

GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U RIJECI

**OPTIMALIZACIJA MONITORINGA KOLIČINA NA
IZVORU ZVIR - DEFINIRANJE PROTOČNIH KRIVULJA
PRELJEVA IZVORA ZVIR – SINTEZA REZULTATA
MONITORINGA I ANALIZA (2016. - 2018.)**



Rijeka, studeni 2018.

Naziv dokumenta: OPTIMALIZACIJA MONITORINGA KOLIČINA NA IZVORU ZVIR -
DEFINIRANJE PROTOČNIH KRIVULJA PRELJEVA IZVORA
ZVIR – SINTEZA REZULTATA MONITORINGA I ANALIZA
(2016. - 2018.)

Naručitelj: HRVATSKE VODE, Ulica grada Vukovara 220, 10000 Zagreb

Broj recentnog ugovora: KLASA: 325-01/17-10/62 (Hrvatske vode)
KLASA: 325-10/17-01/02 (GF u Rijeci)
Evidencijski broj ugovora: 23-175/17
Pozicija plana: A.04.03.01.21.

Broj prethodnog ugovora: KLASA: 321-01/16-10/17 (Hrvatske vode)
KLASA: 325-01/16-01/03 (GF u Rijeci)
Evidencijski broj ugovora: 23-139/16
Pozicija plana: A.04.01.03.8

Izvršitelj: Građevinski fakultet u Rijeci
Katedra za hidrotehniku

Nositelj zadatka: dr. sc. Josip Rubinić, dipl.ing.građ.

Izradili: izv. prof. dr. sc. Vanja Travaš, dipl.ing.građ. (hidrauličke analize)
Maja Radišić, mag.ing.aedif. (hidrološke analize)
dr. sc. Josip Rubinić, dipl. ing. građ.
Duje Kalajžić

Geodetski premjer: Davor Antić, geom. - Geodetski zavod Rijeka

Korišteni podaci: Državni hidrometeorološki zavod (DHMZ) - Zagreb
Hrvatske vode, VGO Rijeka
KD Vodovod i kanalizacija d.o.o. Rijeka

Dekanica Građevinskog fakulteta u Rijeci:

izv. prof. dr. sc. Ivana Štimac Grandić, dipl.ing.građ.

Rijeka, studeni 2018.



REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U RIJECI

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

MBS:

040083080

OIB:

92037849504

NAZIV:

1 Sveučilište u Rijeci Građevinski fakultet u Rijeci

1 Građevinski fakultet u Rijeci

SJEDIŠTE/ADRESA:

10 Rijeka (Grad Rijeka)
Radmile Matejčić 3

PRAVNI OBLIK:

1 ustanova

DJELATNOSTI:

- 7 * - ustroj i izvođenje sveučilišnih studija: preddiplomski te poslijediplomski doktorski studij i poslijediplomski specijalistički studij
- 7 * - ustroj i izvođenje stručnih studija i specijalističkih diplomskih stručnih studija
- 7 * - izvođenje dodiplomskih sveučilišnih studija i dodiplomskih stručnim studija
- 7 * - znanstvena djelatnost u znanstvenom području tehničke znanosti, znanstvenom polju građevinarstvo i temeljne tehničke znanosti te u srodnim poljima
- 7 * - stručni rad u znanstvenom području tehničke znanosti, znanstvenom polju građevinarstvo i temeljne tehničke znanosti te srodnim poljima povezanim sa znanstvenim poljem građevinarstvo i temeljnim tehničkim znanostima:
- 7 * - - izrada studija, planova, idejnih rješenja i ekspertiza
- 7 * - - izrada računalnih programa
- 7 * - - projektiranje, revidiranje i kontrola projekata
- 7 * - - poslovi stručnog nadora i konzaltinga kod gradnje objekata
- 7 * - - sudska vještačenja
- 7 * - - stručni poslovi urbanističkog i prostornog planiranja
- 7 * - - ispitivanja na hidrotehničkim fiziklanim modelima
- 7 * - - laboratorijska, terenska i modelska ispitivanja
- 7 * - - ispitivanja konstrukcija i materijala

SUBJEKT UPISA

DJELATNOSTI:

- 7 * - - geološka, hidrogeološka, inženjerskogeološka i geotehnička ispitivanja
- 7 * - - računalno modeliranje i simulacije
- 7 * - - stručni poslovi zaštite okoliša (izrada studije, utjecaja na okoliš, poslovi izrade stručnih podloga i elaborata vezanih uz zaštitu okoliša)
- 7 * - - fizikalno - kemijsko ispitivanje kakvoće vode i zraka
- 7 * - knjižnična, informatička i izdavačka djelatnost kao stručna podrška za potrebe nastave te znanstvenog i visokostručnog rada
- 7 * - ustrojavanje i izvođenje programa cjeloživotnog usavršavanja polaznika iz znanstvenog područja tehničkih znanosti, prema posebnim propisima
- 7 * - uslužne djelatnosti za potrebe djelatnosti Fakulteta
- 7 * - organiziranje znanstvenih i stručnih domaćih i međunarodnih skupova
- 7 * - suradnja sa visokoobrazovanim institucijama i znanstvenim institutima u zemlji i inozemstvu

OSNIVAČI/ČLANOVI DRUŠTVA:

- 7 Sveučilište u Rijeci
- 7 - osnivač

OSOBE OVLAŠTENE ZA ZASTUPANJE:

- 12 Ivana Štimac Grandić, OIB: 74872710114
Rijeka, Gustava Krkleca 8
- 12 - dekan
- 12 - temeljem Odluke od 26. svibnja 2015. godnie

PRAVNI ODNOSI:

Statut:

- 1 Statut usvojen dana 13. ožujka 1997. godine.
- 4 Odlukom Upravnog vijeća Sveučilišta izmjenjene su odredbe Statuta kod ustanove. Pročišćeni tekst Statuta dostavljen je u zbirku isprava.
- 5 Odlukom Fakultetskog vijeća od dana 10. srpnja 2002. godine izmijenjene su odredbe Statuta u čl. 6. st. 1. tč. 1. te u čl. 7. st. 1. koji se odnose na djelatnosti. Pročišćen tekst Statuta dostavljen je u zbirku isprava.
- 7 Odlukom Fakultetskog vijeća od 29. rujna 2008. godine Statut je usklađen sa Zakonom o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju (NN 123/03, 198/03, 105/04, 174/04 i 46/07)
- 9 Odlukom Fakultetskog vijeća od 30. rujna 2010. godine izmijenjene su odredbe Statuta u čl. 13. st. 2, čl. 32. st. 2, čl. 33. al. 16, čl. 54. st. 2, čl. 55 st. 2 i 3, čl. 56.

SUBJEKT UPISA

PRAVNI ODNOSI:

Statut:

- st. 4, čl. 67. st. 4, čl. 68. st. 1 t. 3, čl. 73. st. 3, čl. 75. st. 1, čl. 79 - 86. i čl. 89.
- Pročišćen tekst Statuta dostavljen je u zbirku isprava.
- 10 Odlukom Fakultetskog vijeća od 12. srpnja 2012. i 25. listopada 2012. godine izmijenjen je Statut i to čl.7. st.2. (sjedište), čl.37. (prodekan za nastavu i studente), čl.38. (prodekan za znanstvenoistraživački rad i međunarodnu suradnju), čl.39. (prodekan za osiguravanje kvalitete i razvoj) i čl.40. (prodekan za poslovne odnose). Pročišćeni tekst Statuta dostavljen je u zbirku isprava.
- 11 Fakultetsko vijeće Građevinskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci na svojoj 2. redovitoj sjednici održanoj 20. veljače 2014. godine donijelo je Odluku o izmjenama i dopunama Statuta, Klasa:003-05/14-01/02, Urbroj:2170-57-01-00-1, kojom je Statut usklađen sa Zakonom o izmjenama i dopunama Zakona o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju ("Narodne novine" br.94/13), te je dana 31. ožujka 2014. godine utvrđen pročišćeni tekst Statuta. Potpuni tekst Statuta dostavljen je u zbirku isprava.

OSTALI PODACI:

- 1 Ustanova do sada upisana u registru ustanova pod brojem U-1-200 Trgovačkog suda u Rijeci.

Upise u glavnu knjigu proveli su:

RBU Tt	Datum	Naziv suda
0001 Tt-97/1131-2	02.07.1997	Trgovački sud u Rijeci
0002 Tt-97/2303-2	25.11.1997	Trgovački sud u Rijeci
0003 Tt-00/2007-6	21.02.2001	Trgovački sud u Rijeci
0004 Tt-01/1935-5	26.09.2001	Trgovački sud u Rijeci
0005 Tt-02/2011-5	26.11.2002	Trgovački sud u Rijeci
0006 Tt-04/3283-2	06.10.2004	Trgovački sud u Rijeci
0007 Tt-08/2962-4	19.01.2009	Trgovački sud u Rijeci
0008 Tt-09/2155-2	14.10.2009	Trgovački sud u Rijeci
0009 Tt-11/7533-5	07.12.2011	Trgovački sud u Rijeci
0010 Tt-13/562-2	30.01.2013	Trgovački sud u Rijeci
0011 Tt-14/5089-2	10.07.2014	Trgovački sud u Rijeci
0012 Tt-15/5859-4	06.10.2015	Trgovački sud u Rijeci

U Rijeci, 30. ožujka 2017.



Ovlaštena osoba

SADRŽAJ

PRETHODNE NAPOMENE	1
1. UVOD	3
2. POSTOJEĆI HIDROLOŠKI MONITORING	5
2.1. Opće značajke.....	5
2.2. Monitoring 1979. – 1991.....	11
2.3. Obnovljeni monitoring nakon 2003.	14
3. REZULTATI VODOMJERENJA GRAĐEVINSKOG FAKULTETA U RIJECI	18
3.1. Tijekom 2016. i 2017. godine	18
3.2. Tijekom 2018. godine	22
4. GEOMETRIJA EVAKUACIJSKOG ORGANA.....	26
5. GRUPIRANJE RAPOSLOŽIVIH PODATAKA TERENSKIH VODOMJERENJA U RAZDOBLJU OD 2010. DO 2018. GODINE.....	28
6. DEFINIRANJE PROTOČNE KRIVULJE PRELJEVA I GLAVNE ZAPORNICE IZVORA ZVIR	32
6.1. Metodologija konstrukcije protočnih krivulja	32
6.2. Izbor koeficijenta istjecanja.....	36
6.3. Izbor koeficijenta prelijevanja	38
6.4. Grafički prikaz protočnih krivulja glavnog evakuacijskog organa.....	39
6.5. Kalibracija protočnih krivulja evakuacijskog organa	39
6.6. Fizikalna interpretacija pojedinih segmenta protočnih krivulja evakuacijskog organa	42
6.7. Analitički i tablični zapis protočnih krivulja evakuacijskog organa.....	44
7. DEFINIRANJE PROTOČNE KRIVULJE SERVISNE ZAPORNICE IZVORA ZVIR.....	52
7.1. Koeficijent istjecanja servisne zapornice.....	53
7.2. Grafički prikaz protočnih krivulja servisne zapornice.....	56
8. ZAKLJUČCI I PRIJEDLOG UNAPRIJEĐENJA SUSTAVA MONITORINGA IZVORA ZVIR	63
9. ZAKLJUČCI.....	67
10. LITERATURA.....	68
11. PRILOZI	69
11.1. Vodomjerenja preljeva izvora Zvir – tijekom 2016. i 2017. godine.....	69
11.2. Vodomjerenja preljeva izvora Zvir – tijekom 2018. godine	78

PRETHODNE NAPOMENE

Izvor Zvir je, uz izvor Rječine koji povremeno presušuje, najvažniji izvor vodoopskrbnog sustava KD Vodovoda i kanalizacije Rijeka. Sustav hidrološkog monitoringa (praćenje kolebanja razine vode u starom vodocrpilištu te količine preljevnih i crpljenih voda) uspostavljen je u organizaciji DHMZ-a 1979. g. i trajao je do 1991. g., kada je zbog rekonstrukcije vodozahvata i izgradnje nove crpne stanice taj monitoring privremeno prekinut. Iako su 2003. g. djelomično nastavljena neka hidrološka motrenja (razina vode), kao i u nekoliko navrata od strane DHMZ-a provedene serije vodomjerenja preljevnih količina na Zviru u cilju novelacije konsumpcijske krivulje u novim uvjetima, sustavni monitoring na način da bi njime bila osigurana saznanja i o količinama ne samo zahvaćenih nego i preljevnih voda na Zviru nije uspostavljen. Razlog tome bio je problem definiranja konsumpcijske krivulje.

Zbog toga su Hrvatske vode 2016. g. povjerile Građevinskom fakultetu u Rijeci zadatak da na temelju rezultata više serija vodomjerenja koje je proveo DHMZ, kao i s nekim dodatnim vodomjerenjima malih voda tijekom trajanja realizacije tog zadatka 2016. i 2017., definira tu krivulju glavnog evakuacijskog organa (preljevno objekta/zapornice) izvora Zvir. Rezultat realizacije toga zadatka bio je dokument „Definiranje protočne krivulje preljeva izvora Zvir“ (Građevinski fakultet u Rijeci, 2017) u kojem je osim spomenute krivulje sadržan i prijedlog nekih aktivnosti usmjerenih na poboljšanje hidrološkoga monitoringa. U spomenutom je elaboratu tvrdeno i da zapornica smještena u bazenu ispod kupole novoga zahvata nema samo funkciju servisne zapornice koja se samo iznimno i kratkotrajno otvara, već funkciju upravljačke zapornice kao što je to i zapornica na glavnom evakuacijskom organu izvorišta, u vanjskom bazenu vodozahvata. U novom zadatku, čija je realizacija također povjerena Građevinskom fakultetu u Rijeci 2017. g., uz praćenja razine vode u crpnim bunarima vodozahvata Zvir II te definiranje prijedloga njegova redovnog monitoringa u sustavu praćenja stanja i na Zviru I, predviđena su bila i dodatna vodomjerenja te definiranje konsumpcijske krivulje te tzv. servisne zapornice locirane ispod kupole novoga vodozahvata Zvira I.

Realizacijom toga zadatka koji se provodio tijekom razdoblja 2018. g., utvrđena su neka nova saznanja, pa i da je nakon realizacije prvog spomenutog projekta Građevinskog fakulteta u Rijeci (2017) došlo do nekih promjena koje imaju bitan utjecaj na korištenje tamo definiranih konsumpcijskih odnosa. Tako je u međuvremenu došlo do zamjene zapornice u vanjskom bazenu kroz koju više nema procjeđivanja. Ta zapornica u odnosu na prethodnu ima manji svijetli otvor s maksimalnom mogućnošću otvaranja od 114 cm, dok je prije bio oko 160 cm. Promijenjen je i položaj mjerne letve na samoj zapornici, koja sad pri potpuno zatvorenoj zapornici na letvi na zapornici ima oznaku 15 cm, a ranije je bilo oko 8 cm. Osim toga, geodetskom provjerom visinskog položaja vodokaznih letava na izvorištu Zvir (u unutarnjem i vanjskom bazenu) utvrđeno je da je im je apsolutna kota 2,66 m n.m., a ne 2,854 m n.m. Potpunim pražnjenjem vanjskog bazena utvrđeno je i da istjecanje prestaje pri vodostaju od 52 cm na letvi u njemu, odnosno da je pri nekoj od prethodnih rekonstrukcija smanjena dubina vode u vanjskom crpnom bazenu.

Zbog svega, u elaboratu iz 2017. g. dana konsumpcijska krivulja glavnog evakuacijskog organa na vanjskom bazenu izvora Zvir se ne može preporučiti kao važeća pri planiranoj cjelovitoj uspostavi monitoringa na izvoru Zvir. Stoga je u danom dokumentu napravljena sinteza rezultata provedenih aktivnosti na njenom definiranju, kao i rezultati definiranja konsumpcijske krivulje tzv. servisne zapornice izvora Zvir locirane u unutrašnjem bazenu. U predmetnom su dokumentu sadržani svi rezultati provedenih mjerenja i sve relevantne analize provedene prema dvama ugovornim projektima Građevinskog fakulteta u Rijeci prema Hrvatskim vodama, a vezanim uz monitoring hidroloških prilika izvora Zvir tijekom razdoblja 2016. - 2018.g., tako da se prethodni elaborat iz 2017. g. može staviti izvan upotrebe.

Za napomenuti je da se dio aktivnosti realiziranih u sklopu danog projektnog zadatka, a koji se odnosi na problematiku monitoringa izvorišta Zvir II, nalazi u posebnom dokumentu pod nazivom „Optimalizacija monitoringa količina na izvoru Zvir – Vodozahvat Zvir II“ (Građevinski fakultet u Rijeci, 2018).

1. UVOD

Izvor Zvir nalazi se ispod strme stijene na desnoj strani kanjona Rječine na nadmorskoj visini od oko 5 m n.m. Na prvi pogled nalikuje mirnom jezercu, ali se na njegovoj južnoj strani uočava snažno otjecanje vode u korito Rječine, udaljeno svega nekoliko metara (Slika 1.1). Voda izvora Zvir istječe iz dubokog krškog podzemlja i jedan je od najizdašnijih krških izvora na području Hrvatske te nezamjenjivo izvorište pitke vode za grad Rijeku i širu okolicu. U sušnim ljetnim mjesecima, kad presuši Izvor Rječine, izvor Zvir predstavlja praktički jedino izvorište vodoopskrbe Rijeke i niza susjednih gradova i općina te se na njegove vodoopskrbne kapacitete tijekom ljetne turističke sezone naslanja čak oko 300.000 stanovnika i turista.



Slika 1.1. Otjecanje vode sa izvora Zvir u korito Rječine

Zbog takve njegove važnosti za vodoopskrbni sustav, izvor je od strane Vodovoda u Rijeci kao naručitelja još 1979. god. uključen u sustav hidrološkog monitoringa koga je provodio DHMZ. Sustav monitoringa se provodio na način da su se registrirale cjelokupne preljevne količine voda koje su s izvora otjecale u obližnje korito Rječine, a tim su količinama pridodavane i količine crpljene vode za potrebe vodoopskrbe te su na taj način bile raspoložive informacije o ukupnoj izdašnosti izvora. No, zbog nedostataka registracije i povremeno crpljenih količina vode za potrebe tada aktivne Tvornice papira, koja je imala u crpnom bazenu Zvira i jednu rezervnu crpku (aktivirala se samo u slučajevima kada je izdašnost vlastitog vodozahvata Marganovo bila nedostatna za potrebe osiguranja tehnoloških voda), to ipak nisu bile i cjelovito registrirane ukupne izdašnosti Zvira. Za napomenuti je da su spomenuti podaci o

ukupnim izdašnostima Zvira bili sadržani u godišnjim izvještajima koje je DHMZ dostavljao naručitelju – Vodovodu Rijeka, kao i tadašnjoj Vodoprivredi Rijeka, ali nisu uneseni u bazu podataka HIS 2000 koja za razdoblje 1979.-1991. sadrži samo prelivne protoke.

Izgradnjom novog crpnog bazena i crpne postaje Zvir, čiji radovi su započeti tijekom 1991. godine, došlo je do prekida monitoringa i višegodišnje dugog razdoblja nepostojanja informacija o hidrološkim prilikama na Zviru. U odnosu na prethodno stanje vodozahvata, spomenuta je rekonstrukcija imala za posljedicu dvije promjene – uz raniji preliv sa regulacijskom zapornicom, u novom je crpnom bazenu izgrađena i servisna zapornica. S obzirom na prestanak rada Tvornice papira, unutar vodozahvata izvora Zvir više nije aktivna crpka za spomenuto interventno korištenje voda za potrebe te tvornice.

Za spomenuti je da je vodozahvat i crpna postaja izvora Zvir tehnološki povezana s vodozahvatom Zvir II koji se aktivira samo u iznimno sušnim hidrološkim prilikama. Posljednja takva situacija bila je daleke 2003. god. kada je pojačanje vodoopskrbe Zvira vodama iz Zvira II spasilo vodoopskrbni sustav Rijeke od redukcija vode.

Obzirom na dugogodišnji nedostatak informacija o hidrološkim značajkama Zvira, 2003. god. obnovljen je hidrološki monitoring Zvira, ali u bitno reduciranom obliku – uspostavljena su samo praćenja razine vode u novom crpnom bazenu, kao i povremena vodomjerenja te i nekoliko većih serija vodomjerenja u cilju definiranja protočne krivulje. Bio je dogovoren i način registracije upravljanja zapornicama, kao i evidencije crpljenih količina vode. No, protočna krivulja nije definirana, a nije saživio niti sustav registracije manipulacije zapornicama, tako da su od strane Hrvatskih voda inicirana dva projektna zadatka, prema kojima su realizirana i dva programa istražnih radova – 2016. i 2017. te 2017. godine.

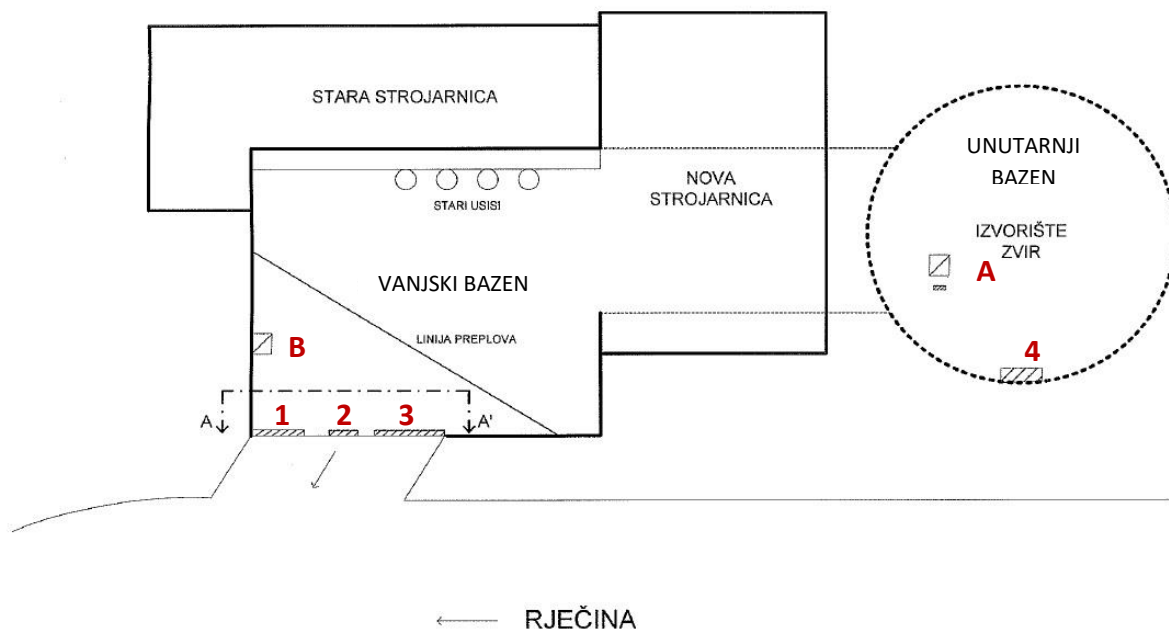
2. POSTOJEĆI HIDROLOŠKI MONITORING

2.1. Opće značajke

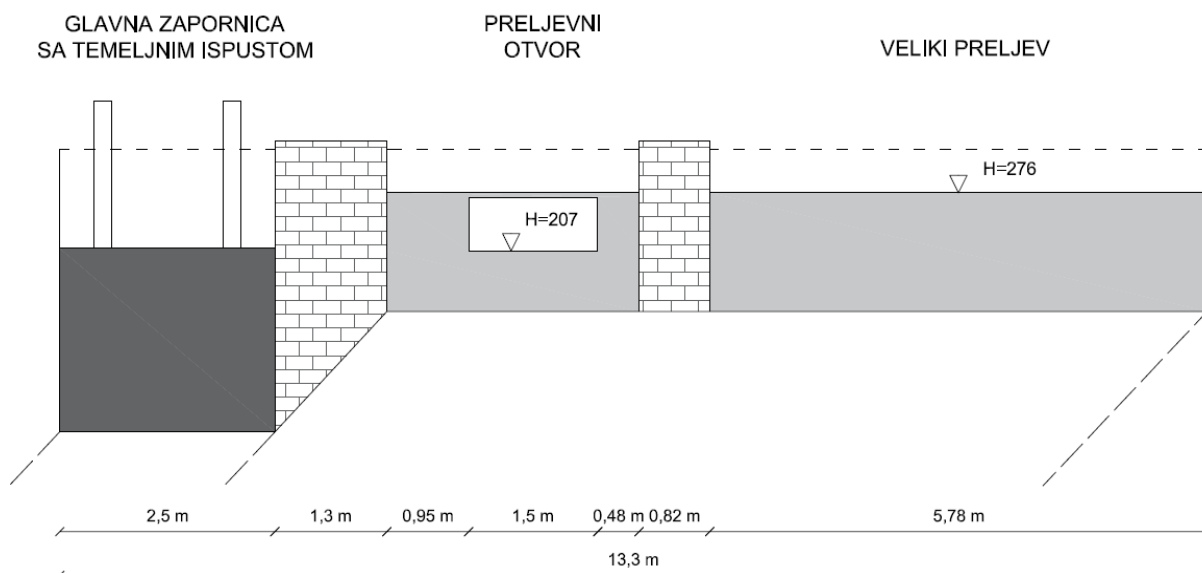
Monitoring hidroloških prilika sastoji se u praćenju razine vode u crpnom bazenu, kao i definiranju hidrauličke povezanosti registriranih razina i količina vode koje prelijevaju iz vodozahvata putem preljeva ili kroz otvor dvaju zapornice – zapornice smještene na glavnom ispustu vanjskog/izlaznog bazena te pomoćne (servisne) zapornice u samom crpnom/unutarnjem bazenu. Glavni ispust preljevnih voda izvora Zvir nalazi se u izlaznom bazenu što je vidljivo na shemi prikazanoj na Slici 2.1. On predstavlja kombinaciju preljeva, preljevnog otvora i glavne zapornice sa temeljnim ispustom (Slike 2.2 - 2.4). U kome režimu ispust radi ovisi o razini vode te otvoru glavne i servisne zapornice. Vodostaj se u postojećem sustavu monitoringa, kojega od 2003. g. provodi DHMZ, kontinuirano limnigrafski prati u unutarnjem bazenu ispod kupole (H-6077), označenom na Slici 2.1 oznakom A. Naknadno su (2013. g.) uspostavljena, odnosno obnovljena nekadašnja limnigrafska praćenja na još jednom limnigrafu (H-6079), označenom na Slici 2.1 oznakom B. Njime se prate razine vode u izlaznom/vanjskom bazenu, no koje se samo manjim dijelom, praktički unutar točnosti okularnog očitavanja vodokazne letve (1 - 2 cm), razlikuju od razina u unutarnjem/glavnom crpnom bazenu (izuzev u situacijama iznimno niskih razina vode i u unutarnjem i u vanjskom bazenu (pri kontroliranom potpunom pražnjenju bazena), kada se izvedenog praga između dvaju bazena razina vode u njima spušta različito – u ovisnosti o otvorenosti njihovih zapornica.

Otvorenost glavne zapornice okularno se očitava/odmjerava na priručnoj skali zapornice. Stvarna otvorenost zapornice ne podudara se sa očitanjem na samoj skali zapornice, već je pri potpuno zatvorenoj zapornici na njenoj skali prikazano 8 cm (DHMZ, 2012). No, rekonstrukcijom glavnog ispusta zapornice tijekom 2018. g., došlo je i do promjene položaja zatvorenosti zapornice, tako da od sredine 2018. g. potpuno zatvorenoj zapornici odgovara vodostaj na letvi na zapornici od 15 cm. Za primjereno praćenje stanja hidroloških prilika, bilo bi nužno podesiti mjernu skalu na način da se podudaraju vrijednosti otvora zapornice i vrijednosti iskazane na mjernoj skali.

U slučajevima kad je zapornica zatvorena višak vode se preljeva kroz preljevni otvor pri vodostaju od 207 cm, a preko velikog preljeva pri vodostaju od 276 cm (DHMZ, 2012). Da bi se za vrijeme vodnijih razdoblja izbjegli visoki vodostaji u crpilištu, otvara se glavna zapornica i ispod nje vrši se evakuacija velikih voda. Glavna zapornica i s njome vezana dva fiksna preljeva zajedno čine glavni evakuacijski organ izvorišta Zvir, čije su dimenzije i karakteristične kote dane na shematiziranoj Slici 2.2. Na Slici 2.3 dan je njegov foto prikaz za stanje do sredine 2018. g., a na Slici 2.4 foto prikaz rekonstruirane glavne zapornice.



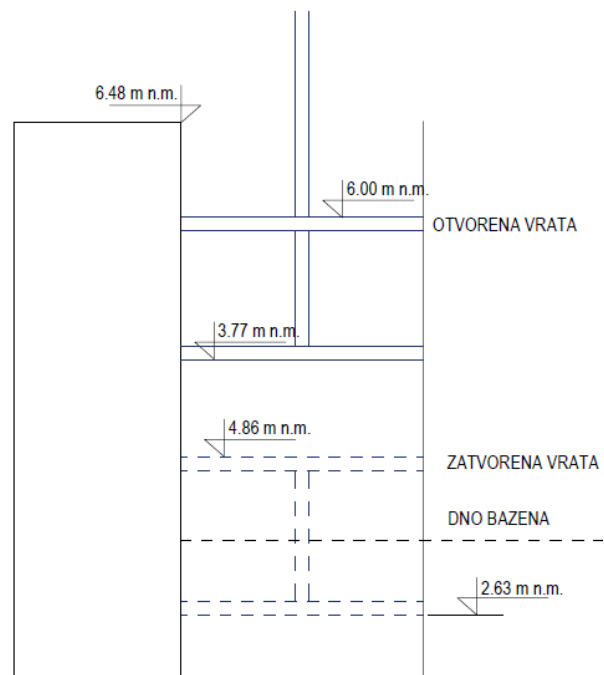
Slika 2.1. Shematski prikaz izlaznog bazena: Glavni ispust: 1-glavna zapornica sa temeljnim ispuatom, 2-preljevni otvor, 3-veliki preljev; Pomoćni ispust: 4-pomoćna (servisna) zapornica; Limnigrafi: A-limnigraf H-6077 u unutarnjem bazenu, B-kontrolni limnigraf H-6079 u vanjskom bazenu (prema DHMZ, 2012)



Slika 2.2. Shematski prikaz glavnog ispusta (prema DHMZ, 2012)



Slika 2.3. Glavni ispušt izvora Zvir s: a) nizvodne strane, b) uzvodne strane



Slika 2.4. Glavna zapornica nakon zamijene te geodetske kote snimljene 9.11.2018. godine

Tijekom rekonstrukcije vodozahvata na Zviru početkom devedesetih godina prošlog stoljeća izgrađena je i pomoćna (servisna) zapornica u unutarnjem bazenu ispod kupole (Slika 2.5). Izgrađena je također za evakuaciju velikih voda i za potrebe čišćenja unutrašnjeg crpnog bazena. Ta je zapornica vremenom iz servisne također postala upravljačka, a manipulacije njome, kao ni glavnom zapornicom, se primjereno ne evidentiraju tako da ne postoji jednoznačna povezanost razine vode i istjecanja voda iz Zvira.



Slika 2.5. Pomoćna (servisna) zapornica u unutarnjem crpnom bazenu ispod kupole

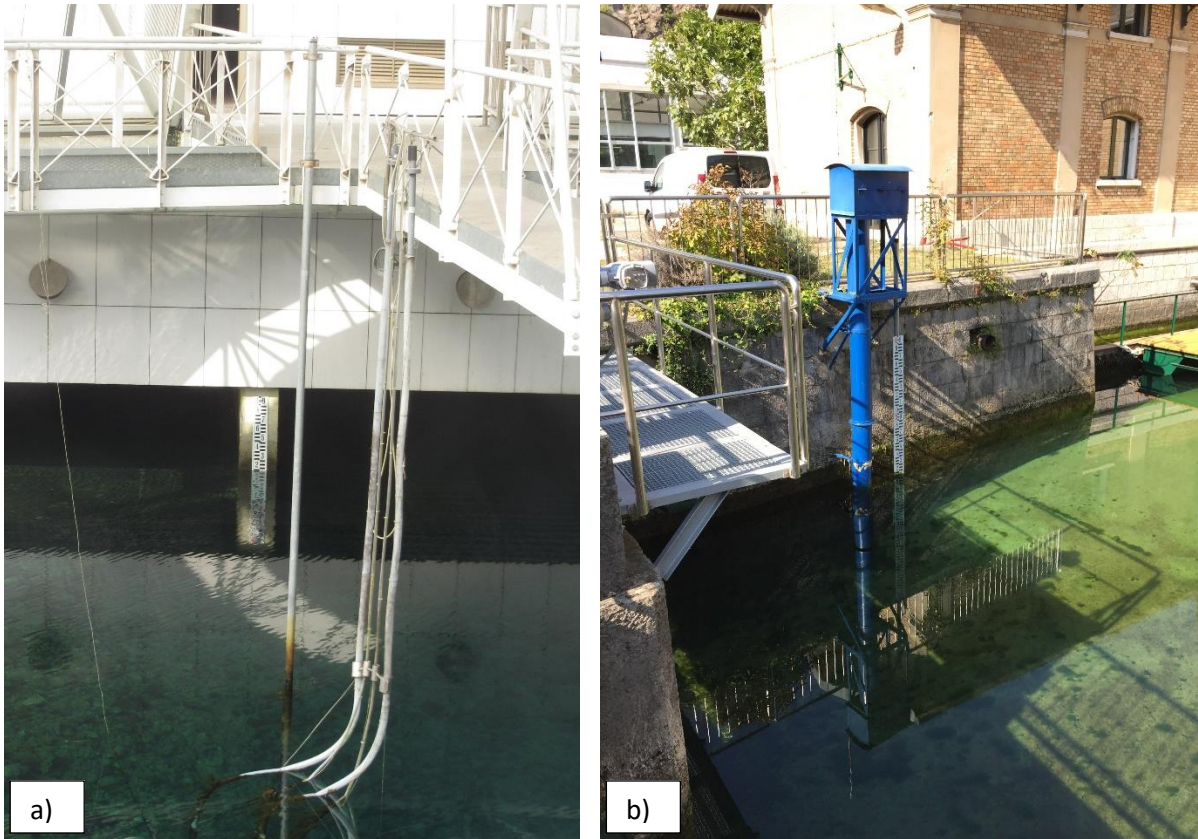
Razina vode u crpnom bazenu, kao i količine vode koje istječu iz izvora, ovise o više kombinacija položaja glavne i servisne zapornice. Unatoč obnovljenom hidrološkom monitoringu 2003. g. na izvoru Zvir u organizaciji DHMZ-a (uspostavljena praćenja razina, kontrolna vodomjerenja protoka, kao i nekoliko serija simultanih vodomjerna istjecanja iz izvora za različite položaje otvora zapornice i razine vode na izvoru), u svojim godišnjim izvještajima o stanju na izvoru DHMZ ne iskazuje i obračun preljevnih protoka, kao ni ukupne izdašnosti izvora. Taj je sustav postojao tijekom razdoblja do 1991. g., prije rekonstrukcije CP Zvir i izgradnje servisnog preljeva ispod kupole, kada su se dodatnim limnografskim praćenjem položaja glavne zapornice te praćenjima dnevnih crpljenih količina vode, iskazivale i preljevne protoke. Zbog okolnosti da se radi o iznimno važnom izvoru na kojemu, nakon 1991. g., unatoč praćenju (od 2003. g.) razina vode na izvoru (DHMZ) te internim praćenjima crpljenih količina od strane ViK-a Rijeka, ne postoje saznanja o njegovim značajkama izdašnosti, bilo je nužno razmotriti postojeći sustav monitoringa, predložiti dopune te preispitati i definirati protočnu

krivulju glavne i servisne zapornice za različite položaje otvora, a što je i predmet projektnog zadatka Hrvatskih voda.

Cjelovita hidrološka praćenja razina vode i protoka na izvorištu Zvir provedena su u razdoblju od 1979. do 1991. godine. U cilju što potpunije kontrole preljevnih količina izvorišta Zvir uspostavljena su dva limnigrafska uređaja. Jedan limnigrafski uređaj koji registrira nivo vode u vanjskom bazenu (H-6077) i drugi koji registrira pomake glavne zapornice (H-6079) u svrhu dobivanja podataka o otvoru zapornice i kontrole onog dijela vodnih količina koje se ispuštaju ispod zapornice (Državni hidrometeorološki zavod, 1980).

Kao što je već napomenuto, mjerenja su prekinuta 1991. godine zbog početka radova na rekonstrukciji kaptaze izvora, u okviru koje je nad samim izvorom postavljena zaštitna kupola te je izveden dodatni preljev sa servisnom zapornicom. Tek su 2003. godine obnovljena hidrološka praćenja u sklopu kojih su uspostavljena kontinuirana limnigrafska praćenja razine vode (Slika 2.6 a), ali sada u glavnom izvorišnom bazenu ispod kupole (H-6077) i bez određivanja protoka. 2013. godine postavljen je i kontrolni limnigraf (H-6079) za potrebe praćenja vodostaja u vanjskom bazenu (Slika 2.6 b). Kota vodokazne letve pri osnutku stanice bila je 2,672 m n.m., a u bazi podataka DHMZ-a navodi se da je od lipnja 2003. godine 2,854 m n.m. No, geodetskim mjerenjem 9.11.2018. godine utvrđeno je da kota letve i u vanjskom i u unutarnjem bazenu iznosi 2,66 m n.m., dakle da nije došlo do nikakve njihove visinske promjene. Geodetskim premjerom iz 2018. g. utvrđene su i neke manje promjene kota karakterističnih točaka preljeva i slično, koje su unutar točnosti raspona očitavanja vode na vodozahvatu Zvir (+/- 1-2 cm). Zbog međusobne povezanosti ranije provedenih mjerenja i geometrije evakuacijskog organa, spomenute naknadne korekcije za 1-2 cm nije moguće sustavno provesti te je za definiranje konsumpcijskih odnosa korištena geometrija glavnog evakuacijskog organa dana na snimci DHMZ-a (2012), prikazana na slici 2.2, uz korekciju geometrije glavne zapornice nakon njezine rekonstrukcije (Slika 2.4).

