



JVP „Srbijavode“



**IDEJNO REŠENJE VIŠENAMENSKE AKUMULACIJE I BRANE VUKOŠIĆ
NA RECI DOBRAVI**

HIDROLOŠKA STUDIJA



SISTEMATIZACIJA DOKUMENTACIJE

Ovaj projekat je sastavni deo projektne dokumentacije:



JVP „Srbijavode“

IDEJNO REŠENJE VIŠENAMENSKE AKUMULACIJE I BRANE VUKOŠIĆ NA RECI DOBRAVI

koja obuhvata sledeće delove koji se rade u okviru ovog ugovora:

SVESKA 0: GLAVNA SVESKA

SVESKA 3: HIDROTEHNIČKI PROJEKAT

HIDROLOŠKA STUDIJA

0. OPŠTA DOKUMENTACIJA**0.1. NASLOVNA STRANA****HIDROLOŠKA STUDIJA**

Investitor: JVP „Srbijavode“
Objekat: Akumulacija i brana Vukošić
Vrsta tehničke dokumentacije: Idejno rešenje
Naziv i oznaka dela projekta: HIDROLOŠKA STUDIJA
Za građenje/izvođenje radova:

Pečat i potpis:



Odgovorni projektant:

Zlatan Kovačević, dipl.inž.
Licenca br. 314 E210 07

Projektant:

Energoprojekt-Hidroinženjering a.d., Bulevar Mihajla Pupina 12,
Beograd

Odgovorno lice:


mr Bratislav Stišović dipl.inž.
Direktor

Broj dela projekta:

18078-I-HS

Mesto i datum:

Beograd, decembar 2018. godine

0.2. SADRŽAJ

| | | |
|-----------|--|--------|
| 0. | OPŠTA DOKUMENTACIJA | |
| 0.1. | NASLOVNA STRANA | 0.1-1 |
| 0.2. | SADRŽAJ | 0.2-1 |
| 0.3. | LEGENDA PROJEKTA | 0.3-1 |
| 0.4. | IZVOD IZ PRIVREDNOG REGISTRA | 0.4-1 |
| 0.5. | LICENCA PREDUZEĆA | 0.5-1 |
| 0.6. | LICENCE PROJEKTANATA | 0.6-1 |
| 0.7. | REŠENJE O ODREĐIVANJU ODGOVORNIH PROJEKTANTA | 0.7-1 |
| 0.8. | IZJAVA ODGOVORNIH PROJEKTANATA | |
| 0.9. | SAGLASNOST STRUČNOG SAVETA | 0.9-1 |
| 0.10. | PROJEKTNi ZADATAK | 0.10-1 |
| I. | TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA | |
| II. | NUMERIČKA DOKUMENTACIJA | |
| III. | GRAFIČKA DOKUMENTACIJA | |

0.3. LEGENDA PROJEKTA

Projektna dokumentacija:

HIDROLOŠKA STUDIJA

izrađena je u „ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING“-u, akcionarskom društvu za projektovanje, konsalting i inženjering hidroenergetskih, vodoprivrednih i infrastrukturnih objekata i sistema, Beograd, po ugovoru 18078-201, zaključenom sa JVP „Srbijavode, Beograd.

GLAVNI PROJEKTANT:

Dalibor Drašković dipl.inž.
Licenca br. 314 K675 11

Radna jedinica:

(201) Hidroenergetski i vodoprivredni sistemi

ODGOVORNI PROJEKTANT ZA HIDROLOGIJU:

Zlatan Kovačević, dipl.inž.
Licenca br. 314 E210 07

VRŠILAC UNUTRAŠNJE KONTROLE:

Aleksandar Ostojić, dipl.inž.
Licenca br. 314 J256 10

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, Bulevar Mihajla Pupina 12 upisano je u Registar Agencije za privredne registre Republike Srbije pod matičnim brojem 07023065.

0.5. LICENCA ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING A.D.

Na osnovu rešenja Ministarstva građevinarstva, saobraćaja i infrastrukture br. 351-02-08826/2016-07 od 29.09.2016. godine utvrđuje se da ENERGOPROJEKT-HIDROINŽENJERING akcionarsko društvo za istražne radove, projektovanje, konsalting i inženjering hidroenergetskih, vodoprivrednih i infrastrukturnih objekata i sistema Beograda, Bulevar Mihajla 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. LICENCE PROJEKTANATA

Inženjerska komora Srbije, na osnovu Zakona o planiranju i izgradnji i Statuta Inženjerske komore Srbije, dodeljuje sledeće licence projektanata:

Licence odgovornih projektanata

Zlatan Kovačević, diplomirani građevinski inženjer, br.licence 314 E210 07

Licence vršilaca unutrašnje kontrole

Aleksandar Ostojić, diplomirani građevinski inženjer, br.licence 314 J256 10

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

0.7. REŠENJE O ODREĐIVANJU ODGOVORNIH 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, 77/2015, 58/2016) kao

ODGOVORNI PROJEKTANTI

za izradu Hidrološka studija, određuje se:

ODGOVORNI PROJEKTANT ZA HIDROLOGIJU:

Zlatan Kovačević, dipl.inž.

Licenca br. 314 E210 07

Projektant:

Energoprojekt-Hidroinženjering a.d.,
Bulevar Mihajla Pupina 12, Beograd

Odgovorno lice:

mr Bratislav Stišović dipl.inž..
Direktor



Broj dela projekta:

18078-I-HS

Mesto i datum:

Beograd, decembar 2018. godine

0.8. IZJAVA ODGOVORNIH PROJEKTANATA

Odgovorni projektanti za izradu Hidrološka studija, koji je deo projekta: Idejno rešenje višenamenske akumulacije i brane Vukošić na reci Dobravi

IZJAVLJUJU

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

Pečat i potpis:



Odgovorni projektant:

Zlatan Kovačević, dipl.inž.
Licenca br. 314 E210 07

Broj dela projekta:

18078-I-HS

Mesto i datum:

Beograd, decembar 2018. godine

0.9. SAGLASNOST STRUČNOG SAVETA

Na svojoj 73/18 sednici održanoj dana 25.10.2018. god Stručni savet ENERGOPROJEKT- HIDROINŽENJERING a.d. razmatrao je i usvojio projektnu dokumentaciju:

HIDROLOŠKA STUDIJA

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

PREDSEDAVAJUĆI
STRUČNOG SAVETA

dr Vladimir Beličević dipl.inž.

0.10. PROJEKTNİ ZADATAK

za izradu

Izrada projektno tehničke dokumentacije za višenamensku akumulaciju i branu Vukošić na reci Dobravi - Idejno rešenje

UVOD

Branu i akumulaciju Vukošić treba da se izgradi na reci Dobravi kod istoimenog naselja. Reka Dobrava je desna pritokareke Save, čije je ušće nizvodno od Šapca.

Vodoprivrednom osnovom republike Srbije iz 2002. godine, Zakonom o prostornom planu Republike Srbije od 2010. do 2020. godine („Sl. glasnik RS“, broj 88/10), Regionalnim prostornim planom za područje Kolubarskog i Mačvanskog okruga („Sl.glasnik RS“, broj 11/15), Prostornim planom opštine Vladimirci („Sl. list grada Šapca i opština Bogatić, Vladimirci i Koceljeva“ broj 13/13) i Planom detaljne regulacije „Akumulacije Vukošić“ u Vukošiću, predviđena je višenamenska akumulacija Vukošić na reci Dobravi.

Predmetna akumulacija je deo integralnog rešenja uređenja režima voda u slivu reke Dobreve, čijom izgradnjom će se smanjiti rizik od poplava u priobalju reke Dobreve, tako što će se obezbediti retenzioni prostor koji će u periodima poplava prihvatiti pik poplavnog talasa, a takođe će se vršiti i akumulisanje voda za održavanje ekološki održivog proticaja u malovodnim periodima i za navodnjavanje poljoprivrednih površina.

Prostornim planom opštine Vladimirci utvrđena je i lokacija ove akumulacije. Predviđeno je da se akumulacija formira na delu toka reke Dobreve od profila brane u selu Vukošić, na km 18+500 stacionaže rečnog toka, do ušća reke Bojkače koja se uliva u Dobravi na 23 km rečnog toka, neposredno uzvodno na od mosta na putu Crniljevo –Šabac. Na ovoj lokaciji već postoji prirodna depresija i jezero površine 34,11 hektara. Ukupna površina prostora na kome bi se formirala akumulacija iznosi oko 150 hektara i ona, će pored postojećeg jezera (bare) Vukošić, zauzeti deo rečnog korita reke Dobreve i zemljište u neposrednom priobalju.

Ukupne površine obradivog zemljišta u priobalju buduće brane i akumulacije iznose oko 15.000 ha.

Uz plan detaljne regulacije neophodno je izraditi Idejno rešenje akumulacije i brane Vukošić.

S obzirom da se radi o izgradnji visoke brane, zauzimanja velikog prostora, sa jednom namenom - zaštita od poplava, što možda nije optimalno, potrebno je na profilu Vukošić razmotriti izgradnju brane i formiranje akumulacionog prostora koji bi imao višenamenski karakter. Osim zaštite od poplave, akumulacioni prostor treba da služi za oplemenjivanje malih voda, navodnjavanje.

PREDMET I CILJEVI IZRADE TEHNIČKE DOKUMENTACIJE

Predmet projektnog zadatka je izrada Idejnog rešenja višenamenske akumulaciju i brane Vukošić na reci Dobravi, orijentaciono na profilu koji se nalazi na ~18,5 km toka reke Dobreve.

Branu i akumulaciju Vukošić treba projektovati tako da buduća akumulacija ima višenamenski karakter: osim baznih vodoprivrednih funkcija - zaštita od poplava i oplemenjivanje malih voda, moguće namene su i navodnjavanje.

Imajući u vidu višenamenski karakter i potencijalne korisnike buduće akumulacije (koji nisu jasno definisani u ovom momentu), pri dimenzionisanju akumulacije (i brane) potrebno je rukovoditi se principom racionalnog iskorišćenja vodnog potencijala koji nudi reka Dobrava. Osim vodoprivrednih i tehno-ekonomskih aspekata, pod principom racionalnog iskorišćenja vodnog potencijala podrazumeva se i uvažavanje prirodnih, ekoloških i drugih relevantnih karakteristika u zoni neposredne izgradnje i okruženju, postojećih i potencijalnih korisnika prostora i voda u zoni profila brane, akumulacionog prostora i sliva.

Idejno rešenje brane i akumulacije Vukošić treba uraditi u skladu sa Zakonom o planiranju i izgradnji („Sl.glasnik RS“, br. 72/2009, 81/2009 - ispr. 64/2010 - odluka US, 24/2011, 121/2012, 42/2013 - odluka US, 50/2013 - odluka US, 98/2013 - odluka US, 132/2014 i 145/2014), kao i Pravilnikom o sadržini, načinu i postupku izrade i načina vršenja kontrole tehničke dokumentacije prema klasi i nameni objekata („Sl.glasnik RS“, br. 23/2015, 77/2015, 58/2016, 96/2016) – u daljem tekstu Pravilnik, i to za objekte za koje se pribavljaju vodni uslovi (prilog br. 10 Pravilnika).

Cilj izrade IDR-a je formiranje propisane tehničke dokumentacije potrebne za pribavljanje lokacijskih uslova u skladu sa Zakonom o planiranju i izgradnji (za predmetni objekat, lokacijske uslove i građevinsku dozvolu izdaje ministarstvo nadležno za poslove urbanizma - objekti iz člana 133. Zakona), na osnovu kojih će se nastaviti sa izradom sledećih faza projektovanja. IDR i PDR moraju biti usaglašeni po pitanju prostornih performansi objekta.

SADRŽAJ IDEJNOG REŠENJA

Idejno rešenje predstavlja obavezan deo zahteva za dobijanje lokacijskih uslova. Prema Zakonu o planiranju i izgradnji „lokacijski uslovi su javna isprava koja sadrži podatke o mogućnostima i ograničenjima gradnje na katastarskoj parceli koja ispunjava uslove za građevinsku parcelu, a sadrži sve uslove za izradu tehničke dokumentacije“ (lokacijski uslovi se mogu izdati i za više katastarskih parcela, uz obavezu investitora da pre izdavanja upotrebne dozvole izvrši spajanje tih parcela u skladu sa zakonom).

Idejno rešenje treba da sadrži osnovne prostorne i tehničko-tehnološke karakteristike objekta u cilju sagledavanja interakcije sa okruženjem - prikaz planirane koncepcije objekta, sa prikazom i navođenjem svih podataka neophodnih za utvrđivanje lokacijskih uslova.

Predmetna tehnička dokumentacija – Idejno rešenje treba da sadrži sledeće delove:

- Glavna sveska Idejnog rešenja, prema sadržaju koji je definisan u posebnom poglavlju
- Idejno rešenje, prema sadržaju koji je definisan u posebnom poglavlju
- Hidrološkastudija, prema sadržaju koji je definisan u posebnom poglavlju

Glavna sveska Idejnog rešenja

Glavna sveska Idejnog rešenja se formira prema osnovnom sadržaju iz Priloga 1 Pravilnika. Glavna sveska sadrži podatke o projektu i učesnicima u izgradnji, kao i druge podatke i dokumente koji su bitni za izdavanje lokacijskih uslova. Glavna sveska treba da sadrži sledeće:

- Naslovna strana sa podacima o:
 - nazivu objekata sa lokacijama i brojevima katastarskih parcela i katastarskim opštinama;
 - nazivu, odnosno imenu investitora;
 - vrsti tehničke dokumentacije – IDR Idejno rešenje;
 - nazivu pravnog lica koje je izradilo predmetni deo projekta i odgovorno lice projektanta;
 - imenu, prezimenu i broju licence glavnog projektanta;
 - identifikacionoj oznaci dela projekta iz evidencije lica koje je izradilo predmetni deo projekta;
 - mestu i datumu izrade dela projekta;
- Sadržaj glavne sveske,
- Odluka o određivanju glavnog projektanta
- Izjava glavnog projektanta
- Sadržaj tehničke dokumentacije
- Podaci o projektantima
- Opšti podaci o objektu
- Sažeti tehnički opis

Idejno rešenje

Idejno rešenje (za inženjerske objekte) treba da sadrži delove koji su potrebni za izdavanje lokacijskih uslova, prema pravilima struke. Shodno tome, za predmetni objekat ovaj deo IDR treba da sadrži:

- naslovnu stranu (propisanog sadržaja)
- sadržaj idejnog rešenja
- rešenje o određivanju odgovornog projektanta
- izjavu odgovornog projektanta
- tekstualnu dokumentaciju
- numerički dokumentaciju
- grafičku dokumentaciju

Tehnički deo IDR – kroz tekstualnu, numeričku i grafičku dokumentaciju treba da sadrži sledeće:

- Procena i prikaz uslova i ograničenja na prostoru predviđenom za izgradnju predmetnog objektabitnih za određivanje osnovnih prostornih i funkcionalnih karakteristika objekta:
 - prikaz morfoloških uslova,
 - prikaz hidroloških uslova,
 - prikaz geoloških uslova,
 - prikaz bujučarsko-psamoloških uslova,

Procenu uslova izvršiti na bazi postojećih, raspoloživih podataka i neposrednog rekognosciranja terena.

- Vodoprivredne, bilansne analize u cilju dimenzionisanja akumulacije, odn. određivanje karakterističnih kota u akumulaciji uz poštovanje detektovanih uslova i ograničenja.

Ovim analizama utvrditi efekte buduće akumulacije imajući u vidu njen višenamenski karakter:

- zaštita od velikih voda,
- oplemenjivanje malih voda,
- mogućnost isporuke vode za navodnjavanje potencijalnih korisnika
- Dati opis upravljanja akumulacijom u skladu sa njenim namenama.
- Prikaz tehničkog rešenja brane, akumulacije i pribranskih objekata, koji treba da sadrži:
 - tehnički opis,
 - prikaz osnovnih parametara objekatabrane i akumulacije (makrolokacija i visinske performanse, moguća vrsta i tip objekata),
 - prostorne i funkcionalne karakteristike,
 - grafičke priloge: katastarske, situacione i dispozicione planovesa položajem objekata na lokaciji, prikazanim gabaritima, dimenzijama, karakterističnim visinskim kotama, udaljenosti od susednih parcela i susednih objekata, osnove, tipske preseke i dr.

Hidrološka studija

U okviru elaborata potrebno izvršiti hidrološke analiza reke Dobrave na profilu brane i određivanje relevantnih hidroloških parametara i to:

- režim srednjih voda: nizovi srednje mesečnih vrednosti dnevnih proticaja, krive trajanja dnevnih proticaja;
- režim malih voda: vrednosti proticaja malih voda;
- režim velikih voda: teorijski hidrografi velikih voda – verovatnoće pojave p0,01%, p0,1%, p1%, p2%, p5%, p10%, p20%, p50%,.

PODLOGE ZA IZRADU IDEJNOG REŠENJA

Za izradu projektne dokumentacije koristeće se podloge, koje obezbeđuje Naručilac:

- Katastarski planovi prostora brane i akumulacije
- Raspoložive topografske podloge, orto-foto snimci prostora brane i akumulacije
- Hidrometeorološki podaci: podaci o osmatranjima vodostaja i proticaja na hidrološkim stanicama i podaci o padavinama, temperaturi i relativnoj vlažnosti vazduha na glavnim meteorološkim i automatskim stanicama RHMZ Srbije
- Planovi odbrane od poplava na vodotocima drugog reda i planovi antierozionog uređenja sliva
- Postojeća raspoloživa relevantna tehnička i planska dokumentacija
- Ostale podloge dostupne Naručiocu, a koje su od interesa za izradu predmetnog IDR.

