proticajima na ovim vodomernim stanicama za njihove raspoložive periode rada. Da bi se proverio kvalitet i

pouzdanost podataka i obrada sa sve tri vodomerne stanice Koceljeva, Ub i Zavlaka i popunili nedostajući podaci urađene su međusobne-unakrsne regresione analiza srednjih godišnjih proticaja

U regresionu analizu srednjih godišnjih proticaja uključeni su svi podaci iz zajedničkog raspoloživog perioda rada. U relaciji Koceljeva –Zavlaka nedostaju korespondentni podaci za period 1975-1978.god. U relaciji Ub - Zavlaka nedostaju podaci za period 1975-1976 godina i 2012-2014.godina. U relaciji Koceljeva –Ub nedostaju podaci za period 1975-1978 godina i 2012-2014.godina. Pojedini izolovani nedostajući podaci u ponekom mesecu su iterativno popunjeni u toku ovih analiza. Bilansna usklađenost i pouzdanost podataka rezultirali su visokim koeficijentima korelacije i usvojenim sledećim relacijama.

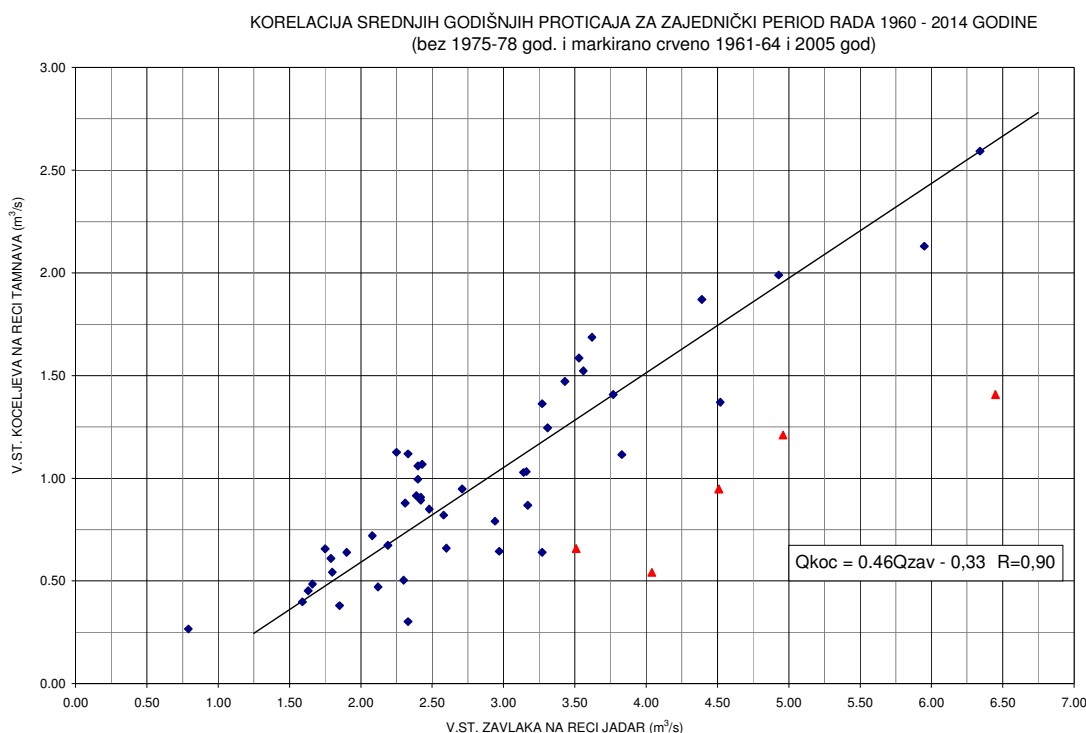
$$Q_{koc} = 0,46Q_{zav} - 0,33 \quad R=0,90$$

$$Q_{ub} = 0,51Q_{zav} - 0,42 \quad R=0,90$$

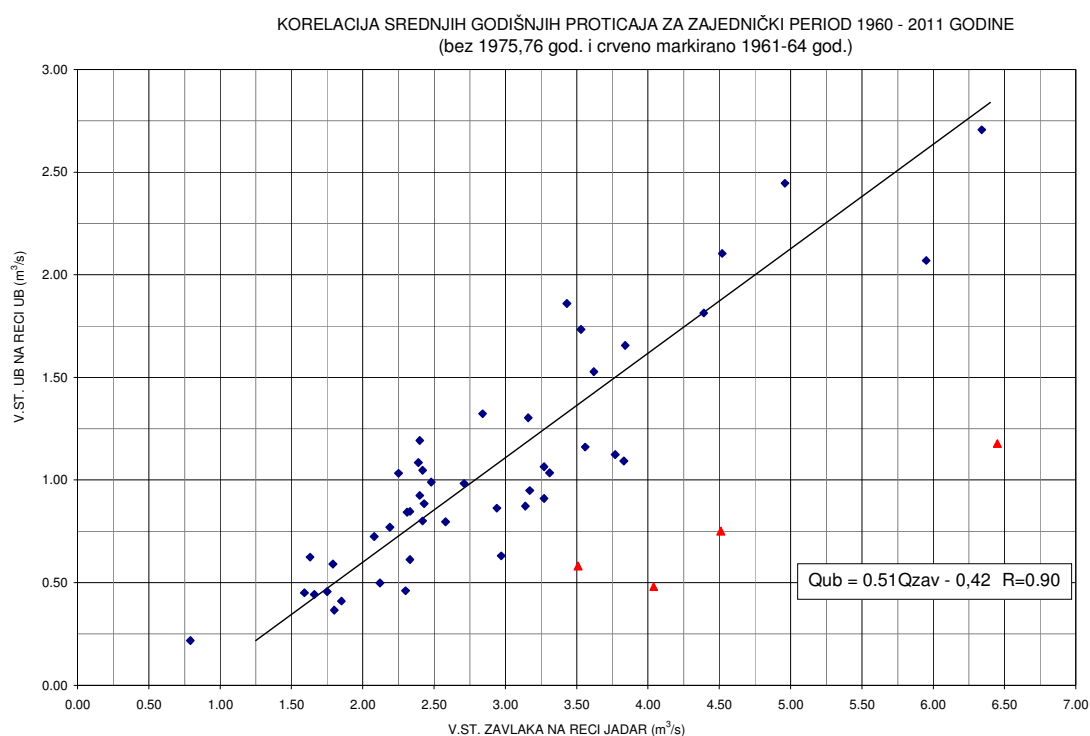
$$Q_{koc} = 0,96Q_{ub} + 0,03 \quad R=0,92$$

$$Q_{ub} = 1,04Q_{koc} - 0,03 \quad R=0,92$$

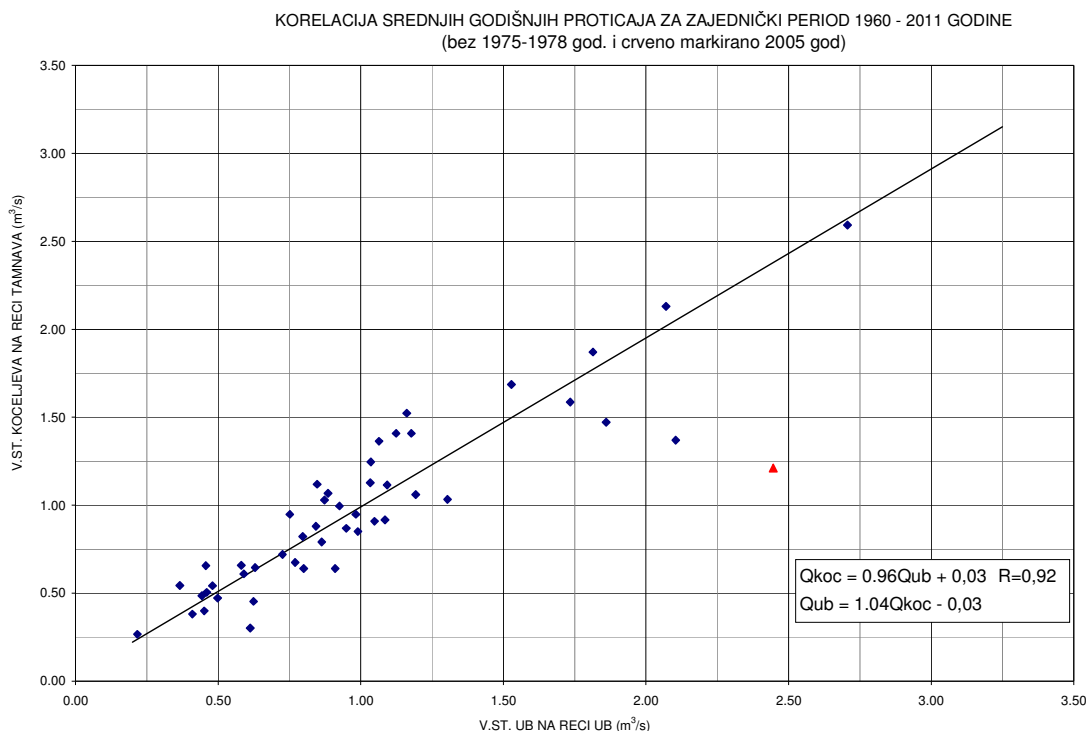
Ova analize su grafički prikazane na slikama 6, 7, 8 respektivno. Mora se napomenuti da su iz analiza isključene godine 1961-1964 sa stanice Zavlaka i 2005. godina sa stanice Ub kao nedovoljno pouzdane. I unakrsne analize sa ranije spomenutom stanicom Valjevo ukazuju na iste zaključke do kojih se došlo u prikazanim analizama..



Slika 6. Korelacija srednjih godišnjih proticaja za zajednički period rada, vod. stanice Koceljeva i Zavlaka



Slika 7. Korelacija srednjih godišnjih proticaja za zajednički period rada, vod. stanice Ub i Zavlaka



Slika 8. Korelacija srednjih godišnjih proticaja za zajednički period rada, vod. stanice Ub i Koceljeva

Na osnovu ustanovljenih relacija popunjeni su nedostajući podaci na vod. stanici Ub i na vodomernoj stanici Koceljeva koji su markirani u tabeli srednjih mesečnih i godišnjih proticaja. Kako se radi o manjem broju podataka, ove korekcije nemaju bitan uticaj na višegodišnji bilans i režim voda.

Tabele srednjih mesečnih i godišnjih proticaja na vodomernim stanicama Koceljeva, Ub i Zavlaka sa karakterističnim statističkim parametrima - prosečne višegodišnje vrednosti, standardna devijacija i koeficijent varijacije, prikazane su na slikama 9, 10, 11. Boldirane su vrednosti srednjih mesečnih proticaja koje su popunjene ili korigovane, koristeći definisanu regresionu vezu srednjih godišnjih proticaja između ovih vodomernih stanica.