Za napomenuti je da bi tako za vodoopskrbu značajan izvor kao što je Zvir bilo iznimno važno poznavati i cjelokupnu geometriju vodozahvatne građevine kao i obaju crpnih bazena sa svim njihovim visinskim međuodnosima kako bi se sustav aktivnog upravljanja u realnom vremenu, a koji uključuje i primjereni monitoring hidroloških prilika, mogao temeljiti na vjerodostojnim podlogama.



Slika 2.6. Hidrološka praćenja izvora Zvir: a) limnigraf unutar kupole H-6077, b) kontrolni limnigraf u vanjskom bazenu H-6079

Pregled raspoloživih podataka o vodostajima i protokama na izvoru Zvir u razdoblju od 1979. do 2015. godine dan je u Tablici 2.1.

Tablica 2.1. Pregled raspoloživih podataka o vodostajima (H) i protokama (Q) na izvoru Zvir (crna boja = svi podaci, siva boja = nepotpuni podaci, bijela boja = nema podataka)

	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	...
H - 6077															
H - 6079															
Q															
	...	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
H - 6077															
H - 6079															
Q															

2.2. Monitoring 1979. – 1991.

U razdoblju od 1979. do 1991. godine provedena su cjelovita hidrološka praćenja razina vode i protoka. Osnovni statistički pokazatelji (srednja vrijednost Sr, standardna devijacija Stdev, koeficijent varijacije Cv te mjesečni ekstremi Max i Min) srednjih, maksimalnih i minimalnih mjesečnih i godišnjih vodostaja izvora Zvir (H-6077), otvora glavne zapornice (H-6079) i preljevnih protoka prikazani su u Tablicama 2.2 – 2.4. Na Slici 2.7 dan je usporedni prikaz hoda srednjih dnevnih vodostaja izvora Zvir i otvora glavne zapornice u razdoblju od 1979. do 1991. godine, a na Slici 2.8 prikaz srednjih dnevnih otvora zapornice i preljevnih protoka također za isto razdoblje.

Tablica 2.2. Karakteristični mjesečni i godišnji podaci o srednjim, maksimalnim i minimalnim vodostajima izvora Zvir (H-6077) u razdoblju od 1979. do 1991. godine

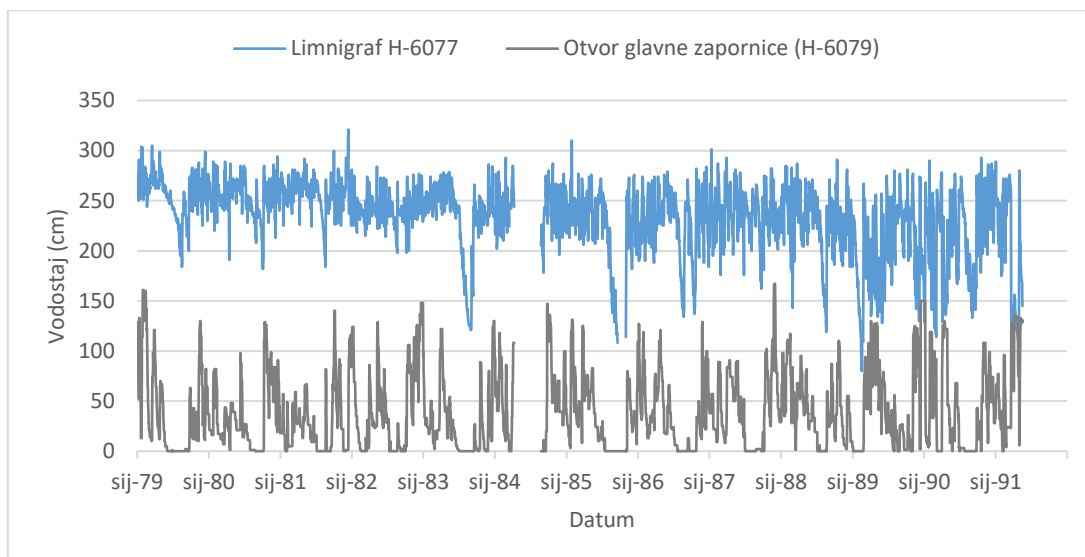
Vodostaj H-6077 (1979 - 1991)													
Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God
Srednji (cm)													
Sr	241	232	240	229	243	244	236	203	229	240	240	243	236
Stdev	19,1	34,9	20,2	41,8	28,6	17,4	15,8	34,7	19,8	18,1	15,7	21,5	17,8
Cv	0,079	0,150	0,084	0,182	0,118	0,071	0,067	0,170	0,087	0,075	0,065	0,089	0,076
Max	269	267	274	271	267	265	255	244	258	262	259	270	258
Min	200	136	197	133	166	205	199	140	181	192	205	189	202
Maksimalni (cm)													
Sr	296	285	294	282	283	281	265	261	271	284	293	299	313
Stdev	22,6	17,3	13,9	14,8	12,4	11,8	10,0	32,8	39,2	55,5	20,4	19,0	12,0
Cv	0,076	0,061	0,047	0,053	0,044	0,042	0,038	0,126	0,144	0,195	0,070	0,063	0,038
Max	324	305	316	309	306	300	284	327	323	323	324	322	327
Min	244	248	274	255	258	264	251	190	161	114	246	255	284
Minimalni (cm)													
Sr	186	179	173	181	194	182	176	151	172	177	177	180	131
Stdev	29,1	46,2	43,9	44,5	48,6	40,0	38,1	34,6	38,1	28,6	30,8	32,1	31,3
Cv	0,156	0,258	0,254	0,246	0,250	0,220	0,217	0,229	0,222	0,162	0,175	0,178	0,239
Max	218	233	234	246	245	220	234	198	235	219	223	229	198
Min	125	80	113	116	115	119	121	106	120	129	133	127	80

Tablica 2.3. Karakteristični mjesečni i godišnji podaci o srednjim, maksimalnim i minimalnim otvorima glavne zapornice izvora Zvir (H-6079) u razdoblju od 1979. do 1991. godine

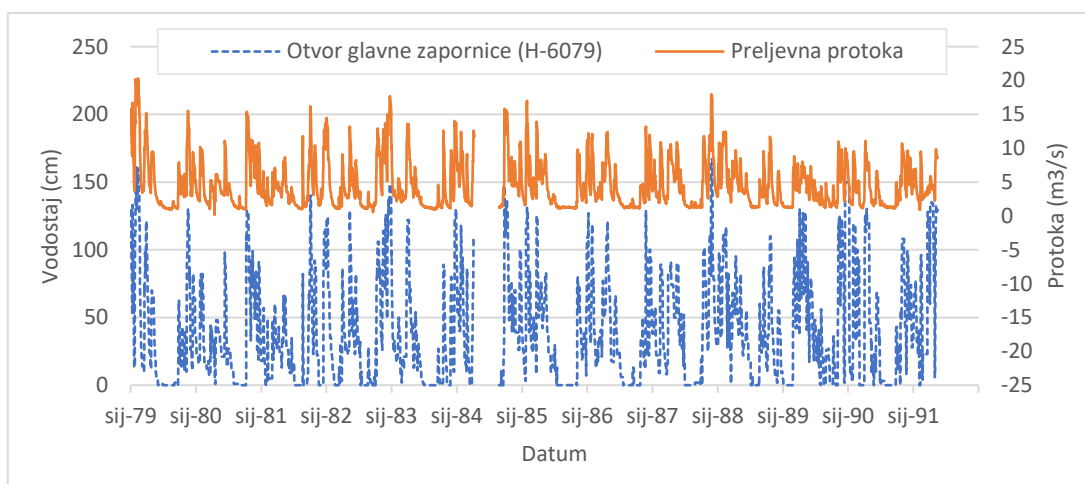
Otvor glavne zapornice H-6079 (1979 - 1991)													
Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God
Srednji (cm)													
Sr	49	46	37	67	44	29	6	4	12	46	57	62	37
Stdev	24,7	33,1	19,4	29,1	15,8	16,0	6,9	6,0	13,9	32,2	27,9	25,9	6,3
Cv	0,503	0,719	0,530	0,435	0,355	0,544	1,19	1,53	1,14	0,696	0,492	0,415	0,169
Max	91	116	70	117	68	52	20	16	42	97	90	117	45
Min	0	5	11	27	23	0	0	0	0	0	12	30	27
Maksimalni (cm)													
Sr	100	91	99	106	92	64	32	23	58	90	105	117	153
Stdev	43,0	36,8	22,7	24,7	30,4	29,0	28,2	38,8	80,9	46,9	32,8	30,4	45,4
Cv	0,430	0,404	0,230	0,233	0,331	0,452	0,877	1,73	1,40	0,519	0,314	0,260	0,296
Max	161	161	128	135	133	111	92	123	297	145	167	167	297
Min	4	22	67	53	46	23	0	0	0	0	45	55	117
Minimalni (cm)													
Sr	17	13	10	28	19	10	0	0	1	8	12	16	0
Stdev	12,8	12,5	11,8	19,7	10,2	9,2	0,4	0	3,4	14,3	13,1	15,2	0
Cv	0,765	0,975	1,15	0,695	0,550	0,897	2,22	/	3,18	1,91	1,09	0,938	/
Max	40	33	42	64	36	23	1	0	12	47	39	49	0
Min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tablica 2.4. Karakteristični mjesečni i godišnji podaci o srednjim, maksimalnim i minimalnim preljevnim protokama izvora Zvir u razdoblju od 1979. do 1991. godine

Preljevna protoka (1979 - 1991)													
Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God
Srednji (cm)													
Sr	5,66	5,32	4,23	6,67	5,31	3,59	1,74	1,57	2,41	5,73	6,33	6,73	4,54
Stdev	2,75	3,46	1,72	2,17	1,46	1,18	0,55	0,44	1,29	3,11	2,60	2,38	0,70
Cv	0,487	0,651	0,406	0,326	0,274	0,328	0,316	0,281	0,537	0,542	0,412	0,354	0,153
Max	12	14,5	7,71	11,3	7,81	5,45	3,06	2,37	4,97	10,7	9,53	13,2	6,09
Min	1,33	1,51	1,96	4,03	2,53	1,8	1,17	1,12	1,26	1,21	2,33	3,7	3,79
Maksimalni (cm)													
Sr	10,8	9,65	8,95	9,62	8,54	6,09	2,69	3,32	5,63	10,3	11,2	11,9	14,8
Stdev	4,75	4,38	3,41	2,86	2,35	2,64	1,10	3,01	4,32	4,94	3,55	3,26	3,15
Cv	0,439	0,455	0,381	0,298	0,275	0,434	0,408	0,907	0,768	0,480	0,318	0,274	0,213
Max	20,2	20,3	15,2	13,6	13,2	11,1	4,83	11,8	15,8	16,2	18	17,7	20,3
Min	1,58	2,4	4,46	5,04	4,31	2,24	1,42	1,29	1,34	1,39	4,37	6,6	9,84
Minimalni (cm)													
Sr	2,43	2,28	2,08	3,74	2,69	2,01	1,21	1,12	1,17	1,90	2,44	2,73	0,95
Stdev	0,89	1,12	0,87	1,95	0,67	0,49	0,20	0,11	0,36	1,21	1,12	0,91	0,30
Cv	0,365	0,490	0,418	0,522	0,247	0,244	0,164	0,095	0,305	0,640	0,461	0,333	0,313
Max	4,25	4,57	3,69	7,95	3,98	2,99	1,61	1,27	2,1	5,11	4,43	5,1	1,2
Min	1,24	0,89	1,03	0,14	1,43	1,38	1,02	0,95	0,55	0,97	1,08	1,51	0,14



Slika 2.7. Prikaz hoda karakterističnih dnevnih vodostaja izvora Zvir (vanjski bazen) i otvora glavne zapornice (1979.-1991.)



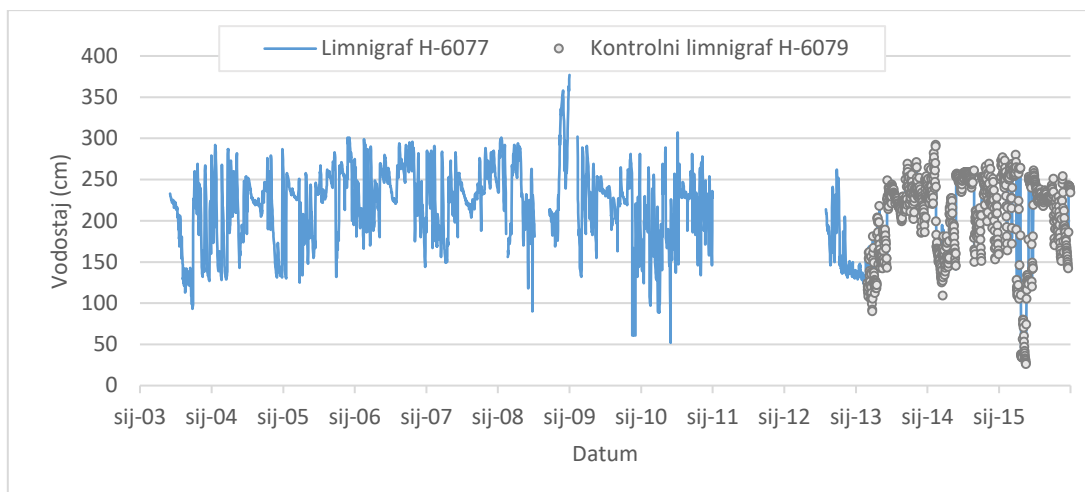
Slika 2.8. Prikaz hoda karakterističnih dnevnih preljevnih protoka i otvora glavne zapornice (1979.-1991.)

2.3. Obnovljeni monitoring nakon 2003.

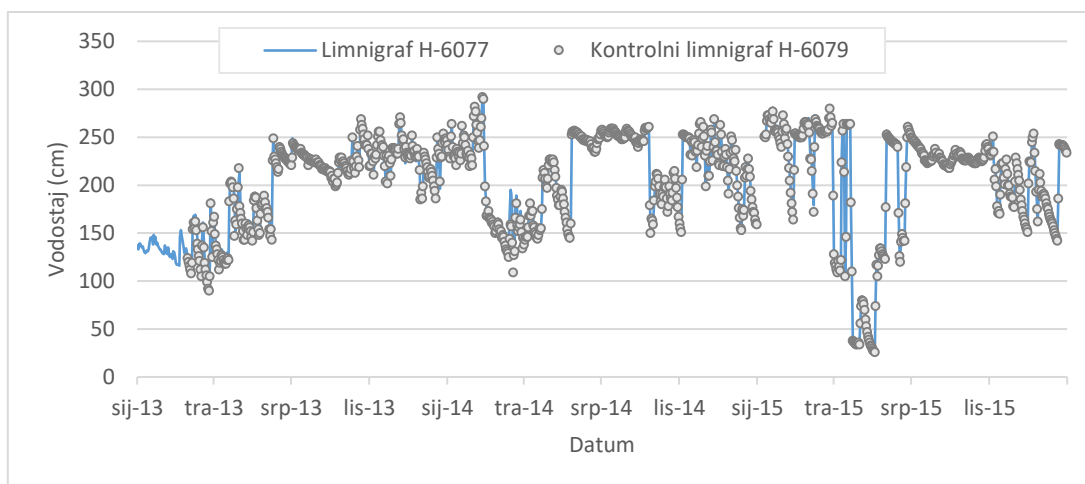
2003. godine obnovljena su hidrološka praćenja te su uspostavljena kontinuirana limnigrafska praćenja razine vode u glavnom izvorišnom bazenu ispod kupole, ali bez određivanja protoka. Također više nema ni mogućnosti praćenja otvora glavne zapornice te je pod istom oznakom H-6097 postavljen kontrolni limnigraf 2013. g. u vanjskom bazenu. Osnovni statistički pokazatelji (srednja vrijednost Sr , standardna devijacija $Stdev$, koeficijent varijacije Cv te mjesečni ekstremi Max i Min) srednjih, maksimalnih i minimalnih mjesečnih i godišnjih vodostaja izvora Zvir (H-6077) prikazani su u Tablici 2.5. Na Slici 2.9 prikazan je hod srednjih dnevnih vodostaja izvora Zvir i vodostaja sa kontrolnog limnigrafa u razdoblju do 2003. do 2015. godine. Na Slici 2.10 dan je isti prikaz kao i na Slici 2.9, ali za razdoblje od 2013. do 2015. godine.

Tablica 2.5. Karakteristični mjesečni i godišnji podaci o srednjim, maksimalnim i minimalnim vodostajima izvora Zvir (H-6077) u razdoblju od 2003. do 2015. godine

Vodostaj H-6077 (2003 - 2015)													
Mjesec	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God
Srednji (cm)													
Sr	218	201	201	197	194	222	231	218	221	225	218	207	216
Stdev	42,9	39,5	40,6	39,2	46,7	23,8	14,8	34,3	36,8	26,6	42,8	45,9	17,3
Cv	0,197	0,196	0,202	0,199	0,240	0,107	0,064	0,157	0,167	0,118	0,197	0,222	0,080
Max	273	242	253	271	245	260	254	267	269	277	298	306	239
Min	136	130	134	141	80	181	197	138	124	170	146	137	192
Maksimalni (cm)													
Sr	276	286	279	261	251	262	259	243	262	273	286	281	308
Stdev	21,9	25,7	20,8	25,3	46,0	14,2	32,8	24,6	27,0	20,3	32,7	46,3	29,2
Cv	0,079	0,090	0,075	0,097	0,183	0,054	0,127	0,101	0,103	0,074	0,114	0,165	0,095
Max	303	310	301	299	294	283	340	295	301	302	367	381	381
Min	242	243	241	218	139	237	214	197	215	232	241	183	271
Minimalni (cm)													
Sr	161	147	122	133	119	134	166	161	156	164	136	143	83
Stdev	35,8	38,1	42,8	63,2	47,5	54,9	52,3	47,3	49,9	36,7	47,3	52,6	30,2
Cv	0,222	0,259	0,350	0,476	0,401	0,410	0,315	0,294	0,319	0,224	0,349	0,368	0,362
Max	217	222	171	232	175	225	247	218	239	249	231	234	121
Min	119	96	50	36	29	51	94	78	88	112	50	61	29

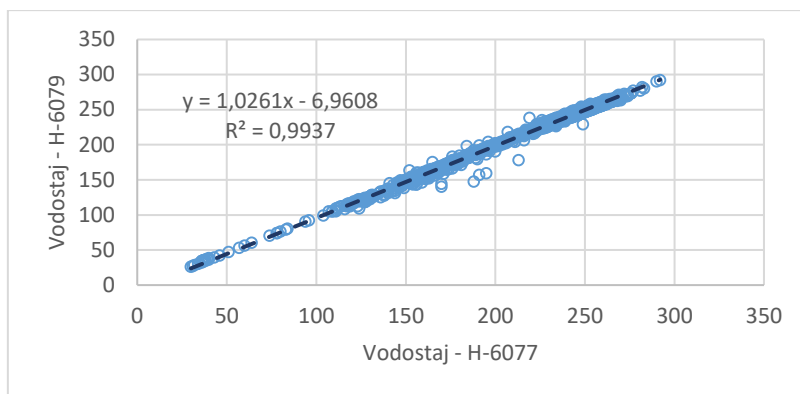


Slika 2.9. Prikaz hoda karakterističnih srednjih dnevnih vodostaja izvora Zvir (unutarnji bazen) i kontrolnog limnigrafa (vanjski bazen) (2003. - 2015.)



Slika 2.10. Prikaz hoda karakterističnih dnevnih vodostaja izvora Zvir (unutarnji bazen) i kontrolnog limnigrafa (vanjski bazen) (2013. - 2015.)

Na Slici 2.11 vidimo prikaz odnosa između srednjih dnevnih vodostaja sa limnigrafa H-6077 i kontrolnog limnigrafa H-6079 od 2013. do 2015. godine. Prosječna razlika između vodostaja sa limnigrafa H-6077 i kontrolnog limnigrafa H-6079 u tom razdoblju iznosi 1,5 cm, a što je posljedica denivelacije vodnog lica prema mjestu istjecanja preljevniha voda.



Slika 2.11. Grafički prikaz odnosa između srednjih dnevnih vodostaja sa limnigrafa H-6077 i kontrolnog limnigrafa H-6079 od 2013. do 2015.

Radi ponovnog uspostavljanja praćenja protoka, djelatnici DHMZ-a proveli su tri serije mjerenja protoka na izlaznom bazenu izvorišta Zvir, neposredno ispred glavnog ispusta. Mjerenja protoka vršena su pomoću ultrazvučnog Doppler mjerča protoka (ADCP-a), na način da je sva količina vode koja je istjecala iz bazena bila zahvaćena linijom preplova (DHMZ, 2012), danoj na Slici 2.1.

U razdoblju od 12. do 16. travnja 2010. godine provedena je prva serija vodomjerenja od 30 vodomjerenja kod 5 različitih otvora zapornice pri različitim vodostajima. Tako je pri otvoru glavne zapornice od 20 cm provedeno 7 vodomjerenja, pri otvoru od 31 cm 9 vodomjerenja, pri otvoru od 41 cm 6 vodomjerenja, pri otvoru od 51 cm 6 vodomjerenja, a provedena su i dva vodomjerenja pri zatvorenoj zapornici (0 cm) (DHMZ, 2010).

U razdoblju od 24. do 27. travnja 2012. godine provedena je druga serija vodomjerenja od 19 vodomjerenja kod 5 različitih otvora zapornice pri različitim vodostajima. Tako je pri otvoru glavne zapornice od 20 cm provedeno 4 vodomjerenja, pri otvoru od 31 cm 5 vodomjerenja, pri otvoru od 41 cm 5 vodomjerenja, pri otvoru od 51 cm 3 vodomjerenja, a provedena su i dva vodomjerenja pri zatvorenoj zapornici (0 cm) (DHMZ, 2012).

U ožujku 2013. godine provedena je treća serija vodomjerenja za velike vode od 19 vodomjerenja kod 4 različitih otvora zapornice pri različitim vodostajima. Tako je pri otvoru glavne zapornice od 70 cm provedeno 6 vodomjerenja, pri otvoru od 100 cm 6 vodomjerenja, pri otvoru od 110 cm 4 vodomjerenja, pri otvoru od 132 cm 3 vodomjerenja. Ova vodomjerenja nisu sadržana u nekom posebnom izvještaju već su njihovi rezultati dobiveni od naručitelja u tabličnog prikaza svih provedenih vodomjerenja na izvoru Zvir zaključno s 2016.g.

Raspon vodostaja koji je zahvaćen vodomjerenjima tijekom 2010. i 2012. godine je: minimalni vodostaj iznosi 119 cm registriran pri otvoru zapornice od 51 cm, uz izmjereni protok od 2,26 m³/s, dok je maksimalni vodostaj od 290 cm zabilježen pri potpuno zatvorenoj zapornici, uz izmjereni protok od 6,0 m³/s. Raspon vodostaja koji je zahvaćen vodomjerenjima velikih voda tijekom 2013. godine je: minimalni vodostaj iznosi 121 cm registriran pri otvoru zapornice od 70 cm, uz izmjereni protok od 1,98 m³/s, dok je maksimalni vodostaj od 273 cm također

registriran pri otvoru zapornice od 70 cm, uz izmjereni protok od 4,91 m³/s. U Tablici 2.6 dan je prikaz vodostaja i preljevnih protoka tijekom sve tri faze provedenih vodomjerenja DHMZ-a.

Tablica 2.6. Rezultati provedenih vodomjerenja DHMZ-a, a) prve i druge serije (2010. i 2012. g.) i b) treće serije za velike vode (2013. g.)

a)	Otvor zapornice	Vodostaj	Protok	b)	Otvor zapornice	Vodostaj	Protok
0		274	3,38	70		121	1,98
		282	4,41			155	2,80
		289	5,22			177	3,15
		290	6,00			212	3,69
20		124	1,22	100		230	3,58
		142	1,25			273	4,91
		170	1,40			122	2,12
		181	1,74			132	2,99
		200	1,88			146	3,42
		223	2,13	170	4,20		
		237	2,88	203	5,27		
		252	3,33	240	6,28		
		261	3,88	110		127	2,68
		274	4,45			140	3,33
282	5,09	164	4,66				
31		122	1,61	217	6,04		
		136	1,72	132		169	5,12
		150	1,95			202	6,26
		160	2,08			212	6,88
		191	2,40	41		125	2,02
		209	2,72			147	2,37
		213	2,78			163	2,63
		219	2,89			185	2,96
		234	3,36			209	3,10
		247	3,40			219	3,48
		249	3,56			228	4,34
		255	4,46			237	4,07
		273	5,31			244	4,83
282	6,68	260	5,20				
51		125	2,02	272	5,73		
		147	2,37	51		119	2,26
		163	2,63			125	2,25
		185	2,96			137	2,72
		209	3,10			156	3,01
		219	3,48			179	3,42
		228	4,34			200	3,88
		237	4,07			223	4,78
		244	4,83			240	4,97
260	5,20	260	6,53				

3. REZULTATI VODOMJERENJA GRAĐEVINSKOG FAKULTETA U RIJECI

3.1. Tijekom 2016. i 2017. godine

Od strane Građevinskog fakulteta u Rijeci tijekom 2016. i 2017. godine provedeno je osam dopunskih vodomjerenja preljevnih voda glavnog evakuacijskog sustava sa zapornicom izvora Zvir pri različitim vodostajima i pri različitim otvorima glavne i servisne zapornice u razdobljima malih voda. Protoka na glavnom ispustu ovisi o dva parametra, otvoru glavne zapornice i vodostaju u izlaznom bazenu. Mjerenja su provedena na dva načina. Prvi način je da se mjerenje vršilo pri jednom otvoru zapornice, nakon čega bi se otvor postavio na neku drugu fiksnu vrijednost te bi se mjerenja vršilo pri novom otvoru zapornice, ali tek nakon što bi se vodostaj u bazenu stabilizirao. Kod drugog slučaja otvor zapornice se držao konstantnim, a vodostaj u bazenu se regulirao pomoću servisne zapornice unutar kupole. Protoka je mjerena u odvodnom kanalu nizvodno od glavne zapornice što možemo vidjeti na Slici 3.1.



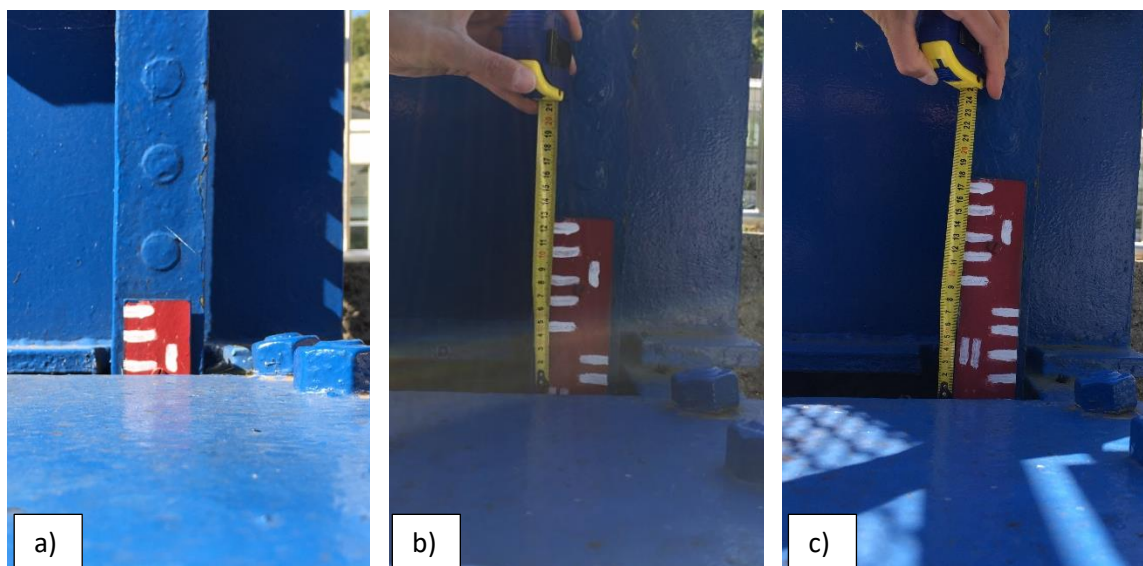
Slika 3.1. Pozicija vodomjerenja preljeva izvora Zvir a) 16.9.2016. b) 4.7.2017.

Prvo i drugo vodomjerenja provedeno je 15.9.2016., treće i četvrto 29.9.2016., peto 30.9.2016, a šesto, sedmo i osmo 4.7.2017. godine. Osam vodomjerenja izvršena su pri četiri različita otvora zapornice te pri različitim vodostajima. Tako je pri zatvorenoj zapornici (0 cm) izvršeno 2 vodomjerenja, pri otvoru od 5 cm također 2 vodomjerenja, pri otvoru od 10 cm 3 vodomjerenja te pri otvoru od 20 cm 1 vodomjerenje (Tablica 3.1). Protoke pri većim otvorima zapornice (od 20 cm na više) i u uvjetima većih voda, mjerene su od strane DHMZ-a tijekom tri serije vodomjerenja. Iz elaborata DHMZ-a (2012) pri potpuno zatvorenoj zapornici na skali je očitana vrijednost od 8 cm. Iz tog razloga, sve vrijednosti na skali su umanjene za 8 cm te su otvori od 5, 10 i 20 cm stvarni otvori zapornice, a ne vrijednosti očitane sa skale. Otvore glavne zapornice od 0, 5 i 10 cm možemo vidjeti na Slici 3.2.

Protoke su se mjerile pomoću standardnog elektromagnetskog hidrometrijskog krila OTT NAUTILUS 184155 (sa brojačem OTT SENSE Z300), a obrada podataka vodomjerenja metodom brzina/površina za otvorene kanale (prema normi HRN ISO 748) programom VODOMJERENJA, razvijenomu u okviru hidrološke službe Državnog hidrometeorološkog zavoda.

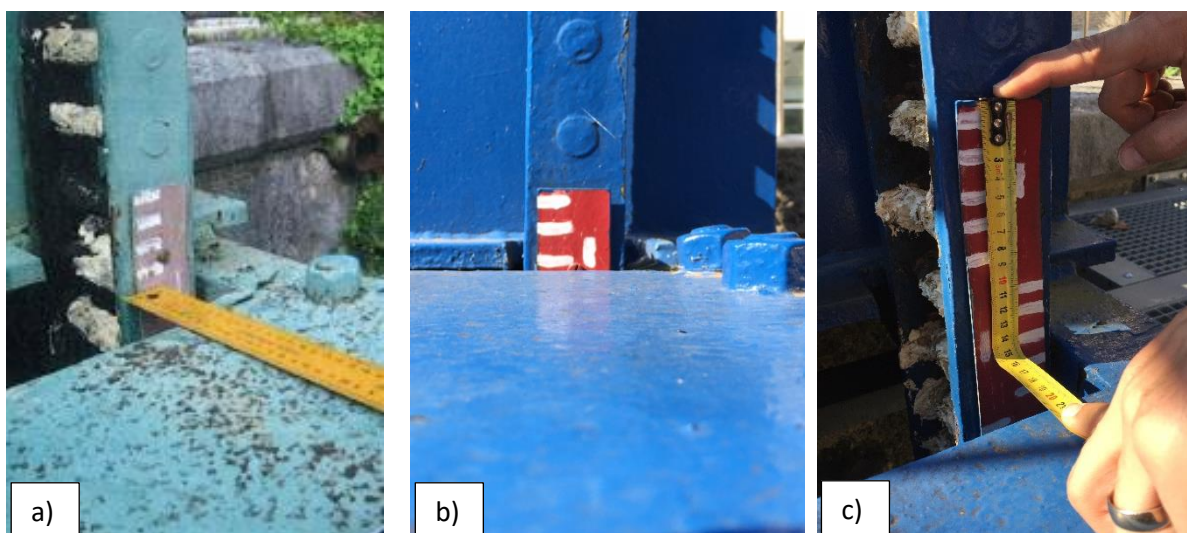
Tablica 3.1. Otvori glavne i servisne zapornice, vodostaji na početku i kraju mjerenja te referentni vodostaj tijekom osam vodomjerenja

Otvor zapornice (cm)	Vodostaj na početku mjerenja (cm)	Vodostaj na kraju mjerenja (cm)	Referentni Vodostaj (cm)	Otvor servisne zapornice (cm)
0	221	221	221	0
0	213	212	212	13
5	215	215	215	22
5	190	190	190	30
10	172	163	168	13
10	176	173	174	5
10	218	217	217	20
20	168	162	165	0



Slika 3.2. Otvorenost glavne zapornice od a) 0 cm, b) 5 cm i c) 10 cm (prije zamjene zapornice)

No, uspoređujući naše slike i slike od DHMZ-a (2012) pri potpuno zatvorenoj zapornici, primijetili smo da se vrijednosti na skali ne podudaraju (Slika 3.3 a i b). Na našoj slici vrijednost na skali je manja za otprilike 2-3 cm. Iz tog razloga, a i zbog dosta neprecizne skale, registrirane vrijednosti otvora zapornice mogu odstupati za koji centimetar. Prijedlog je bio da se pri rekonstrukciji zapornice provede i podešavanje pokazivača njezine otvorenosti na način da se mjerna skala poklapa s terenskim uvjetima. No, zamjenom zapornice tijekom 2017.g. to se nije napravilo, već sad pri potpuno zatvorenoj zapornici vrijednost na skali iznosi 15 cm (Slika 3.3 c).



Slika 3.3. Vrijednosti na skali glavne zapornice pri potpuno zatvorenom otvoru: a) DHMZ (DHMZ, 2012), b) snimljeno 29.9.2016.g. c) snimljeno 9.11.2018. g. (nakon zamijene zapornice)

Cjeloviti prikazi rezultata provedenih vodomjerenja dani su u prilogu (Podnaslov 11.1). Uz rezultate vodomjerenja, koja su bila namijenjena definiranju protočne krivulje preljeva i regulacijske zapornice, provedeno je i jedno dodatno vodomjerenje procurivanja voda na odvodnom kanalu pomoćne (servisne) zapornice dok je ona bila nominalno zatvorena.

Sa Slike 3.4 vidljivo je da i kroz potpuno zatvorenu pomoćnu (servisnu) zapornicu, smještenu ispod kupole vodozahvata na Zviru, postoje značajna procjeđivanja voda te je u danom slučaju (dana 4.7.2017. godine) izmjereno procjeđivanje od 49 l/s, a pri višim vodostajima sigurno i značajnije više.



Slika 3.4. Procjeđivanje voda kroz zatvorenu pomoćnu (servisnu) zapornicu (dne 4.7.2017.)

Procjeđivanje vode bilo je prisutno i kod glavne zapornice prije njene zamjene 2018. g. (Slika 3.5), ali u višestruko manjoj mjeri – reda veličine do desetak l/s. U cilju osiguranja optimalnog gospodarenja vodama izvora Zvir, pogotovo u iznimno sušnim hidrološkim prilikama kada iz izvora nema kontroliranog istjecanja ni prelijevanja voda, biti će nužno provesti i sanaciju servisne zapornice kako bi se čuvale vodne zalihe Zvira za potrebe vodoopskrbe, a i provodila cjelovita registracija raspoloživih količina voda obzirom da nije opravdano definirati protočne krivulje na način da se njima iskazuju i neprimjereni gubici vode iz vodozahvata.

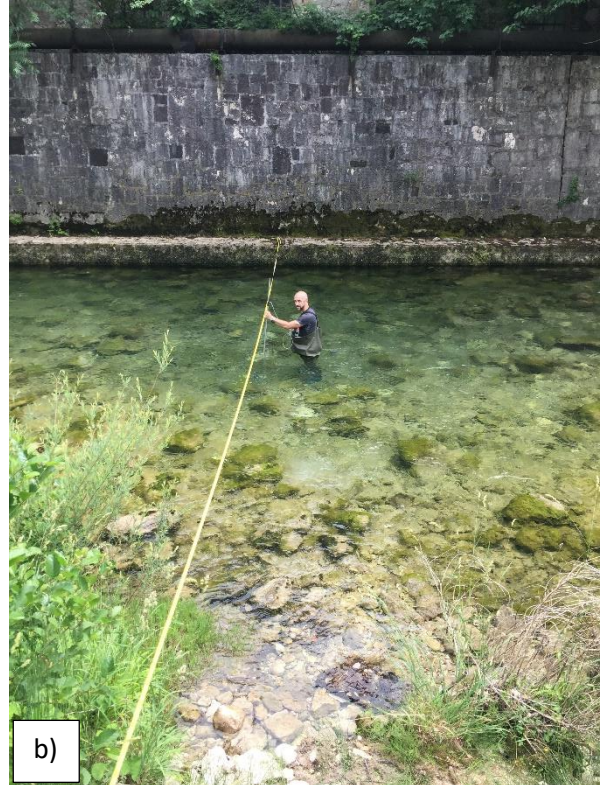


Slika 3.5. Glavna zapornica a) procjeđivanje kroz zatvorenu glavnu zapornicu prije njezine zamjene, b) nova zapornica nakon zamjene stare

3.2. Tijekom 2018. godine

Od strane Građevinskog fakulteta u Rijeci, tijekom 2018. godine, provedeno je dvanaest vodomjerenja prelijevnih voda glavnog evakuacijskog sustava sa zapornicom izvora Zvir pri različitim vodostajima i pri različitim otvorima servisne zapornice u razdobljima malih voda. Glavna zapornica u vrijeme vodomjerenja je bila potpuno otvorena i nije utjecala na tok vode. Protoka je mjerena u odvodnom kanalu nizvodno od glavne zapornice, kao i tijekom prošlih mjerenja, što možemo vidjeti na Slici 3.6 a. Također, jedno vodomjerenje napravljeno je u koritu Rječine (Slika 3.6 b) u slučaju kada je bazen bio potpuno presušen i sva voda sa izvora tekla je kroz servisnu zapornicu pri otvoru od 60 cm. Cjeloviti prikazi rezultata provedenih vodomjerenja dani su u prilogu (Podnaslov 11.2).

Vodomjerenja su provedena u dva razdoblja – 3. i 4. svibnja i 29. svibnja 2018. godine. Vršila su se tako da se otvor servisne zapornice povećavao za 10 cm sve dok vanjski bazen ne bi potpuno presušio (Slika 3.7). U Tablici 3.2 dan je prikaz rezultata vodomjerenja.



Slika 3.6. Pozicija mjerenja protoka a) u odvodnom kanalu glavne zapornice dne 4.5.2018. i b) u koritu Rječine dne 29.5.2018.



Slika 3.7. Presušeni vanjski bazen prilikom vodomjerenja a) 4.5.2018. i b) 29.5.2018.