Osim podloga koje obezbeđuje Naručilac, za izradu predmetnog IDR-a će se koristiti i podloge koje, u okviru ovog Projektnog zadatka, treba da obezbedi projektant:

- Rezultati obilaska i rekognosciranja terena, sa aspekta sagledavanja uslova i ograničenja na predmetnom prostoru
- Izveštaj o geološkim uslovima za izgradnju brane i formiranje akumulacije, koji treba da sačini projektant na osnovu izvršene prospekcije terena i raspoložive geološke dokumentacije
- Topografski plan brane i akumulacionog prostora u razmeri pogodnoj za korišćenje u predmetnom IDR; projektant ima obavezu da izvrši namenska geodetska snimanja prostora buduće brane i akumulacije (snimanje iz vazduha fotogrametrijski ili nekom drugom metodom daljinske detekcije, npr. LiDAR); orijentaciona površina snimanja je 200 ha



I TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA

SADRŽAJ:

| | |
|---|-----------|
| 1. Uvod..... | 1 |
| 2. Osnovne fizičko – geografske karakteristike analiziranog sliva..... | 1 |
| 3. Izučenost sliva, raspoloživa dokumentacija i podaci | 3 |
| 4. Klimatske karakteristike područja..... | 4 |
| 4.1. Temperatura vazduha..... | 4 |
| 4.2. Vlažnost vazduha | 5 |
| 4.3. Oblačnost..... | 5 |
| 4.4. Osunčanost..... | 5 |
| 4.5. Kretanje vazdušnih masa (vetar)..... | 5 |
| 5. Analiza padavina..... | 6 |
| 5.1. Godišnje sume padavina | 6 |
| 5.2. Maksimalne padavine..... | 9 |
| 6. Analiza srednjih voda | 10 |
| 7. Analiza malih voda..... | 19 |
| 8. Analiza velikih voda..... | 20 |
| 9. Pronos nanosa | 26 |
| 10. Zaključak | 28 |
| 11. Literatura | 28 |

SPISAK TABELA

| | |
|--|-----------|
| <i>Tabela 4.1. Srednje mesečne i godišnje temperature u 0C:.....</i> | <i>4</i> |
| <i>Tabela 4.2. Relativna vlažnost vazduha u Vladimircima u %:</i> | <i>5</i> |
| <i>Tabela 4.3. Srednja mesečna i srednja godišnja oblačnost u 1/10:</i> | <i>5</i> |
| <i>Tabela 4.4. Srednje trajanje Sunčevog sjaja u časovima, za Valjevo u periodu 1991.-2009.g</i> | <i>5</i> |
| <i>Tabela 4.5. Čestina i srednja jačina vetrova u Vladimircima:</i> | <i>5</i> |
| <i>Tabela 5.1. Karakteristični podaci kišomernih stanica (izvor : RHMZ Srbije)</i> | <i>6</i> |
| <i>Tabela 5.2: Verovatnoće pojave maksimalnih dnevnih padavina.....</i> | <i>9</i> |
| <i>Tabela 5.3. Maksimalne padavine kraćih trajanja.....</i> | <i>10</i> |
| <i>Tabela 6.1. Tabela srednjih mesečnih i godišnjih proticaja(m³/s), hid. st Koceljeva.....</i> | <i>12</i> |
| <i>Tabela 6.2. Tabela srednjih mesečnih i godišnjih proticaja(m³/s), hid. st Vukošić.....</i> | <i>13</i> |
| <i>Tabela 6.3. Unutargodišnja raspodela proticaja na profilu brane Vukošić.....</i> | <i>14</i> |
| <i>Tabela 6.4. Prosečni srednji mesečni proticaji na profilu brane Vukošić.....</i> | <i>14</i> |
| <i>Tabela 6.5. Verovatnoće pojave srednje godišnjih proticaja na profilu brane Vukošić.....</i> | <i>18</i> |
| <i>Tabela 7.1. Verovatnoća pojave minimalnih srednje mesečnih proticaja na profilu brane Vukošić.....</i> | <i>19</i> |
| <i>Tabela 8.1. Karakteristične geometrijske veličine sliva reke Dobrave do profila brane Vukošić</i> | <i>21</i> |
| <i>Tabela 8.2. Karakteristične vrednosti jediničnog hidrograma</i> | <i>22</i> |

| | |
|---|----|
| Tabela 8.3. Velike vode karakterističnih povratnih perioda - metoda složenog jediničnog hidrograma..... | 23 |
| Tabela 8.4. Usvojene-merodavne velike vode na profilu brane Vukošić (proticaji i moduli) | 24 |
| Tabela 9.1. Tabela srednjih mesečnih pronosa nanosa (g/s), hid. st Vukošić..... | 27 |
| Tabela 10.1. Sistematizovani karakteristični rezultati hidroloških analiza..... | 28 |

SPISAK SLIKA

| | |
|--|----|
| Slika 2.1. Hipsometrijska kriva..... | 2 |
| Slika 2.2. Maksimalni i uravnati pad glavnog toka reke Dobrave do profila brane..... | 3 |
| Slika 5.1. Šira zona projekta sa lokacijama kišomernih stanica i izohijetskom kartom prosečnih godišnjih suma padavina i slivnih površina Dobrave i Tamnave do profila brane Kamenica..... | 8 |
| Slika 5.2. Visina padavina u zavisnosti od njihovog trajanja i povratnog perioda | 10 |
| Slika 6.1. Korelacija modula srednje mesečnih proticaja za zajednički period hid. stanica | 11 |
| Slika 6.2. Unutargodišnja raspodela proticaja na profilu brane Vukošić..... | 14 |
| Slika 6.3. Histogrami prosečnih srednjih mesečnih proticaja na profilu brane Vukošić | 15 |
| Slika 6.4. Modulna kriva odstupanja srednjih godišnjih proticaja na profilu brane Vukošić | 15 |
| Slika 6.5. Dijagram srednje godišnjih proticaja i pokretnih sredina..... | 16 |
| Slika 6.6. Šira zona projekta sa lokacijama sa izolinijama prosečnog godišnjeg oticaja (l/s/km ²)..... | 17 |
| Slika 6.7. Dijagram verovatnoće pojave srednje godišnjih proticaja na profilu brane Vukošić | 18 |
| Slika 6.8. Kriva trajanja srednje mesečnih i dnevnih proticaja na profilu brane Vukošić | 19 |
| Slika 7.1. Dijagram verovatnoće pojave min. srednjih mesečnih proticaja na profilu brane Vukošić..... | 20 |
| Slika 8.1. Osnovne veličine za određivanje vremenske baze hidrograma..... | 21 |
| Slika 8.2. Računski simulirani hidrogram iz maja 2014.god na hid. st. Koceljeva | 24 |
| Slika 8.3. Hidrogrami velikih voda na profilu brane Vukošić | 25 |
| Slika 9.1. Korelaciona veza Qsr.mes.-Psr.mes | 26 |

1. Uvod

Hidrološka studija reke Dobrave, do profila brane Vukošić, je urađena u okviru projektno tehničke dokumentacije za idejno rešenje višenamenske akumulacije i brane Vukošić na reci Dobravi.

Po zahtevima Projektnog zadatka bilo je potrebno izvršiti hidrološke analiza reke Dobrave, na profilu brane Vukošić, i odrediti relevantne hidrološke parametara i to:

- režim srednjih voda;
- nizove srednje mesečnih vrednosti proticaja;
- krive trajanja dnevnih proticaja;
- režim malih voda-vrednosti proticaja malih voda i
- režim velikih voda: teorijski hidrogrami velikih voda – verovatnoće pojave p 0,01%, p 0,1%, p 1 %, p 2 %, p 5 %, p 10 %, p 20 %, p 50 %.

Hidrološka studija je izrađena sa ciljem pouzdanije ocene hidroloških parametara reke Dobrave, kao jednog od ključnih parametara za ocenu opravdanosti celog projekta. Pomenuta brana Vukošić se nalazi u slivu reke Dobrave, desne pritoke Save. U skladu sa zahtevima iz Projektnog zadatka maksimalno su korišćeni raspoloživi podaci i postojeća dokumentacija, a u prvoj fazi izrade studije izvršen je i detaljan obilazak šire zone sliva i lokacije objekata buduće brane.

2. Osnovne fizičko – geografske karakteristike analiziranog sliva

Sliv reke Dobrave se nalazi u zapadnom delu Srbije, u Mačvanskom okrugu i u opštini Vladimirci. Takođe, bliže geografski posmatrano, Dobrava pripada Posavotamnavi, čiji deo pripada i Kolubarskom okrugu. Reka Dobrave spada u manje desne pritoke reke Save, u koju se uliva na oko 6 km nizvodno od Šapca (na stacionaži km 95+500 toka Save). Reka Dobrava izvire na planini Cer, na oko 600 mnm, ali većim svojim delom ova reka ima karakteristike ravničarske reke.

Ukupna površina sliva reke Dobrave na ušću u Savu iznosi oko 371 km², a srednja nadmorska visina sliva je oko 170 m.n.m. Najznačajnije pritoke reke Dobrave su reka Višnjeva, sa površinom sliva od oko 87 km² i Mlakva sa površinom sliva oko 112 km².

Lokacija brane Vukošić je predviđena u profilu kod naselja Vukošić, u blizini bare Vukošić (Selska bara), koji obuhvata sliv reke Dobrave od oko 121,5 km².

Sliv reke Dobrave ima lepezasti oblik sa obimom od preko 50 km. Profil brane Vukošić se nalazi na km 18+500 stacionaže rečnog toka, do ušća reke Bojkače koja se uliva u Dobravi na 23 km rečnog toka, neposredno uzvodno od mosta na putu Crniljevo – Šabac.

Sliv je nesimetričnog oblika, sa izraženijom rečnom mrežom na levoj strani sliva. Gustina rečne mreže je procenjena na oko 0,59 km/km².

Selska bara se formirala u prirodnoj depresiji i zauzima površinu od preko 34 ha. Sa druge strane ukupna površina prostora na kome bi se formirala akumulacija Vukošić iznosi oko 150 hektara i ona, pored postojećeg jezera, zauzima rečno korito reke Dobrave i zemljište u neposrednom priobalju, koje je uglavnom prevlašeno i degradirano, a u katastru nepokretnosti se vodi kao močvarno zemljište (trstik) ili pašnjaci.

Prema podacima iz 1986. godine, kada su za potrebe tadašnje SIZ za vodoprivredu Podrinjsko – kolubarskog regiona iz Šapca rađeni projekti i investicioni program za izgradnju višenamenske akumulacije "Vukošić", oko 54% sliva reke Dobrave je bilo pod šumama i pašnjacima, 40% zemljišta zauzimale su obradive površine i oko 6% voćnjaci. Slična struktura korišćenja zemljišta je i danas.

Uzvodni deo sliva na jugu se graniči sa slivom reke Tamnave, koja pripada slivu reke Kolubare.

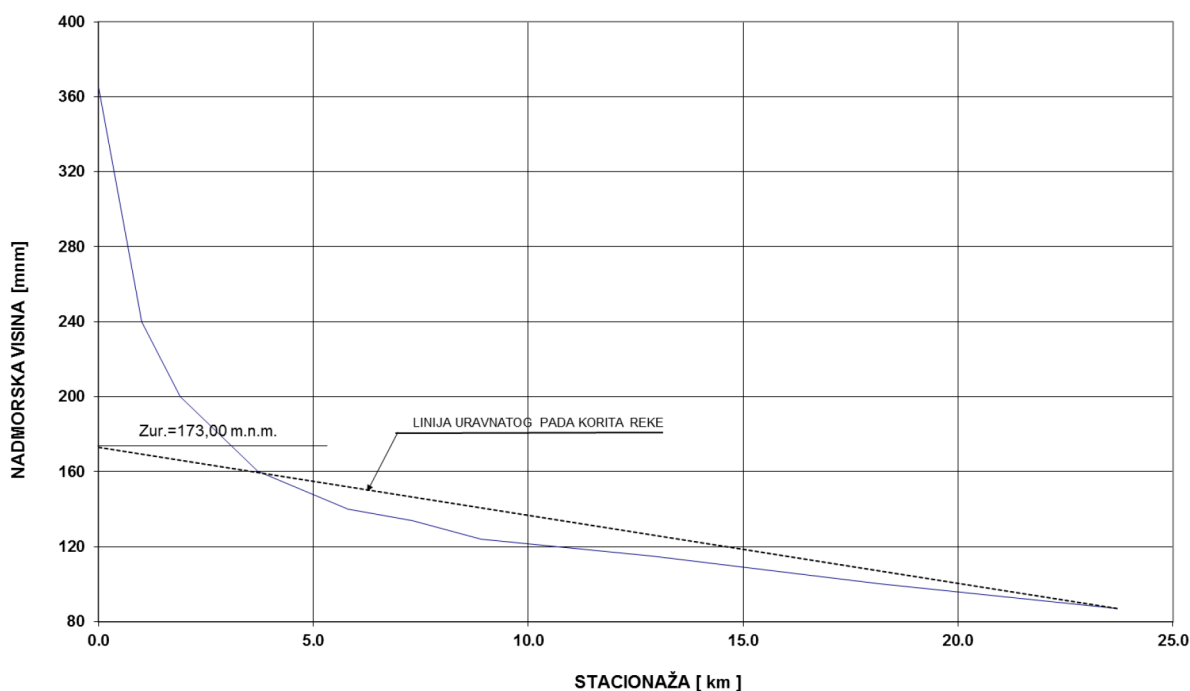
Sliv reke Dobrave je po svojim fizičko-geografskim, morfološkim i hidrološkim karakteristikama sličan slivovima gornjeg i srednjeg toka reke Kolubare, naročito reke Tamnave, sa kojom se graniči, odnosno radi se o susednim slivovima, koji pripadaju različitim slivnim područjima. Ova činjenica je u mnogome definisala pravac izrade hidroloških analiza, gde je generalno velika pažnja usmerena na adekvatno sagledavanje gornjeg dela sliva reke Tamnave, obzirom da se radi o bolje istraženom slivu sa aspekta hidroloških parametara. Zbog toga je u okviru predmetne Studije gornji deo sliva reke Tamnave poslužio kao sliv-analog, za definisanje hidroloških parametara sliva reke Dobrave.

U slivu reke Tamnave, kao i u slivu reke Dobrave, nisu uočene značajnije karstne pojave. Sa tog aspekta sliv reke Tamnave uzvodno od profila brane može se smatrati kao homogen. Oblik gornjeg i srednjeg dela sliva Tamnave je praktično pravougaon, dok je sliv reke Dobrave trapezoidnog oblika.

Srednja nadmorska visina sliva do profila brane je 185 mnm, a hipsometrijska kriva sliva reke Dobrave do profila brane Vukošić je prikazana na narednoj slici (**Error! Reference source not found.**). Dužina glavnog toka je oko 24 km.

Slika 2.1. Hipsometrijska kriva

Gornji deo sliva je sa izraženijim padovima sa prosečnim/uravnatim padom glavnog toka do profila brane od oko 3,6 ‰ i maksimalnim padom glavnog toka od oko 11,7 ‰ – Slika 2.2.



Slika 2.2. Maksimalni i uravnati pad glavnog toka reke Dobrave do profila brane

Na slici 5.1 u Poglavlju 5 je prikazana karta šire zone projekta sa lokacijama kišomernih stanica, izolinijama padavina i slivnim površinama Dobrave i Tamnave do profila brana Vukošić, odnosno Kamenica, koja se nalazi na gornjem delu sliva Tamnave, uzvodno od hidrološke stanice Koceljeva.

3. Izučenost sliva, raspoloživa dokumentacija i podaci

Sliv reke Dobrave spada u relativno slabije izučene slivove sa aspekta poznavanja dugoperiodskih hidroloških parametara. U samom slivu, nešto nizvodnije od profila buduće brane Vukošić, RHMZ Srbije je uspostavio, još 1983. godine, hidrološku stanicu. Ova stanica je radila, sa prekidima, do 1989. godine. Stanica je bila opremljena limnigrafom i vodomernom letvom. Preciznije definisano limnigraf se nalazio na oko 30 m nizvodno od mosta koji povezuje centar naselja Vukošić sa putem Valjevo-Šabac, na desnoj rečnoj obali. Nula vodomera je bila na 89,73 mm.

U periodu rada hidrološke stanice, izvršeno je ukupno 72 merenja proticaja i 29 kompletnih psamoloških merenja. Na osnovu ovih merenja i kontinualnog (dnevnog) praćenja vodostaja, koncentracije suspendovanog nanosa i definisanih krivih proticaja, definisani su proticaji za period 1983.-1989 godina, sa izuzetkom 1988. godine, za koju podaci nisu pronađeni u toku izrade predmetnog elaborata, kao i odgovarajući pronos nanosa, na osnovu uspostavljene zavisnosti pronos nanosa i protok.

Ovi podaci su bili od neprocenjive važnosti za definisanje hidroloških parametara reke Dobrave i uspostavljanjem korelacionih veza za slivom analogom, slivom reke Tamnave, na kojoj u profilu Koceljeva postoje hidrološka stanica sa dugoperiodskim osmatranjem vodostaja i merenjem proticaja.

Pored navedenog, u toku izrade Studije korišćeni su i hidrološki podaci sa šire geografske zone, uključujući i celokupan sliv Kolubare, kao i raspoloživa relevantna dokumentacija, koja je taksativno navedena u poglavlju 11 Literatura.