Na slici 9:

popunjeno korelacijom vod.st. Koceljeva - Zavlaka

popunjeno korelacijom vod.st. Koceljeva - Ub

Reka Tamnava, vod. st. Koceljeva

GOD.	JAN	FEB	MART	APRIL	MAJ	JUNI	JULI	AVG	SEPT	OKT	NOV	DEC	GOD.
1957	0.382	1.119	0.253	0.331	4.246	1.379	0.347	0.756	0.808	0.915	0.246	0.760	0.962
1958	1.543	1.581	6.383	4.230	0.491	0.317	0.140	0.111	0.100	0.195	0.260	1.106	1.371
1959	1.821	1.213	0.544	0.241	0.346	0.171	1.217	1.799	0.309	0.130	2.663	0.522	0.915
1960	3.529	2.428	0.252	0.718	0.283	0.149	0.887	0.133	0.091	0.153	0.238	0.631	0.791
1961	0.485	0.740	0.206	0.185	4.458	1.122	0.104	0.086	0.070	0.070	0.131	0.242	0.658
1962	1.703	5.300	6.578	2.652	0.152	0.098	0.106	0.053	0.000	0.059	0.083	0.113	1.408
1963	0.463	4.558	1.226	2.782	0.230	0.767	0.177	0.154	0.777	0.061	0.103	0.076	0.948
1964	0.059	0.637	1.201	0.279	0.324	0.098	0.333	0.280	0.117	0.325	1.755	1.094	0.542
1965	1.826	1.469	2.523	0.756	2.857	0.397	0.266	0.018	0.012	0.010	0.067	0.209	0.868
1966	0.984	3.754	1.367	0.430	0.840	0.798	1.280	0.289	0.217	0.113	0.128	2.146	1.029
1967	1.651	1.077	3.119	1.270	1.761	2.366	0.266	0.038	0.052	0.042	0.088	0.662	1.033
1968	3.660	4.981	0.744	0.210	0.176	0.209	0.706	1.734	0.251	0.119	2.443	3.048	1.523
1969	1.377	5.602	1.375	0.881	0.232	1.431	0.406	0.106	0.071	0.047	0.113	1.079	1.060
1970	5.771	6.598	4.194	1.882	4.082	2.064	2.817	1.331	0.172	0.676	1.190	0.343	2.593
1971	0.850	1.790	3.494	2.224	0.502	0.118	0.068	0.041	0.155	0.104	0.209	0.295	0.821
1972	0.292	0.359	0.282	0.279	0.171	0.096	0.483	0.577	0.467	2.561	2.530	0.538	0.720
1973	0.592	0.593	2.264	4.623	0.305	1.486	0.130	0.086	0.071	0.106	0.118	0.343	0.893
1974	0.577	0.266	0.182	0.539	0.864	1.025	0.443	0.050	0.069	1.087	2.709	4.127	0.995
1975	1.467	0.784	0.213	0.880	3.070	3.465	1.301	2.344	0.656	0.596	1.165	0.815	1.396
1976	1.079	2.331	1.722	2.275	1.029	4.488	0.299	0.010	0.010	0.010	0.067	0.544	1.155
1977	1.469	3.285	1.534	2.625	0.876	0.481	0.584	0.253	0.479	0.352	1.054	2.607	1.300
1978	1.292	6.162	2.430	0.970	1.989	3.282	1.546	0.221	0.362	0.246	0.208	0.724	1.619
1979	5.449	2.319	0.515	0.750	0.922	0.509	0.552	0.221	0.080	0.224	0.564	1.326	1.119
1980	3.719	3.613	2.197	0.993	4.238	2.283	0.650	0.116	0.103	0.180	1.030	3.331	1.871
1981	2.472	3.026	7.323	0.877	0.748	1.036	0.152	0.156	0.176	0.246	1.512	2.524	1.687
1982	1.067	1.124	3.168	1.564	0.692	0.472	0.481	0.595	0.222	0.407	0.391	0.809	0.916
1983	1.421	1.335	0.565	0.837	0.110	0.332	0.486	0.033	0.615	0.168	0.233	1.951	0.674
1984	2.260	5.964	5.498	1.106	2.735	0.334	0.161	0.163	0.136	0.163	0.312	0.194	1.586
1985	2.153	0.928	2.468	3.169	0.615	0.541	0.133	1.673	0.257	0.147	0.858	0.583	1.127
1986	1.815	2.414	3.421	1.408	0.946	0.833	1.214	0.168	0.094	0.134	0.158	0.215	1.068
1987	0.352	2.572	1.520	2.585	6.317	0.581	1.069	0.101	0.047	0.078	0.648	1.022	1.408
1988	0.543	0.688	7.657	0.842	0.193	0.180	0.031	0.005	0.061	0.030	0.108	0.224	0.880
1989	0.085	0.100	0.516	0.110	1.564	2.361	0.089	0.057	0.050	0.134	0.419	0.164	0.471
1990	0.661	0.826	0.507	0.347	0.099	0.416	0.014	0.005	0.005	0.005	0.115	0.189	0.266
1991	0.225	0.214	0.355	1.560	0.500	0.411	0.296	0.412	0.028	0.400	0.976	0.441	0.485
1992	0.919	1.584	0.390	0.492	0.178	1.442	0.089	0.006	0.004	0.065	0.494	0.849	0.543

1993	0.579	0.487	2.970	1.976	0.150	0.129	0.070	0.008	0.176	0.088	0.501	0.734	0.656
1994	1.100	1.061	1.151	1.204	0.237	0.884	0.116	0.039	0.012	0.025	0.058	0.166	0.504
1995	0.857	1.325	0.892	2.451	0.555	0.276	0.216	0.015	0.159	0.047	0.172	0.776	0.645
1996	0.596	3.006	2.585	2.201	0.738	0.174	0.035	0.029	0.109	0.077	1.291	2.999	1.153
1997	3.218	3.794	0.502	1.193	0.193	0.171	0.878	1.113	0.037	1.548	0.621	3.090	1.363
1998	4.626	0.773	0.504	0.176	0.116	0.048	0.039	0.013	0.102	1.413	1.166	1.917	0.908
1999	1.304	5.381	0.405	0.561	0.166	0.058	1.681	0.062	0.039	0.011	0.327	7.673	1.472
2000	0.920	2.396	0.872	1.052	0.060	0.084	0.007	0.005	0.005	0.005	0.007	0.028	0.453
2001	0.081	0.072	0.371	3.329	0.127	5.120	0.170	0.065	3.341	0.240	1.380	0.650	1.246
2002	0.888	0.244	0.177	0.628	0.333	0.052	0.091	0.048	0.017	0.446	0.299	0.404	0.302
2003	1.776	1.327	0.638	0.128	0.069	0.102	0.005	0.004	0.011	0.353	0.165	0.204	0.399
2004	2.347	1.752	1.058	1.221	0.378	0.678	0.246	0.276	0.051	0.121	2.138	1.110	0.948
2005	0.799	4.498	5.936	2.304	0.985	0.741	1.528	2.477	2.698	2.014	0.985	3.567	2.378
2006	1.677	2.476	7.555	0.809	0.222	2.904	0.093	0.224	0.180	0.101	0.098	0.100	1.370
2007	0.909	0.518	2.455	0.180	0.722	0.515	0.041	0.030	0.085	0.340	2.831	1.581	0.851
2008	1.710	1.116	2.666	0.620	0.390	0.184	0.077	0.048	0.109	0.072	0.137	0.166	0.608
2009	0.711	1.322	2.446	0.074	0.023	0.698	0.194	0.034	0.007	0.101	0.234	1.814	0.638
2010	2.650	4.755	2.706	1.330	1.754	6.065	1.358	0.684	0.453	1.032	0.839	1.898	2.127
2011	0.527	1.233	1.271	0.410	0.580	0.231	0.123	0.050	0.008	0.027	0.039	0.036	0.378
2012	0.659	1.707	1.408	1.098	2.455	0.298	0.055	0.012	0.002	0.002	0.029	0.258	0.665
2013	0.431	1.497	2.999	1.004	0.559	0.363	0.187	0.023	0.002	0.100	0.146	0.346	0.638
2014	0.244	0.106	0.166	3.296	14.304	0.231	0.300	1.444	1.624	0.875	0.293	1.020	1.992
Qsr	1.46	2.14	2.07	1.30	1.28	0.99	0.46	0.36	0.28	0.33	0.67	1.14	1.041
St.dev	1.27	1.78	2.04	1.07	2.20	1.30	0.56	0.60	0.59	0.51	0.78	1.34	0.51
Cv	0.87	0.83	0.99	0.83	1.72	1.31	1.20	1.68	2.09	1.52	1.15	1.17	0.49

Slika 9. Tabela srednjih mesečnih i godišnjih proticaja, vod. st Koceljeva

Reka Ub, vod. st. Ub

GOD.	JAN	FEB	MART	APRIL	MAJ	JUNI	JULI	AVG	SEPT	OKT	NOV	DEC	GOD.
1960	2.694	2.175	0.573	1.029	0.822	0.450	1.080	0.405	0.117	0.127	0.244	0.641	0.863
1961	0.528	0.804	0.392	0.305	3.607	0.673	0.139	0.093	0.031	0.035	0.103	0.259	0.581
1962	0.701	3.596	6.240	2.139	0.339	0.357	0.123	0.147	0.028	0.044	0.089	0.316	1.177
1963	0.658	4.086	1.055	1.749	0.365	0.492	0.109	0.047	0.312	0.006	0.072	0.061	0.751
1964	0.066	0.424	1.076	0.501	0.381	0.557	0.410	0.148	0.161	0.290	1.091	0.658	0.480
1965	0.906	2.017	3.101	0.699	3.006	0.382	0.335	0.019	0.138	0.077	0.126	0.579	0.949
1966	0.831	2.046	0.643	1.013	0.759	1.310	1.179	0.297	0.145	0.207	0.127	1.917	0.873

1967	1.288	0.848	4.328	1.870	3.666	1.868	0.547	0.021	0.051	0.197	0.396	0.572	1.304
1968	2.041	3.775	0.825	0.373	0.229	0.142	0.228	0.376	0.357	0.132	1.561	3.893	1.161
1969	0.975	7.034	1.223	0.870	0.282	1.075	0.831	0.206	0.170	0.202	0.238	1.193	1.192
1970	5.276	6.976	3.800	2.063	4.626	5.236	2.819	0.382	0.118	0.402	0.533	0.241	2.706
1971	0.495	1.256	2.703	2.883	0.634	0.283	0.134	0.147	0.177	0.176	0.334	0.335	0.796
1972	0.225	0.279	0.175	0.270	0.549	0.123	0.809	0.685	0.666	2.458	1.761	0.697	0.725
1973	0.601	0.629	2.417	4.293	0.424	0.591	0.279	0.012	0.012	0.040	0.060	0.300	0.805
1974	0.577	0.247	0.200	0.392	0.561	0.582	0.467	0.060	0.053	0.973	3.030	3.959	0.925
1975	1.573	0.815	0.182	0.921	3.349	3.788	1.388	2.545	0.673	0.606	1.238	0.850	1.494
1976	1.142	2.530	1.855	2.468	1.087	4.921	0.277	0.010	0.010	0.010	0.020	0.549	1.240
1977	1.499	3.391	1.567	2.703	0.881	0.470	0.577	0.232	0.468	0.335	1.067	2.684	1.323
1978	1.315	6.388	2.500	0.979	2.041	3.387	1.579	0.199	0.346	0.225	0.185	0.723	1.656
1979	3.559	2.128	0.531	0.588	1.348	0.304	0.279	0.175	0.132	0.212	0.287	0.619	0.847
1980	2.410	3.932	2.087	1.253	4.137	2.179	0.873	0.273	0.260	0.347	0.980	3.039	1.814
1981	1.937	2.303	6.847	0.878	0.853	0.929	0.297	0.247	0.263	0.257	1.248	2.273	1.528
1982	0.881	0.997	3.222	1.154	1.028	0.746	0.832	0.976	0.364	0.653	0.453	1.714	1.085
1983	1.570	1.184	0.704	1.236	0.937	0.665	0.787	0.157	0.229	0.230	0.288	1.256	0.770
1984	2.172	5.827	6.060	1.631	2.442	0.711	0.372	0.318	0.252	0.279	0.413	0.335	1.734
1985	1.235	0.545	2.893	3.071	0.604	0.313	0.132	1.740	0.231	0.170	0.950	0.508	1.033
1986	1.703	1.968	2.481	0.857	0.653	1.132	1.006	0.145	0.084	0.154	0.198	0.239	0.885
1987	0.293	1.341	1.152	1.868	5.970	0.403	0.354	0.071	0.075	0.172	0.869	0.924	1.124
1988	0.787	0.843	6.030	0.912	0.255	0.347	0.130	0.065	0.093	0.195	0.216	0.238	0.843
1989	0.152	0.074	0.271	0.102	1.457	2.642	0.314	0.078	0.085	0.364	0.333	0.103	0.498
1990	0.613	0.818	0.554	0.239	0.053	0.029	0.006	0.003	0.005	0.146	0.052	0.089	0.217
1991	0.137	0.056	0.151	1.068	0.594	0.986	0.386	0.223	0.029	0.723	0.780	0.186	0.443
1992	0.436	1.466	0.658	0.146	0.093	0.238	0.052	0.006	0.002	0.088	0.684	0.528	0.366
1993	0.197	0.183	1.770	2.035	0.146	0.100	0.053	0.023	0.146	0.222	0.273	0.339	0.457
1994	0.763	0.588	1.325	0.661	0.169	0.907	0.181	0.032	0.028	0.309	0.393	0.159	0.460
1995	0.626	1.001	0.528	3.382	0.484	0.302	0.065	0.030	0.071	0.163	0.588	0.315	0.630
1996	0.510	3.006	3.020	3.366	0.509	0.086	0.017	0.011	0.157	0.325	0.699	1.396	1.092
1997	2.371	3.195	0.603	1.052	0.272	0.120	0.282	0.346	0.121	1.348	0.833	2.226	1.064
1998	2.712	1.128	0.755	0.468	0.435	0.347	0.285	0.289	0.591	1.919	1.926	1.720	1.048
1999	1.404	4.124	1.281	1.083	0.897	0.747	4.289	0.929	0.650	0.701	0.840	5.372	1.860
2000	1.529	1.661	1.384	1.272	0.654	0.270	0.006	0.000	0.053	0.062	0.453	0.143	0.624
2001	0.074	0.045	0.408	2.384	0.239	3.225	0.397	0.054	2.658	0.560	1.525	0.854	1.035
2002	1.318	0.524	0.336	0.981	0.439	0.178	0.058	0.067	0.073	1.923	0.805	0.641	0.612

