



**INSTITUT ZA HIDROTEHNIKU
GRAĐEVINSKOG FAKULTETA U SARAJEVU**
Stjepana Tomića 1, Sarajevo, Bosna i Hercegovina

Tel./Fax.: 21 24 66/67; 20 44 95; P.P.: 405; E-mail: heis@heis.com.ba
ID broj: 4200608910003, PDV broj: 200608910003, Broj upisa u sudski registar: UF/I-6110/03



UTVRĐIVANJE IZDAŠNOSTI I KVALITETA VODE IZVORIŠTA PLAVA VODA

KNJIGA - HIDROLOGIJA



**INSTITUT ZA HIDROTEHNIKU
GRAĐEVINSKOG FAKULTETA U SARAJEVU**
Stjepana Tomića 1, Sarajevo, Bosna i Hercegovina

Tel./Fax.: 21 24 66/67; 20 44 95; P.P.: 405; E-mail: heis@heis.com.ba
ID broj: 4200608910003, PDV broj: 200608910003, Broj upisa u sudski registar: UF/I-6110/03

Utvrđivanje izdašnosti i kvaliteta vode izvorišta Plava voda

Direktor:

Prof.dr. Tarik Kupusović,
dipl.ing.građ.



Naručilac: EU / Infrastructure Project Facility in the Western Balkans

Izvršilac: Institut za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu, d.d.
Stjepana Tomića br. 1
71000 Sarajevo
Tel./fax: + 387 33 212 466/7
E-mail: heis@heis.com.ba
Web: <http://www.heis.com.ba>

Ugovor: HEIS Design E1058C 051009 RB

Naslov projekta: Utvrđivanje izdašnosti i kvaliteta vode izvorišta Plava voda

Obradivač: mr. Nijaz Lukovac, dipl. ing.građ.
Nijaz Zerem, sam.teh.suradnik.

Šifra projekta: D-1038

Vrijeme izrade: Oktobar 2010 - Oktobar 2011. godine



Sadržaj

A. UVOD.....	2
B. PROBLEMATIKA I ZADATAK.....	2
C. KARAKTERISTIKE IZVORIŠTA PLAVA VODA	3
1.1 KLIMATSKE KARAKTERISTIKE	3
1.2 MORFOLOŠKE KARAKTERISTIKE	4
1.3 OSNOVNE GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE U ZONI IZVORIŠTA	4
1.3.1 Litostratigrafske karakteristike stijenskih masa.....	4
1.3.2 Strukturno tektonske karakteristike terena.....	6
1.3.3 Hidrogeološke karakteristike i funkcije stijenskih masa	7
D. IZVEDENI ISTRAŽNI RADOVI	9
2.1 PRIKAZ DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA	9
2.1.1 Pregled rezultata istraživanja izdašnosti	10
2.1.2 Prikaz rezultata istraživanja kvaliteta vode	12
2.2 IZVEDENI ISTRAŽNI RADOVI U 2009. 2010. GORINI.....	12
E. REZULTATI ISTRAŽIVANJA	13
3.1 HIDROLOŠKE KARAKTERISTIKE IZVORIŠTA	13
3.1.1 PROCJENA PROSJEČNE IZDAŠNOSTI IZVORIŠTA	14
3.1.2 PROCJENA MINIMALNE IZDAŠNOSTI IZVORIŠTA	15
3.1.3 PROCJENA MAKSIMALNE IZDAŠNOSTI IZVORIŠTA	19
3.2 REZULTATI ISPITIVANJA KVALITETA VODA	20
3.2.1 REZULTATI FIZIKALNO – HEMIJSKIH ANALIZA	21
3.2.2 REZULTATI BAKTERIOLOŠKIH ISPITIVANJA.....	26
3.2.3 ZATEČENO STANJE KVALITETE VODE NA IZVORIŠTU S OSVRTOM NA TRENDOVE PROMJENE	28
F. ZAKLJUČCI	29
G. KORIŠTENA LITERATURA.....	30
H. SPISAK PRILOGA.....	31

TABELE

TABELA 1: PREGLED ANALIZIRANIH PERIODA RECESIJE I DOBIVENI PRIPADAJUĆI KOEFICIJENTI (A).....	11
TABELA 2: PREGLED REZULTATA MJERENJA IZDAŠNOSTI IZVORIŠTA PLAVA VODA U DOSADAŠNJEM PERIODU (2009./2010.)	14
TABELA 3: PREGLED REZULTATA FIZIKALNO-HEMIJSKIH ISPITIVANJA PLAVE VODE TOKOM 1985. GODINE.....	22
TABELA 4: PREGLED REZULTATA FIZIKALNO-HEMIJSKIH ISPITIVANJA PLAVE VODE TOKOM 1985. GODINE.....	23
TABELA 5: PREGLED REZULTATA FIZIKALNO-HEMIJSKIH ISPITIVANJA PLAVE VODE TOKOM 2010. GODINE.....	25
TABELA 6: PREGLED REZULTATA FIZIKALNO-HEMIJSKIH ISPITIVANJA PLAVE VODE TOKOM 2010. GODINE.....	26
TABELA 7: PREGLED BAKTERIOLOŠKIH ISPITIVANJA TOKOM 1985./1986. GODINE.....	27
TABELA 8: PREGLED BAKTERIOLOŠKIH ISPITIVANJA TOKOM 2010. GODINE.....	28

SLIKE

SLIKA 1 GEOLOGIJA UŽEG SLIVNOG PROSTORA VRELA PLAVA VODA SA POZICIJOM IZVORIŠTA	6
SLIKA 2 TEKTONSKI SKLOP UŽEG PROSTORA IZVORIŠTA PLAVA VODA	7
SLIKA 3 PREGLEDNA KARTA PODRUČJA IZVORIŠTA PLAVA VODA I BAŠ BUNAR	9

A. Uvod

U skladu sa projektnim zadatkom, Institut je preuzeo obavezu vršenja sistemskih mjerenja proticaja (izdašnosti) izvorišta Plava voda. Sa mjerenjima se zvanično otpočelo nakon potpisivanja ugovora, međutim, nezvanično osmatranje vodostaja i mjerenje proticaja vrši se u julu 2009. godine. Pored mjerenja izdašnosti u januaru 2010. godine, započelo se i sa uzimanjem uzoraka i ispitivanjem kvaliteta vode. Na uzetim uzorcima vršena su fizikalno-hemijske i bakteriološke analize.

U nastavku se prezentiraju rezultati dosadašnjih ispitivanja, sa procjenom minimalne izdašnosti, te osvrtno na kvalitet vode, registrirane uzimanjem uzoraka u okviru realizacije ovog elaborata, kao i osvrtno na kvalitet vode registrovan ispitivanjem Federalnog Zavoda za javno zdravstvo Srednjobosanskog kantona.

Pored toga, radi usporedbe, daje se i pregled rezultata detaljnih ispitivanja kvaliteta vode rađenih tokom 1984., 1985. i 1986. godine.

B. Problematika i zadatak

U planinskom masivu Vlašića formirana je značajna akumulacija podzemnih voda koja se uglavnom drenira u području gradske zone Travnika, na vrelima Plava voda i Baš bunar. Najznačajnije mjesto isticanja je izvorište Plava voda koje se nalazi na hipsometrijski najnižoj tački kontakta između krečnjaka trijasko-jurske starosti u kojima je stacioniran akvifer i paleozojskih klastita, kao slabo propusne sredine (Slika 1).

Izvor Baš bunar znatno je manji po izdašnosti, a lociran je na višoj koti od Plave vode, na pravcu koji spaja izvorište Plavu vodu i Baš bunar, u koritu potoka Hendek, u vlažnom periodu godine, pojavljuje se također značajna količina vode na povremenim izvorima. Navedene tri tačke isticanja kraškog akvifera ukazuju na najdominantniji pravac dreniranja podzemnih voda iz masiva Vlašića.

Na osnovu dostupnih podataka, ispitivanje izdašnosti izvorišta Plava voda vršeno je u nekoliko navrata. Tom prilikom procijenjeno je da se kapacitet kreće u rasponu od oko 0,700 do 0,950 u minimumu pa do nešto preko 3,5 m³/s u maksimalnim vodama. Konstatovane oscilacije u izdašnosti ukazuju da se radi o specifično kraškom izvorištu sa tipično kraškim slivom, značajne površine (procijenjen hidrogeološki sliv od 80 do 100 km²) i da je u pitanju najvjerovatnije prelivni tip izvora.[3]

Naime, odnos minimalnih i maksimalnih voda na izvorištu Plava voda kreće od 1:5 do 1:7, što je relativno mali odnos kada su kraška vrela u pitanju.

S obzirom na aktuelnost zahvatanja izvorišta Plava voda za vodosnabdijevanje nekoliko općinskih centara u Srednje-bosanskom i Zeničko-dobojskom kantonu, osnovni zadatak ovih istraživanja i mjerenja jeste utvrđivanje minimalne izdašnosti vrela Plava voda mjerodavne za uključivanje ovog izvorišta u regionalni sistem vodosnabdijevanja.

Pored utvrđivanja izdašnosti, neophodno je utvrditi stanje kvaliteta, kako u smislu njegove opće ocjene, tako i u smislu definiranja hidroloških uvjeta pri kojima je on nestabilan i ugrožen.

U tom smislu na izvoru je bilo potrebno uraditi sljedeće:

- vršiti mjerenja proticaja i osmatranja oscilacija izvorišta u vremenu, a za potrebu utvrđivanja karakteristične izdašnosti vrela;
- odrediti zatečeni kvalitet vode na izvoru sa aspekta sanitarne ispravnosti za potrebu snabdijevanja stanovništva, i promjenu tih karakteristika tokom razmatranog hidrološkog ciklusa. Zatim, utvrditi eventualni status kvaliteta u odnosu na predratni period, kao i indikatore eventualnog pogoršanja ili poboljšanja u sadašnjim uvjetima.

U svrhu kvantificiranja naprijed pobrojanih parametara sliva izvorišta Plava voda u periodu septembar 2009.-februar 2010. godina, provedena su ispitivanja na predmetnom izvoru.

U nastavku se prezentiraju rezultati dobiveni tokom perioda sistematskih mjerenja i ispitivanja u trajanju od 6 mjeseci. Pored toga, za usporedbu i sigurniju procjenu prezentiraju se i rezultati ranije i procjene izdašnosti ispitivanja kvaliteta vode.

C. Karakteristike izvorišta Plava voda

1.1 Klimatske karakteristike

Izvorište Plava voda svojim geografskim položajem pripada području umjereno kontinentalne klime, preplaninskog tipa, dok više kote u slivu (preko 900 m.n.m.) pripadaju području planinske klime alpskog tipa.

Srednja godišnja temperatura na području izvorišta relativno je visoka i iznosi oko 9°C. Sa porastom nadmorske visine ona opada sa gradijentom od 0,6°C na svakih 100 metara nadmorske visine.

Godišnje sume padavina u dolini Lašve gdje je izvorište i locirano, kreću se oko 900 mm godišnje, da bi sa porastom nadmorske visine porasle preko 1300 mm godišnje, u neposrednom zaleđu izvorišta na prostoru planinskog masiva Vlašić.

Na području izvorišta snježni pokrivač je veći od 10 cm i zadržava se 30 do 40 dana, a na okolnim planinama i preko 150 dana godišnje, tako da se padavine akumuliraju u dužem vremenskom periodu. Zahvaljujući uticaju okolnih planina godišnji i dnevni ekstremi, u pogledu temperatura su dosta izraženi. Tokom istraživanja izdašnosti, u periodu 2009. do 2010. godine, mjerenja padavina na kišomjernim stanicama Travnik i Komar, nisu vršena, tako da se ne raspolaže količinama padavina koje su pale u zoni izvorišta i u njegovom slivu. Najbliža meteorološka stanica za koju se raspolagalo nezvaničnim podacima je KS Bugojno i na kojoj je tokom 2009. godine palo preko 877 mm kiše, pri čemu je zabilježena i prosječna godišnja temperatura od 10,3°C.

Prema raspoloživim historijskim podacima, prosječne godišnje padavine na KS Komar iznose 987 mm, a na KS Bugojno 820 mm godišnje. Na platou Vlašića snjegovi se pojavljuju do u kasno proljeće, a zbog vrlo niskih temperatura zraka

tokom zime, česte su pojave zimskih minimuma na izvorištu, s obzirom da se oticanje u slivu zbog smrzavanja svede na minimum.

1.2 Morfološke karakteristike

Izvorište Plava voda izvire na koti 530 m.n.m., u podnožju planinskog masiva Vlašić. Vrelo se pojavljuje na kontaktu između paleozojskih klastita, kao slabo vodopropusne sredine, koji izgrađuju Lašvansku dolinu i trijaskih krečnjaka i dolomita, kao izrazitih nosioca kraških kolektora. Vrelo je od rijeke Lašve udaljeno cca 200 metara, a izbija na koti koja je višoj od rijeke za oko 20 metara. Sliv izvorišta proteže se na plato planinskog masiva Vlašić i dominantno je smješten između 1000 i 1900 m.n.m. Manji dijelovi sliva locirani su na nižim kotama, što sliv u morfološkom pogledu svrstava u brdsko-planinsko područje. Najveći vrh u slivu, odnosno na planinskom masivu Vlašić je Paljenik 1933 m.n.m. Pored Paljenika, još nekoliko vrhova ima nadmorsku visinu od 1700 do 1800 m.n.m. Razlika između najviše i najniže tačke iznosi 1416 m.n.m. Može se sa sigurnošću konstatirati da prosječna nadmorska visina sliva prelazi 1000 m.n.m.

Ovakve morfološke karakteristike uslovljavaju i već navedene klimatske, što ima uticaja na mehanizam oticanja u slivu i prihranjivanje izvorišta. U neposrednom slivu, iako se radi o površini od oko 100 km², zbog dominantnog prisustva dolomita i krečnjaka nema stalnih vodotoka, osim povremenih potoka, koji su aktivni samo tokom topljenja snijega i intenzivnih padavina. U rejonu Galice nalazi se zatvorena dolina sa značajnim orografskim slivom, iz koje vode mogu samo podzemno oticati. Prema geološko-hidrogeološkim analizama, poniruće vode iz te doline dotiču na izvorište Plava voda. Na većim dijelovima sliva, izvan pojasa šuma (iznad 1300 m.n.m.), sliv je upečatljivo degradiran velikim brojem udolina i vrtača od kojih su neke i izrazite pukotine kroz koje otiču vode tokom padavina i topljenja snijega. Na dijelovima sliva gdje dominiraju dolomiti, vrtače i doline su blago zaobljene, a poniranje voda iz njih dosta je usporeno. U dijelovima gdje su dominantni krečnjaci, prelomni bridovi su oštiri, a vrtače završavaju vidljivom pukotinom u kojima vode vrlo brzo poniru.

Navedene morfološke karakteristike od značaja su za spoznaju mehanizama prihranjivanja, kao i za preduzimanje neophodnih mjera pri zaštiti kvaliteta voda izvorišta.

1.3 Osnovne geološke karakteristike u zoni izvorišta

Teren izvorišnog područja Plava Voda (shodno slikovnom prilogu 1), u stratigrafskom smislu i složenom strukturno-tektonskom sklopu, grade permotrijaske stijenske mase, te trijaski, jurski, kredni i oligo-miocenski sedimenti, kao i sedimenti kvartarne starosti.

1.3.1 Litostratigrafske karakteristike stijenskih masa

Najstarije tvorevine koje učestvuju u građi neposrednog okruženja izvorišta, odnosno prostora istraživanja, konstatovane su u okviru permotrijaskih stijenskih masa. S tim u vezi, permotrijaske sedimenti (P,T), čine uglavnom alevroliti u završnom dijelu stuba. Podrijeđeno se javljaju šupljikavi tankoslojeviti krečnjaci koji grade znatne dijelove terena na desnoj dolinskoj strani Lašve, južno i jugozapadno od Travnika, a nešto su zastupljeni i u samoj urbanoj zoni.



Donji dio stuba ovog stratigrafskog člana izgrađuju škriljci zelene boje i tamnosivi pjeskoviti škriljci. Preko ovog horizonta diskordantno leže breče koje mogu biti i tektonskog porijekla. Na brečama leže šupljikavi, mjestimično laporoviti krečnjaci.

Konstatovano upućuje na zaključak da je vjerovatno izvršeno horizontalno kretanje stjenskih masa duž kontaktne zone između plastične serije permo-trijaske starosti (alevrolita i škriljaca) i kompleksa krutih stjenskih masa, karbonata permo-trijaske i uopšte mezozojske starosti.

Kompleks klastita i metamorfita donje-trijaske starosti (T1), zamjetan je tek u široj zoni gdje gradi manje dijelove površine terena, što implicira njihovu odsutnost u zoni izvorišta.

U litološkom smislu, verfen je predstavljen pjeskovitim alevrolitima, crvenkasto-ljubičastim pješćarima i tankoslojevitim laporovitim krečnjacima u gornjem dijelu stuba. Redukcija ovih sedimenata izvršena je u procesu navlačenja karbonata mezozoika na klastite i metamorfite paleozoika, odnosno permo-trijasa, te se u tom smislu naglašava njihova veća prostorna zastupljenost u odnosu na površinsku.

Sedimenti srednje-trijaske starosti (T2), grade južne i dijelom jugozapadne, hipsometrijski niže dijelove Vlašića, sjeverozapadno od Plave Vode, odnosno Travnika.

U litološkom smislu, srednji trijas je izgrađen od masivnih (rjeđe bankovitih), dolomita i dolomitičnih krečnjaka. Dominantnu zastupljenost imaju dolomiti. Pretpostavlja se da ovi sedimenti, kao i verfenski, u gradi terena također imaju znatno veću prostornu zastupljenost od površinske.

Krečnjaci i dolomiti gornje-jurske starosti (J33), izgrađuju centralne i južne dijelove Vlašića (skoro kompletnu površinu terena hidrogeološkog sliva vrela Plava Voda, Baš Bunar i Hendek). Međutim u području istraživanja, značajno su površinski i prostorno ograničeni, pretežno zbog prisustva srednjeg trijasa u podini, kao i gornje krede u krovini.

Krečnjaci grade zapadne dijelove centralnog masiva Vlašića, a dolomiti istočne, premda u zoni izvorišta (istočno), postoji izražena zastupljenost i krečnjačke komponente.

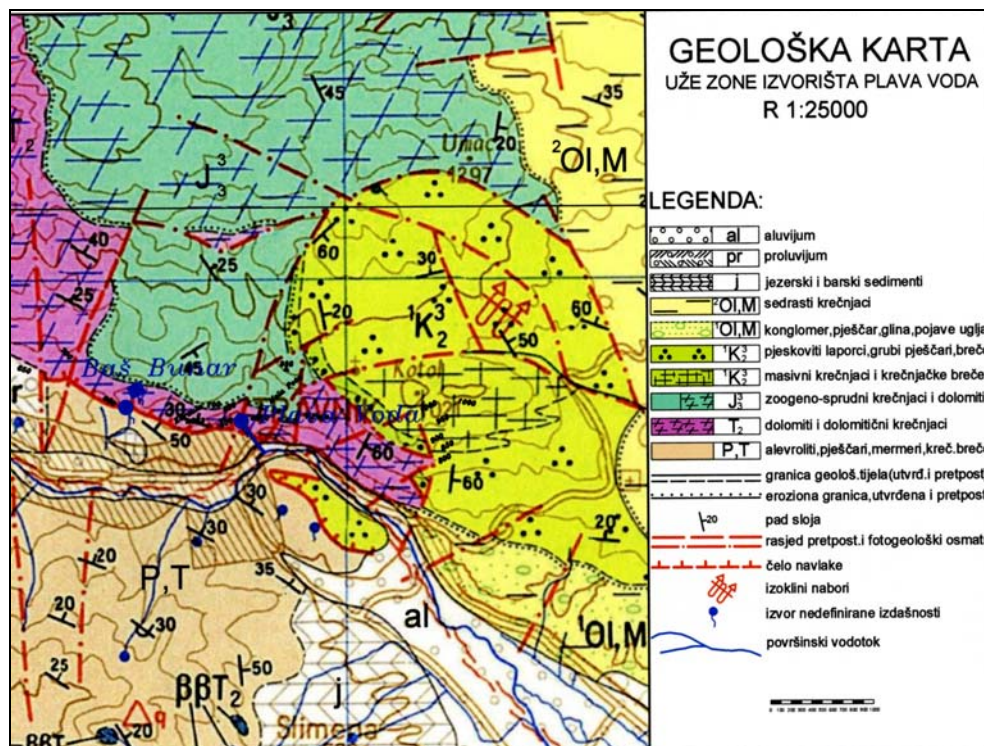
Senonske naslage u flišnoj faciji (K23), grade istočne dijelove terena u neposrednoj blizini. Dominantnu zastupljenost u okviru ovog stratigrafskog člana imaju pjeskoviti laporci, krupnozrni pješćari i breče, dok lokalno dominantnu zastupljenost imaju masivni krečnjaci i krečnjačke breče.

Oligomiocen (1OI,M), obuhvata samo mali jugoistočni dio terena u prostoru izvorišta, a sedimentacija mu je izražena klastičnom serijom konglomerata, pješćara i glina sa pojavama uglja.

Ova nerasčlanjena serija prema datom prilogu, na istoku, odnosno sjeveroistoku područja, nastavlja se u karbonatnoj faciji (2OI,M), sedrastih slojevitih krečnjaka.

Kvartar (Q), svojom pozicijom pa i razvijenošću u području izvorišta Plava Voda, označava zastupljenost bez ikakvog uticaja na vrelo. Predstavljen je aluvijalnim, proluvijalnim, te barskim i jezerskim sedimentima u neposrednom okruženju rijeke Lašve, zapadno i jugoistočno od pozicije izvorišta Plava Voda.

Litološko-stratigrafske karakteristike užeg područja vrela Plava Voda prezentirane su na slici br. 1.



Slika 1 Geologija užeg slivnog prostora vrela Plava Voda sa pozicijom izvorišta

1.3.2 Strukturno tektonske karakteristike terena

Strukturna građa prostora istraživanja posljedica je alpskog ubiranja. Ose nabora su pravca pružanja NW-SE. U jugozapadnom dijelu terena prisutni su strukturni elementi variscijskog ubiranja („bosansko unakrsno ubiranje“), koje je karakteristično za paleozojske klastite i metamorfite.