Pored direktnih osmatranja u slivu Dobrave (1983-1989. godina), osnovna i ključna su dugoperiodska osmatranja vodostaja i merenja proticaja na toka reke Tamnave – hidrološka stanice Koceljeva, kao susednog slivu reke Dobrave. Na širem slivu Kolubare (Uba, Jadra i Kolubare) od velike su važnosti i druge hidrološke stanice, koje su takođe bitne za definisanje korektnog bilansa na profilu hidrološke stanice Koceljeva. Ove stanice rade u okviru nadležnosti Republičkog Hidrometeorološkog Zavoda Srbije (Lit. 13. i 14.). Od značaja su i podaci iz prethodno izrađene dokumentacije (Lit. 2.,

3., 9., 11., 12., i 13.), gde su sprovedene hidrološko-meteorološke analize za hidrološke i kišomerne stanice iz šireg područja projekta, kao i prostorne regionalne analize.

Hidrološka 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. Nedostaju podaci iz perioda 1975.-1978. godina kada stanica nije bila u funkciji.

Pored ove stanice, samo za kontrolu i popunu nedostajućih podataka na hidrološkoj stanici Koceljeva, korišćene su i raspoložive analize i podaci sa hidroloških stanica iz susednih slivova: hidrološka stanica Ub na reci Ub, hidrološka stanica Zavlaka na reci Jadar i kao kontrolna hidrološka stanica Valjevo na reci Kolubara (Lit. 17.)..

Hidrološka 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 je udaljena 10,0 km. Kota "0" vodomera je 89,62 mnm. Stanica je osnovana 1959. godine i opremljena limnigrafom od 1977. godine, a od 2006. godine je digitalna, pa se podaci sa ove stanice mogu smatrati pouzdanim. Nedostaju delimično podaci iz 1973. godine, iz perioda 1975.-1976. godine, i delimično iz 2011. godine i iz 2012., 2013., 2014. Godine, kada stanica nije bila u funkciji.

Hidrološka stanica "Zavlaka" je locirana u donjem 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 "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. godine uzet sa rezervom pri analizama.

Hidrološka 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 "0" vodomera je 179,70 mnm. Stanica je osnovana 1951. godine, a kvalitetni podaci o proticajima su od 1955. godine. Od 1980.god. je opremljena limnigrafom, a sada je to automatska stanica sa digitalnim registrovanjem nivoa, pa se podaci sa ove stanice mogu smatrati pouzdanim.

Za potrebe hidroloških analiza u okviru predmetnog projekta detaljnije su analizirani podaci sa 10 kišomernih stanica u regionu (sume godišnjih padavina i maksimalni godišnje dnevne padavine), za ceo period rada stanica, a koje takođe rade u okviru nadležnosti Republičkog Hidrometeorološkog Zavoda Srbije.

4. Klimatske karakteristike područja

Širu geografsku teritoriju sliva reke Dobrave karakteriše umereno kontinentalna klima. Za potrebe ilustracije najvažnijih klimatskih karakteristika područja su korišćeni podaci sa Glavne meteorološke stanice Valjevo i ostalih klimatoloških i padavinskih stanica (Lit. 16., 3., 9., 11., 12. i 13.).

4.1. Temperatura vazduha

Tabela 4.1. Srednje mesečne i godišnje temperature u OC:

| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Sr. god. |
|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|----------|
| 0,5 | 2,0 | 6,5 | 11,7 | 17,3 | 20,5 | 21,7 | 21,5 | 16,2 | 11,8 | 6,1 | 1,1 | 11,4 |

Srednja godišnja vrednost temperature vazduha je 11,4 °C. Najviša srednja mesečna vrednost je u julu 21,7 °C, a najniža u januaru 0,5 °C, tako da amplituda između najviše i najniže srednje mesečne temperature iznosi 21,2°C.

4.2. Vlažnost vazduha

Tabela 4.2. Relativna vlažnost vazduha u Vladimircima u %:

| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Sr. god. |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|
| 88,2 | 81,2 | 72,4 | 69,6 | 67,4 | 70,8 | 71,5 | 70,9 | 76,6 | 79,2 | 85,3 | 89,4 | 76,9 |

Srednja godišnja relativna vlažnost iznosi 76,9%. Najveće srednje vrednosti su u decembru (89,4 %) i januaru (88,2 %). Visoka relativna vlažnost u ovim mesecima se javlja kao posledica padavina koje se izlučuju u vidu kiše i snega, i niskih temperatura. Najniže vrednosti relativne vlažnosti su u maju (67,4%) i aprilu (69,6 %).

4.3. Oblačnost

Tabela 4.3. Srednja mesečna i srednja godišnja oblačnost u 1/10:

| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | God. |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|---|-----|-----|------|
| 6,7 | 5,5 | 5,3 | 5,5 | 4,8 | 4,5 | 3,8 | 3,6 | 4,6 | 5 | 6,3 | 7,1 | 5,3 |

Srednja godišnja vrednost oblačnosti iznosi 5,3 što znači da je u posmatranom periodu, prosečno oko ½ neba bilo pokriveno oblacima. Najvedriji mesec je avgust (prosečna oblačnost 3,6), a najtmurniji decembar (prosečna oblačnost 7,1).

4.4. Osunčanost

Tabela 4.4. Srednje trajanje Sunčevog sjaja u časovima, za Valjevo u periodu 1991.-2009.g

| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | God. pros |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-----------|
| 78,5 | 107,6 | 150,1 | 174,7 | 233,2 | 250,3 | 289,3 | 261,3 | 190,5 | 146,8 | 96,6 | 71,8 | 2050,7 |

Prosečno trajanje sunčevog sjaja u periodu 1991.-2009. godine u Valjevu iznosi 2050,7 časova godišnje ili 5,6 časova dnevno. Dužina insolacije tokom godine se menja, najveća je u letnjim a najmanja u zimskim mesecima. Osunčavanje zavisi od dužine dana, odnosno godišnjeg doba ili visine Sunca, i od oblačnosti. Najdužu insolaciju prosečno u posmatranom periodu imao je jul (289,3 časa ili 9,3 časa dnevno), a najkraću decembar (71,8 časova ili 2,3 časa dnevno).

4.5. Kretanje vazdušnih masa (vetar)

Tabela 4.5. Čestina i srednja jačina vetrova u Vladimircima:

| Str. sveta | N | NE | E | SE | S | SW | W | NW | tišina |
|-------------|------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|--------|
| Čestina ‰ | 89,9 | 158,5 | 224,8 | 79,2 | 42,8 | 91,4 | 201,4 | 162,3 | 45,5 |
| Jačina-bof. | 2,6 | 1,9 | 2,8 | 2,7 | 2 | 2,1 | 2,5 | 3 | |

Izrazito najčešći vetrovi su iz pravca istoka (E) i zapada (W). Ukoliko se ovim vetovima priključe i oni sa seevrozapada (NW) i severoistoka (NE) onda to čini 71% svih vetrova. Po snazi, najači su seevrozapadni (NW) i istočni (E) vetrovi, a najslabiji severoistočni (NE).

Vladimirci imaju relativno retke tišina odnosno 45,5 dana u godini, pa se ubraja u vetrovita mesta zapadne Srbije. To je posledica njenog lokacijskog smeštaja uz reku Savu kojom se kreću dominantni severozapadni i severoistočni vetrovi.

Podaci su dati za period 1992.-2008. godina, kao ilustracija klimatskih karakteristika područja.

5. Analiza padavina

5.1. Godišnje sume padavina

U pogledu karakteristika režima padavina, zastupljen je kontinentalni pluviometrijski režim padavina. Za uporednu analizu srednjih godišnjih padavina korišćeni podaci su podaci iz prethodno izrađene dokumentacije (Lit. 2., 3., 9. i 17.), a za izradu predmetne Studije od RHMZ Srbije su dobavljeni podaci o podacima suma padavina i maksimalnih jednodnevnih padavina za period 1946.-2017. Godina, za 10 kišomernih stanica koje se nalaze u zoni projekta.

U prethodno izađenoj dokumentaciji koja je obuhvatala analize godišnjih suma padavina, izrađene su izohijetske karte za jedinstveni 60-to godišnji period 1946-2006. godina (Lit. 16.).

Ovi podaci su na osnovu regionalnog pristupa u analizama padavina, obezbedili pouzdanu osnovu za sagledavanje međusobnih odnosa prosečnih palih voda za analizirane slivove reke Tamnave i Dobrave.

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

Tabela 5.1. Karakteristični podaci kišomernih stanica (izvor : RHMZ Srbije)

| Kišomerna stanica (sliv) | Period rada i obrade | Prosečne padavine za period rada (mm) | Nadm. visina kiš.st. (mnm) |
|------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|
| 1. Desić | 1946-2011 1946-2006 | 687,6 699,9 | 155 |
| 2. Koceljewa | 1946-2006 | 735,1 | 130 |
| 3. D. Crniljevo | 1946-2017 1946-2014 1946-2006 | 820,1 825,6 822,4 | 180 |
| 4. Kaona, posavotamnavska | 1946-2017 1946-2014 1946-2006 | 800,4 805,5 795,6 | 230 |
| 5. Jazovik | 1946-2016 1946-2014 1946-2006 | 681,9 681,6 674,8 | 200 |
| 6. Sinošević | 1946-2017 1946-2014 1946-2006 | 737,2 737,1 732,2 | 145 |
| 7. Vladimirci | 1946-2006 | 705,0 | 120 |
| 8. Šabac | 1946-2006 | 672,1 | 80 |
| 9. Tekeriš | 1946-2016 1946-2014 1946-2006 | 820,5 820,1 802,3 | 280 |
| 10. Valjevo | 1946-2017 1946-2014 1946-2006 | 782,2 781,1 776,7 | 176 |

Iz gornje tabele se može videti da u drugoj koloni postoje periodi koje se odnose na ukupan fond podataka, kao i na period od početka rada stanice (1946. godine), odnosno do od godine koja je izabrana za početnu godinu analiza, pa do 2014., odnosno 2006. godine. Na osnovu vrednosti iz gornje tabele može se zaključiti da između podataka postoji vrlo visok stepen regionalne i vremenske usklađenosti.

Interesantno je da za periode 1946.-2017., 1946.-2014. i 1946.-2006. godina ne postoji značajnija razlika u prosečnim vrednostima. Ova razlika ne prelazi 5 mm između perioda. Do ovog zaključka se lako dolazi ako se posmatraju vrednosti za kišomerne stanice koje imaju kompletne podatke, bez prekida u podacima : Donje Crniljevo, Kaona-posavotamnavska, Sinošević i Valjevo.

U prethodno izrađenoj dokumentaciji definisane su izohijetske karte za period 1946.-2006. godina, koje su prikazane na slici 5.1. Obzirom na vrlo male razlika prosečnih vrednosti suma godišnjih padavina, ova izohijetska karta se može iskoristiti za ocenu padavina na slivovima zone projekta, za sva tri perioda obrade.

Iz prethodnih podataka i prethodno izrađene dokumentacije se može uočiti regionalna usklađenost prosečnih višegodišnjih padavina, sa generalnim opadanjem padavina ka jugoistoku, i ka nižim nadmorskim visinama, kao i značajnim uticajem postojeće konfiguracije reljefa.

Na osnovu gornjih zaključaka, prezentovane karte i prezentovanih vrednosti može se izvršiti pouzdana ocena prosečne padavine u analiziranim slivovima, za period 1946.-2017. godina. Usvojene su vrednosti prosečnih godišnjih padavina od $P_{sr}=825$ mm za sliv Tamnave do profila brane Kamenica, $P_{sr}=780$ mm za sliv Tamnave do profila hidrološke stanice Koceljeva i $P_{sr}=761$ mm za sliv Dobrave do profila brane Vukošić. Može se uočiti regionalna usklađenost prosečnih višegodišnjih padavina, sa generalnim opadanjem padavina ka jugoistoku, i ka nižim nadmorskim visinama u dolinama.

Za sledeće, više faze projekta, mogu se izvršiti šire i obimnije prostorne analize višegodišnjih suma padavina, da bi se ove vrednosti verifikovale na najkvalitetniji način.



Slika 5.1. Šira zona projekta sa lokacijama kišomernih stanica i izohijetskom kartom prosečnih godišnjih suma padavina i slivnih površina Dobrave i Tamnave do profila brane Kamenica

5.2. 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 stanicama koje su opremljene pluviografom.

I za analizu maksimalnih padavina za sliv Dobrave, do profila brane Vukošić, korišćene su iste kišomerne stanice kao i za procenu prosečnih godišnjih suma padavina.

Podaci o maksimalnim jednodnevnim padavinama su bili nešto manjeg obima, nego podaci o godišnjim sumama padavina. Samo su podaci sa kišomerne stanice Valjevo imali kompletan set podataka za ceo period analiza 1946.-2017. godina. Relativno kompletan set podataka, ali za period 1950.-2017. godina, je bio na raspolaganju za kišomernu stanicu Kaona-posavotamnavska.

Za predmetni nivo projekta maksimalne padavine na sliv reke Dobrave su definisane preko kišomerne stanice Kaona, kao što je to urađeno u okviru Hidrološke Studije reke Dobrave i Višnjice (Lit. 19.), koju je izradio RHMZ Srbije u toku 1984. godine.

U toku izrade predmetne Studije izvršene su statističke analize maksimalnih jednodnevnih padavina sa kišomernih stanica Kaona-posavotamnavska i Valjevo, na osnovu kojih su definisane maksimalne jednodnevne padavine različitih povratnih perioda.

Sve statističke analize su vršene korišćenjem modela HEC-SSP (Statistical Software Package), koji je izradio U.S. Army Corps of Engineers (USACE), Hydrologic Engineering Center's (HEC). U okviru ovog modela LP 3 distribucija se koristi za statističke analize nizova. Treba reći da je već ranije potvrđeno da se ova distribucija najbolje prilagođava empirijskim tačkama, u odnosu na ostale često korišćene statističke distribucije (LN 2, LN 3, Gumbel itd ...). Trenutna verzija ovog modela izvršava statističke analize prema referentnim preporukama iz Bulletin 17B (Interagency Advisory Committee on Water Data, 1982) i Bulletin 17C (England, et al., 2015).

Proračuni su simultano izvršavani za podatke sa stanice Valjevo, kao verifikacija rezultata dobijenih na osnovu podataka za stanicu Kaona. Potvrđeno je da se statistički niz jednodnevnih padavina osmotren na kišomernoj stanici Kaona može koristiti kao referentan za sliv reke Dobrave.

U narednoj tabeli prikazane su verovatnoće pojave maksimalnih 24-časovnih padavina za kišomernu stanicu Kaona-posavotamnavska, kao i merodavne za sliv reke Dobrave do profila brane Vukošić.

Tabela 5.2: Verovatnoće pojave maksimalnih dnevnih padavina

| Kiš.st./sliv | Maksimalne dnevne padavine [mm] za povratni period [god] | | | | | | | | |
|-----------------------|--|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | 500 | 1000 | 10000 |
| Kaona-posavotamnavska | 43,800 | 58,200 | 68,700 | 79,400 | 94,500 | 106,800 | 139,700 | 156,000 | 221,800 |
| Sliv brane | 41,610 | 55,290 | 65,265 | 75,430 | 89,775 | 101,460 | 132,715 | 148,200 | 210,710 |

Za sledeće, više faze projekta, mogu se izvršiti šire i obimnije prostorne analize maksimalnih jednodnevnih padavina, da bi se prezentovane vrednosti verifikovale na najkvalitetniji način.

Obzirom da podaci osmatranja na kišomernoj stanici predstavljaju osmatranja u "tački", a razmatra se površina sliva od 121,5 km², primenjen je redukcion koeficijent prelaza sa tačke na sliv, koji je usvojen kao K=0,95.

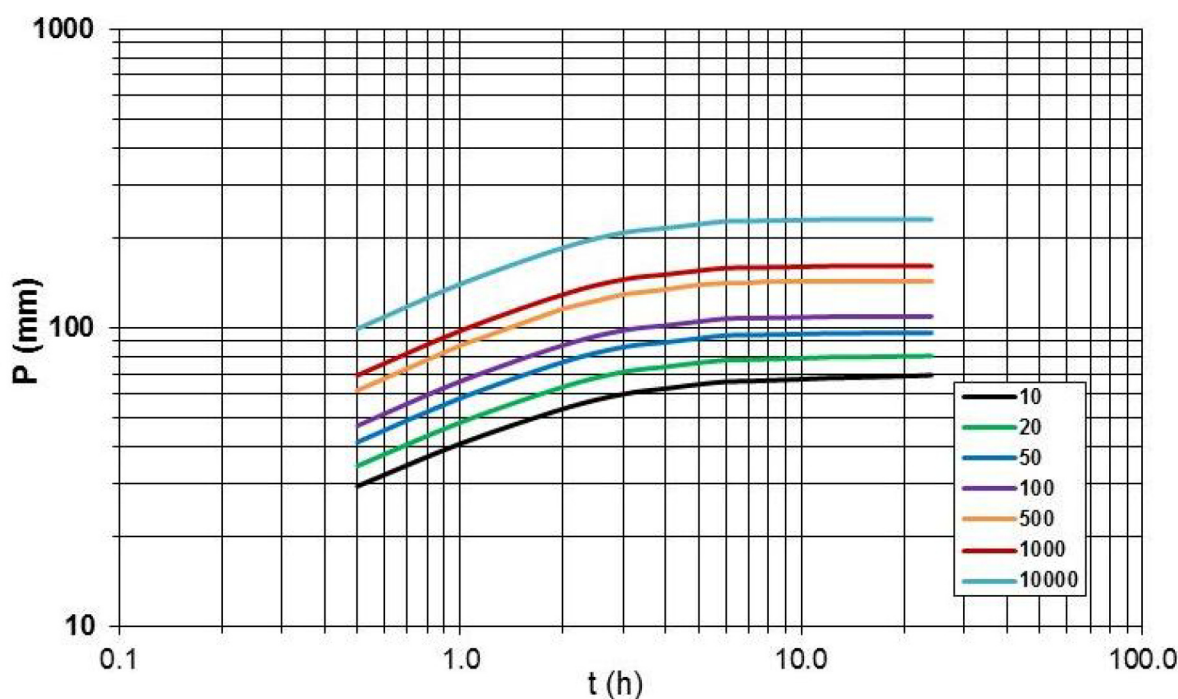
Shodno potrebama proračuna velikih voda neophodno je odrediti maksimalne padavine trajanja kraćih od 24 h, jer se analizira manji sliv, gde je vreme koncentracije sliva ili vreme putovanja kiše od najudaljenijeg dela sliva do profila brane daleko manje od 24 h.