2003	1.582	1.411	0.773	0.136	0.111	0.109	0.020	0.004	0.027	0.558	0.548	0.127	0.451
2004	2.123	1.631	1.104	1.773	0.732	0.758	0.099	0.243	0.095	0.278	2.272	0.687	0.983
2005	0.801	4.654	6.152	2.369	0.995	0.741	1.560	2.549	2.779	2.067	0.995	3.684	2.446
2006	2.570	2.779	11.126	3.561	0.938	2.856	0.162	0.484	0.220	0.139	0.146	0.265	2.104
2007	1.326	0.383	3.177	0.262	0.668	0.432	0.015	0.013	0.094	0.508	3.351	1.647	0.990
2008	2.527	1.047	2.393	0.243	0.105	0.127	0.038	0.026	0.106	0.070	0.102	0.280	0.589
2009	0.412	0.744	3.533	0.234	0.076	1.281	0.538	0.056	0.032	0.444	0.556	3.014	0.910
2010	3.496	4.862	2.479	1.067	1.204	6.346	2.160	0.252	0.437	0.638	0.512	1.391	2.070
2011	0.409	1.103	1.666	0.413	0.685	0.231	0.146	0.094	0.072	0.043	0.060	0.050	0.414
2012	0.655	1.745	1.434	1.112	2.523	0.280	0.027	0.005	0.001	0.001	0.010	0.238	0.669
2013	0.418	1.527	3.089	1.014	0.551	0.348	0.164	0.010	0.002	0.074	0.122	0.330	0.637
2014	0.224	0.080	0.143	3.398	14.846	0.210	0.282	1.472	1.659	0.880	0.275	1.031	2.042
Qsr	1.260	2.004	2.127	1.360	1.377	1.060	0.545	0.318	0.295	0.432	0.678	1.062	1.043
St.dev	1.03	1.81	2.14	1.04	2.25	1.40	0.76	0.55	0.54	0.54	0.72	1.18	0.55
Cv	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

popunjeno korelacijom vod.st. Ub-Koceljeva

popunjeno korelacijom vod.st. Ub-Zavlaka

Slika 10. Tabela srednjih mesečnih i godišnjih proticaja, vod. st Ub
Reka Jadar, vod. st. Zavlaka

GOD.	JAN	FEB	MART	APRIL	MAJ	JUNI	JULI	AVG	SEPT	OKT	NOV	DEC	GOD.
1960	10.2	5.62	1.03	2.65	3.61	1.68	5.94	.777	.415	.254	.971	2.12	2.94
1961	1.49	7.05	1.20	.738	16.0	11.6	.611	.173	.063	.062	.949	2.12	3.51
1962	6.82	21.6	24.9	17.8	1.69	1.38	.772	.319	.148	.199	.316	1.34	6.44
1963	2.19	15.0	7.38	18.0	1.31	3.66	1.01	1.15	2.89	.318	.841	.481	4.51
1964	.454	6.34	8.07	4.50	3.88	4.99	4.29	3.49	1.18	2.52	6.44	2.32	4.04
1965	3.14	4.72	5.95	1.95	14.5	2.51	1.46	.478	.492	.448	.725	1.64	3.17
1966	2.92	7.84	4.44	2.63	3.48	3.10	3.62	1.02	.672	.498	.641	6.86	3.14
1967	2.89	2.89	8.95	3.57	7.82	5.88	1.64	.533	.452	.482	.524	2.32	3.16
1968	4.58	8.88	1.81	.590	.513	.528	.449	4.56	2.51	1.22	9.02	8.00	3.55
1969	2.06	11.7	3.73	2.44	.594	1.38	.960	.761	.798	.589	.557	3.23	2.40
1970	9.21	11.5	10.2	5.61	11.2	6.56	11.5	3.44	.531	1.60	3.54	1.23	6.34
1971	2.10	5.74	7.27	5.41	1.15	1.91	.372	.218	1.46	1.05	2.14	2.16	2.58
1972	.923	.686	.652	1.62	1.19	.648	1.26	2.05	1.82	6.58	4.81	2.67	2.08

1973	1.17	1.65	7.66	12.0	1.28	.932	.552	.611	.193	.429	.289	2.31	2.42
1974	3.38	1.09	.565	1.51	2.72	1.55	.952	.098	.116	3.26	5.28	8.23	2.40
1975	3.91	2.42	1.18	2.63	7.39	8.25	3.55	5.81	2.14	2.01	3.25	2.49	3.75
1976	3.06	5.79	4.46	5.66	2.95	10.5	1.37	.593	.595	.495	.862	1.90	3.18
1977	1.68	4.19	3.34	5.18	2.11	1.18	1.03	.896	2.39	1.41	3.90	6.76	2.84
1978	2.90	12.1	7.19	3.02	3.69	7.29	2.85	.697	1.64	.991	.687	2.98	3.84
1979	8.52	4.84	1.01	1.90	2.64	1.25	1.57	.543	.364	.485	1.96	2.89	2.33
1980	6.73	7.95	4.89	4.43	11.0	4.21	1.82	.992	.839	.717	2.86	6.27	4.39
1981	4.68	4.72	13.4	1.94	2.33	3.18	.211	.152	.708	.527	4.33	7.17	3.62
1982	2.91	1.83	8.93	3.42	3.20	1.50	1.68	1.74	.561	1.16	.897	.855	2.39
1983	4.00	4.41	2.90	4.10	.921	1.06	.544	.247	2.01	.681	.951	4.46	2.19
1984	4.87	9.39	12.0	4.16	5.68	2.15	.991	.828	.470	.441	.750	.597	3.53
1985	3.35	1.53	3.25	7.50	1.75	1.17	.226	2.81	.913	.658	2.51	1.37	2.25
1986	1.01	2.96	6.21	3.34	3.19	5.06	5.25	.719	.247	.258	.409	.446	2.42
1987	.902	5.78	4.43	6.30	11.8	3.55	4.71	.337	.199	.173	3.11	3.93	3.76
1988	2.23	2.35	13.0	3.95	1.90	1.28	.592	.267	.266	.310	.552	1.08	2.31
1989	.753	.567	2.18	1.08	4.65	8.27	1.28	.856	.946	1.77	2.06	1.03	2.12
1990	1.83	1.99	1.61	1.45	.727	.893	.116	.074	.075	.097	.160	.500	0.79
1991	1.19	.740	1.00	3.26	1.57	2.65	.597	2.23	.429	1.57	3.06	1.64	1.66
1992	3.06	4.64	1.93	2.05	1.11	3.18	.685	.404	.366	.716	1.71	1.79	1.80
1993	1.32	.906	5.82	7.44	1.09	.730	.550	.422	.441	.369	.610	1.28	1.75
1994	3.35	3.61	5.04	4.58	2.72	4.62	1.35	.523	.409	.344	.457	.553	2.30
1995	3.41	5.70	4.17	9.28	1.72	1.80	2.06	1.15	1.67	.396	2.27	1.96	2.97
1996	3.08	4.86	7.46	8.12	3.32	2.02	.826	.644	2.30	1.38	4.65	7.29	3.83
1997	7.36	6.73	2.90	5.14	1.49	1.12	1.31	2.05	.408	3.21	2.05	5.49	3.27
1998	5.79	4.04	2.52	.983	.826	.386	.304	.343	.995	4.24	4.15	4.50	2.42
1999	4.09	8.87	4.11	3.67	2.89	1.74	3.11	.691	.218	.102	.808	10.9	3.43
2000	4.14	5.15	4.67	3.33	.911	.605	.117	.071	.077	.077	.111	.260	1.63
2001	.783	1.01	2.40	5.15	1.82	11.1	1.63	.731	7.53	1.26	3.27	3.08	3.31
2002	4.07	2.06	1.82	4.23	2.72	1.05	.526	.574	.493	4.76	2.95	2.69	2.33
2003	4.37	4.28	2.78	1.28	.771	.417	.375	.239	.254	1.68	1.29	1.33	1.59
2004	6.01	4.71	2.80	4.33	2.28	1.69	.799	.956	.391	.831	4.54	3.20	2.71
2005	2.73	6.44	13.2	5.25	2.46	4.40	7.07	4.63	2.88	3.34	1.87	5.27	4.96
2006	3.66	5.52	19.4	5.81	3.89	9.31	.888	1.29	1.18	.819	.953	1.48	4.52
2007	3.84	2.12	4.66	1.19	3.07	1.33	.207	.080	.455	1.69	7.25	3.86	2.48
2008	4.01	2.96	7.74	1.79	1.01	.862	.233	.065	.142	.085	.630	1.94	1.79

2009	3.06	4.15	12.4	2.18	.573	3.72	2.24	.290	.096	.598	1.91	7.95	3.27
2010	5.87	9.46	7.64	5.53	5.42	14.7	10.1	1.10	1.66	2.87	2.48	4.50	5.95
2011	2.03	4.20	5.62	3.21	3.80	1.64	.589	.229	.103	.098	.168	.531	1.85
2012	2.49	4.46	6.49	4.54	10.3	1.87	.199	.075	.075	.094	.087	.526	2.60
2013	1.39	4.53	6.28	3.42	2.49	2.07	.830	.152	.182	.263	.424	.820	1.90
2014	.576	.739	1.76	8.78	24.4	3.41	2.68	6.06	5.08	1.96	.804	2.90	4.93
Qsr	3.43	5.22	5.79	4.46	3.99	3.37	1.86	1.13	1.02	1.17	2.09	3.05	3.05
St.dev	2.19	3.91	4.73	3.51	4.53	3.26	2.34	1.42	1.32	1.32	1.96	2.48	1.19
Cv	0.64	0.75	0.82	0.79	1.14	0.97	1.25	1.25	1.29	1.13	0.94	0.81	0.39

Slika 11. Tabela srednjih mesečnih i godišnjih proticaja, vod. st Zavlake

Izvršene analize ukazuju na pouzdano obrađen i utvrđen dugogodišnji bilans voda u profilima analiziranih vodomernih stanica.

6.1 Analiza srednjih voda u profilu brane Pambukovica

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.

Metoda šire, prostorne regionalne analize

Koristeći po našim iskustvima odgovarajuće karte izolinija modula prosečnih oticaja Srbije Lit./2,13/, regionalne analize iz Lit./3/, prosečna vrednost srednjeg godišnjeg proticaja u profilu brane je ocenjena:

$q_{sr}=7,0 \text{ l/s/km}^2$ - srednji višegodišnji specifičan oticaj

$Q_{sr}= 0,83 \text{ m}^3/\text{s}$ - srednji višegodišnji proticaj

Mora se napomenuti da su karte prosečnih modula oticaja koje su inače vrlo kvalitetno urađene uglavnom starijeg datuma (neke od njih koje je izdao RHMZ Srbije obrađuju period 1954-1985.god), i ti periodi obrade su generalno vodniji od produženog perioda do 2014.god. u proseku reda oko 10%.