U širem kontekstu posmatrano, osnovna tektonska karakteristika terena je „busovačka rasjedna zona“, koja se generalno poklapa sa recentnim koritom rijeke Lašve, a neposredno slivno područje izvorišta Plava Voda nalazi se u sklopu strukturno-facijalne jedinice poznate kao struktura Vlašić.

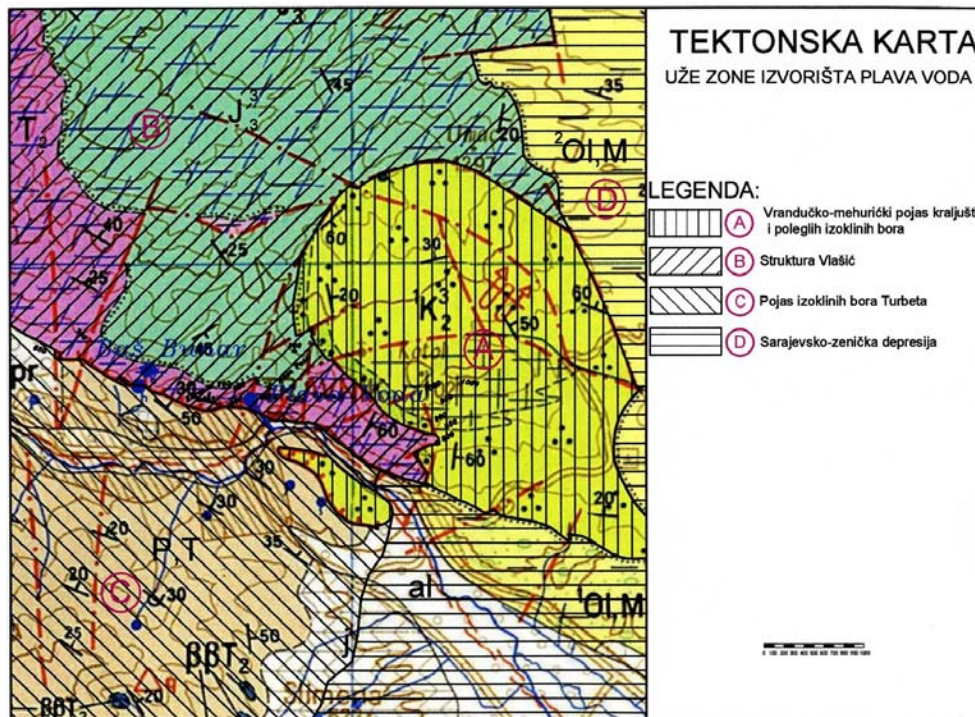
Struktura Vlašić predstavlja relativno krutu krečnjačku tablu, koja je pod pritiskom boranog flišnog kompleksa kretana u pravcu jugozapada, preko donje-trijaskih klastita i paleozojskih škriljaca. Kretanjem krečnjačke table, došlo je do redukcije znatnog dijela verfenskih sedimenata. Navlačenje je izvršeno duž razloma po pravcu NW-SE i generalno zauzima prostor pozicioniran sjeveroistočno od „busovačke dislokacije“, duž koje su na ovom dijelu terena uglavnom izvršena vertikalna kretanja stjenjskih masa. Krečnjačka tabla se nije kretala istom brzinom, što je za posljedicu imalo formiranje više rasjeda pravca pružanja NE-SW.

Pozicija srednje-trijaskih dolomita ukazuje na mogućnost kako je struktura Vlašić u prvobitnom obliku predstavljala antiklinalnu formu orijentacije u pravcu NW-SE, čije je jugozapadno krilo pri horizontalnom kretanju (navlačenju), skoro u potpunosti redukovano, tako da sada relativno sačuvano sjeveroistočno krilo, ukazuje na monoklinalnu formu koja tone u pravcu sjeveroistoka.

Pod dejstvom intenzivnih pritisaka iz pravca NE, unutar permotrijaskih sedimenata formirani su izoklini nabori poredili na SW, čije aksijalne površine također padaju na sjeveroistok.

Intenzivna horizontalna kretanja krečnjačke table Vlašić uslovlila su tektonski kontakt sa stjenskim masama na zapadu, sjeverozapadu i jugoistoku, što stvara predodžbu kako Vlašić ima poziciju horsta.

Karakteristike prostornog sklopa užeg područja pojave vrela Plava Voda, prikazane su slikom br. 2.



Slika 2 Tektionski sklop užeg prostora izvorišta Plava voda

1.3.3 Hidrogeološke karakteristike i funkcije stjenskih masa

Slivna površina akvifera Vlašić ima složenu litofacijalnu i strukturno-tektionsku građu sa dosta jasnim hidrogeološkim karakteristikama, koje su uglavnom definirane tektionskim odnosima između stjenskih masa izrazito različitih hidrogeoloških funkcija.

Paleozojski klastiti i metamorfiti, kao i verfenski klastiti, u hidrogeološkom smislu imaju funkciju hidrogeoloških izolatora, sa preovlađujućom funkcijom čione hidrogeološke barijere za vode u zoni karstnih kolektora.

Srednetrijaski dolomiti kao geološko tijelo imaju slabo ispoljenu akvifersku funkciju. Samo u zonama intenzivnijeg rasjedanja, preovlađujuća je funkcija kolektora vodosprovodnika, kao što je slučaj u užem području vrela Plava Voda i Baš Bunar.

Prostorna pozicija trijaskih dolomita i njihova preovlađujuća hidrogeološka funkcija podinskih izolatora i čione hidrogeološke barijere u odnosu na karstne vode koje egzistiraju u okviru jurskih krečnjaka, uslovlila su kako formiranje akumulacije Vlašić, tako i poziciju njenog pražnjenja u području Travnika.

Jurski krečnjaci i dolomiti predstavljaju osnovnu kolektorsku sredinu u okviru koje je formirana akumulacija podzemne vode Vlašić. Shodno intenzivnoj tektonici i litološkom sastavu jurskih sedimenata koji su mehanički znatno oštećeni, unutar predmetnog akvifera dominantno je zastupljena pukotinska poroznost. Reljef ovog terena uglavnom je pokriven humusom i travom, tako da u klasičnom smislu poniranje voda, skoro da i ne postoji.

Krečnjaci donjo-kredne starosti imaju kolektorsku funkciju, ali zbog ograničenog rasprostranjenja nemaju bitnog uticaja kako na formiranje, tako i na dreniranje akumulacije Vlašić.

Kredni flišni sedimenti, shodno litološkim svojstvima, imaju funkciju hidrogeoloških izolatora.

U konkretnom slučaju ova karakteristika se odnosi na svojstvo povlatnih izolatora i svojstvo bočne hidrogeološke barijere.

Ovi sedimenti imaju bitnog uticaja na formiranje akumulacije Vlašić i njeno dreniranje u području Travnika, jer su svojom prostornom pozicijom onemogućili, odnosno umanjili oticanje voda u pravcu sjeveroistoka, te uslovili njihovo kretanje na jugozapad i dijelom prema jugoistoku.

Oligomiocenski i miocenski sedimenti imaju svojstvo slabopropusne sredine i funkciju povlatnih izolatora za vode u zoni jurskih sedimenata. Ovi sedimenti istočno i sjeveroistočno od vrela Plava Voda, usporavaju oticanje podzemne vode prema jugoistoku, odnosno vrše njeno djelomično usmjeravanje ka poziciji dreniranja u području Travnika.

Shodno preovlađujućim hidrogeološkim funkcijama stjenskih masa, može se iznijeti mišljenje da akvifersku sredinu Vlašić grade jurski krečnjaci i dolomiti. Iz grafičkog prikaza jasno je uočljivo da jurski dolomiti i krečnjaci čine aeracionu zonu izvorišta koje se u konkretnom slučaju drenira u području Travnika, ali također ta veza postoji i u prostoru Turbeta, pa i Viteza.

Srednje-trijaski dolomiti i dolomitični krečnjaci u užem području vrela su mehanički, pa i hemijski intenzivno oštećeni, tako da u hidrogeološkom smislu imaju funkciju kolektora vodosprovodnika.

Formiranje akumulacije, predisponirano je i uslovljeno prostornom pozicijom permotrijaskih klastita i metamorfita, te jursko-krednim i krednim flišnim sedimentima, dok je formiranje izvorišne zone Plava Voda uslovljeno tektonskim i hipsometrijskim odnosom između permotrijaskih klastita i metamorfita sa trijaskim i jurskim karbonatima.

Doticanje voda u izvorišno područje vrši se duž tektonske zone, pravca pružanja N – S.

Vrelo Hendek u suštini predstavlja jedinstvenu izvorišnu zonu sa Plavom Vodom i u funkciji je samo kada karstni sistem kojim dotiču podzemne vode ka Plavoj Vodi, ne može da izvrši potpunu evakuaciju, što za posljedicu ima akumuliranje voda u neposrednom zaleđu predmetnog izvora i njihovo oticanje preko hipsometrijski viših kanala.

Vrelo Baš Bunar je hipsometrijski znatno više od izvorišnog područja Plava Voda. Stalnog je karaktera i dosta ujednačene izdašnosti. Dreniranje voda na ovom vrelu vjerovatno je uslovljeno hipsometrijskom pozicijom podinskih izolatora u prostornom

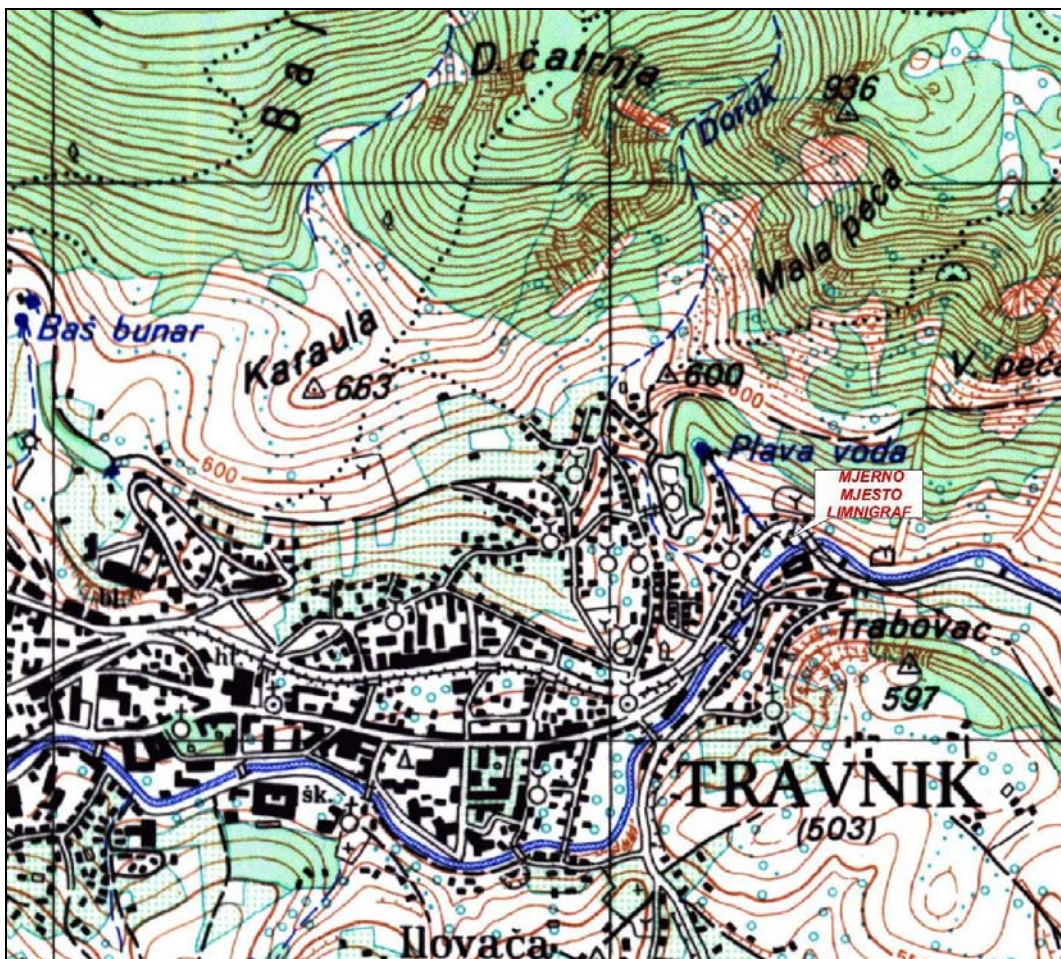
sklopu građe Vlašića, koji uslovljavaju skretanje podzemnog toka ka mikrolokalitetu Baš Bunar.

D. Izvedeni istražni radovi

2.1 Prikaz dosadašnjih istraživanja

Na prostoru izvorišta Plava voda, kao i u njegovom slivu, u periodu 1972. do 1975. godina, izvršena su obimnija geološko-hidrogeološka i geofizička istraživanja.

Radovi, koji su imali za cilj prikupljanje podataka za determinaciju karakteristika akvifera, površine sliva vrela, koje se drenira u području Travnika i osnovnih karakteristika izvorišnog područja Plava voda, obuhvatili su sljedeće:



Slika 3 Pregledna karta područja izvorišta Plava voda i Baš bunar

- hidrogeološko kartiranje terena i izradu karte 1:25 000;
- detaljno hidrogeološko kartiranje užeg područja vrela Plava voda, sa izradom karte 1:1 000 i odgovarajućim profilima terena;
- geofizička istraživanja užeg područja vrela, metodom specifičnog električnog otpora kartiranjem i sondiranjem sa $AB/2 = 150$ m i $AB/2 = 500$ m;

- opitno-pijezometarska bušenja u području vrela Plava voda sa instaliranjem pijezometara i praćenjem promjene nivoa podzemne vode tokom 1974. godine.

2.1.1 Pregled rezultata istraživanja izdašnosti

Kada je u pitanju istraživanje izdašnosti izvorišta Plava voda, potrebno je spomenuti da su ona vršena u više navrata, ali se može zaključiti da nisu bila sveobuhvatna, a vrlo često nisu uključivala u razmatranja sve hidrološke situacije. Navedeni podaci trenutno nisu dostupni.

Sa aspekta definiranja kvantitativnih karakteristika izvorišta, prvo nešto kompleksnije istraživanje obavio je „Geoinženjering“ Sarajevo 1974. godine. U toku istraživanja koja su trajala 8 mjeseci registrirane su sljedeće vrijednosti:

$$Q_{\min} = 0,950 \text{ m}^3/\text{s};$$

$$Q_{\text{sr}} = 1,9 \text{ m}^3/\text{s};$$

$$Q_{\max} = 3,5 \text{ m}^3/\text{s};$$

Navedene vrijednosti odnose se na ukupnu izdašnost izvorišta registriranom na profilu Plava voda neposredno prije ušća u rijeku Lašvu.

Prema ocjeni vodnosti godina 1974. u kojoj su istraživanja provedena bila je vlažna tako da je i konstatirano da registrirani minimalni proticaj može biti i niži.

U okviru ovih istraživanja analizirana je i linija recesije vrela pri čemu je određen koeficijent α i iznosi:

$$\alpha = 0,0093$$

Spomenuta istraživanja uglavnom su se odnosila na povremena mjerenja ukupne izdašnosti izvorišta. Osim mjerenja nisu vršene nikakve ocjene vjerovatnoće karakterističnih proticaja. Krajem 1984., tokom 1985. i do polovine 1986. godine, Zavod za hidrotehniku GF u Sarajevu vršio je dosta detaljna istraživanja izvorišta Plava voda. Tokom ovih istraživanja formirana su četiri mjerna profila i mjerenjima je utvrđen prirast proticaja duž toka Plava voda.

Naime, ova mjerenja ukazala su da od brane do profila limnigrafa (Slika 1) imamo prirast proticaja. Ta saznanja uključujući i geološka hidrogeološka istraživanja inicirala su izradu projekta i izvođenje injekcione zavjesa neposredno ispred brane u cilju sprječavanja dispergovanog isticanja duž toka Plave vode, a za potrebu lakšeg zahvatanja vode vrela na hipsometrijski većoj koti, odnosno neposredno iznad brane. I u okviru ovih istraživanja analizirane su pojavljene recesije. U tom smislu odabrani su karakteristični periodi u kojima je proticaj na Plavoj vodi imao generalni trend opadanja, te na osnovu proticaja registrovanih na početku i na kraju ovih perioda određena je i prosječna vrijednost koeficijenta recesije (α), korištenjem jednačine:

$$Q_t = Q_0 \cdot e^{-\alpha(t-t_0)}$$

Dobivene vrijednosti koeficijenata recesije prikazane su u tabeli 1. Rezultati analiza linije recesije preuzeti su iz elaborata Kvantitativno kvalitativne karakteristike vrela i sliva Plava voda, Zavod za hidrotehniku GF u Sarajevu 1986. godine.

Tabela 1: Pregled analiziranih perioda recesije i dobiveni pripadajući koeficijenti (α)

REDNI BROJ	POČETAK SUŠNOG PERIODA		KRAJ SUŠNOG PERIODA		t	α
	DATUM	PROTICAJ Q(M ³ /S)	DATUM	PROTICAJ Q(M ³ /S)		
1.	1975.					0,0093
2.	08.12.1984.	1,24 + 0,150 = 1,39	20.01.1985.	0,800 + 0,150* = 0,950	43	0,00885
3.	20.11.1984.	1,64 + 0,150 = 1,79	20.01.1985.	0,800 + 0,150* = 0,95	61	0,0104
4.	29.07.1985.	1,50 + 0,150 = 1,65	26.08.1985.	1,03 + 0,150* = 1,18	28	0,0119
5.	07.07.1985.	1,940 + 0,150 = 2,09	26.08.1985.	1,03 + 0,150* = 1,18	50	0,0114
6.	21.09.2009.	1,43 + 0,194 = 1,62	14.10.2009.	1,117 + 0,194** = 1,31	23	0,0092
7.	06.10.2009.	1,296 + 0,194 = 1,49	21.10.2009.	1,117 + 0,194** = 1,31	15	0,0086
8.	16.11.2009.	1,362 + 0,194 = 1,56	27.11.2009.	1,173 + 0,194** = 1,37	12	0,011
9.	29.01.2010.	2,130 + 0,194 = 2,324	18.02.2010.	1,66 + 0,194** = 1,85	20	0,0114
10.	05.03.2010.	2,130 + 0,194 = 2,324	20.03.2010.	1,746 + 0,194** = 1,944	13	0,0137
Srednje α						0,0105

*) Prosječno dnevno zahvatanje sa izvorišta Plava voda za potrebu Travnika (period 1984. – 1986. godina)

**) Prosječno dnevno zahvatanje sa izvorišta Plava voda za potrebu Travnika (period 2009. – 2010. godina)

Na osnovu dobivenih rezultata u spomenutom elaboratu ocjenjeno je da se pomijeranje sušnog perioda u zimskom minimumu mijenja koeficijent recesije dok u ljetnom periodu koeficijent recesije ostaje praktično isti.

U okviru ovih istraživanja po prvi put je određen mjerodavni minimalni proticaj 20-godišnjeg ranga pojave na osnovu proticaja izmjerenog 22.10.1985. godine, koji je ukupno sa zahvaćenom količinom iznosio

$$Q = 0,870 + 0,150 = 1,020 \text{ m}^3/\text{s}$$

Pri proračunu usvojeno je da sušni period od 30 dana okvirno ima rang pojave jednom u 15 – 20 godina. Na taj način dobiven je minimalni proticaj navedenog ranga pojave i iznosi

$$Q_{\min} = 0,742 \text{ m}^3/\text{s}$$

Pored opisanog načina preko linije recesije i odabranog beskišnog perioda minimalni proticaji Plave vode određen je i u odnosu na minimalni proticaj rijeke Bila i pri tome dobivena količina također 20-godišnjeg ranga pojave u iznosu:

$$Q(20)_{\min} = 0,728 \text{ m}^3/\text{s},$$

što je približna vrijednost količini dobivenoj preko analiza linije recesije. Po završetku spomenutih istraživanja u elaboratu Zavoda za hidrotehniku GF stoji komentar da navedeni rezultati nisu dobiveni provođenjem šire regionalne analize malih voda, već na opisana dva načina i da bi minimalni proticaji izvorišta Plava voda mogli spasti na oko 0,7 m³/s. Na kraju je izražena izvjesna rezerva u smislu da pri ocjeni pouzdanosti navedenih hidroloških parametara treba imati u vidu da su sve analize

bazirane na izuzetno skromnom fondu podataka. Pregled srednjih dnevnih vodostaja i proticaja izvorišta Plava voda, kao i pregled srdnjih dnevnih vodostaja i proticaja rijeke Lašve, te uporedni hidrogram obe vodne pojave u istražnom periodu 1984.-1986. godine, dati su u prilogu.

2.1.2 Prikaz rezultata istraživanja kvaliteta vode

S obzirom na značaj izvorišta za vodosnabdijevanje Travnika i šire regije, tokom 1985. i 1986. godine, izvršena su prvi put kompleksna fizikalno-hemijska ispitivanja kvaliteta vode. do tog perioda, rađena su povremena ispitivanja vrlo ograničenog broja parametara, s obzirom da se ovo izvorište djelomično već koristi za vodosnabdijevanje. Ispitivanja kvaliteta tokom 1985. i 1986. godine obuhvatila su pokazatelje koji determinišu prirodne karakteristike voda, kao i organske i neorganske mikrozagađivače koji se mogu naći u vodama uslijed uticaja antropogenih faktora. Posebna pažnja posvećena je na sadržaj teških metala koji se svrstavaju u najopasnije zagađivače voda, čije prisustvo ranije nije ispitivano. Navedena ispitivanja provedena su na pojedinačno uzimanim uzorcima, kao i na kompozitnim dvočasovnim i osmočasovnim uzorcima, uzimanim tokom 48-časovnog ciklusa. Paralelno su vršena i ispitivanja kaptiranog i ne kaptiranog dijela izvorišta Plava voda. Istovremeno su rađena fizikalno-hemijska i bakteriološka ispitivanja. Na osnovu ispitivanja provedenih tokom 1985. i 1986. godine zaključeno je sljedeće:

- Prema fizikalno-hemijskim i bakteriološkim karakteristikama vode vrela Plava voda, potoka Hendek i Baš bunar spadaju u red kvalitetnih voda. Kvalitet ispitivanih voda, sa aspekta stepena zagađenosti, umanjuju povremeni antropogeni uticaji, što se ogleda u prisustvu nitrata i bakterija fekalnog porijekla. U skladu sa navedenim, u nastavku je konstatovano da se ispitivane vode mogu koristiti za vodosnabdijevanje, pod uslovom da se:
 - o izvrši sanacija svih izvora mikrobiološkog zagađenja u slivnom području, čime će se izbjeći i pojava nitrata
 - o tokom eksploatacije redovno vrši dezinfekcija vode, kao i druge mjere na sanaciji stvarnih i potencijalnih zagađivača

provedenim ispitivanjima ustanovljeno je da nema prisustva teških metala i da oni nisu opasnost po izvorište, s obzirom da u slivu nema industrijskih pogona (izvor Elaborat Zavoda za hidrotehniku 1987. godine).