U tabeli 5.3 prikazane su visine padavina (mm) u zavisnosti od povratnog perioda i trajanja kiše na analiziranom slivu, a po modelu pluviografske stanice Valjevo (Lit. 9. i 12.), koja je po svim parametrima merodavna i za analizirani sliv, a pored toga ova stanica ima dovoljan fond podataka a osmatranja se vrše na način da se ove veze mogu pouzdano

odrediti. Na slici u nastavku (Slika 5.2) dat je i grafički prikaz ove zavisnosti u formi zavisnosti visine maksimalnih padavina od njihovog trajanja i povratnog perioda, za razmatrani sliv reke Dobreve.

Tabela 5.3. 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 | 16,6 | 23,1 | 27,8 | 32,3 | 38,7 | 43,7 | 57,2 | 63,9 | 90,8 |
| 60 | 21,5 | 31,6 | 38,5 | 45,2 | 54,3 | 61,5 | 80,5 | 90,1 | 128,1 |
| 120 | 26,7 | 40,9 | 50,4 | 59,4 | 71,6 | 81,3 | 106,5 | 119,2 | 169,4 |
| 180 | 29,7 | 45,7 | 56,4 | 66,6 | 80,4 | 91,2 | 119,5 | 133,8 | 190,2 |
| 360 | 33,8 | 50,7 | 62,1 | 73,0 | 88,0 | 99,9 | 130,7 | 146,2 | 207,9 |
| 720 | 37,2 | 53,0 | 63,9 | 74,6 | 89,4 | 101,3 | 132,7 | 148,2 | 210,7 |
| 1440 | 41,6 | 55,3 | 65,3 | 75,4 | 89,8 | 101,5 | 132,7 | 148,2 | 210,7 |



Slika 5.2. Visina padavina u zavisnosti od njihovog trajanja i povratnog perioda

6. Analiza srednjih voda

Već je u Poglavlju 2 istaknuto da sliv reke Dobreve spada u relativno slabije izučene slivove sa aspekta poznavanja dugoperiodskih hidroloških parametara. U samom sluvu, nešto nizvodnije od profila buduće brane Vukošić, RHMZ Srbije je uspostavio još 1983. godine hidrološku stanicu. Ova stanica je radila, sa prekidima, do 1989. godine. Stanica je bila opremljena limnigrafom i vodomernom letvom. Preciznije definisano limnigraf se nalazio na oko 30 m nizvodno od mosta koji povezuje centar naselja Vukošić sa putem Valjevo-Šabac, na desnoj rečnoj obali, a u neposrednoj blizini profila brane Vukošić. Nula vodomera je bila na 89,73 mm.

Na osnovu merenja i kontinualnog (dnevnog) praćenja vodostaja, koncentracije suspendovanog nanosa i definisanih krivih proticaja, na profilu ove hidrološke stanice su definisani proticaji za period 1983.-1989 godina, sa izuzetkom 1988.

godine, za koju podaci nisu pronađeni u toku izrade predmetnog elaborata, kao i odgovarajući pronos nanosa, na osnovu uspostavljene zavisnosti pronos nanosa i protok.

Rezultati osmatranja vodostaja i proticaja su prethodno objavljeni (Lit. 21., 22., 23., 24., 25., 26. i 27.) i poslužili su za definisanje bilansa voda u profilu brane Vukošić, na reci Dobravi. Obzirom da se radi o kratkom nizu, dugoperiodski bilans za period 1957.-2014. godina, u profilu brane Vukošić, je definisan na osnovu korelativne veze ovih podataka sa podacima osmatranja na slivu-analogu, a to je sliv reke Tamnave do profila hidrometrijske stanice Koceljeva.

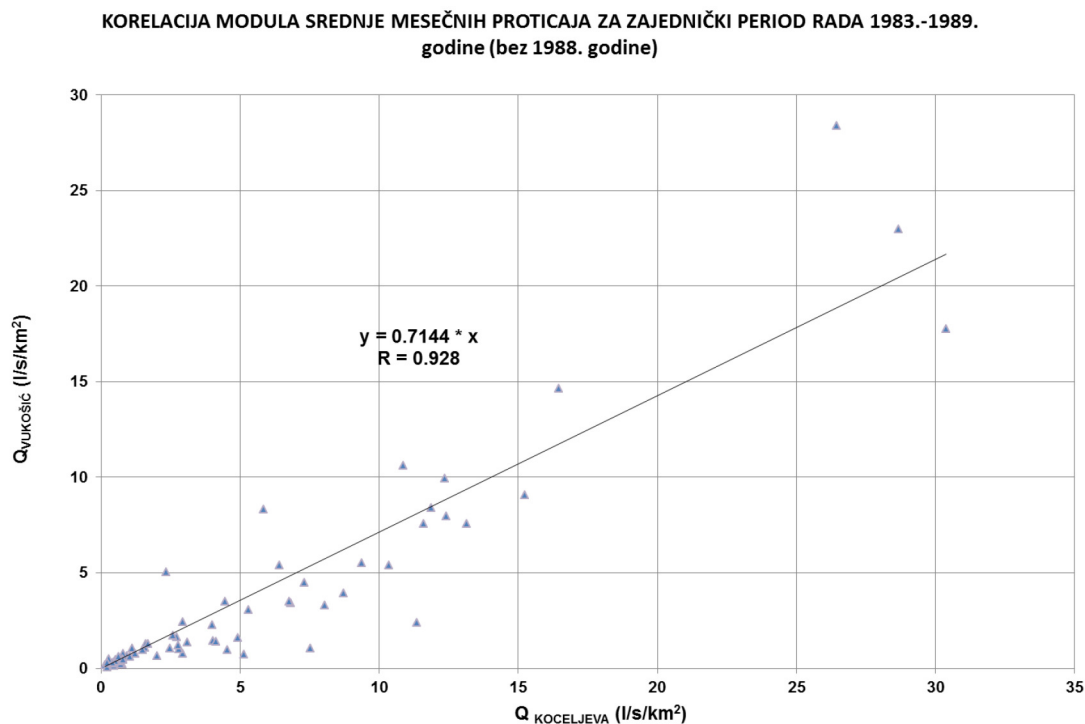
Hidrološka stanica "Koceljeva" je locirana u srednjem delu toka reke Tamnave i kontroliše površinu sliva od 208 km² (podatak RHMZ Srbije) i od ušća u Kolubaru je udaljena 47,5 km. Kota takozvane "0" vodomera je 120,31 mnm. Stanica je osnovana 1954. god. i opremljena limnigrafom od 1978. godine, a od 2012. godine je digitalna, pa se podaci sa ove stanice mogu smatrati pouzdanim. Nedostaju podaci iz perioda 1975.-1978. godina kada stanica nije bila u funkciji, kao i podaci za 2005. godinu.

U prethodno izrađenoj dokumentaciji Brana Kamenica sa akumulacijom na reci Tamnavi, Idejni Projekat, Hidrološka Studija uz IP, Energoprojekt-Hidroinženjering, 2018. godina (Lit. 17.), definisani su srednje mesečni proticaji na profilu hidrometrijske stanice Koceljeva, za ceo period od 1957.-2014. godine, a na osnovu regionalnih analiza i korelativnih veza sa podacima sa hidroloških stanica Ub (reka Ub) i Zavlaka (reka Jadar).

Ovako definisani podaci srednje mesečnih proticaja na hidrološkoj stanici Koceljeva su poslužili da se definiše srednje mesečni proticaji na hidrološkoj stanici Vukošić, na reci Dobravi, koja raspolaže sa ograničenim fondom podataka.

Na osnovu perioda koji se preklapa na obe stranice, a to je period 1983.-1989. godina, sa izuzetkom 1988. godine, definisane su korelacione veze koje su poslužile da se na osnovu poznatih podataka srednje mesečnih proticaja na hidrološkoj stanici Koceljeva, kao sliva-analoga, definišu srednje mesečni podaci na hidrometrijskoj stanici Vukošić, za ceo razmatrani period 1957.-2014. godine.

Na sledećoj slici je prikazana korelaciona veza srednje mesečnih modula proticaja za hidrometrijske stanice Koceljeva i Vukošić, za period zajedničkog rada.



Slika 6.1. Korelacija modula srednje mesečnih proticaja za zajednički period hid. stanica

Na osnovu ovako definisanih veze vrednosti modula proticaja sa ove dve stanice, definisane su srednje mesečne vrednosti proticaja za hidrometrijsku stanicu Vukošić. Srednje mesečni proticaji za hidrometrijsku stanicu Koceljeva, na

reci Tamnavi, su prikazani u tabeli 6.1 (Lit. 17.), dok su generisane vrednosti srednje mesečnih proticaja, za hidrometrijsku stanicu Vukošić, na reci Dobravi, prikazane u tabeli 6.2.

Tabela 6.1. Tabela srednjih mesečnih i godišnjih proticaja(m^3/s), hid. st Koceljeva

Reka Tamnava, hid. 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 |

Tabela 6.2. Tabela srednjih mesečnih i godišnjih proticaja(m³/s), hid. st Vukošić

Reka Dobrava, hid. st. Vukošić

| GOD. | JAN | FEB | MART | APRIL | MAJ | JUNI | JULI | AVG | SEPT | OKT | NOV | DEC | GOD. |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1957 | 0,159 | 0,467 | 0,106 | 0,138 | 1,772 | 0,575 | 0,145 | 0,315 | 0,337 | 0,382 | 0,103 | 0,317 | 0,401 |
| 1958 | 0,644 | 0,660 | 2,664 | 1,765 | 0,205 | 0,132 | 0,058 | 0,046 | 0,042 | 0,081 | 0,108 | 0,462 | 0,572 |
| 1959 | 0,760 | 0,506 | 0,227 | 0,101 | 0,144 | 0,071 | 0,508 | 0,751 | 0,129 | 0,054 | 1,111 | 0,218 | 0,382 |
| 1960 | 1,473 | 1,013 | 0,105 | 0,300 | 0,118 | 0,062 | 0,370 | 0,056 | 0,038 | 0,064 | 0,099 | 0,263 | 0,330 |
| 1961 | 0,202 | 0,309 | 0,086 | 0,077 | 1,860 | 0,468 | 0,043 | 0,036 | 0,029 | 0,029 | 0,055 | 0,101 | 0,275 |
| 1962 | 0,711 | 2,212 | 2,745 | 1,107 | 0,063 | 0,041 | 0,044 | 0,022 | 0,001 | 0,025 | 0,035 | 0,047 | 0,588 |
| 1963 | 0,193 | 1,902 | 0,512 | 1,161 | 0,096 | 0,320 | 0,074 | 0,064 | 0,324 | 0,025 | 0,043 | 0,032 | 0,396 |
| 1964 | 0,025 | 0,266 | 0,501 | 0,116 | 0,135 | 0,041 | 0,139 | 0,117 | 0,049 | 0,136 | 0,732 | 0,457 | 0,226 |
| 1965 | 0,762 | 0,613 | 1,053 | 0,315 | 1,192 | 0,166 | 0,111 | 0,008 | 0,005 | 0,004 | 0,028 | 0,087 | 0,362 |
| 1966 | 0,411 | 1,567 | 0,570 | 0,179 | 0,351 | 0,333 | 0,534 | 0,121 | 0,091 | 0,047 | 0,053 | 0,896 | 0,429 |
| 1967 | 0,689 | 0,449 | 1,302 | 0,530 | 0,735 | 0,987 | 0,111 | 0,016 | 0,022 | 0,018 | 0,037 | 0,276 | 0,431 |
| 1968 | 1,527 | 2,079 | 0,310 | 0,088 | 0,073 | 0,087 | 0,295 | 0,724 | 0,105 | 0,050 | 1,019 | 1,272 | 0,636 |
| 1969 | 0,575 | 2,338 | 0,574 | 0,368 | 0,097 | 0,597 | 0,169 | 0,044 | 0,030 | 0,020 | 0,047 | 0,450 | 0,442 |
| 1970 | 2,408 | 2,753 | 1,750 | 0,785 | 1,703 | 0,861 | 1,176 | 0,555 | 0,072 | 0,282 | 0,497 | 0,143 | 1,082 |
| 1971 | 0,355 | 0,747 | 1,458 | 0,928 | 0,209 | 0,049 | 0,028 | 0,017 | 0,065 | 0,043 | 0,087 | 0,123 | 0,343 |
| 1972 | 0,122 | 0,150 | 0,118 | 0,116 | 0,071 | 0,040 | 0,202 | 0,241 | 0,195 | 1,069 | 1,056 | 0,225 | 0,300 |
| 1973 | 0,247 | 0,247 | 0,945 | 1,929 | 0,127 | 0,620 | 0,054 | 0,036 | 0,030 | 0,044 | 0,049 | 0,143 | 0,373 |
| 1974 | 0,241 | 0,111 | 0,076 | 0,225 | 0,361 | 0,428 | 0,185 | 0,021 | 0,029 | 0,454 | 1,130 | 1,722 | 0,415 |
| 1975 | 0,612 | 0,327 | 0,089 | 0,367 | 1,281 | 1,446 | 0,543 | 0,978 | 0,274 | 0,249 | 0,486 | 0,340 | 0,583 |
| 1976 | 0,450 | 0,973 | 0,719 | 0,949 | 0,429 | 1,873 | 0,125 | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 0,028 | 0,227 | 0,482 |
| 1977 | 0,613 | 1,371 | 0,640 | 1,095 | 0,366 | 0,201 | 0,244 | 0,106 | 0,200 | 0,147 | 0,440 | 1,088 | 0,542 |
| 1978 | 0,539 | 2,571 | 1,014 | 0,405 | 0,830 | 1,370 | 0,645 | 0,092 | 0,151 | 0,103 | 0,087 | 0,302 | 0,676 |
| 1979 | 2,274 | 0,968 | 0,215 | 0,313 | 0,385 | 0,212 | 0,230 | 0,092 | 0,033 | 0,093 | 0,235 | 0,553 | 0,467 |
| 1980 | 1,552 | 1,508 | 0,917 | 0,414 | 1,769 | 0,953 | 0,271 | 0,048 | 0,043 | 0,075 | 0,430 | 1,390 | 0,781 |
| 1981 | 1,032 | 1,263 | 3,056 | 0,366 | 0,312 | 0,432 | 0,063 | 0,065 | 0,073 | 0,103 | 0,631 | 1,053 | 0,704 |
| 1982 | 0,445 | 0,469 | 1,322 | 0,653 | 0,289 | 0,197 | 0,201 | 0,248 | 0,093 | 0,170 | 0,163 | 0,338 | 0,382 |
| 1983 | 0,415 | 0,657 | 0,200 | 0,174 | 0,053 | 0,130 | 0,612 | 0,022 | 0,096 | 0,058 | 0,129 | 0,671 | 0,268 |
| 1984 | 1,290 | 2,790 | 3,450 | 0,373 | 0,920 | 0,156 | 0,055 | 0,028 | 0,036 | 0,060 | 0,116 | 0,080 | 0,780 |
| 1985 | 0,656 | 0,426 | 1,020 | 1,100 | 0,295 | 0,207 | 0,060 | 0,403 | 0,096 | 0,025 | 0,169 | 0,124 | 0,382 |
| 1986 | 0,476 | 0,920 | 1,780 | 0,427 | 0,120 | 0,277 | 1,010 | 0,093 | 0,025 | 0,046 | 0,058 | 0,074 | 0,442 |
| 1987 | 0,154 | 1,210 | 0,543 | 0,967 | 2,160 | 0,147 | 0,091 | 0,017 | 0,007 | 0,031 | 0,164 | 0,194 | 0,474 |
| 1988 | 0,227 | 0,287 | 3,195 | 0,351 | 0,081 | 0,075 | 0,013 | 0,002 | 0,025 | 0,013 | 0,045 | 0,093 | 0,367 |
| 1989 | 0,031 | 0,041 | 0,127 | 0,048 | 0,127 | 0,290 | 0,038 | 0,061 | 0,035 | 0,074 | 0,078 | 0,054 | 0,084 |
| 1990 | 0,276 | 0,345 | 0,212 | 0,145 | 0,041 | 0,174 | 0,006 | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,048 | 0,079 | 0,111 |
| 1991 | 0,094 | 0,089 | 0,148 | 0,651 | 0,209 | 0,172 | 0,124 | 0,172 | 0,012 | 0,167 | 0,407 | 0,184 | 0,202 |
| 1992 | 0,384 | 0,661 | 0,163 | 0,205 | 0,074 | 0,602 | 0,037 | 0,003 | 0,002 | 0,027 | 0,206 | 0,354 | 0,226 |
| 1993 | 0,242 | 0,203 | 1,239 | 0,825 | 0,063 | 0,054 | 0,029 | 0,003 | 0,073 | 0,037 | 0,209 | 0,306 | 0,274 |
| 1994 | 0,459 | 0,443 | 0,480 | 0,502 | 0,099 | 0,369 | 0,048 | 0,016 | 0,005 | 0,010 | 0,024 | 0,069 | 0,210 |
| 1995 | 0,358 | 0,553 | 0,372 | 1,023 | 0,232 | 0,115 | 0,090 | 0,006 | 0,066 | 0,020 | 0,072 | 0,324 | 0,269 |
| 1996 | 0,249 | 1,254 | 1,079 | 0,918 | 0,308 | 0,073 | 0,015 | 0,012 | 0,045 | 0,032 | 0,539 | 1,252 | 0,481 |
| 1997 | 1,343 | 1,583 | 0,209 | 0,498 | 0,081 | 0,071 | 0,366 | 0,464 | 0,015 | 0,646 | 0,259 | 1,289 | 0,569 |
| 1998 | 1,930 | 0,323 | 0,210 | 0,073 | 0,048 | 0,020 | 0,016 | 0,005 | 0,043 | 0,590 | 0,487 | 0,800 | 0,379 |
| 1999 | 0,544 | 2,246 | 0,169 | 0,234 | 0,069 | 0,024 | 0,701 | 0,026 | 0,016 | 0,005 | 0,136 | 3,202 | 0,614 |
| 2000 | 0,384 | 1,000 | 0,364 | 0,439 | 0,025 | 0,035 | 0,003 | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,003 | 0,012 | 0,189 |
| 2001 | 0,034 | 0,030 | 0,155 | 1,389 | 0,053 | 2,137 | 0,071 | 0,027 | 1,394 | 0,100 | 0,576 | 0,271 | 0,520 |
| 2002 | 0,371 | 0,102 | 0,074 | 0,262 | 0,139 | 0,022 | 0,038 | 0,020 | 0,007 | 0,186 | 0,125 | 0,169 | 0,126 |
| 2003 | 0,741 | 0,554 | 0,266 | 0,053 | 0,029 | 0,043 | 0,002 | 0,002 | 0,005 | 0,147 | 0,069 | 0,085 | 0,166 |
| 2004 | 0,979 | 0,731 | 0,442 | 0,510 | 0,158 | 0,283 | 0,103 | 0,115 | 0,021 | 0,050 | 0,892 | 0,463 | 0,396 |
| 2005 | 0,333 | 1,877 | 2,477 | 0,961 | 0,411 | 0,309 | 0,638 | 1,034 | 1,126 | 0,840 | 0,411 | 1,489 | 0,992 |
| 2006 | 0,700 | 1,033 | 3,153 | 0,338 | 0,093 | 1,212 | 0,039 | 0,093 | 0,075 | 0,042 | 0,041 | 0,042 | 0,572 |
| 2007 | 0,379 | 0,216 | 1,024 | 0,075 | 0,301 | 0,215 | 0,017 | 0,013 | 0,035 | 0,142 | 1,181 | 0,660 | 0,355 |
| 2008 | 0,714 | 0,466 | 1,113 | 0,259 | 0,163 | 0,077 | 0,032 | 0,020 | 0,045 | 0,030 | 0,057 | 0,069 | 0,254 |
| 2009 | 0,297 | 0,552 | 1,021 | 0,031 | 0,010 | 0,291 | 0,081 | 0,014 | 0,003 | 0,042 | 0,098 | 0,757 | 0,266 |
| 2010 | 1,106 | 1,984 | 1,129 | 0,555 | 0,732 | 2,531 | 0,567 | 0,285 | 0,189 | 0,431 | 0,350 | 0,792 | 0,888 |
| 2011 | 0,220 | 0,515 | 0,530 | 0,171 | 0,242 | 0,096 | 0,051 | 0,021 | 0,003 | 0,011 | 0,016 | 0,015 | 0,158 |
| 2012 | 0,275 | 0,712 | 0,588 | 0,458 | 1,024 | 0,124 | 0,023 | 0,005 | 0,001 | 0,001 | 0,012 | 0,108 | 0,278 |
| 2013 | 0,180 | 0,625 | 1,252 | 0,419 | 0,233 | 0,151 | 0,078 | 0,010 | 0,001 | 0,042 | 0,061 | 0,144 | 0,266 |
| 2014 | 0,102 | 0,044 | 0,069 | 1,375 | 5,969 | 0,096 | 0,125 | 0,603 | 0,678 | 0,365 | 0,122 | 0,426 | 0,831 |
| Qsr | 0,603 | 0,902 | 0,885 | 0,528 | 0,509 | 0,399 | 0,203 | 0,145 | 0,115 | 0,139 | 0,275 | 0,469 | 0,431 |
| St.dev | 0,535 | 0,753 | 0,905 | 0,442 | 0,903 | 0,540 | 0,257 | 0,244 | 0,246 | 0,213 | 0,326 | 0,562 | 0,217 |
| Cv | 0,888 | 0,835 | 1,022 | 0,838 | 1,774 | 1,353 | 1,267 | 1,679 | 2,148 | 1,535 | 1,186 | 1,200 | 0,503 |