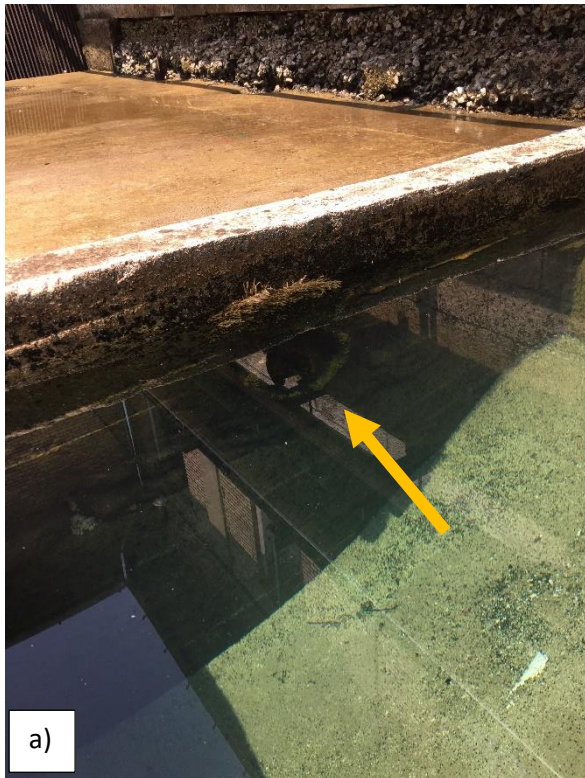
Tablica 3.2. Rezultati vodomjerenja tijekom 2018. godine

Vodomjerenje	Datum	Vodostaj na početku mjerenja	Vodostaj na kraju mjerenja	Glavna zapornica	Pomoćna zapornica	Izmjerena protoka
	2.5.2018	123		Skroz otvorena	Zatvorena	
	3.5.2018	122		Skroz otvorena	Zatvorena	
1	3.5.2018	84	83	Skroz otvorena	40 cm	1,27
2	4.5.2018	78	78	Skroz otvorena	50 cm	0,87
3	4.5.2018	71	71	Skroz otvorena	60 cm	0,57
4	4.5.2018	66	66	Skroz otvorena	70 cm	0,3
5	4.5.2018	60	60	Skroz otvorena	80 cm	0,115
6	4.5.2018	55 - suho	55 - suho	Skroz otvorena	90 cm	0,070
	4.5.2018	123		Skroz otvorena	Zatvorena	
	29.5.2018	102				
1	29.5.2018	82	82	Skroz otvorena	20 cm	1,23
2	29.5.2018	74	74	Skroz otvorena	30 cm	0,82
3	29.5.2018	63	63	Skroz otvorena	40 cm	0,46
4	29.5.2018	56	56	Skroz otvorena	50 cm	0,16
5	29.5.2018	52 - suho	52 - suho	Skroz otvorena	60 cm	0,056
6*	29.5.2018	52 - suho	52 - suho	Skroz otvorena	60 cm	3,03

*Izmjerena protoka u koritu Rječine

Vrijednosti vodostaja iz Tablice 3.2 očitavane su na letvi u vanjskom bazenu koja su praktički istovjetna okularnim čitanjima na letvi u unutrašnjem bazenu, osim u iznimnim situacijama potpunog pražnjenja vanjskog bazena otvorenom zapornicom na unutrašnjem bazenu. U tim situacijama, pri vodostajima nižim od 100 cm mjerenim na vodokazu u unutrašnjem bazenu, dolazi do različitih kolebanja razine vode u unutrašnjem i vanjskom bazenu, pa je za definiranje količina vode koja je ispuštena iz Zvira na obje zapornice nužno okularno pratiti dinamiku kolebanja razine vode u vanjskom bazenu te proračunati količine vode koje ističu kroz zapornice prema odnosnim razinama vode u njihovim bazenima.

No, iz Tablice 3.2 vidimo da u slučajnu kada je bazen potpuno presušio ($H = 52$ cm) i dalje postoji istjecanje vode (Slika 3.8 b). Dana 29.5.2018., pri potpuno suhom bazenu, izmjerena je protoka od $0,056 \text{ m}^3/\text{s}$. To je zbog istjecanja vode kroz cijev koja prolazi ispod dna bazena te izlazi ispod zapornice (Slika 3.8). U cilju očuvanja vode u sušnim razdobljima bilo bi nužno osigurati zatvaranje i te cijevi.



Slika 3.8. Cijev koja prolazi ispod vanjskog bazena izvora Zvir: a) ulaz u cijev, b) izlaz iz cijevi

4. GEOMETRIJA EVAKUACIJSKOG ORGANA

U danom poglavlju dan je trodimenzionalni prikaz evakuacijskog organa na vanjskom bazenu koji se sastoji od zapornice širine 250 cm, preljevnog otvora širine 150 cm, koji prelijeva za vodostaje iznad 207 cm, i preljeva praktičnog profila širine 578 cm koji prelijeva za vodostaje iznad 276 cm (Slike 2.1 - 2.3). Svrha hidrauličke analize koja je provedena u predmetnom dokumentu je definiranje protočne moći ovog evakuacijskog organa. Obzirom da se evakuacijski organ sastoji od više različitih hidrotehničkih građevina (dva preljeva i jedan ispušt), osim dodatnih serija vodomjerenja, prikladno bi bilo provesti i detaljnija mjerenja geometrijskih karakteristika sudjelujućih hidrotehničkih građevina. Iz tog razloga se provelo i 3D skeniranje okolnog prostora, i to koristeći 3D skener Faro Focus X130 s radnim dometom od 0,6 do 130 m, maksimalnim odstupanjem od +/- 2 mm te rezolucijom kamere od 70 mega piksela. Prikupljeni podaci su se koristili u svrhe izrade detaljnog 3D digitalnog modela sudjelujućih hidrotehničkih građevina. Prikupljeni podaci su obrađeni i korišteni u svrhu generiranja 3D modela koji je iz različitih perspektiva prikazan na Slici 4.1.



Slika 4.1. Digitalni model prostora oko razmatranog evakuacijskog organa

Ovakvo prikupljeni podaci geometrije toka su se dijelom koristili u svrhu provedbe hidrauličke analize koja je u dana u danom dokumentu, kao i u svrhe izrade fizikalnog modela sudjelujućih hidrotehničkih građevina koji nije bio dio predmetnog zadatka. Fizikalni model je izgrađen u hidrotehničkom laboratoriju Građevinskog fakulteta u Rijeci. Kako bi se opravdala ova samostalna inicijativa, koja nije bila definirana projektnim zadatkom, dobro je spomenuti mogućnosti koje ovakav model nudi. Naime, hidrauličku analizu propusne moći razmatranog

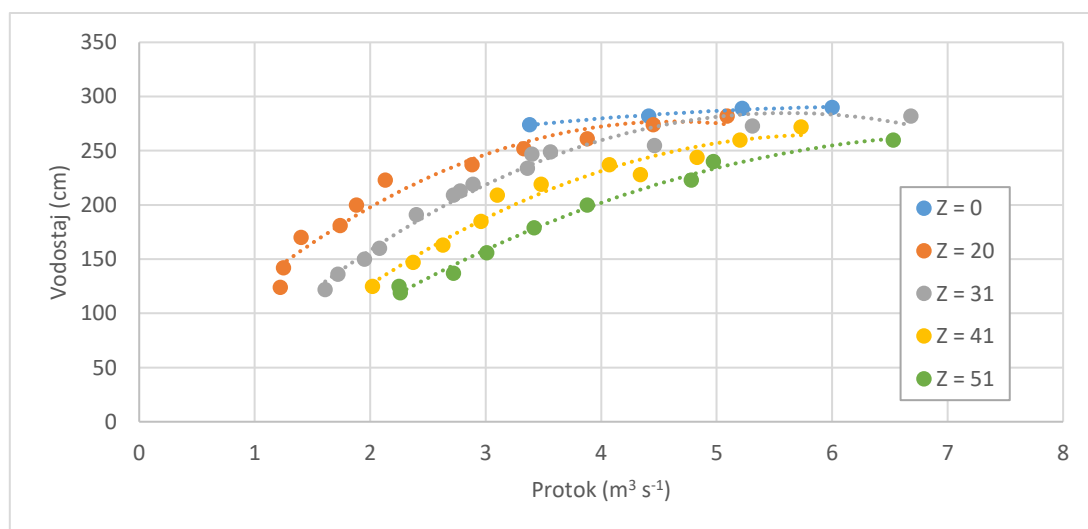
evakuacijskog organa je moguće provesti i na modelskom ispitivanju koji za razliku od terenskih mjerenja može pružiti uvid u propusnu moć evakuacijskog organa u hidrološkim uvjetima koji se ne mogu ostvariti u vremenskom razdoblju monitoringa. Model je prikazan na Slici 4.2 te je od strane studentice Sare Kuzma izrađen u mjerilu 1:20. Radi se o modelu izrađenom u sklopu njenog diplomskog rada, kojim su provođena laboratorijska mjerenja vezana za analizu propusne moći ovog evakuacijskog organa.



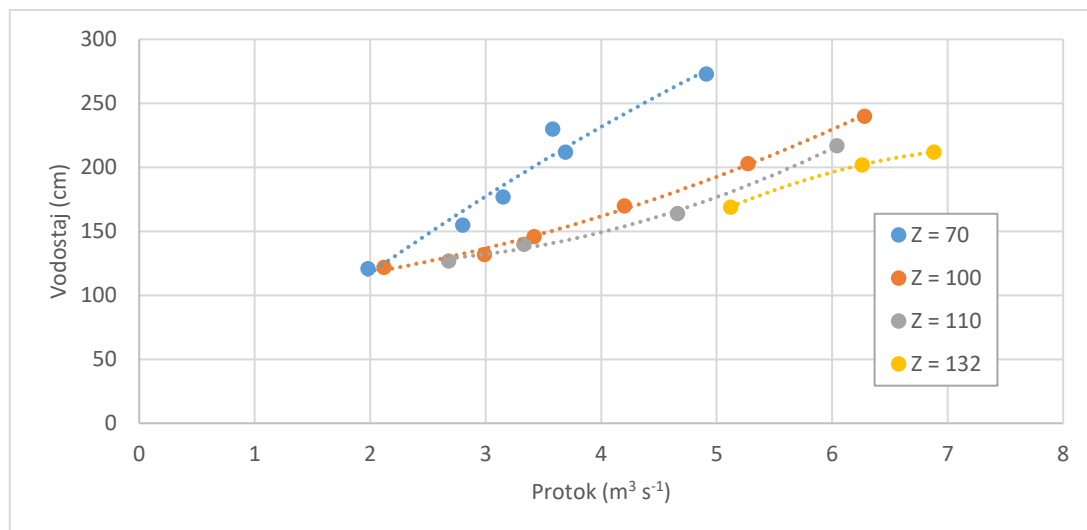
Slika 4.2. Fizikalni model segmenta Rječine i bazena. Na slici je vidljiv kompletni fizikalni model (lijevo) i detalj ispitivanja na fizikalnom modelu na kojem je prikazan trenutak prelijevanja zapornice i preljevnog otvora (desno)

5. GRUPIRANJE RAPOSLOŽIVIH PODATAKA TERENSKIH VODOMJERENJA U RAZDOBLJU OD 2010. DO 2018. GODINE

Hidraulička analiza propusne moći razmatranog evakuacijskog organa se temelji na seriji podataka prikupljenih terenskim mjerenjima u različitim vremenskim razdobljima i u različitim hidrološkim uvjetima. Pritom, važno je napomenuti da su se koristili samo podaci za koje postoji istovremeno mjerenja razine vode na limnigrafu H-6077 postavljenom u samom unutarnjem bazenu izvorišta Zvir ispod njegove zaštitne kupole, kao i prilikom provedbi vodomjerenja zabilježenog svijetlog otvora glavne zapornice kao i samih vrijednosti protoka određenih vodomjerenjem pri danim uvjetima. Osim podataka terenskim mjerenja prikupljenih od strane djelatnika Građevinskog fakulteta u Rijeci tijekom realizacije predmetnog projekta (koji predstavljaju sastavni dio ovog elaborata), koristili su se izvještaji Državnog hidrometeorološkog zavoda (DHMZ, 2010; DHMZ, 2012) temeljeni na provedenim vodomjerenjima u razdobljima od 12. - 16. travnja 2010., 24. - 27. travnja 2012. (Slika 5.1) te 26. - 29. ožujka 2013. godine koji su dani od naručitelja u vidu tabličnog prikaza rezultata provedenih mjerenja (Slika 5.2). Za napomenuti je da su na danim slikama uključena sva vodomjerenja u provedenim serijama, neovisno o tome da li je aktivno samo istjecanje kroz zapornicu ili su aktivni i pojedini preljevi.



Slika 5.1. Rezultati prve i druge serije vodomjerenja DHMZ-a (2010. i 2012.g.)



Slika 5.2. Rezultati treće serije vodomjerenja DHMZ-a (2013.g.)

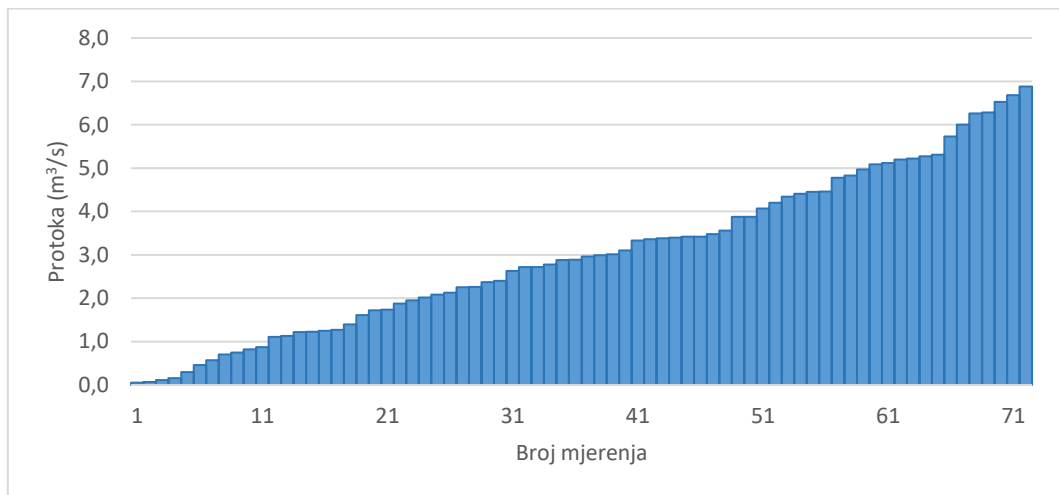
U svrhu uspostavljanja konzistentnosti između navedenih serija mjerenja, uvažena je okolnost da vodokazna letva za mjerenje svijetlog visinskog otvora zapornice nije adekvatno postavljena te ukazuje na visinu od 8 cm kada je zapornica u potpunosti zatvorena (Slika 3.2 i 3.3). Drugim riječima, u nastavku analize se za svijetli otvor zapornice iskazuju brojčane vrijednosti stvarno ostvarenog otvora, a ne izmjerenog na tom pomoćnom vodokazu.

Obzirom na iskazanu problematičnu točnost određivanja položaja otvora zapornice, serije vodomjerenja kod kojih su bila minimalna odstupanja od dekadске vrijednosti otvora zapornice (1 - 2 cm) tretirane su kao cjelobrojne dekadске vrijednosti (30, 40, 50, 130).

Grupiranje podataka iz svih različitih i gore navedenih izvora je rezultiralo serijom od 72 istovremenih mjerenja limnigrafa H-6077 i protoka provedenih u različitim hidrološkim uvjetima i za različite slučajeve svijetlog otvora zapornice. Mjerenja su pokrila slučajeve protoka od 0.056 m³/s do 6.88 m³/s, vodostaja od 52 cm (presušeni bazen) do 290 cm te svijetlog otvora zapornice od 0, 10, 20, 30, 40, 50, 100 i 132. Pri tome, treba napomenuti da su u bazi mjerenja dostupni i podaci za slučaj svijetlog otvora zapornice od 70 cm i 110 cm (dokumentirana mjerenja DHMZ-a), međutim ovi podaci se nisu uključili u daljnja razmatranja jer se preliminarnim uvidom u iste utvrdilo da je protočna krivulja utvrđena regresijom za zapornicu otvorenu 70 cm ispod one dobivene za otvor od 50 cm (za koji postoji veća serija izmjerenih podataka i koja prati jednoliki trend izmjena protočnih krivulja kako se povećavaju svijetli otvori zapornice). Slično navedenom, regresijskom analizom je utvrđeno da su protočne krivulje koje se baziraju na mjerenjima dobivenim za slučaj otvor od 100 i 110 cm gotovo iste te se komparacijom prognoziranih protočnih krivulja i ovih odlučilo preuzeti podatke za svijetli otvor zapornice od 100 cm i istima konstruirati protočnu krivulju za ovakav otvor zapornice. Također, zamjenom glavne zapornice izmjereno istjecanje pri otvoru od 132 cm isključeno je u daljnjim razmatranjima, jer maksimalni otvor nove zapornice iznosi svega 114 cm.

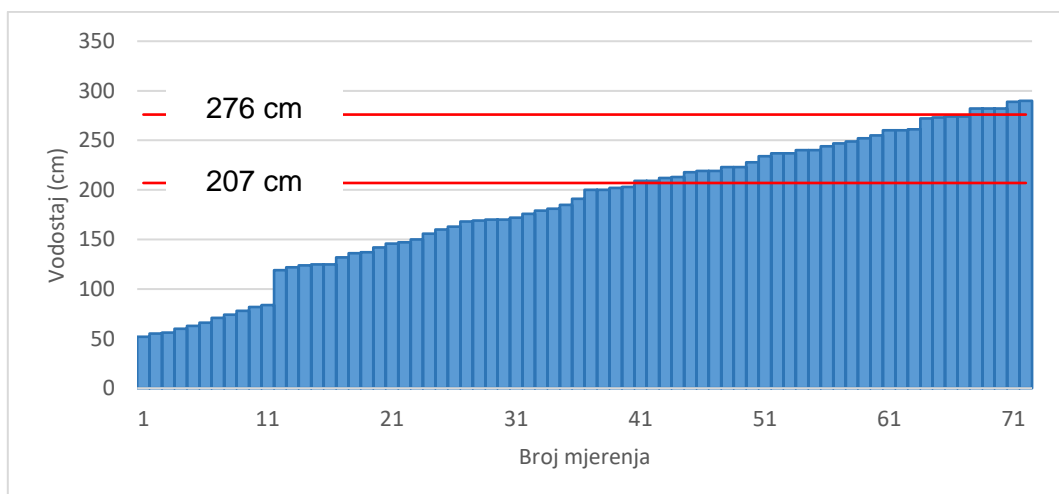
Rezultati dvaju spomenutih serija vodomjerenja koje su bile isključene iz provedenih analiza odnosili su se na mjerenja provedena istoga dana, dne 28.3.2013. Potrebno je napomenuti i da je jedno mjerenje isključeno iz baze podataka jer je odstupalo bitno od regresijskih modela te nije bilo sukladno utvrđenoj sistematičnosti ostalih mjerenja (za slučaj otvora od 100 cm).

U svrhu utvrđivanja zastupljenosti pojedinog protoka u provedenim mjerenjima, na Slici 5.3 su prikazane sortirane vrijednosti protoka u provedenih 72 mjerenja.



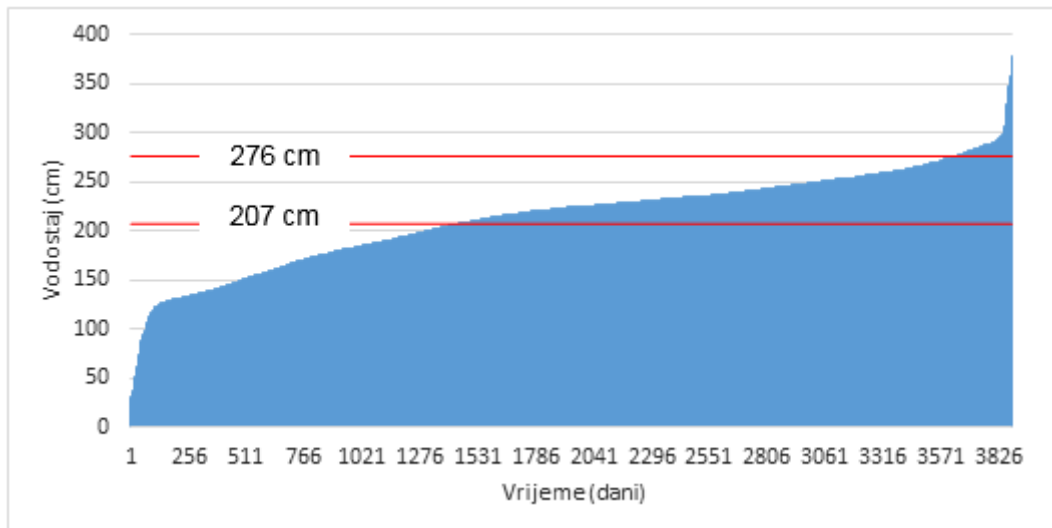
Slika 5.3. Raspon vrijednosti protoka u dosad prikupljenih 72 mjerenja

Na isti način je moguće prikazati i raspon izmjerenih vodostaja. Slika 5.4 prikazuje sortirani raspored vodostaja utvrđen u razmatranim mjerenjima te je na istoj slici horizontalnim crvenim linijama prikazan vodostaj od 207 cm kod kojeg započinje prelijevanje preljevnog otvora i vodostaj 276 cm nakon kojeg započinje prelijevanje preljeva praktičnog profila. Naime, sve do vodostaja 207 cm se za evakuaciju vode koristi samo zapornica. Lako je prepoznati da je većina dosadašnjih mjerenja provedena za slučaj prelijevanja preljevnog otvora i ispuštanja vode kroz zapornicu te je manji broj mjerenja proveden u slučajevima kada preljeva preljeva praktičnog profila, što se događa za vodostaje iznad 276 cm.



Slika 5.4. Raspon vrijednosti vodostaja u dosad prikupljenih 72 mjerenja

Radi usporedbe, na Slici 5.5 dan je prikaz raspona vrijednosti dnevnih vodostaja za cjelokupno raspoloživo razdoblje motrenja na izvoru Zviru nakon njegove ponovne uspostave (od 2003. do 2015. godine s prekidima). Iz prikaza je vidljivo da su razine vode na Zviru pri kojima je aktivna samo zapornica zastupljeni u prosjeku 37,3 %, kada je aktivna zapornica i mali preljev 56,6 % dana, a kada je aktivan i veliki preljev samo 6,2 % dana.



Slika 5.5. Raspon zapaženih vrijednosti dnevnih vodostaja (2003. - 2015. – s prekidima)

6. DEFINIRANJE PROTOČNE KRIVULJE PRELJEVA I GLAVNE ZAPORNICE IZVORA ZVIR

U skladu s projektnim zadatkom, u nastavku se prilažu konstruirane protočne krivulje za evakuacijski organ izvora Zvir koji se sastoji od pokretne zapornice, preljevog otvora i preljeva praktičnog profila. Za konstrukciju protočnih krivulja su se koristili podaci terenskim mjerenja dobivenih u nekoliko prethodno provedenim terenskim mjerenja i to od strane djelatnika DHMZ-a i djelatnika Građevinskog fakulteta u Rijeci što je prikazano u Poglavlju 5. Mjerenja djelatnika Građevinskog fakulteta tijekom 2018. godine su se većim dijelom fokusirala na protoke vezane za pomoćnu zapornicu (servisnu zapornicu) te su se koristili u svrhu kalibriranja protočnih krivulja iste (prikazano kasnije u zasebnom naslovu ovog elaborata).

Za potrebe konstruiranja protočnih krivulja evakuacijskog organa je provedeno terensko mjerenje geometrije istog. Tom prilikom je utvrđeno da je zapornica promijenjena, s izmijenjenom geometrijom te se stoga odlučilo pristupiti novoj izradi protočnih krivulja. Pritom, u tu svrhu će se koristiti podaci prethodno provedenih mjerenja, i to u kalibracijske svrhe. Naime, za razliku od prethodno definiranih protočnih krivulja (DHMZ, 2012.; DHMZ, 2010.), u ovom elaboratu se pristupa analitičkim modeliranjem svih segmenata evakuacijskog organa s prikladnom kalibracijom koeficijenata istjecanja i prelijevanja koja se temelji na podacima prikupljenim terenskim mjerenjima.

6.1. Metodologija konstrukcije protočnih krivulja

Konstrukcija protočnih krivulja evakuacijskog organa se provodi analitičkim modeliranjem preljevne moći svakog segmenta istog, uz prikladnu kalibraciju koeficijenata istjecanja i prelijevanja. Ovakav analitički model mora prepoznati sve doprinose koji se mogu ostvariti na pojedinim segmentima evakuacijskog organa i to za različite svijetle otvore glavne zapornice i za različite razine vode u bazenu. Analitički model protočnih krivulja koje uključuju aktivaciju pojedinog segmenta evakuacijskog organa, ovisno o svijetlom otvoru zapornice i razini vode, će uz prikladnu kalibraciju omogućiti opasivanje svih točaka infleksije koje se na toj protočnoj krivulji pojavljuju (o čemu će kasnije biti više riječi).

Raspon dubine vode koji se razmatra definiran je kotom dna bazena i maksimalno očekivanom razinom vode u bazenu. Dakle, protoci u protočnim krivuljama će se prikazati za raspon vodostaja od 52 cm, što odgovara koti dna bazena na mjernoj letvi u vanjskom bazenu (Slika 6.1), do maksimalnih 300 cm koji se odnosi na istu mjernu letvu. Dakle, maksimalna dubina vode za koju se provode ove analize iznosi 248 cm.



Slika 6.1. Mjerna letva u bazenu ispred evakuacijskog organa

Terenskim obilaskom i premjerom utvrđeno da visina zapornice iznosi 2,23 m te da donja kota zapornice locirana ispod kote bazena, unutar stepenice koja je spuštена od kote bazena za oko 55 cm. I za slučaj potpuno spuštene zapornice postoji protočni profil iznad koji se može iskoristiti za slučaj da razina vode u bazenu premaši visinu zapornice. Pritom, podižući zapornicu protočna površina iznad nje se reducira te kada je zapornica podignuta za 1 m, preliv preko zapornice više nije aktivan i ona u potpunosti djeluje kao ispust. Opisana situacija mora biti sastavni dio cjelovitog analitičkog modela protočnih krivulja evakuacijskog organa.

Osim zapornice, u okviru evakuacijskog organa koji se razmatra nalazi se i prelivni otvor, širine 1,5 m i visine 0,62 m, koji prelijeva vodu za slučaj da je vodostaj u bazenu veći od 207 cm te ujedno manji od 276 cm. Naime, za slučaj da vodostaj u bazenu premaši 276 cm, ovaj otvor djeluje kao ispust jer je tada u potpunosti potopljen. Istovremeno, iznad tog otvora se za slučaj razine vode iznad 276 cm aktivira oštrobridni preliv na ukupnoj dužini od 2,93 m. Istovremeno, za slučaj razine vode iznad 276 cm, ukupnom protoku evakuacijskog organa se pribraja protok preljeva praktičnog profila koji ima ukupnu dužinu od 5,78 m. Ovaj posljednji doprinos ukupnom protoku se mora odraziti na protočne krivulje u vidu naglog skoka protoka pri vodostaju od 276 cm i to iz razloga što preliv ima relativnu veliku dužinu prelivnog praga i relativno visoki koeficijent prelijevanja jer je isti izveden u obliku praktičnog profila. Obzirom na sve navedeno, moguće je prepoznati sljedeće komponente propusne moći evakuacijskog organa:

- Preljevanje ispod zapornice za slučaj da je zapornica podignuta iznad razine vode u bazenu. U tom slučaju voda preljeva preko praga u kojem je zapornica smještena. Treba primijetiti da će u tom slučaju protočne krivulje za različite svijetle otvore zapornice imati isti oblik sve dok razina vode u bazenu ne dosegne visinu podignute zapornice (što će se kasnije ilustrirati na dobivenim rezultatima).
- Istjecanje ispod zapornice u slučaju da je razina vode veća od svijetlog otvora zapornice te je tok vode uvjetovan razinom vode iznad zapornice.

- Prelijevanje preko zapornice za slučaj da je razina vode iznad razine vrha zapornice i uz uvjet da je zapornica podignuta do 1 m kada još postoji svijetli otvor iznad vrha zapornice i grede koja nosi konstrukciju na kojoj je postavljena potrebna mehanizacija za manevriranjem zapornice.
- Prelijevanje preko praga u preljevnom otvoru pri vodostaju od 207 cm. Ovaj preljev je okarakteriziran kao oštrobriđni preljev.
- Istjecanje iz preljevnog otvora za slučaj da je razina vode iznad 276 cm kada je preljevni otvor u potpunosti potopljen.
- Prelijevanje na segmentu iznad preljevnog otvora za slučaj da je razina vode iznad 276 cm.
- Prelijevanje preko praga preljeva praktičnog profila za slučaj da je razina vode iznad 276 cm.

Navedene situacije su implementirane u računalni programski algoritam izrađen u programskom paketu MathCAD15 (Mathsoft, 1993). Za slučaj istjecanja kroz otvor, korištena je jednađba istjecanja kroz velike otvore dana u obliku:

$$Q(h) = C_i \frac{2}{3} \sqrt{2gb_i} \left(h_2^{\frac{2}{3}} - h_1^{\frac{2}{3}} \right) \quad (1)$$

gdje je C_i koeficijent istjecanja [1], g gravitacijsko ubrzanje [L/T^2], b_p širina ispusta [L], h_2 dubina vode na dnu ispusta [L] te h_1 dubina vode mjerena od vrha ispusta [L]. S druge strane, za slučaj prelijevanja koristila se jednađba u obliku:

$$Q(h) = C_p \frac{2}{3} \sqrt{2gb_p} h^{\frac{2}{3}} \quad (2)$$

gdje je C_p koeficijent prelijevanja [1], b_p širina preljevnog praga [L], a h visina prelijevanja [L].

Jednađbe (1) i (2) su uz prikladan odabir koeficijenta C_i i C_p korištene u svrhu konstruiranja programskog algoritma za definiranje protočnih krivulja evakuacijskog organa izvora Zvir. Sam algoritam je prikazan na Slici 6.2.

```

Q := CNT ← 0
for Δhzapornice ∈ 1..nΔhzapornice
  βotvor ←  $\frac{\Delta h_{zapornice} - 1}{n\Delta h_{zapornice} - 1}$ 
  hotvor_zapornice ← hmax_otvor_zapornice · βotvor
  for razina ∈ 52..300
    " razina vode u metrima mjerena od kote 52 "
    hvode ← razina · 0.01
    CNT ← CNT + 1
    QCNT ← 0
    " PRELJEVANJE ISPOD ZAPORNICE "
    if hotvor_zapornice ≥ (hvode - 0.52)
      h ← hvode - 0.52
      QCNT ← Cpreljev_ispod_zap ·  $\frac{2}{3} \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot b_{zapornice} \cdot h^{\frac{3}{2}}$ 
    " ISTJECANJE ISPOD ZAPORNICE "
    if hotvor_zapornice < (hvode - 0.52)
      h2 ← hvode - 0.52 + 0.55
      h1 ← h2 - hotvor_zapornice
      red_u_vektoru ← razina - 51
      QCNT ← Cistjecanje_ispod_zap ·  $\frac{2}{3} \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot b_{zapornice} \cdot \left( h_2^{\frac{3}{2}} - h_1^{\frac{3}{2}} \right)$ 
    " PRELJEVANJE IZNAD ZAPORNICE "
    " kota vrha zapornice "
    hvrh_zapornice ← (0.52 - 0.55) + hzapornice + hotvor_zapornice
    if (hvrh_zapornice < 3.3) ∧ (hvode > hvrh_zapornice)
      h ← hvode - hvrh_zapornice
      QCNT ← QCNT + Cpreljev_iznad_zap ·  $\frac{2}{3} \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot b_{zapornice} \cdot h^{\frac{3}{2}}$ 
    " PRELJEV KROZ OTVOR ZA SLUCAJ DA JE VODOSTAJ IZMEĐU 207 i 276 "
    if hvode > 2.07 ∧ hvode ≤ 2.76
      " preljevanje kroz otvor "
      h ← (hvode - 2.07)
      QCNT ← QCNT + Cpreljev_otvor ·  $\frac{2}{3} \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot b_{otvor} \cdot h^{\frac{3}{2}}$ 
    " PRELJEV PRAKTICNOG PROFILA KADA JE VODOSTAJ IZNAD 276 "
    if hvode > 2.76
      " preljevanje iznda kote 276 "
      h ← (hvode - 2.76)
      QCNT ← QCNT + Cpreljev_iznad_otvora ·  $\frac{2}{3} \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot b_{otvor\_preljev} \cdot h^{\frac{3}{2}}$  + Cprakticnog_profila ·  $\frac{2}{3} \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot b_{prakticnog\_profila} \cdot h^{\frac{3}{2}}$ 
      " istjecanje kroz otvor "
      h1 ← (hvode - 2.07)
      h2 ← h1 + hotvor
      QCNT ← QCNT + Cistjecanje_kroz_otvor ·  $\frac{2}{3} \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot b_{otvor} \cdot \left( h_2^{\frac{3}{2}} - h_1^{\frac{3}{2}} \right)$ 
    " "
  " "
Q

```

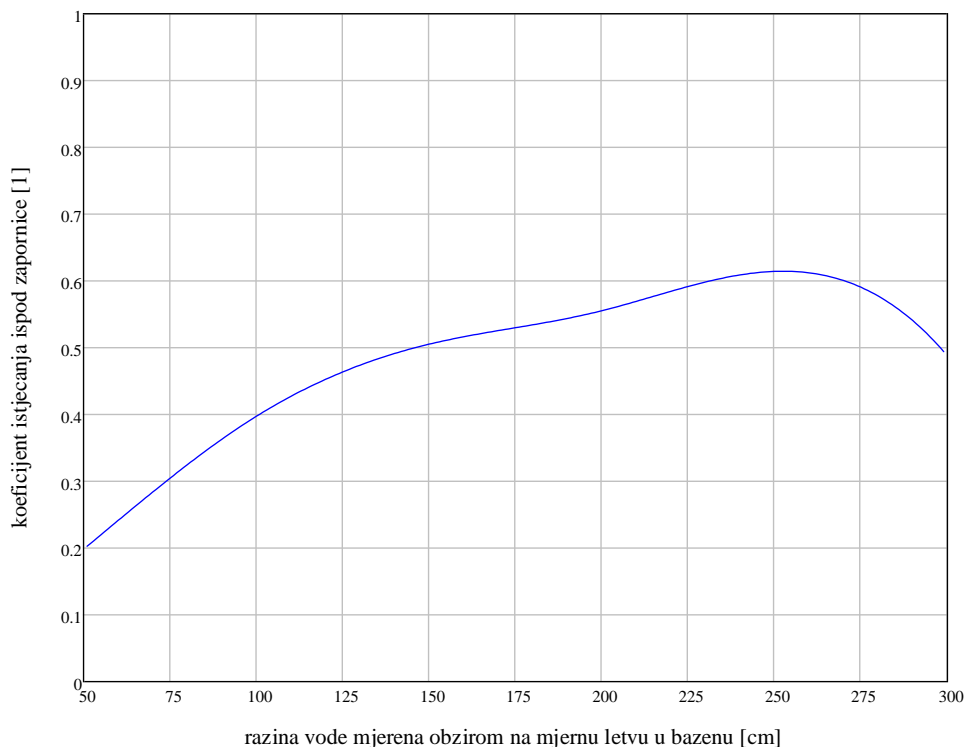
Slika 6.2. Prikaz dijela računalnog algoritma izrađenog u programskom paketu MathCAD 15 u svrhu konstruiranja protočnih krivulja evakuacijskog organa izvor Zvir

Treba naglasiti da je algoritam konstruiran na način da može definirati proizvoljan broj protočnih krivulja odnosno protočne krivulje za proizvoljan broj slučajeva svijetlog otvora glavne zapornice. Kako je definirano projektnim zadatkom, ovo posljednje će se koristiti u svrhu definiranja protočnih krivulja evakuacijskog organa za slučaj zatvorene zapornice i za ostale slučajeve tj. slučajeve kada se zapornica sukcesivno podiže za 10 cm sve do svijetlog otvora od maksimalnih 114 cm (nakon zamjene zapornice 2018. g.)

6.2. Izbor koeficijenta istjecanja

Za sve slučajeve navedene ranije, bilo je potrebno definirati koeficijente istjecanja i koeficijente prelijevanja za pojedini segment evakuacijskog organa i za pojedinu situaciju ispuštanja vode (istjecanja ili prelijevanje). Ovi koeficijenti su se koristili za kalibraciju protočnih krivulja koja je provedena usporedbom izmjerenih veličina s onima dobivenim analitičkim modelom (Slika 6.2).

Kao dominantni koeficijent za kalibraciju protočnih krivulja se pokazao koeficijent istjecanja ispod glavne zapornice. Iz tog razloga se pristupilo individualnom određivanju ovog koeficijenta i to putem regresijske analize. Koristeći podatke analize istjecanja, definirala se krivulja $c_i(h)$ koja definira vezu između koeficijenta istjecanja i vodostaja. Rezultati kalibracije ovog koeficijenta su rezultirali krivuljom prikazanom na Slici 6.3.



Slika 6.3. Koeficijent istjecanja ispod zapornice za različite slučajeve vodostaja u bazenu

Na prikazanoj krivulji treba primijetiti opadanje koeficijenta istjecanja u području iznad vodostaja od 275 cm. Ovo opadanje vrijednosti koeficijenta istjecanja je potrebno da se analitičke krivulje kalibriraju u tom području velikih voda te iz tog razloga mora postojati fizikalno objašnjenje za navedeno. Jedno od mogućih objašnjenja, a ujedno i najvjerojatnije, slijedi iz povećanja razine nizvodne vode ispred zapornice za slučaj velikih voda čime se reducira propusna moć ispusta, a ujedno dolazi do izražaja i zakretanje mlaza vode koji u tom slučaju udara u zid koji je nizvodno od zapornice zakošen obzirom na orijentaciju mlaza. Navedene okolnosti zasigurno reduciraju koeficijent istjecanja ispod zapornice. U Tablici 6.1 su sadržane vrijednosti koeficijenta istjecanja za različite vodostaje u bazenu.