2.2 Izvedeni istražni radovi u 2009. 2010. gorini

U periodu od zvaničnog početka istražnih radova na izvorištu Plava voda od septembra 2009. pa do jula, odnosno oktobra 2010. godine izvršeno je ukupno sedamnaest serija hidrometrijskih mjerenja, paralelno sa mjerenjima proticaja na rijeci Lašvi VS Merdani. Mjerni profil lociran je u krugu Elektrodistribucije u Travniku, a nizvodno od postojeće brane cca 150 metara. Prije početka mjerenja, kao što je već spomenuto, mjerni profil je opremljen vodomjernom letvom i limnigrafom. Sva mjerenja proticaja vršena su na tom profilu, a povremena kontrolna mjerenja i na profilu ugostiteljskog objekta uzvodno od profila limnigraf cca 50 metara.

Glavni tok iz vrela Plava voda se uzvodno od profila limnigraf račva na dva kraka, od čega se jedan može nazvati glavnim tokom, s obzirom da kroz njega protiče oko 95% vode, a drugi krak je znatno manji i njime teče količina od svega 4 do 5% ukupne količine vode.

Tokom svakog mjerenja proticaja registrirana je količina koja se zahvata za vodosnabdijevanje Travnika, kako bi se mogla uključiti u ukupni bilans voda na izvoristu, pri svakoj seriji mjerenja, odnosno hidrološkoj situaciji.

Osim vršenja hidrometrijskih mjerenja i osmatranja promjene vodostaja na samom izvoristu, od januara 2010. godine, redovno se uzimaju i uzorci za ispitivanje kvaliteta vode, i to dva puta mjesečno. Na uzorcima se vrše proširena fizikalno-hemijska i bakteriološka ispitivanja prema važećem Pravilniku (Službeni glasnik BiH 40/10). U dosadašnjem periodu ukupno su uzeta po četiri uzorka za fizikalno-hemijske i bakteriološke analize.

E. Rezultati istraživanja

3.1 Hidrološke karakteristike izvorišta

Istraživanja u periodu 2009. do 2010. godine

Najnovija istraživanja kvantitativnih karakteristika izvorišta Plava voda, kao što je već spomenuto, provedena su u periodu juli 2009. do jula 2010. godine i nastavljena su nakon ovog perioda, sve do oktobra 2010. godine.

U okviru ovog izvještaja prezentiraju se rezultati prikupljeni u navedenom periodu i provedene analize na osnovu do sada prikupljenih podataka.

U tabeli 2. dati su rezultati mjerenja izdašnosti izvorišta Plava voda u različitim periodima od jula 2009. do oktobra 2010. godine na oformljenom profilu „Elektrodistribucija“, te mjerenja rijeke Lašve VS Merdani, koja je odabrana kao repna vodna pojava.

Iz tog razloga vršena su paralelna mjerenja proticaja na izvoristu Plava voda i mjerenja na rijeci Lašvi VS Merdani, s obzirom da je to VS za koju se raspolaže sa 30-godišnjim osmatranjima, te je u tom smislu na njoj moguće definirati sve potrebne hidrološke parametre.

U prilogu 5. dat je hidrogram Plave vode u istražnom periodu 2009./2010.g., a u prilogima 2, 3, 4 pregled dnevnih vodostaja, kriva proticaja na mjernom profilu izvorišta (Elektrodistribucija), te pregled srednjih dnevnih proticaja Plave vode, također u istražnom periodu.

Najniži izmjereni proticaj (2009./2010.), zabilježen je mjerenjem 24.11.2009. godine i iznosio je 1,24 m³/s, što sa količinom zahvatanja koja je u tom trenutku iznosila 0,136 m³/s ukupno iznosi 1,38 m³/s (Tabela 2.).

Najveći proticaj registrovan direktnim mjerenjem u zimskom periodu od 2,17 m³/s, sa količinom zahvatanja u trenutku mjerenja 0,251 m³/s, ukupno je iznosio 2,42 m³/s, a izmjeren je 07.01.2010. godine. U vrijeme kada je izmjeren navedeni proticaj, u januaru 2010. godine, na rijeci Lašvi i rijeci Bosni, registrirane su značajne poplave, grubo procijenjene na rang pojave jednom u dvadeset do pedeset godina.

Tabela 2: Pregled rezultata mjerenja izdašnosti izvorišta Plava voda u dosadašnjem periodu (2009./2010.)

DATUM	SAT MJERE NJA	PLAVA VODA				LAŠVA VS MERDANI	
		VODOSTAJ H(CM)	PROTICAJ Q(M ³ /S)	KOLIČINA KOJA SE ZAHVATA ZA TRAVNIK Q(M ³ /S)	UKUPNO Q(M ³ /S)	VODOSTAJ H(CM)	PROTICAJ Q(M ³ /S)
31.07.2009.	1505	53	1,81	0,251 (RADE 2.PUMPE)	2,06	58	7,8
10.10.2009.	1015	48	1,18	0,251 (RADE 2.PUMPE)	1,43	44	4,57
26.10.2009.	1358	53	1,67	0,251 (RADE 2.PUMPE)	1,92	63	10,2
17.11.2009.	1200	50	1,34	0,136 (RADI 1. PUMPA)	1,48	56	7,69
24.11.2009.	1238	49	1,24	0,136 (RADI 1. PUMPA)	1,38	52	5,2
28.11.2009.	1145	57	1,90	0,136 (RADI 1. PUMPA)	2,04	112	36,0
07.01.2010.	1430	60	2,17	0,136 (RADI 1. PUMPA)	2,42	132	55
26.01.2010.	1120	59	2,11	0,136 (RADI 1. PUMPA)	2,25	77	13,5
09.02.2010.	1355	57	1,87	0,136 (RADI 1. PUMPA)	2,01	69	10,5
26.02.2010.	1345	58	2,04	0,136 (RADI 1. PUMPA)	2,18	-	-
29.03.2010.	1500	60	2,16	0,251 (RADI 2. PUMPA)	2,41	98	25,3
26.04.2010.	1240	60	2,19	0,136 (RADI 1. PUMPA)	2,33	87	19,3
17.06.2010.	1445	61	2,21	0,251(RADI 2. PUMPA)	2,46	78	15,1
14.07.2010.	1220	59	2,34	0,136 (RADI 1. PUMPA)	2,48	66	10,4
29.08.2010.	1630	56	1,91	0,136 (RADI 1. PUMPA)	2,05	51	5,5
14.09.2010.	1530	54	1,41	0,251(RADI 2. PUMPA)	1,66	59	8,0
12.10.2010.	1045	52	1,36	0,136 (RADI 1. PUMPA)	1,5	52	6,1

Najveći proticaj izmjeren u ljetnom periodu dana 14.07.2010. godine iznosio je 2,34 m³/s, odnosno sa količinom zahvatanja u trenutku mjerenja od 0,136, proticaj je bio 2,48 m³/s. Na hidrogramu, prilog broj 5., može se uočiti da su najveći proticaji u istražnom periodu 2009.-2010., registriran u proljeće i početkom ljeta 2010. godine. Također, iz navedenog hidrograma može se vidjeti da je i 2009., a i 2010. godine generalna recesija na Plavoj vodi počela u julu mjesecu. Pored toga, pojavili su se i zimski minimumi u januaru i februaru, ali zbog izrazitih kiša u tom periodu nisu bili tako izraženi. Bitno je naglasiti da su tokom januara i februara u slivovima Lašve i Bosne vladale velike poplave, odnosno registrirane su izrazito velike vode, procijenjene na rang pojave od 20 do preko 50 godina.

3.1.1 Procjena prosječne izdašnosti izvorišta

Prosječnu izdašnost izvorišta Plava voda, a s obzirom da se ne raspolaže odgovarajućim nizom sistematskih osmatranja, moguće je samo okvirno procijeniti. Srednji proticaji ovog izvorišta dobiveni sistematskim osmatranjem u periodu 1984. – 1986., te u periodu 2009. – 2010.g. iznose pojedinačno za svaki navedeni period i to :

$$Q_{sr} 1984 - 1986 = 1,82 + \text{srednja količina zahvata } (0,15) = 1,97 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{sr} 2009 - 2010 = 1,82 + \text{srednja količina zahvata } (0,195) = 2,015 \text{ m}^3/\text{s}$$

Prosječan proticaj moguće je preračunati i korištenjem analogije prosječnog oticanja u slivu Plava voda i slivu rijeke Lašve, odnosno korištenjem prosječnog proticaja rijeke Lašve dobivenog sistematskim osmatranjem u periodu od 30 godina korigovan odnosom površine slivova Plava voda i rijeke Lašve, prema obrascu

$$Q_{sr} = \frac{F_{Sl.P.V.}}{F_{Sl.r.Lašva}} Q_{sr.Lašve}^{god}, \text{ pri čemu je}$$

$$F_{Sl.P.V.} = 85 \text{ km}^2$$

$$F_{Sl.r.Lašve} = 981 \text{ km}^2$$

$$Q_{sr.Lašve}^{god} = 16,5 \text{ m}^3/\text{s}$$

Uvrštavanjem u gornji obrazac dobivamo:

$$Q_{sr} = 0,08665 \cdot 16,5 = 1,43 \text{ m}^3/\text{s}$$

Pored navedena dva načina, a zbog nepostojanja pouzdanijih podataka srednje proticaje izvorišta Plava voda moguće je odrediti korištenjem poznatog obrasca u kome su u vezu dovedene prosječne godišnje padavine P_{sgod} , koeficijent oticanja i površina sliva.

$$Q_{sr} = \frac{P_{sr} \cdot \eta \cdot F}{T} \text{ gdje je:}$$

P_{sr} – prosječne godišnje padavine u slivu = 1250 mm

η - koeficijent oticanja = 0,62 (usvojen na osnovu iskustava)

F – površina sliva = 85 km²

T – vrijeme od godinu dana

Uvrštavanjem navedenih vrijednosti u obrazac imamo:

$$Q_{sr} = \frac{1,25 \cdot 0,62 \cdot 85 \cdot 10^6}{365 \cdot 86400} = 2,09 \text{ m}^3/\text{s}$$

Analizom dobivenih rezultata, vidljivo je da se najniži srednji proticaj dobiva korištenjem srednjeg proticaja rijeke Lašve korigovanog odnosom slivnih površina. S obzirom na već analizirani odnos srednjih i velikih voda Plave vode i rijeke Lašve, može se konstatovati da je dobiveni rezultat i najnepouzdaniji. Iz tog razloga, a imajući u vidu procijenjene vrijednosti prosječne i vrlo približne izdašnosti, dobivene korištenjem druga dva postupka, može se usvojiti prosječna izdašnost oko $Q_{sr} \approx 2,0 \text{ m}^3/\text{s}$.

3.1.2 Procjena minimalne izdašnosti izvorišta

Procjena minimalne izdašnosti, za potrebe izrade idejnog projekta, urađena je korištenjem svih raspoloživih podataka, prikupljenih tokom istraživanja: 1975., 1984.-1986., te 2009.-2010. godine.

S obzirom da prikupljeni fond podataka o proticajima, odnosno izdašnosti izvorišta nije dovoljan za pouzdanija statistička zaključivanja, to je i u ovom slučaju korištena ista metodologija primijenjena i tokom istraživanja u periodu 1984. do 1986. godine.[3]

Naime, analiza recesionih perioda, urađena u elaboratu Zavoda za hidrotehniku GF Sarajevo, tabela 1., dopunjena je analizom još pet recesionih krivih registriranih u 2009/2010. godini, i datih također u istoj tabeli.

Na osnovu svih analiziranih linija sračunat je prosječan koeficijent recesije koji je poslužio za procjenu minimalne izdašnosti korištenjem pomenutog obrasca:

$$Q_t = Q_0 \cdot e^{-\alpha(t-t_0)}$$

Kao što je već rečeno, da bi se na ovaj način procijenili minimalni 20-godišnji proticaji, treba definirati dužinu beskišnog perioda istog ranga pojave. U tom smislu, napravljena je obrada beskišnih perioda za KS Zenica, a korištena je i ranije urađena obrada beskišnih perioda za KS Sarajevo, preuzeta iz dostupne literature. Dužine razmatranih nizova za KS Sarajevo iznosi 60 godina (period obrade 1923 – 1982. g) [8], a za KS Zenica 19 godina (period obrade 1948 – 1966. g.) [4]. Slična analiza beskišnih perioda pokušala se napraviti i za KS Travnik i KS Komar, međutim, nisu bili dostupni podaci za iole relevantan niz.

U prilogu 13. data je distribucija beskišnih perioda za obe spomenute kišomjerne stanice.

Na osnovu statističke obrade beskišnih perioda, iako je obrađeni niz za KS Zenicu relativno kratak, može se izvući zajednički zaključak da se dužina beskišnog perioda 20-godišnjeg ranga pojave kreće u rasponu od 37 do 42 dana.

Za procjenu minimalne izdašnosti, analizom linija recesije i statističkom obradom beskišnih perioda, koristit će se već spomenuti obrazac:

$$Q_t = Q_0 \cdot e^{-\alpha(t-t_0)}$$

gdje je:

Q_t – procijenjeni proticaj traženog ranga pojave (20 godina);

Q_0 – proticaj na početku perioda recesije (ovdje usvojen minimalni godišnji proticaj, određen iz odnosa sa rijekom Lašvom)-linija odnosa uspostavljena između Plave vode i rijeke Lašve u periodu recesije, prilog 10;

α – koeficijent recesije;

$t-t_0$ – beskišni perioda 20-godišnjeg ranga pojave, u ovom slučaju imamo:

usvojen je beskišni period u trajanju od $t = 38$ dana. Također je usvojeno da se za Q_0 uzme dvogodišnji minimalni proticaj koji je na osnovu dosadašnjih istraživanja određen na opisani način i iznosi $1,01 \text{ m}^3/\text{s}$.

Na osnovu određenog trajanja beskišnog perioda 20 – godišnjeg ranga pojave, zatim usvojenog minimalnog dvogodišnjeg proticaja $Q_0 = 1,01 \text{ m}^3/\text{s}$, te prosječnog koeficijenta recesije:

$$\alpha = 0,0105$$

i obrazca:

$$Q_t = Q_0 \cdot e^{-\alpha(t-t_0)}$$

Dobivamo:

$$Q_{1/20} = Q_{1/2} \cdot e^{-0,0105(38)} = 1,01 \cdot 0,672 = 0,683 \text{ m}^3/\text{s}$$

Ukupno gledano za čitav period i ranijih, a i najnovijih istraživanja najniža izdašnost izvorišta Plava voda registrirana je u januaru 1985. godine prilog 6 i iznosio je $Q = 0,790 \text{ m}^3/\text{s}$ plus količina zahvatanja koja je u tom periodu bila $Q_{\text{zah.}} = 0,150 \text{ m}^3/\text{s}$, odnosno ukupno $Q = 0,940 \text{ m}^3/\text{s}$. [3]

U istom periodu (januar 1985g.) kada su na Plavoj vodi registrirani najniži proticaji i na rijeci Lašvi V.S. Merdani registriran je minimalni proticaj od $Q = 3,6 \text{ m}^3/\text{s}$, što je prema raspoloživoj statističkoj hidrološkoj obradi minimalna voda ranga pojave između 5 i 7 godina. [6]

Uporednom analizom hidrograma oticanja izvorišta Plava voda i hidrograma rijeke Lašve na VS Merdani, mogu se uočiti značajne razlike u režimu pojave pikova, slika u prilogu 8 (uporedni hidrogram rijeke Lašve i izvorišta Plava voda za 1984., 1985. i 1986. godinu). Promjena izdašnosti Plave vode u vremenu ima vrlo lošu podudarnost sa promjenama proticaja rijeke Lašve. Generalno gledano, izvjesna sličnost postoji, a ogleda se najviše u periodima recesije, dok pri izrazito nestabilnim hidrološkim situacijama koincidencija praktično i ne postoji.

Za ilustraciju karaktera zavisnosti proticaja rijeke Lašve i izvorišta Plava voda, u prilogu broj. 9 dat je odnos proticaja ove dvije vodne pojave. Najizrazitije nesuglasnosti pojavljuju se u zimskom periodu kada u dolini Lašve pada kiša, a na planinama snijeg, odnosno kada na višim dijelovima sliva, zbog niskih temperatura, dolazi do zamrzavanja i oticanje se praktično svede na minimum. Takva pojava registrirana je i tokom istražnog perioda 2009./2010. godine. Tokom januara i februara 2010. godine, u slivu Lašve, odnosno Bosne, registrirane su velike vode koje su za posljedicu imale i pojavu poplava, ranga pojave 20-50 godina. Na izvorištu Plava voda proticaji su se kretali nešto iznad srednjih voda. Navedene karakteristike veoma su važne pošto je rijeka Lašva odabrana kao reporni vodotok, a s obzirom na raspoloživu hidrološku obradu na VS Merdani [6], trebala je poslužiti za definiranje svih potrebnih hidroloških parametara za predmetno izvorište. S obzirom na karakter uspostavljene zavisnosti, vrlo je teško odabranu repernu stanicu koristiti za definiranje srednjih i maksimalnih proticaja, zbog činjenice da tu skoro i ne postoji veza.

Iz prikazanog odnosa proticaja Plave vode i r.Lašve na v.s. Merdani (Prilog br.9) može se uočiti karakter uspostavljanje veze. Naime, kada se analizira zavisnost dnevnih proticaja za istražni period osmatranja tokom 1984, 1985 i 1986. godine u raspoloživom obimu podataka, poredeći proticaje na Plavoj vodi i r.Lašvi za svaki dan, dobije se značajno rasipanje tačaka, koje ne ukazuje da postoji bilo kakva međuzavisnost.

Međutim, treba istaći da sliv izvorišta Plava voda pripada slivu r.Lašve, te je objektivno očekivati da postoji određeni stepen korelacije. Iz tog razloga su se pokušali korelirati samo proticaji u periodu recesije, odnosno u periodu kada u cijelom slivu dominantno imamo bazno oticanje i tako uspostavljena zavisnost je data u prilogu br.10.

Analizom ove zavisnosti može se uočiti da i u ovom slučaju ima rasipanja tačaka, što na određen način ipak govori da u oticanju iz slivova Plave vode i r.Lašve ima izvjesne razlike. Iako se može sa sigurnošću tvrditi da pojava malih voda korendspodira na Plavoj vodi i na r.Lašvi, upitan je njihov rang pojave.

Ako usvojimo pretpostavku da postoji isti odnos minimalno registriranih proticaja i minimalnih proticaja 20 – godišnjeg povratnog perioda na Plavoj vodi i na rijeci Lašvi, a što je opravdano očekivati, s obzirom na uspostavljenu zavisnost između ove dvije vodne pojave u periodu recesije prilog 10, kao i činjenice da se praktično radi o odnosu dvije vodne pojave u istom slivu, važi sljedeći obrazac:

$$\frac{Q_{PlavaVoda}^{min. registrovan}}{Q_{LašvaVS.Merdani}^{min. registrovan}} = \frac{Q_{PlavaVoda}^{(20)}}{Q_{LašvaVS.Merdani}^{(20)}}$$

$$Q_{PlavaVoda}^{min. registrovan} = 0,790 + 0,150 = 0,940 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{LašvaVS.Merdani}^{min. registrovan} = 3,60 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{LašvaVS.Merdani}^{(20)} = 2,86 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (prema statističkoj obradi minimalni 20-godišnji proticaj)}$$

Imamo:

$$Q_{PlavaVoda}^{(20)} = \frac{(0,790 + 0,150) \cdot 2,86}{3,60} = 0,746 \text{ m}^3/\text{s}$$

Razlika u procijenjenoj minimalnoj izdašnosti, korištenjem ova dva navedena postupka iznosi:

$$\Delta Q = 0,067 \text{ m}^3/\text{s}$$

U tom smislu, može se konstatovati da je napravljena analiza potvrdila ranije procijenjenu minimalnu izdašnost izvorišta Plava voda (istraživanja 1984.-1986. godine), 20-godišnjeg povratnog perioda u iznosu od:

$$Q_{PlavaVoda}^{(20)} = 0,7 \text{ m}^3/\text{s}$$

Također, iz navedenog se može zapaziti da se primjenom dva navedena postupka dobija izvjesna razlika, što se s obzirom na raspoloživi fond podataka može i očekivati.