U gornjoj tabeli 6.2 prikazane su generisane vrednosti srednje dnevnih proticaja za hidrološku stanicu Vukošić, na osnovu regresionih analiza preko vrednosti osmotrenih proticaja na hidrološkoj stanici Koceljeva, na reci Tamnavi, ali su originalne osmotrene vrednosti proticaja na hidrološkoj stanici Vukošić, u periodu rada stanice, zadržane u tabeli.

Lokacija hidrološke stanice Vukošić se nalazi u neposrednoj blizini profila brane Vukošić, pa se vrednosti srednje mesečnih proticaja na profilu hidrološke stanice mogu usvojiti za vrednosti merodavne za profil profila brane Vukošić.

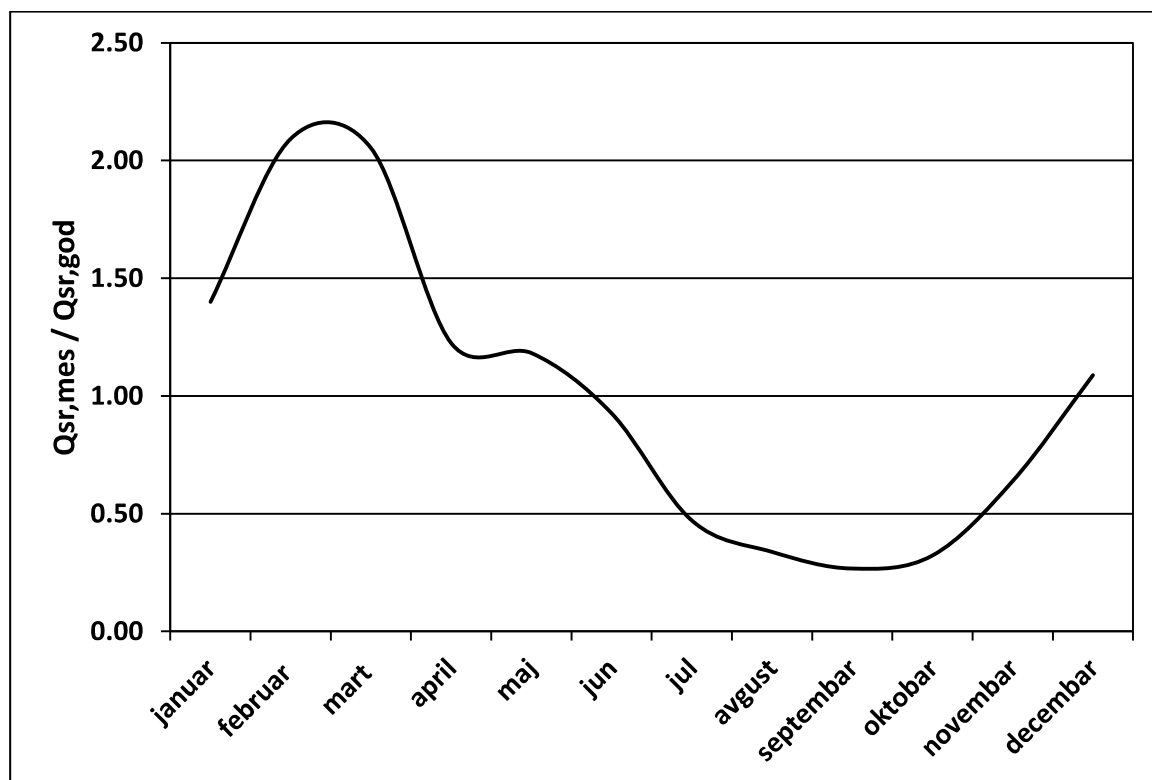
Tabela srednjih mesečnih i godišnjih proticaja na profilu brane Vukošić, sa karakterističnim statističkim parametrima – prosečna višegodišnja vrednost, standardna devijacija i koeficijent varijacije, već je praktično prikazana u gornjoj tabeli 6.2.

Na osnovu ove tabele su definisane i vrednosti u tabelama i slikama koje slede u nastavku teksta.

U donjoj tabeli 6.3 i na slici 6.2 su prikazane vrednosti unutargodišnje raspodele proticaja na profilu brane Vukošić.

Tabela 6.3. Unutargodišnja raspodela proticaja na profilu brane Vukošić

| Mesec | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | god. |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Q_i/Q_{sr} | 1,40 | 2,09 | 2,05 | 1,22 | 1,18 | 0,93 | 0,47 | 0,34 | 0,27 | 0,32 | 0,64 | 1,09 | 1,00 |



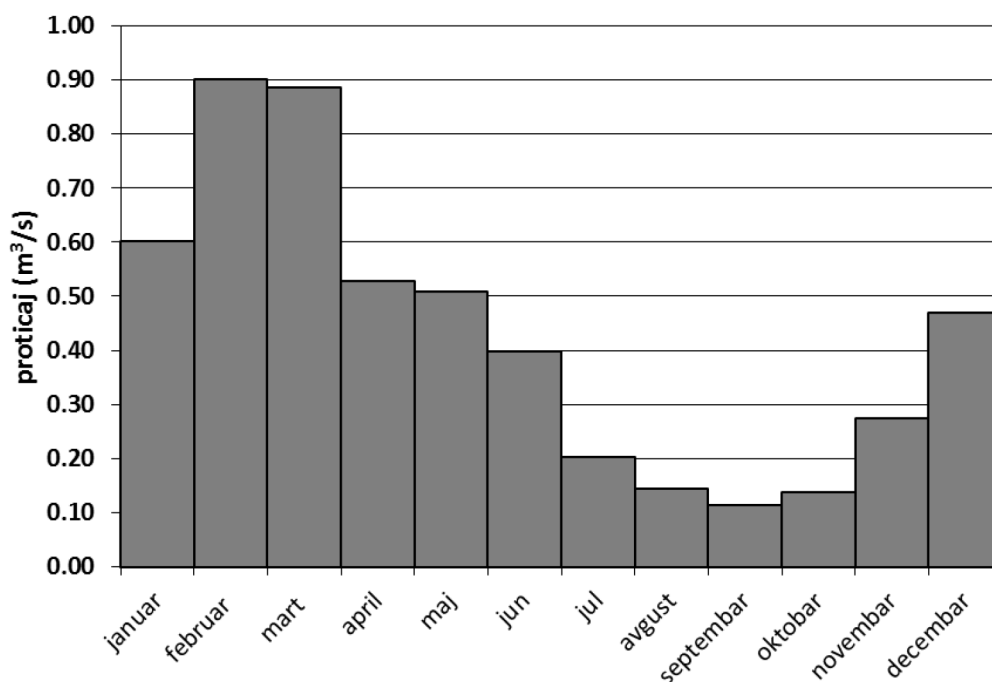
Slika 6.2. Unutargodišnja raspodela proticaja na profilu brane Vukošić

Neravnomernost proticaja na profilu brane Vukošić je ilustrovana u narednoj tabeli 6.4 i na slici 6.3 u nastavku teksta. Unutargodišnju raspodelu proticaja karakterišu vlažan period od decembra do juna i sušni u periodu jul - novembar.

Na tabeli 6.4 su prikazane prosečne srednje mesečne vrednosti proticaja, a na slici 6.3 su ove vrednosti prikazane u obliku histograma srednje mesečnih proticaja na profilu brane Vukošić.

Tabela 6.4. Prosečni srednji mesečni proticaji na profilu brane Vukošić

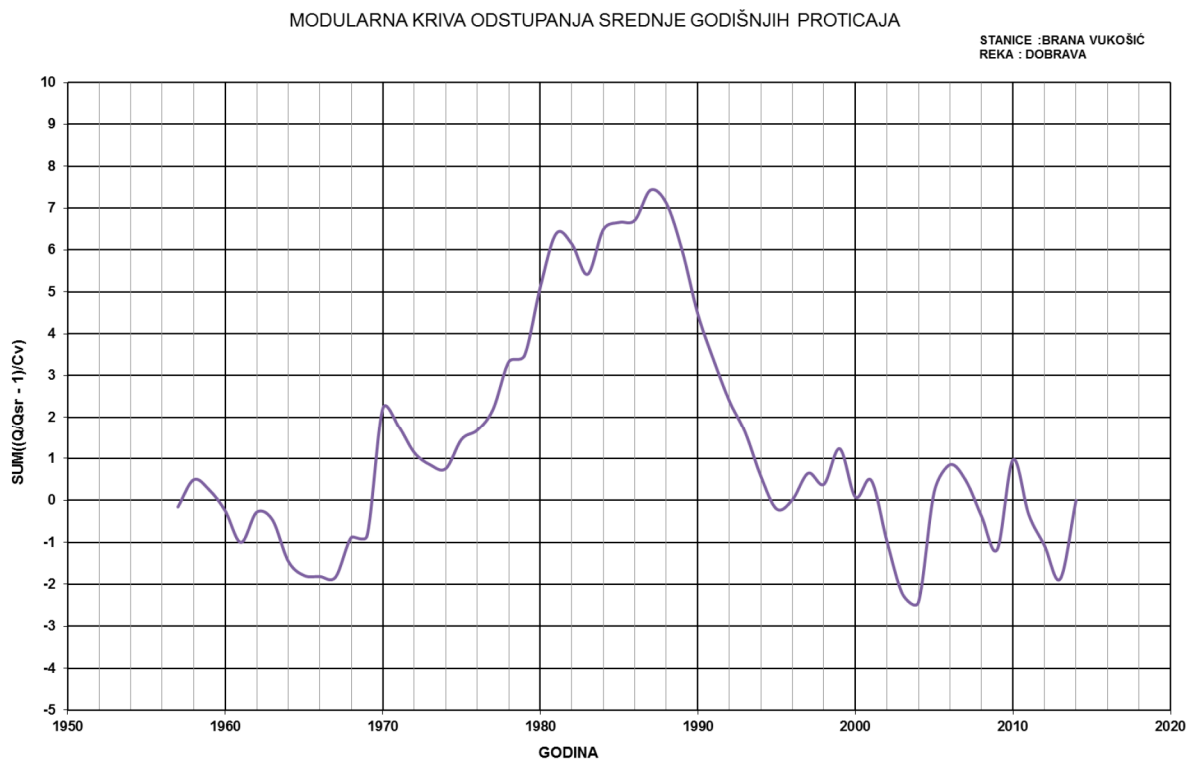
| Mesec | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | god. |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Q_{sr} | 0,603 | 0,902 | 0,885 | 0,528 | 0,509 | 0,399 | 0,203 | 0,145 | 0,115 | 0,139 | 0,275 | 0,469 | 0,431 |



Slika 6.3. Histogrami prosečnih srednjih mesečnih proticaja na profilu brane Vukošić

Prosečni proticaj za profil brane Vukošić, za analizirani period 1957.-2014. godina, iznosi 0,431 m³/s, ili specifični oticaj 3,54 l/s/km², što ukazuje na nižu specifičnu vodnost ovog sliva, u odnosu na gornji deo sliva reke Tamnave.