Takođe su korišćene tekuće analize po kojima bi se moglo zaključiti da sliv Uba do brane Pambukovica po svojim oticajnim karakteristikama treba da ima sigurno više vrednosti od onih registrovanih na nizvodnoj vodomernoj stanici Ub, a dosta niže od gornjih delova susednih slivova reka Obnice i Jadra Na to ukazuju i podaci sa znatno više položenih slivova Jadra i Obnice, a koji su i lokacijski bliže području Drine sa višim padavinama, gde prosečni oticaji dostižu vrednosti oko 9,5 l/s/m³.

Metoda analogije

Metoda analogije, zasniva na sličnosti uslova formiranja oticaja koristeći sledeću teorijsko-iskustvenu relaciju, a gde je kao »izučeni« analogni sliv, korišćen sliv reke Ub do profila vodomerne stanice Ub .

$$Q = A/A_a * P/P_a * (H_{sr}/H_{sr.a})^{1/3} * Q_a$$

gde su:

Q – prosečan proticaj na neizučenom slivu do profila brane Pambukovica

A – površina sliva do profila brane Pambukovica (118.5 km²)

P – prosečne padavine na slivu do profila brane Pambukovica, (795 mm),

H_{sr} – srednja nadmorska visina sliva do profila brane Pambukovica, (282 m.n.m).

A_a – površina sliva do profila vod. st. Ub (214,0 km²)

P_a – prosečne padavine na slivu do profila do profila vod. st. Ub (745 mm)

Q_a – prosečan proticaj na slivu do profila vod. st. Ub (1,04 m³/s)

H_{sr.a} – srednja nadmorska visina sliva do profila vod. St. Ub (230 m.n.m)

Podaci o prosečnim višegodišnjim padavinama ocenjeni su na osnovu Izohijetske karte srednjih višegodišnjih padavina i podataka sa kišomernih stanica u regionu - slika 4. Obzirom na dovoljno dug i jedinstven period obrade adekvatni su za uspostavljanje potrebnih odnosa prosečnih padavina na analiziranim pripadajućim slivnim površinama.

Podaci o srednjim nadmorskim visinama analiziranih slivova, sračunati su na bazi raspoloživih VGI karata, razmera 1:25000 i 1:50000.

Opisanim postupkom sračunata je prosečna vrednost srednjeg godišnjeg proticaja u profilu brane Pambukovica i iznosi:

$Q_{sr} = 0,66 \text{ m}^3/\text{s}$ - srednji višegodišnji proticaj

$q_{sr} = 5,6 \text{ l/s/km}^2$ - srednji višegodišnji specifičan oticaj

6.2 Usvojene srednje vode u profilu brane

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 $Q_{sr} = 0,66\text{--}0,82 \text{ m}^3/\text{s}$ u profilu brane Pambukovica, pa je u tabeli 6 prikazana usvojena vrednost prosečnog višegodišnjeg oticaja u profilu brane Pambukovica

Tabela 6: Karakteristične prosečne višegodišnje vrednosti

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

Kao što je već ranije napomenuto, referentan profil za definisanje unutar godišnjeg režima proticaja u profilu brane Pambukovica je profil vodomerne stanice Ub na reci Ub. Usvajanje ovog profila uslovljeno je uporedivim fizičko-geografskim karakteristikama razmatranih slivova, lokacijom profila u istom slivu, i dugim raspoloživim nizom sračunatih srednjih mesečnih i godišnjih proticaja za period 1960-2014. godina, koji je prikazan na slici 10.

Korepodentni odnos srednjih godišnjih proticaja definisan je sledećom relacijom:

$$Q_{pam}/Q_{ub} = 0,72/1,043 = 0,6903$$

Tabela srednjih mesečnih i godišnjih proticaja na profilu brane Pambukovica sa karakterističnim statističkim parametrima - prosečna višegodišnja vrednost, standardna devijacija i koeficijent varijacije, prikazana je na slici 12.

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
St.dev	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
Cv	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

Slika 12. Tabela srednjih mesečnih i godišnjih proticaja, brana Pambukovica

Na osnovu nje definisani su i u tabeli 7 prikazani prosečni višegodišnji srednji mesečni i godišnji proticaji u profilu brane Pambukovica.

Tabela 7: Prosečni višegodišnji srednji mesečni proticaji u profilu brane Pambukovica

mesec	Q _{god}
-------	------------------

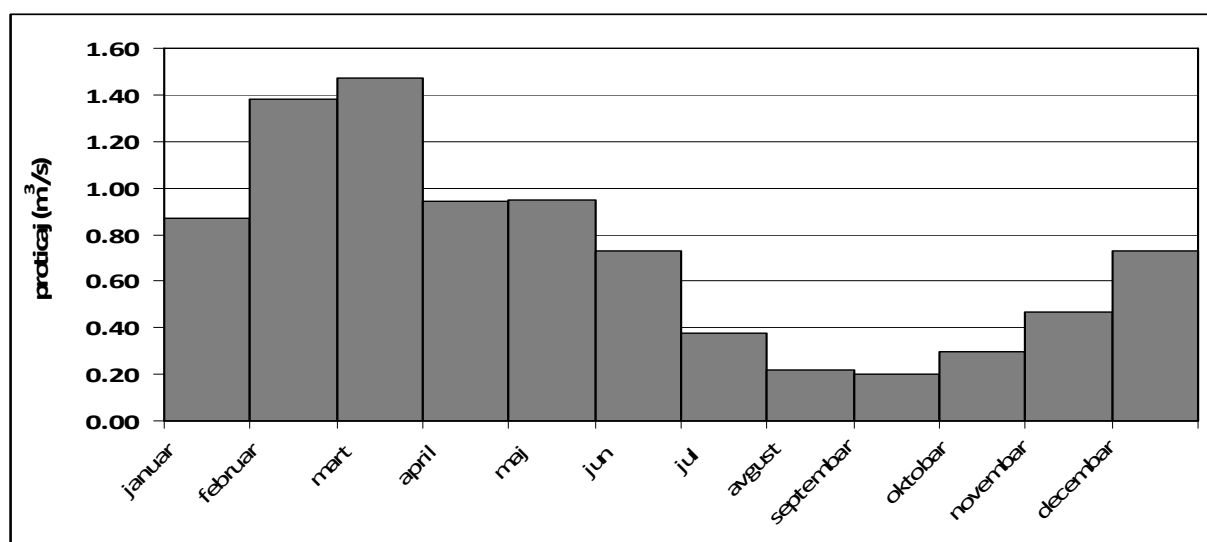
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	m ³ /s
0,87	1,38	1,47	0,94	0,95	0,73	0,38	0,22	0,20	0,30	0,47	0,73	0,72

Prosečni proticaj za analizirani period 1960-2014. god. iznosi 0.72 m³/s, ili specifični oticaj 6,08 l/s/km², 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 m³/s u sušnoj 1990. do 1,87 m³/s u kišnoj 1970. godini.

Neravnomernost protoka unutar godine na analiziranom slivu prikazana je u tabeli 8 i na slici 13. Unutar godišnju raspodelu proticaja karakterišu vlažan period od februara do juna i sušni u periodu jul - novembar.

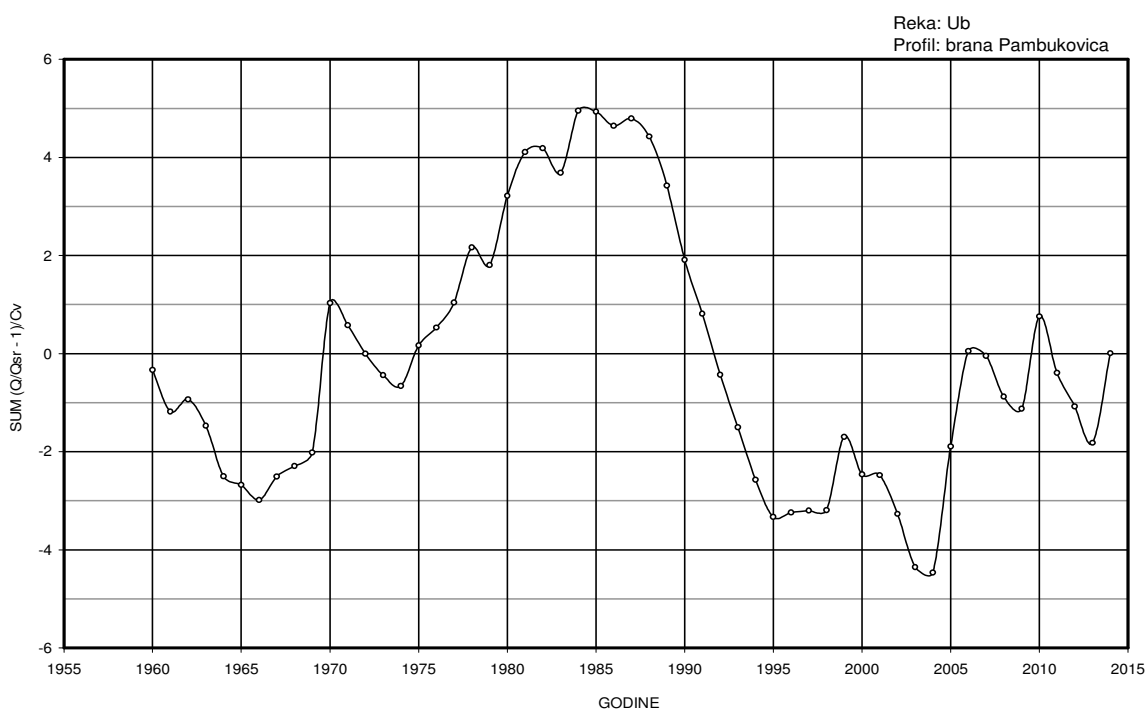
Tabela 8: Unutar godišnja raspodela proticaja na profilu brane Pambukovica

mesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	god.
Q _i /Q _{Sr}	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



Slika 13. Histogrami prosečnih srednjih mesečnih proticaja, brana Pambukovica

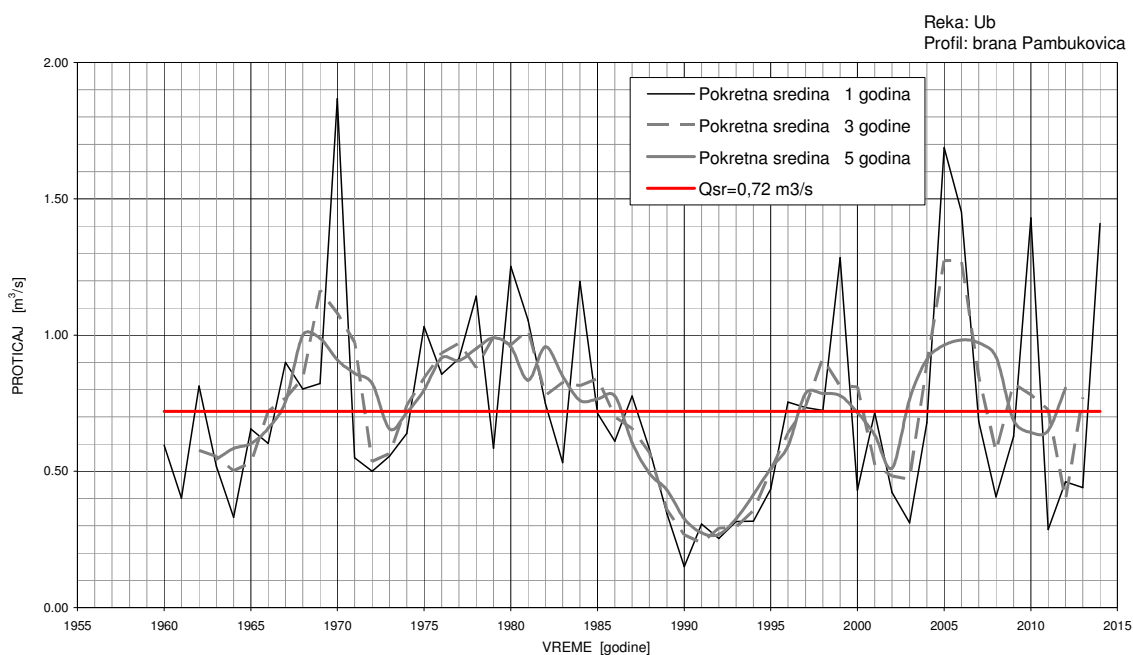
Analiza cikličnosti, odnosno hronološka zakonitost smenjivanja kišnih i sušnih godina, urađena je preko takozvane integralne krive modulnih odstupanja od prosečne vrednosti. Prikazana je na slici 14.