Tablica 6.1. Tabelarni prikaz koeficijenta istjecanja za tok ispod glavne zapornice

h [cm]	C [l]	h [cm]	C [l]	h [cm]	C [l]	h [cm]	C [l]	h [cm]	C [l]
		101	0,39	151	0,50	201	0,55	251	0,61
52	0,20	102	0,40	152	0,50	202	0,55	252	0,61
53	0,20	103	0,40	153	0,50	203	0,55	253	0,61
54	0,21	104	0,40	154	0,50	204	0,56	254	0,61
55	0,21	105	0,41	155	0,51	205	0,56	255	0,61
56	0,22	106	0,41	156	0,51	206	0,56	256	0,61
57	0,22	107	0,41	157	0,51	207	0,56	257	0,61
58	0,22	108	0,41	158	0,51	208	0,56	258	0,61
59	0,23	109	0,42	159	0,51	209	0,56	259	0,61
60	0,23	110	0,42	160	0,51	210	0,56	260	0,61
61	0,24	111	0,42	161	0,51	211	0,57	261	0,61
62	0,24	112	0,43	162	0,51	212	0,57	262	0,61
63	0,25	113	0,43	163	0,51	213	0,57	263	0,61
64	0,25	114	0,43	164	0,52	214	0,57	264	0,61
65	0,25	115	0,43	165	0,52	215	0,57	265	0,61
66	0,26	116	0,44	166	0,52	216	0,57	266	0,61
67	0,26	117	0,44	167	0,52	217	0,57	267	0,61
68	0,27	118	0,44	168	0,52	218	0,58	268	0,60
69	0,27	119	0,44	169	0,52	219	0,58	269	0,60
70	0,28	120	0,45	170	0,52	220	0,58	270	0,60
71	0,28	121	0,45	171	0,52	221	0,58	271	0,60
72	0,28	122	0,45	172	0,52	222	0,58	272	0,60
73	0,29	123	0,45	173	0,52	223	0,58	273	0,60
74	0,29	124	0,46	174	0,52	224	0,58	274	0,60
75	0,30	125	0,46	175	0,53	225	0,59	275	0,59
76	0,30	126	0,46	176	0,53	226	0,59	276	0,59
77	0,30	127	0,46	177	0,53	227	0,59	277	0,59
78	0,31	128	0,46	178	0,53	228	0,59	278	0,59
79	0,31	129	0,47	179	0,53	229	0,59	279	0,59
80	0,32	130	0,47	180	0,53	230	0,59	280	0,58
81	0,32	131	0,47	181	0,53	231	0,59	281	0,58
82	0,32	132	0,47	182	0,53	232	0,59	282	0,58
83	0,33	133	0,47	183	0,53	233	0,60	283	0,58
84	0,33	134	0,48	184	0,53	234	0,60	284	0,57

h [cm]	c [1]	h [cm]	c [1]	h [cm]	c [1]	h [cm]	c [1]	h [cm]	c [1]
85	0,34	135	0,48	185	0,53	235	0,60	285	0,57
86	0,34	136	0,48	186	0,54	236	0,60	286	0,57
87	0,34	137	0,48	187	0,54	237	0,60	287	0,56
88	0,35	138	0,48	188	0,54	238	0,60	288	0,56
89	0,35	139	0,48	189	0,54	239	0,60	289	0,56
90	0,36	140	0,49	190	0,54	240	0,60	290	0,55
91	0,36	141	0,49	191	0,54	241	0,60	291	0,55
92	0,36	142	0,49	192	0,54	242	0,61	292	0,55
93	0,37	143	0,49	193	0,54	243	0,61	293	0,54
94	0,37	144	0,49	194	0,54	244	0,61	294	0,54
95	0,37	145	0,49	195	0,54	245	0,61	295	0,53
96	0,38	146	0,49	196	0,55	246	0,61	296	0,53
97	0,38	147	0,50	197	0,55	247	0,61	297	0,52
98	0,38	148	0,50	198	0,55	248	0,61	298	0,52
99	0,39	149	0,50	199	0,55	249	0,61	299	0,52
100	0,39	150	0,50	200	0,55	250	0,61	300	0,51

Osim koeficijenta istjecanja glavne zapornice, potrebno je bilo odabrati i koeficijent istjecanja otvora na lijevoj strani zapornice kroz koji voda istječe za slučaj da je vodostaj veći od 276 cm. U te svrhe su se koristili podaci koeficijenti istjecanja poznati iz literature (Jović, 2016; Raus, 1969). Na taj način je koeficijent istjecanja iz otvora usvojen jednakim 0,611 (Agroskin et. al, 1973), a ujedno i konstantan za sve razine vode jer se u području iznad vodostaja od 276 cm ne očekuje velike varijacije ovog koeficijenta do vodostaja od 300 cm, koji se razmatrao kao maksimalan. Naime, obzorom na naveden raspon vodostaja kod kojeg ovaj otvor djeluje kao ispust, radi se o visinskoj razlici od svega 24 cm.

6.3. Izbor koeficijenta prelijevanja

Koeficijent prelijevanja za preljev praktičnog profila je usvojen jednakim 0,8, dok je koeficijent prelijevanja za segment prelijevanja iznad glavne zapornice usvojen jednakim 0,6. Kalibracija protočnih krivulja nije pokazala potrebu da se ovi koeficijenti usvoje kao funkcije vodostaja i to najviše iz razloga jer se odnose na prelijevanje iznad vodostaja 276 cm pa sve do 300 cm. Drugim riječima, relativno je mala raspon dubina vode iznad preljevnog praga.

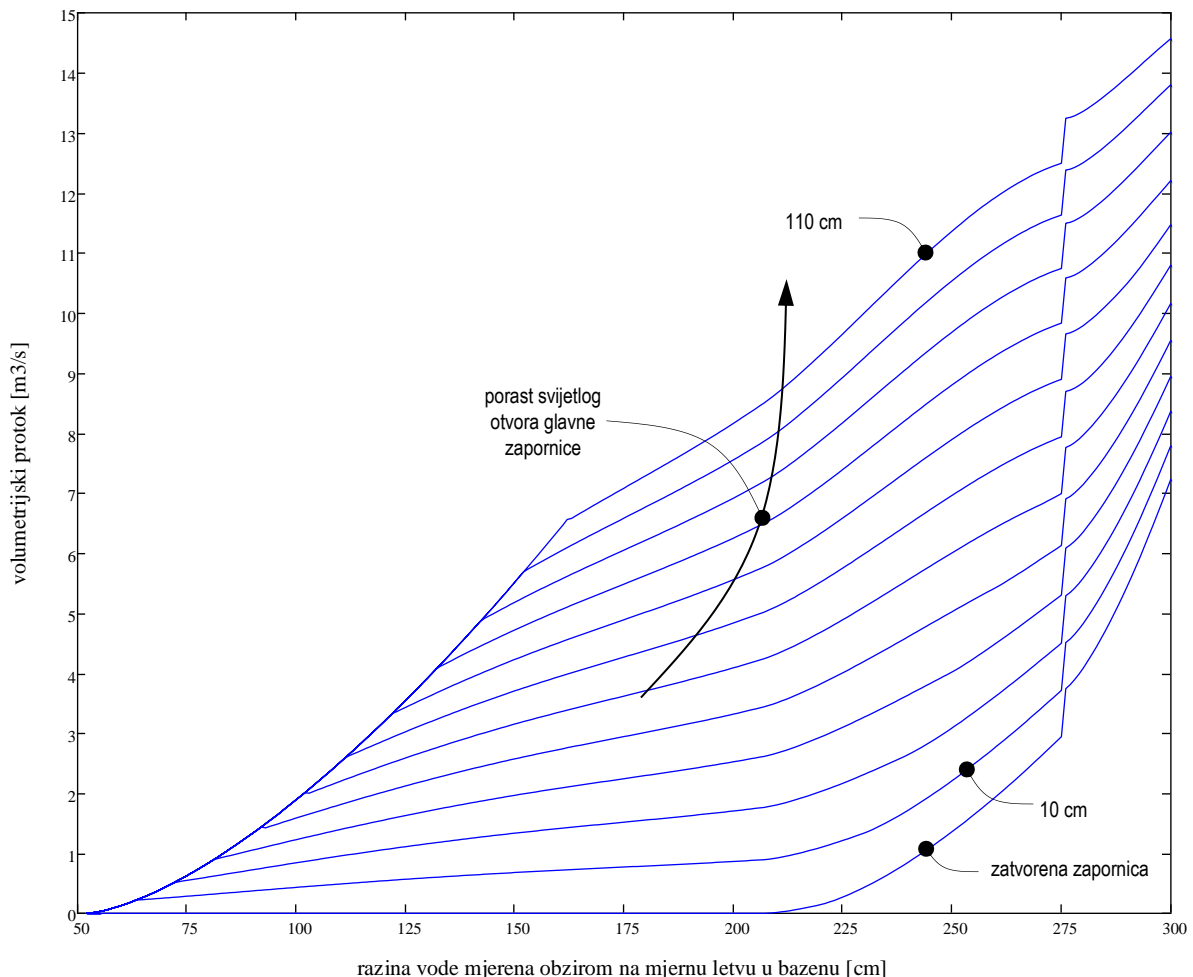
Slična situacija se odnosi i na koeficijent prelijevanja za preljevni segment iznad glavne zapornice. Pritom, radi kontrakcije mlaza na prilazu zapornice, koji značajno reducira živi presjek toka, kalibracija analitičkog modela je za ovaj preljevni prag dovela do manjeg iznosa koeficijenta prelijevanja koji je poprimio veličinu od 0,4. Isto kao i u ranijem slučaju, i ovaj koeficijent je usvojen kao konstantna veličina.

Koeficijent prelijevanja otvora na lijevoj strani evakuacijskog organa se usvojio jednakim 0,7 (oštrobridni preljev). Obzirom da ovaj otvor djeluje kao preljev samo za slučajeve da je vodostaj iznad 207 cm i istovremeno manji od 276 cm, i za ovaj segment evakuacijskog organa je usvojen konstantni koeficijent prelijevanja.

6.4. Grafički prikaz protočnih krivulja glavnog evakuacijskog organa

Koristeći prethodno prikazani programski algoritam (Slika 6.2) te navedene koeficijente istjecanja i prelijevanja, gdje je posebna pažnja posvećena modeliranju koeficijenta istjecanja ispod glavne zapornice, na Slici 6.4 su prikazane protočne krivulje evakuacijskog organa za slučaj zatvorene glavne zapornice i još 11 slučajeva svijetlog otvora glavne zapornice.

Protočne krivulje dovode u vezu vodostaj u bazenu i protok kroz evakuacijski organ za slučajeve u kojima se zapornica podiže za inkrementalni iznos od 10 cm. Protok se tako dovodi u vezu s vodostajem u bazenu koji se mjeri na mjernoj letvi (Slika 6.1) od kote 52 cm. Na Slici 6.4 su zasebno označene krivulje koje pripadaju pojedinom slučaju svijetlog otvora glavne zapornice te je i označen slučaj zatvorene zapornice kod kojeg se protok ostvaruje tek iznad vodostaja 207 cm.



Slika 6.4. Protočne krivulje evakuacijskog organa za različite slučajeve svijetlog otvora zapornice

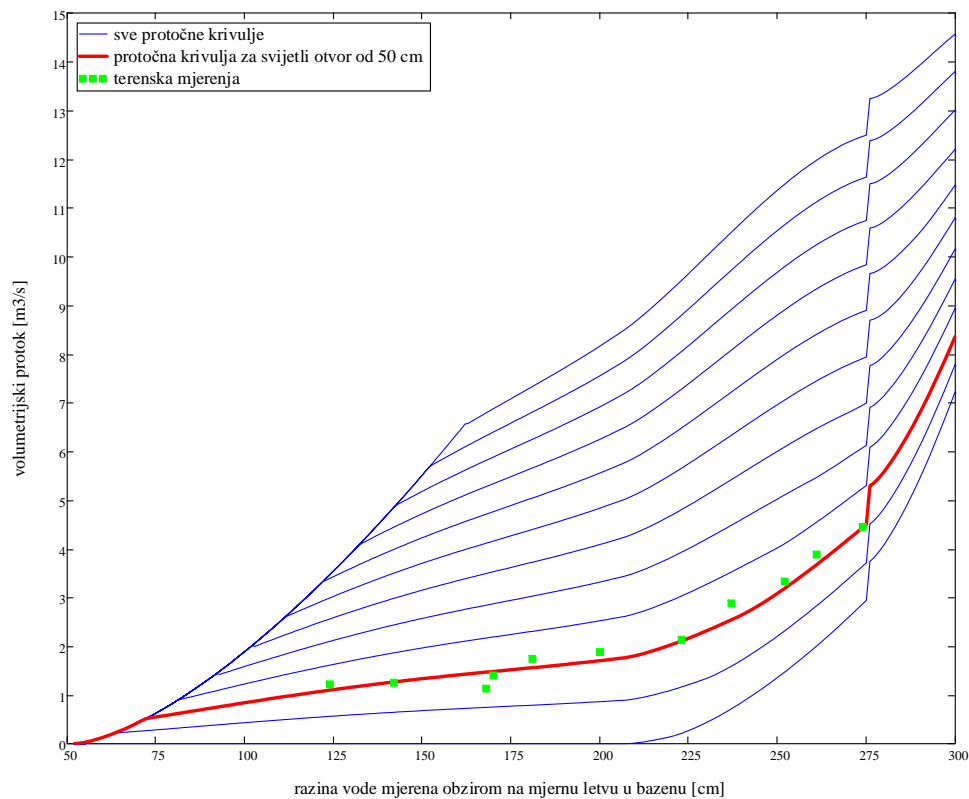
6.5. Kalibracija protočnih krivulja evakuacijskog organa

Kalibracija analitičkog modela je provedena tako da se koeficijent istjecanja ispod zapornice prilagođavao kako bi se rezultati analitičkog modeliranja doveli u vezu s podacima terenskih

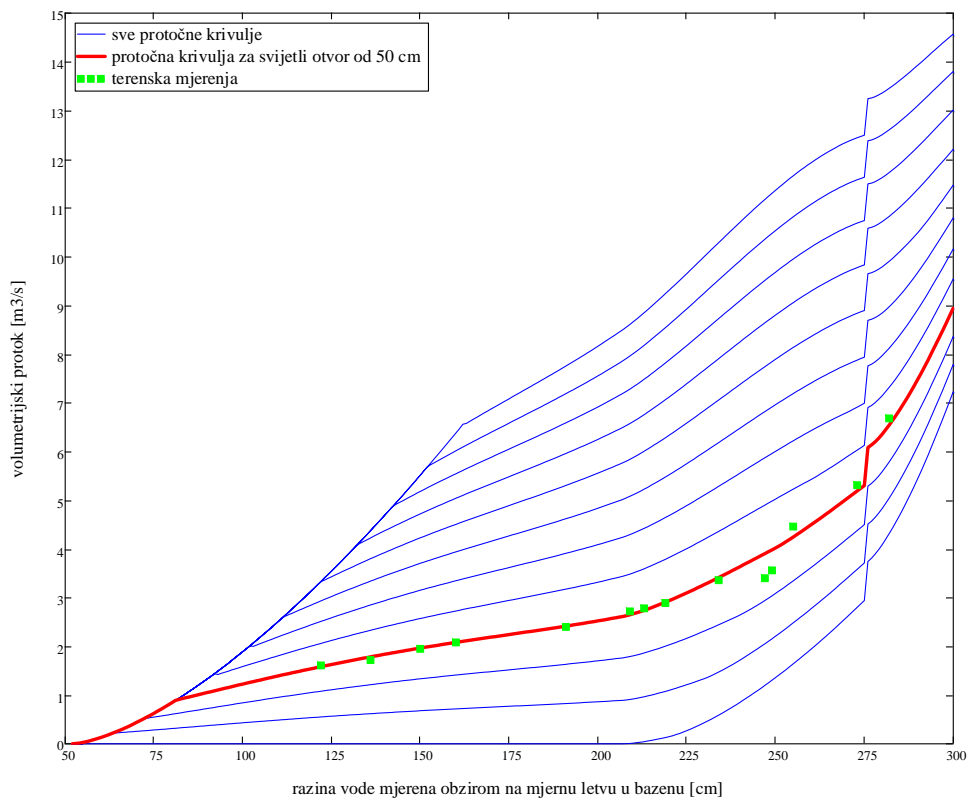
mjerenja. Pritom, posebnu pažnju je trebalo predati varijaciji koeficijenta istjecanja ispod glavne zapornice obzirom na dubinu vode u bazenu. Interesantno je primijetiti da su nakon definiranja ovisnosti koeficijenta istjecanja glavne zapornice i vodostaja za jedan slučaj svijetlog otvora zapornice (Slika 6.3) svi ostali ispitani slučajevi svijetlog otvora glavne zapornice pokazali objektivnu podudarnost s pripadajućim podacima prikupljenim terenskim mjerenjima. Ova podudarnost upućuje na uspješan postupak kalibracije protočnih krivulja.

U svrhu ilustracije postupka kalibracije protočnih krivulja, u naredne 4 slike (Slike 6.5 – 6.8) su izdvojeni pojedini slučajevi protočnih krivulja koji su se komparirali s podacima dobivenim terenskim mjerenjima. Kako postoji relativno mali broj mjerenja za slučaj velikih protoka (odnosno velikih vodostaja) te kako za manje protoke postoji relativno veliki broj mjerenja u području u kojem je zapornica bila podignuta od 20 do 50 cm, kalibracija krivulja je provedena upravo u tom području tj. za te slučajeve.

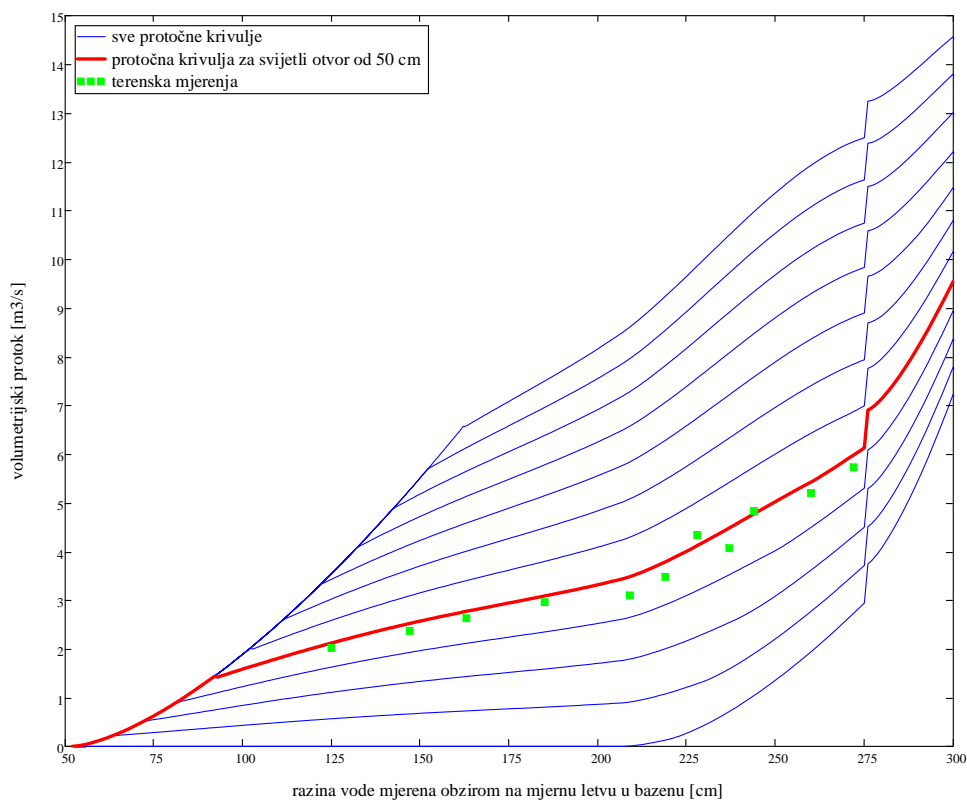
Sukladno gore navedenom, na Slici 6.5 je prikazan dobiven skup protočnih krivulja u kojem je crvenom bojom označena protočna krivulja za slučaj svijetlog otvora zapornice od 20 cm te su zelenom bojom prikazani podaci dobiveni terenskim mjerenjima za isti slučaj svijetlog otvora zapornice. Dobivena protočna krivulja prati varijaciju u protoku za različite slučajeve vodostaja odnosno prati aktivaciju doprinosa različitih segmenta evakuacijskog organa koji se progresivno pojavljuju s porastom vodostaja.



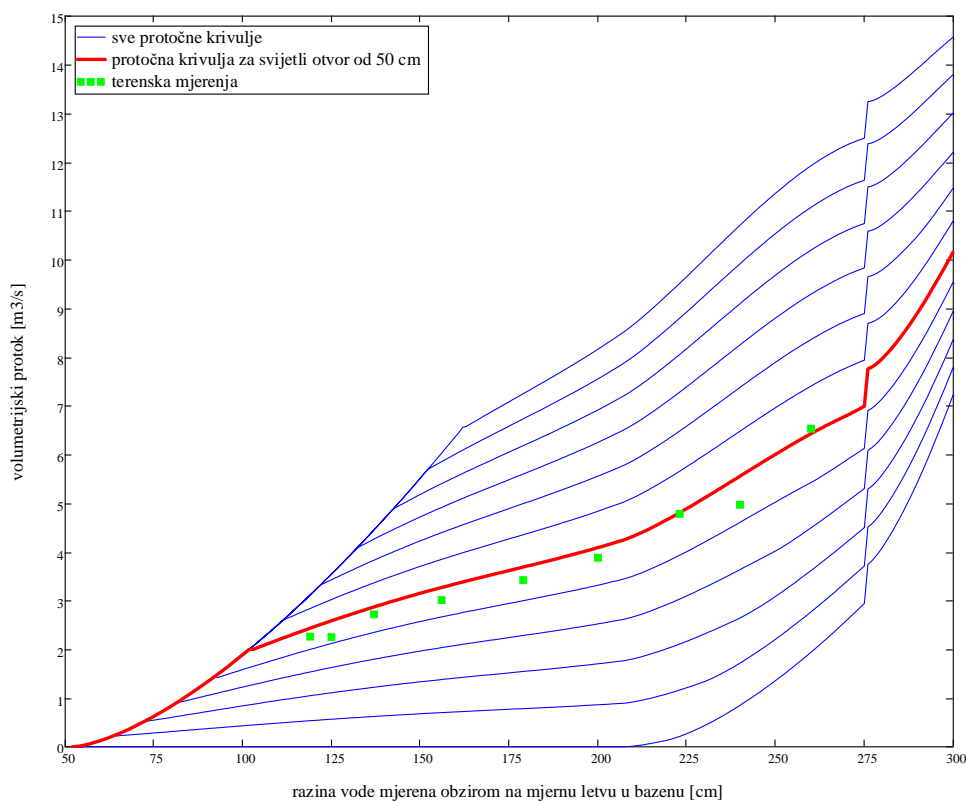
Slika 6.5. Komparacija analitičkom modela i terenskih mjerenja za slučaj svijetlog otvora za zapornice od 20 cm



Slika 6.6. Komparacija analitičkom modela i terenskih mjerenja za slučaj svijetlog otvora za zapornice od 30 cm



Slika 6.7. Komparacija analitičkom modela i terenskih mjerenja za slučaj svijetlog otvora za zapornice od 40 cm



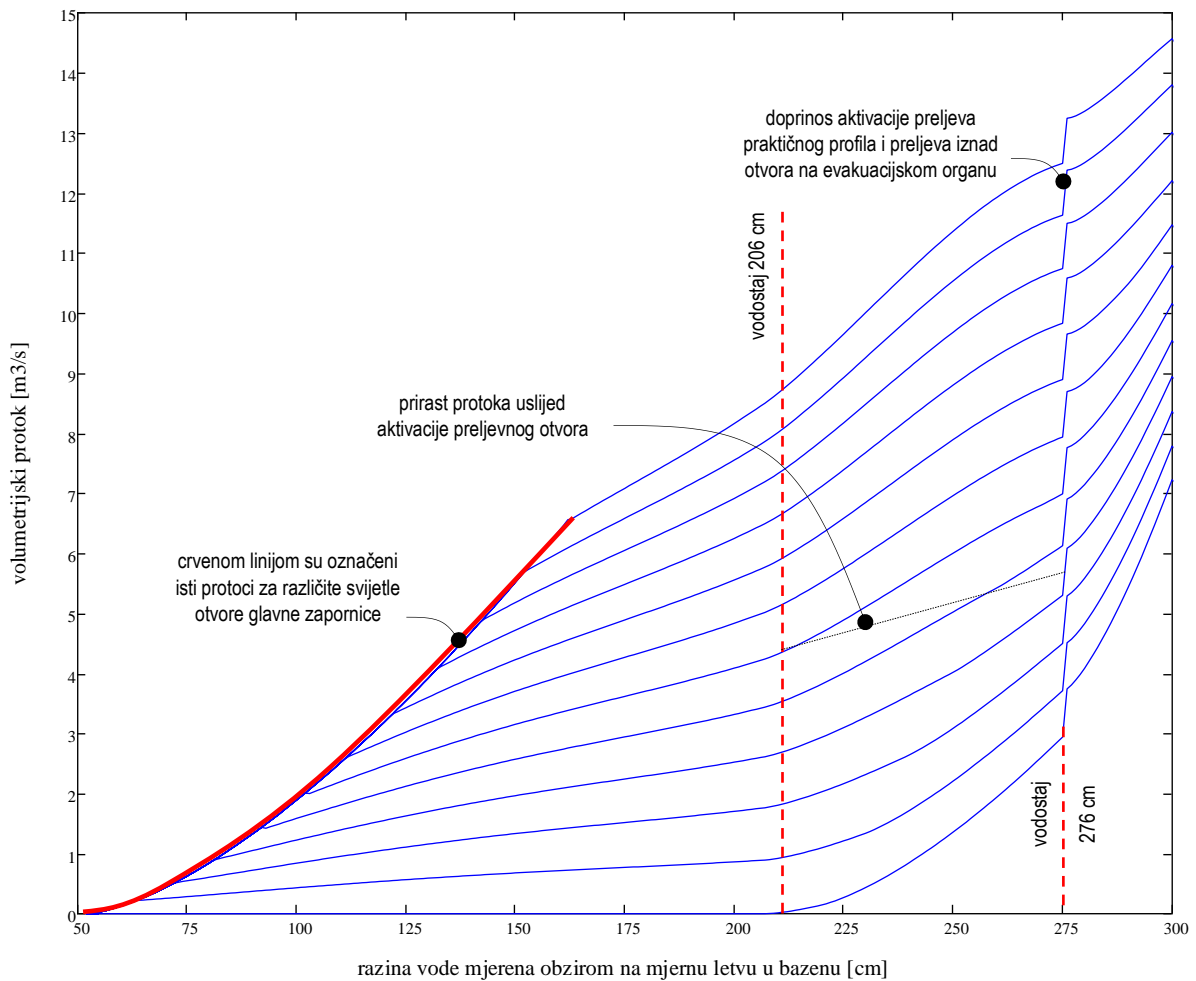
Slika 6.8. Komparacija analitičkom modela i terenskih mjerenja za slučaj svijetlog otvora za zapornice od 50 cm

Analogno prethodno navedenom, Slika 6.6 prikazuje istu komparaciju, ali za slučaj svijetlog otvora glavne zapornice od 30 cm. Podudarnost ove krivulje s podacima terenskih mjerenja upućuje na prikladan model varijacije koeficijenta istjecanja ispod glavne zapornice. Slučaj komparacije modeliranih i izmjerenih rezultata za slučaj svijetlog otvora glavne zapornice od 40 cm je prikazan na Slici 6.7. U ovom primjeru se jasno vidi kako modelirane krivulje ispravno prate izmjenu u nagibi protočne krivulje. Završno, Slika 6.8 prikazuje komparaciju ovih podataka za slučaj svijetlog otvora od 50 cm. Dobivene krivulje prikazuju ujednačen i sistematičan porast u protoku popraćen porastom svijetlog otvora glavne zapornice.

6.6. Fizikalna interpretacija pojedinih segmenta protočnih krivulja evakuacijskog organa

Prikladno je u nastavku komentirati oblike dobivenih protočnih krivulja jer se u istima lako mogu prepoznati aktivacije pojedinih segmenta modeliranog evakuacijskog organa. U tu svrhu se prilaže Slika 6.9 na kojoj je prikaz skup dobivenih protočnih krivulja i na kojoj se označeni pojedine karakteristične točke u istima. U prvom redu treba primijetiti da u jednom segmentu, ovisno o svijetlom otvoru zapornice, krivulje dijele istu propusnu moć odnosno istu vezu protoka i vodostaja u bazenu. Naime, fizikalna interpretacija ovoga slijedi iz činjenice da za različite svijetle otvore zapornice protok vode je jednak ako je razina vode u bazenu niža od

visine svijetlog otvora zapornice. Krivulje se počinju razlikovati jednom kada razina vode dosegne visinu svijetlog otvora zapornice. Od navedene točke pa sve do kote 207 cm nagib krivulja se mijenja i to tako da za veće svijetle otvore zapornice za isti vodostaj protok raste. Nadalje, od kote 207 cm pa sve do kote 290 cm, nagib krivulja se mijenja kako raste svijetli otvor zapornice i to tako da propusna moć evakuacijskog organa u manjem intenzitetu opada progresivno s podizanjem zapornice. Fizikalno tumačenje ovoga slijedi iz redukcije prelivne površine iznad zapornice s podizanjem iste.



Slika 6.9. Prikaz karakterističnih točaka na protočnim krivuljama

Važno je primijetiti da se kod vodostaja od 276 cm uočava nagli skok u protočnim krivuljama koji iznosi nešto manje od jednog kubika u sekundi. Ovaj porast slijedi iz aktivacije preljeva praktičnog profila na tom vodostaju i na aktivaciju preljeva iznad otvora na evakuacijskom organu. Dužina prelivnog praga preljeva praktičnog profila iznosi 5,78 m, a dužina prelijevanja iznad otvora iznosi 2,93 m. Prelijevanje preko preljeva praktičnog profila je dodatno okarakterizirano relativno velikim koeficijentom prelijevanja.

Maksimalna protočna moć evakuacijskog organa se postiže za svijetli otvor zapornice od 114 cm te iznosi $14,87 \text{ m}^3/\text{s}$ za vodostaj od 300 cm.

6.7. Analitički i tablični zapis protočnih krivulja evakuacijskog organa

U skladu s projektnim zadatkom, u ovom dijelu elaborata se prilaže analitički zapis protočnih krivulja koji se koristio za grafički prikaz istih i za tabelarni iskaz protoka i vodostaja. Analitički model se konstruirao kompozicijom različitih analitičkih modela koji su se odnosili na pojedini segment evakuacijskog organa i koji su se aktivirali za različite slučajeve vodostaja i svijetlog otvora zapornice. Ukupna protočna moć evakuacijskog organa se na taj način definira sumom pripadajućih doprinosa protoka koji se otvaraju u različitim segmentima evakuacijskog organa. Dakle, ukupna protočna moć evakuacijskog organa $Q(h_{vodostaj})$ se može za vodostaj $h_{vodostaj}$ definirati izrazom

$$Q(h_{vodostaj}) = Q_{i_zapornice} + Q_{p_zapornice} + Q_{p_otvor} + Q_{i_otvor} + Q_{preljev} \quad (3)$$

u kojem $Q_{i_zapornice}$ predstavlja doprinos koji se ostvaruje kroz svijetli otvor zapornice (prelijevanjem preko stepenice ili istjecanjem), $Q_{p_zapornice}$ predstavlja doprinos koji se ostvaruje prelijevanjem preko zapornice, Q_{p_otvor} predstavlja doprinos koji se ostvaruje istjecanjem ili prelijevanjem kroz otvor na evakuacijskom organu, a $Q_{preljev}$ predstavlja doprinos koji se ostvaruje prelijevanjem preko preljeva praktičnog profila i oštrobridnog preljeva iznad otvora na evakuacijskom organu. U nastavku se prilažu svi analitički izrazi potrebni za definiranje ovih protoka te se napominje da se sve dimenzije unose u metrima. Isto tako, potrebno je napomenuti da veličina $h_{zapornice}$ definira visinu podignute zapornice odnosno visinu svijetlog otvora glavne zapornice (isto tako se unosi u metrima).

U prvo redu treba definirati protok koji se ostvaruje ispod glavne zapornice $Q_{i_zapornice}$ za slučaj da je ona podignuta za visinu $h_{zapornice}$ koja se unosi u metrima i mjeri od dna do vrha otvora. Pritom, za tok vode ispod glavne zapornice treba razlikovati slučaj prelijevanja preko praga, koji se javlja ako je vodostaj niži od visine podignute zapornice, i slučaj istjecanja ispod zapornice koji se pojavljuje kada je vodostaj iznad vrha svijetlog otvora zapornice. Dakle, za slučaj da je vodostaj $h_{vodostaj}$ manji od svijetlog otvora zapornice, protok $Q_{i_zapornice}$ se određuje putem izraza

$$\text{ako je } (h_{zapornice} \geq h_{vodostaj} - 0.52) \text{ onda} \\ Q_{i_zapornice} = C_{i_zapornice}(h_{vodostaj}) \cdot \frac{2}{3} \cdot \sqrt{2g} \cdot b_{zapornice} \cdot (h_{vodostaj} - 0.52)^{\frac{3}{2}} \quad (4)$$

gdje je $C_{i_zapornice}$ koeficijent istjecanja koji se može definirati iz grafičkog prikaza na Slici 6.3 (ili iz Tablice 6.1), a $b_{zapornice}$ predstavlja širinu zapornice koja je izmjerena u iznosu od 2,5 m. S druge strane, tj. za slučaj da je vodostaj $h_{vodostaj}$ veći od vrha zapornice, kroz njen otvor se ostvaruje istjecanje te je tada ukupni protok definiran izrazom

ako je ($h_{zapornice} < h_{vodostaj} - 0.52$) onda

$$h_2 = h_{vodostaj} - 0.52 + 0.55$$

$$h_1 = h_2 - h_{zapornice}$$

(5)

$$Q_{i_zapornice} = C_{i_zapornice}(h_{vodostaj}) \cdot \frac{2}{3} \cdot \sqrt{2g} \cdot b_{zapornice} \cdot \left(h_2^{\frac{3}{2}} - h_1^{\frac{3}{2}} \right)$$

U nastavku je potrebno odrediti ako postoji protok prelijevanje preko zapornice. U tu svrhu je u prvom redu potrebno definirati kotu vrha zapornice putem izraza $h_{vrh_zapornice} = (0,52-0,55) + h_{zapornice} + 2,23$, gdje 2,23 m predstavlja visinu zapornice. Ovaj podatak se koristi u svrhu definiranja uvjeta prelijevanja za koji je potrebno definirati kriteriji da je vodostaj veći od vrha zapornice i kriteriji da visina podignute zapornice ne zatvara otvor iznad nje na kojem se ostvaruje prelijevanje. Terenskim obilaskom je utvrđeno da se za slučaj spuštene zapornice iznad nje ostvaruje maksimalan visina prelijevanja od 1 metra. Ova visina se reducira podizanjem zapornice. Koristeći sve navedeno, može se iskazati analitički oblik protoka $Q_{p_zapornice}$ u obliku

ako je ($h_{vrh_zapornice} < 3.23$) i ($h_{vodostaj} > h_{vrh_zapornice}$) onda

$$h = h_{vodostaj} - h_{vrh_zapornice}$$

(6)

$$Q_{p_zapornice} = C_{p_zapornice} \cdot \frac{2}{3} \cdot \sqrt{2g} \cdot b_{zapornice} \cdot h^{\frac{3}{2}}$$

gdje je $C_{p_zapornice}$ usvojen u obliku konstante s iznosom od 0,4 (ovo je relativno mali koeficijent prelijevanja, ali je usvojen u tom iznosu jer je postupak kalibracije krivulja ukazao da je ista najpogodnija). U nastavku je potrebno definirati prelijevanje iz otvora na evakuacijskom organu i to za slučaj da je vodostaj $h_{vodostaj}$ veći od 207 cm, a ujedno manji od 276 cm nakon kojeg otvor djeluje kao ispust jer se kroz njega ostvaruje istjecanje. Dakle, za slučaj da je vodostaj manji od 207 cm, protok Q_{p_otvor} se može kvantificirati izrazom

ako je ($h_{vodostaj} < 2.07$) i ($h_{vodostaj} \leq 2.76$) onda

$$h = h_{vodostaj} - 2.07$$

(7)

$$Q_{p_otvor} = C_{p_otvor} \cdot \frac{2}{3} \cdot \sqrt{2g} \cdot b_{otvor} \cdot h^{\frac{3}{2}}$$

gdje je C_{p_otvor} koeficijent prelijevanja za otvor usvojen u iznosu od 0,7 (oštrobridni preljev), a b_{otvor} širina otvora koja iznosi 1,5 m. Za slučaj da se vodostaj podigne iznad 276 cm, otvor djeluje kao ispust i tada se protok Q_{i_otvor} može definirati izrazom

ako je ($h_{vodostaj} > 2.76$) onda

$$h_1 = h_{vodostaj} - 2.76$$

$$h_2 = h_1 + h_{otvor}$$

(8)

$$Q_{i_otvor} = C_{i_otvor} \cdot \frac{2}{3} \cdot \sqrt{2g} \cdot b_{otvor} \cdot \left(h_2^{\frac{3}{2}} - h_1^{\frac{3}{2}} \right)$$

gdje je C_{i_otvor} koeficijent istjecanja otvora usvojen u iznosu od 0,611, b_{otvor} širina otvora, a h_{otvor} visina otvora koja iznosi 0,62 m. Završno, za slučaj da je vodostaj veći od 276 cm, aktivira se preljev praktičnog profila i preljevni prag iznad otvora te se tako protok $Q_{preljev}$ može izračunati izrazom

$$\begin{aligned}
 & \text{ako je } (h_{vodostaj} > 2.76) \text{ onda} \\
 & h = h_{vodostaj} - 2.76 \\
 & Q_{preljev} = C_1 \cdot \frac{2}{3} \cdot \sqrt{2g} \cdot b_1 \cdot h^{\frac{3}{2}} + C_2 \cdot \frac{2}{3} \cdot \sqrt{2g} \cdot b_2 \cdot h^{\frac{3}{2}}
 \end{aligned} \tag{9}$$

gdje C_1 označava koeficijent prelijevanja za preljevni prag iznad otvora (0,7), b_1 širina preljevnog praga iznad otvora (2,93 m), C_2 označava koeficijent prelijevanja preljeva praktičnog profila, koji se usvojio jednakim 0,8 i b_2 označava dužinu prelijevanja preljeva praktičnog profila koja iznosi 5,78 m. Ove jednadžbe su riješene za raspon vodostaja od 52 do 300 cm i za visine podizanja koje su se razlikovale za inkrement podizanja u iznosu od 10 cm. Rezultati su prikazani u Tablici 6.2.