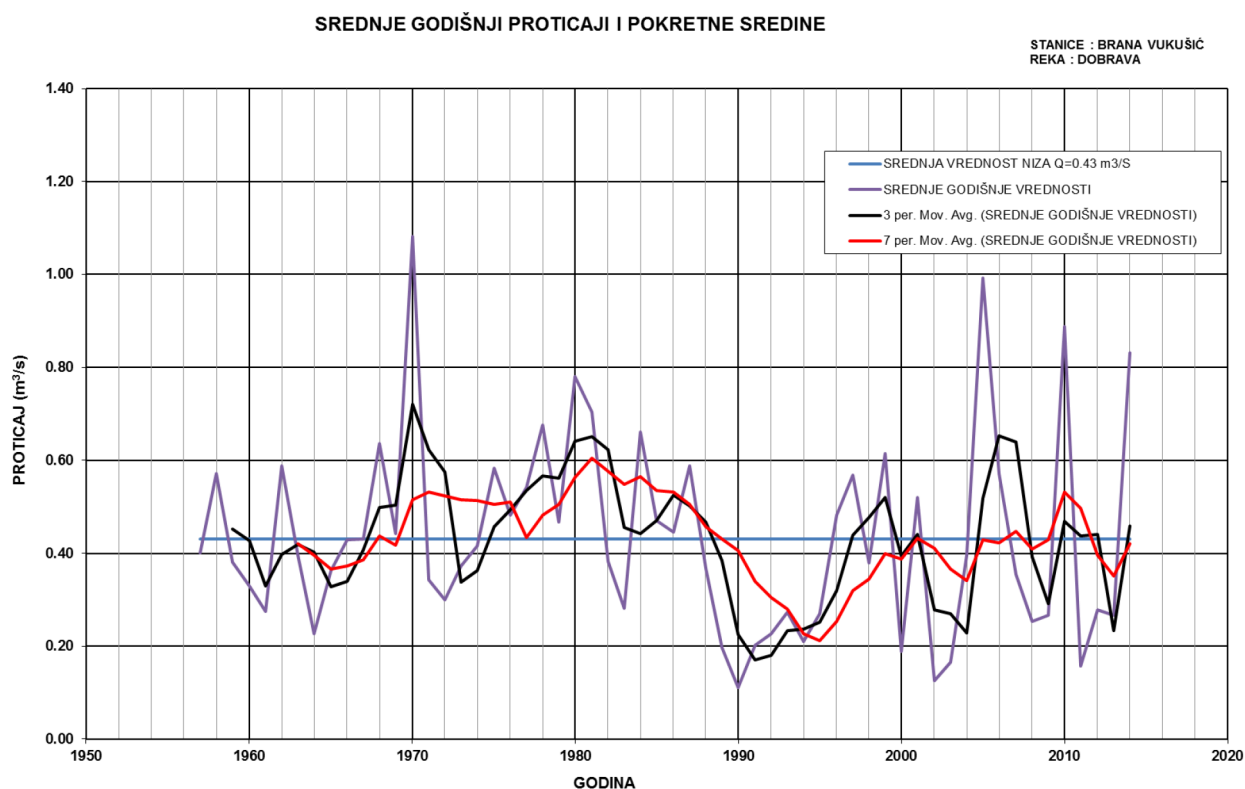
Analiza cikličnosti, odnosno hronološka zakonitost smenjivanja kišnih i sušnih godina, je izvršena preko takozvane integralne krive modulnih odstupanja od prosečne vrednosti. U nastavku se prikazuje slika 6.4 koja ilustruje ovu analizu.



Slika 6.4. Modulna kriva odstupanja srednjih godišnjih proticaja na profilu brane Vukošić

Vremenski period u kojima ordinate integralne krive imaju pozitivan prirast karakteriše vodniji period, a suprotno, kada ordinate imaju negativan prirast karakteriše sušniji period. Može se uočiti da je u analiziranom periodu izrazitiji duži vodniji period bio 1967.-1986. godina, a sušniji 1987.-1995. godina. Iz priložene krive, sledi da se kao merodavan period obrade srednjih voda u slivu reke Dobrave može uzeti period 1957.-2014. godina (pošto je koeficijent promene celog niza od početne 1957. god. do završne 2014. god, vrlo blizak jedinici).

Takođe je izvršena analiza uzoraka pokretnih sredina srednjegodišnjih proticaja, od 3 do 7 godina, koje daju uvid u hronološke promene srednjegodišnjih proticaja, kao i u cikluse vodnih i sušnih godina. Grafik pokretnih sredina za period 1957. – 2014. godina dat je na narednoj slici, sa istim pokazateljima vodnosti kao i na prethodnoj slici.



Slika 6.5. Dijagram srednje godišnjih proticaja i pokretnih sredina

U nastavku je izvršena kvalitativna kontrola dobijenih vrednosti srednjih proticaja na profilu brane Vukošić preko karte izolinije modula oticaja, koja je preuzeta iz prethodno izrađene dokumentacije i čiji je prikaz prilagođen potrebama predmetnih analiza (Slika 6.6).

Ako se analizira karta izolinija modula prosečnih oticaja Srbije (Lit. 2., 9. i 13.), kao i regionalne analize iz prethodno izrađene dokumentacije (Lit. 3.), prosečna vrednost srednjeg godišnjeg modula proticaja u profilu brane Kamenica, a koja se u detalju na karti prikazuje na gornjoj slici, se može oceniti na $qsr=9 \text{ l/s/km}^2$, a godišnji modul proticaja u profilu brane Vukošić se može oceniti na $qsr=5 \text{ l/s/km}^2$.

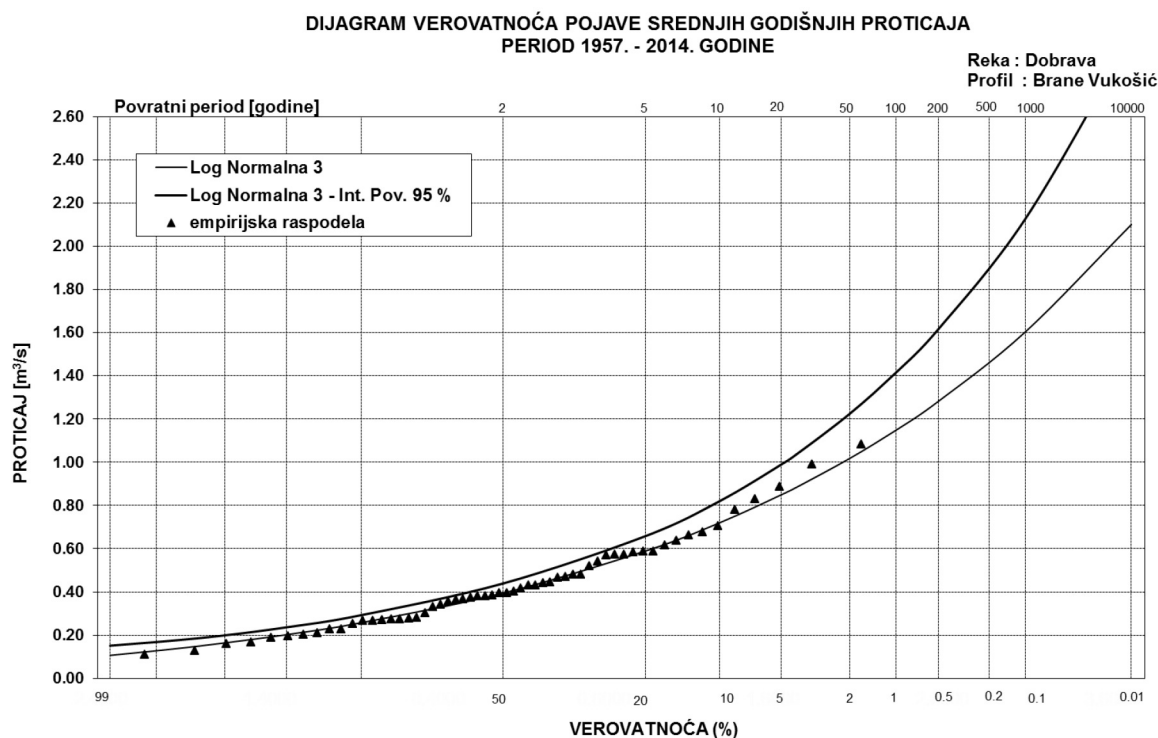
U odnosu na vrednosti definisane u okviru prethodno izrađene dokumentacije za branu Kamenica na reci Tamnavi (Lit. 17.), može se uočiti da su prezentovane vrednosti više, a u istom odnosu su vrednosti modula proticaj više i za profil brane Vukošić, na reci Dobrava, u odnosu na vrednosti modula definisane u okviru predmetnog projekta. Obe vrednosti modula proticaja definisanih na osnovu karte izolinija modula su više za isti procenat, pa se može ponovo govoriti o regionalnoj usklađenosti dobijenih vrednosti u predmetnoj dokumentaciji i u prethodno izrađenoj dokumentaciji.

Mora se napomenuti da su karte prosečnih modula oticaja, koje su inače vrlo kvalitetno urađene, uglavnom nešto 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. godine, koji je analiziran u okviru predmetne dokumentacije i prethodno izrađene dokumentacije (Lit. 17.).



Slika 6.6. Šira zona projekta sa lokacijama sa izolinijama prosečnog godišnjeg oticaja (l/s/km²)

Na donjoj slici 6.7 je prikazan dijagram verovatnoće pojave srednje godišnjih vrednosti proticaja u profilu brane Vukošić sa 50 % i 95 % intervalom poverenja. Najbolje prilagođavanje empirijskim vrednostima je pokazala Log-Normalna 3 distribucija.



Slika 6.7. Dijagram verovatnoće pojave srednje godišnjih proticaja na profilu brane Vukošić

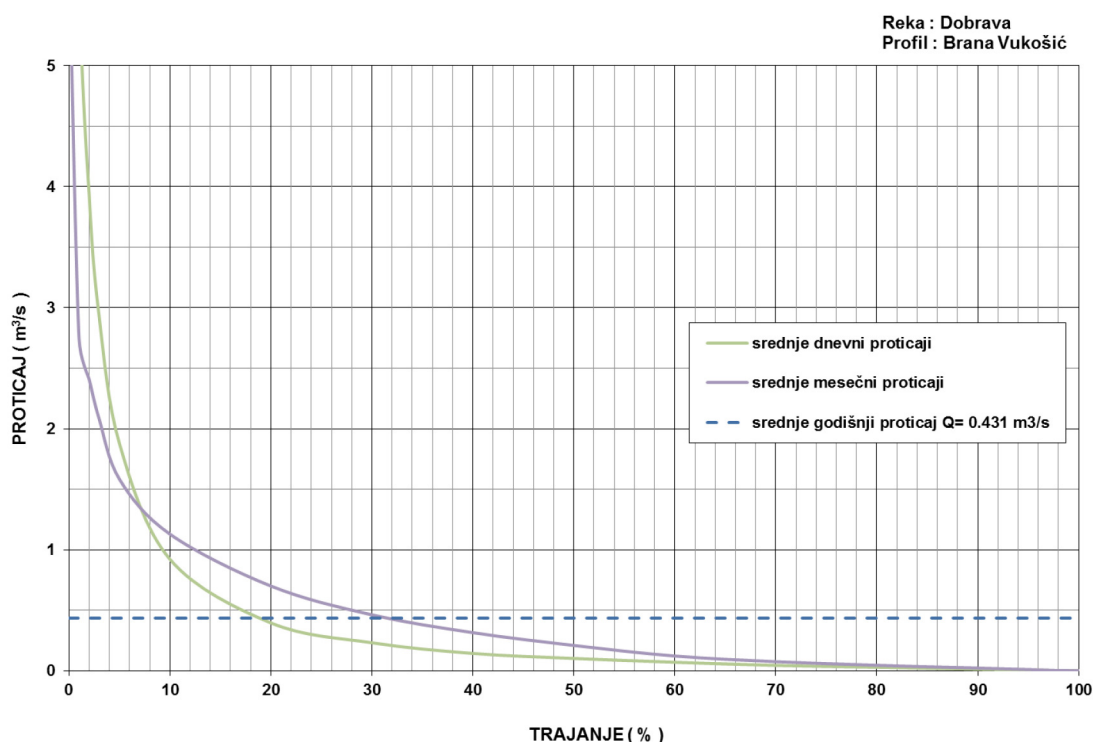
U tabeli 6.5 su prikazane vrednosti srednje godišnjih proticaja za različite povratne periode pojave.

Tabela 6.5. Verovatnoće pojave srednje godišnjih proticaja na profilu brane Vukošić

| Profil | Srednje godišnji proticaji (m ³ /s) za povratni period [god] | | | | | | | | |
|-----------------------|---|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | 200 | 1000 | 10000 |
| Brana Vukošić 50 % | 0,394 | 0,589 | 0,72 | 0,849 | 1,019 | 1,149 | 1,282 | 1,603 | 2,101 |
| Brana Vukošić 95 % | 0,439 | 0,658 | 0,82 | 0,989 | 1,226 | 1,416 | 1,616 | 2,126 | 2,968 |

Na osnovu definisanih srednje mesečnih vrednosti proticaja u profilu brane Vukošić, na reci Dobravi definisana je kriva trajanja srednje mesečnih vrednosti proticaja. Na osnovu odnosa trajnosti dnevnih i srednje mesečnih proticaja na slivu analogu, definisana je i kriva trajanja dnevnih proticaja i prikazana na istom grafiku. Na slici 6.8 su prikazani rezultati ove analize.

KRIVA TRAJANJA SREDNJE DNEVNIH I MESEČNIH PROTICAJA



Slika 6.8. Kriva trajanja srednje mesečnih i dnevnih proticaja na profilu brane Vukošić

7. Analiza malih voda

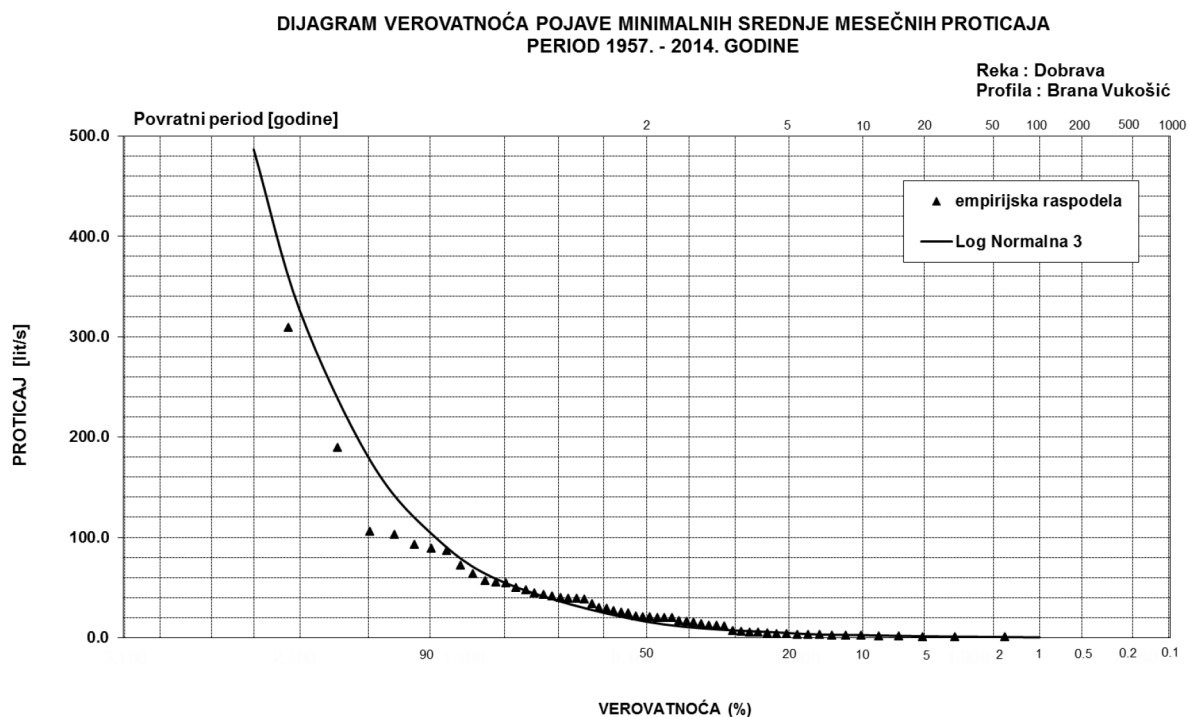
Minimalni proticaji u slivu reke Dobreve se po pravilu se javljaju u letnjem i jesenjem periodu od jula do novembra. Već je ranije napomenuto da u samom slivu ne postoji dovoljan fond podataka direktnih osmatranja i merenja za detaljniju i pouzdaniju analizu malih voda.

Male vode na profilu brane Vukošić ocenjene su na osnovu statističkih analiza niza minimalnih srednjih mesečnih proticaja perioda 1957-2014. godina – formiranog iz podataka iz Tabele 6.2.

Na formirane serije minimalnih srednjih mesečnih proticaja za analizirani period, odnosno na njihove empirijske verovatnoće, 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 3 raspodela. U narednoj tabeli 7.1, a grafički na sledećoj slici 7.1, prikazani su rezultati ove analize, odnosno minimalni srednji mesečni proticaji različitih perioda pojavljivanja.

Tabela 7.1. Verovatnoća pojave minimalnih srednje mesečnih proticaja na profilu brane Vukošić

| Povratni period (godina) | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |
|--------------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Brana Vukošić (l/s) | 16,0 | 4,7 | 2,7 | 1,5 | 0,9 | 0,4 |



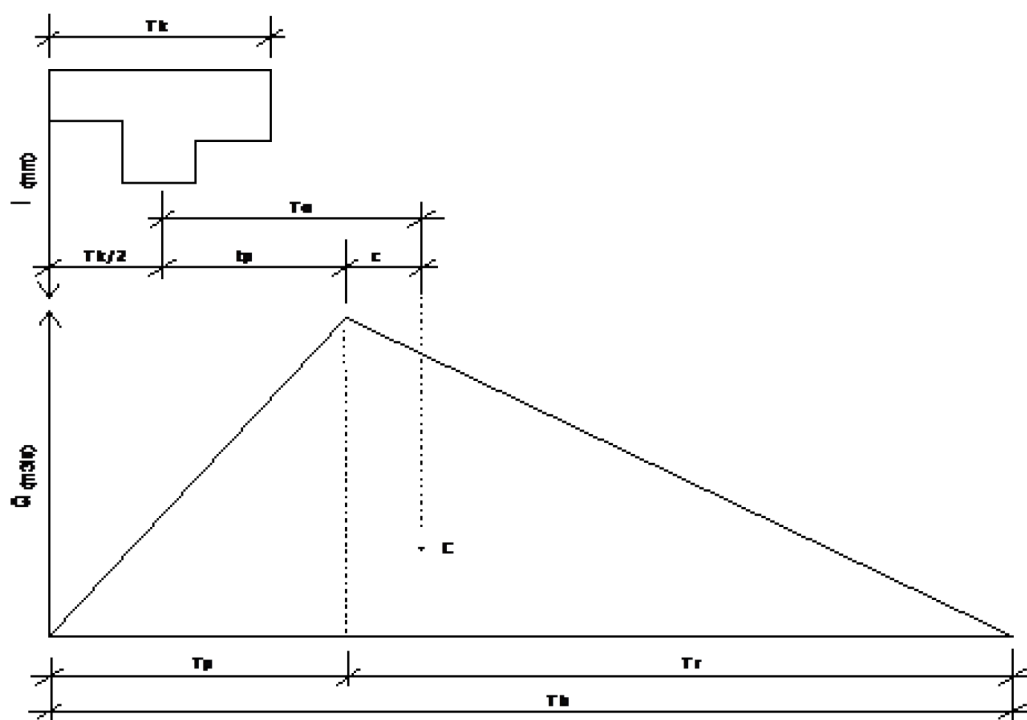
Slika 7.1. Dijagram verovatnoće pojave min. srednjih mesečnih proticaja na profilu brane Vukošić

8. Analiza velikih voda

U nedostatku dugoperiodskog osmatranja i merenja nivoa/proticaja na hidrološkoj stanici Vukošić, na reci Dobravi, statistički pristup u oceni velikih voda nije mogao biti sproveden.