Naime, oprez kod procjene minimalne izdašnosti izvorišta Plava voda nameće činjenica da je tokom 1977. i 1978. godine (vidi prilog 12) na rijeci Lašvi VS Merdani registriran minimalni proticaj u iznosu od 2,62 m³/s (istina, za Plavu vodu ne postoje mjerenja u tom periodu) [5], što je znatno niže od proticaja rijeke Lašve registriranog 1985. godine, kada je na Plavoj vodi zabilježena najniža izdašnost. Relativno dobra koincidencija proticaja Plave vode i rijeke Lašve u periodu recesije nameće zaključak da su moguće niže izdašnosti Plave vode od izmjerenih 0,950 m³/s, odnosno opravdava usvojeni rezultat minimalne izdašnosti ovog izvorišta od:

$$Q_{min}^{(20)} = 0,700 \text{ m}^3/\text{s}$$

Pored toga što nije bilo dato Projektnim zadatkom, a uvažavajući činjenicu da je izvoriste Plava voda jedno od deset najznačajnijih izvorišta vode u FBiH, Projektant je dodatno obavljao osmatranja u nekoliko navrata tokom avgusta i septembra 2011.god., prije kiša, koje su uslijedile nakon toga. Izvršeno je očitavanje vodomjerne letve na izvoristu Plava voda, kako bi se, s obzirom na pojavljenu sušu, mogao odrediti proticaj vrela. U nastavku su dati rezultati navedenog osmatranja, koji su pokazali da je u ovim periodima izdašnost izvorišta bila oko $1,2^* \text{ m}^3/\text{s}$.

25.08.2011 g. Hp.v.=45 cm ; Qp.v.= $1,06 \text{ m}^3/\text{s}$ + Qzahvata*

08.09.2011 g. Hp.v.=44,5 cm ; Qp.v.= $1,04 \text{ m}^3/\text{s}$ + Qzahvata*

13.10.2011 g. Hp.v.=45 cm ; Qp.v.= $1,06 \text{ m}^3/\text{s}$ + Qzahvata*

*Q zahvata – količine vode koje sa izvorišta Plava voda zahvata vodovod "Bašbunar" za potrebe vodosnabdijevanja grada Travnika. Q zahvata nije poznato za gore navedene dane, ali se na osnovu ranijih mjerenja Q zahvata (tokom 2009 i 2010 god.) ocjenjuje da se radi o prosječnim količinama od 200 l/sec .

Projektant predlaže da korisnik nastavi kontinuirano osmatranje izdašnosti izvorišta Plava voda.

3.1.3 Procjena maksimalne izdašnosti izvorišta

Definiranje maksimalne izdašnosti izvorišta Plava voda, a s obzirom na raspoloživi fond podataka dosta je složen zadatak. Kako se ne raspolaže sistematskim mjerenjima i osmatranjima u dužem vremenskom periodu, to će određivanje maksimalnih proticaja biti urađeno korištenjem raspoloživih podataka registriranih u dosadašnjem periodu. Pored toga, u istom cilju, analizirati će se tragovi pojave velikih voda, te izvrši anketiranje stanovnika koji žive u zoni izvorišta, o eventualnoj pojavi poplava priobalja Plave vode nizvodno od brane.

Vrlo je važno naglasiti da su u dosadašnjim istraživanjima registrirani maksimalni proticaji Plave vode koji nisu prelazili $4 \text{ m}^3/\text{s}$. Tako je u istražnom periodu 1984 – 1986. [3] godine maksimalni proticaj registriran u periodu od 10 – 12.05.1986. godine i iznosio je :

$$Q_{\text{max.regist.}} = 3,72 \text{ m}^3/\text{s}$$

Tokom istražnog perioda 2009/2010g. maksimalno registriran proticaj zabilježen je u periodu 21 i 22.04. te 21, 22 i 23. 05.2010g., a iznosio je:

$$Q_{\text{max.regist.}} = 2,47 \text{ m}^3/\text{s}$$

U oba navrata maksimalni proticaji zabilježeni su u proljetnim mjesecima u vrijeme otapanja snijega i pojava intenzivnijih kiša. Istovremeno treba naglasiti da je tokom vlažnog perioda zabilježeno i isticanje voda na vrelu Hendek koje po svemu sudeći ima funkciju preljeva velikih voda za ovo izvorište. Naime, prema raspoloživim podacima i mehanizmu pojava velikih voda, može se konstatirati, da je kapacitet izvorišta Plava voda ograničen, zbog najvjerovatnije, ograničenih dimenzija kraškog provodnika, kroz koji se odvija podzemni tok. Iz tog razloga povremeno i hipsometrijski više vrela Hendek, ima ulogu evakuacije velikih voda koje se uslijed intenzivnih padavina i topljenja snijega povećano pojavljuju u slivu, a zbog ograničenih dimenzija ne mogu isticati u punom kapacitetu na izvoristu Plava voda. Pri proticaju od preko $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ vrelo Hendek počinje da radi. Tokom ljetnog perioda

Hendek presušuje. U dosadašnjem periodu nisu vršena nikakva sistematska osmatranja ovog vrela, međutim registrirana je njegova pojava tokom istražnog perioda, iz čega je bilo moguće izvesti navedene konstatacije.

Za ilustraciju svega spomenutog vrlo je važno napomenuti da velike vode rijeke Lašve ne koincidiraju sa velikim vodama izvorišta. Tako na primjer u januaru 2010g. pri pojavi velikih voda na rijeci Lašvi od $Q = 55 \text{ m}^3/\text{s}$ proticaj na izvorištu bio je $Q = 2,17 \text{ m}^3/\text{s}$ što je na nivou prosječnog godišnjeg proticaja. Također pri pojavi ekstremno velikih voda procijenjenih na 20 - 50 godišnji rang pojava koje su registrirane na rijeci Lašvi krajem decembra 2009. godine i u prvoj polovini januara 2010 godine, proticaji na Plavoj vodi bili su nešto preko $2,4 \text{ m}^3/\text{s}$. To samo potvrđuje izrečenu konstataciju da velike vode izvorišta Plava voda ne koincidiraju sa velikim vodama rijeke Lašve i ako sliv izvorišta pripada slivu ove rijeke. To je moguće objasniti jedino vrlo specifičnim mehanizmom oticanja i pojave voda na izvorištu kao posljedica geološke građe sliva u kome dominira pukotinska poroznost djelomično i karstificirani dolomiti i krečnjaci čiji su kraški kanali popunjeni sitnozrnim dolomitnim „grusom“ (materijalom sličnim pijesku) kroz koji tok vode ima karakter filtracije. To ima za posljedicu vrlo sporu reakciju izvorišta na padavine i veoma lagan porast ali i opadanje izdašnosti.

Tokom istražnog perioda 2009/2010g. nije zabilježen niti jedan val velike vode, iako su na vodotocima u slivu rijeke Bosne, registrirane velike vode 20 – 50 godišnjeg ranga pojave. Naime, grafički zapis na instaliranom limnigrafu ukazuje na vrlo spori porast nakon dugotrajnih padavina, a također i neznatno povećanje proticaja. Najizraženiji porast proticaja zabilježen je tokom topljenja snijega na Vlašiću uz istovremenu pojavu padavina. Stiče se dojam da povećano podzemno doticanje u sliv, ne manifestira se naglim povećanjem proticaja na izvorištu, što na neki način potvrđuje već izrečenu konstataciju o karakteru podzemnog toka.

Povećano podzemno oticanje trebalo bi da utiče na porast nivoa podzemne vode. Međutim kako se radi o velikoj površini i najvjerovatnije značajno izraženoj poroznosti sliva povećanje nivoa podzemne vode nije toliko da bi moglo izazvati veći nagli porast proticaja. Zbog činjenice da je isticanje na vrelu funkcija nivoa vode, odnosno $Q = f(\sqrt{h + \Delta h})$

gdje je h visinska razlika između kote nivoa podzemne vode i kote isticanja vrela, a Δh porast nivoa od padavina. Padavine, zbog velike poroznosti i velike površine podzemnog akvifera izazivaju relativno skroman porast nivoa Δh . A kako je proticaj na vrelu funkcija pod korjene veličine $\sqrt{h + \Delta h}$, to uticaj prirasta nivoa od padavina se još više umanjuje, odnosno porast nivoa Δh mora biti značajan, da bi se manifestirao uočljivo većim isticanjem na vrelu.

Iz svega navedenog može se konstatirati da ovo izvorište ima vrlo sporu reakciju na padavine i ograničene velike vode, koje po kapacitetu dostižu $Q \approx 4 \text{ m}^3/\text{s}$, a količine koje bi eventualno zbog iznimno velikih padavina doticale iz sliva, evakuiraju se, preko prelivnog vrela Hendek. U razgovoru sa stanovništvom koje živi u neposrednoj blizini potvrđena je ova konstatacija. S obzirom da niko ne pamti da se Plava voda izlila iz postojećeg korita.

3.2 Rezultati ispitivanja kvaliteta voda

S obzirom na značaj izvorišta Plava voda, te kraški sliv i izraženu pukotinsko kaveroznu poroznost, u cilju determiniranja kvalitativnih karakteristika, neophodna su sistematska ispitivanja zatečenog kvaliteta vode. u tom cilju, ispitivanja su vršena

svaka 2 sata u trajanju 48 sati, a u različitim hidrološkim situacijama tokom 1985. i 1986. godine na sljedećim profilima:

- izvoriste Plava voda, postojeća kaptaža,
- izvoriste Plava voda, neaptirani dio uzvodno od brane,
- izvoriste Baš bunar, postojeća kaptaža,
- potok Hendek (u periodima kada je aktivan)

Koristeći rezultate spomenutih analiza provedenih 1985. i 1986. godine, te rezultate ispitivanja 2009. i 2010. godine, sumirani su rezultati obje serije ispitivanja na osnovu kojih je izvedena procjena fizikalno – hemijskih i bakterioloških karakteristika sirove vode s osvrtom na trendove promjena, koje su se mogle desiti u periodu od 25 godina (1985. do 2010. godine).

U svim uzorcima, analiziranim u pomenutim vremenskim razdobljima, određivane su vrijednosti sljedećih fizičko – hemijskih parametara: miris, ukus, mutnoća, pH vrijednost, ukupni isparni ostatak na 105°C, suspendovane čvrste supstance, rastvoreni kiseonik i zasićenost kiseonikom, elektroprovodljivost, ukupna, karbonatna i nekarbonatna tvrdoća, kalcij, magnezij, mangan, željezo, slobodni ugljen dioksid, hloridi, amonijačni, nitratni i nitritni azot, ortofosfati, silicijum dioksid, sulfati, vodonik sulfid, utrošak KMnO₄, biohemijska potrošnja kiseonika (BPK₅) i hidrogen - karbonati. Analiza navedenih parametara vršena je standardnim metodama prema "Sl. list SFRJ" broj 9/80 i pravilniku za ispitivanje kvaliteta vode za piće Sl. novine broj 50/10 FBiH.

U sklopu bakterioloških analiza, u obje serije ispitivano je prisustvo i broj kolimorfni klica u 100 ml kaptirane vode, ukupan broj živih klica u 1 ml na 37°C i 22°C, zatim broj *Streptococcus faecalis*, *Proteus species* i *Clostridium species* za sve pitke vode. Treba napomenuti da su enterokoki *Streptococcus faecalis* i *Proteus species* najpodobnija grupa bakterija za vrednovanje higijenske kvalitete vode, jer broj fekalnih streptokoka visoko korelira s prisutnošću patogenih bakterija, fekalnih i ukupnih koliformnih bakterija i enterovirusa. Anaerobni *Clostridium species* je vrsta visokopatogenih bakterija, i ne smije biti prisutna u vodama za piće. Metode za detaljna bakteriološka ispitivanja traženih parametara u skladu su sa propisima Svjetske Zdravstvene Organizacije (WHO).

Sve fizičko – hemijske analize u navedenim periodima vršene su u laboratoriji Instituta za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu, a bakteriološke analize u laboratoriji Doma zdravlja Stari grad Sarajevo (1985. i 1986. godine), te Zavoda za javno zdravstvo Kantona Sarajevo (2009./2010. godine).

3.2.1 Rezultati fizikalno – hemijskih analiza

Određivanje fizičko – hemijskih parametara uzoraka uzetih u devet serija u periodu od 24. 06. 1985. – 14. 03. 1986. godine, izvršena su prema prethodno navedenim standardima koristeći pri tome naj savremeniju opremu i instrumente koja je u to vrijeme bila na raspolaganju. Rezultati su prikazani u tabeli 3 i 4. Na osnovu dobijenih rezultata za srednju vrijednost ukupne tvrdoće od 10,2 Odh za neaptirani dio, i 9,2 Odh za kaptirani dio, vode vrela Plava voda svrstavaju se u srednje tvrde, a isparni ostatak od 190 mg/l potvrđuje te rezultate. Izmjerene pH vrijednosti u rasponu od 7,5 – 8,5 pokazuju da vode ovog izvora spadaju u neutralne do slabo alkalne vode. Srednje vrijednosti za kalcijum, koji je i glavni katjon, u prosjeku iznosi oko 57,2 mg/l. Vrijednosti za magnezijum se kreću oko 6,7 mg/l, na osnovu čega se vidi da je odnos kalcijuma i magnezijuma veoma povoljan za ljudsko zdravlje. Ovi

parametri ukazuju da akumulacija podzemnih voda egzistira u karbonatnom kompleksu, a tu tvrdnju potkrepljuju i veoma niske vrijednosti dobivenih rezultata za željezo, mangan i druge esencijalne mikroelemente. Koncentracija fosfora je ispod maksimalno dopuštene koncentracije od 0,1 mg/l, ali pošto je poznato da je karst siromašan fosforom a vrijednosti su varirale, potrebno je obratiti pažnju na rezultate za taj parametar. S obzirom na mogući razvoj poljoprivrede, mora se voditi računa da se izbjegne upotreba vještačkih đubriva da bi vrijednosti za fosfor ostale ispod maksimalno dopuštene koncentracije. U pogledu prisustva zagađivača kao što su fenoli, mineralna ulja i deterdženti, voda je veoma čista jer ih nema ni u tragovima. Izuzetak je pojava nitrita, iako su nađene vrijednosti ispod zakonom utvrđenih granica vide se uticaji određenih aktivnosti u slivu. To se može objasniti prisustvom ljudi i stoke u slivu tokom perioda vegetacije. Pored svega, nije zabilježeno prisustvo nitrata u sirovoj vodi, što može upućivati na zaključak da se azotni spojevi nisu uspjeli transformirati u manje škodljivi nitrat. To na neki način može ukazivati i na blizinu izvora zagađenja.

Treba istaći da nađene vrijednosti mikropokazatelja ukazuju na kvalitetnu vodu koja se namjerava koristiti za vodosnabdjevanje s obzirom da je analizirana sirova voda.

Tabela 3: Pregled rezultata fizikalno-hemijskih ispitivanja Plave vode tokom 1985. godine

Parametri	MDK*	Vrelo Plava voda				
Datum (1985. godina)		24/25.06.	03/04.06.	15/16.09.	01.10.	28/29.10.
Temperatura vode (°C)	-					
Miris	bez	bez	bez	bez	bez	bez
Ukus	bez	bez	bez	bez	bez	bez
Boja (Pt-Co skala)	bez	bez	bez	bez	bez	bez
Mutnoća (NTU)	bez	5,0	bez	bez	bez	bez
pH vrijednost	≥ 6.5 - ≤ 9.5	7,80	7,80	7,50	8,00	8,00
Utrošak KMnO ₄ (mg/l O ₂)	5.00	7,40	4,23	7,50	5,66	2,93
Ukupan isparni ostatak na 105 °C(mg/l)	-	187	138	178	153	141
Suspendovane čvrste supstance (mg/l)	-	0	0	0	0	0
Rastvoreni kisik (mg O ₂ /l)	-	11,20	11,30	11,80	12,20	11,00
Zasićenost kisikom (%)	-	-	-	-	-	-
BPK ₅ (mg O ₂ /l)	-	1,40	1,30	1,60	2,10	1,55
Amonijak (mg NH ₄ /l)	0.50	0	0	0	0	0
Nitrat (mg NO ₃ /l)	50.00	0	0	0	0	0
Nitrit (mg NO ₂ /l)	0.50	<0,002	<0,001	<0,003	<0,003	0
Hloridi (mg Cl/l)	250.00	4,7	4,2	4,5	4,5	4,0
Ukupna tvrdoća (mg CaCO ₃ /l)	-	178	162	169	166	165
Karbonatna tvrdoća (mg CaCO ₃ /l)	-	-	-	-	-	-
Nekarbonatna tvrdoća (mg CaCO ₃ /l)	-	-	-	-	-	-
Kalcijum (mg/l)	-	60.96	55,58	56,11	57,71	58,78
Magnezijum (mg/l)	-	6,46	6,13	5,80	5,81	4,84



Parametri	MDK*	Vrelo Plava voda				
Elektroprovodljivost ($\square S\ cm^{-1}$ na 20 °C)	2500.00	-	-	-	-	-
Bikarbonat (mg HCO_3/l)	-	-	-	-	-	-
Sulfati (mg SO_4/l)	250.00	0	0	0	0	0
Slobodni karbon dioksid (mg/l)	-	-	-	-	-	-
Fosfati – (orto) kao P (mg/l)	-	0,016	0,015	0,018	0,017	0,016
Silicijum dioksid SiO_2 (mg/l)	-	-	-	-	-	-
Željezo (mg Fe/l)	0.20	0,006	0,01	0,046	0,03	0,05
Kalijum (mg/l)	-					
Natrijum (mg/l)	200.00					
Deterdženti (mg DBS/l)		-	-	-	-	-
Masti i ulja (mg/l)		-	-	-	-	-

Tabela 4: Pregled rezultata fizikalno-hemijskih ispitivanja Plave vode tokom 1985. godine

Parametri	MDK*	Vrelo Plava voda				
Datum (1985./1986. godina)		05/06.11. 1985.	24/25.12. 1985.	03/04.02. 1986.	13.03. 1986.	14.03. 1986.
Temperatura vode (°C)	-					
Miris	bez	bez	bez	bez	bez	bez
Ukus	bez	bez	bez	bez	bez	bez
Boja (Pt-Co skala)	bez	bez	bez	bez	bez	bez
Mutnoća (NTU)	bez	bez	bez	bez	bez	bez
pH vrijednost	$\geq 6.5 - \leq 9.5$	7,90	8,15	8,20	8,10	8,05
Utrošak $KMnO_4$ (mg/l O_2)	5.00	3,8	6,65	5,66	1,70	1,80
Ukupan isparni ostatak na 105 °C(mg/l)	-	147	138	138	139	140
Suspendovane čvrste supstance (mg/l)	-	0	0	0	0	0
Rastvoreni kisik (mg O_2/l)	-	10,90	12,30	10,30	10,80	10,60
Zasićenost kisikom (%)	-	-	-	-	-	-
BPK ₅ (mg O_2/l)	-	1,30	1,40	0,75	1,20	0,9
Amonijak (mg NH_4/l)	0.50	0	0	0	0	0
Nitrat (mg NO_3/l)	50.00	0	0	0	0	0
Nitrit (mg NO_2/l)	0.50	0,006	0,014	<0,0005	<0,0005	0
Hloridi (mg Cl/l)	250.00	4,3	4,7	4,5	3,7	3,8
Ukupna tvrdoća (mg $CaCO_3/l$)	-	134	156	175	176	169
Karbonatna tvrdoća (mg $CaCO_3/l$)	-	-	-	-	-	-
Nekarbonatna tvrdoća (mg $CaCO_3/l$)	-	-	-	-	-	-
Kalcijum (mg/l)	-	59,9	56,1	55,6	57,7	57,7
Magnezijum (mg/l)	-	7,42	6,11	6,46	6,78	5,81

Parametri	MDK*	Vrelo Plava voda				
Elektroprovodljivost ($\square S\text{ cm}^{-1}$ na 20 °C)	2500.00	-	-	-	-	-
Bikarbonat (mg HCO_3/l)	-	-	-	-	-	-
Sulfati (mg SO_4/l)	250.00	0	0	0	0	0
Slobodni karbon dioksid (mg/l)	-	-	-	-	-	-
Fosfati – (orto) kao P (mg/l)	-	0,013	0,012	0,002	0	0,006
Silicijum dioksid SiO_2 (mg/l)	-	-	-	-	-	-
Željezo (mg Fe/l)	0.20	0,01	0,0015	0,005	0,003	0,003
Deterdženti (mg DBS/l)	-	-	-	-	-	-
Masti i ulja (mg/l)	-	-	-	-	-	-

Istim metodama i uz upotrebu savremene opreme te najvećim dijelom modernijih i novih instrumenata, rađena je analiza istih parametara za period od 07.01. – 14. 09.2010. godine. Na osnovu rezultata ispitivanja vode vrele Plava voda, tabela 5 i 6, tokom sedam serija uzorkovanja, ustanovljeno je da se voda prema izmjerenoj tvrdoći kreće od 10,3 Odh – 11,4 Odh, te spada u srednje tvrde vode. Vrijednosti za kalcijum su u rasponu od 174 -196 mg $CaCO_3/l$, dok je koncentracija magnezijuma 4,4 – 14,2 mg/l. Izmjerene pH vrijednosti koja se kreću od 6,5 - 7,77 svrstavaju ih u grupu neutralnih do slabo baznih voda, izuzimajući podatak za 07.01.2010. godine, kada je u uzorku ustanovljena slaba kiselost zbog prisustva znatno povišene količine CO_2 , ali koja ne prelazi MDK. Na osnovu prilično stabilne vrijednosti elektroprovodljivosti (299-319 $\mu S/cm$), može se smatrati da je u različitim periodima godine mineralizacija, odnosno sadržaj soli prilično stabilan. Interesantan podatak, s obzirom da se radi o karstu, je i nešto povećana koncentracija fosfata. Porijeklo fosfora moglo bi se povezati sa vještačkim đubrivima ili upotrebom deterdženata ekvivalentno laganom porastu broja vikendica i stočarskih kotuna, iako u skladu s tim ne prelaze MDK. Koncentracije svih drugih parametara, kao što su nitriti i sulfati, te i vrijednosti osnovnih esencijalnih mikroelemenata su izuzetno niske i nikada nisu prelazile propisane MDK vrijednosti. Izuzetak je pojava veoma male, ali ipak mjerljive količine amonijaka, kao i koncentracije nitrata u rasponu od 1,5 mg NO_3-l – 13, 9 mg NO_3-l , što je ispod MDK, ali primjetno jer u ispitivanjima iz 1985 -1986. godine nisu uopšte bili prisutni. Ustanovljena je i pojava mutnoće od 0,63 do 1,69 stepeni silikatne skale, iako se vode ispod 5 stepeni smatraju veoma kvalitetnim, MDK za vode koje se namjeravaju koristiti za piće je 0. pored svega navedenog, krajem augusta 2010. godine, urađena je i kompletna analiza uzoraka kvaliteta vode sa ovog izvorišta, prema najnovijem Pravilniku (Službeni glasnik BiH 40/10, Aneks I dio, B i C). rađena je, između ostalog i determinacija prisustva teških metala, radioaktivnost, te Pravilnikom predviđeni bakteriološki parametri. Analizu je uradio Zavod za javno zdravstvo FBiH i služba za zdravstvenu ekologiju, rezultati su dati u prilogu

17.