Tablica 6.2. Tablični prikaz vodostaja h u bazenu [cm] i protoka kroz evakuacijski organ za različite slučajeve svijetlog otvora glavne zapornice (vrijednosti protoka su izražene u m^3/s)

h [cm]	otvor glavne zapornice [cm]												
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	114
52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
53	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
54	0,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
55	0,00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
56	0,00	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
57	0,00	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
58	0,00	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
59	0,00	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
60	0,00	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
61	0,00	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
62	0,00	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
63	0,00	0,22	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
64	0,00	0,22	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
65	0,00	0,23	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
66	0,00	0,23	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
67	0,00	0,24	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
68	0,00	0,24	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
69	0,00	0,25	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
70	0,00	0,26	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
71	0,00	0,26	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
72	0,00	0,27	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51
73	0,00	0,27	0,52	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
74	0,00	0,28	0,54	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59
75	0,00	0,28	0,55	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
76	0,00	0,29	0,56	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
77	0,00	0,30	0,57	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71
78	0,00	0,30	0,58	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
79	0,00	0,31	0,59	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
80	0,00	0,31	0,61	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
81	0,00	0,32	0,62	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89
82	0,00	0,33	0,63	0,91	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
83	0,00	0,33	0,64	0,93	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
84	0,00	0,34	0,65	0,95	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03
85	0,00	0,34	0,67	0,96	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
86	0,00	0,35	0,68	0,98	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13
87	0,00	0,36	0,69	1,00	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
88	0,00	0,36	0,70	1,02	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23
89	0,00	0,37	0,71	1,03	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28
90	0,00	0,37	0,72	1,05	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33
91	0,00	0,38	0,74	1,07	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38
92	0,00	0,38	0,75	1,09	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44
93	0,00	0,39	0,76	1,11	1,43	1,49	1,49	1,49	1,49	1,49	1,49	1,49	1,49
94	0,00	0,40	0,77	1,12	1,45	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55
95	0,00	0,40	0,78	1,14	1,47	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
96	0,00	0,41	0,79	1,16	1,49	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66
97	0,00	0,41	0,81	1,18	1,52	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72
98	0,00	0,42	0,82	1,19	1,54	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77
99	0,00	0,43	0,83	1,21	1,56	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83
100	0,00	0,43	0,84	1,23	1,59	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89

h	otvor glavne zapornice [cm]													
	[cm]	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	114
101	0,00	0,44	0,85	1,24	1,61	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95
102	0,00	0,44	0,86	1,26	1,63	2,01	2,01	2,01	2,01	2,01	2,01	2,01	2,01	2,01
103	0,00	0,45	0,88	1,28	1,65	2,00	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07
104	0,00	0,45	0,89	1,29	1,68	2,03	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13
105	0,00	0,46	0,90	1,31	1,70	2,06	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19
106	0,00	0,47	0,91	1,33	1,72	2,09	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26
107	0,00	0,47	0,92	1,35	1,74	2,11	2,32	2,32	2,32	2,32	2,32	2,32	2,32	2,32
108	0,00	0,48	0,93	1,36	1,77	2,14	2,38	2,38	2,38	2,38	2,38	2,38	2,38	2,38
109	0,00	0,48	0,94	1,38	1,79	2,17	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45
110	0,00	0,49	0,95	1,39	1,81	2,20	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51	2,51
111	0,00	0,49	0,96	1,41	1,83	2,22	2,58	2,58	2,58	2,58	2,58	2,58	2,58	2,58
112	0,00	0,50	0,98	1,43	1,85	2,25	2,62	2,64	2,64	2,64	2,64	2,64	2,64	2,64
113	0,00	0,50	0,99	1,44	1,87	2,28	2,65	2,71	2,71	2,71	2,71	2,71	2,71	2,71
114	0,00	0,51	1,00	1,46	1,90	2,30	2,68	2,78	2,78	2,78	2,78	2,78	2,78	2,78
115	0,00	0,52	1,01	1,48	1,92	2,33	2,72	2,84	2,84	2,84	2,84	2,84	2,84	2,84
116	0,00	0,52	1,02	1,49	1,94	2,36	2,75	2,91	2,91	2,91	2,91	2,91	2,91	2,91
117	0,00	0,53	1,03	1,51	1,96	2,38	2,78	2,98	2,98	2,98	2,98	2,98	2,98	2,98
118	0,00	0,53	1,04	1,52	1,98	2,41	2,81	3,05	3,05	3,05	3,05	3,05	3,05	3,05
119	0,00	0,54	1,05	1,54	2,00	2,44	2,84	3,12	3,12	3,12	3,12	3,12	3,12	3,12
120	0,00	0,54	1,06	1,55	2,02	2,46	2,87	3,19	3,19	3,19	3,19	3,19	3,19	3,19
121	0,00	0,55	1,07	1,57	2,04	2,49	2,90	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26	3,26
122	0,00	0,55	1,08	1,58	2,06	2,51	2,93	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33
123	0,00	0,56	1,09	1,60	2,08	2,54	2,96	3,36	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40
124	0,00	0,56	1,10	1,61	2,10	2,56	2,99	3,39	3,47	3,47	3,47	3,47	3,47	3,47
125	0,00	0,57	1,11	1,63	2,12	2,59	3,02	3,43	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55
126	0,00	0,57	1,12	1,64	2,14	2,61	3,05	3,46	3,62	3,62	3,62	3,62	3,62	3,62
127	0,00	0,58	1,13	1,66	2,16	2,64	3,08	3,50	3,69	3,69	3,69	3,69	3,69	3,69
128	0,00	0,58	1,14	1,67	2,18	2,66	3,11	3,53	3,77	3,77	3,77	3,77	3,77	3,77
129	0,00	0,59	1,15	1,69	2,20	2,69	3,14	3,57	3,84	3,84	3,84	3,84	3,84	3,84
130	0,00	0,59	1,16	1,70	2,22	2,71	3,17	3,60	3,92	3,92	3,92	3,92	3,92	3,92
131	0,00	0,60	1,17	1,72	2,24	2,73	3,20	3,64	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99
132	0,00	0,60	1,18	1,73	2,26	2,76	3,23	3,67	4,07	4,07	4,07	4,07	4,07	4,07
133	0,00	0,61	1,19	1,74	2,28	2,78	3,26	3,70	4,11	4,14	4,14	4,14	4,14	4,14
134	0,00	0,61	1,20	1,76	2,29	2,80	3,28	3,73	4,15	4,22	4,22	4,22	4,22	4,22
135	0,00	0,61	1,21	1,77	2,31	2,83	3,31	3,77	4,19	4,30	4,30	4,30	4,30	4,30
136	0,00	0,62	1,22	1,79	2,33	2,85	3,34	3,80	4,23	4,38	4,38	4,38	4,38	4,38
137	0,00	0,62	1,22	1,80	2,35	2,87	3,37	3,83	4,26	4,46	4,46	4,46	4,46	4,46
138	0,00	0,63	1,23	1,81	2,37	2,90	3,39	3,86	4,30	4,53	4,53	4,53	4,53	4,53
139	0,00	0,63	1,24	1,83	2,39	2,92	3,42	3,90	4,34	4,61	4,61	4,61	4,61	4,61
140	0,00	0,64	1,25	1,84	2,40	2,94	3,45	3,93	4,37	4,69	4,69	4,69	4,69	4,69
141	0,00	0,64	1,26	1,85	2,42	2,96	3,48	3,96	4,41	4,77	4,77	4,77	4,77	4,77
142	0,00	0,65	1,27	1,87	2,44	2,98	3,50	3,99	4,45	4,85	4,85	4,85	4,85	4,85
143	0,00	0,65	1,28	1,88	2,46	3,01	3,53	4,02	4,48	4,91	4,94	4,94	4,94	4,94
144	0,00	0,65	1,29	1,89	2,47	3,03	3,55	4,05	4,52	4,95	5,02	5,02	5,02	5,02
145	0,00	0,66	1,29	1,90	2,49	3,05	3,58	4,08	4,55	4,99	5,10	5,10	5,10	5,10
146	0,00	0,66	1,30	1,92	2,51	3,07	3,61	4,11	4,59	5,03	5,18	5,18	5,18	5,18
147	0,00	0,67	1,31	1,93	2,52	3,09	3,63	4,14	4,62	5,07	5,26	5,26	5,26	5,26
148	0,00	0,67	1,32	1,94	2,54	3,11	3,66	4,17	4,65	5,11	5,35	5,35	5,35	5,35
149	0,00	0,67	1,33	1,95	2,56	3,13	3,68	4,20	4,69	5,14	5,43	5,43	5,43	5,43
150	0,00	0,68	1,34	1,97	2,57	3,15	3,71	4,23	4,72	5,18	5,52	5,52	5,52	5,52

h	otvor glavne zapornice [cm]												
	[cm]	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
151	0,00	0,68	1,34	1,98	2,59	3,17	3,73	4,26	4,75	5,22	5,60	5,60	5,60
152	0,00	0,69	1,35	1,99	2,60	3,19	3,75	4,29	4,79	5,26	5,68	5,68	5,68
153	0,00	0,69	1,36	2,00	2,62	3,21	3,78	4,31	4,82	5,29	5,73	5,77	5,77
154	0,00	0,69	1,37	2,01	2,64	3,23	3,80	4,34	4,85	5,33	5,77	5,86	5,86
155	0,00	0,70	1,37	2,03	2,65	3,25	3,83	4,37	4,88	5,37	5,81	5,94	5,94
156	0,00	0,70	1,38	2,04	2,67	3,27	3,85	4,40	4,92	5,40	5,86	6,03	6,03
157	0,00	0,71	1,39	2,05	2,68	3,29	3,87	4,42	4,95	5,44	5,90	6,12	6,12
158	0,00	0,71	1,40	2,06	2,70	3,31	3,89	4,45	4,98	5,47	5,94	6,20	6,20
159	0,00	0,71	1,40	2,07	2,71	3,33	3,92	4,48	5,01	5,51	5,98	6,29	6,29
160	0,00	0,72	1,41	2,08	2,73	3,35	3,94	4,51	5,04	5,54	6,01	6,38	6,38
161	0,00	0,72	1,42	2,09	2,74	3,37	3,96	4,53	5,07	5,58	6,05	6,47	6,47
162	0,00	0,72	1,43	2,10	2,76	3,38	3,99	4,56	5,10	5,61	6,09	6,56	6,56
163	0,00	0,73	1,43	2,12	2,77	3,40	4,01	4,58	5,13	5,65	6,13	6,58	6,65
164	0,00	0,73	1,44	2,13	2,79	3,42	4,03	4,61	5,16	5,68	6,17	6,62	6,74
165	0,00	0,74	1,45	2,14	2,80	3,44	4,05	4,64	5,19	5,72	6,21	6,67	6,83
166	0,00	0,74	1,46	2,15	2,82	3,46	4,07	4,66	5,22	5,75	6,25	6,71	6,88
167	0,00	0,74	1,46	2,16	2,83	3,48	4,10	4,69	5,25	5,78	6,28	6,75	6,93
168	0,00	0,75	1,47	2,17	2,84	3,49	4,12	4,71	5,28	5,82	6,32	6,79	6,97
169	0,00	0,75	1,48	2,18	2,86	3,51	4,14	4,74	5,31	5,85	6,36	6,83	7,01
170	0,00	0,75	1,48	2,19	2,87	3,53	4,16	4,76	5,34	5,88	6,40	6,88	7,06
171	0,00	0,76	1,49	2,20	2,89	3,55	4,18	4,79	5,37	5,92	6,44	6,92	7,10
172	0,00	0,76	1,50	2,21	2,90	3,57	4,20	4,82	5,40	5,95	6,47	6,96	7,15
173	0,00	0,76	1,50	2,22	2,92	3,58	4,23	4,84	5,43	5,98	6,51	7,00	7,19
174	0,00	0,77	1,51	2,23	2,93	3,60	4,25	4,87	5,46	6,02	6,55	7,04	7,23
175	0,00	0,77	1,52	2,24	2,94	3,62	4,27	4,89	5,49	6,05	6,58	7,08	7,28
176	0,00	0,77	1,53	2,25	2,96	3,64	4,29	4,92	5,52	6,08	6,62	7,13	7,32
177	0,00	0,78	1,53	2,26	2,97	3,66	4,31	4,94	5,54	6,12	6,66	7,17	7,36
178	0,00	0,78	1,54	2,28	2,99	3,67	4,33	4,97	5,57	6,15	6,70	7,21	7,40
179	0,00	0,78	1,55	2,29	3,00	3,69	4,36	4,99	5,60	6,18	6,73	7,25	7,45
180	0,00	0,79	1,55	2,30	3,01	3,71	4,38	5,02	5,63	6,22	6,77	7,29	7,49
181	0,00	0,79	1,56	2,31	3,03	3,73	4,40	5,04	5,66	6,25	6,81	7,33	7,53
182	0,00	0,80	1,57	2,32	3,04	3,74	4,42	5,07	5,69	6,28	6,85	7,38	7,58
183	0,00	0,80	1,58	2,33	3,06	3,76	4,44	5,09	5,72	6,32	6,88	7,42	7,62
184	0,00	0,80	1,58	2,34	3,07	3,78	4,46	5,12	5,75	6,35	6,92	7,46	7,66
185	0,00	0,81	1,59	2,35	3,09	3,80	4,49	5,15	5,78	6,38	6,96	7,50	7,71
186	0,00	0,81	1,60	2,36	3,10	3,82	4,51	5,17	5,81	6,42	7,00	7,54	7,75
187	0,00	0,81	1,60	2,37	3,12	3,84	4,53	5,20	5,84	6,45	7,03	7,59	7,80
188	0,00	0,82	1,61	2,38	3,13	3,85	4,55	5,22	5,87	6,49	7,07	7,63	7,84
189	0,00	0,82	1,62	2,39	3,15	3,87	4,58	5,25	5,90	6,52	7,11	7,67	7,89
190	0,00	0,82	1,63	2,41	3,16	3,89	4,60	5,28	5,93	6,55	7,15	7,71	7,93
191	0,00	0,83	1,63	2,42	3,18	3,91	4,62	5,30	5,96	6,59	7,19	7,76	7,97
192	0,00	0,83	1,64	2,43	3,19	3,93	4,64	5,33	5,99	6,62	7,23	7,80	8,02
193	0,00	0,84	1,65	2,44	3,21	3,95	4,67	5,36	6,02	6,66	7,27	7,84	8,07
194	0,00	0,84	1,66	2,45	3,22	3,97	4,69	5,39	6,05	6,70	7,31	7,89	8,11
195	0,00	0,84	1,66	2,46	3,24	3,99	4,71	5,41	6,09	6,73	7,35	7,93	8,16
196	0,00	0,85	1,67	2,47	3,25	4,01	4,74	5,44	6,12	6,77	7,39	7,98	8,20
197	0,00	0,85	1,68	2,49	3,27	4,03	4,76	5,47	6,15	6,80	7,43	8,02	8,25
198	0,00	0,86	1,69	2,50	3,29	4,05	4,79	5,50	6,18	6,84	7,47	8,07	8,30
199	0,00	0,86	1,70	2,51	3,30	4,07	4,81	5,53	6,22	6,88	7,51	8,11	8,35
200	0,00	0,86	1,70	2,52	3,32	4,09	4,84	5,56	6,25	6,92	7,55	8,16	8,40

h	otvor glavne zapornice [cm]												
	[cm]	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
201	0,00	0,87	1,71	2,54	3,34	4,11	4,86	5,59	6,28	6,96	7,60	8,21	8,44
202	0,00	0,87	1,72	2,55	3,35	4,13	4,89	5,62	6,32	6,99	7,64	8,26	8,49
203	0,00	0,88	1,73	2,56	3,37	4,15	4,91	5,65	6,35	7,03	7,68	8,30	8,54
204	0,00	0,88	1,74	2,57	3,39	4,17	4,94	5,68	6,39	7,07	7,73	8,35	8,59
205	0,00	0,88	1,75	2,59	3,40	4,20	4,96	5,71	6,42	7,11	7,77	8,40	8,65
206	0,00	0,89	1,76	2,60	3,42	4,22	4,99	5,74	6,46	7,15	7,82	8,45	8,70
207	0,00	0,89	1,77	2,61	3,44	4,24	5,02	5,77	6,49	7,19	7,86	8,50	8,75
208	0,00	0,90	1,78	2,63	3,46	4,27	5,05	5,80	6,53	7,24	7,91	8,55	8,80
209	0,01	0,91	1,79	2,65	3,48	4,29	5,08	5,84	6,58	7,28	7,96	8,61	8,86
210	0,02	0,92	1,81	2,67	3,51	4,32	5,12	5,88	6,62	7,33	8,01	8,67	8,92
211	0,02	0,94	1,83	2,69	3,54	4,36	5,15	5,92	6,66	7,38	8,07	8,73	8,98
212	0,03	0,95	1,85	2,72	3,56	4,39	5,19	5,96	6,71	7,43	8,12	8,79	9,04
213	0,05	0,97	1,87	2,74	3,59	4,42	5,23	6,01	6,76	7,48	8,18	8,85	9,11
214	0,06	0,98	1,89	2,77	3,62	4,46	5,27	6,05	6,81	7,54	8,24	8,91	9,17
215	0,07	1,00	1,91	2,79	3,66	4,49	5,31	6,10	6,86	7,59	8,30	8,98	9,24
216	0,08	1,02	1,93	2,82	3,69	4,53	5,35	6,14	6,91	7,65	8,36	9,04	9,31
217	0,10	1,04	1,95	2,85	3,72	4,57	5,39	6,19	6,96	7,70	8,42	9,11	9,37
218	0,11	1,06	1,98	2,88	3,75	4,61	5,43	6,24	7,01	7,76	8,48	9,17	9,44
219	0,13	1,08	2,00	2,91	3,79	4,65	5,48	6,28	7,06	7,82	8,54	9,24	9,51
220	0,15	1,10	2,03	2,94	3,82	4,68	5,52	6,33	7,12	7,88	8,61	9,31	9,58
221	0,17	1,12	2,06	2,97	3,86	4,72	5,57	6,38	7,17	7,94	8,67	9,38	9,65
222	0,19	1,14	2,08	3,00	3,90	4,77	5,61	6,43	7,23	7,99	8,73	9,44	9,72
223	0,21	1,17	2,11	3,03	3,93	4,81	5,66	6,48	7,28	8,05	8,80	9,51	9,79
224	0,24	1,19	2,14	3,07	3,97	4,85	5,70	6,53	7,34	8,11	8,86	9,58	9,86
225	0,27	1,21	2,17	3,10	4,01	4,89	5,75	6,58	7,39	8,17	8,93	9,65	9,93
226	0,30	1,24	2,20	3,13	4,04	4,93	5,80	6,64	7,45	8,24	8,99	9,72	10,01
227	0,33	1,26	2,23	3,17	4,08	4,98	5,84	6,69	7,51	8,30	9,06	9,79	10,08
228	0,37	1,29	2,26	3,20	4,12	5,02	5,89	6,74	7,56	8,36	9,13	9,86	10,15
229	0,40	1,31	2,29	3,24	4,16	5,06	5,94	6,79	7,62	8,42	9,19	9,94	10,22
230	0,44	1,34	2,32	3,27	4,20	5,11	5,99	6,85	7,68	8,48	9,26	10,01	10,30
231	0,47	1,37	2,35	3,31	4,24	5,15	6,04	6,90	7,73	8,54	9,32	10,08	10,37
232	0,51	1,40	2,38	3,34	4,28	5,20	6,09	6,95	7,79	8,61	9,39	10,15	10,44
233	0,55	1,44	2,41	3,38	4,32	5,24	6,14	7,01	7,85	8,67	9,46	10,22	10,51
234	0,59	1,47	2,44	3,41	4,36	5,29	6,18	7,06	7,91	8,73	9,52	10,29	10,59
235	0,63	1,51	2,48	3,45	4,40	5,33	6,23	7,11	7,96	8,79	9,59	10,36	10,66
236	0,67	1,55	2,51	3,49	4,44	5,38	6,28	7,17	8,02	8,85	9,66	10,43	10,73
237	0,72	1,59	2,54	3,53	4,48	5,42	6,33	7,22	8,08	8,91	9,72	10,50	10,80
238	0,76	1,63	2,58	3,56	4,53	5,47	6,38	7,27	8,14	8,98	9,79	10,57	10,87
239	0,81	1,68	2,61	3,60	4,57	5,51	6,43	7,33	8,19	9,04	9,85	10,64	10,94
240	0,85	1,72	2,64	3,64	4,61	5,56	6,48	7,38	8,25	9,10	9,92	10,71	11,02
241	0,90	1,77	2,68	3,68	4,65	5,60	6,53	7,43	8,31	9,16	9,98	10,78	11,09
242	0,95	1,81	2,72	3,71	4,69	5,65	6,58	7,48	8,36	9,22	10,04	10,84	11,15
243	1,00	1,86	2,76	3,75	4,73	5,69	6,63	7,54	8,42	9,28	10,11	10,91	11,22
244	1,05	1,91	2,81	3,79	4,78	5,74	6,68	7,59	8,48	9,34	10,17	10,98	11,29
245	1,10	1,95	2,85	3,83	4,82	5,78	6,72	7,64	8,53	9,40	10,23	11,04	11,36
246	1,15	2,00	2,90	3,87	4,86	5,83	6,77	7,69	8,59	9,45	10,30	11,11	11,43
247	1,20	2,05	2,94	3,91	4,90	5,87	6,82	7,74	8,64	9,51	10,36	11,17	11,49
248	1,25	2,11	2,99	3,94	4,94	5,92	6,87	7,79	8,70	9,57	10,42	11,24	11,56
249	1,31	2,16	3,04	3,98	4,98	5,96	6,92	7,84	8,75	9,63	10,48	11,30	11,62
250	1,36	2,21	3,09	4,02	5,02	6,01	6,96	7,89	8,80	9,68	10,54	11,36	11,69

h	otvor glavne zapornice [cm]												
	[cm]	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
251	1,42	2,26	3,14	4,06	5,07	6,05	7,01	7,94	8,85	9,74	10,60	11,43	11,75
252	1,47	2,32	3,19	4,11	5,11	6,09	7,06	7,99	8,91	9,79	10,65	11,49	11,81
253	1,53	2,37	3,24	4,15	5,15	6,14	7,10	8,04	8,96	9,85	10,71	11,55	11,87
254	1,58	2,43	3,29	4,20	5,19	6,18	7,15	8,09	9,01	9,90	10,76	11,60	11,93
255	1,64	2,48	3,35	4,25	5,23	6,22	7,19	8,14	9,06	9,95	10,82	11,66	11,99
256	1,70	2,54	3,40	4,29	5,27	6,26	7,24	8,18	9,11	10,00	10,87	11,72	12,05
257	1,76	2,60	3,45	4,34	5,31	6,31	7,28	8,23	9,15	10,05	10,93	11,77	12,10
258	1,82	2,65	3,51	4,39	5,35	6,35	7,32	8,27	9,20	10,10	10,98	11,83	12,16
259	1,88	2,71	3,56	4,44	5,39	6,39	7,36	8,32	9,25	10,15	11,03	11,88	12,21
260	1,94	2,77	3,62	4,50	5,43	6,43	7,41	8,36	9,29	10,20	11,08	11,93	12,26
261	2,01	2,83	3,68	4,55	5,47	6,47	7,45	8,40	9,34	10,24	11,12	11,98	12,31
262	2,07	2,89	3,73	4,60	5,51	6,51	7,49	8,45	9,38	10,29	11,17	12,03	12,36
263	2,13	2,95	3,79	4,65	5,56	6,55	7,53	8,49	9,42	10,33	11,21	12,07	12,41
264	2,20	3,01	3,85	4,70	5,60	6,58	7,57	8,53	9,46	10,37	11,26	12,12	12,45
265	2,26	3,07	3,90	4,76	5,65	6,62	7,61	8,57	9,50	10,41	11,30	12,16	12,50
266	2,33	3,14	3,96	4,81	5,69	6,66	7,64	8,60	9,54	10,45	11,34	12,20	12,54
267	2,39	3,20	4,02	4,87	5,74	6,69	7,68	8,64	9,58	10,49	11,38	12,24	12,58
268	2,46	3,26	4,08	4,92	5,79	6,73	7,72	8,68	9,61	10,53	11,42	12,28	12,62
269	2,53	3,33	4,14	4,97	5,84	6,77	7,75	8,71	9,65	10,56	11,45	12,32	12,66
270	2,59	3,39	4,20	5,03	5,89	6,80	7,78	8,75	9,68	10,60	11,49	12,35	12,69
271	2,66	3,45	4,26	5,08	5,93	6,84	7,82	8,78	9,72	10,63	11,52	12,38	12,72
272	2,73	3,52	4,32	5,14	5,98	6,87	7,85	8,81	9,75	10,66	11,55	12,41	12,75
273	2,80	3,58	4,38	5,19	6,03	6,91	7,88	8,84	9,78	10,69	11,58	12,44	12,78
274	2,87	3,65	4,44	5,25	6,08	6,95	7,91	8,87	9,80	10,72	11,61	12,47	12,81
275	2,94	3,72	4,50	5,30	6,13	6,99	7,94	8,90	9,83	10,74	11,63	12,49	12,83
276	3,74	4,51	5,29	6,09	6,90	7,76	8,69	9,65	10,58	11,50	12,38	13,24	13,58
277	3,81	4,57	5,34	6,13	6,95	7,79	8,71	9,67	10,60	11,51	12,40	13,26	13,60
278	3,89	4,65	5,42	6,20	7,00	7,84	8,75	9,70	10,63	11,54	12,42	13,29	13,62
279	3,99	4,73	5,50	6,27	7,07	7,90	8,79	9,74	10,67	11,58	12,46	13,32	13,66
280	4,09	4,83	5,59	6,36	7,15	7,97	8,84	9,79	10,72	11,62	12,50	13,36	13,70
281	4,20	4,93	5,68	6,45	7,23	8,04	8,90	9,85	10,77	11,67	12,55	13,41	13,74
282	4,31	5,04	5,79	6,54	7,32	8,12	8,97	9,91	10,83	11,73	12,60	13,46	13,79
283	4,44	5,16	5,89	6,64	7,41	8,21	9,04	9,97	10,89	11,78	12,66	13,51	13,84
284	4,56	5,28	6,01	6,75	7,51	8,29	9,12	10,03	10,95	11,84	12,71	13,56	13,90
285	4,70	5,41	6,13	6,86	7,61	8,39	9,20	10,10	11,02	11,91	12,77	13,62	13,95
286	4,84	5,54	6,25	6,98	7,72	8,49	9,29	10,18	11,08	11,97	12,84	13,68	14,01
287	4,98	5,67	6,38	7,10	7,83	8,59	9,38	10,25	11,16	12,04	12,90	13,74	14,07
288	5,13	5,82	6,51	7,22	7,94	8,69	9,48	10,33	11,23	12,11	12,97	13,80	14,13
289	5,28	5,96	6,65	7,35	8,06	8,80	9,57	10,41	11,30	12,18	13,03	13,86	14,19
290	5,44	6,11	6,79	7,48	8,18	8,91	9,67	10,49	11,38	12,25	13,10	13,93	14,25
291	5,60	6,26	6,93	7,61	8,31	9,03	9,78	10,58	11,46	12,32	13,17	13,99	14,32
292	5,77	6,42	7,08	7,75	8,44	9,14	9,88	10,67	11,54	12,40	13,24	14,06	14,38
293	5,94	6,58	7,23	7,89	8,57	9,26	9,99	10,76	11,62	12,47	13,31	14,12	14,44
294	6,11	6,74	7,38	8,03	8,70	9,39	10,10	10,86	11,70	12,55	13,38	14,19	14,50
295	6,29	6,91	7,54	8,18	8,83	9,51	10,21	10,95	11,78	12,63	13,45	14,25	14,57
296	6,47	7,08	7,69	8,32	8,97	9,64	10,33	11,05	11,87	12,70	13,52	14,32	14,63
297	6,65	7,25	7,86	8,48	9,11	9,76	10,44	11,16	11,95	12,78	13,59	14,38	14,69
298	6,84	7,43	8,02	8,63	9,25	9,89	10,56	11,26	12,03	12,86	13,66	14,44	14,75
299	7,03	7,61	8,19	8,78	9,40	10,02	10,68	11,36	12,12	12,93	13,73	14,51	14,81
300	7,23	7,79	8,36	8,94	9,54	10,16	10,80	11,47	12,20	13,01	13,80	14,57	14,87

7. DEFINIRANJE PROTOČNE KRIVULJE SERVISNE ZAPORNICE IZVORA ZVIR

U nastavku se definiraju protočne krivulje servisne zapornice koja je prikazana na Slici 7.1. Visina svijetlog otvora servisne zapornice iznosi 1,2 m, a širina svijetlog otvora iznosi 2,26 m. Treba napomenuti da se dno servisne zapornice nalazi ispod kote bazena kod evakuacijskog organa te da se ona redovito koristi u slučaju kada je razina vode iznad kote vrha njenog svijetlog otvora. Drugim riječima, za ovaj slučaj će se protočne krivulje bazirati na analitičkom modelu istjecanja.

Slično kao i za slučaj evakuacijskog organa, i za servisnu zapornicu će se definirati više protočnih krivulja koje će se razlikovati obzirom na svijetli otvor servisne zapornice odnosno ovisno o visini podizanja iste. Razmotriti će se slučajevi u kojima se ona podiže u inkrementima od 10 cm. Obzirom na mjernu letvu koja se nalazi u bazenu ispred evakuacijskog organa, vodostaj dna svijetlog otvora zapornice iznosi -70 cm. Za napomenuti je da su, zbog nepostojanja projekta rekonstrukcije vodozahvata Zvir 1991. g. kao i radioničkih nacrti same ugrađene zapornice, dane dimenzije približne, temeljene na geodetskim kotama snimljenim 9.11.2018. g. i terenskim odmjeravanjima dimenzija svijetlog otvora kanala vezanog uz spomenutu servisnu zapornicu (mjernom trakom) u uvjetima vodom ispunjenoga unutrašnjeg bazena iznad praga servisne zapornice, pa su odmjeravanja provedena i s vanjske strane zapornice koja su uzeta kao mjerodavna (Slika 7.1).



Slika 7.1. Fotografija servisne zapornice na strani bazena (desno) i sa vanjske strane tijekom geodetskog mjerenja (lijevo)

Analitički model istjecanja za servisnu zapornicu se tako definira za sve vodostaje od vodostaja 0 do 300 cm te se pritom treba uvažiti da je kota dna zapornice ispod kote dna bazena. Na taj način razinu vod u ovom slučaju treba uvećati za 70 cm čime analitički izraz poprima oblik

$$\begin{aligned}
 h_1 &= h_{\text{vodostaj}} + 0.70 - h_{\text{zapornice}} \\
 h_2 &= h_{\text{vodostaj}} + 0.70
 \end{aligned}$$

$$Q_{i_{\text{otvor}}} = C_{i_{\text{servisne_zapornice}}}(h_{\text{vodostaj}}) \cdot \frac{2}{3} \cdot \sqrt{2g} \cdot b_{\text{servisna_zapornica}} \cdot \left(h_2^{\frac{3}{2}} - h_1^{\frac{3}{2}} \right) \quad (10)$$

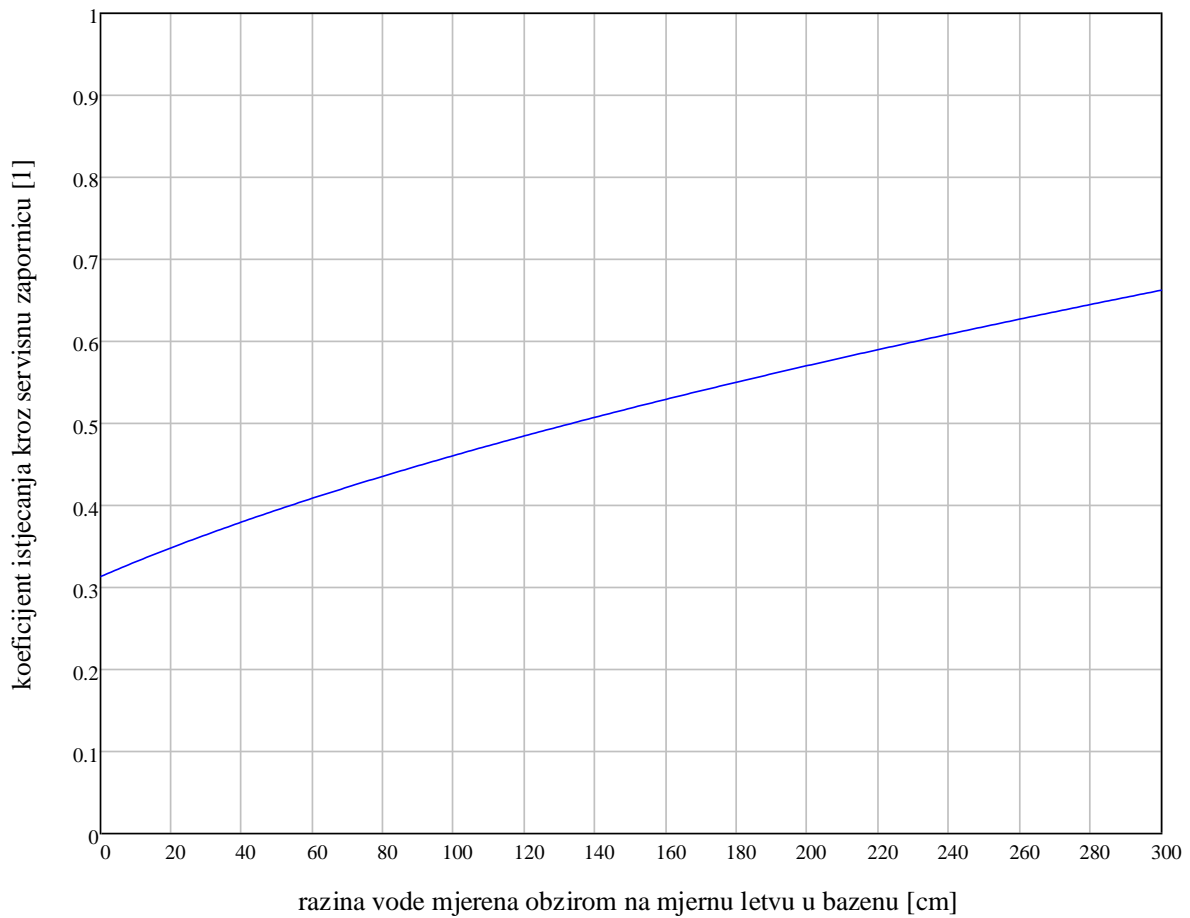
gdje je $C_{i_{\text{servisne_zapornice}}}$ koeficijent istjecanja definiran kalibracijom modela, $b_{\text{servisna_zapornica}}$ predstavlja širinu zapornice, a $h_{\text{zapornice}}$ visinu podizanja iste.

7.1. Koeficijent istjecanja servisne zapornice

Koeficijent istjecanja $C_{i_{\text{servisne_zapornice}}}$ je modeliran na način da se rezultati mjerenih protoka postignu za isti vodostaj koristeći analitički model prikazan jednadžbom (10). Na taj način se utvrdilo da analitički model

$$\begin{aligned}
 C_{i_{\text{servisne_zapornice}}}(h_{\text{vodostaj}}) = \\
 -0.00000029 \ln(h_{\text{vodostaj}}) + 0.03 \sqrt{h_{\text{vodostaj}}} + 0.00007 h_{\text{vodostaj}}^{1.015} + 0.057
 \end{aligned} \quad (11)$$

najbolje opisuje podatke dobivene terenskim mjerenjima te je ovakva analitička funkcija prikazana na Slici 7.2.



Slika 7.2. Koeficijent istjecanja kroz servisnu zapornice za različite slučajeve vodostaja u bazenu

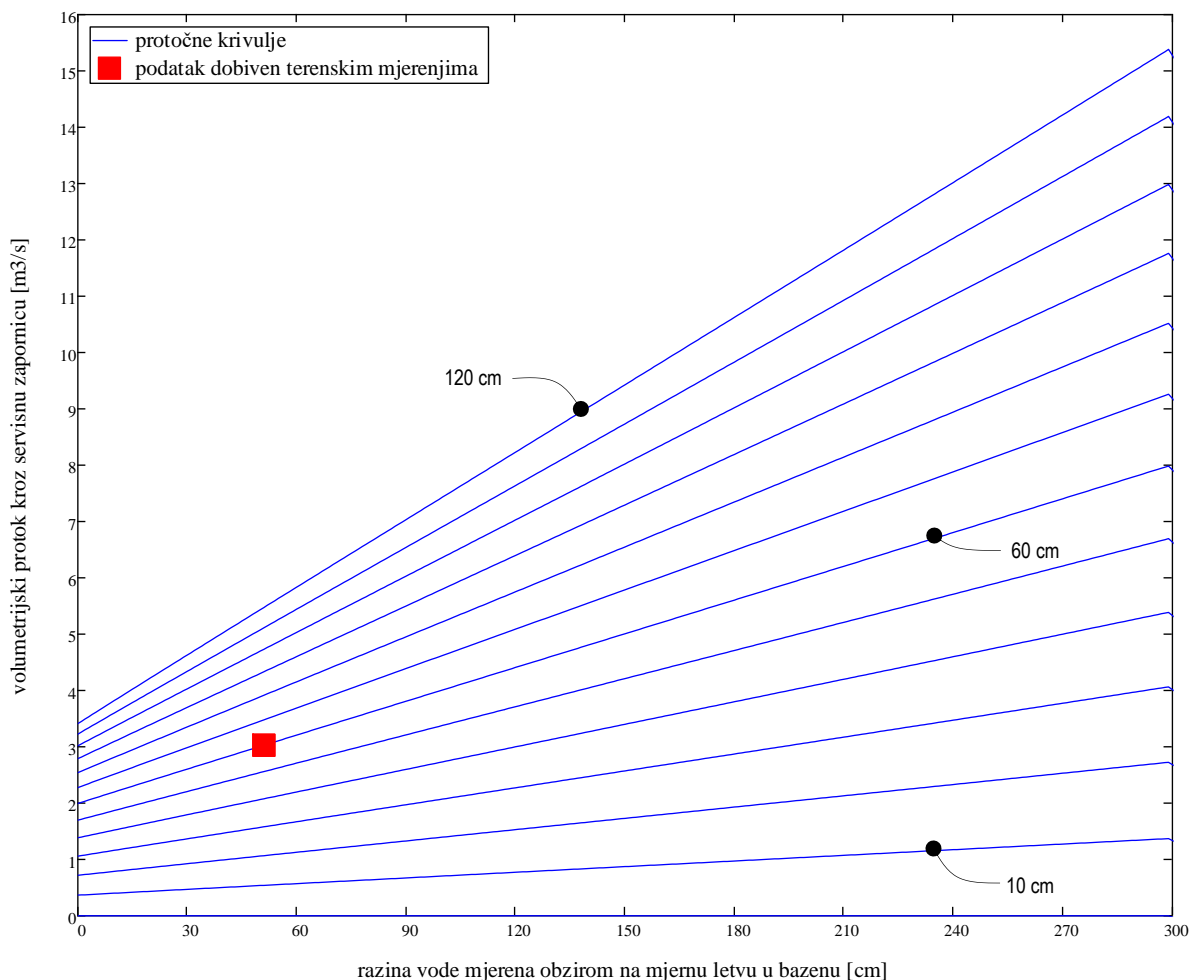
U Tablici 7.1 dan je tabelarni prikaz vrijednosti koeficijenta istjecanja kroz servisnu zapornicu za različite vodostaje u bazenu.