Zbog toga je za ocenu velikih voda, u analiziranom profilu brane, primenjen 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 u nastavku su prikazane osnovne veličine koje se koriste da bi se definisala vremenska baza hidrograma.



Slika 8.1. Osnovne veličine za određivanje vremenske baze hidrograma

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

Tabela 8.1. Karakteristične geometrijske veličine sliva reke Dobrave do profila brane Vukošić

| Reka | Profil brane | 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 [%] |
|---------|--------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Dobrava | Vukošić | 121,5 | 23,2 | 10 | 365 | 87 | 172 | 0,37 | 12,0 |

gde su:

- A - površina razmatranog sliva do 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 najizvodnijeg 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;
- S₁ - uravnat pad glavnog toka – Slika 2.2
- S₂ - maksimalan pad glavnog toka – Slika 2.2

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 pomenutoj dokumentaciji (Lit. 1.) Podaci o zabeleženim talasima velikih voda u širem regionu, a posebno talasa iz ekstremne 2014.godine (Lit. 11.) su bili vrlo korisni za ovu analizu. Kao napogodnije i najviše proučavane na ovom podneblju i adekvatne za proučavani sliv izdvajaju su sledeći izrazi:

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

$$T_p = 0,75 \left(\frac{L_s \cdot L_c}{\sqrt{S_1}} \right) + \frac{T_k}{2} \text{ odnosno,}$$

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

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 Dobrave, slično kao što je to urađeno za sliv reke Tamnave (Lit. 17.), 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 kiša za karakteristične povratne periode i kraća trajanja prikazane su Tabeli 5.2 i 5.3 i na Slici 5.2, (Poglavlje 5.).

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 8.2. Karakteristične vrednosti jediničnog hidrograma

| Reka | Profil | T_c [čas] | T_k [čas] | T_p [čas] | K | T_r [čas] | T_b [čas] | q_m [m3/s-mm] |
|---------|--------|----------------|----------------|----------------|-----|----------------|----------------|--------------------|
| Tamnava | brana | 4,1 | 1,0 | 9,0 | 1,6 | 15,0 | 24,0 | 3,09 |

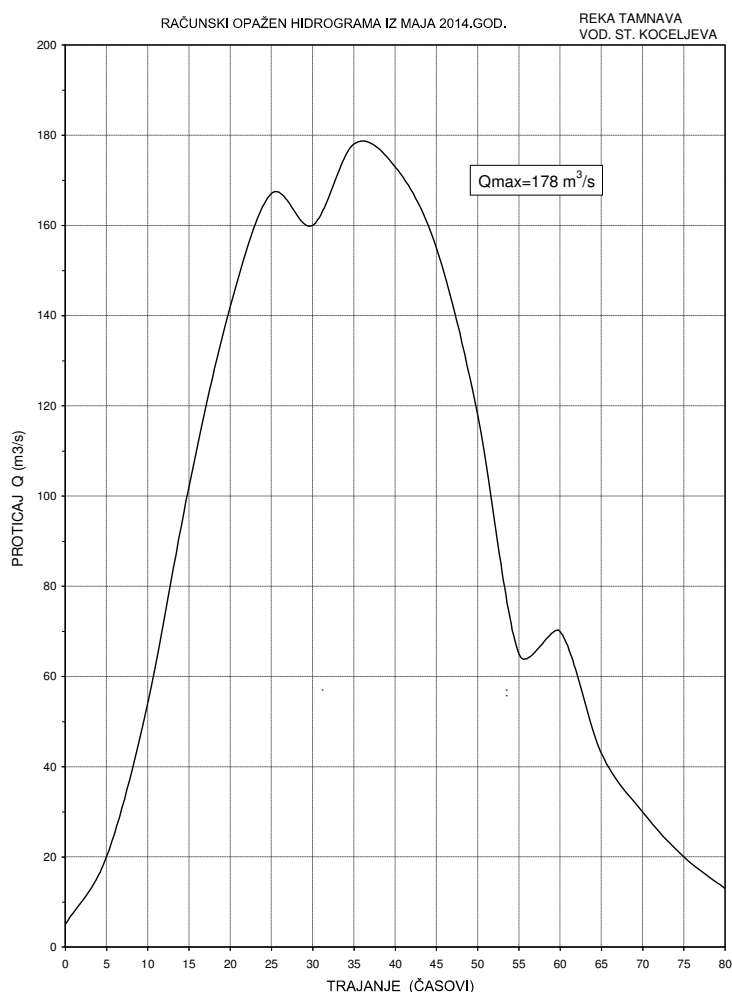
Značajan faktor za proračune velikih voda su efektivne padavine, koje su određene po metodologiji "SCS", koja je detaljnije opisana u stručnoj literaturi (Lit. 1.). Detaljnije analize ovog faktora-hidrološkog kompleksa su sprovedene za sliv Kolubare u dokumentaciji (Lit. 9.), što je omogućilo da se u ovoj Studiji oceni ovaj hidrološki kompleks na korektan način. U razmatranom slivu Dobrave, do profila brane Vukošić, oko 54% sliva reke Dobrave je bilo pod šumama i pašnjacima, 40% zemljišta zauzimale su obradive površine i oko 6% voćnjaci. Vrednost takozvanog hidrološkog kompleksa "CN" ocenjena je i usvojena na osnovu podataka iz literature (Lit. 1. i 9.), kao 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 5.2 i 5.3, kao i na Slici 5.2, 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 ispod.

Tabela 8.3. 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 |
| Vukošić | 32 | 63 | 86 | 112 | 148 | 179 | 263 | 306 | 483 |

Kada su definisani talasi velikih voda po metodi složenog jediničnog hidrograma, analizirane su velike vode koje su se u širem regionu pojavile u proleće 2014. godine. Ovaj talas velikih voda je od posebnog značaja za dalje analize velikih voda, ne toliko zbog ostvarenog maksimalnog proticaja, već zbog svoje velike i neuobičajene trajnosti, što je uočeno u slivovima u širem regionu, a posebno u slivu Tamnave, odnosno Kolubare. Ovaj talas je je karakterisan izuzetno velikom zapreminom i trajao je tri dana, a zapremina talasa je iznosila 28 hm³ u profilu hid. st. Koceljeva, na reci Tamnavi, koji je analog slivu Dobrave, razmatrane u predmetnoj dokumentaciji. Detaljne analize ove poplave u celom slivu Kolubare sprovedene su u Institutu za vodoprivredu Jaroslav Černi, i delom na Građevinskom fakultetu Univerziteta u Beogradu (Lit. 11. i 12.), kao i u RHMZ Srbije. Talas koji je prezentovan u nastavku teksta je preuzet je iz prethodno izrađene dokumentacije (Lit. 11.) i predstavlja računski hidrogram dobijen po modelu "HEC-HMS" (Institut "Jaroslav Černi"), a slični rezultati su dobijeni i po modelu G.F (Građevinski fakultet-Beograd). Razlike između modelisanog talasa i stvarno registrovanog talasa na hidrološkoj stanici Koceljeva (interpretacija RHMZ Srbije (Lit. 14.)), su praktično vrlo male u odnosu na magnitudu događaja i ovaj talas je prikazan na donjoj slici.



Slika 8.2. Računski simulirani hidrogram iz maja 2014.god na hid. st. Koceljeva

Referentne i obimne analize iz navedenih literatura, opredelile su i projektante ove Studije da u celini usvoji sprovedene analize, što se pogotovo odnosi na analize zapremina i oblika talasa. U prethodno izrađenoj dokumentaciji (Lit. 17.), u saradnji svih zainteresovanih, a posebno na osnovu preporuke budućeg korisnika i investitora J.V.P. "Srbijavode" donet je zaključak da se oblici-forme ovih netipičnih talasa, koji su registrovani na svim hidrološkim stanicama u slivu Kolubare (na Tamnavi je v.s. Koceljeva), usvoje su kao osnova za definisanje oblika talasa i za sve računске hidrograme u profilima potencijalnih brana u slivu Kolubare (Lit. 11. i 17.). Obzirom da su za sve analize u predmetnoj Studiji, za sliv Dobrave do profila brane Vukošić, korišćeni podaci sa sliva analoga, a to je sliv Tamnave do profila hidrološke stanice Koceljeva, ovakvi zaključci su primenjeni i za definisanje konačnog oblika talasa velikih voda za profil brane Vukošić.

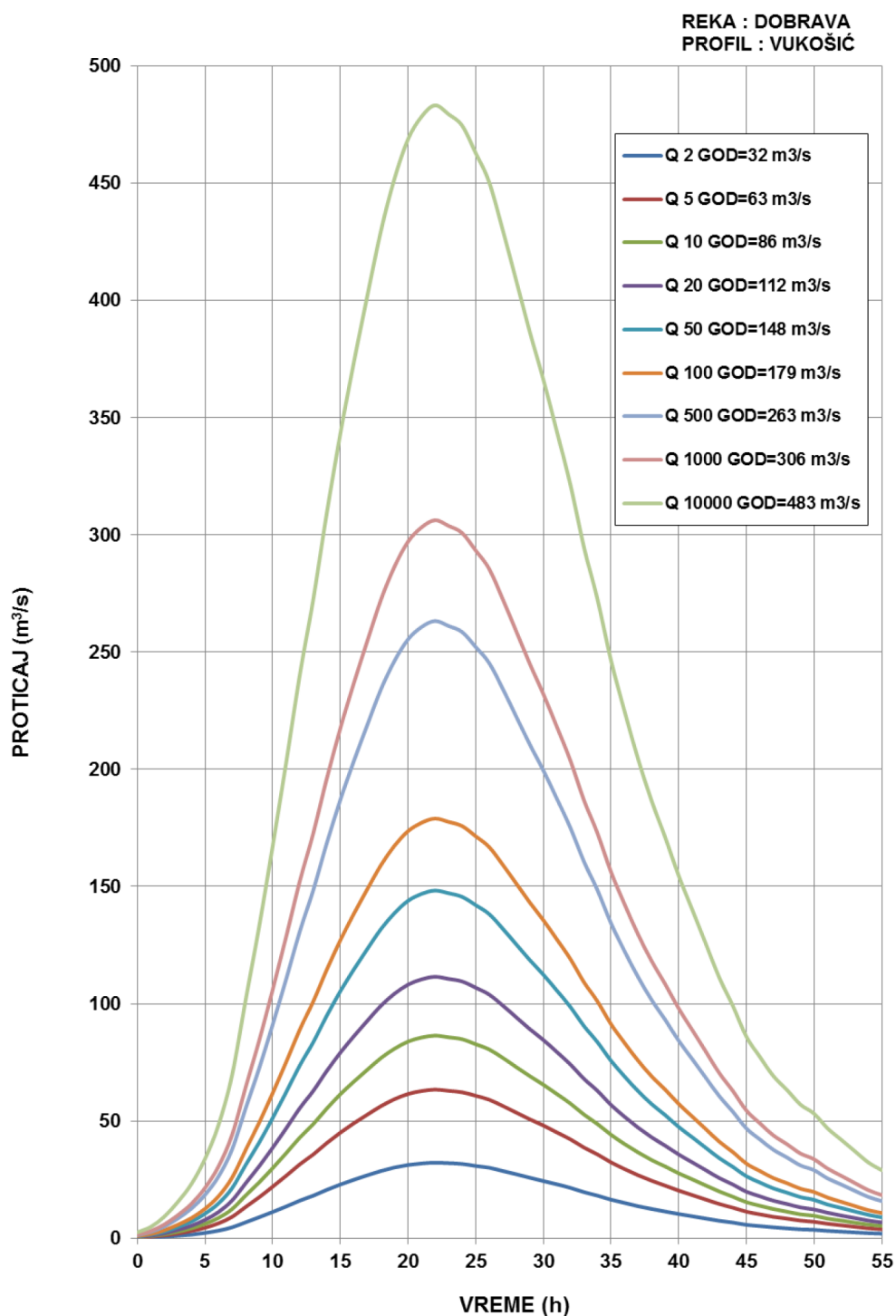
Koristeći bezdimenzionalnu formu talasa za profil brane Vukošić, koji je preuzet prethodno izrađene dokumentacije (Lit. 11. i 17.), a za prethodno sračunate pikove talasa različitih povratnih perioda, definisani su i hidrogrami u profilu brane Vukošić.

Tabela 8.4. Usvojene-merodavne velike vode na profilu brane Vukošić (proticaji i moduli)

| Brana | Maksimalni proticaji (m³/s) i specifični oticaj (m³/s/km²) za povratni period [god] | | | | | | | | |
|--------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | 500 | 1000 | 10000 |
| Vukošić (m³/s) | 32 | 63 | 86 | 112 | 148 | 179 | 263 | 306 | 483 |
| Vukošić (m³/s/km²) | 0,26 | 0,52 | 0,71 | 0,92 | 1,22 | 1,47 | 2,16 | 2,52 | 3,98 |

Usvojeni-merodavni hidrogrami velikih voda za profil brane Vukošić na reci Dobrava, prikazani su na slici u nastavku.

HIDROGRAMI VELIKIH VODA



Slika 8.3. Hidrogrami velikih voda na profilu brane Vukošić

9. Pronos nanosa

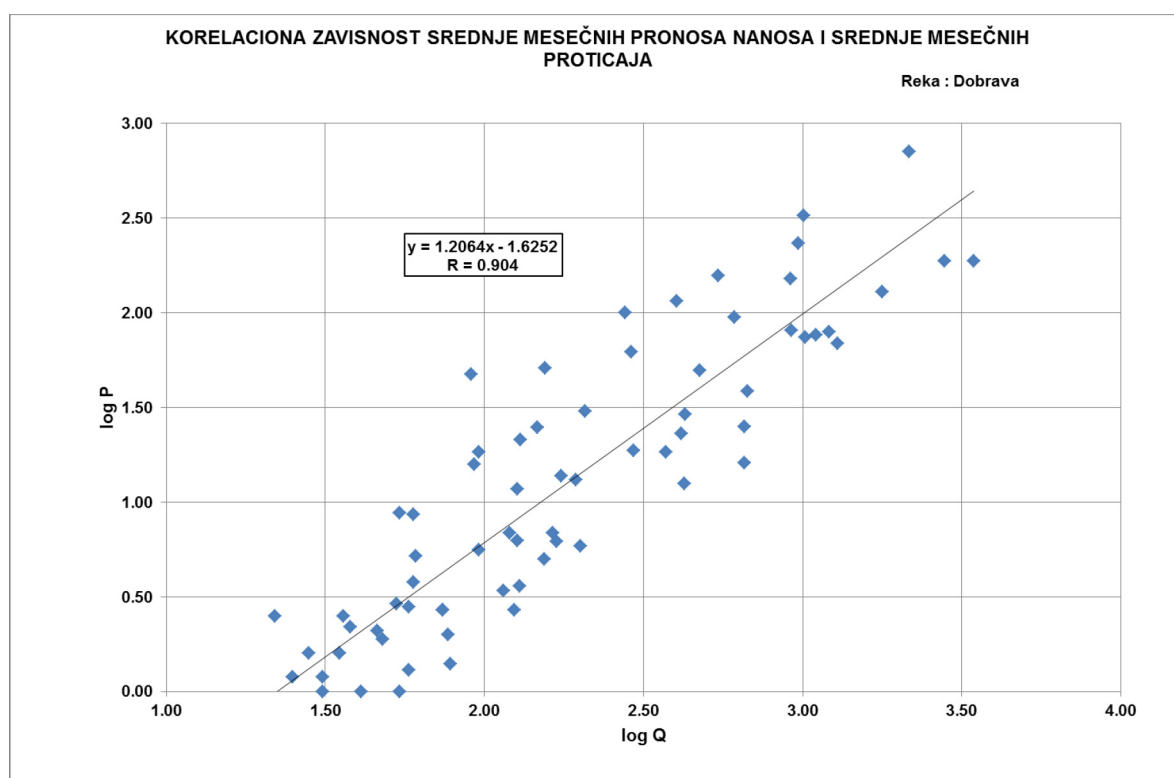
Procena srednje višegodišnje količine pronosa nanosa za profil brane Vukošić, na reci Dobravi, izvršena je na osnovu rezultata psamoloških merenja u periodu 1983.-1989. godina, sa izuzetkom 1987. godine (Lit. 19. i 21.-27.), i generisane serije srednje mesečnih proticaja za period 1957.-2014. godina (Poglavlje 6).