Tabela 5: Pregled rezultata fizikalno-hemijskih ispitivanja Plave vode tokom 2010. godine

Parametri	MDK*	Vrelo Plava voda				
Datum (2010. godina)		07.01.	26.01.	09.02.	24.02.	29.03.
Temperatura vode (°C)	-					
Miris	bez	bez	bez	bez	bez	bez
Ukus	bez	bez	bez	bez	bez	bez
Boja (Pt-Co skala)	bez	bez	bez	bez	bez	bez
Mutnoća (NTU)	bez	1,33	0,76	0,70	1,69	0,78
pH vrijednost	≥ 6.5 - ≤ 9.5	6,5	7,65	7,60	7,56	7,77
Utrošak KMnO ₄ (mg/l O ₂)	5.00	1,82	0,49	0,90	1,31	0,28
Ukupan isparni ostatak na 105 °C(mg/l)	-	242	130	178	260	216
Suspendovane čvrste supstance (mg/l)	-	0,45	<5	<5	<5	<5
Rastvoreni kisik (mg O ₂ /l)	-	4,75	9,46	10,13	10,18	10,09
Zasićenost kisikom (%)	-	57,0	100,5	120,8	125,1	112,4
BPK ₅ (mg O ₂ /l)	-	2,0	0,39	1,01	1,46	2,0
Amonijak (mg NH ₄ /l)	0.50	0,18	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nitrat (mg NO ₃ /l)	50.00	1,43	8,24	9,39	7,35	13,90
Nitrit (mg NO ₂ /l)	0.50	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,007
Hloridi (mg Cl/l)	250.00	7,4	6,8	5,5	7,9	6,0
Ukupna tvrdoća (mg CaCO ₃ /l)	-	178	186	186	194	196
Karbonatna tvrdoća (mg CaCO ₃ /l)	-	160	160	166	170	172
Nekarbonatna tvrdoća (mg CaCO ₃ /l)	-	18	26	20	24	24
Kalcijum (mg/l)	-	66,53	65,7	63,1	62,5	72,1
Magnezijum (mg/l)	-	2,92	14,6	6,32	9,2	3,9
Elektroprovodljivost (□S cm ⁻¹ na 20 °C)	2500.00	319	306	308	314	319
Bikarbonat (mg HCO ₃ /l)	-	195,2	195,2	202,5	207,4	209,8
Sulfati (mg SO ₄ /l)	250.00	8,29	14,69	6,21	7,02	8,06
Slobodni karbon dioksid (mg/l)	-	29,39	8,45	3,96	2,73	3,78
Fosfati – (orto) kao P (mg/l)	-	0,04	0,034	0,031	0,04	0,027
Silicijum dioksid SiO ₂ (mg/l)	-	0,93	1,42	1,96	1,58	1,51
Željezo (mg Fe/l)	0.20	0,05	0,11	0,09	0,06	0,06
Kalijum (mg/l)	-					
Natrijum (mg/l)	200.00					
Deterdženti (mg DBS/l)		-	-	0,01	-	-
Masti i ulja (mg/l)		-	-	0,0	-	-

Tabela 6: Pregled rezultata fizikalno-hemijskih ispitivanja Plave vode tokom 2010. godine

Parametri	MDK*	Vrelo Plava voda					
Datum (2010. godina)		26.04.	14.05	17.06.	14.07.	14.09	12.10.
Temperatura vode (°C)	-						
Miris	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez
Ukus	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez
Boja (Pt-Co skala)	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez
Mutnoća (NTU)	bez	0,65	0,65	1,2	0,90	1,3	0,30
pH vrijednost	≥ 6.5 - ≤ 9.5	6,70	7,36	7,66	7,42	7,60	7,73
Utrošak KMnO ₄ (mg/l O ₂)	5.00	3,80	1,30	0,40	0,41	0,74	0,51
Ukupan isparni ostatak na 105 °C (mg/l)	-	166	168	235	196	216	212
Suspendovane čvrste supstance (mg/l)	-	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Rastvoreni kisik (mg O ₂ /l)	-	8,55	9,48	9,24	8,79	9,16	9,94
Zasićenost kisikom (%)	-	102,3	114,7	127,1	111,9	102,2	101,3
BPK ₅ (mg O ₂ /l)	-	0,42	1,36	1,12	0,74	1,9	2,45
Amonijak (mg NH ₄ /l)	0.50	0,026	0,13	<0,01	0,06	0,06	0,045
Nitrat (mg NO ₃ /l)	50.00	6,82	6,95	11,87	4,94	6,07	8,28
Nitrit (mg NO ₂ /l)	0.50	0,016	0,013	0,013	0,020	0,016	0,016
Hloridi (mg Cl/l)	250.00	6,5	3,5	1,9	4,5	5,8	4,5
Ukupna tvrdoća (mg CaCO ₃ /l)	-	190	174	180	180	188	204
Karbonatna tvrdoća (mg CaCO ₃ /l)	-	158	154	162	166	170	170
Nekarbonatna tvrdoća (mg CaCO ₃ /l)	-	48	20	18	14	18	34
Kalcijum (mg/l)	-	62,5	31,7	57,7	62,5	60,1	70,54
Magnezijum (mg/l)	-	8,3	4,4	8,7	5,8	9,2	6,81
Elektroprovodljivost (□S cm ⁻¹ na 20 °C)	2500.00	314	299	304	314	319	367
Bikarbonat (mg HCO ₃ /l)	-	192,8	187,9	197,6	202,5	207,4	207,4
Sulfati (mg SO ₄ /l)	250.00	5,72	8,18	7,86	8,67	7,09	10,48
Slobodni karbon dioksid (mg/l)	-	1,41	4,84	1,76	1,76	2,64	1,76
Fosfati – (orto) kao P (mg/l)	-	0,056	0,033	0,023	0,049	0,014	0,027
Silicijum dioksid SiO ₂ (mg/l)	-	2,46	3,07	3,89	2,98	3,74	3,93
Željezo (mg Fe/l)	0.20	0,14	0,08	0,10	0,103	0,08	0,10
Deterdženti (mg DBS/l)	-	-	-	-	-	-	-
Masti i ulja (mg/l)	-	-	-	-	-	-	-

3.2.2 Rezultati bakterioloških ispitivanja

Na osnovu izvještaja o bakteriološkoj analizi izvršenoj na uzorcima vode vrele Plava voda u periodu od 24.06.1985. – 14.03.1986. godine, tabele 6 i 7, u većini uzoraka ustanovljeno je da voda ne odgovara propisima Pravilnika o zdravstvenoj higijenskoj ispravnosti vode za piće za prirodne vode zatvorenog tipa ("Sl. list SFRJ" broj 9/80), zbog izolovanih *Proteus species* i *Streptococcus faecalis*, što je indikator uticaja fekalnog zagađenja iz okolnih naselja. Samo u uzorcima uzetim u ranim jutarnjim satima, kao i u zimskim mjesecima, rezultati su pokazivali bakteriološku ispravnost. Ta činjenica ukazuje na evidentne aktivnosti stanovništva, vezane uglavnom za stočarstvo. Uzorci vode uzeti 24. i 25. 06. 1985. godine bili su pozitivni na prisustvo

patogenih anaeroba Clostridia species. Na uzorku ispitivanom 25. 12. 1985. godine, broj navedenih bakterija ekstremnim vrijednostima premašio je one koje su po zakonu propisane, uključujući i prethodno spomenuti soj Clostridia species, koje zbog veoma velikog broja u odnosu na MDK koji iznosi 0 nije imalo smisla ni određivati. Mjerenje 14.03.1986. pokazalo je ponovno vraćanje trendu iz septembra mjeseca 1985. godine, prema analiziranim vrijednostima istih parametara. Rezultati svih bakterioloških analiza odnose se isključivo na sirovu vodu, čiji kvalitet se pažljivo prati zbog nedvosmislenog prisustva antropogenih uticaja.

Tabela 7: Pregled bakterioloških ispitivanja tokom 1985./1986. godine

Profil (vrelo)	Datum	Ukupan broj živih bakterija u 1 mL						Ukupan broj koliformnih bakterija u 100 mL		
		22°C			37°C					
		min.	max.	x	min.	max.	x	min.	max.	x
Vrelo „Plava voda“ – nekaptirano izvorište	24/25.06.1985.	80	340	180	10	260	103	0	1000	223
	03.09.1985.	7	1100	198	1	548	89	1	3500	371
	16.09.1985.	9	2720	468	4	1024	215	13	2400	573
	01.10.1985.	10	156	63	4	39	14	0	161	37
	28.10.1985.	1	9	3	0	111	11	0	240	34
	05/06.11.1985.	0	1152	114	0	17	4	5	161	33
	25.12.1985.	900	8500	3030	742	7000	1465	0	24000	2620
	03.02.1986.	4	45	15	3	39	8	0	92	41
	14.03.1986.	7	22	13	2	12	7	0	161	30
Vrelo „Plava voda“ – postojeća kaptaža	24/25.06.1985.	70	280	136	40	240	110	0	670	135
	04.09.1985.	9	2304	300	7	2048	260	3	38000	4012
	16.09.1985.	20	2110	536	9	1088	329	35	54000	7054
	01.10.1985.	7	1088	268	5	960	124	0	1610	295
	28.10.1985.	1	384	38	1	256	24	24	161	47
	05/06.11.1985.	0	1628	157	0	8064	677	13	920	148
	25.12.1985.	350	129000	18008	300	124000	16788	85	1500	590
	03.02.1986.	5	19	10	2	6	4	0	161	56
	14.03.1986.	3	37	11	2	11	5	0	240	47
Izvorište „Baš bunar“	05/06.11.1985.	0	3	1	0	2	0	0	0	0
	25.12.1985.	142	9000	2410	101	7000	1859	85	200	116
	03.02.1986.	0	6	2	0	5	1	0	0	0
	14.03.1986.	1	4	2	1	3	2	0	8	1
Potok Hendek	24/25.06.1985.	90	4480	724	50	930	271	92	2400	615

Na osnovu izvještaja o bakteriološkoj analizi izvršenoj na uzorcima vode vrela Plava voda u periodu od 07.01. – 14.09.2010. godine, tabela 8, u većini uzoraka ustanovljeno je da voda ne odgovara propisima Pravilnika o zdravstvenoj higijenskoj ispravnosti vode za piće za prirodne vode zatvorenog tipa (pravilnik za ispitivanje kvaliteta vode za piće Sl. novine broj 50/10 FBiH), zbog izolovanih Proteus species i Streptococcus faecalis, što je takođe pokazatelj uticaja fekalnog zagađenja porijeklom iz naseljenih područja u blizini ili od stočarskih katuna lociranih u slivu. Važno je naglasiti, kao što su pokazali rezultati ispitivanja ranijih godina, rezultati uzoraka uzetih u ranim jutarnjim satima i u zimskim mjesecima, pokazivali su bakteriološku ispravnost. Prema dosadašnjim analizama, i dalje je evidentan uticaj civilizacijskih pritisaka, ali prema rezultatima istih, a prema poređenju s ranijim trendovima, vidljivo je smanjenje broja mikroorganizama u vodi izvorišta. Ispitivanja na patogeni soj Clostridium species su u svim navedenim periodima bila negativna. Ovi rezultati kao i do sada isključivo predstavljaju bakteriološku sliku sirove vode, a neprekidni dezinfekcioni tretmani stalno su neophodni jer se radi o vodi koja će se koristiti za piće.

Tabela 8: Pregled bakterioloških ispitivanja tokom 2010. godine

Profil (vrela)	Datum	Broj koliformnih bakterija u 100 mL vode	Ukupan broj živih bakterija u 1 mL		Streptococcus faecalis	Proteus species	Clostridium species
			22°C	37°C			
Vrela „Plava voda“ nekaptirano izvorište	29.01.2010.						
	24.02.2010.						
	29.03.2010.	0	0	0	0	0	0
		30	2	7	0	0	0
	26.04.2010.	14	0	3	3	0	0
			0	2	2	0	0
	18.06.2010.	75	2	40	7	0	0
		20	3	5	7	0	0
	14.07.2010.	32	3	9	4	0	0
	14.09.2010.						

3.2.3 Zatečeno stanje kvalitete vode na izvorištu s osvrtom na trendove promjene

Na osnovu rezultata ispitivanja sprovedenih tokom 1985. i početkom 1986. godine, a poredi ih sa rezultatima urađenim 2010. godine nije došlo do značajnijih promjena kvaliteta sirove vode, s obzirom da su svi parametri rađenih monitoringa u skladu sa propisima o maksimalno dozvoljenim koncentracijama štetnih supstanci u pitkoj vodi.

Međutim, pošto se radi o dugom vremenskom periodu, bitno je spomenuti promjene koje su zabilježene u nekoliko bitnih parametara, posebno prisustvo nitrata (u dopuštenim granicama), kojih ranije nije bilo u mjerenjima, i primjetnije sniženje pH vrijednosti vode nekaptiranog dijela. Treba uzeti u obzir da se radi o području koje prema svojoj osjetljivoj prirodi trpi značajniji civilizacijski pritisak, zbog prisustva ljudi i stoke tokom ljeta. Za argumentovanu diskusiju o spomenutim promjenama oslonili smo se na podatke koji su bili dostupni iz 1985. i 1986. godine, te na one koji su primijećeni kao značajni, posmatrajući okolinu i cjelokupno područje na licu mjesta. Za razliku od ranijeg perioda, stočarstvo u slivu bilježi blagi pad. Nesrazmjerna raširenost organske materije uglavnom fekalnog porijekla, kao posljedica pritustva ljudi i stoke, mogući je uzrok pojave nitrata amonijačnog porijekla u nekaptiranom izvorištu. Zbog specifične konfiguracije terena, te duži period oksidacije i sapiranja oborinskim vodama zagađenja kroz poroznu karstifikovanu sredinu lako mogu dospjeti u kontakt sa podzemnim vodnim tokovima. Također, veoma interesantno je spomenuti da je u uzorku uzetom 07. 01. 2010. godine registrirana bitno snižena pH vrijednost, koja je iznosila svega 6,5. Budući da je odnos hidrogen karbonata u ovom uzorku srazmjeran mineralnom udjelu kalcijuma, ali i pored toga sadrži višestruko veću količinu CO₂, i istovremeno ima znatno povećanu potrošnju KMnO₄. Rezultati ukazuju da je sniženje pH vrijednosti najvjerovatnije uzrokovano trenutnim povećanjem količine CO₂, ali ne mineralnog (iz bikarbonata), nego najvjerovatnije organskog porijekla.

Sa bakteriološkog stanovišta, zabilježeno je blago smanjenje živih klica uglavnom soja Streptococcus faecalis i Proteus species u uzorcima sirove vode, koje se porijeklom uobičajeno mogu naći u ostacima probavnog procesa živih bića. Značajno je primjetiti da patogeni anaerobi Clostridium species nisu registrovani ni u

jednom uzorku analiza rađenih 2010. godine, tabela 8. S obzirom na veoma mali broj koji je dozvoljen međunarodnim standardima propisane od strane Svjetske zdravstvene organizacije, većina uzoraka mjerenih u oba perioda ne može zadovoljiti standarde kvaliteta sirove vode. Bez obzira na to što u određenim periodima imamo čak i prema parametrima bakteriološki potpuno čistu vodu koji ukazuju na dobar kvalitet i sa bakteriološkog stanovišta, neprekidna dezinfekcija je neophodna i za sve vode koje se namjeravaju koristiti za piće. Za ova ispitivanja, osim primjetnog blagog smanjenja sadržaja svih koliformnih bakterija veoma interesantan podatak je registrovan za 25.12.1985. godine, gdje je primjećen ekstremno veliki broj mikroorganizama, daleko iznad 100 000 na 1/L. Uzrok tome može biti najvjerovatnije trenutno zagađenje uzrokovano pucanjem kanalizacione cijevi u naselju lociranom u blizini izvorišta. Postoji mogućnost da je to zagađenje uzrokovano i ljudskim nemarom, međutim, takve bakteriološke vrijednosti u narednih 25 godina nisu više zabilježene.

Kaptirani dio izvorišta nalazi se ispod starog dijela grada što se negativno manifestuje na bakteriološku ispravnost vode. Prema svim analizama u navedenim periodima, broj bakterija jako varira od ranih jutarnjih sati do popodneva što evidentno odražava povećanu aktivnost stanovništva. Stepenn naseljavanja bilježi slabiji pad, a ekvivalentno s tim i broj koliformnih mikroorganizama u vodi. Iako se vrši stalna sanitarna obrada kroz neprekidnu dezinfekciju vode koja se na kraju koristi kao voda za piće dosta visokog kvaliteta, poduzimanje mjera kroz projekat zaštite u interesu je očuvanja izvorišta Plava voda. Stvaranje zaštitnih zona oko samog izvorišta koje je potrebno održavati i sprovoditi u skladu sa važećim pravilnikom za zaštitu izvorske pitke vode, što je predmet posebnog projekta. U proteklom periodu, kao posljedica određenih društvenih promjena uzrokovanih ratom, došlo je do usporavanja razvoja ranije započetih negativnih procesa, što se odražava smanjenjem bakteriološkog zagađenja u vodi izvorišta. Mada je mikrobiološki kvalitet vode zadovoljavajući i djelimično poboljšan u odnosu na ranije stanje, s obzirom na vrijednost i značaj ovog prirodnog bogatstva, a imajući u vidu stepen opasnosti od zagađenja, sadašnji režim zaštite neophodno je unaprijediti na cjelokupnom hidrogeološkom slivnom području. Kada se uradi projekat zaštite i donese „Odluka o zaštiti“, prema kojoj će se propisati režim korištenja prostora neposrednog sliva, omogućit će se i njegova adekvatna zaštita, te u kontinuitetu održavanja kvalitetne pitke vode na izvorištu.

F. Zaključci

- Minimalna izdašnost izvorišta Plava voda, ranga pojave 1/20 godina procjenjena je na količinu od 0,700 m³/s. Sa stanovišta tehničke prakse usvojena količina ima svoje opravdanje, s obzirom da se ostalo na strani sigurnosti. U ovu količinu uračunata je i količina zahvatanja od 0,194 m³/s za Travnik;
- Minimalni proticaji registrirani u istražnom periodu 1985./1986. godina, pojavili su se u hidrološkoj situaciji malih voda 6-godišnjeg ranga pojave;
- Najnovija istraživanja tokom 2009./2010. godine, vršena su u godini iznad prosječne vlažnosti sa minimalno pojavljenim proticajima na Plavoj vodi od $Q = 1,31 \text{ m}^3/\text{s}$ i na rijeci Lašvi od $Q = 4,57 \text{ m}^3/\text{s}$ oktobar 2009. godine, te $1,856 \text{ m}^3/\text{s}$ na Plavoj vodi i $5,1 \text{ m}^3/\text{s}$ na Lašvi VS Merdani (septembar 2010. godine);

- Tokom istražnog perioda 2009./2010. godine, zahvatanje sa izvorišta za potrebe vodosnabdijevanja Travnika iznosilo je u prosjeku 0,194 m³/s, odnosno 0,136 m³/s kada radi jedna pumpa i 0,251 m³/s kada rade obje pumpe;
- - Prema fizičko- hemijskim ispitivanjima provedenih tokom 1985./1986. godine, vode ovog izvorišta spadaju u red kvalitetnih voda koje su u znatnoj mjeri ugrožavale aktivnost u slivu. To su prije svih intenzivna ispaša stoke na prostoru sliva, te neodgovarajuće riješen odvod kanalizacije u naselju lociranom neposredno bočno od izvorišta;
- Rezultati bakterioloških ispitivanja u periodu 1985./1986. godine, jasno ukazuju na povremenu pojavu značajnog bakteriološkog zagađenja, koje se najviše manifestira na kaptiranom dijelu izvorišta. Naime, postojećom kaptažom zahvaćena je bočna sekundarna pojava voda koje je najvjerovatnije bilo pod uticajem loše izvedenog kanizacionog sistema u naselju, lociranom neposredno bočno od izvorišta;
- U sadašnjim uvjetima (ispitivanja 2009./2010. godine), karakteristična je povremena pojava organskog zagađenja u dopuštenim granicama, kao i povremena pojava bakterija fekalnog porijekla. To je posljedica izraženih aktivnosti u slivu vezanih za boravak većeg broja ljudi, a naročito povećan broj grla stoke, tokom ljetnog perioda. Radi se o stadima ovaca koje tokom ljetne ispaše borave na većem dijelu sliva, na kome ostavljaju izmet. Tokom padavina, oborinske vode ga sapiru i unose u podzemni akvifer. Najugroženija područja su neposredno zaleđe izvorišta u kome su determinirane izražene pukotine, kroz koje je moguća nesmetana komunikacija površinskih sa podzemnim vodama;
- Odgovarajućim projektom zaštite potrebno je definirati kritična mjesta, te propisati uslove i režim korištenja područja sliva sa težištem na najosjetljivije lokalitete.

G. Korištena literatura

1. Atlas klime SFRJ – Savezni hidrometeorološki zavod Beograd 1961. godine;
2. Osnovna geološka karta SFRJ listovi Ugar i Zenica;
3. Kvantitativno – kvalitativne karakteristike vrela i sliva Plava voda, Zavod za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu – 1986.godina;
4. Meteorološki godišnjaci - Savezni hidrometeorološki zavod – Beograd (za godine 1948 - 1966 g.);
5. Studija površinskih voda rijeke Save – obrada vodomjerne stanice Merdani na rijeci Lašvi – Zavod za vodoprivredu Sarajevo 1978. godine;
6. Hidrološka obrada vodomjerne stanice Merdani na rijeci Lašvi, Republički hidrometeorološki zavod Sarajevo 1990. godina;
7. Inženjerska Hidrologija, prof. H. Hrelja, Građevinski fakultet Sarajevo – 2008. godina;
8. Hidrološka i kvalitativna istraživanja kraških vrela na području Vučije Luke kod Sarajeva, Zavod za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu, 1987. godine.