Tablica 7.1. Tablični prikaz koeficijenta istjecanja za tok vode kroz servisnu zapornicu

h [cm]	c [1]	h [cm]	c [1]	h [cm]	c [1]	h [cm]	c [1]	h [cm]	c [1]	h [cm]	c [1]
1	0,30	51	0,38	101	0,45	151	0,51	201	0,56	251	0,60
2	0,30	52	0,38	102	0,45	152	0,51	202	0,56	252	0,61
3	0,30	53	0,39	103	0,45	153	0,51	203	0,56	253	0,61
4	0,31	54	0,39	104	0,45	154	0,51	204	0,56	254	0,61
5	0,31	55	0,39	105	0,45	155	0,51	205	0,56	255	0,61
6	0,31	56	0,39	106	0,45	156	0,51	206	0,56	256	0,61
7	0,31	57	0,39	107	0,46	157	0,51	207	0,56	257	0,61
8	0,31	58	0,39	108	0,46	158	0,51	208	0,56	258	0,61
9	0,31	59	0,39	109	0,46	159	0,51	209	0,57	259	0,61
10	0,32	60	0,40	110	0,46	160	0,52	210	0,57	260	0,61
11	0,32	61	0,40	111	0,46	161	0,52	211	0,57	261	0,61
12	0,32	62	0,40	112	0,46	162	0,52	212	0,57	262	0,61
13	0,32	63	0,40	113	0,46	163	0,52	213	0,57	263	0,62
14	0,32	64	0,40	114	0,46	164	0,52	214	0,57	264	0,62
15	0,32	65	0,40	115	0,47	165	0,52	215	0,57	265	0,62
16	0,33	66	0,40	116	0,47	166	0,52	216	0,57	266	0,62
17	0,33	67	0,40	117	0,47	167	0,52	217	0,57	267	0,62
18	0,33	68	0,41	118	0,47	168	0,52	218	0,57	268	0,62
19	0,33	69	0,41	119	0,47	169	0,53	219	0,58	269	0,62
20	0,33	70	0,41	120	0,47	170	0,53	220	0,58	270	0,62
21	0,34	71	0,41	121	0,47	171	0,53	221	0,58	271	0,62
22	0,34	72	0,41	122	0,47	172	0,53	222	0,58	272	0,62
23	0,34	73	0,41	123	0,47	173	0,53	223	0,58	273	0,62
24	0,34	74	0,41	124	0,48	174	0,53	224	0,58	274	0,63
25	0,34	75	0,42	125	0,48	175	0,53	225	0,58	275	0,63
26	0,34	76	0,42	126	0,48	176	0,53	226	0,58	276	0,63
27	0,34	77	0,42	127	0,48	177	0,53	227	0,58	277	0,63
28	0,35	78	0,42	128	0,48	178	0,53	228	0,58	278	0,63
29	0,35	79	0,42	129	0,48	179	0,54	229	0,58	279	0,63
30	0,35	80	0,42	130	0,48	180	0,54	230	0,59	280	0,63
31	0,35	81	0,42	131	0,48	181	0,54	231	0,59	281	0,63
32	0,35	82	0,42	132	0,48	182	0,54	232	0,59	282	0,63
33	0,35	83	0,43	133	0,49	183	0,54	233	0,59	283	0,63
34	0,36	84	0,43	134	0,49	184	0,54	234	0,59	284	0,63
35	0,36	85	0,43	135	0,49	185	0,54	235	0,59	285	0,64
36	0,36	86	0,43	136	0,49	186	0,54	236	0,59	286	0,64
37	0,36	87	0,43	137	0,49	187	0,54	237	0,59	287	0,64
38	0,36	88	0,43	138	0,49	188	0,54	238	0,59	288	0,64
39	0,36	89	0,43	139	0,49	189	0,55	239	0,59	289	0,64
40	0,36	90	0,43	140	0,49	190	0,55	240	0,59	290	0,64
41	0,37	91	0,44	141	0,49	191	0,55	241	0,60	291	0,64
42	0,37	92	0,44	142	0,50	192	0,55	242	0,60	292	0,64
43	0,37	93	0,44	143	0,50	193	0,55	243	0,60	293	0,64
44	0,37	94	0,44	144	0,50	194	0,55	244	0,60	294	0,64
45	0,37	95	0,44	145	0,50	195	0,55	245	0,60	295	0,64
46	0,37	96	0,44	146	0,50	196	0,55	246	0,60	296	0,64
47	0,38	97	0,44	147	0,50	197	0,55	247	0,60	297	0,65
48	0,38	98	0,44	148	0,50	198	0,55	248	0,60	298	0,65
49	0,38	99	0,45	149	0,50	199	0,56	249	0,60	299	0,65
50	0,38	100	0,45	150	0,50	200	0,56	250	0,60	300	0,65

7.2. Grafički prikaz protočnih krivulja servisne zapornice

Rezultati analitičkog modela protočne krivulje servisne zapornice (10) su prikazani na Slici 7.3 za 12 slučajeva svijetlog otvora zapornice koji se međusobno razlikuju za inkrement podizanja iste u iznosu od 10 cm. Na istoj slici je crvenom točkom prikaz i podatak dobiven terenskim mjerenjima protoka gdje je za slučaj da je zapornica bila otvorena cca 60 cm izmjeren protok od 3.03 m³/s pri vodostaju od 51 cm, što odgovara dubini vode od 121 cm mjereno od dna zapornice. Prognozirani maksimalni protok kroz servisnu zapornicu iznosi cca 15 m³/s.



Slika 7.3. Protočne krivulje servisne zapornice za različite slučajeve svijetlog otvora zapornice

Jednako kao i u ranijim slučajevima, i za protočne krivulje servisne zapornice se prilaže tabelarni iskaz vrijednosti protoka za zadani vodostaj i to za 12 slučajeva svijetlog otvora zapornice. Za progresivno otvaranje zapornice u inkrementima od 10 cm, Tablica 7.2 prikazuje takve vrijednosti.

Tablica 7.2. Tabela prikaz vodostaja h u bazenu [cm] i protoka kroz servisnu zapornicu za različite slučajeve svijetlog otvora zapornice (vrijednosti protoka su izražene u m^3/s)

h [cm]	otvor servisne zapornice [cm]											
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
0	0,36	0,71	1,05	1,37	1,68	1,97	2,25	2,51	2,76	2,98	3,19	3,37
1	0,37	0,72	1,06	1,38	1,70	1,99	2,28	2,54	2,79	3,02	3,23	3,41
2	0,37	0,73	1,07	1,40	1,71	2,01	2,30	2,57	2,82	3,05	3,26	3,45
3	0,37	0,73	1,08	1,41	1,73	2,04	2,32	2,60	2,85	3,09	3,30	3,49
4	0,38	0,74	1,09	1,43	1,75	2,06	2,35	2,62	2,88	3,12	3,34	3,53
5	0,38	0,75	1,10	1,44	1,77	2,08	2,37	2,65	2,91	3,15	3,38	3,57
6	0,38	0,75	1,11	1,45	1,78	2,10	2,40	2,68	2,94	3,19	3,41	3,62
7	0,39	0,76	1,12	1,47	1,80	2,12	2,42	2,70	2,97	3,22	3,45	3,66
8	0,39	0,77	1,13	1,48	1,82	2,14	2,44	2,73	3,00	3,25	3,49	3,70
9	0,39	0,77	1,14	1,49	1,83	2,16	2,47	2,76	3,03	3,29	3,52	3,74
10	0,40	0,78	1,15	1,51	1,85	2,18	2,49	2,79	3,06	3,32	3,56	3,78
11	0,40	0,79	1,16	1,52	1,87	2,20	2,51	2,81	3,09	3,36	3,60	3,82
12	0,40	0,79	1,17	1,54	1,89	2,22	2,54	2,84	3,12	3,39	3,64	3,86
13	0,41	0,80	1,18	1,55	1,90	2,24	2,56	2,87	3,15	3,42	3,67	3,90
14	0,41	0,81	1,19	1,56	1,92	2,26	2,59	2,89	3,18	3,46	3,71	3,94
15	0,41	0,82	1,20	1,58	1,94	2,28	2,61	2,92	3,22	3,49	3,75	3,98
16	0,42	0,82	1,21	1,59	1,95	2,30	2,63	2,95	3,25	3,52	3,78	4,02
17	0,42	0,83	1,22	1,60	1,97	2,32	2,66	2,97	3,28	3,56	3,82	4,06
18	0,42	0,84	1,23	1,62	1,99	2,34	2,68	3,00	3,31	3,59	3,86	4,10
19	0,43	0,84	1,24	1,63	2,00	2,36	2,70	3,03	3,34	3,63	3,90	4,14
20	0,43	0,85	1,25	1,64	2,02	2,38	2,73	3,06	3,37	3,66	3,93	4,18
21	0,43	0,86	1,26	1,66	2,04	2,40	2,75	3,08	3,40	3,69	3,97	4,23
22	0,44	0,86	1,27	1,67	2,05	2,42	2,77	3,11	3,43	3,73	4,01	4,27
23	0,44	0,87	1,29	1,69	2,07	2,44	2,80	3,14	3,46	3,76	4,04	4,31
24	0,44	0,88	1,30	1,70	2,09	2,46	2,82	3,16	3,49	3,79	4,08	4,35
25	0,45	0,88	1,31	1,71	2,11	2,48	2,85	3,19	3,52	3,83	4,12	4,39
26	0,45	0,89	1,32	1,73	2,12	2,50	2,87	3,22	3,55	3,86	4,15	4,43
27	0,46	0,90	1,33	1,74	2,14	2,52	2,89	3,24	3,58	3,89	4,19	4,47
28	0,46	0,90	1,34	1,75	2,16	2,54	2,92	3,27	3,61	3,93	4,23	4,51
29	0,46	0,91	1,35	1,77	2,17	2,56	2,94	3,30	3,64	3,96	4,27	4,55
30	0,47	0,92	1,36	1,78	2,19	2,58	2,96	3,32	3,67	4,00	4,30	4,59
31	0,47	0,92	1,37	1,79	2,21	2,60	2,99	3,35	3,70	4,03	4,34	4,63
32	0,47	0,93	1,38	1,81	2,22	2,62	3,01	3,38	3,73	4,06	4,38	4,67
33	0,48	0,94	1,39	1,82	2,24	2,64	3,03	3,41	3,76	4,10	4,41	4,71
34	0,48	0,94	1,40	1,83	2,26	2,67	3,06	3,43	3,79	4,13	4,45	4,75
35	0,48	0,95	1,41	1,85	2,27	2,69	3,08	3,46	3,82	4,16	4,49	4,79
36	0,49	0,96	1,42	1,86	2,29	2,71	3,10	3,49	3,85	4,20	4,52	4,83
37	0,49	0,97	1,43	1,88	2,31	2,73	3,13	3,51	3,88	4,23	4,56	4,87
38	0,49	0,97	1,44	1,89	2,32	2,75	3,15	3,54	3,91	4,26	4,60	4,91
39	0,50	0,98	1,45	1,90	2,34	2,77	3,17	3,57	3,94	4,30	4,63	4,95
40	0,50	0,99	1,46	1,92	2,36	2,79	3,20	3,59	3,97	4,33	4,67	4,99
41	0,50	0,99	1,47	1,93	2,38	2,81	3,22	3,62	4,00	4,36	4,71	5,03
42	0,51	1,00	1,48	1,94	2,39	2,83	3,24	3,65	4,03	4,40	4,74	5,07
43	0,51	1,01	1,49	1,96	2,41	2,85	3,27	3,67	4,06	4,43	4,78	5,11
44	0,51	1,01	1,50	1,97	2,43	2,87	3,29	3,70	4,09	4,46	4,82	5,15
45	0,52	1,02	1,51	1,98	2,44	2,89	3,32	3,73	4,12	4,50	4,86	5,19
46	0,52	1,03	1,52	2,00	2,46	2,91	3,34	3,75	4,15	4,53	4,89	5,23
47	0,52	1,03	1,53	2,01	2,48	2,93	3,36	3,78	4,18	4,56	4,93	5,27
48	0,53	1,04	1,54	2,02	2,49	2,95	3,39	3,81	4,21	4,60	4,97	5,31
49	0,53	1,05	1,55	2,04	2,51	2,97	3,41	3,83	4,24	4,63	5,00	5,35

h [cm]	otvor servisne zapornice [cm]											
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
50	0,53	1,05	1,56	2,05	2,53	2,99	3,43	3,86	4,27	4,66	5,04	5,39
51	0,54	1,06	1,57	2,06	2,54	3,01	3,46	3,89	4,30	4,70	5,08	5,43
52	0,54	1,07	1,58	2,08	2,56	3,03	3,48	3,91	4,33	4,73	5,11	5,47
53	0,54	1,07	1,59	2,09	2,58	3,05	3,50	3,94	4,36	4,76	5,15	5,51
54	0,55	1,08	1,60	2,10	2,59	3,07	3,53	3,97	4,39	4,80	5,19	5,55
55	0,55	1,09	1,61	2,12	2,61	3,09	3,55	3,99	4,42	4,83	5,22	5,59
56	0,55	1,09	1,62	2,13	2,63	3,11	3,57	4,02	4,45	4,86	5,26	5,63
57	0,56	1,10	1,63	2,14	2,64	3,13	3,60	4,05	4,48	4,90	5,30	5,67
58	0,56	1,11	1,64	2,16	2,66	3,15	3,62	4,07	4,51	4,93	5,33	5,71
59	0,56	1,11	1,65	2,17	2,68	3,17	3,64	4,10	4,54	4,96	5,37	5,75
60	0,57	1,12	1,66	2,18	2,69	3,19	3,67	4,13	4,57	5,00	5,41	5,79
61	0,57	1,13	1,67	2,20	2,71	3,21	3,69	4,15	4,60	5,03	5,44	5,83
62	0,57	1,13	1,68	2,21	2,73	3,23	3,71	4,18	4,63	5,06	5,48	5,87
63	0,58	1,14	1,69	2,22	2,74	3,25	3,74	4,21	4,66	5,10	5,52	5,91
64	0,58	1,15	1,70	2,24	2,76	3,27	3,76	4,23	4,69	5,13	5,55	5,95
65	0,58	1,15	1,71	2,25	2,78	3,29	3,78	4,26	4,72	5,16	5,59	5,99
66	0,59	1,16	1,72	2,27	2,79	3,31	3,81	4,29	4,75	5,20	5,63	6,03
67	0,59	1,17	1,73	2,28	2,81	3,33	3,83	4,31	4,78	5,23	5,66	6,07
68	0,59	1,17	1,74	2,29	2,83	3,35	3,85	4,34	4,81	5,26	5,70	6,11
69	0,60	1,18	1,75	2,31	2,84	3,37	3,88	4,37	4,84	5,30	5,74	6,15
70	0,60	1,19	1,76	2,32	2,86	3,39	3,90	4,39	4,87	5,33	5,77	6,19
71	0,60	1,20	1,77	2,33	2,88	3,41	3,92	4,42	4,90	5,36	5,81	6,23
72	0,61	1,20	1,78	2,35	2,89	3,43	3,95	4,45	4,93	5,40	5,85	6,27
73	0,61	1,21	1,79	2,36	2,91	3,45	3,97	4,47	4,96	5,43	5,88	6,31
74	0,61	1,22	1,80	2,37	2,93	3,47	3,99	4,50	4,99	5,46	5,92	6,35
75	0,62	1,22	1,81	2,39	2,95	3,49	4,02	4,53	5,02	5,50	5,96	6,39
76	0,62	1,23	1,82	2,40	2,96	3,51	4,04	4,55	5,05	5,53	5,99	6,43
77	0,62	1,24	1,83	2,41	2,98	3,53	4,06	4,58	5,08	5,56	6,03	6,47
78	0,63	1,24	1,84	2,43	3,00	3,55	4,09	4,61	5,11	5,60	6,07	6,51
79	0,63	1,25	1,85	2,44	3,01	3,57	4,11	4,63	5,14	5,63	6,10	6,55
80	0,63	1,26	1,86	2,45	3,03	3,59	4,13	4,66	5,17	5,66	6,14	6,59
81	0,64	1,26	1,87	2,47	3,05	3,61	4,16	4,69	5,20	5,70	6,18	6,63
82	0,64	1,27	1,88	2,48	3,06	3,63	4,18	4,71	5,23	5,73	6,21	6,67
83	0,64	1,28	1,89	2,49	3,08	3,65	4,20	4,74	5,26	5,76	6,25	6,71
84	0,65	1,28	1,90	2,51	3,10	3,67	4,23	4,77	5,29	5,80	6,29	6,75
85	0,65	1,29	1,91	2,52	3,11	3,69	4,25	4,79	5,32	5,83	6,32	6,79
86	0,65	1,30	1,92	2,53	3,13	3,71	4,27	4,82	5,35	5,86	6,36	6,83
87	0,66	1,30	1,93	2,55	3,15	3,73	4,30	4,85	5,38	5,90	6,40	6,87
88	0,66	1,31	1,94	2,56	3,16	3,75	4,32	4,87	5,41	5,93	6,43	6,91
89	0,66	1,32	1,95	2,57	3,18	3,77	4,34	4,90	5,44	5,96	6,47	6,95
90	0,67	1,32	1,96	2,59	3,20	3,79	4,37	4,93	5,47	6,00	6,51	6,99
91	0,67	1,33	1,97	2,60	3,21	3,81	4,39	4,95	5,50	6,03	6,54	7,03
92	0,67	1,34	1,98	2,61	3,23	3,83	4,41	4,98	5,53	6,06	6,58	7,07
93	0,68	1,34	1,99	2,63	3,25	3,85	4,44	5,01	5,56	6,10	6,61	7,11
94	0,68	1,35	2,00	2,64	3,26	3,87	4,46	5,03	5,59	6,13	6,65	7,15
95	0,68	1,36	2,01	2,65	3,28	3,89	4,48	5,06	5,62	6,16	6,69	7,19
96	0,69	1,36	2,02	2,67	3,30	3,91	4,51	5,09	5,65	6,20	6,72	7,23
97	0,69	1,37	2,03	2,68	3,31	3,93	4,53	5,11	5,68	6,23	6,76	7,27
98	0,70	1,38	2,04	2,69	3,33	3,95	4,55	5,14	5,71	6,26	6,80	7,31
99	0,70	1,38	2,05	2,71	3,35	3,97	4,58	5,17	5,74	6,30	6,83	7,35
100	0,70	1,39	2,06	2,72	3,36	3,99	4,60	5,19	5,77	6,33	6,87	7,39

h [cm]	otvor servisne zapornice [cm]											
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
101	0,71	1,40	2,07	2,73	3,38	4,01	4,62	5,22	5,80	6,36	6,91	7,43
102	0,71	1,40	2,08	2,75	3,40	4,03	4,65	5,25	5,83	6,40	6,94	7,47
103	0,71	1,41	2,09	2,76	3,41	4,05	4,67	5,27	5,86	6,43	6,98	7,51
104	0,72	1,42	2,10	2,77	3,43	4,07	4,69	5,30	5,89	6,46	7,02	7,55
105	0,72	1,42	2,11	2,79	3,45	4,09	4,72	5,33	5,92	6,50	7,05	7,59
106	0,72	1,43	2,12	2,80	3,46	4,11	4,74	5,35	5,95	6,53	7,09	7,63
107	0,73	1,44	2,13	2,81	3,48	4,13	4,76	5,38	5,98	6,56	7,13	7,67
108	0,73	1,44	2,14	2,83	3,50	4,15	4,79	5,41	6,01	6,60	7,16	7,71
109	0,73	1,45	2,15	2,84	3,51	4,17	4,81	5,43	6,04	6,63	7,20	7,75
110	0,74	1,46	2,16	2,85	3,53	4,19	4,83	5,46	6,07	6,66	7,24	7,79
111	0,74	1,46	2,17	2,87	3,55	4,21	4,86	5,49	6,10	6,70	7,27	7,83
112	0,74	1,47	2,18	2,88	3,56	4,23	4,88	5,51	6,13	6,73	7,31	7,87
113	0,75	1,48	2,19	2,89	3,58	4,25	4,90	5,54	6,16	6,76	7,35	7,91
114	0,75	1,48	2,20	2,91	3,60	4,27	4,93	5,57	6,19	6,80	7,38	7,95
115	0,75	1,49	2,21	2,92	3,61	4,29	4,95	5,59	6,22	6,83	7,42	7,99
116	0,76	1,50	2,22	2,93	3,63	4,31	4,97	5,62	6,25	6,86	7,46	8,03
117	0,76	1,50	2,23	2,95	3,65	4,33	5,00	5,65	6,28	6,89	7,49	8,07
118	0,76	1,51	2,24	2,96	3,66	4,35	5,02	5,67	6,31	6,93	7,53	8,11
119	0,77	1,52	2,25	2,97	3,68	4,37	5,04	5,70	6,34	6,96	7,57	8,15
120	0,77	1,52	2,26	2,99	3,70	4,39	5,07	5,73	6,37	6,99	7,60	8,19
121	0,77	1,53	2,27	3,00	3,71	4,41	5,09	5,75	6,40	7,03	7,64	8,23
122	0,78	1,54	2,28	3,01	3,73	4,43	5,11	5,78	6,43	7,06	7,68	8,27
123	0,78	1,54	2,29	3,03	3,75	4,45	5,13	5,81	6,46	7,09	7,71	8,31
124	0,78	1,55	2,30	3,04	3,76	4,47	5,16	5,83	6,49	7,13	7,75	8,35
125	0,79	1,56	2,31	3,05	3,78	4,49	5,18	5,86	6,52	7,16	7,79	8,39
126	0,79	1,56	2,32	3,07	3,80	4,51	5,20	5,88	6,55	7,19	7,82	8,43
127	0,79	1,57	2,33	3,08	3,81	4,53	5,23	5,91	6,58	7,23	7,86	8,47
128	0,80	1,58	2,34	3,09	3,83	4,55	5,25	5,94	6,61	7,26	7,89	8,51
129	0,80	1,58	2,35	3,11	3,85	4,57	5,27	5,96	6,64	7,29	7,93	8,55
130	0,80	1,59	2,36	3,12	3,86	4,59	5,30	5,99	6,67	7,33	7,97	8,59
131	0,81	1,60	2,37	3,13	3,88	4,61	5,32	6,02	6,70	7,36	8,00	8,63
132	0,81	1,60	2,38	3,15	3,90	4,63	5,34	6,04	6,73	7,39	8,04	8,67
133	0,81	1,61	2,39	3,16	3,91	4,65	5,37	6,07	6,76	7,43	8,08	8,71
134	0,82	1,62	2,40	3,17	3,93	4,67	5,39	6,10	6,79	7,46	8,11	8,75
135	0,82	1,62	2,41	3,19	3,95	4,69	5,41	6,12	6,82	7,49	8,15	8,79
136	0,82	1,63	2,42	3,20	3,96	4,71	5,44	6,15	6,85	7,53	8,19	8,83
137	0,83	1,64	2,43	3,21	3,98	4,73	5,46	6,18	6,88	7,56	8,22	8,87
138	0,83	1,64	2,44	3,23	4,00	4,75	5,48	6,20	6,91	7,59	8,26	8,91
139	0,83	1,65	2,45	3,24	4,01	4,77	5,51	6,23	6,94	7,63	8,30	8,95
140	0,84	1,66	2,46	3,25	4,03	4,79	5,53	6,26	6,97	7,66	8,33	8,99
141	0,84	1,66	2,47	3,27	4,05	4,81	5,55	6,28	7,00	7,69	8,37	9,03
142	0,84	1,67	2,48	3,28	4,06	4,83	5,58	6,31	7,03	7,73	8,41	9,07
143	0,85	1,68	2,49	3,29	4,08	4,85	5,60	6,34	7,06	7,76	8,44	9,11
144	0,85	1,68	2,50	3,31	4,09	4,87	5,62	6,36	7,09	7,79	8,48	9,15
145	0,85	1,69	2,51	3,32	4,11	4,89	5,65	6,39	7,12	7,83	8,52	9,19
146	0,86	1,70	2,52	3,33	4,13	4,91	5,67	6,42	7,15	7,86	8,55	9,23
147	0,86	1,70	2,53	3,35	4,14	4,93	5,69	6,44	7,18	7,89	8,59	9,27
148	0,86	1,71	2,54	3,36	4,16	4,95	5,72	6,47	7,21	7,92	8,63	9,31
149	0,87	1,72	2,55	3,37	4,18	4,97	5,74	6,50	7,24	7,96	8,66	9,35
150	0,87	1,72	2,56	3,39	4,19	4,99	5,76	6,52	7,27	7,99	8,70	9,39

h [cm]	otvor servisne zapornice [cm]											
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
151	0,87	1,73	2,57	3,40	4,21	5,01	5,79	6,55	7,30	8,02	8,74	9,43
152	0,88	1,74	2,58	3,41	4,23	5,03	5,81	6,58	7,33	8,06	8,77	9,47
153	0,88	1,74	2,59	3,43	4,24	5,05	5,83	6,60	7,36	8,09	8,81	9,51
154	0,88	1,75	2,60	3,44	4,26	5,07	5,86	6,63	7,39	8,12	8,85	9,55
155	0,89	1,76	2,61	3,45	4,28	5,09	5,88	6,66	7,42	8,16	8,88	9,59
156	0,89	1,76	2,62	3,47	4,29	5,11	5,90	6,68	7,45	8,19	8,92	9,63
157	0,89	1,77	2,63	3,48	4,31	5,13	5,93	6,71	7,48	8,22	8,95	9,67
158	0,90	1,78	2,64	3,49	4,33	5,15	5,95	6,74	7,51	8,26	8,99	9,71
159	0,90	1,78	2,65	3,51	4,34	5,17	5,97	6,76	7,53	8,29	9,03	9,75
160	0,90	1,79	2,66	3,52	4,36	5,19	6,00	6,79	7,56	8,32	9,06	9,79
161	0,91	1,80	2,67	3,53	4,38	5,21	6,02	6,82	7,59	8,36	9,10	9,83
162	0,91	1,80	2,68	3,55	4,39	5,23	6,04	6,84	7,62	8,39	9,14	9,87
163	0,91	1,81	2,69	3,56	4,41	5,25	6,07	6,87	7,65	8,42	9,17	9,91
164	0,92	1,82	2,70	3,57	4,43	5,27	6,09	6,90	7,68	8,46	9,21	9,95
165	0,92	1,82	2,71	3,59	4,44	5,29	6,11	6,92	7,71	8,49	9,25	9,99
166	0,92	1,83	2,72	3,60	4,46	5,31	6,14	6,95	7,74	8,52	9,28	10,03
167	0,93	1,84	2,73	3,61	4,48	5,33	6,16	6,98	7,77	8,56	9,32	10,07
168	0,93	1,84	2,74	3,63	4,49	5,35	6,18	7,00	7,80	8,59	9,36	10,11
169	0,93	1,85	2,75	3,64	4,51	5,37	6,21	7,03	7,83	8,62	9,39	10,15
170	0,94	1,86	2,76	3,65	4,53	5,39	6,23	7,05	7,86	8,66	9,43	10,19
171	0,94	1,86	2,77	3,67	4,54	5,41	6,25	7,08	7,89	8,69	9,47	10,23
172	0,94	1,87	2,78	3,68	4,56	5,43	6,28	7,11	7,92	8,72	9,50	10,27
173	0,95	1,88	2,79	3,69	4,58	5,45	6,30	7,13	7,95	8,76	9,54	10,31
174	0,95	1,88	2,80	3,71	4,59	5,47	6,32	7,16	7,98	8,79	9,58	10,35
175	0,95	1,89	2,81	3,72	4,61	5,49	6,35	7,19	8,01	8,82	9,61	10,39
176	0,96	1,90	2,82	3,73	4,63	5,51	6,37	7,21	8,04	8,86	9,65	10,42
177	0,96	1,90	2,83	3,75	4,64	5,53	6,39	7,24	8,07	8,89	9,69	10,46
178	0,96	1,91	2,84	3,76	4,66	5,55	6,42	7,27	8,10	8,92	9,72	10,50
179	0,97	1,92	2,85	3,77	4,68	5,57	6,44	7,29	8,13	8,95	9,76	10,54
180	0,97	1,92	2,86	3,79	4,69	5,59	6,46	7,32	8,16	8,99	9,80	10,58
181	0,97	1,93	2,87	3,80	4,71	5,61	6,49	7,35	8,19	9,02	9,83	10,62
182	0,98	1,94	2,88	3,81	4,73	5,63	6,51	7,37	8,22	9,05	9,87	10,66
183	0,98	1,94	2,89	3,83	4,74	5,65	6,53	7,40	8,25	9,09	9,91	10,70
184	0,98	1,95	2,90	3,84	4,76	5,67	6,55	7,43	8,28	9,12	9,94	10,74
185	0,99	1,96	2,91	3,85	4,78	5,69	6,58	7,45	8,31	9,15	9,98	10,78
186	0,99	1,96	2,92	3,87	4,79	5,71	6,60	7,48	8,34	9,19	10,01	10,82
187	0,99	1,97	2,93	3,88	4,81	5,73	6,62	7,51	8,37	9,22	10,05	10,86
188	1,00	1,98	2,94	3,89	4,83	5,75	6,65	7,53	8,40	9,25	10,09	10,90
189	1,00	1,98	2,95	3,91	4,84	5,77	6,67	7,56	8,43	9,29	10,12	10,94
190	1,00	1,99	2,96	3,92	4,86	5,79	6,69	7,59	8,46	9,32	10,16	10,98
191	1,01	2,00	2,97	3,93	4,88	5,81	6,72	7,61	8,49	9,35	10,20	11,02
192	1,01	2,00	2,98	3,95	4,89	5,83	6,74	7,64	8,52	9,39	10,23	11,06
193	1,01	2,01	2,99	3,96	4,91	5,85	6,76	7,67	8,55	9,42	10,27	11,10
194	1,02	2,02	3,00	3,97	4,93	5,87	6,79	7,69	8,58	9,45	10,31	11,14
195	1,02	2,02	3,01	3,99	4,94	5,89	6,81	7,72	8,61	9,49	10,34	11,18
196	1,02	2,03	3,02	4,00	4,96	5,91	6,83	7,75	8,64	9,52	10,38	11,22
197	1,03	2,04	3,03	4,01	4,98	5,93	6,86	7,77	8,67	9,55	10,42	11,26
198	1,03	2,04	3,04	4,03	4,99	5,95	6,88	7,80	8,70	9,59	10,45	11,30
199	1,03	2,05	3,05	4,04	5,01	5,97	6,90	7,83	8,73	9,62	10,49	11,34
200	1,04	2,06	3,06	4,05	5,03	5,99	6,93	7,85	8,76	9,65	10,53	11,38

h [cm]	otvor servisne zapornice [cm]											
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
201	1,04	2,06	3,07	4,07	5,04	6,01	6,95	7,88	8,79	9,69	10,56	11,42
202	1,04	2,07	3,08	4,08	5,06	6,03	6,97	7,91	8,82	9,72	10,60	11,46
203	1,05	2,08	3,09	4,09	5,08	6,05	7,00	7,93	8,85	9,75	10,64	11,50
204	1,05	2,08	3,10	4,11	5,09	6,07	7,02	7,96	8,88	9,79	10,67	11,54
205	1,05	2,09	3,11	4,12	5,11	6,09	7,04	7,99	8,91	9,82	10,71	11,58
206	1,06	2,10	3,12	4,13	5,13	6,11	7,07	8,01	8,94	9,85	10,75	11,62
207	1,06	2,10	3,13	4,15	5,14	6,13	7,09	8,04	8,97	9,89	10,78	11,66
208	1,06	2,11	3,14	4,16	5,16	6,15	7,11	8,07	9,00	9,92	10,82	11,70
209	1,07	2,12	3,15	4,17	5,18	6,17	7,14	8,09	9,03	9,95	10,86	11,74
210	1,07	2,12	3,16	4,19	5,19	6,19	7,16	8,12	9,06	9,99	10,89	11,78
211	1,07	2,13	3,17	4,20	5,21	6,21	7,18	8,15	9,09	10,02	10,93	11,82
212	1,08	2,14	3,18	4,21	5,23	6,23	7,21	8,17	9,12	10,05	10,97	11,86
213	1,08	2,14	3,19	4,23	5,24	6,25	7,23	8,20	9,15	10,09	11,00	11,90
214	1,08	2,15	3,20	4,24	5,26	6,27	7,25	8,23	9,18	10,12	11,04	11,94
215	1,09	2,16	3,21	4,25	5,28	6,29	7,28	8,25	9,21	10,15	11,08	11,98
216	1,09	2,16	3,22	4,27	5,29	6,31	7,30	8,28	9,24	10,19	11,11	12,02
217	1,09	2,17	3,23	4,28	5,31	6,33	7,32	8,31	9,27	10,22	11,15	12,06
218	1,10	2,18	3,24	4,29	5,33	6,35	7,35	8,33	9,30	10,25	11,19	12,10
219	1,10	2,18	3,25	4,31	5,34	6,37	7,37	8,36	9,33	10,28	11,22	12,14
220	1,10	2,19	3,26	4,32	5,36	6,39	7,39	8,39	9,36	10,32	11,26	12,18
221	1,11	2,20	3,27	4,33	5,38	6,41	7,42	8,41	9,39	10,35	11,30	12,22
222	1,11	2,20	3,28	4,35	5,39	6,43	7,44	8,44	9,42	10,38	11,33	12,26
223	1,11	2,21	3,29	4,36	5,41	6,45	7,46	8,47	9,45	10,42	11,37	12,30
224	1,12	2,22	3,30	4,37	5,43	6,47	7,49	8,49	9,48	10,45	11,41	12,34
225	1,12	2,22	3,31	4,39	5,44	6,49	7,51	8,52	9,51	10,48	11,44	12,38
226	1,12	2,23	3,32	4,40	5,46	6,51	7,53	8,55	9,54	10,52	11,48	12,42
227	1,13	2,24	3,33	4,41	5,48	6,53	7,56	8,57	9,57	10,55	11,51	12,46
228	1,13	2,24	3,34	4,43	5,49	6,55	7,58	8,60	9,60	10,58	11,55	12,50
229	1,13	2,25	3,35	4,44	5,51	6,57	7,60	8,63	9,63	10,62	11,59	12,54
230	1,14	2,26	3,36	4,45	5,53	6,59	7,63	8,65	9,66	10,65	11,62	12,58
231	1,14	2,26	3,37	4,47	5,54	6,61	7,65	8,68	9,69	10,68	11,66	12,62
232	1,14	2,27	3,38	4,48	5,56	6,63	7,67	8,71	9,72	10,72	11,70	12,66
233	1,15	2,28	3,39	4,49	5,58	6,65	7,70	8,73	9,75	10,75	11,73	12,70
234	1,15	2,28	3,40	4,51	5,59	6,67	7,72	8,76	9,78	10,78	11,77	12,74
235	1,15	2,29	3,41	4,52	5,61	6,69	7,74	8,79	9,81	10,82	11,81	12,78
236	1,16	2,30	3,42	4,53	5,63	6,71	7,77	8,81	9,84	10,85	11,84	12,82
237	1,16	2,30	3,43	4,55	5,64	6,73	7,79	8,84	9,87	10,88	11,88	12,86
238	1,16	2,31	3,44	4,56	5,66	6,75	7,81	8,87	9,90	10,92	11,92	12,90
239	1,17	2,32	3,45	4,57	5,68	6,77	7,84	8,89	9,93	10,95	11,95	12,94
240	1,17	2,32	3,46	4,59	5,69	6,78	7,86	8,92	9,96	10,98	11,99	12,98
241	1,17	2,33	3,47	4,60	5,71	6,80	7,88	8,95	9,99	11,02	12,03	13,02
242	1,18	2,34	3,48	4,61	5,73	6,82	7,91	8,97	10,02	11,05	12,06	13,06
243	1,18	2,34	3,49	4,63	5,74	6,85	7,93	9,00	10,05	11,08	12,10	13,10
244	1,18	2,35	3,50	4,64	5,76	6,87	7,95	9,03	10,08	11,12	12,14	13,14
245	1,19	2,36	3,51	4,65	5,78	6,89	7,98	9,05	10,11	11,15	12,17	13,18
246	1,19	2,36	3,52	4,67	5,79	6,91	8,00	9,08	10,14	11,18	12,21	13,22
247	1,19	2,37	3,53	4,68	5,81	6,93	8,02	9,11	10,17	11,22	12,25	13,26
248	1,20	2,38	3,54	4,69	5,83	6,95	8,05	9,13	10,20	11,25	12,28	13,30
249	1,20	2,38	3,55	4,71	5,84	6,97	8,07	9,16	10,23	11,28	12,32	13,34
250	1,20	2,39	3,56	4,72	5,86	6,99	8,09	9,18	10,26	11,32	12,36	13,38