Slika 14. Modulna kriva odstupanja srednjih godišnjih proticaja, brana Pambukovica

Vremenski period u kojima ordinata integralne krive ima pozitivan prirast karakteriše vodniji period, a obrnuto (suprotno) karakteriše sušniji period. Može se uočiti da je u analiziranom periodu izrazitiji duži vodniji period bio 1967-1985. godina, a sušniji 1986-1995. godina. Iz priložene krive, sledi da se kao merodavan period obrade srednjih voda u slivu Uba može uzeti period 1960-2014 godina (pošto je koeficijent promene celog niza od početne 1960. god. do završne 2014. god, vrlo blizak jedinici)

Takodje je izvršena analiza uzoraka pokretnih sredina srednjegodišnjih proticaja, od 1 do 5 godina koje daju uvid u hronološke promene srednjegodišnjih proticaja, kao i u cikluse vodnih i sušnih godina. Grafik pokretnih sredina za period 1960 – 2014 godina dat je na slici 15, sa istim pokazateljima vodnosti kao i na prethodnoj slici.



Slika 15. Dijagram pokretnih sredina, brana Pambukovica

Na osnovu ovih analiza cikličnosti bi se i u budućnosti mogao očekivati sličan vodni režim, sa relativno ujednačenim kraćim i izrazitijim periodima smene sušnih i vodnih perioda.

7. Analiza-ocena malih voda

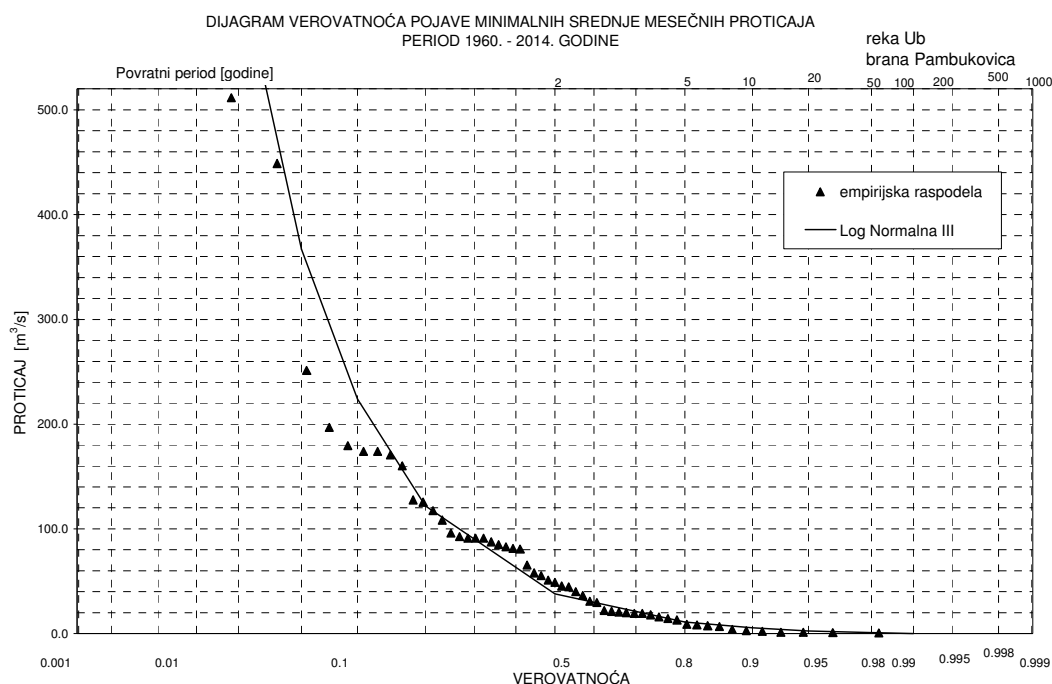
Minimalni proticaji u slivu reke Ub po pravilu se javljaju u letnjem periodu od jula do novembra. Već je ranije napomenuto da u samom slivu ne postoje direktni podaci osmatranja i merenja za pouzdanu analizu malih voda.

Male vode na brani Pambukovica ocenjene su na osnovu statističkih analiza niza minimalnih srednjih mesečnih proticaja perioda 1960-2014. godina – formiranog iz podataka iz tabele sa slike 12.

Na formirane serije minimalnih srednjih mesečnih proticaja za analizirani period, primenjeno je više tipova teorijskih raspodela. Najbolje prilagođavanje na empirijske podatke prema testovima saglasnosti, (hi kvadrat test i metod devijacije), pokazala je je Log Normalna III raspodela. U tabeli 9, a grafički na slici 16, prikazani su rezultati ove analize, odnosno minimalni srednji mesečni proticaji različite obezbeđenosti (verovatnoće pojave).

Tabela 9: Verovatnoća pojave minimalnih srednjih mesečnih proticaja (lit/s) na profilu brane Pambukovica

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



Slika 16. Dijagram verovatnoće pojave minimalnih srednjih mesečnih proticaja, brana Pambukovica

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

8. 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 korespodentne 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.godina, i značajne podrške i kvalitetne podloge modelu složenog jediničnog hidrograma i SCS metodi proračuna efektivnih padavina, a za niže povratne periode pojave.

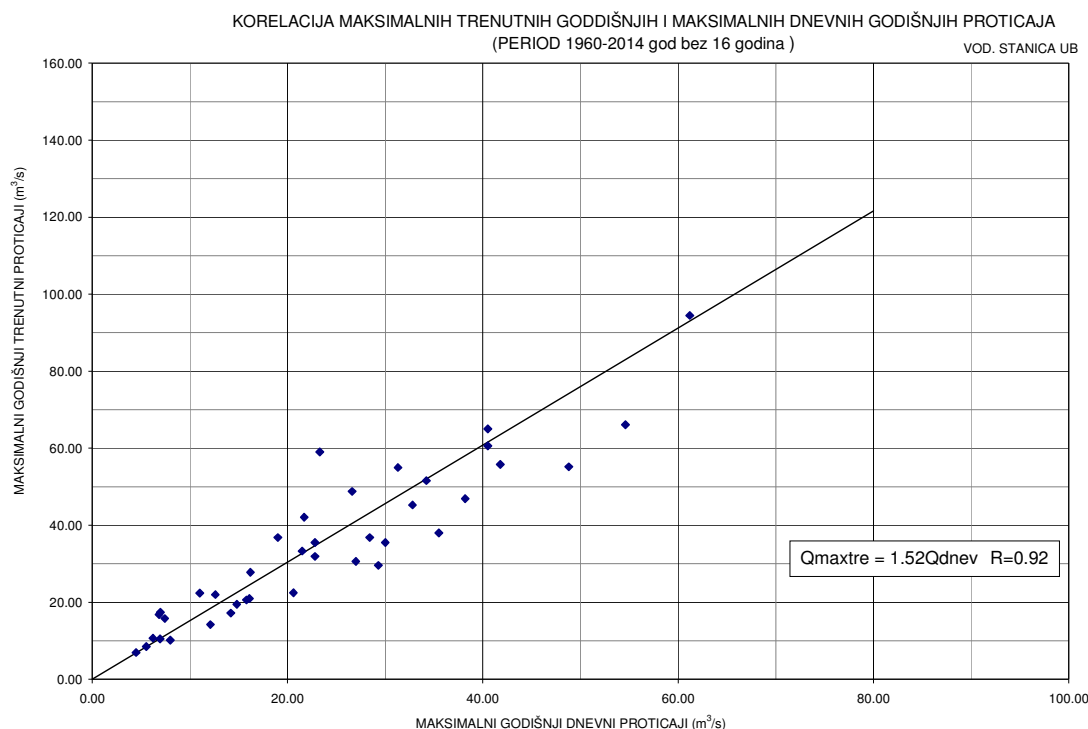
8.1 Statistička metoda

Za definisanje verovatnoće pojave apsolutnih maksimalnih godišnjih proticaja reke Ub u profilu vodomerne stanice Ub, korišćene su postojeće serije maksimalnih godišnjih proticaja, (kao i srednji dnevni ili jutarnji iz perioda kada nije radio limnigraf ili ga nije bilo). Preuzeti su iz Lit. /14/, odnosno od RHMZ Srbije za raspoloživi period od 50 godina.

Za periode za koji postoje podaci o srednjim dnevnim maksimumima i o apsolutnim-trenutnim maksimumima proticaja, (ukupno 39 godine kada je limnigraf bio u funkciji), sprovedena je korelaciona analiza apsolutnih i dnevnih maksimuma, koja je prikazana na slici 17, sa sledećom usvojenom jednačinom:

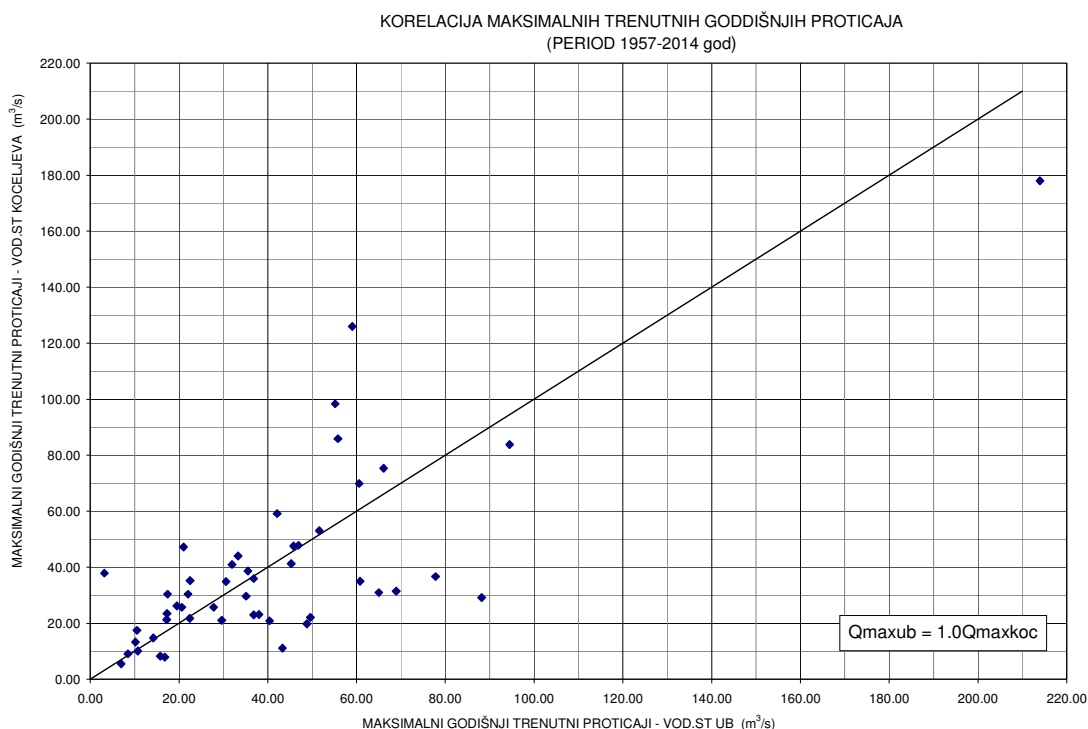
$$Q_{apsmax} = 1,52Q_{dnmax} \quad R = 0,87$$

koja je za ovakav tip analiza vrlo dobra sa koeficijentom korelacije od 0,92.