H. Spisak Priloga

Prilog 1	Tabela mjerenja proticaja izvorišta Plava voda u istražnom periodu 2009. – 2010. godina.
Prilog 2	Kriva proticaja izvorišta Plava voda
Prilog 3	Pregled dnevnih vodostaja izvorišta Plava voda u periodu 2009. – 2010. godina
Prilog 4	Pregled srednjih dnevnih proticaja izvorišta Plava voda u periodu 2009. – 2010. godina
Prilog 5	Hidrogram izvorišta Plava voda u periodu 2009. – 2010. godina
Prilog 6	Pregled srednjih dnevnih proticaja izvorišta Plava voda za 1984., 1985. i 1986. godinu
Prilog 7	Pregled srednjih dnevnih proticaja rijeke Lašve na V.S. Merdani za 1984., 1985. i 1986. godinu
Prilog 8	Uporedni hidrogrami rijeke Lašve i izvorišta Plava voda za 1984., 1985. i 1986. godinu
Prilog 9	Odnos srednjih dnevnih proticaja izvorišta Plava voda i rijeke Lašve na V.S. Merdani
Prilog 10	Odnos srednjih dnevnih proticaja izvorišta Plava voda i rijeke Lašve na V.S. Merdani u periodu recesije
Prilog 11	Pregled proticaja izvorišta Plava voda u periodima recesije korišten za definiranje koeficijenta α
Prilog 12	Grafički prikaz linija recesije registriranih u istražnom periodu 2009. do 2010. godine
Prilog 13	Vjerovatnoća pojave beskišnih perioda na K.S. Zenica i KS Sarajevo
Prilog 14	Distribucija minimalnih proticaja rijeke Lašve na VS Merdani Distribucija minimalnih srednjih mjesečnih proticaja rijeke Lašve na VS Merdani
Prilog 15	Pregled pojavljenih minimalnih proticaja rijeke Lašve na VS Merdani u periodu osmatranja od 30 godina
Prilog 16	Pregled rezultata bakterioloških ispitivanja
Prilog 17	Rezultati fizikalno-hemijske, bakteriološke i radiološke analize Plava voda (Federalni zavod za javno zdravstvo)



Prilog 1
Tabela mjerenja proticaja izvorišza Plava voda u istražnom periodu
2009. – 2010. godina



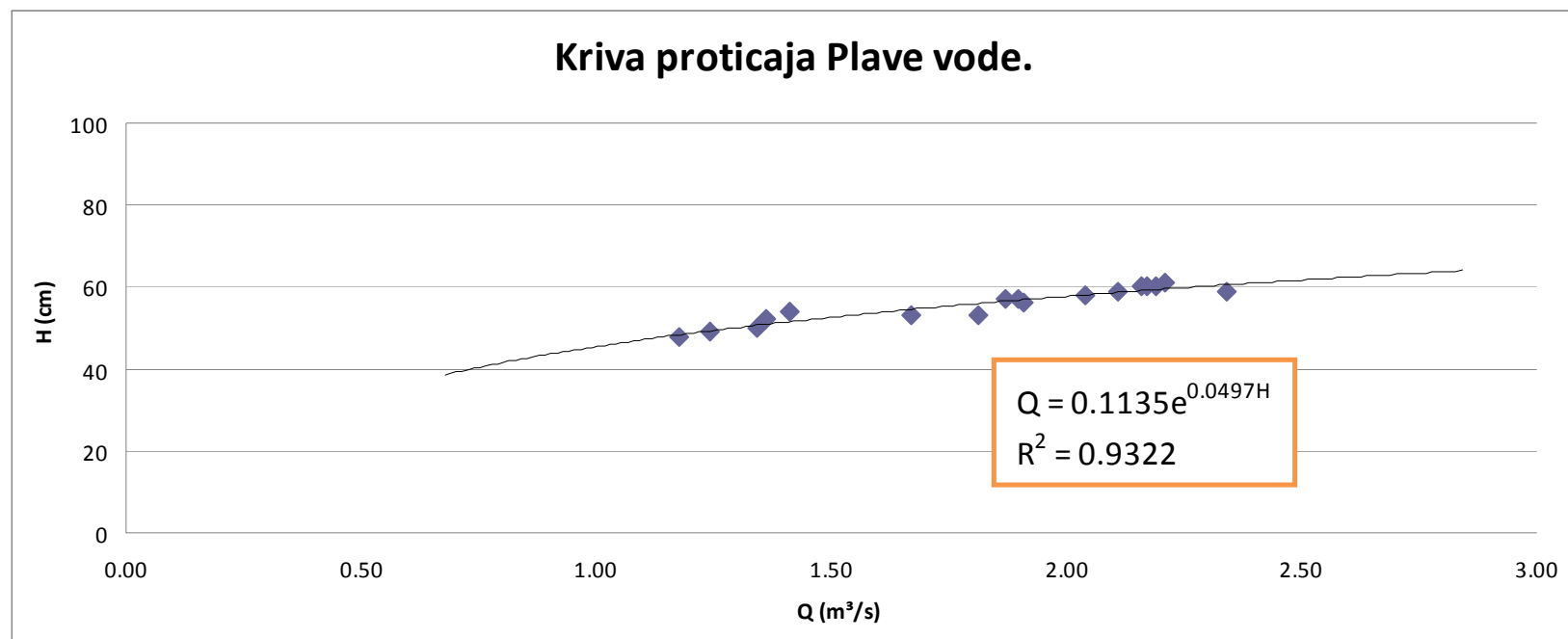
**Pregled rezultata mjerenja izdašnosti izvorišta Plava voda u dosadašnjem periodu
(2009 / 2010)**

Datum mjerenja	Sat mjerenja	Plava voda				R. Lasva V.S. Merdani		Napomena
		Vodostaj H(cm)	Proticaj Q (m ³ /s)	Zahvatano za vod.Travnik Q (m ³ /s)	Ukupno Q (m ³ /s)	Vodostaj H (cm)	Proticaj Q (m ³ /s)	
31-07-09	15:05	53	1.81	0,251 (RADE 2.PUMPE)	2.06	58	7.8	
10-10-09	10:15	48	1.18	0,251 (RADE 2.PUMPE)	1.43	44	4.6	
26-10-09	13:58	53	1.67	0,251 (RADE 2.PUMPE)	1.92	63	10.2	
17-11-09	12:00	50	1.34	0,136 (RADI 1.PUMPE)	1.48	56	7.7	
24-11-09	12:38	49	1.24	0,136 (RADI 1.PUMPE)	1.38	52	5.2	
28-12-09	11:45	57	1.90	0,136 (RADI 1.PUMPE)	2.04	112	36.0	
07-01-10	14:30	60	2.17	0,136 (RADI 1.PUMPE)	2.31	132	55.0	
26-01-10	11:20	59	2.11	0,136 (RADI 1.PUMPE)	2.25	77	13.5	
09-02-10	13:55	57	1.87	0,136 (RADI 1.PUMPE)	2.01	69	10.5	
26-02-10	13:45	58	2.04	0,136 (RADI 1.PUMPE)	2.18	-	-	
29-03-10	15:00	60	2.16	0,251 (RADE 2.PUMPE)	2.41	98	25.3	
26-04-10	12:40	60	2.19	0,136 (RADI 1.PUMPE)	2.33	87	19.3	
17-06-10	14:45	61	2.21	0,251 (RADE 2.PUMPE)	2.46	78	15.1	
14-07-10	12:20	59	2.34	0,136 (RADI 1.PUMPE)	2.48	66	10.4	
29-08-10	16:30	56	1.91	0,136 (RADI 1.PUMPE)	2.05	51	5.5	
14-09-10	15:30	54	1.41	0,251 (RADE 2.PUMPE)	1.66	59	8.0	
12-10-10	10:45	52	1.36	0,136 (RADI 1.PUMPE)	1.50	52	6.1	



Prilog 2

Kriva proticaja izvorišta Plava voda





Prilog 3
Pregled dnevnih vodostaja izvorišta Plava voda u periodu 2009. – 2010. godina



Pregled srednjih dnevnih vodostaja na izvorištu Plava voda 2009 god.

Datum	Vodostaj H (cm) 2009 god.											
	januar	februar	mart	april	maj	jun	jul	avgust	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.r
1								54	51	49	49	49
2								55	51	50	49	54
3								55	51	50	48	52
4								55	50	50	48	52
5								55	50	49	48	52
6								56	50	48	48	51
7								56	50	48	52	50
8								55	50	48	52	50
9								54	50	48	51	51
10							57	54	50	48	51	51
11							60	54	50	48	52	51
12							59	55	50	47	52	50
13							58	54	50	46	51	50
14							56	56	51	46	50	50
15							56	56	51	46	50	50
16							56	56	51	47	52	50
17							55	55	51	47	51	50
18							57	55	51	46	50	50
19							57	55	52	46	50	50
20							57	53	52	46	49	50
21							56	53	51	46	50	50
22							56	52	51	47	50	49
23							55	52	51	48	49	53
24							55	52	50	54	48	56
25							54	53	50	52	48	56
26							54	52	50	52	48	57
27							53	52	50	52	47	57
28							54	51	49	52	47	56
29							54	51	49	50	47	56
30							55	51	49	50	48	55
31							55	51		50		56
max							60.00	56.00	52.00	54.00	52.00	57.00
min							53.00	51.00	49.00	46.00	47.00	49.00
Srednja							55.86	53.81	50.40	48.58	49.50	52.06



Pregled srednjih dnevnih vodostaja na izvoru Plava voda 2010 god.

Datum	Vodostaj H (cm) 2010 god.											
	januar	februar	mart	april	maj	jun	jul	avgust	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.
1	57	57	58	59	61	62	59	56	55	55		
2	58	57	58	59	61	63	59	56	55	55		
3	58	57	58	60	61	63,,	58	56	55	55		
4	58	57	59	60	60	62	58	56	54	56		
5	57	57	59	60	60	62	58	56	54	56		
6	58	57	58	60	60	61	58	55	54	55		
7	60	57	57	60	60	60	57	55	54	55		
8	60	57	57	60	61	60	57	55	55	54		
9	60	56	56	60	61	61	56	55	55	54		
10	61	56	56	60	61	61	56	55	55	54		
11	60	56	56	61	61	61	56	54	54	54		
12	60	56	56	61	61	61	56	54	54	54		
13	59	56	56	60	61	60	56	54	54	55		
14	59	55	55	60	60	60	56	54	54	55		
15	59	55	55	61	60	60	55	54	54	55		
16	59	55	55	61	60	60	55	54	54	55		
17	58	54	55	61	60	60	56	54	55	56		
18	58	54	55	61	61	59	56	54	55	56		
19	58	55	55	62	61	59	57	54	55	56		
20	58	56	55	62	61	59	57	54	55	56		
21	58	56	56	62	61	58	58	54	56	56		
22	58	57	56	62	60	58	58	54	56	55		
23	58	57	56	61	60	59	58	54	56	55		
24	58	58	56	61	60	59	57	54	56	55		
25	58	58	56	61	60	60	57	54	56	54		
26	58	58	57	61	59	60	58	54	56	54		
27	59	58	57	61	59	59	58	54	56	54		
28	59	58	58	62	59	59	58	55	56	54		
29	59		58	62	58	58	57	55	56	54		
30	58		59	61	59	58	57	55	55	54		
31	58		59		61		56	55		54		

max	61.00	58.00	59.00	62.00	61.00	63.00	59.00	56.00	56.00	56.00		
min	57.00	54.00	55.00	59.00	58.00	58.00	55.00	54.00	54.00	54.00		
srednja	58.58	56.43	56.68	60.73	60.26	60.07	57.03	54.61	54.97	54.84		



Prilog 4
Pregled srednjih dnevnih proticaja izvorišta Plava voda u periodu
2009. – 2010. godina



Pregled srednjih dnevnih proticaja na izvorištu Plava voda 2009 god.

Datum	Proticaj Q (m³/s) 2009 god.											
	januar	februar	mart	april	maj	jun	jul	avgust	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.,
1								1.662	1.432	1.296	1.296	1.296
2								1.746	1.432	1.362	1.296	1.662
3								1.746	1.432	1.362	1.233	1.504
4								1.746	1.362	1.362	1.233	1.504
5								1.746	1.362	1.296	1.233	1.504
6								1.835	1.362	1.233	1.233	1.432
7								1.835	1.362	1.233	1.504	1.362
8								1.746	1.362	1.233	1.504	1.362
9								1.662	1.362	1.233	1.432	1.432
10							1.929	1.662	1.362	1.233	1.432	1.432
11							2.239	1.662	1.362	1.233	1.504	1.432
12							2.130	1.746	1.362	1.173	1.504	1.362
13							2.027	1.662	1.362	1.117	1.432	1.362
14							1.835	1.835	1.432	1.117	1.362	1.362
15							1.835	1.835	1.432	1.117	1.362	1.362
16							1.835	1.835	1.432	1.173	1.504	1.362
17							1.746	1.746	1.432	1.173	1.432	1.362
18							1.929	1.746	1.432	1.117	1.362	1.362
19							1.929	1.746	1.504	1.117	1.362	1.362
20							1.929	1.581	1.504	1.117	1.296	1.362
21							1.835	1.581	1.432	1.117	1.362	1.362
22							1.835	1.504	1.432	1.173	1.362	1.296
23							1.746	1.504	1.432	1.233	1.296	1.581
24							1.746	1.504	1.362	1.662	1.233	1.835
25							1.662	1.581	1.362	1.504	1.233	1.835
26							1.662	1.504	1.362	1.504	1.233	1.929
27							1.581	1.504	1.362	1.504	1.173	1.929
28							1.662	1.432	1.296	1.504	1.173	1.835
29							1.662	1.432	1.296	1.362	1.173	1.835
30							1.746	1.432	1.296	1.362	1.233	1.746
31							1.746	1.432		1.362		1.835
max							2.239	1.835	1.504	1.662	1.504	1.929
min							1.581	1.432	1.296	1.117	1.173	1.296
Srednja							1.830	1.651	1.390	1.277	1.333	1.523

* Za potrebu vodosnabdjevanje Travnika zahvatana je prosječna dnevna količina od Q=0,194 m³/s. A nije uračunato u vrijednosti srednjih dnevnih proticaja datih u tabeli



Pregled srednjih dnevnih proticaja na izvoru Plava voda 2010 god.

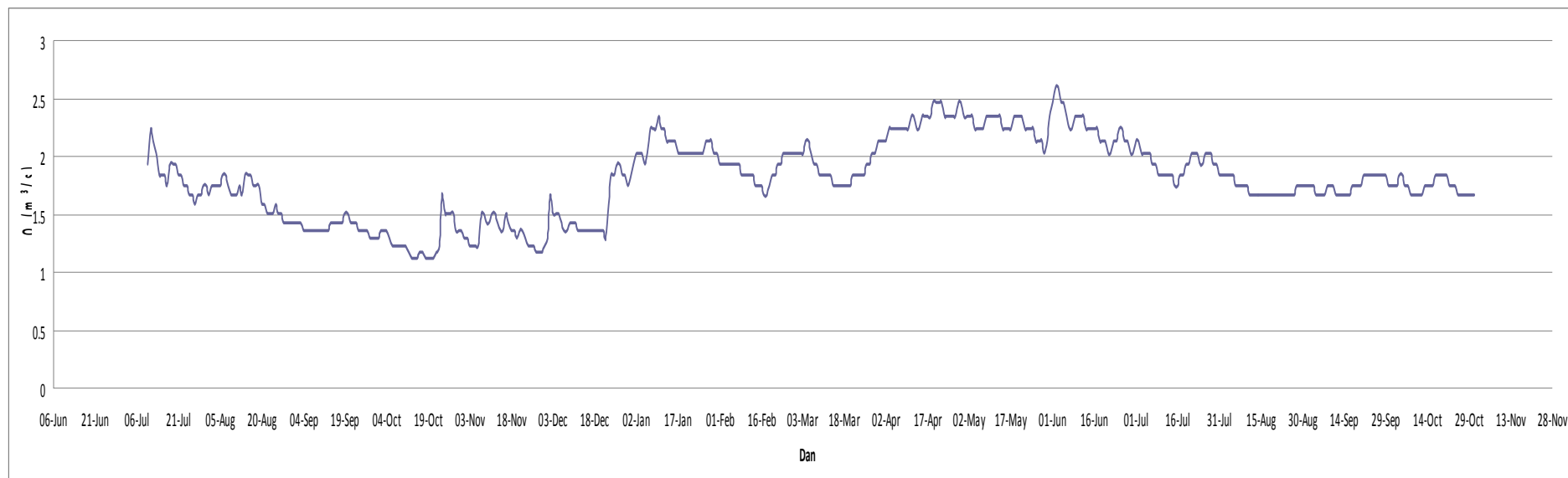
Datum	Proticaj Q (m ³ /s) 2010 god.											
	januar	februar	mart	april	maj	jun	jul	avgust	septembar	Okt.	Nov.	Dec.
1	1.929	1.929	2.027	2.130	2.353	2.473	2.130	1.835	1.746	1.746		
2	2.027	1.929	2.027	2.130	2.353	2.599	2.130	1.835	1.746	1.746		
3	2.027	1.929	2.027	2.239	2.353	2.599	2.027	1.835	1.746	1.746		
4	2.027	1.929	2.130	2.239	2.239	2.473	2.027	1.835	1.662	1.835		
5	1.929	1.929	2.130	2.239	2.239	2.473	2.027	1.835	1.662	1.835		
6	2.027	1.929	2.027	2.239	2.239	2.353	2.027	1.746	1.662	1.746		
7	2.239	1.929	1.929	2.239	2.239	2.239	1.929	1.746	1.662	1.746		
8	2.239	1.929	1.929	2.239	2.353	2.239	1.929	1.746	1.746	1.662		
9	2.239	1.835	1.835	2.239	2.353	2.353	1.835	1.746	1.746	1.662		
10	2.353	1.835	1.835	2.239	2.353	2.353	1.835	1.746	1.746	1.662		
11	2.239	1.835	1.835	2.353	2.353	2.353	1.835	1.662	1.662	1.662		
12	2.239	1.835	1.835	2.353	2.353	2.353	1.835	1.662	1.662	1.662		
13	2.130	1.835	1.835	2.239	2.353	2.239	1.835	1.662	1.662	1.746		
14	2.130	1.746	1.746	2.239	2.239	2.239	1.835	1.662	1.662	1.746		
15	2.130	1.746	1.746	2.353	2.239	2.239	1.746	1.662	1.662	1.746		
16	2.130	1.746	1.746	2.353	2.239	2.239	1.746	1.662	1.662	1.746		
17	2.027	1.662	1.746	2.353	2.239	2.239	1.835	1.662	1.746	1.835		
18	2.027	1.662	1.746	2.353	2.353	2.130	1.835	1.662	1.746	1.835		
19	2.027	1.746	1.746	2.473	2.353	2.130	1.929	1.662	1.746	1.835		
20	2.027	1.835	1.746	2.473	2.353	2.130	1.929	1.662	1.746	1.835		
21	2.027	1.835	1.835	2.473	2.353	2.027	2.027	1.662	1.835	1.835		
22	2.027	1.929	1.835	2.473	2.239	2.027	2.027	1.662	1.835	1.746		
23	2.027	1.929	1.835	2.353	2.239	2.130	2.027	1.662	1.835	1.746		
24	2.027	2.027	1.835	2.353	2.239	2.130	1.929	1.662	1.835	1.746		
25	2.027	2.027	1.835	2.353	2.239	2.239	1.929	1.662	1.835	1.662		
26	2.027	2.027	1.929	2.353	2.130	2.239	2.027	1.662	1.835	1.662		
27	2.130	2.027	1.929	2.353	2.130	2.130	2.027	1.662	1.835	1.662		
28	2.130	2.027	2.027	2.473	2.130	2.130	2.027	1.746	1.835	1.662		
29	2.130		2.027	2.473	2.027	2.027	1.929	1.746	1.835	1.662		
30	2.027		2.130	2.353	2.130	2.027	1.929	1.746	1.746	1.662		
31	2.027		2.130		2.353		1.835	1.746		1.662		

max	2.353	2.027	2.130	2.473	2.353	2.599	2.130	1.835	1.835	1.835		
min	1.929	1.662	1.746	2.130	2.027	2.027	1.746	1.662	1.662	1.662		
srednja	2.089	1.878	1.903	2.324	2.270	2.252	1.935	1.714	1.745	1.734		

* Za potrebu vodosnabdjevanje Travnika zahvatana je prosječna dnevna količina od Q=0,194 m³/s. A nije uračunato u vrijednosti srednjih dnevnih proticaja datih u tabeli



Prilog 5
Hidrogram izvorišta Plava voda u periodu 2009. – 2010. godina





Prilog 6
Pregled srednjih dnevnih proticaja izvorišta Plava voda za
1984., 1985. i 1986. godinu



**Pregled srednjih dnevnih proticaja izvorišta Plava voda za
1984, 1985 i 1986. godinu**

Datum	Proticaj Q (m ³ /s) 1984 god.											
	Jan	Feb	Mart	April	Maj	Juni	Juli	Avg	Sept	Okt	Nov	Dec
1											1.5	1.36
2											1.5	1.36
3											1.5	1.36
4											1.5	1.36
5											1.5	1.24
6											1.5	1.24
7											1.5	1.24
8											1.5	1.24
9											1.5	1.02
10											1.5	1.02
11											1.5	1.02
12											1.5	1.02
13											1.5	1.02
14											1.5	1.02
15											1.5	1.02
16											1.5	1.02
17											1.5	1.02
18											1.5	1.02
19											1.5	1.02
20											1.64	1.02
21											1.64	1.02
22											1.64	1.02
23											1.64	1.02
24											1.5	1.02
25											1.5	1.02
26											1.5	1.02
27											1.36	1.02
28											1.36	1.02
29											1.36	0.94
30											1.36	0.94
31												0.94
Dan											27	29
NQ											1.36	0.94
SQ											1.5	1.085
VQ											1.64	1.36
Dan											20	1