U ovom periodu izvršeno je ukupno 29 kompletnih psamoloških merenja (Lit. 21.-27.). Na osnovu ovih diskretnih merenja i svakodnevnih merenja koncentracije suspendovanog nanosa na profilu hidrološke stanice Vukošić dobijene su srednje mesečne vrednosti pronosa suspendovanog nanosa za 6 godina, u okviru razmatranog period rada hidrološke stanice Vukošić (ukupno 72 vrednosti).

U daljim analizama definisana je korelativna logaritamska zavisnost srednje mesečni proticaji (Q)-srednje mesečni pronos nanosa (P) i dobijena je korelativna veza :

$$\log P = 1,1464 * \log Q - 1,6252$$

sa koeficijentom korelacije od $R = 0,904$, što za ovaj tip analiza pokazuje da postoji vrlo čvrsta korelativna veza između razmatranih veličina. Na slici 9.1 je prikazana zavisnost $\log Q_{\text{sr.mes.}}$ - $\log P_{\text{sr.mes.}}$.



Slika 9.1. Korelaciona veza $Q_{\text{sr.mes.}}$ - $P_{\text{sr.mes.}}$

Na osnovu generisane serije srednje mesečnih proticaja vode za period 1957.-2014. godina iz Tabele 6.2 i uspostavljene korelativne veze, definisane su vrednosti srednje mesečnih vrednosti pronosa nanosa, koje su prikazane u sledećoj tabeli 9.1.

Iz tabele se jasno vidi da je srednja višegodišnja vrednost pronosa nanosa $P_{\text{sr}} = 42,1$ g/s, dok je srednja višegodišnja količina nanosa $G_{\text{sr}} = 1324,5$ t.

Tabela 9.1. Tabela srednjih mesečnih pronosa nanosa (g/s), hid. st Vukošić

Reka Dobrava, hid. st. Vukošić

| GOD. | JAN | FEB | MART | APRIL | MAJ | JUNI | JULI | AVG | SEPT | OKT | NOV | DEC | GOD. |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1957 | 10.76 | 39.36 | 6.55 | 9.05 | 196.66 | 50.64 | 9.58 | 24.52 | 26.57 | 30.87 | 6.33 | 24.68 | 36.30 |
| 1958 | 57.99 | 59.72 | 321.59 | 195.76 | 14.57 | 8.59 | 3.21 | 2.42 | 2.14 | 4.78 | 6.77 | 38.81 | 59.70 |
| 1959 | 70.82 | 43.38 | 16.49 | 6.17 | 9.55 | 4.08 | 43.55 | 69.79 | 8.33 | 2.93 | 112.02 | 15.69 | 33.57 |
| 1960 | 157.33 | 100.20 | 6.52 | 23.04 | 7.49 | 3.46 | 29.74 | 3.01 | 1.91 | 3.57 | 6.08 | 19.72 | 30.17 |
| 1961 | 14.35 | 23.90 | 5.11 | 4.49 | 208.56 | 39.48 | 2.24 | 1.78 | 1.39 | 1.39 | 2.96 | 6.21 | 25.99 |
| 1962 | 65.32 | 256.97 | 333.48 | 111.46 | 3.54 | 2.09 | 2.29 | 0.99 | 0.02 | 1.13 | 1.71 | 2.48 | 65.12 |
| 1963 | 13.57 | 214.22 | 43.94 | 118.08 | 5.84 | 24.95 | 4.25 | 3.60 | 25.35 | 1.18 | 2.21 | 1.53 | 38.23 |
| 1964 | 1.13 | 19.94 | 42.86 | 7.37 | 8.82 | 2.09 | 9.12 | 7.40 | 2.58 | 8.86 | 67.73 | 38.30 | 18.02 |
| 1965 | 71.05 | 54.65 | 104.95 | 24.52 | 121.93 | 11.27 | 6.95 | 0.27 | 0.17 | 0.13 | 1.32 | 5.20 | 33.54 |
| 1966 | 33.70 | 169.51 | 50.11 | 12.41 | 27.85 | 26.18 | 46.29 | 7.69 | 5.44 | 2.48 | 2.88 | 86.34 | 39.24 |
| 1967 | 62.92 | 37.58 | 135.55 | 45.85 | 68.01 | 97.12 | 6.95 | 0.66 | 0.97 | 0.75 | 1.83 | 20.89 | 39.93 |
| 1968 | 164.40 | 238.43 | 24.05 | 5.23 | 4.23 | 5.20 | 22.58 | 66.76 | 6.48 | 2.64 | 100.95 | 131.84 | 64.40 |
| 1969 | 50.55 | 274.74 | 50.46 | 29.49 | 5.90 | 52.95 | 11.58 | 2.29 | 1.41 | 0.86 | 2.48 | 37.67 | 43.37 |
| 1970 | 284.77 | 334.70 | 193.76 | 73.69 | 187.53 | 82.37 | 119.88 | 48.52 | 4.11 | 21.43 | 42.39 | 9.45 | 116.88 |
| 1971 | 28.25 | 69.37 | 155.45 | 90.14 | 14.96 | 2.61 | 1.34 | 0.73 | 3.63 | 2.24 | 5.20 | 7.88 | 31.82 |
| 1972 | 7.78 | 9.99 | 7.46 | 7.37 | 4.08 | 2.03 | 14.28 | 17.70 | 13.71 | 106.86 | 105.30 | 16.27 | 26.07 |
| 1973 | 18.26 | 18.29 | 92.10 | 217.91 | 8.20 | 55.42 | 2.93 | 1.78 | 1.41 | 2.29 | 2.61 | 9.45 | 35.89 |
| 1974 | 17.70 | 6.95 | 4.40 | 16.30 | 28.81 | 35.40 | 12.87 | 0.93 | 1.37 | 38.00 | 114.36 | 190.03 | 38.93 |
| 1975 | 54.56 | 25.62 | 5.32 | 29.45 | 132.98 | 153.89 | 47.20 | 96.04 | 20.66 | 18.41 | 41.32 | 26.85 | 54.36 |
| 1976 | 37.67 | 95.39 | 66.20 | 92.64 | 35.57 | 210.26 | 8.01 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 1.32 | 16.49 | 46.99 |
| 1977 | 54.65 | 144.30 | 57.58 | 110.09 | 29.29 | 14.21 | 17.96 | 6.55 | 14.14 | 9.75 | 36.62 | 109.18 | 50.36 |
| 1978 | 46.81 | 308.20 | 100.30 | 33.13 | 78.78 | 144.14 | 58.13 | 5.56 | 10.09 | 6.33 | 5.17 | 23.28 | 68.33 |
| 1979 | 265.71 | 94.80 | 15.43 | 24.29 | 31.16 | 15.22 | 16.78 | 5.56 | 1.63 | 5.65 | 17.22 | 48.30 | 45.15 |
| 1980 | 167.60 | 161.86 | 88.82 | 34.07 | 196.21 | 93.03 | 20.44 | 2.56 | 2.21 | 4.34 | 35.61 | 146.74 | 79.46 |
| 1981 | 102.40 | 130.69 | 379.56 | 29.33 | 24.21 | 35.86 | 3.54 | 3.65 | 4.23 | 6.33 | 56.59 | 105.00 | 73.45 |
| 1982 | 37.16 | 39.57 | 138.12 | 58.94 | 22.04 | 13.89 | 14.21 | 18.37 | 5.59 | 11.62 | 11.07 | 26.61 | 33.10 |
| 1983 | 34.14 | 59.42 | 14.15 | 11.96 | 2.85 | 8.42 | 54.54 | 0.99 | 5.84 | 3.18 | 8.34 | 60.95 | 22.06 |
| 1984 | 134.10 | 340.08 | 439.36 | 30.01 | 89.19 | 10.49 | 2.98 | 1.32 | 1.79 | 3.31 | 7.33 | 4.68 | 88.72 |
| 1985 | 59.31 | 35.23 | 101.01 | 110.65 | 22.61 | 14.75 | 3.31 | 32.95 | 5.84 | 1.15 | 11.55 | 7.95 | 33.86 |
| 1986 | 40.28 | 89.19 | 197.75 | 35.33 | 7.64 | 20.96 | 99.82 | 5.62 | 1.15 | 2.40 | 3.18 | 4.26 | 42.30 |
| 1987 | 10.32 | 124.13 | 47.21 | 94.71 | 249.74 | 9.76 | 5.47 | 0.72 | 0.25 | 1.49 | 11.14 | 13.64 | 47.38 |
| 1988 | 16.45 | 21.89 | 400.54 | 27.93 | 4.72 | 4.34 | 0.52 | 0.06 | 1.18 | 0.50 | 2.34 | 5.65 | 40.51 |
| 1989 | 1.49 | 2.09 | 8.18 | 2.53 | 8.18 | 22.15 | 1.91 | 3.38 | 1.73 | 4.26 | 4.54 | 2.92 | 5.28 |
| 1990 | 20.85 | 27.29 | 15.14 | 9.58 | 2.11 | 11.93 | 0.20 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 2.53 | 4.61 | 7.87 |
| 1991 | 5.68 | 5.35 | 9.85 | 58.76 | 14.89 | 11.76 | 7.91 | 11.79 | 0.46 | 11.38 | 33.37 | 12.80 | 15.33 |
| 1992 | 31.04 | 59.86 | 11.04 | 14.61 | 4.28 | 53.44 | 1.86 | 0.07 | 0.04 | 1.27 | 14.68 | 28.21 | 18.37 |
| 1993 | 17.78 | 14.43 | 127.78 | 78.15 | 3.48 | 2.90 | 1.39 | 0.10 | 4.23 | 1.83 | 14.93 | 23.66 | 24.22 |
| 1994 | 38.55 | 36.91 | 40.72 | 42.99 | 6.05 | 29.62 | 2.56 | 0.69 | 0.17 | 0.40 | 1.11 | 3.94 | 16.97 |
| 1995 | 28.53 | 48.26 | 29.94 | 101.35 | 16.89 | 7.27 | 5.41 | 0.22 | 3.74 | 0.86 | 4.11 | 25.31 | 22.66 |
| 1996 | 18.41 | 129.65 | 108.07 | 89.01 | 23.82 | 4.17 | 0.60 | 0.48 | 2.37 | 1.56 | 46.77 | 129.28 | 46.18 |
| 1997 | 140.76 | 171.69 | 14.96 | 42.52 | 4.72 | 4.08 | 29.37 | 39.10 | 0.64 | 58.22 | 19.34 | 134.03 | 54.95 |
| 1998 | 218.08 | 25.19 | 15.04 | 4.23 | 2.56 | 0.88 | 0.69 | 0.18 | 2.19 | 52.15 | 41.36 | 75.35 | 36.49 |
| 1999 | 47.34 | 261.72 | 11.55 | 17.11 | 3.94 | 1.11 | 64.30 | 1.20 | 0.69 | 0.15 | 8.92 | 401.55 | 68.30 |
| 2000 | 31.08 | 98.61 | 29.13 | 36.53 | 1.15 | 1.73 | 0.09 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.09 | 0.46 | 16.59 |
| 2001 | 1.66 | 1.44 | 10.39 | 146.63 | 2.85 | 246.48 | 4.05 | 1.27 | 147.27 | 6.14 | 50.68 | 20.44 | 53.28 |
| 2002 | 29.78 | 6.27 | 4.25 | 19.61 | 9.12 | 0.97 | 1.91 | 0.88 | 0.25 | 12.97 | 8.01 | 11.51 | 8.79 |
| 2003 | 68.71 | 48.34 | 19.98 | 2.88 | 1.37 | 2.19 | 0.06 | 0.04 | 0.15 | 9.78 | 3.91 | 5.05 | 13.54 |
| 2004 | 96.18 | 67.60 | 36.78 | 43.73 | 10.63 | 21.50 | 6.33 | 7.27 | 0.95 | 2.69 | 85.95 | 38.98 | 34.88 |
| 2005 | 26.21 | 210.82 | 294.62 | 94.06 | 33.74 | 23.94 | 57.31 | 102.65 | 113.80 | 79.97 | 33.74 | 159.37 | 102.52 |
| 2006 | 64.12 | 102.60 | 394.11 | 26.61 | 5.59 | 124.36 | 1.96 | 5.65 | 4.34 | 2.16 | 2.09 | 2.14 | 61.31 |
| 2007 | 30.63 | 15.54 | 101.55 | 4.34 | 23.20 | 15.43 | 0.73 | 0.50 | 1.76 | 9.35 | 120.60 | 59.72 | 31.95 |
| 2008 | 65.65 | 39.23 | 112.17 | 19.30 | 11.04 | 4.46 | 1.56 | 0.88 | 2.37 | 1.44 | 3.12 | 3.94 | 22.10 |
| 2009 | 22.77 | 48.12 | 101.10 | 1.49 | 0.36 | 22.27 | 4.75 | 0.58 | 0.09 | 2.16 | 5.96 | 70.49 | 23.35 |
| 2010 | 111.36 | 225.44 | 114.20 | 48.48 | 67.69 | 302.36 | 49.71 | 21.73 | 13.22 | 35.70 | 27.81 | 74.45 | 91.01 |
| 2011 | 15.87 | 44.24 | 45.89 | 11.72 | 17.81 | 5.87 | 2.74 | 0.93 | 0.10 | 0.44 | 0.69 | 0.62 | 12.24 |
| 2012 | 20.78 | 65.51 | 51.93 | 38.47 | 101.55 | 7.98 | 1.04 | 0.17 | 0.02 | 0.02 | 0.48 | 6.70 | 24.55 |
| 2013 | 12.45 | 55.91 | 129.28 | 34.53 | 17.04 | 10.12 | 4.55 | 0.36 | 0.02 | 2.14 | 3.37 | 9.55 | 23.28 |
| 2014 | 6.27 | 2.29 | 3.94 | 144.88 | 851.26 | 5.87 | 8.04 | 53.53 | 61.68 | 29.25 | 7.82 | 35.20 | 100.84 |
| Qsr | 58.00 | 94.08 | 94.62 | 49.22 | 53.43 | 37.93 | 16.61 | 11.98 | 9.38 | 10.92 | 23.79 | 44.87 | 42.07 |
| St.dev | 62.63 | 92.02 | 114.19 | 48.90 | 122.45 | 62.14 | 24.98 | 23.28 | 25.19 | 20.28 | 32.87 | 66.32 | 25.01 |
| Cv | 1.08 | 0.98 | 1.21 | 0.99 | 2.29 | 1.64 | 1.50 | 1.94 | 2.69 | 1.86 | 1.38 | 1.48 | 0.59 |

10. Zaključak

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

Tabela 10.1. Sistematizovani karakteristični rezultati hidroloških analiza

| profil | Qsr (m ³ /s) | Qminsrmes 95% (m ³ /s) | Maksimalni proticaji (m ³ /s) za povratni period [god] | | | | | | |
|---------------|----------------------------|--------------------------------------|---|-----|-----|-----|-----|------|-------|
| | | | 10 | 20 | 50 | 100 | 500 | 1000 | 10000 |
| brana Vukošić | 0,431 | 0,0015 | 86 | 112 | 148 | 179 | 263 | 306 | 483 |

11. 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. Izveštaj o strateškoj proceni uticaja na životnu sredinu-Plana detaljne regulacije »Akumulacija Vukošić« u Vukošiću, JUP »Plan« Šabac i »Expert Inženjering« d.o.o. Šabac, 2017, god. ;
16. Hidrometeorološke podloge za Vodoprivrednu osnova Srbije, Institut za vodoprivredu »Jaroslav Černi«, RHMZ Srbije, Beograd, 2009, god.;

17. Brana Kamenica sa akumulacijom na reci Tamnavi, Idejni Projekat, Hidrološka Studija uz IP, Energoprojekt-Hidroinženjering, 2018. god.;
18. Glavni projekat prve faze višenamenske akumulacije na reci Dobravi, RO Jugoprojekt, 1987. god.;
19. Hidrološka Studija Dobrave i Višnjice. RHMZ Srbije, 1984. god.;
20. Elaborat za potrebe javnog uvida za izradu plana detaljne regulacije akumulacije Vukošić u Vukošiću, 2017. god.;
21. Rezultati hidroloških osmatranja i merenja u 1983. godini na vodotocima : Dobrava, Dumača i Drina, RHMZ Srbije, 1984. god.;
22. Rezultati hidroloških osmatranja i merenja u 1984. godini na vodotocima : Dobrava, Dumača i Drina, RHMZ Srbije, 1985. god.;
23. Rezultati hidroloških osmatranja i merenja u 1985. godini na vodotocima : Dobrava, Dumača i Drina, RHMZ Srbije, 1986. god.;
24. Rezultati hidroloških osmatranja i merenja u 1985. godini na vodotocima : Dobrava, Dumača i Drina, RHMZ Srbije, 1986. god.;
25. Rezultati hidroloških osmatranja i merenja u 1986. godini na vodotocima : Dobrava, Dumača i Drina, RHMZ Srbije, 1987. god.;
26. Rezultati hidroloških osmatranja i merenja u 1987. godini na vodotocima : Dobrava, Dumača i Drina, RHMZ Srbije, 1988. god.;
27. Rezultati hidroloških osmatranja i merenja u 1989. godini na vodotocima : Dobrava, Dumača i Drina, RHMZ Srbije, 1990. god.;
28. Analiza velikih voda na slivu reke Kolubare za period april-maj 2014. Godine, RHMZ Srbije, 2015..;