Slika 17. Korelacija maksimalnih apsolutnih i dnevnih godišnjih proticaja

Obzirom na već pomenutu sličnost slivova Tmanave i Uba urađena je i korelacija apsolutnih maksimalnih proticaja na vodomernim stanicama Koceljeva i Ub za zajednički period rada, i data na slici 18. To je ujedno i izvesna kontrola registrovanih maksimalnih proticaja, a omogućava da se i nekoliko nedostajućih godina–podataka dopuni, tako da oba niza-oba sliva imaju za analizu iste periode apsolutnih maksimalnih proticaja. U slučaju vod. stanice Ub na ovaj način preko te relacije dopunjene su 1957-1959 i 2011-2013. godina.

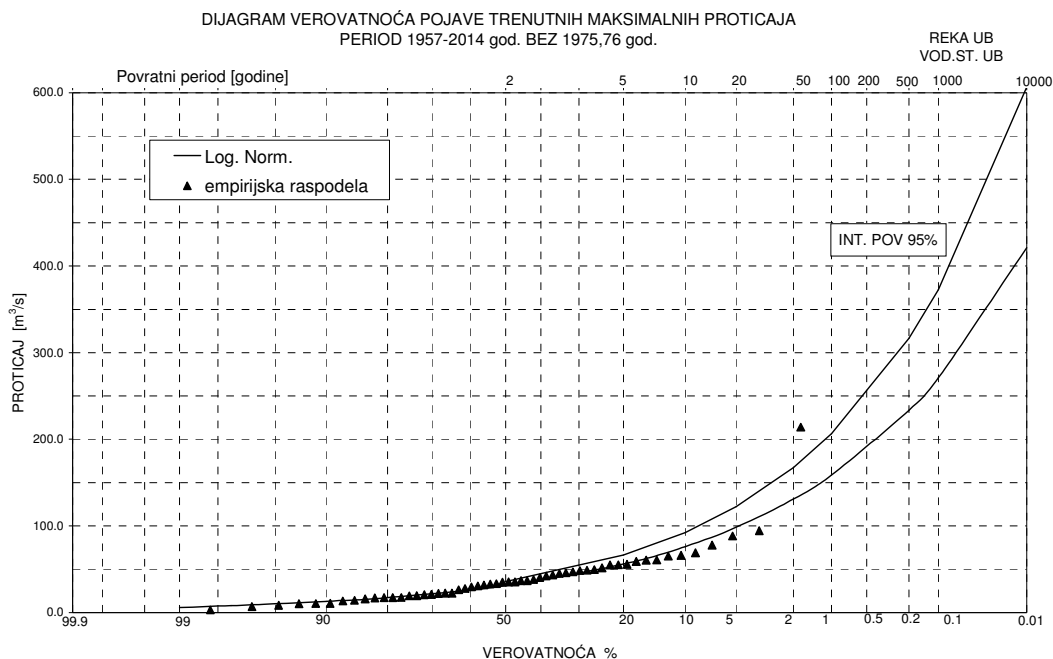


Slika 18. Korelacija apsolutnih maksimalnih godišnjih proticaja na vod.st. Ub i vod.st.Koceljeva za zajednički period rada

Koristeći prethodne relacije formiran je ukupan niz od 56 godina (period 1957-2014. god., bez perioda 1975-1976. godine) apsolutnih maksimalnih godišnjih proticaja. Ove vrednosti i njihova empirijska raspodela grafički su prikazane na slici 19 za koji su izvršene dalje statističke analize.

Posle šire analize primene više različitih funkcija raspodele, za dalje analize je usvojena Log Normalna raspodela koja je pokazala i najbolje prilagođavanje na osmotrene podatke o maksimalnim proticajima, prema testovima saglasnosti (hi kvadrat test i metod devijacije).

Rezultati proračuna velikih voda u profilu vodomerne stanice Ub, prikazani su grafički na slici 19, a numerički u tabeli 10.



Slika 19. Verovatnoća pojave apsolutnih maksimalnih godišnjih proticaja, vod.stanica Ub

Tabela 10: Povratni periodi apsolutnih maksimalnih godišnjih proticaja u profilu vod. stanice Ub – statistička metoda

Vod.stanica	Maksimalni proticaji (m³/s) za povratni period [god]								
	2	5	10	20	50	100	500	1000	10000
Ub, 50%	31	56	76	99	131	159	233	271	421
Ub *int.pov.95%	36	66	93	122	167	207	317	373	606

* usvojeno

Kako se profil brane Pambukovica nalazi u istom slivu i na istom vodotoku, primereno je nekom od metoda sračunate velike vode u profilu vod. st. Ub aplicirati i na ovaj profi. U nedostatku podataka sa uzvodnog dela sliva Uba primenjena je jedna od adekvatnih metoda, čija je opšta formula data relacijom:

$$Q_n = \left(\frac{An}{A} \right)^n \times Q$$

gde su:

Q_n – maksimalni proticaj neizučenog sliva (m^3/s)

A_n – površina neizučenog sliva (km^2)

n – koeficijent stepena redukcije

Regionalne analize ukazuju da bi na našim prostorima vrednost koeficijenta redukcije mogla da varira u intervalu od 0,25-0,60 u zavisnosti od mnogih faktora, a obično se usvaja kao konstantna vrednost.. Najznačajnija je svakako analiza ovog koeficijenta koja je rađena za sliv Kolubare, Lit./9/. Na osnovu njih za analizirani sliv je usvojena prosečna vrednost od $n=0,35$ za sve verovatnoće pojave maksimalnih proticaja, mada je generalno malo manji za veće povratne periode (>100 godina), a viši za manje povratne periode (≤ 50 godina).

Primenjujući gornju relaciju u tabeli 11 su prikazane vrednosti maksimalnih proticaja različite verovatnoće pojave u profilu brane Pambukovica.

Tabela 11: Povratni periodi apsolutnih maksimalnih godišnjih proticaja u profilu brane Pambukovica - statistička metoda

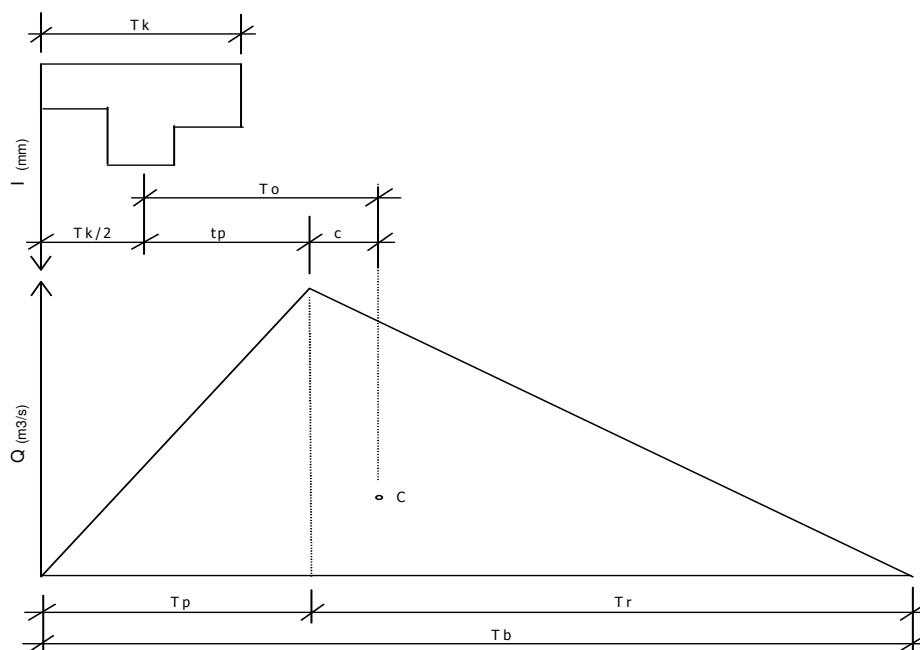
Brana	Maksimalni proticaji (m^3/s) za povratni period [god]								
	2	5	10	20	50	100	500	1000	10000
Pambukovica	29	54	75	99	136	168	257	301	490

Već je u uvodu ovog poglavlja navedeno da je neophodno da se za analizu velikih voda primeni i neka od adekvatnih determinističkih metoda, a po našem mišljenju to je metoda složenog jediničnog hidrograma i SCS metoda koje se najčešće u svetu i koriste.

8.2 Deterministička metoda složenog jediničnog hidrograma

U nedostatku bilo kakvih podataka osmatranja i merenja, za ocenu velikih voda u analiziranom profilu brane, primenjen je koncept sintetičkog jediničnog hidrograma, koji je u dosadašnjoj hidrološkoj praksi široko primenjivan u sličnim situacijama. U skladu sa tim, sam koncept sintetičkog jediničnog hidrograma će u daljem tekstu biti samo ukratko prikazan, dok se detaljnija objašnjenja mogu naći u brojnoj literaturi iz oblasti hidrologije Lit./1/.

Na slici 20 su prikazane osnovne veličine koje se koriste da bi se definisala vremenska baza hidrograma.



Slika 20. Osnovne veličine za određivanje vremenske baze hidrograma

Karakteristična vremena prikazana na slici 20 se mogu dovesti u vezu sa geometrijom nekog sliva. U tabeli 12 su prikazane osnovne geometrijske veličine koje karakterišu analizirani sliv i njegov glavni tok.

Tabela 12: Karakteristične geometrijske veličine sliva reke Ub do profila brane

reka	profil	A [km ²]	L _s [km]	L _c [km]	H _{max} [m.n.m]	H _o [m.n.m]	H _u [m.n.m]	S ₁ [%]	S ₂ [%]
Ub	brana	118,5	24,5	12,1	330	127	271	0,59	0,83

gde su:

- A - površina razmatranog sliva do konkretnog profila;
- L_s - rastojanje od posmatranog profila do vododelnice sliva, mereno po glavnom toku;
- L_c - rastojanje od posmatranog profila do težišta sliva, mereno po glavnom toku;
- H_{max} - kota najviše tačke glavnog toka;
- H_o - kota najniže tačke glavnog toka – najniža kota dna najnižvodnijeg profila sliva;

- H_u - najviša kota prave linije koja se povlači od posmatranog profila do vertikale koja ide kroz najvišu tačku glavnog toka, tako da površina trougla koji formiraju ta linija i horizontala, bude jednaka površini između podužnog profila toka i horizontale;
- S_1 - uravnat pad glavnog toka-slika 3
- S_2 - maksimalan pad glavnog toka-slika 3

Vreme koncentracije sliva (T_c) se usvaja i može da se odredi na više načina ili prema formuli SCS:

$$T_c = (0.868 \frac{L_s^2}{S_2})^{0.385}$$

Računsko trajanje kiše (T_k) se usvaja, a može da se odredi i prema formuli SCS:

$$T_k = T_c \cdot (1 + T_c)^{-0.20}$$

Da bi se procenilo vreme podizanja hidrograma (T_p , odnosno T_o) primenjeno je više empirijskih relacija koje su detaljnije opisane u Lit./1/. No i podaci o zabeleženih nekoliko talasa velikih voda, a posebno rekonstruisani (simulacija modelom) iz 2014.godine Lit./11/ su bili vrlo korisni za ovu analizu. Usvajeno je optimizirano, a kao napogodnije i najviše proučavane na ovom podneblju i adekvatne za proučavani sliv izdvajaju su sledeće:

$$T_o = 2.3 \cdot (L_s / \sqrt{S_2})^{0.66},$$

$$T_p = 0.75 \left(\frac{L_s \cdot L_c}{\sqrt{S_1}} \right) + \frac{T_k}{2} \quad \text{odnosno,}$$

$$T_p = (T_k / 2 + T_o) \cdot 3 / (2 + k)$$

Vreme retardacije (opadanja) hidrograma (T_r) se dobija prema relaciji:

$$T_r = k \cdot T_p$$

gde je k koeficijent koji prvenstveno zavisi od površine sliva do profila u kome se računaju velike vode i usvaja se prema postojećim širim regionalnim analizama Lit./1/, kao i podacima iz osmotrenih talasa velikih voda.