* Za potrebu vodosnabdjevanje Travnika zahvatana je prosječna dnevna količina od Q=0,150 m³/s. A nije uračunato u vrijednosti srednjih dnevnih proticaja datih u tabeli



Datum	Proticaj Q (m ³ /s) 1985 god.											
	Jan	Feb	Mart	April	Maj	Juni	Juli	Avg	Sept	Okt	Nov	Dec
1	0.94	1.5	0.94	1.14	3.38	2.62	1.8	1.64	1.37	1.03	1.03	1.47
2	0.94	1.24	0.94	1.14	3.38	2.62	1.8	1.64	1.37	1.03	1.03	1.38
3	0.94	1.14	0.94	1.24	3.38	2.44	1.8	1.64	1.37	1.03	1.03	1.47
4	0.86	1.14	1.02	1.64	3.72	2.44	1.8	1.24	1.25	1.03	1.03	1.63
5	0.86	1.02	1.02	1.79	3.52	2.44	1.64	1.24	1.25	1.03	1.03	1.71
6	0.86	1.02	1.02	1.94	3.38	2.44	1.8	1.24	1.25	0.86	1.03	1.71
7	0.86	1.02	1.02	2.1	3.38	2.27	1.94	1.24	1.25	0.86	1.03	1.63
8	0.86	1.02	1.02	2.27	3.52	2.27	1.94	1.24	1.13	0.86	1.03	1.55
9	0.86	1.02	1.02	2.62	3.72	2.1	1.94	1.24	1.03	0.86	1.03	1.63
10	0.79	1.02	1.02	3.14	3.72	2.1	1.94	1.24	1.03	0.86	1.03	1.38
11	0.79	1.24	1.02	3.52	3.72	2.1	1.94	1.24	1.03	0.86	1.03	1.63
12	0.79	1.36	1.02	3.52	3.52	2.27	1.94	1.24	1.03	0.86	1.03	1.88
13	0.79	1.24	1.02	3.18	3.52	2.27	1.78	1.24	1.03	0.86	1.03	2.05
14	0.79	1.14	1.02	3.18	3.2	2.27	1.78	1.24	1.03	0.86	1.03	2.34
15	0.79	1.02	1.02	2.8	3.52	2.27	1.78	1.24	1.03	0.86	1.03	2.14
16	0.79	1.02	1.02	2.8	3.38	2.1	1.78	1.14	1.03	0.86	1.03	2.14
17	0.79	1.02	1.02	2.62	3.38	2.1	1.78	1.14	1.03	0.86	1.03	2.05
18	0.79	0.94	1.02	2.62	3.38	2.1	1.78	1.14	1.03	0.86	1.03	1.97
19	0.79	0.94	1.02	2.62	3.2	2.1	1.78	1.14	1.03	0.86	1.03	2.05
20	0.79	0.86	1.02	2.8	3.2	2.1	1.78	1.02	1.03	0.86	1.03	2.05
21	0.86	0.86	1.02	2.8	3.2	2.1	1.78	1.02	1.03	0.86	1.5	1.88
22	0.94	0.86	1.02	2.8	3.2	2.1	1.78	1.02	1.03	0.86	1.79	1.79
23	1.02	0.86	1.24	2.8	3.2	2.1	1.64	1.02	1.03	0.86	1.64	1.71
24	1.79	0.86	1.24	2.8	3	2.1	1.64	1.02	1.03	0.86	1.5	1.63
25	1.94	0.86	1.36	3	3	2.1	1.64	1.02	1.03	0.86	1.25	1.63
26	1.79	0.86	1.36	3.2	3	1.94	1.64	1.02	1.03	0.86	1.25	1.71
27	1.5	0.94	1.24	3.2	3	1.8	1.5	1.24	1.03	0.86	1.03	2.34
28	1.36	0.94	1.24	3.2	2.8	1.8	1.5	1.36	1.03	0.86	1.03	2.34
29	1.24		1.24	3.38	2.8	1.8	1.5	1.64	1.03	0.86	1.03	2.77
30	1.5		1.14	3.52	2.8	1.8	1.36	1.5	1.03	0.86	1.03	2.77
31	1.5		1.14		2.8		1.36	1.5		0.86		3.54
Dan	10	20	1	1	28	27	30	20	9	6	1	2
NQ	0.79	0.86	0.94	1.14	2.8	1.8	1.36	1.02	1.03	0.86	1.03	1.38
SQ	1.03	1.03	1.07	2.64	3.28	2.16	1.73	1.25	1.097	0.88	1.12	1.93
VQ	1.94	1.5	1.36	3.52	3.72	2.62	1.94	1.64	1.37	1.03	1.79	3.54
Dan	25	1	25	11	4	1	7	1	1	1	22	31

* Za potrebu vodosnabdjevanje Travnika zahvatana je prosječna dnevna količina od Q=0,150 m³/s. A nije uračunato u vrijednosti srednjih dnevnih proticaja datih u tabeli



Datum	Proticaj Q (m ³ /s) 1986 god.											
	Jan	Feb	Mart	April	Maj	Juni	Juli	avg	sept	okt	nov	dec
1	1.64	0.94	1.95	0.86	3	2.62	2.45					
2	1.79	1.03	1.95	0.94	3.2	2.62	2.63					
3	1.79	1.03	1.95	1.23	3.2	2.45	2.8					
4	1.79	1.03	1.95	1.5	3.2	2.45	2.63					
5	1.64	0.94	2.1	1.37	3.2	3.2	2.63					
6	1.64	0.86	2.1	1.25	3	3.2	2.45					
7	1.64	0.86	2.1	1.25	3	3.2	2.45					
8	1.5	0.86	2.1	1.25	3	3.2	2.63					
9	1.25	0.86	2.1	1.25	3	2.8	2.8					
10	1.14	0.86	2.1	1.25	3	2.8	2.63					
11	1.14	0.86	2.1	1.25	3	2.63	2.45					
12	1.03	0.86	2.1	1.37	3	2.45	2.45					
13	1.03	0.86	2.1	1.5	3	2.45	2.45					
14	1.03	0.86	2.1	1.64	3	2.27	2.45					
15	1.03	0.86	2.1	1.64	3	2.27	2.63					
16	0.94	0.86	1.95	1.64	3	2.27	2.63					
17	0.94	0.86	1.95	1.64	3	2.27	2.45					
18	0.94	0.94	2.1	1.5	3	2.27	2.45					
19	0.86	0.94	2.45	1.5	3	2.27	2.63					
20	0.86	1.03	2.63	1.36	2.8	2.63	2.63					
21	0.86	1.03	2.63	1.25	3	2.63	2.8					
22	0.86	1.03	2.63	1.13	3	2.45	2.8					
23	0.86	0.94	2.63	1.13	3	2.45	2.8					
24	0.86	0.94	2.63	1.13	3	2.27	2.8					
25	0.94	0.94	2.8	1.13	2.8	2.63	2.63					
26	0.94	0.86	2.8	1.64	2.8	2.45	2.63					
27	0.94	0.86	2.8	1.79	2.64	2.45	2.45					
28	1.03	0.86	2.8	1.64	2.64	2.45	2.45					
29	1.03		2.8	1.94	2.45	2.45	2.45					
30	1.03		2.8	1.94	2.45	2.27	2.45					
31	0.94		2.8		2.45		2.45					
Dan	19	6	1	1	29	14	1					
NQ	0.86	0.86	1.95	0.86	2.45	2.27	2.45					
SQ	1.158	0.916	2.326	1.397	2.930	2.561	2.582					
VQ	1.79	1.03	2.8	1.94	3.2	3.2	2.8					
Dan	2	2	25	29	2	5	3					

* Za potrebu vodosnabdjevanje Travnika zahvatana je prosječna dnevna količina od Q=0,150 m³/s. A nije uračunato u vrijednosti srednjih dnevnih proticaja datih u tabeli



Prilog 7
Pregled srednjih dnevnih proticaja rijeke Lašve na V.S. Merdani za
1984., 1985. i 1986. godinu



**Pregled srednjih dnevnih proticaja rijeke Lašve na V.S. Merdani za
1984, 1985 i 1986. godinu**

Datum	Proticaj Q (m ³ /s) 1984 god.											
	jan	feb	mart	april	maj	jun	jul	avg	sept	oktr	nov	dec
1											7.06	10.7
2											6.7	10.7
3											6.7	9.82
4											6.7	9.82
5											6.4	8.94
6											6.1	8.94
7											6.4	8.5
8											6.1	8.14
9											6.1	7.78
10											6.1	7.78
11											6.1	8.14
12											6.1	8.5
13											6.1	7.78
14											6.1	8.14
15											6.4	8.14
16											7.06	7.78
17											7.06	7.42
18											9.32	6.7
19											8.14	6.7
20											13.4	6.7
21											12.3	6.7
22											10.7	6.7
23											10.7	6.7
24											9.82	6.7
25											9.38	6.7
26											8.94	6.1
27											15	6.1
28											13.9	5.8
29											12.3	5.8
30											11.2	6.1
31												6.1
Dan											6	28
NQ											6.1	5.8
SQ											8.479	7.633
VQ											15	10.7
Dan											27	1

NQ	Datum	SNQ	SQ	SVQ	VQ	Datum
5.3	12-11-84	10.3	16.3	31.3	70.1	14-04-84
NNQ	Datum	Period			VVQ	Datum
2.32	16-07-77	1959-1984			432	17-11-68



Datum	Proticaj Q (m ³ /s) 1985 god.											
	jan	feb	mart	april	maj	jun	jul	avg	sept	okt	nov	dec
1	4.92	13.4	8.14	21.7	47.5	12.3	7.42	7.73	8.14	3.7	5.2	7.42
2	4.42	12.8	10.2	21.7	45.2	12.3	7.73	8.5	7.73	3.9	6.4	7.06
3	4.42	12.8	13.9	24.5	43.2	11.2	8.14	9.38	7.73	3.9	7.42	7.42
4	3.9	11.2	16.7	30.2	41.3	10.7	7.06	8.14	7.42	3.9	6.1	8.14
5	3.9	10.2	16.7	28.7	37.3	10.7	6.7	7.73	6.7	3.9	5.5	8.5
6	3.9	9.82	16.1	28.7	37.3	10.2	6.7	7.42	6.1	3.9	6.4	8.5
7	3.3	9.82	16.1	28.7	45.3	9.82	6.1	11.7	6.1	3.9	6.7	8.14
8	3.3	8.94	15	28.7	47.5	9.33	6.1	10.2	5.5	3.7	5.8	7.78
9	3.3	9.38	15.6	28.7	43.2	13.4	7.06	9.82	5.8	3.7	5.5	8.14
10	3.3	12.3	17.3	28.7	39.9	10.7	7.06	9.38	7.06	3.7	5.2	7.06
11	3.3	15.7	17.3	25.9	39.9	10.7	7.42	8.14	5.2	3.7	4.94	8.14
12	3.3	13.9	17.3	25.9	37.3	9.82	6.4	8.14	4.94	3.7	4.94	9.38
13	3.3	12.3	17.3	25.9	35.7	8.94	6.1	8.14	4.68	3.7	4.94	10.2
14	3.9	10.7	17.9	23.1	35.7	8.14	5.8	7.06	4.68	3.7	5.2	11.7
15	3.8	10.7	18.3	21.7	33.4	8.14	5.8	6.7	4.42	3.7	5.2	10.7
16	5.5	10.2	18.3	35.7	30.2	7.42	5.2	6.4	4.42	5.5	5.2	10.7
17	5.2	9.82	20.5	54.5	25.9	10.7	5.2	6.4	4.42	4.68	5.5	10.2
18	4.42	9.82	25.9	79	24.5	13.9	5.5	6.4	4.42	4.42	5.8	9.82
19	4.42	8.5	33.4	67.3	24.5	8.94	5.5	6.7	4.42	4.42	6.7	10.2
20	4.42	8.5	28.7	54.5	21.7	9.83	4.94	7.42	4.16	4.68	17.9	10.2
21	4.94	8.5	27.3	47.5	21.7	13.4	4.94	6.7	4.16	5.5	31.8	9.38
22	4.94	7.73	28	47.5	19.8	10.2	4.68	6.7	4.16	4.94	23.1	8.94
23	13.5	6.7	33.4	45.3	15	10.2	4.94	6.7	3.7	8.5	16.1	8.5
24	33.4	7.42	32	43.2	15	9.82	6.1	6.4	3.7	7.73	14.4	8.14
25	26.5	13.4	31	43.2	13.9	8.5	7.73	6.4	3.7	6.1	12.3	8.14
26	19.2	7.42	27.3	43.2	13.9	7.78	7.42	5.2	3.9	5.5	10.2	8.5
27	19.2	7.42	25.2	47.5	13.4	7.78	7.42	5.7	3.9	5.5	8.5	11.7
28	29.5	7.42	25.2	50.1	12.3	12.3	8.14	13.4	3.9	5.2	8.94	11.7
29	21.7		25.9	54.5	12.3	8.94	8.5	15.5	3.7	4.94	8.94	13.9
30	17.9		24.3	47.5	12.3	7.78	7.73	17.9	3.7	4.94	8.14	13.9
31	15		23.1		12.3		7.05	10.7		4.94		17.9
Dan	7	23	1	1	28	16	22	26	23	1	11	2
NQ	3.3	6.7	8.14	21.7	12.3	7.42	4.68	5.2	3.7	3.7	4.94	7.06
SQ	9.226	10.24	21.40	38.44	28.98	10.13	6.54	8.48	5.09	4.65	8.96	9.68
VQ	33.4	15.7	33.4	79	47.5	13.9	8.5	17.9	8.14	8.5	31.8	17.9
Dan	24	11	19	18	1	18	29	30	1	23	21	31

NQ	Datum	SNQ	SQ	SVQ	VQ	Datum
3.3	07-01-85	3.97	13.3	28.5	79	13-04-85
NNQ	Datum	Period			VVQ	Datum
2.32	16-07-77	1959-1985			432	17-11-68

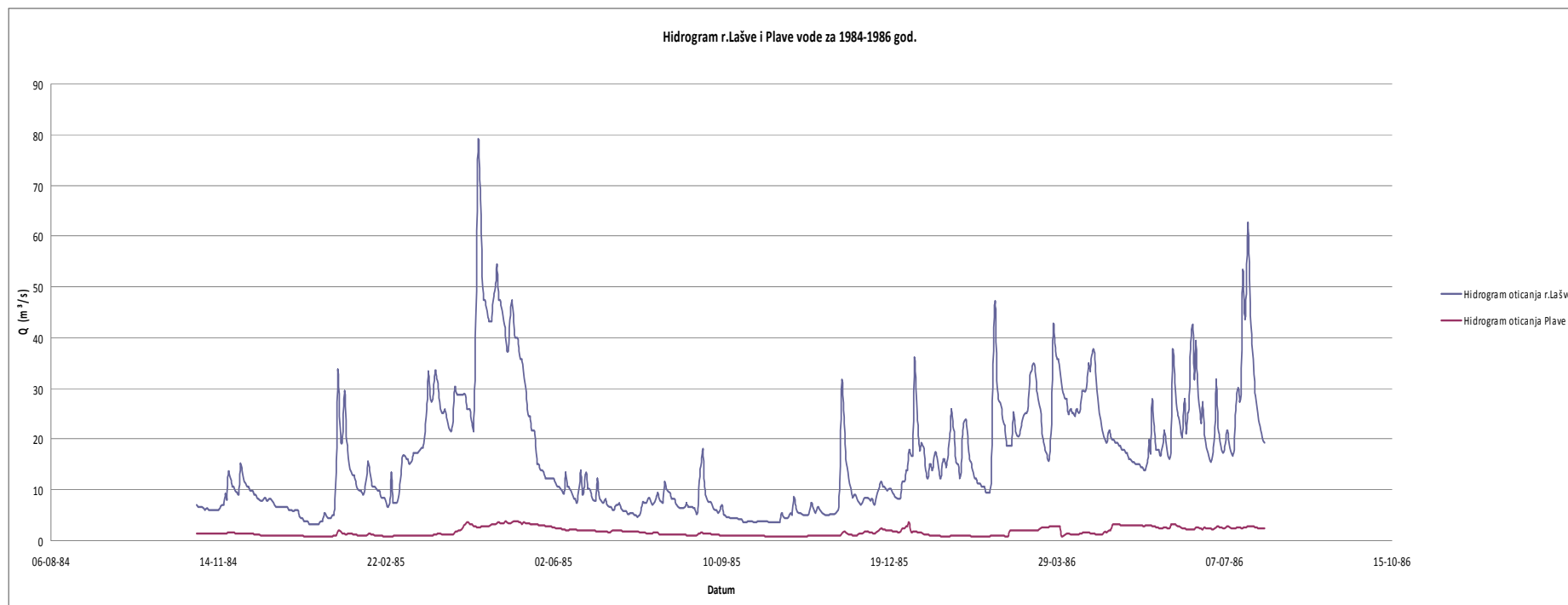


Datum	Proticaj Q (m ³ /s) 1986 god.											
	jan	feb	mart	april	maj	jun	jul	avg	sept	okt	nov	dec
1	16.7	21.7	18.6	31	19.8	21.7	21.1					
2	16.7	23.7	18.6	28.7	19.8	19.8	31.8					
3	35.7	23.8	25.2	28	19.2	17.6	23.1					
4	30.2	19.2	23.1	28	19.2	16.1	20.5					
5	24.5	16.1	21.1	25	18.6	17.3	18.6					
6	17.9	15.5	20.5	25.9	18.6	37.6	17.3					
7	19.3	13.4	21.1	25.2	17.9	35.7	17.9					
8	18.6	12.3	23.1	25.2	17.9	29.5	20.5					
9	18.1	12.3	24.3	24.6	17.3	25.2	21.7					
10	13.9	11.2	25.2	25.9	17.3	23.8	18.2					
11	12.3	11.2	25.2	25.1	16.1	21.7	17.3					
12	15	10.7	26.6	25.9	16.1	20.5	16.7					
13	15	10.7	32.6	29.5	15.5	28	18.6					
14	13.9	10.7	33.4	29.5	15.5	21.1	26.6					
15	17.3	9.35	34.9	29.5	15	25.2	30.2					
16	17.3	9.35	34.1	31.3	15	25.9	27.3					
17	15.5	9.35	30.2	34.9	15	39	28.7					
18	13.4	12.3	28	33.4	14.4	42.4	53.1					
19	12.3	32.6	25.9	36.5	14.4	31.8	43.6					
20	16.1	47.3	21.1	37.6	13.9	39.3	51.2					
21	16.1	33.4	19.8	33.4	13.9	31.8	62.6					
22	14.4	28	17.9	29.5	15.5	25.9	51.6					
23	16.1	27.3	17.3	26.8	19.8	23.1	42.4					
24	20.5	26.5	15.7	23.8	17.3	27.3	35.7					
25	25.9	23.3	18.6	21.7	28	21.7	30.2					
26	22.4	22.4	25.2	20.5	21.7	19.2	27.3					
27	21.1	18.6	42.4	19.8	17.9	17.3	25.2					
28	15.5	18.6	37.3	19.2	17.9	16.1	22.4					
29	15		35.7	21.7	17.9	15.5	21.1					
30	12.3		35.7	20.5	16.7	16.6	19.6					
31	13.4		33.4		18.6		19.2					
Dan	11	15	24	28	20	29	1					
NQ	12.3	9.35	15.7	19.2	13.9	15.5	16.7					
SQ	17.819	18.959	26.187	27.253	17.474	25.123	28.429					
VQ	35.7	47.3	42.4	37.6	28	42.4	62.6					
Dan	3	20	27	20	25	18	21					

NQ	Datum	SNQ	SQ	SVQ	VQ	Datum
5.5	12-10-86	11	17.2	33.2	70.3	21-07-86
NNQ	Datum	Period			VVQ	Datum
2.32	16-07-77	1959-1986			432	17-11-68



Prilog 8
Uporedni hidrogrami rijeke Lašve i izvorišta Plava voda za
1984., 1985. i 1986. godinu

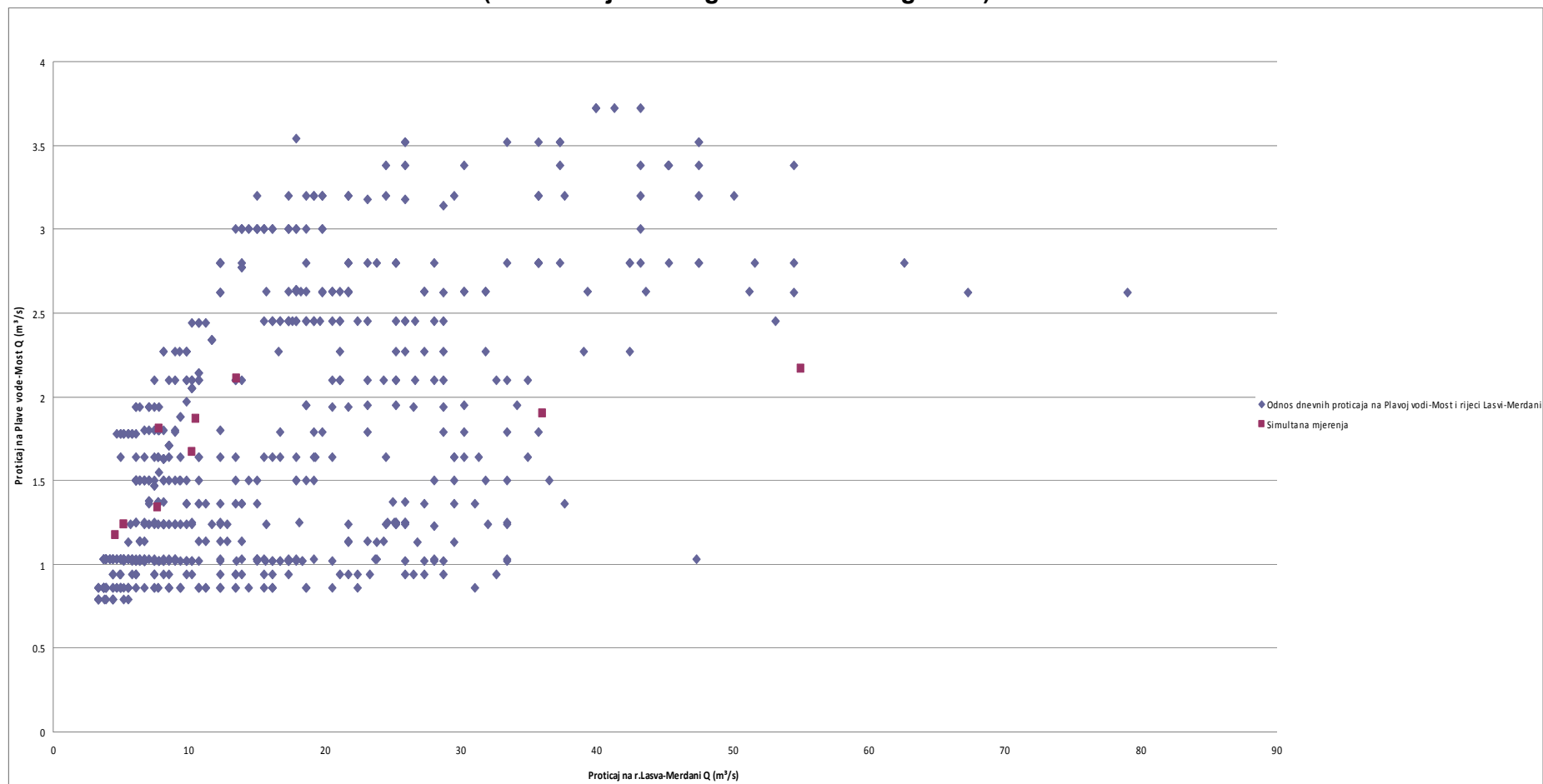




Prilog 9
Odnos srednjih dnevnih proticaja izvorišta Plava voda i rijeke Lašve na V.S. Merdani
(istraživanja 1984.godina do 1986.godina)