h [cm]	otvor servisne zapornice [cm]											
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
251	1,21	2,40	3,57	4,73	5,88	7,01	8,12	9,21	10,29	11,35	12,39	13,42
252	1,21	2,40	3,58	4,75	5,89	7,03	8,14	9,24	10,32	11,38	12,43	13,46
253	1,21	2,41	3,59	4,76	5,91	7,05	8,16	9,26	10,35	11,42	12,47	13,50
254	1,22	2,42	3,60	4,77	5,93	7,07	8,19	9,29	10,38	11,45	12,50	13,54
255	1,22	2,42	3,61	4,79	5,94	7,09	8,21	9,32	10,41	11,48	12,54	13,58
256	1,22	2,43	3,62	4,80	5,96	7,11	8,23	9,34	10,44	11,52	12,58	13,62
257	1,23	2,44	3,63	4,81	5,98	7,13	8,26	9,37	10,47	11,55	12,61	13,66
258	1,23	2,44	3,64	4,83	5,99	7,15	8,28	9,40	10,50	11,58	12,65	13,70
259	1,23	2,45	3,65	4,84	6,01	7,17	8,30	9,42	10,53	11,62	12,69	13,74
260	1,24	2,46	3,66	4,85	6,03	7,19	8,33	9,45	10,56	11,65	12,72	13,78
261	1,24	2,46	3,67	4,87	6,04	7,21	8,35	9,48	10,59	11,68	12,76	13,82
262	1,24	2,47	3,68	4,88	6,06	7,23	8,37	9,51	10,62	11,72	12,80	13,86
263	1,25	2,48	3,69	4,89	6,08	7,25	8,40	9,53	10,65	11,75	12,83	13,90
264	1,25	2,48	3,70	4,91	6,09	7,27	8,42	9,56	10,68	11,78	12,87	13,94
265	1,25	2,49	3,71	4,92	6,11	7,29	8,44	9,59	10,71	11,82	12,91	13,98
266	1,26	2,50	3,72	4,93	6,13	7,31	8,47	9,61	10,74	11,85	12,94	14,02
267	1,26	2,50	3,73	4,95	6,14	7,33	8,49	9,64	10,77	11,88	12,98	14,06
268	1,26	2,51	3,74	4,96	6,16	7,35	8,51	9,67	10,80	11,92	13,02	14,10
269	1,27	2,52	3,75	4,97	6,18	7,37	8,54	9,69	10,83	11,95	13,05	14,14
270	1,27	2,52	3,76	4,99	6,19	7,39	8,56	9,72	10,86	11,98	13,09	14,18
271	1,27	2,53	3,77	5,00	6,21	7,41	8,58	9,75	10,89	12,02	13,13	14,22
272	1,28	2,54	3,78	5,01	6,23	7,43	8,61	9,77	10,92	12,05	13,16	14,26
273	1,28	2,54	3,79	5,03	6,24	7,45	8,63	9,80	10,95	12,08	13,20	14,30
274	1,28	2,55	3,80	5,04	6,26	7,47	8,65	9,83	10,98	12,12	13,24	14,34
275	1,29	2,56	3,81	5,05	6,28	7,49	8,68	9,85	11,01	12,15	13,27	14,38
276	1,29	2,56	3,82	5,07	6,29	7,51	8,70	9,88	11,04	12,18	13,31	14,42
277	1,29	2,57	3,83	5,08	6,31	7,53	8,72	9,91	11,07	12,22	13,35	14,46
278	1,30	2,58	3,84	5,09	6,33	7,55	8,75	9,93	11,10	12,25	13,38	14,50
279	1,30	2,58	3,85	5,11	6,34	7,57	8,77	9,96	11,13	12,28	13,42	14,54
280	1,30	2,59	3,86	5,12	6,36	7,59	8,79	9,99	11,16	12,32	13,46	14,58
281	1,31	2,60	3,87	5,13	6,38	7,61	8,82	10,01	11,19	12,35	13,49	14,62
282	1,31	2,60	3,88	5,15	6,39	7,63	8,84	10,04	11,22	12,38	13,53	14,66
283	1,31	2,61	3,89	5,16	6,41	7,65	8,86	10,06	11,25	12,42	13,57	14,70
284	1,32	2,62	3,90	5,17	6,43	7,67	8,89	10,09	11,28	12,45	13,60	14,74
285	1,32	2,62	3,91	5,19	6,44	7,69	8,91	10,12	11,31	12,48	13,64	14,78
286	1,32	2,63	3,92	5,20	6,46	7,71	8,93	10,15	11,34	12,52	13,68	14,82
287	1,33	2,64	3,93	5,21	6,48	7,73	8,96	10,17	11,37	12,55	13,71	14,86
288	1,33	2,65	3,94	5,23	6,49	7,75	8,98	10,20	11,40	12,58	13,75	14,90
289	1,33	2,65	3,95	5,24	6,51	7,77	9,00	10,23	11,43	12,62	13,79	14,94
290	1,34	2,66	3,96	5,25	6,53	7,79	9,03	10,25	11,46	12,65	13,82	14,98
291	1,34	2,67	3,97	5,27	6,54	7,81	9,05	10,28	11,49	12,68	13,86	15,02
292	1,34	2,67	3,98	5,28	6,56	7,83	9,07	10,31	11,52	12,72	13,90	15,06
293	1,35	2,68	3,99	5,29	6,58	7,85	9,10	10,33	11,55	12,75	13,93	15,10
294	1,35	2,69	4,00	5,31	6,59	7,87	9,12	10,36	11,58	12,78	13,97	15,14
295	1,35	2,69	4,01	5,32	6,61	7,89	9,14	10,39	11,61	12,82	14,01	15,18
296	1,36	2,70	4,02	5,33	6,63	7,91	9,17	10,41	11,64	12,85	14,05	15,22
297	1,36	2,71	4,03	5,35	6,65	7,93	9,19	10,44	11,67	12,88	14,08	15,26
298	1,36	2,71	4,04	5,36	6,66	7,95	9,21	10,47	11,70	12,92	14,12	15,30
299	1,37	2,72	4,05	5,37	6,68	7,97	9,24	10,49	11,73	12,95	14,16	15,34
300	1,37	2,73	4,06	5,39	6,70	7,99	9,26	10,52	11,76	12,98	14,19	15,38

8. PRIJEDLOG UNAPRIJEĐENJA SUSTAVA MONITORINGA IZVORA ZVIR

Iz provedenih analiza u danom radu vidljivo je da je postojeći sustav hidrološkog monitoringa na izvorištu Zvir bio neodgovarajući jer se dugo godina (počev od 1991. g.) za taj najvažniji izvor u samome gradu Rijeci ne zna kolika mu je izdašnosti. To je problem kako u kontekstu globalnog razmatranja izdašnosti toga izvora za potrebe nekih planskih sagledavanja i bilanciranja voda koje daje taj izvor tijekom nekih specifičnih situacija (malih voda, velikih voda, u razdobljima praćenja istjecanja trasera i slično), tako i pri operativnom upravljanju tim izvorom. Provedene analize prilikom kojih su korišteni rezultati nekoliko serija vodomjerenja koja je proveo DHMZ te dopunskih mjerenja koje je u sklopu predmetnog zadatka proveo Građevinski fakultet u Rijeci, generirale su protočne krivulje definirane u danom dokumentu, s kojima je moguće procjenjivati količine istjecanja voda s toga izvora za različite, dekadski izražene, otvore zapornice glavnog evakuacijskog organa, kao i za različite otvore servisne zapornice. Protoke se određuju iz satnih podataka razina vode i danih konsumpcijskih krivulja.

Problem je što su uočena, pa i izmjerena procjeđivanja ispod servisne zapornice (za danu situaciju cca 50 l/s) zbog njenog lošeg nalijeganja. No, ipak je moguće ustrojiti sustav monitoringa po kome je dostatno praćenje razina vode na Zviru samo na unutrašnjem crpnom bazenu ispod kupole pomoću limnigrafa H-6077. Kontrolni limnigraf H-6079 naknadno uspostavljen na mjestu nekadašnjeg limnigrafa u vanjskom crpnom bazenu praktički pokazuje istu razinu vode (ili minornu razliku od 1-2 cm) zbog istjecanja vode na obližnjoj glavnoj zapornici te ga je moguće i ukinuti jer su protočne krivulje u danom dokumentu i tako vezane za razinu vode u unutrašnjem crpnom bazenu, osim u situacijama kontroliranih potpunih pražnjenja, koja ako se i javi potreba za njima kratko traju i tijekom njihovog trajanja mogu se okularno očitavati i upisivati kolebanja razine vode u tom vanjskom bazenu.

Monitoring bi se trebao provoditi na slijedeći način:

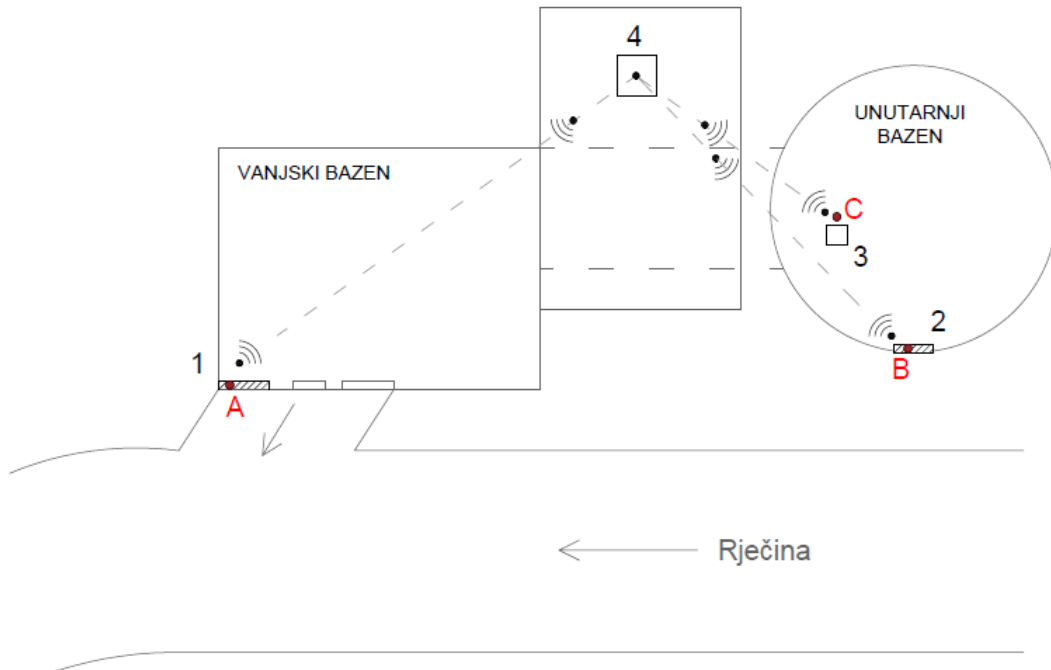
- Potrebno je ustrojiti sustav registracije položaja servisne zapornice. O manipulaciji tom zapornicom, kao i glavnom zapornicom (identične informacije se traže), nužno je voditi pisano evidenciju u kojoj mora biti dokumentirano slijedeće: vrijeme otvaranja (datum, sat i minuta), otvor zapornice (koristiti samo dekadске vrijednosti otvora (10, 20, 30, ... cm), razina vode na vodokaznoj letvi u glavnom crpnom bazenu prije otvaranja zapornice, razina vode na vodokaznoj letvi u glavnom crpnom bazenu prije zatvaranja zapornice te vrijeme zatvaranja zapornice.
- Prilikom podešavanja otvora glavne zapornice važno je voditi računa da je postojeća mjerna skala na glavnom otvoru zapornice krivo postavljena. Odstupanja su 15 cm (od sredine 2018. g.) u odnosu na stvarno stanje, tj. za potpuno zatvorenu zapornicu na mjernoj je skali upisan otvor od 15 cm. Prije nove zapornice, odstupanje je bilo 8 cm. Potrebno je zamijeniti postojeću mjernu skalu na glavnoj zapornici s novom koja će biti primjereno postavljena (za otvor 0 da mjerna skala doista pokazuje otvor 0), a do onda prilikom manipulacijama otvorom zapornice respektirati tu razliku. Naime, nužno je

otvore podešavati tako da vrijednosti svijetlog otvora zapornice poprimaju cjelobrojne dekadске vrijednosti .

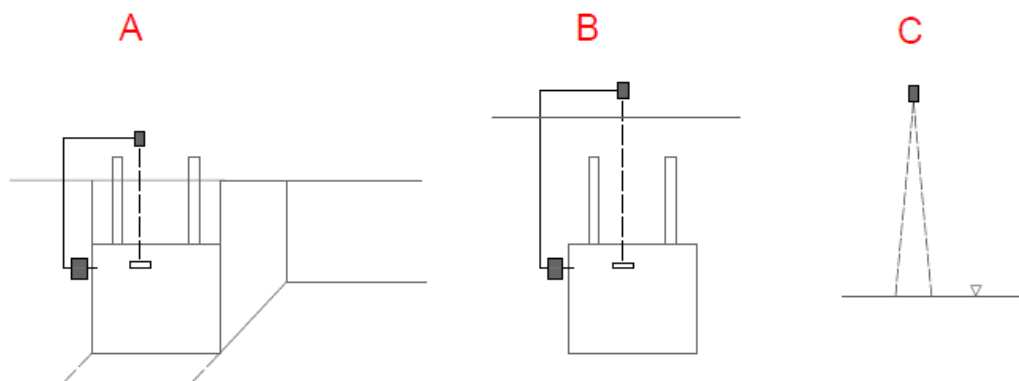
- Postojeću servisnu zapornicu potrebno je kompletirati mjernom skalom njezinog stanja otvora, a otvore podešavati na dekadске vrijednosti (10, 20 cm ...). Potrebno je provesti i sanacijske radove na toj zapornici kako bi se eliminirali gubici kroz zapornicu koji su prisutni i u stanju njezine potpune zatvorenosti.
- Podatke o manipulacijama zapornicama te registriranim razinama vode u glavnom bazenu vodozahvata nužno je voditi na dnevnoj bazi, i po isteku kalendarskog mjeseca dostaviti Hrvatskim vodama, VGO Rijeka, zajedno s podacima o dnevnim iscrpljenim količinama voda iz Zvira, a Hrvatske vode bi trebale te iste, nakon provedene kontrole, uputiti DHMZ-u na daljnju obradu, uz prethodni dogovor Hrvatskih voda i DHMZ-a o provedbi takvih obrada.
- Kada, prilikom kontroliranih pražnjenja, razine vode u unutrašnjem bazenu padnu ispod 100 cm, nužno je okularno, svakih sat vremena, pratiti promjene razine vode u oba bazena, i podatke o očitanim vodostajima upisivati u dnevnik motrenja.
- DHMZ će vodeći računa o registriranim vodostajima u crpnom bazenu te stanju otvorenosti obaju zapornica, što će biti dokumentirano u izvještajima koje će dobiti od VIK-a posredstvom Hrvatskih voda, provesti obradu preljevnih količina voda obračunavajući vrijednosti protoka sa satnom vremenskom diskretizacijom.
- DHMZ će uz podatke o preljevnim količinama voda voditi evidenciju i o količinama crpljenja na dnevnoj bazi (prema podacima koje, putem Hrvatskih voda VGO Rijeka, dobije od KD Vodovoda i kanalizacije Rijeka) te programski ostvariti mogućnost da se obračunavaju i ukupne dnevne izdašnosti izvora na način da se one određuju kao zbroj dnevnih podataka o preljevnim količinama i crpljenim količinama voda na Zviru. To je identičan način onome koji se već preko dvadesetak godina primjenjuje na istarskim izvorima uključenim u vodoopskrbni sustav, a do 1991.g, je takav sustav postojao čak i na izvoru Zvir. U situacijama kada se provode crpljenja na vodozahvatu Zvir II, za ocjenu izdašnosti izvora Zvir nužno je umanjiti crpljenja s izvora Zvir za količine vode koje se crpe na Zviru II. Iskaze crpljenih količina nužno je iskazivati na razini dnevnih podataka o crpljenim količinama.
- Uz spomenuti svakodnevni monitoring, nužna su i periodična vodomjerenja količine istjecanja voda preko evakuacijskog sustava glavne zapornice i servisne zapornice. Pri tome je tijekom prvih nekoliko godina nužno pojačati takva vodomjerenja na barem 5 - 6 godišnje, s preciznim bilježenjem uvjeta u kojima su provođena (otvor glavne i servisne zapornice, razina vode na početku i na kraju vodomjerenja na vodokazu/limnigrafu u glavnom crpnom bazenu). Mjerenja je prioritetno provesti za otvore glavne zapornice kod kojih je tijekom provedbe obrada u danom izvještaju utvrđeno da postoji nesklad u dosadašnjim rezultatima mjerenja protoka, ili da su dane

protočne krivulje definirane iz nedovoljnog broja vodomjerenja, ili su pak određene interpolacijom ili ekstrapolacijom (prioritetno otvori 70 i 110 cm).

Iz danog prikaza takvog monitoringa očito je da se radi o prilično složenom načinu registracije i da je velik problem hoće li tzv. ljudski faktor u cijelosti uspjeti realizirati dogovorene zadatke i dokumentirati sve elemente nužne za provedbu procjena količina voda koje istječu na Zviru. Zbog toga je svakako prikladnije provesti automatizaciju dijela monitoringa i upravljanja zapornicama u vidu uspostave sustava njihovog automatskog praćenja. Shematski prikaz prijedloga takvog mogućeg unaprijeđenog sustava monitoringa dan je na Slikama 8.1 i 8.2.



Slika 8.1. Shematski prikaz (tlocrt) automatizacije sustava monitoringa i upravljanja zapornicama na izvoru Zvir (1-glavna zapornica, 2-pomoćna (servisna) zapornica, 3-limnigraf H-6077 u unutarnjem bazenu, 4-računalna jedinica; A-sklop za upravljanje i registraciju glavne zapornice (laserski), B- sklop za upravljanje i registraciju pomoćne zapornice (laserski), C-mjerač razine vode (ultrazvučni))



Slika 8.2. Shematski prikaz (presjek) automatizacije sustava monitoringa i upravljanja zapornicama na izvoru Zvir (A-sklop za upravljanje i registraciju glavne zapornice (laserski), B- sklop za upravljanje i registraciju pomoćne zapornice (laserski), C-mjerač razine vode (ultrazvučni))

Predloženi sustav monitoringa bio bi temeljen na sklopu za upravljanje i logiranje stanja zapornice, koji se sastoji od:

- mikro kontrolera
- mjernog sustava
- sustava za upravljanje zapornicom
- modula za komunikaciju
- modula za pohranu podataka

Mikro kontroler se koristi kao centralni sustav koji povezuje sve module u jednu cjelinu te upravlja ulazno/izlaznim jedinicama.

Mjerni sustav prati visinu zapornice. Može biti optički (laserski) ili nekog drugog tipa ovisno o uvjetima u koje se sklop ugrađuje. Visinu zapornice može pratiti kontinuirano prilikom promjene visine ili na zahtjev.

Sustav za upravljanje zapornicom se sastoji od releja kojima upravlja mikro kontroler koji se vezuju na postojeće kontrole zapornice te služi kao paralelni sustav za udaljeno/automatsko upravljanje. Sustav bi trebao biti tako reguliran da su moguće promjene položaja svijetlog otvora zapornica u dekadskim vrijednostima otvora (10, 20 cm, ...).

Modul za udaljenu komunikaciju služi za udaljeno upravljanje sklopom i prijenos podataka sa kontrolera na udaljeno računalo na kojem se nalazi baza podataka.

Uređajem se upravlja daljinski pri čemu se definira ili visina svijetlog otvora zapornice ili korak za koliko sustav treba izvršiti podizanje ili spuštanje iste. Kada se sustavu da naredba za postavljanje zapornice na određenu visinu ili pomak za određeni korak, mikro kontroler pokreće sustav za mjerenje pomaka zapornice te modul za upravljanje istom. Kada zapornica dođe u traženi položaj, sustav zapisuje vrijednost odnosno visinu na kojoj se zapornica nalazi vezanu sa podatkom o vremenu očitavanja. Podatak se zapisuje u bazu podataka na samom kontroleru te se sinkronizira sa bazom podataka na udaljenom računalu.

Potrebno je imati bežični pristupnu točku – Wi-Fi router za komunikaciju, kao i računar – smješteni u upravljačkoj sobi zgrade crpne postaje Zvir, kontrolnoj sobi zgradi CS.

Sam uređaj (odnosno uređaji jer se planiraju dva takva za svaku zapornicu) mora imati napajanje el. energijom, ali ima memoriju za slučaj nestanka komunikacije. Potrebno je osigurati mogućnost autonomnog upravljanja i registracije ako je prekid u Wi-Fi komunikaciji.

U upravljačkom sustavu nužno je postojanje i informacija o razinama vode u glavnom crpnom bazenu te ukoliko se postojeći limnigraf DHMZ-a ne bi mogao adaptirati na automatsku dojavu informacija o stanju razine vode računalskoj jedinici, najpogodnije bi bilo postaviti ultrazvučni mjerači razine. Mjerači položaja zapornice predviđaju se kao optički (laserski).

Predloženim rješenjem uveliko bi se minimalizirale mogućnosti greške do kojih dolazi zbog subjektivnih okolnosti te osigurala primjerena registracija stanja na izvoru Zvir.

9. ZAKLJUČCI

U elaboratu su prikazane značajke monitoringa izvora Zvir te konstrukcija protočnih krivulja za različite slučajeve svijetlog otvora ispod zapornice te za cjelokupni evakuacijski organ (hidraulički sustav definiran zapornicom, preljevnim otvorom i preljevom praktičnog profila). Konstrukcija protočnih krivulja se bazirala na hidrauličkoj i regresijskoj analizi podataka vodomjerenja, vodostaja, protoka i svijetlog otvora ispod zapornice, prikupljenih u više serija terenskih vodomjerenja.

Konsumpcijske (protočne) krivulje glavne zapornice su, na temelju provedenih serija vodomjerenja, definirane za 7 različitih svijetlih otvora zapornice (0, 10, 20, 30, 40, 50, 100), dok su za ostale svijetle otvore zapornice definirane putem geometrijske ekstrapolacije i interpolacije.

Dani dokument je dao i prijedlog unapređenja monitoringa, i to kako privremenog, tako i trajnog – s provedbom automatizacije registracije stanja na izvoru i položaja glavne i servisne zapornice, kao i nadziranog upravljanja i registracije otvaranja obaju zapornica s dekadskim iskazanim otvorima obaju zapornica pri kojima su definirane i protočne krivulje. U cilju racionalizacije monitoringa, predlaže se ukidanje limnigrafa lociranog u vanjskom bazenu Zvira – neposredno uzvodno od glavne zapornice, iz razloga što se količine istjecanja ili prelijevanja voda iz obaju bazena vodozahvata Zvir mogu definirati vezujući se za taj limnigraf, izuzev kad vodostaj u novom crpnom bazenu padne ispod praga zida ispod crpne postaje, a što je moguće jedino u uvjetima potpunog pražnjenja voda iz vodozahvatnih bazena. U tom slučaju se registracija razine vode u starome crpnom bazenu može obavljati na temelju okularnih čitanja vodostaja s vodokazne letve.

Prilikom obrade podataka na izvorištu Zvir, nužno je respektirati i podatke crpljenja na vodozahvatu Zvir II koji se precrpljuju u crpni bazen Zvira.

Zamjenom zapornice na glavnom evakuacijskom organu izvora Zvir, provedenom 2018.g. smanjeni su nekontrolirani gubici vode iz izvorišta, no oni su i dalje prisutni u vidu gubitaka vode kroz servisnu zapornicu, kao i kroz odvodne cijevi iz otvorenoga bazena kojima dio voda iz izvora istječe ispod glavne zapornice. Kako nakon provedenih rekonstrukcija nije poznata cjelokupna geometrija crpnih bazena i na njima izvedenih objekata za evakuaciju voda s izvora Zvir, svakako bi bilo korisno da se napravi detaljni geodetski snimak cjelokupne vodozahvatne građevine i s njime vezanih objekata.

10. LITERATURA

- Agroskin, I.I., Dimitrijević, G.T., Pikalov, F.I. (1973): Hidraulika, Tehnička knjiga, Zagreb.
- DHMZ (2010): Mjerenje protoka na izlaznom bazenu izvorišta Zvir Rijeka, 12. - 16. travanja 2012, Zagreb, nepublicirano.
- DHMZ (2012): Mjerenje protoka na izlaznom bazenu izvorišta Zvir Rijeka, 24. - 27. travanja 2012, Zagreb, nepublicirano.
- Državni hidrometeorološki zavod (1980): Hidrološki podaci prikupljeni na izvoru Zvir u Rijeci u toku 1978. i 1979. god., Zagreb, nepublicirano.
- *Građevinski fakultet u Rijeci (2017): Definiranje protočne krivulje izvor Zvir, Rijeka, nepublicirano.
- Građevinski fakultet u Rijeci (2018): Optimalizacija monitoringa količina na izvoru Zvir – Vodozahvat Zvir II, Rijeka, nepublicirano.
- Jović, V. (2006): Osnove hidromehanike, Element, Zagreb.
- Mathsoft (1993.): MathCAD 15 - User Guide. Mathsoft Inc., Cambridge, MA.
- Raus, H. (1969): Tehničku hidraulika, Građevinska knjiga, Beograd.

** Dani dokument iz 2017. g. zamjenjuje se predmetnim dokumentom iz 2018. g.*

11. PRILOZI

11.1. Vodomjerenja preljeva izvora Zvir – tijekom 2016. i 2017. godine

OBRADA VODOMJERENJA 1

KNJIZICA BR 8020
 STANICA Zvir
 VODOTOK izvor Zvir
 DATUM 15.9.2016.
 DUBINA VODE U KANALU 16.0 cm
 VODOSTAJ (POČETAK MJERENJA) 221.0 cm
 VODOSTAJ (KRAJ MJERENJA) 221.0 cm
 KRILO OTT NAUTILUS 184155 (sa brojačem OTT SENSA Z300)

VERT.	STAC (m)	DUBINA (m)	V _{SR} (m/s)	BR T	BRZINE (m/s) / DUBINE (m) MJERNIH TOČAKA					
					1	2	3	4	5	6
1	0.4	0.06	0.09	1	0.09 0.03					
2	0.8	0.11	0.18	2	0.29 0.03	0.08 0.08				
3	1.2	0.11	0.19	2	0.32 0.03	0.07 0.08				
4	1.6	0.11	0.23	2	0.35 0.03	0.13 0.08				
5	2.0	0.12	0.21	2	0.38 0.03	0.06 0.09				
6	2.4	0.13	0.24	3	0.39 0.03	0.31 0.06	0.07 0.10			
7	2.8	0.15	0.25	3	0.39 0.03	0.28 0.08	0.10 0.12			
8	2.9	0.16	0.22	3	0.37 0.03	0.22 0.08	0.08 0.13			

SONDAŽNE VERTIKALE – STACIONAŽE/DUBINE										
S	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.20
D	0.00	0.01	0.06	0.09	0.12	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
S	1.40	1.60	1.80	2.00	2.10	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60
D	0.11	0.11	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.13	0.13	0.14
S	2.70	2.80	2.90	2.91						
D	0.14	0.15	0.16	0.00						

ZBIRNI REZULTATI

PROTOKA (m³/s): 0.062

ELEMENTI PROFILA:		BRZINE (m/s):	
POVRŠINA (m ²)	0.30	SREDNJA PROFILSKA	0.208
ŠIRINA (m)	2.71	SREDNJA POVRŠINSKA	0.323
DUBINE (m) - MAKS	0.16	MAKS. PROFILSKA	0.253
DUBINE (m) - SRED	0.11	MAKS. POVRŠINSKA	0.394
OMOČENI OPSEG (m)	2.88	OMJERI 1/3	0.821
HID.RADIJUS (m)	0.10	OMJERI 2/4	0.820
		POVRŠINA BRZINA (m ² /s)	0.525

OBRADA VODOMJERENJA 2

KNJIZICA BR 8021
 STANICA Zvir
 VODOTOK izvor Zvir
 DATUM 15.9.2016.
 DUBINA VODE U KANALU 31.0 cm
 VODOSTAJ (POČETAK MJERENJA) 168.0 cm
 VODOSTAJ (KRAJ MJERENJA) 162.0 cm
 KRILO OTT NAUTILUS 184155 (sa brojačem OTT SENSA Z300)

VERT.	STAC (m)	DUBINA (m)	V _{SR} (m/s)	BR T	BRZINE (m/s) / DUBINE (m) MJERNIH TOČAKA					
					1	2	3	4	5	6
1	0.5	0.26	0.75	3	0.96 0.03	1.20 0.12	0.03 0.23			
2	1.2	0.29	0.99	3	1.43 0.03	1.32 0.15	0.10 0.26			
3	1.8	0.31	1.25	3	1.91 0.03	1.55 0.17	0.03 0.28			
4	2.4	0.30	1.42	3	2.15 0.03	1.79 0.16	0.10 0.27			
5	3.0	0.28	1.42	3	2.15 0.03	1.92 0.14	0.03 0.25			
6	3.6	0.26	1.08	3	1.75 0.03	1.46 0.12	0.03 0.23			

SONDAŽNE VERTIKALE – STACIONAŽE/DUBINE										
S	0.35	0.40	0.50	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00
D	0.00	0.20	0.26	0.30	0.29	0.29	0.31	0.31	0.31	0.31
S	2.20	2.40	2.60	2.80	3.00	3.20	3.40	3.60	3.80	3.82
D	0.31	0.30	0.27	0.28	0.28	0.28	0.27	0.26	0.28	0.00

ZBIRNI REZULTATI

PROTOKA (m³/s): 1.13

ELEMENTI PROFILA:		BRZINE (m/s):	
POVRŠINA (m ²)	0.99	SREDNJA PROFILSKA	1.148
ŠIRINA (m)	3.47	SREDNJA POVRŠINSKA	1.725
DUBINE (m) - MAKS	0.31	MAKS. PROFILSKA	1.423
DUBINE (m) - SRED	0.28	MAKS. POVRŠINSKA	2.150
OMOČENI OPSEG (m)	3.91	OMJERI 1/3	0.807
HID.RADIJUS (m)	0.25	OMJERI 2/4	0.802
		POVRŠINA BRZINA (m ² /s)	3.879

OBRADA VODOMJERENJA 3

KNJIZICA BR 8022
STANICA Zvir
VODOTOK izvor Zvir
DATUM 29.9.2016.
DUBINA VODE U KANALU 18.0 cm
VODOSTAJ (POČETAK MJERENJA) 213.0 cm
VODOSTAJ (KRAJ MJERENJA) 212.0 cm
KRILO OTT NAUTILUS 184155 (sa brojačem OTT SENSA Z300)

VERT.	STAC (m)	DUBINA (m)	V _{SR} (m/s)	BR T	BRZINE (m/s) / DUBINE (m) MJERNIH TOČAKA					
					1	2	3	4	5	6
1	0.5	0.05	0.03	1	0.03 0.02					
2	1.0	0.05	0.03	1	0.03 0.02					
3	1.6	0.05	0.03	1	0.03 0.02					
4	2.2	0.06	0.03	1	0.03 0.03					
5	2.6	0.07	0.03	2	0.03 0.02	0.03 0.04				
6	3.0	0.10	0.04	2	0.04 0.03	0.05 0.07				
7	3.2	0.18	0.04	3	0.04 0.03	0.05 0.09	0.03 0.15			

SONDAŽNE VERTIKALE – STACIONAŽE/DUBINE										
S	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80
D	0.00	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.05	0.05
S	2.00	2.20	2.40	2.60	2.80	3.00	3.20	3.21		
D	0.05	0.06	0.07	0.07	0.08	0.10	0.18	0.00		

ZBIRNI REZULTATI

PROTOKA (m³/s): 0.0056

ELEMENTI PROFILA:		BRZINE (m/s):	
POVRŠINA (m ²)	0.17	SREDNJA PROFILSKA	0.032
ŠIRINA (m)	2.81	SREDNJA POVRŠINSKA	0.034
DUBINE (m) - MAKS	0.18	MAKS. PROFILSKA	0.041
DUBINE (m) - SRED	0.06	MAKS. POVRŠINSKA	0.041
OMOČENI OPSEG (m)	3.01	OMJERI 1/3	0.791
HID.RADIJUS (m)	0.06	OMJERI 2/4	0.819
		POVRŠINA BRZINA (m ² /s)	0.086

OBRADA VODOMJERENJA 4

KNJIZICA BR 8024
STANICA Zvir
VODOTOK izvor Zvir
DATUM 29.9.2016.
DUBINA VODE U KANALU 48.0 cm
VODOSTAJ (POČETAK MJERENJA) 172.0 cm
VODOSTAJ (KRAJ MJERENJA) 163.0 cm
KRILO OTT NAUTILUS 184155 (sa brojačem OTT SENSE Z300)

VERT.	STAC (m)	DUBINA (m)	V _{SR} (m/s)	BR T	BRZINE (m/s) / DUBINE (m) MJERNIH TOČAKA					
					1	2	3	4	5	6
1	0.1	0.09	0.33	2	0.40 0.02	0.32 0.06				
2	0.4	0.21	0.46	3	0.47 0.03	0.42 0.11	0.55 0.18			
3	1.0	0.27	0.61	4	0.70 0.02	0.68 0.09	0.65 0.17	0.45 0.24		
4	1.6	0.28	0.74	4	0.89 0.03	0.87 0.10	0.82 0.18	0.38 0.25		
5	2.2	0.30	0.83	4	1.13 0.03	1.02 0.12	0.91 0.20	0.17 0.27		
6	2.6	0.32	1.03	4	1.14 0.05	1.16 0.14	1.17 0.22	0.61 0.29		
7	3.0	0.40	1.06	5	1.11 0.03	1.13 0.13	1.09 0.22	1.02 0.30	1.00 0.37	
8	3.2	0.48	0.61	6	0.74 0.03	0.67 0.11	0.49 0.21	0.51 0.30	0.70 0.38	0.69 0.45

SONDAŽNE VERTIKALE – STACIONAŽE/DUBINE										
S	0.07	0.10	0.20	0.30	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40
D	0.00	0.09	0.15	0.18	0.21	0.29	0.29	0.27	0.28	0.28
S	1.60	1.80	2.00	2.20	2.40	2.60	2.80	3.00	3.20	3.21
D	0.28	0.30	0.30	0.30	0.30	0.32	0.35	0.40	0.48	0.00

ZBIRNI REZULTATI

PROTOKA (m³/s): 0.70

ELEMENTI PROFILA:		BRZINE (m/s):	
POVRŠINA (m ²)	0.91	SREDNJA PROFILSKA	0.762
ŠIRINA (m)	3.14	SREDNJA POVRŠINSKA	0.822
DUBINE (m) - MAKS	0.48	MAKS. PROFILSKA	1.057
DUBINE (m) - SRED	0.29	MAKS. POVRŠINSKA	1.140
OMOČENI OPSEG (m)	3.74	OMJERI 1/3	0.721
HID.RADIJUS (m)	0.24	OMJERI 2/4	0.721
		POVRŠINA BRZINA (m ² /s)	2.261

OBRADA VODOMJERENJA 5

KNJIZICA BR 8025
STANICA Zvir
VODOTOK izvor Zvir
DATUM 30.9.2016.
DUBINA VODE U KANALU 48.0 cm
VODOSTAJ (POČETAK MJERENJA) 176.0 cm
VODOSTAJ (KRAJ MJERENJA) 173.0 cm
KRILO OTT NAUTILUS 184155 (sa brojačem OTT SENSE Z300)

VERT.	STAC (m)	DUBINA (m)	V _{SR} (m/s)	BR T	BRZINE (m/s) / DUBINE (m) MJERNIH TOČAKA					
					1	2	3	4	5	6
1	0.2	0.18	0.50	3	0.50 0.03	0.53 0.09	0.55 0.15			
2	1.0	0.27	0.67	3	0.88 0.02	0.95 0.14	0.09 0.24			
3	1.8	0.32	0.95	3	1.47 0.03	1.16 0.17	0.09 0.29			
4	2.6	0.34	0.89	3	1.12 0.03	1.03 0.19	0.42 0.31			
5	3.0	0.40	0.93	4	1.05 0.03	0.99 0.15	0.99 0.27	0.71 0.37		
6	3.2	0.48	0.39	4	0.55 0.03	0.29 0.17	0.47 0.33	0.28 0.45		

SONDAŽNE VERTIKALE – STACIONAŽE/DUBINE										
S	0.07	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80
D	0.00	0.18	0.25	0.28	0.28	0.27	0.28	0.28	0.29	0.32
S	2.00	2.20	2.40	2.60	2.80	2.90	3.00	3.10	3.20	3.21
D	0.33	0.34	0.34	0.34	0.36	0.37	0.40	0.44	0.48	0.00

ZBIRNI REZULTATI

PROTOKA (m³/s): 0.75

ELEMENTI PROFILA:		BRZINE (m/s):	
POVRŠINA (m ²)	0.95	SREDNJA PROFILSKA	0.791
ŠIRINA (m)	3.14	SREDNJA POVRŠINSKA	0.928
DUBINE (m) - MAKS	0.48	MAKS. PROFILSKA	0.954
DUBINE (m) - SRED	0.30	MAKS. POVRŠINSKA	1.470
OMOČENI OPSEG (m)	3.74	OMJERI 1/3	0.829
HID.RADIJUS (m)	0.25	OMJERI 2/4	0.632
		POVRŠINA BRZINA (m ² /s)	2.389

OBRADA VODOMJERENJA 6

KNJIZICA BR 8026
STANICA Zvir
VODOTOK izvor Zvir
DATUM 4.7.2017.
DUBINA VODE U KANALU 54.0 cm
VODOSTAJ (POČETAK MJERENJA) 218.0 cm
VODOSTAJ (KRAJ MJERENJA) 217.0 cm
OTVORENOST GLAVNE ZAPORNICE 10 cm
KRILO OTT NAUTILUS 184155 (sa brojačem OTT SENA Z300)

VERT.	STAC (m)	DUBINA (m)	V _{SR} (m/s)	BR T	BRZINE (m/s) / DUBINE (m) MJERNIH TOČAKA					
					1	2	3	4	5	6
1	0.3	0.23	0.54	3	0.52 0.03	0.67 0.13	0.46 0.20			
2	0.9	0.34	0.99	4	1.26 0.04	1.24 0.14	0.79 0.24	0.56 0.31		
3	1.5	0.32	1.20	4	1.57 0.04	1.60 0.12	1.09 0.22	0.36 0.29		
4	2.1	0.38	1.09	4	1.25 0.03	1.15 0.18	1.03 0.28	0.89 0.35		
5	2.7	0.40	1.18	4	1.30 0.05	1.26 0.20	1.21 0.30	0.84 0.37		
6	3.1	0.52	0.92	5	0.95 0.04	0.92 0.17	1.01 0.32	0.94 0.42	0.74 0.49	