Vremenska baza hidrograma se dobija sabiranjem vremena podizanja i vremena retardacije hidrograma, odnosno:

$$T_b = T_p + T_r$$

Maksimalna ordinata sintetičkog jediničnog hidrograma (po milimetru kiše) zavisi od slivne površine za koju se ocenjuju velike vode, i odgovarajuće sračunate vremenske baze hidrograma, a računa se prema relaciji:

$$q_m = (0.56 \cdot A) / T_b$$

Za proračun velikih voda u slivu reke Ub primenjen je metod složenog jediničnog hidrograma. Za razliku od metode prostog jediničnog hidrograma, gde se analiziraju izolovane kiše jakih inteziteta i kraćih trajanja, u usvojenoj metodi se koristi sumarna kiša znatno dužeg trajanja, što je sa aspekta maksimalnih oticanja kritičnije. Razmatra se kiša dužeg trajanja koja se deli na veći broj kraćih vremenskih intervala. Za svaki vremenski interval izračunava se efektivna kiša. Ovako dobijeni blokovi efektivnih kiša se različito kombinuju. Svaka kombinacija daje jedan složeni hidrogram, da bi se na kraju usvojio složeni hidrogram od kritičnog rasporeda padavina koji daje najveći, vršni (maksimalni) proticaj.

Za analizirani sliv razmatrana je maksimalna kiša ukupnog trajanja jedan dan, jer se u okviru njega i ostvaruju najkritičnije (najviše vrednosti) maksimalnih proticaja. Duža trajanja svakako utiču na oblik talasa i njegovu zapreminu. Vrednosti za karakteristične povratne periode i kraća trajanja prikazane su tabeli 4 i na slici 5, (poglavlje 5.1).

Za usvojeni računski vremenski interval ΔT_k u sledećoj tabeli su prikazane vrednosti usvojenih sračunatih karakterističnih vremena, koeficijenta K, kao i maksimalna ordinata sintetičkog jediničnog hidrograma u analiziranom profilu.

Tabela 13: Karakteristične vrednosti jediničnog hidrograma

reka	profil	T_c [čas]	T_k [čas]	T_p [čas]	K	T_r [čas]	T_b [čas]	q_m [m ³ /s·mm]
Ub	brana	4,9	1,0	7,2	1,75	12,8	20	3,35

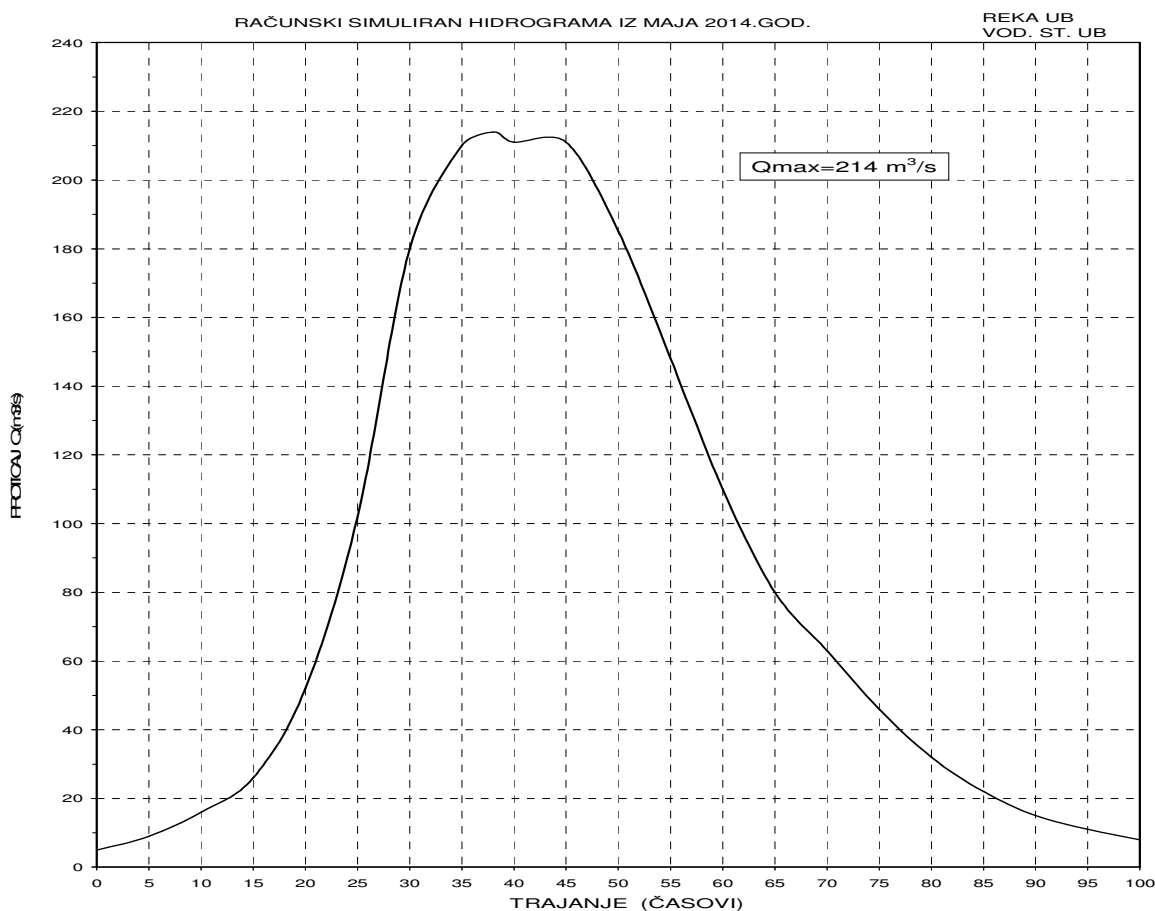
Značajan faktor za proračune velikih voda su efektivne padavine, koje su određene po metodologiji »SCS«, koja je detaljnije opisana u stručnoj literaturi Lit./1/. Detaljnije analize ovog faktora-hidrološkog kompleksa su sprovedene za sliv Kolubare u Lit./9/, na osnovu kojih je u ovoj Studiji i ocenjen ovaj hidrološki kompleks. Može se reći da u razmatranom slivu preovlađuju šume oko 55%, a u ostalim delovima su livade i pašnjaci sa oko 30% i obradivo zemljište i voćnjaci sa 25%. Vrednost takozvanog hidrološkog kompleksa »CN« ocenjena je i usvojena na osnovu podataka iz Lit./1,9/ i obilaska terena, uvažavajući uslove povećane prethodne vlažnosti terena. Za sliv do profila brane usvojena je vrednost CN=84.

Na osnovu zavisnosti maksimalnih padavina od trajanja i verovatnoće pojave, prikazane u tabeli 4 i na slici 5, određene su bruto padavine za računski interval vremena $\Delta T_k=1h$ za karakteristične povratne periode i ukupne trajnosti do jednog dana. Dalji proračuni sa dužim trajnostima kiša mogu dati samo manji vršni proticaj. Po metodologiji «SCS» za usvojene vrednosti »CN« su određene efektivne padavine i prema opisanoj metodi složenog jediničnog hidrograma sračunati su maksimalni proticaji karakterističnih povratnih perioda pojave, i dati u tabeli 14.

Tabela14: Velike vode karakterističnih povratnih perioda - metoda složenog jediničnog hidrograma

Brana	Maksimalni proticaji (m ³ /s) za povratni period [god]								
	2	5	10	20	50	100	500	1000	10000
Pambukovica	33	66	92	121	163	199	293	347	555

Svakako da je u svim ovim analizama najveći uticaj na rezultate imao pojavljeni talas iz 2014. godine koji je zahvatio ceo sliv Kolubare. Posebno je značajan, ne toliko zbog ostvarenog maksimuma, već zbog svoje velike i za ovaj sliv neuobičajene trajnosti, što je nosilo i izuzetno veliku zapreminu tog trodnevnog talasa koja je iznosila oko 32 hm³ u profilu vod. stanice Ub. Detaljne analize ove poplave u celom slivu Kolubare i njegove integralne zaštite, sprovedene su i sprovode se (studija je u toku izrade) u Institutu za vodoprivredu Jaroslav Černi, i delom na Građevinskom fakultetu Univerziteta u Beogradu, Lit./11 i 12/. Ovaj talas preuzet je iz Lit./11/ i predstavlja računski hidrogram dobijen po modelu HEC-HMS (Jaroslav Černi), a slično je i po modelu HEC-RAS, slika 21.



Slika 21. Računski simulirani hidrogram iz maja 2014.god na vod. st. Ub

Vrlo kvalitetne i obimne obrade iz navedenih literatura, opredelile su i projektante ove Studije da u celini usvoje sve te analize zapremina i oblika talasa. To su ujedno i bile direktne preporuke budućeg korisnika i investitora J.V.P.«Srbijavode». Oblici-forme ovih netipičnih talasa koji su registrovani na svim vodomernim stanicama u slivu Kolubare (na Ubu je v.s. Ub) usvojeni su kao osnova za definisanje ugledne forme talasa i za sve računske hidrograme u profilima potencijalnih brana u slivu Kolubare Lit./11/.

Koristeći bezdimenzionalnu formu talasa za profil Pambukovica koji je preuzet iz Lit./11/, a za prethodno sračunate pikove talasa različitih povratnih perioda, definisani su i hidrogrami u profilu brane Pambukovica.

8.3 Usvojeni hidrogrami velikih voda

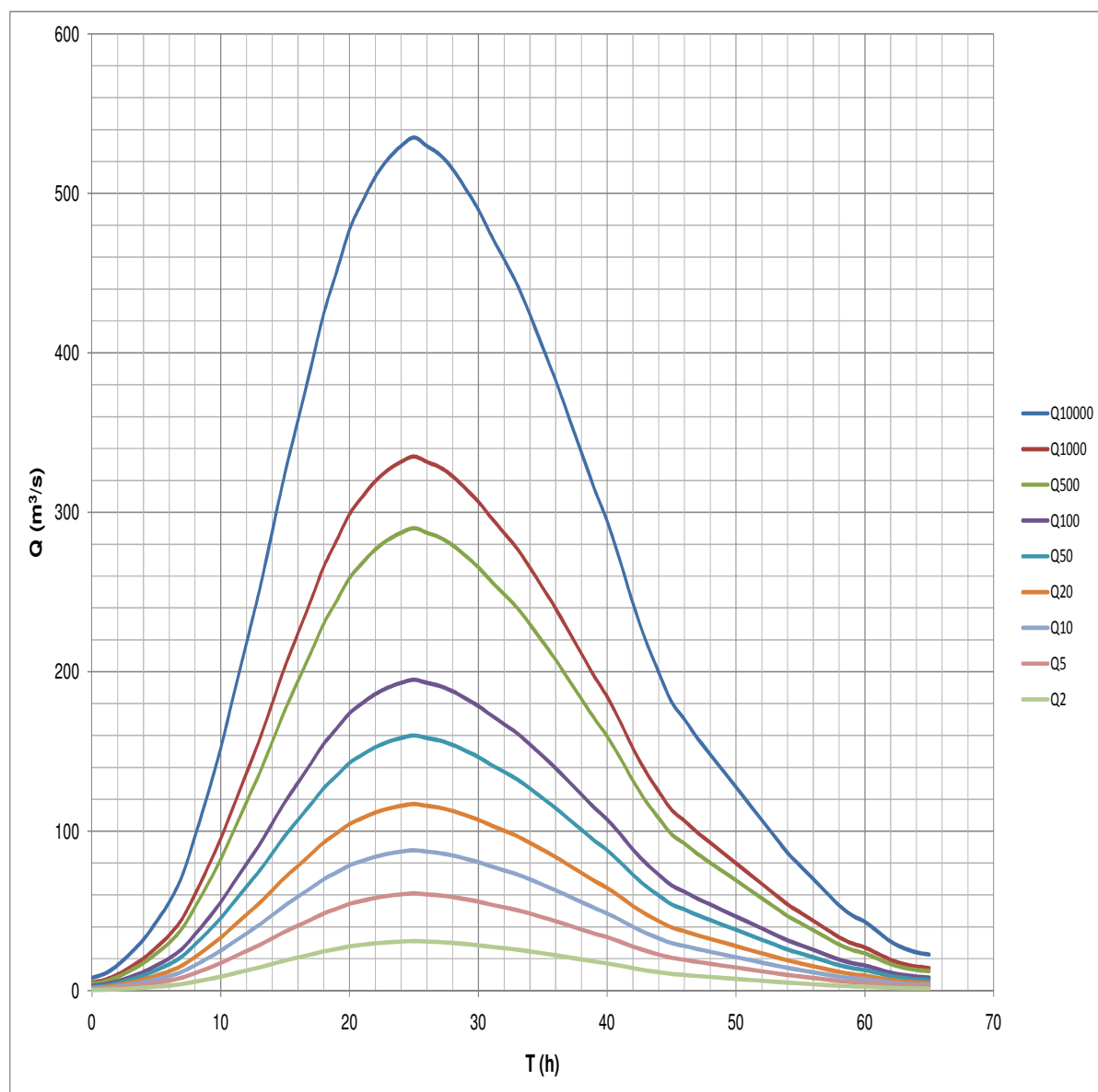
Upoređujući rezultate iz tabela 11 – velike vode u profilu brane ocenjene po statističkoj metodi i iz tabele 14 - velike vode u profilu brane ocenjene po determinističkoj metodi, uočavaju se veće razlike sa povećanjem povratnog perioda. Uzimajući u obzir napomene koje su date u uvodu

ovog poglavlja, svakako veću težinu treba dati determinističkoj metodi koja je bliska realnim fizičko-geografskim, padavinskim i oticajnim karakteristikama razmatranog sliva.

Tabela14: Usvojene-merodavne velike vode za dimenzionisanje objekata brane za karakteristične povratne periode

Brana	Maksimalni proticaji (m^3/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 (m^3/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

Usvojeni-merodavni hidrogrami velikih voda prikazani su na slici 22.



Slika 22. Hidrogrami velikih voda, brana Pambukovica

9. Zaključak

Izradom ovih hidroloških podloga pokušano je da se kompletiraju dosadašnja saznanja i raspoložive analize u sliv reke Ub. Smatramo da se došlo do zadovoljavajuće ocene pokazatelja hidrološkog bilansa i režima voda reke Ub u profilu brane Pambukovica.

Sistematizovani karakteristični rezultati izvršenih analiza u profilu brane su prikazani u tabeli 15:

Tabela 15: Sistematizovani karakteristični rezultati hidroloških analiza

profil	Q_{sr} (m ³ /s)	$Q_{minsrmes95\%}$ (m ³ /s)	Maksimalni proticaji (m ³ /s) za povratni period [god]						
			10	20	50	100	500	1000	10000
brana Pambukovica	0,72	0,003	88	117	160	195	290	335	535

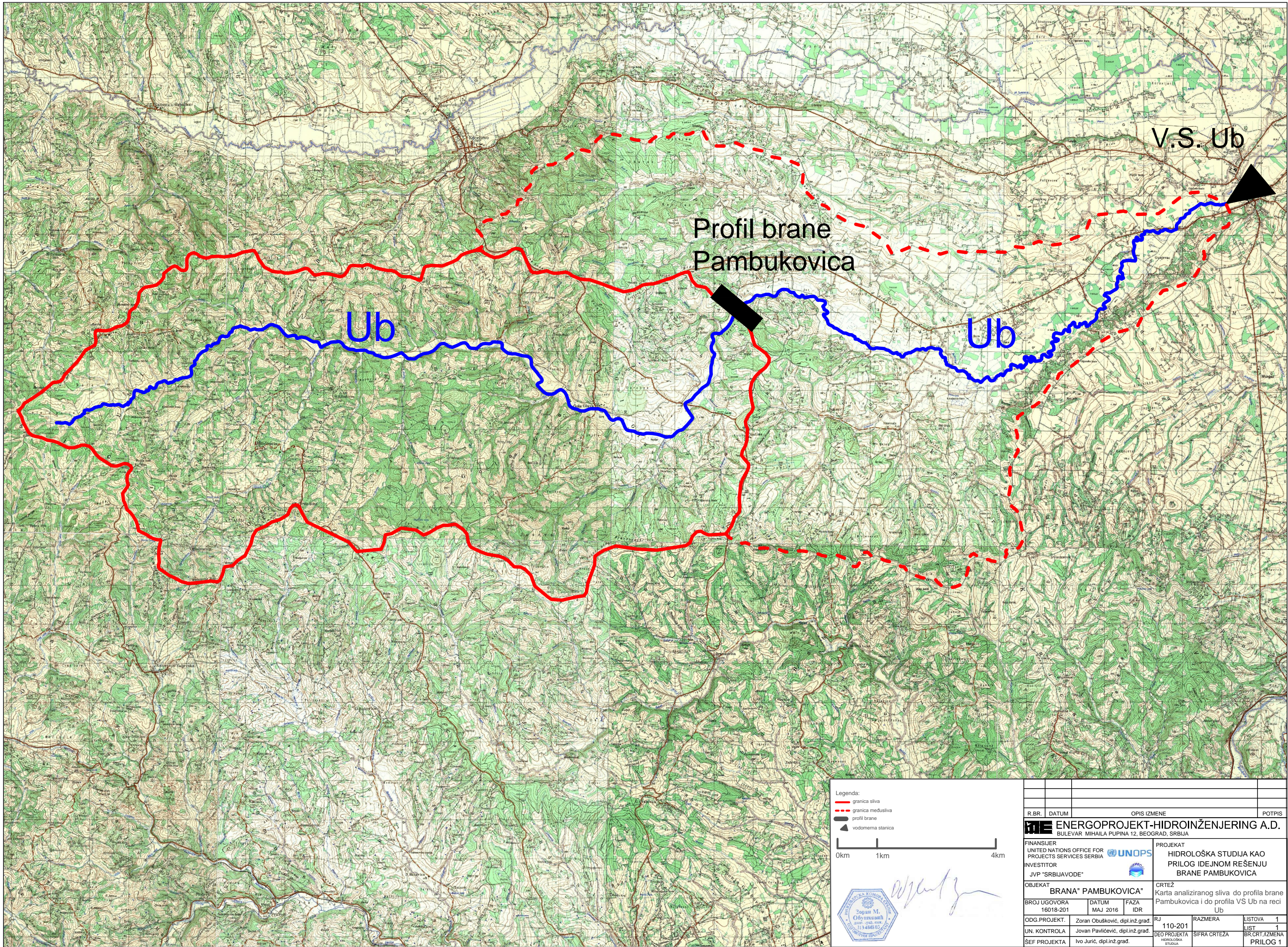
Kako u gornjem delu sliva reke Ub nije bilo, niti ima podataka osmatranja i merenja, pouzdan bilans i režim voda bi se mogao definisati tek posle sistematičnih hidrološko-meteoroloških terenskih istažnih radova.

10. Literatura

1. Parametarska hidrologija, Jugoslovensko društvo za hidrologiju, dr. Slavoljub Jovanović, Beograd, 1985. god.
2. Vodoprivredna osnova Srbije, Hidrometeorološke podloge, Institut za vodoprivredu »Jaroslav Černi«, RHMZ Srbije, Beograd, 2001, god.
3. Glavni projekat izmeštanja i regulacije reke Kolubare, Peštana, Lukavice i Vraničine u zoni postojećeg površinskog kopa uglja »Tamnava - istočno polje« i zoni proširenja kopa,- Hidrološke podloge, Institut za vodoprivredu »Jaroslav Černi«, Energoprojekt-Hidroinženjering, Beograd 2004. god.
4. Inteziteti jakih kiša u Srbiji, monografija, prof.dr. Stevan Prohaska, Vladislava Bartoš-Divac, dipl. građ. inž. sa saradnicima, Institut za vodoprivredu »Jaroslav Černi«, 2013.god.

5. Hidrometeorološki uslovi koji su izazvali pojavu poplavnih talasa u Srbiji u periodu april-septembar 2014. god., N. Todorović, D. Đukić, S. Prohaska, V. Bartoš-Divac, SDHI i SDH, Vršac, 2015.god.
6. Statistička ocena značajnosti jakih kiša koje su izazvale pojavu serija poplavnih talasa u Srbiji u periodu april-septembar 2014. god., S. Prohaska, D. Đukić, V. Bartoš-Divac, N. Todorović, SDHI i SDH, Vršac, 2015.god.
7. Hidrološka rekonstrukcija majske poplave 2014.god. u slivu reke Kolubare-uzroci i posledice, prof.dr. S Prohaska, N. Zlatanović, dipl.građ.inž., Izgradnja 69, 2015.god.
8. Studija unapređenja zaštite od voda u slivu reke Kolubare, Prethodni izveštaj, I faza, Institut za vodoprivredu »Jaroslav Černi«, 2015 god.
9. Glavni projekat objekata interventne zaštite P.K. Tamnava zapadno polje i P.K. Veliki Crljeni od vodnih tokova Kolubare, Peštana i Vraničine posle velike poplave, knjiga IV Izveštaj o hidrološkim analizama, Institut za vodoprivredu »Jaroslav Černi«, Beograd, septembar 2014. god.
10. Lot 2, Idejno rešenje za izvođenje radova za izgradnju bujične pregrade na reci Ub, Institut za vodoprivredu »Jaroslav Černi«, Beograd, jul 2015. god.
11. Studija unapređenja zaštite od voda u slivu reke Kolubare – Preliminarni izveštaj, knjiga 2, Analiza stanja zaštite od velikih voda u slivu Kolubare, sveska 2.5, Hidrološki parametri i kriterijumi za procenu ugroženosti od plavljenja i dimenzionisanje objekata za zaštitu od poplava, Institut za vodoprivredu »Jaroslav Černi«, Beograd, mart 2016. god.
12. Studija unapređenja zaštite od voda u slivu reke Kolubare – Preliminarni izveštaj, knjiga 2, Analiza stanja zaštite od velikih voda u slivu Kolubare, sveska 2.4, Hidrološko-hidraulička rekonstrukcija poplava iz maja 2014.god. i analiza funkcionisanja odbrambenog sistema tokom tog događaja, Institut za vodoprivredu »Jaroslav Černi«, Beograd, mart 2016. god.
13. Izveštaji, publikacije, obrade RHMZ Srbije (1985-2015.god)
14. Godišnjaci RHMZ Srbije i račun br. 922-2-21-2016
15. Prethodna i tekuća dokumentacija za branu »Pambukovica«, Investitor, Opština Koceljeva, 2016.god.

3. GRAFIČKA DOKUMENTACIJA



V.S. Ub

Profil brane
Pambukovica




Ub

Ub

Legenda:

- granica sliva
- - - granica međusliva
- profil brane
- ▲ vodomerna stanica

0km 1km 4km

R.BR.	DATUM	OPIS IZMENE			POTPIS
<div><div></div><div>ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D. BULEVAR MIHAILA PUPINA 12, BEOGRAD, SRBIJA</div></div>					
FINANSIJER UNITED NATIONS OFFICE FOR PROJECTS SERVICES SERBIA			PROJEKAT HIDROLOŠKA STUDIJA KAO PRILOG IDEJNOM REŠENJU BRANE PAMBUKOVICA		
INVESTITOR JVP "SRBIJAVODE"			 		
OBJEKAT BRANA "PAMBUKOVICA"			CRTEŽ Karta analiziranog sliva do profila brane Pambukovica i do profila VS Ub na reci Ub		
BROJ UGOVORA 16018-201	DATUM MAJ 2016	FAZA IDR			
ODG.PROJEKT. Zoran Obušćinskić, dipl.inž.grad.	RJ 110-201		RAZMERA	LISTOVA	1
UN. KONTROLA Jovan Pavličević, dipl.inž.grad.	DEO PROJEKTA HIDROLOŠKA STUDIJA		SIFRA CRTEŽA	LIST	1
ŠEF PROJEKTA Ivo Jurić, dipl.inž.grad.			BR.CRT./IZMENA PRILOG 1		