SONDAŽNE VERTIKALE – STACIONAŽE/DUBINE										
S	0.04	0.10	0.30	0.50	0.70	0.90	1.10	1.30	1.50	1.70
D	0.00	0.16	0.23	0.32	0.33	0.34	0.32	0.32	0.32	0.36
S	1.90	2.10	2.30	2.50	2.70	2.90	3.10	3.20	3.21	
D	0.38	0.38	0.38	0.38	0.40	0.46	0.52	0.54	0.00	

ZBIRNI REZULTATI

PROTOKA (m³/s): 1.11

ELEMENTI PROFILA:		BRZINE (m/s):	
POVRŠINA (m ²)	1.11	SREDNJA PROFILSKA	1.001
ŠIRINA (m)	3.17	SREDNJA POVRŠINSKA	1.142
DUBINE (m) - MAKS	0.54	MAKS. PROFILSKA	1.197
DUBINE (m) - SRED	0.35	MAKS. POVRŠINSKA	1.570
OMOČENI OPSEG (m)	3.87	OMJERI 1/3	0.837
HID.RADIJUS (m)	0.29	OMJERI 2/4	0.727
		POVRŠINA BRZINA (m ² /s)	3.029

OBRADA VODOMJERENJA 7

KNJIZICA BR 8027
STANICA Zvir
VODOTOK izvor Zvir
DATUM 4.7.2017.
DUBINA VODE U KANALU 46.0 cm
VODOSTAJ (POČETAK MJERENJA) 215.0 cm
VODOSTAJ (KRAJ MJERENJA) 215.0 cm
OTVORENOST GLAVNE ZAPORNICE 5 cm
KRILO OTT NAUTILUS 184155 (sa brojačem OTT SENA Z300)

VERT.	STAC (m)	DUBINA (m)	V _{SR} (m/s)	BR T	BRZINE (m/s) / DUBINE (m) MJERNIH TOČAKA					
					1	2	3	4	5	6
1	0.3	0.17	0.52	2	0.58 0.02	0.51 0.14				
2	0.9	0.28	0.50	3	0.76 0.03	0.67 0.13	0.06 0.25			
3	1.5	0.28	0.74	3	0.97 0.03	0.89 0.13	0.38 0.25			
4	2.1	0.33	0.85	3	1.14 0.03	1.12 0.18	0.13 0.30			
5	2.7	0.33	1.15	3	1.29 0.03	1.43 0.18	0.61 0.30			
6	3.1	0.42	0.89	4	0.81 0.02	1.04 0.12	0.86 0.27	0.87 0.39		

SONDAŽNE VERTIKALE – STACIONAŽE/DUBINE										
S	0.02	0.10	0.30	0.50	0.70	0.90	1.10	1.30	1.50	1.70
D	0.00	0.13	0.17	0.27	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.30
S	1.90	2.10	2.30	2.50	2.70	2.90	3.10	3.20	3.21	
D	0.30	0.33	0.31	0.32	0.33	0.37	0.42	0.46	0.00	

ZBIRNI REZULTATI

PROTOKA (m³/s): 0.72

ELEMENTI PROFILA:		BRZINE (m/s):	
POVRŠINA (m ²)	0.93	SREDNJA PROFILSKA	0.772
ŠIRINA (m)	3.19	SREDNJA POVRŠINSKA	0.925
DUBINE (m) - MAKS	0.46	MAKS. PROFILSKA	1.148
DUBINE (m) - SRED	0.29	MAKS. POVRŠINSKA	1.290
OMOČENI OPSEG (m)	3.76	OMJERI 1/3	0.673
HID.RADIJUS (m)	0.25	OMJERI 2/4	0.717
		POVRŠINA BRZINA (m ² /s)	2.302

OBRADA VODOMJERENJA 8

KNJIZICA BR	8028
STANICA	Zvir
VODOTOK	izvor Zvir
DATUM	4.7.2017.
DUBINA VODE U KANALU	47.0 cm
VODOSTAJ (POČETAK MJERENJA)	190.0 cm
VODOSTAJ (KRAJ MJERENJA)	190.0 cm
OTVORENOST GLAVNE ZAPORNICE	5 cm
KRILO	OTT NAUTILUS 184155 (sa brojačem OTT SENA Z300)

VERT.	STAC (m)	DUBINA (m)	V _{SR} (m/s)	BR T	BRZINE (m/s) / DUBINE (m) MJERNIH TOČAKA					
					1	2	3	4	5	6
1	0.3	0.20	0.38	2	0.43 0.02	0.36 0.17				
2	0.9	0.28	0.53	3	0.74 0.03	0.62 0.13	0.27 0.25			
3	1.5	0.28	0.68	3	0.95 0.03	0.85 0.13	0.25 0.25			
4	2.1	0.31	0.82	3	1.06 0.03	1.08 0.16	0.23 0.28			
5	2.7	0.31	1.04	3	1.30 0.03	1.27 0.16	0.47 0.28			
6	3.1	0.40	0.99	4	1.17 0.03	0.85 0.12	1.07 0.25	0.96 0.37		

SONDAŽNE VERTIKALE – STACIONAŽE/DUBINE										
S	0.05	0.10	0.30	0.50	0.70	0.90	1.10	1.30	1.50	1.70
D	0.00	0.11	0.20	0.29	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
S	1.90	2.10	2.30	2.50	2.70	2.90	3.10	3.20	3.21	
D	0.31	0.31	0.31	0.30	0.31	0.36	0.40	0.47	0.00	

ZBIRNI REZULTATI

PROTOKA (m³/s): 0.67

ELEMENTI PROFILA:		BRZINE (m/s):	
POVRŠINA (m ²)	0.91	SREDNJA PROFILSKA	0.732
ŠIRINA (m)	3.16	SREDNJA POVRŠINSKA	0.942
DUBINE (m) - MAKS	0.47	MAKS. PROFILSKA	1.036
DUBINE (m) - SRED	0.29	MAKS. POVRŠINSKA	1.300
OMOČENI OPSEG (m)	3.76	OMJERI 1/3	0.706
HID.RADIJUS (m)	0.24	OMJERI 2/4	0.724
		POVRŠINA BRZINA (m ² /s)	2.162

OBRADA VODOMJERENJA 9 – servisna zapornica

KNJIZICA BR 8029
STANICA Zvir – pomoćna (servisna) zapornica
VODOTOK izvor Zvir
DATUM 4.7.2017.
DUBINA VODE U KANALU 58.0 cm
VODOSTAJ (POČETAK MJERENJA) 162.0 cm
VODOSTAJ (KRAJ MJERENJA) 162.0 cm
OTVORENOST POMOĆNE ZAPORNICE 0 cm (procjeđivanje kroz zapornicu)
KRILO OTT NAUTILUS 184155 (sa brojačem OTT SENA Z300)

VERT.	STAC (m)	DUBINA (m)	V _{SR} (m/s)	BR T	BRZINE (m/s) / DUBINE (m) MJERNIH TOČAKA					
					1	2	3	4	5	6
1	0.4	0.58	0.03	4	0.03 0.08	0.03 0.23	0.03 0.38	0.03 0.50		
2	0.8	0.57	0.03	4	0.03 0.07	0.03 0.22	0.03 0.37	0.03 0.49		
3	1.4	0.45	0.11	3	0.12 0.08	0.09 0.25	0.15 0.37			
4	1.8	0.38	0.03	3	0.03 0.08	0.03 0.18	0.03 0.30			
5	2.2	0.40	0.03	3	0.03 0.08	0.03 0.20	0.05 0.32			

SONDAŽNE VERTIKALE – STACIONAŽE/DUBINE										
S	0.19	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80
D	0.00	0.58	0.58	0.57	0.57	0.57	0.47	0.45	0.39	0.38
S	2.00	2.20	2.40	2.41						
D	0.42	0.40	0.40	0.00						

ZBIRNI REZULTATI

PROTOKA (m³/s): 0.049

ELEMENTI PROFILA:		BRZINE (m/s):	
POVRŠINA (m ²)	1.06	SREDNJA PROFILSKA	0.046
ŠIRINA (m)	2.22	SREDNJA POVRŠINSKA	0.048
DUBINE (m) - MAKS	0.58	MAKS. PROFILSKA	0.113
DUBINE (m) - SRED	0.48	MAKS. POVRŠINSKA	0.120
OMOČENI OPSEG (m)	3.22	OMJERI 1/3	0.411
HID.RADIJUS (m)	0.33	OMJERI 2/4	0.400
		POVRŠINA BRZINA (m ² /s)	0.103

11.2. Vodomjerenja preljeva izvora Zvir – tijekom 2018. godine

OBRADA VODOMJERENJA 1

KNJIZICA BR 8081
 STANICA Zvir
 VODOTOK izvor Zvir
 DATUM 3.5.2018.
 VODOSTAJ (POČETAK MJERENJA) 84.0 cm
 VODOSTAJ (KRAJ MJERENJA) 83.0 cm
 OTVORENOST GLAVNE ZAPORNICE skroz otvorena
 OTVORENOST SERVISNE ZAPORNICE 40 cm
 KRILO OTT NAUTILUS 184155 (sa brojačem OTT SENA Z300)

P R O R A C U N B R Z I N A

VERT	STAC (M)	DUBINA (M)	VSR (M/S)	BRT	BRZINE (M/S) / DUBINE (M) MJERNIH TOCAKA					
					1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
1	0.2	0.22	0.60	2	0.62	0.63				
					0.04	0.18				
2	0.8	0.35	1.23	3	1.21	1.45	1.07			
					0.04	0.17	0.31			
3	1.4	0.35	1.79	3	2.05	2.08	1.31			
					0.04	0.17	0.31			
4	2.0	0.39	1.48	3	1.73	1.70	0.99			
					0.04	0.21	0.35			
5	2.6	0.42	0.84	3	0.90	0.89	0.75			
					0.04	0.24	0.38			
6	3.0	0.45	0.34	3	0.25	0.51	0.21			
					0.04	0.27	0.41			

SONDAZNE VERTIKALE - STACIONAZE/DUBINE

S	0.10	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80
D	0.00	0.22	0.37	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.38
S	2.00	2.20	2.40	2.60	2.80	3.00	3.20	3.30		
D	0.39	0.40	0.40	0.42	0.43	0.45	0.55	0.00		

Z B I R N I R E Z U L T A T I

P R O T O K A (M3/S)	1.2736		
ELEMENTI PROFILA:		BRZINE (M/S):	
1 POVRSINA (M2)	1.1835	1 SREDNJA PROFILSKA	1.076
2 SIRINA (M)	3.2000	2 POVRSINSKA	1.127
3 DUBINE (M) MAKS	0.55	3 MAKSIM PROFILSKA	1.792
4 SRED	0.37	4 POVRSINSKA	2.050
		5 OMJERI 1/3	0.601
6 OMOČENI OPSEG (M)	3.8803	6 2/4	0.550
7 HID. RADIJUS (M)	0.31	7 POVRSINA BRZINA (M2/S)	3.442

OBRADA VODOMJERENJA 2

KNJIZICA BR 8082
STANICA Zvir
VODOTOK izvor Zvir
DATUM 4.5.2018.
VODOSTAJ (POČETAK MJERENJA) 78.0 cm
VODOSTAJ (KRAJ MJERENJA) 78.0 cm
OTVORENOST GLAVNE ZAPORNICE skroz otvorena
OTVORENOST SERVISNE ZAPORNICE 50 cm
KRILO OTT NAUTILUS 184155 (sa brojačem OTT SENA Z300)

P R O R A C U N B R Z I N A

VERT	STAC (M)	DUBINA (M)	VSR (M/S)	BRT	BRZINE (M/S) / DUBINE (M) MJERNIH TOCAKA					
					1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
1	0.2	0.18	0.50	2	0.55	0.53				
					0.02	0.13				
2	0.8	0.30	0.96	3	1.09	1.16	0.75			
					0.03	0.13	0.25			
3	1.4	0.27	1.28	3	1.64	1.55	0.95			
					0.03	0.10	0.22			
4	2.0	0.29	1.48	3	1.81	1.79	1.09			
					0.03	0.12	0.24			
5	2.4	0.35	1.06	3	1.16	1.32	0.73			
					0.03	0.18	0.30			
6	3.0	0.42	0.22	3	0.14	0.39	0.08			
					0.03	0.25	0.37			

SONDAZNE VERTIKALE - STACIONAZE/DUBINE

S	0.07	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80
D	0.00	0.18	0.28	0.34	0.30	0.28	0.28	0.27	0.27	0.27
S	2.00	2.20	2.40	2.60	2.80	3.00	3.19	3.20		
D	0.29	0.34	0.35	0.38	0.39	0.42	0.49	0.00		

Z B I R N I R E Z U L T A T I

P R O T O K A (M3/S) 0.87241

ELEMENTI PROFILA:

1	POVRSINA (M2)	0.96860
2	SIRINA (M)	3.1300
3	DUBINE (M) MAKS	0.49
4	SRED	0.31
6	OMOCENI OPSEG (M)	3.7644
7	HID. RADIJUS (M)	0.26

BRZINE (M/S):

1	SREDNJA PROFILSKA	0.901
2	POVRSINSKA	1.065
3	MAKSIM PROFILSKA	1.483
4	POVRSINSKA	1.810
5	OMJERI 1/3	0.607
6	2/4	0.588
7	POVRSINA BRZINA (M2/S)	2.884

OBRADA VODOMJERENJA 3

KNJIZICA BR 8083
STANICA Zvir
VODOTOK izvor Zvir
DATUM 4.5.2018.
VODOSTAJ (POČETAK MJERENJA) 71.0 cm
VODOSTAJ (KRAJ MJERENJA) 71.0 cm
OTVORENOST GLAVNE ZAPORNICE skroz otvorena
OTVORENOST SERVISNE ZAPORNICE 60 cm
KRILO OTT NAUTILUS 184155 (sa brojačem OTT SENA Z300)

P R O R A C U N B R Z I N A

VERT	STAC (M)	DUBINA (M)	VSR (M/S)	BRT	BRZINE (M/S) / DUBINE (M) MJERNIH TOCAKA					
					1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
1	0.2	0.12	0.41	2	0.50	0.36				
					0.03	0.09				
2	0.8	0.24	0.74	3	0.91	0.88	0.53			
					0.03	0.09	0.21			
3	1.4	0.25	0.79	3	1.13	1.07	0.27			
					0.03	0.10	0.22			
4	2.0	0.29	0.87	3	1.26	1.16	0.14			
					0.03	0.14	0.26			
5	2.4	0.30	0.93	3	1.16	1.11	0.50			
					0.03	0.15	0.27			
6	3.0	0.36	0.35	3	0.28	0.49	0.22			
					0.03	0.21	0.33			

SONDAZNE VERTIKALE - STACIONAZE/DUBINE

S	0.05	0.10	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60
D	0.00	0.05	0.12	0.22	0.26	0.24	0.25	0.25	0.25	0.25
S	1.80	2.00	2.20	2.40	2.60	2.80	3.00	3.19	3.20	
D	0.27	0.29	0.30	0.30	0.32	0.34	0.36	0.44	0.00	

Z B I R N I R E Z U L T A T I

P R O T O K A (M3/S) 0.57426

ELEMENTI PROFILA:

1	POVRSINA (M2)	0.84395
2	SIRINA (M)	3.1500
3	DUBINE (M) MAKS	0.44
4	SRED	0.27
6	OMOCENI OPSEG (M)	3.6731
7	HID. RADIJUS (M)	0.23

BRZINE (M/S):

1	SREDNJA PROFILSKA	0.680
2	POVRSINSKA	0.873
3	MAKSIM PROFILSKA	0.930
4	POVRSINSKA	1.260
5	OMJERI 1/3	0.732
6	2/4	0.693
7	POVRSINA BRZINA (M2/S)	2.109

OBRADA VODOMJERENJA 4

KNJIZICA BR 8084
STANICA Zvir
VODOTOK izvor Zvir
DATUM 4.5.2018.
VODOSTAJ (POČETAK MJERENJA) 66.0 cm
VODOSTAJ (KRAJ MJERENJA) 66.0 cm
OTVORENOST GLAVNE ZAPORNICE skroz otvorena
OTVORENOST SERVISNE ZAPORNICE 70 cm
KRILO OTT NAUTILUS 184155 (sa brojačem OTT SENA Z300)

P R O R A C U N B R Z I N A

VERT (M)	STAC (M)	DUBINA (M)	VSR (M/S)	BRT	BRZINE (M/S) / DUBINE (M) MJERNIH TOCAKA					
					1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
1	0.2	0.05	0.34	1	0.34					
					0.02					
2	0.8	0.16	0.51	3	0.56	0.57	0.46			
					0.03	0.07	0.13			
3	1.4	0.18	0.62	3	0.80	0.76	0.34			
					0.03	0.09	0.15			
4	2.0	0.21	0.63	3	0.87	0.69	0.31			
					0.03	0.12	0.18			
5	2.4	0.22	0.48	3	0.58	0.51	0.37			
					0.03	0.13	0.19			
6	3.0	0.28	0.41	3	0.46	0.41	0.40			
					0.03	0.19	0.25			

SONDAZNE VERTIKALE - STACIONAZE/DUBINE

S	0.15	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80
D	0.00	0.05	0.13	0.18	0.16	0.20	0.18	0.18	0.19	0.21
S	2.00	2.20	2.40	2.60	2.80	3.00	3.19	3.20		
D	0.21	0.22	0.22	0.22	0.22	0.28	0.33	0.00		

Z B I R N I R E Z U L T A T I

P R O T O K A (M³/S) 0.30112

ELEMENTI PROFILA:

1	POVRSINA (M ²)	0.59785
2	SIRINA (M)	3.0500
3	DUBINE (M) MAKS	0.33
4	SRED	0.20
6	OMOCENI OPSEG (M)	3.4352
7	HID.RADIJUS (M)	0.17

BRZINE (M/S):

1	SREDNJA PROFILSKA	0.504
2	POVRSINSKA	0.602
3	MAKSIM PROFILSKA	0.634
4	POVRSINSKA	0.875
5	OMJERI 1/3	0.794
6	2/4	0.688
7	POVRSINA BRZINA (M ² /S)	1.512

OBRADA VODOMJERENJA 5

KNJIZICA BR 8085
STANICA Zvir
VODOTOK izvor Zvir
DATUM 4.5.2018.
VODOSTAJ (POČETAK MJERENJA) 60.0 cm
VODOSTAJ (KRAJ MJERENJA) 60.0 cm
OTVORENOST GLAVNE ZAPORNICE skroz otvorena
OTVORENOST SERVISNE ZAPORNICE 80 cm
KRILO OTT NAUTILUS 184155 (sa brojačem OTT SENA Z300)

P R O R A C U N B R Z I N A

VERT	STAC (M)	DUBINA (M)	VSR (M/S)	BRT	BRZINE (M/S) / DUBINE (M) MJERNIH TOCAKA					
					1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
1	0.4	0.05	0.30	1	0.30					
					0.02					
2	0.8	0.11	0.36	2	0.46	0.32				
					0.03	0.08				
3	1.4	0.12	0.44	2	0.58	0.35				
					0.03	0.09				
4	2.0	0.12	0.41	2	0.55	0.31				
					0.03	0.09				
5	2.4	0.13	0.34	2	0.44	0.28				
					0.03	0.10				
6	3.0	0.18	0.12	2	0.22	0.03				
					0.03	0.15				

SONDAZNE VERTIKALE - STACIONAZE/DUBINE

S	0.30	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00
D	0.00	0.05	0.11	0.11	0.11	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
S	2.20	2.40	2.60	2.80	3.00	3.19	3.20			
D	0.13	0.13	0.15	0.16	0.18	0.26	0.00			

Z B I R N I R E Z U L T A T I

P R O T O K A (M3/S) 0.11544

ELEMENTI PROFILA:

1	POVRSINA (M2)	0.36860
2	SIRINA (M)	2.9000
3	DUBINE (M) MAKS	0.26
4	SRED	0.13
6	OMOCENI OPSEG (M)	3.1897
7	HID.RADIJUS (M)	0.12

BRZINE (M/S):

1	SREDNJA PROFILSKA	0.313
2	POVRSINSKA	0.425
3	MAKSIM PROFILSKA	0.443
4	POVRSINSKA	0.583
5	OMJERI 1/3	0.707
6	2/4	0.729
7	POVRSINA BRZINA (M2/S)	0.9475

OBRADA VODOMJERENJA 6

KNJIZICA BR 8086
STANICA Zvir
VODOTOK izvor Zvir
DATUM 4.5.2018.
VODOSTAJ (POČETAK MJERENJA) 55.0 cm
VODOSTAJ (KRAJ MJERENJA) 55.0 cm
OTVORENOST GLAVNE ZAPORNICE skroz otvorena
OTVORENOST SERVISNE ZAPORNICE 90 cm
KRILO OTT NAUTILUS 184155 (sa brojačem OTT SENA Z300)

PRORACUN BRZINA

VERT (M)	STAC (M)	DUBINA (M)	VSR (M/S)	BRT	BRZINE (M/S) / DUBINE (M) MJERNIH TOČAKA						
					1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	
1	0.4	0.05	0.11	1	0.11						
					0.02						
2	0.8	0.09	0.22	2	0.25	0.22					
					0.03	0.06					
3	1.4	0.08	0.34	2	0.44	0.29					
					0.03	0.05					
4	2.0	0.11	0.29	2	0.49	0.14					
					0.02	0.08					
5	2.4	0.12	0.30	2	0.39	0.24					
					0.03	0.09					
6	3.0	0.15	0.11	2	0.19	0.04					
					0.03	0.12					

SONDAŽNE VERTIKALE - STACIONAZE/DUBINE

S	0.35	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00
D	0.00	0.05	0.10	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.11	0.11
S	2.20	2.40	2.60	2.80	3.00	3.19	3.20			
D	0.12	0.12	0.12	0.12	0.15	0.25	0.00			

ZBIRNI REZULTATI

P R O T O K A (M3/S) 0.69849E-01

ELEMENTI PROFILA:

1	POVRSINA (M2)	0.30650
2	SIRINA (M)	2.8500
3	DUBINE (M) MAKS	0.25
4	SRED	0.11
6	OMOCENI OPSEG (M)	3.1470
7	HID.RADIJUS (M)	0.10

BRZINE (M/S):

1	SREDNJA PROFILSKA	0.228
2	POVRSINSKA	0.312
3	MAKSIM PROFILSKA	0.338
4	POVRSINSKA	0.493
5	OMJERI 1/3	0.673
6	2/4	0.634
7	POVRSINA BRZINA (M2/S)	0.6731

OBRADA VODOMJERENJA 7

KNJIZICA BR 8111
STANICA Zvir
VODOTOK izvor Zvir
DATUM 29.5.2018.
VODOSTAJ (POČETAK MJERENJA) 82.0 cm
VODOSTAJ (KRAJ MJERENJA) 82.0 cm
OTVORENOST GLAVNE ZAPORNICE skroz otvorena
OTVORENOST SERVISNE ZAPORNICE 20 cm
KRILO OTT NAUTILUS 184155 (sa brojačem OTT SENA Z300)

PRORACUN BRZINA

VERT	STAC (M)	DUBINA (M)	VSR (M/S)	BRT	BRZINE (M/S) / DUBINE (M) MJERNIH TOCAKA					
					1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
1	0.1	0.15	0.52	2	0.43	0.69				
					0.03	0.11				
2	0.6	0.37	0.98	3	0.94	1.30	0.67			
					0.03	0.18	0.33			
3	1.2	0.36	1.63	3	2.01	2.11	0.75			
					0.03	0.17	0.32			
4	1.8	0.38	1.47	3	1.77	1.74	0.90			
					0.03	0.19	0.34			
5	2.4	0.40	0.91	3	0.95	1.07	0.70			
					0.03	0.21	0.36			
6	3.0	0.46	0.44	3	0.37	0.57	0.34			
					0.03	0.27	0.42			

SONDAZNE VERTIKALE - STACIONAZE/DUBINE

S	0.00	0.05	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60
D	0.00	0.15	0.25	0.32	0.37	0.37	0.37	0.36	0.34	0.36
S	1.80	2.00	2.20	2.40	2.60	2.80	3.00	3.20	3.21	
D	0.38	0.40	0.39	0.40	0.43	0.43	0.46	0.55	0.00	

ZBIRNI REZULTATI

P R O T O K A (M³/S) 1.2265

ELEMENTI PROFILA:

1 POVRSINA (M²) 1.1925
2 SIRINA (M) 3.2100
3 DUBINE (M) MAKS 0.55
4 SRED 0.37

6 OMOČENI OPSEG (M) 3.9351
7 HID.RADIJUS (M) 0.30

BRZINE (M/S):

1 SREDNJA PROFILSKA 1.029
2 POVRSINSKA 1.078
3 MAKSIM PROFILSKA 1.627
4 POVRSINSKA 2.010
5 OMJERI 1/3 0.632
6 2/4 0.536
7 POVRSINA BRZINA (M²/S) 3.302

OBRADA VODOMJERENJA 8

KNJIZICA BR 8112
STANICA Zvir
VODOTOK izvor Zvir
DATUM 29.5.2018.
VODOSTAJ (POČETAK MJERENJA) 74.0 cm
VODOSTAJ (KRAJ MJERENJA) 74.0 cm
OTVORENOST GLAVNE ZAPORNICE skroz otvorena
OTVORENOST SERVISNE ZAPORNICE 30 cm
KRILO OTT NAUTILUS 184155 (sa brojačem OTT SENA Z300)

PRORACUN BRZINA

VERT (M)	STAC (M)	DUBINA (M)	VSR (M/S)	BRT	BRZINE (M/S) / DUBINE (M) MJERNIH TOČAKA					
					1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
1	0.1	0.10	0.49	2	0.59	0.53				
					0.03	0.05				
2	0.6	0.30	0.84	3	0.93	0.99	0.71			
					0.03	0.13	0.25			
3	1.2	0.27	1.27	3	1.55	1.68	0.86			
					0.03	0.10	0.22			
4	1.8	0.30	1.37	3	1.79	1.93	0.56			
					0.03	0.13	0.25			
5	2.4	0.33	0.88	3	0.97	1.13	0.59			
					0.03	0.16	0.28			
6	3.0	0.39	0.30	3	0.24	0.39	0.27			
					0.03	0.22	0.34			

SONDAŽNE VERTIKALE - STACIONAZE/DUBINE

S	0.00	0.05	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60
D	0.00	0.10	0.15	0.24	0.30	0.28	0.28	0.27	0.26	0.26
S	1.80	2.00	2.20	2.40	2.60	2.80	3.00	3.20	3.21	
D	0.30	0.31	0.33	0.33	0.35	0.36	0.39	0.48	0.00	

ZBIRNI REZULTATI

P R O T O K A (M³/S) 0.82389

ELEMENTI PROFILA:

1 POVRSINA (M ²)	0.93865
2 SIRINA (M)	3.2100
3 DUBINE (M) MAKS	0.48
4 SRED	0.29
6 OMOČENI OPSEG (M)	3.8077
7 HID.RADIJUS (M)	0.25

BRZINE (M/S):

1 SREDNJA PROFILSKA	0.878
2 POVRSINSKA	1.012
3 MAKSIM PROFILSKA	1.367
4 POVRSINSKA	1.790
5 OMJERI 1/3	0.642
6 2/4	0.565
7 POVRSINA BRZINA (M ² /S)	2.860

OBRADA VODOMJERENJA 9

KNJIZICA BR 8113
STANICA Zvir
VODOTOK izvor Zvir
DATUM 29.5.2018.
VODOSTAJ (POČETAK MJERENJA) 63.0 cm
VODOSTAJ (KRAJ MJERENJA) 63.0 cm
OTVORENOST GLAVNE ZAPORNICE skroz otvorena
OTVORENOST SERVISNE ZAPORNICE 40 cm
KRILO OTT NAUTILUS 184155 (sa brojačem OTT SENA Z300)

PRORACUN BRZINA

VERT (M)	STAC (M)	DUBINA (M)	VSR (M/S)	BRT	BRZINE (M/S) / DUBINE (M) MJERNIH TOČAKA					
					1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
1	0.2	0.06	0.38	1	0.38					
					0.02					
2	0.6	0.23	0.58	3	0.68	0.65	0.49			
					0.03	0.10	0.19			
3	1.2	0.21	0.75	3	1.04	0.96	0.45			
					0.03	0.08	0.17			
4	1.8	0.23	0.88	3	1.29	1.21	0.28			
					0.03	0.10	0.19			
5	2.4	0.27	0.89	3	1.06	1.01	0.66			
					0.03	0.14	0.23			
6	3.0	0.31	0.26	3	0.31	0.32	0.11			
					0.03	0.18	0.27			

SONDAŽNE VERTIKALE - STACIONAZE/DUBINE

S	0.05	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80
D	0.00	0.06	0.16	0.23	0.21	0.20	0.21	0.20	0.21	0.23
S	2.00	2.20	2.40	2.60	2.80	3.00	3.20	3.21		
D	0.25	0.26	0.27	0.27	0.28	0.31	0.40	0.00		

ZBIRNI REZULTATI

PROTOKA (M3/S) 0.45751

ELEMENTI PROFILA:

1 POVRSINA (M2) 0.71050
2 SIRINA (M) 3.1600
3 DUBINE (M) MAKS 0.40
4 SRED 0.22
6 OMOČENI OPSEG (M) 3.6235
7 HID.RADIJUS (M) 0.20

BRZINE (M/S):

1 SREDNJA PROFILSKA 0.644
2 POVRSINSKA 0.793
3 MAKSIM PROFILSKA 0.891
4 POVRSINSKA 1.290
5 OMJERI 1/3 0.723
6 2/4 0.615
7 POVRSINA BRZINA (M2/S) 2.006

OBRADA VODOMJERENJA 10

KNJIZICA BR 8114
STANICA Zvir
VODOTOK izvor Zvir
DATUM 29.5.2018.
VODOSTAJ (POČETAK MJERENJA) 56.0 cm
VODOSTAJ (KRAJ MJERENJA) 56.0 cm
OTVORENOST GLAVNE ZAPORNICE skroz otvorena
OTVORENOST SERVISNE ZAPORNICE 50 cm
KRILO OTT NAUTILUS 184155 (sa brojačem OTT SENA Z300)

PRORACUN BRZINA

VERT (M)	STAC (M)	DUBINA (M)	VSR (M/S)	BRT	BRZINE (M/S) / DUBINE (M) MJERNIH TOČAKA					
					1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
1	0.4	0.07	0.41	2	0.57	0.42				
					0.02	0.03				
2	0.8	0.13	0.41	2	0.46	0.43				
					0.03	0.09				
3	1.4	0.13	0.48	2	0.56	0.49				
					0.03	0.09				
4	2.0	0.16	0.44	3	0.58	0.60	0.24			
					0.03	0.08	0.12			
5	2.6	0.17	0.37	3	0.44	0.39	0.34			
					0.03	0.09	0.13			
6	3.0	0.19	0.17	3	0.24	0.18	0.11			
					0.03	0.11	0.15			

SONDAZNE VERTIKALE - STACIONAZE/DUBINE

S	0.25	0.30	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80
D	0.00	0.02	0.07	0.15	0.13	0.13	0.13	0.13	0.14	0.15
S	2.00	2.20	2.40	2.60	2.80	3.00	3.20	3.21		
D	0.16	0.16	0.16	0.17	0.17	0.19	0.30	0.00		

ZBIRNI REZULTATI

PROTOKA (M3/S) 0.16086

ELEMENTI PROFILA:

1 POVRSINA (M2)	0.43750
2 SIRINA (M)	2.9600
3 DUBINE (M) MAKS	0.30
4 SRED	0.15
6 OMOČENI OPSEG (M)	3.3125
7 HID.RADIJUS (M)	0.13

BRZINE (M/S):

1 SREDNJA PROFILSKA	0.368
2 POVRSINSKA	0.474
3 MAKSIM PROFILSKA	0.484
4 POVRSINSKA	0.576
5 OMJERI 1/3	0.759
6 2/4	0.822
7 POVRSINA BRZINA (M2/S)	1.119

OBRADA VODOMJERENJA 11

KNJIZICA BR 8115
STANICA Zvir
VODOTOK izvor Zvir
DATUM 29.5.2018.
VODOSTAJ (POČETAK MJERENJA) 52.0 cm (bazen suh)
VODOSTAJ (KRAJ MJERENJA) 52.0 cm (bazen suh)
OTVORENOST GLAVNE ZAPORNICE skroz otvorena
OTVORENOST SERVISNE ZAPORNICE 60 cm
KRILO OTT NAUTILUS 184155 (sa brojačem OTT SENA Z300)

P R O R A C U N B R Z I N A

VERT	STAC (M)	DUBINA (M)	VSR (M/S)	BRT	BRZINE (M/S) / DUBINE (M) MJERNIH TOCAKA						
					1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	
1	0.4	0.05	0.10	1	0.10						
					0.02						
2	0.8	0.08	0.21	2	0.30	0.15					
					0.03	0.05					
3	1.4	0.08	0.25	2	0.44	0.08					
					0.03	0.05					
4	2.0	0.11	0.24	2	0.45	0.03					
					0.03	0.08					
5	2.6	0.12	0.20	2	0.30	0.12					
					0.03	0.09					
6	3.0	0.17	0.09	3	0.16	0.09	0.03				
					0.03	0.09	0.14				

SONDAZNE VERTIKALE - STACIONAZE/DUBINE

S	0.30	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00
D	0.00	0.05	0.10	0.08	0.08	0.08	0.08	0.09	0.12	0.11
S	2.20	2.40	2.60	2.80	3.00	3.20	3.21			
D	0.10	0.11	0.12	0.13	0.17	0.25	0.00			

Z B I R N I R E Z U L T A T I

P R O T O K A (M³/S) 0.56100E-01

ELEMENTI PROFILA:

1	POVRSINA (M ²)	0.30775
2	SIRINA (M)	2.9100
3	DUBINE (M) MAKS	0.25
4	SRED	0.11
6	OMOCENI OPSEG (M)	3.1923
7	HID.RADIJUS (M)	0.10

BRZINE (M/S):

1	SREDNJA PROFILSKA	0.182
2	POVRSINSKA	0.292
3	MAKSIM PROFILSKA	0.252
4	POVRSINSKA	0.449
5	OMJERI 1/3	0.725
6	2/4	0.650
7	POVRSINA BRZINA (M ² /S)	0.5526

OBRADA VODOMJERENJA 12

KNJIZICA BR 8117 i 8118
STANICA Zvir
VODOTOK izvor Zvir – mjereno u koritu Rječine
DATUM 29.5.2018.
VODOSTAJ (POČETAK MJERENJA) 51.0 cm (bazen suh)
VODOSTAJ (KRAJ MJERENJA) 51.0 cm (bazen suh)
OTVORENOST GLAVNE ZAPORNICE skroz otvorena
OTVORENOST SERVISNE ZAPORNICE 60 cm
KRILO OTT NAUTILUS 184155 (sa brojačem OTT SENA Z300)
**podijeljeno u dva dijela zbog prevelike širine profila*

P R O R A C U N B R Z I N A

VERT	STAC	DUBINA	VSR	BRT	BRZINE (M/S) / DUBINE (M) MJERNIH TOČAKA					
					1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
1	2.0	0.25	0.44	2	0.51	0.45				
					0.03	0.17				
2	3.5	0.56	0.44	3	0.61	0.50	0.28			
					0.04	0.26	0.48			
3	5.0	0.92	0.45	4	0.63	0.46	0.58	0.04		
					0.04	0.42	0.62	0.84		
4	6.5	0.65	0.38	3	0.63	0.34	0.21			
					0.03	0.35	0.57			

SONDAZNE VERTIKALE - STACIONAZE/DUBINE

S	1.50	1.51	2.00	2.15	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00
D	0.00	0.38	0.25	0.83	0.90	0.82	0.56	0.85	0.80	0.92
S	5.50	6.00	6.50	6.51						
D	0.95	0.85	0.65	0.00						

Z B I R N I R E Z U L T A T I

P R O T O K A (M³/S) 1.6300

ELEMENTI PROFILA:

1 POVRSINA (M²) 3.8058
2 SIRINA (M) 5.0100
3 DUBINE (M) MAKS 0.95
4 SRED 0.76

6 OMOČENI OPSEG (M) 6.7071

7 HID.RADIJUS (M) 0.57

BRZINE (M/S):

1 SREDNJA PROFILSKA 0.428

2 POVRSINSKA 0.596

3 MAKSIM PROFILSKA 0.446

4 POVRSINSKA 0.635

5 OMJERI 1/3 0.961

6 2/4 0.938

7 POVRSINA BRZINA (M²/S) 2.077

P R O R A C U N B R Z I N A

VERT	STAC (M)	DUBINA (M)	VSR (M/S)	BRT	BRZINE (M/S) / DUBINE (M) MJERNIH TOCAKA					
					1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
1	1.5	0.65	0.38	3	0.63	0.34	0.21			
					0.03	0.35	0.57			
2	3.0	0.90	0.51	4	0.61	0.61	0.47	0.32		
					0.03	0.40	0.60	0.82		
3	4.5	0.70	0.32	4	0.38	0.49	0.34	0.11		
					0.03	0.20	0.40	0.62		
4	6.0	0.20	0.39	2	0.57	0.33				
					0.03	0.12				
5	7.5	0.40	0.19	3	0.23	0.32	0.05			
					0.03	0.15	0.32			

SONDAZNE VERTIKALE - STACIONAZE/DUBINE

S	1.49	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50
D	0.00	0.65	0.90	0.80	0.90	0.64	0.58	0.70	0.65	0.35
S	6.00	6.50	7.00	7.50	8.00	8.50				
D	0.20	0.33	0.35	0.40	0.25	0.00				

Z B I R N I R E Z U L T A T I

P R O T O K A (M3/S) 1.3967

ELEMENTI PROFILA:

1	POVRSINA (M2)	3.6907
2	SIRINA (M)	7.0100
3	DUBINE (M) MAKS	0.90
4	SRED	0.53
6	OMOCENI OPSEG (M)	8.0184
7	HID.RADIJUS (M)	0.46

BRZINE (M/S):

1	SREDNJA PROFILSKA	0.378
2	POVRSINSKA	0.484
3	MAKSIM PROFILSKA	0.511
4	POVRSINSKA	0.628
5	OMJERI 1/3	0.741
6	2/4	0.771
7	POVRSINA BRZINA (M2/S)	2.343