Odnos srednjih dnevnih proticaja izvorišta Plava voda i rijeke Lašve na V.S. Merdani (istraživanje 1984. godina do 1986. godina)

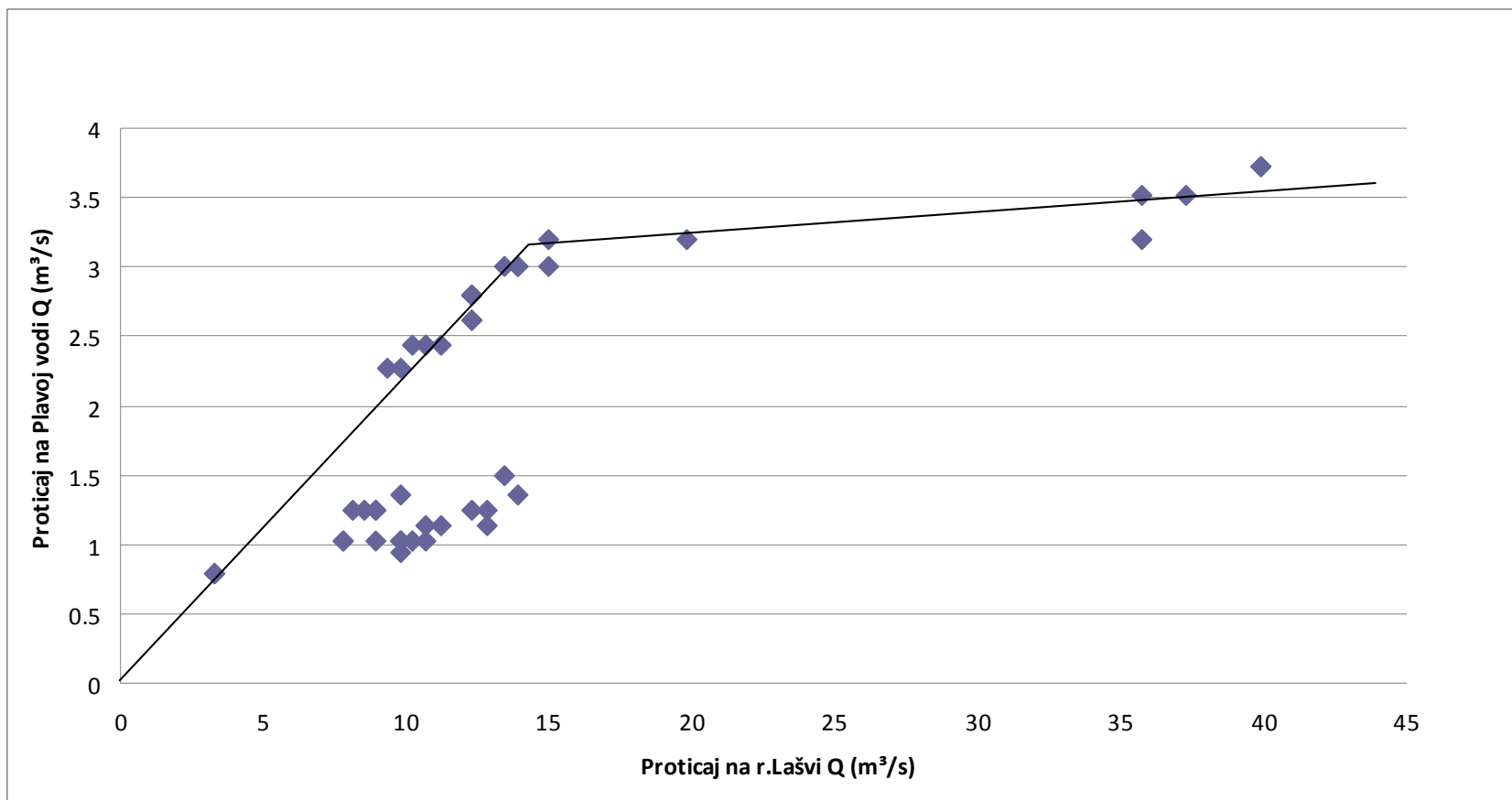




Prilog 10
Odnos srednjih dnevnih proticaja izvorišta Plava voda i rijeke Lašve na V.S. Merdani u
periodu recesije



Odnos srednjih dnevnih proticaja izvorišta Plava voda i rijeke Lašve na V.S. Merdani u periodu recesije





Analiza dnevnih proticaja izvorišta Plava voda i r.Lašve u periodu recesije

Datum	Proticaj na P.Vodi	Proticaj na r.Lašvi	Datum	Proticaj na P.Vodi	Proticaj na r.Lašvi
04-12-84	1.36	9.82	23-05-85	3.2	15
05-12-84	1.24	8.94	24-05-85	3	15
06-12-84	1.24	8.94	25-05-85	3	13.9
07-12-84	1.24	8.5	26-05-85	3	13.9
08-12-84	1.24	8.14	27-05-85	3	13.4
09-12-84	1.02	7.78	28-05-85	2.8	12.3
10-12-84	1.02	7.78	29-05-85	2.8	12.3
10-01-85	0.79	3.3	30-05-85	2.8	12.3
11-01-85	0.79	3.3	31-05-85	2.8	12.3
12-01-85	0.79	3.3	01-06-85	2.62	12.3
13-01-85	0.79	3.3	02-06-85	2.62	12.3
01-02-85	1.5	13.4	03-06-85	2.44	11.2
02-02-85	1.24	12.8	04-06-85	2.44	10.7
03-02-85	1.14	12.8	05-06-85	2.44	10.7
04-02-85	1.14	11.2	06-06-85	2.44	10.2
05-02-85	1.02	10.2	07-06-85	2.27	9.82
06-02-85	1.02	9.82	08-06-85	2.27	9.33
07-02-85	1.02	9.82	14-07-85	1.78	5.8
08-02-85	1.02	8.94	15-07-85	1.78	5.8
12-02-85	1.36	13.9	16-07-85	1.78	5.2
13-02-85	1.24	12.3	17-07-85	1.78	5.2
14-02-85	1.14	10.7	18-07-85	1.78	5.5
15-02-85	1.02	10.7	19-07-85	1.78	5.5
16-02-85	1.02	10.2	20-07-85	1.78	4.94
17-02-85	1.02	9.82	21-07-85	1.78	4.94
18-02-85	0.94	9.82	22-07-85	1.78	4.68
22-05-85	3.2	19.8	15-08-85	1.24	6.7
23-05-85	3.2	15	16-08-85	1.14	6.4
24-05-85	3	15	05-09-85	1.25	6.7
10-05-85	3.72	39.9	06-09-85	1.25	6.1
11-05-85	3.72	39.9	07-09-85	1.25	6.1
12-05-85	3.52	37.3	08-09-85	1.13	5.5
13-05-85	3.52	35.7	09-09-85	1.03	5.8
14-05-85	3.2	35.7	18-09-85	1.03	4.42
15-05-85	3.52	33.4	19-09-85	1.03	4.16
16-05-85	3.38	30.2	20-09-85	1.03	4.16
17-05-85	3.38	25.9	21-09-85	1.03	4.16
18-05-85	3.38	24.5	22-09-85	1.03	3.7
19-05-85	3.2	24.5	23-09-85	1.03	3.7
20-05-85	3.2	21.7	24-09-85	1.03	3.7
21-05-85	3.2	21.7	25-09-85	0.86	3.7
22-05-85	3.2	19.8			



Prilog 11
Pregled proticaja izvorišta Plava voda u periodima recesije korišten za definiranje koeficijenta α



Pregled proticaja izvorišta Plava voda u periodima recesije korišten za definiranje koeficijenta α

Recesija od 21.09.2009 do
1.10.2009 god.

Datum	Proticaj Q (m ³ /s)
20-09-09	1.504
21-09-09	1.432
22-09-09	1.432
23-09-09	1.432
24-09-09	1.362
25-09-09	1.362
26-09-09	1.362
27-09-09	1.362
28-09-09	1.296
29-09-09	1.296
30-09-09	1.296
01-10-09	1.296
02-10-09	1.362
03-10-09	1.362
04-10-09	1.362
05-10-09	1.296
06-10-09	1.233
07-10-09	1.233
08-10-09	1.233
09-10-09	1.233
10-10-09	1.233
11-10-09	1.233
12-10-09	1.173
13-10-09	1.117
14-10-09	1.117

Recesija od 06.10.2009
do 21.10.2009

Datum	Proticaj Q (m ³ /s)
04-10-09	1.362
05-10-09	1.296
06-10-09	1.233
07-10-09	1.233
08-10-09	1.233
09-10-09	1.233
10-10-09	1.233
11-10-09	1.233
12-10-09	1.173
13-10-09	1.117
14-10-09	1.117
15-10-09	1.117
16-10-09	1.173
17-10-09	1.173
18-10-09	1.117
19-10-09	1.117
20-10-09	1.117
21-10-09	1.117



Recesija od 16.11.2009 do
29.11.2009

Datum	Proticaj Q (m ³ /s)
16-11-09	1.504
17-11-09	1.432
18-11-09	1.362
19-11-09	1.362
20-11-09	1.296
21-11-09	1.362
22-11-09	1.362
23-11-09	1.296
24-11-09	1.233
25-11-09	1.233
26-11-09	1.233
27-11-09	1.173
28-11-09	1.173
29-11-09	1.173

Recesija od 05.03.2010 do
20.03.2010

Datum	Proticaj Q (m ³ /s)
05-03-10	2.130481
06-03-10	2.027184
07-03-10	1.929
08-03-10	1.929
09-03-10	1.835
10-03-10	1.835
11-03-10	1.835
12-03-10	1.835
13-03-10	1.835
14-03-10	1.746
15-03-10	1.746
16-03-10	1.746
17-03-10	1.746
18-03-10	1.746
19-03-10	1.746
20-03-10	1.746

Recesija od 29.01.2010 do
18.02.2010 god.

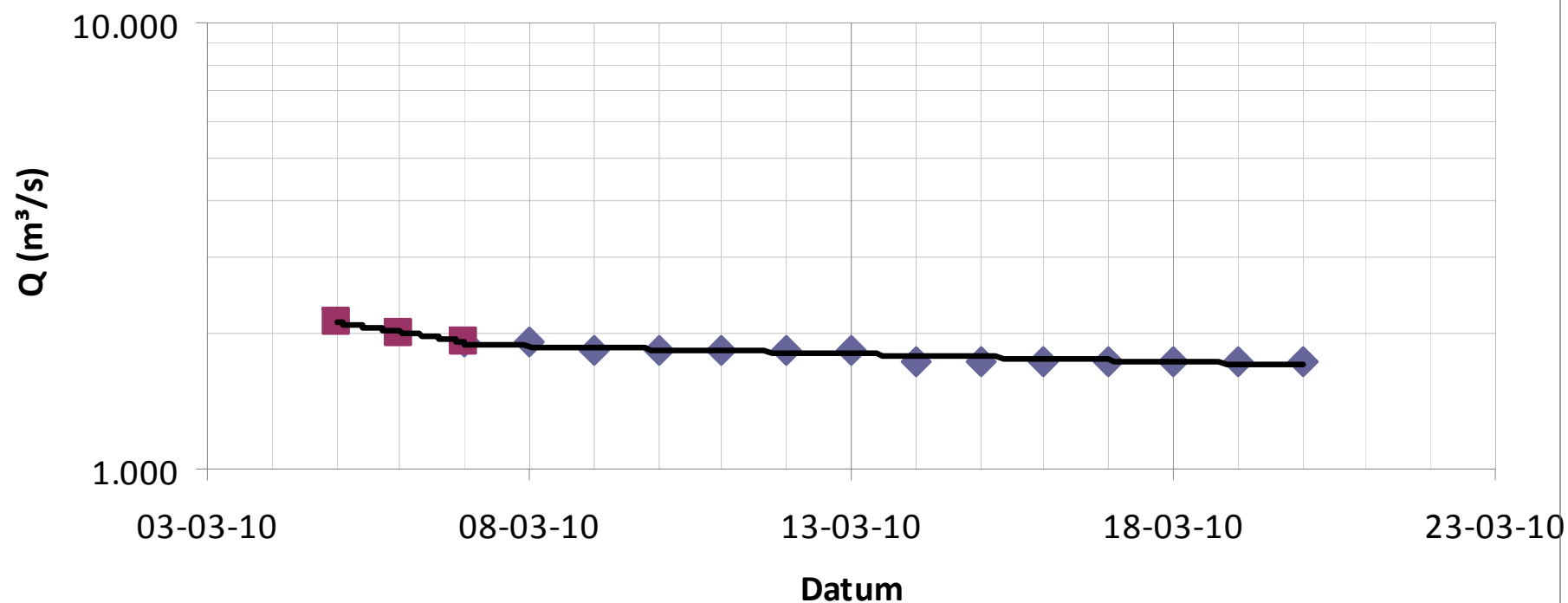
Datum	Proticaj Q (m ³ /s)
29-01-10	2.130481
30-01-10	2.027
31-01-10	2.027
01-02-10	1.929
02-02-10	1.929
03-02-10	1.929
04-02-10	1.929
05-02-10	1.929
06-02-10	1.929
07-02-10	1.929
08-02-10	1.929
09-02-10	1.835
10-02-10	1.835
11-02-10	1.835
12-02-10	1.835
13-02-10	1.835
14-02-10	1.746
15-02-10	1.746
16-02-10	1.746
17-02-10	1.662
18-02-10	1.662



Prilog 12
Grafički prikaz linija recesije registriranih u istražnom periodu
2009. do 2010. godine

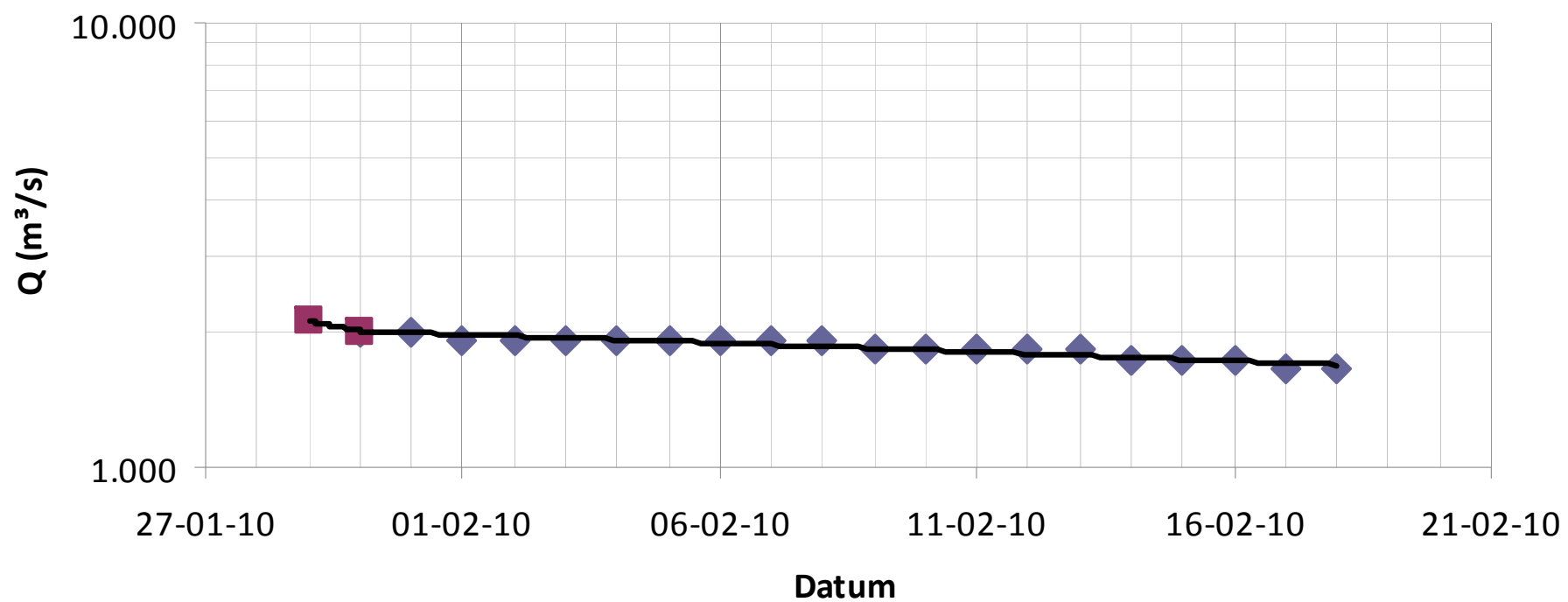


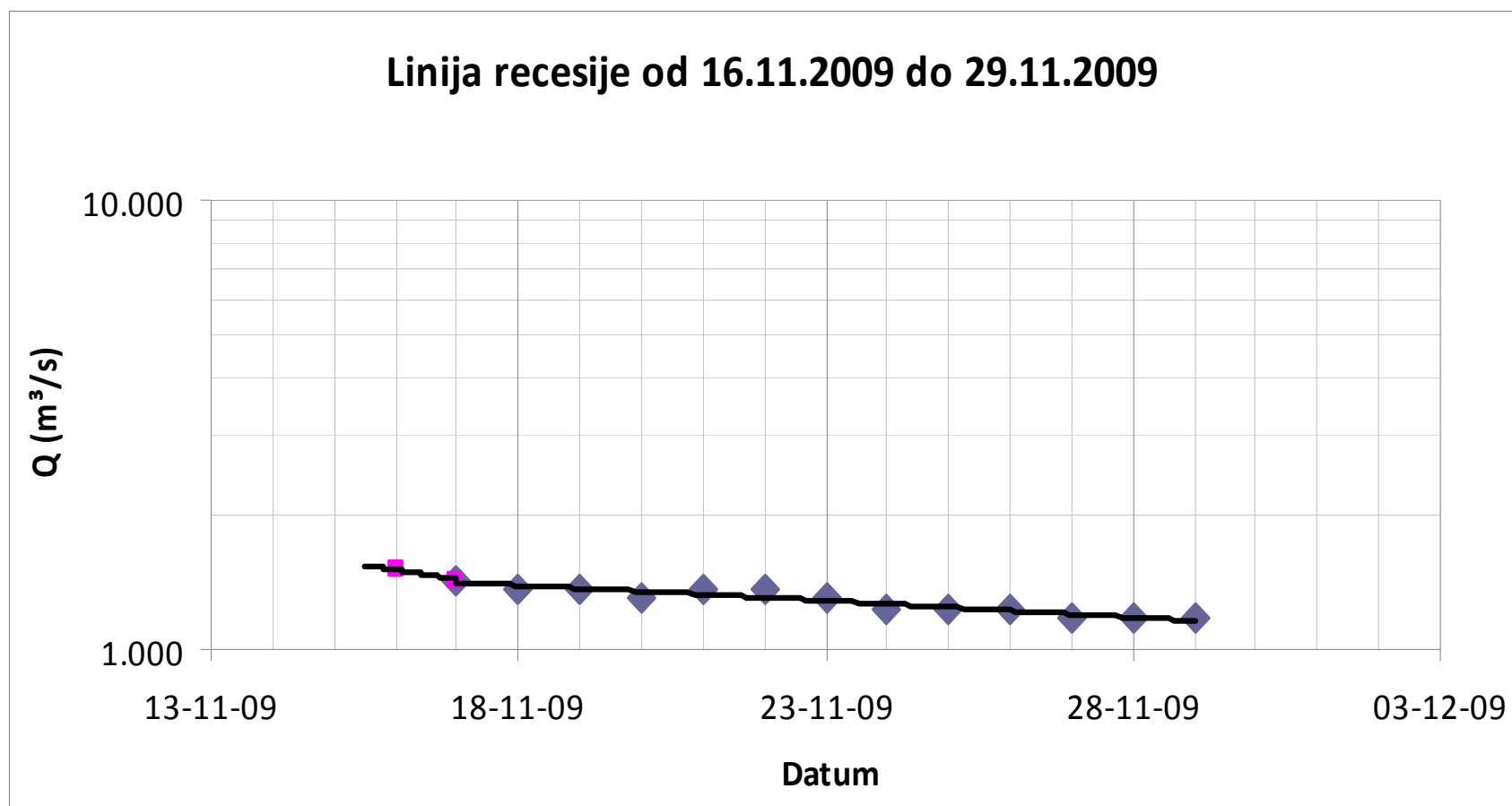
Linija recesije od 05.03.2010 do 20.03.2010

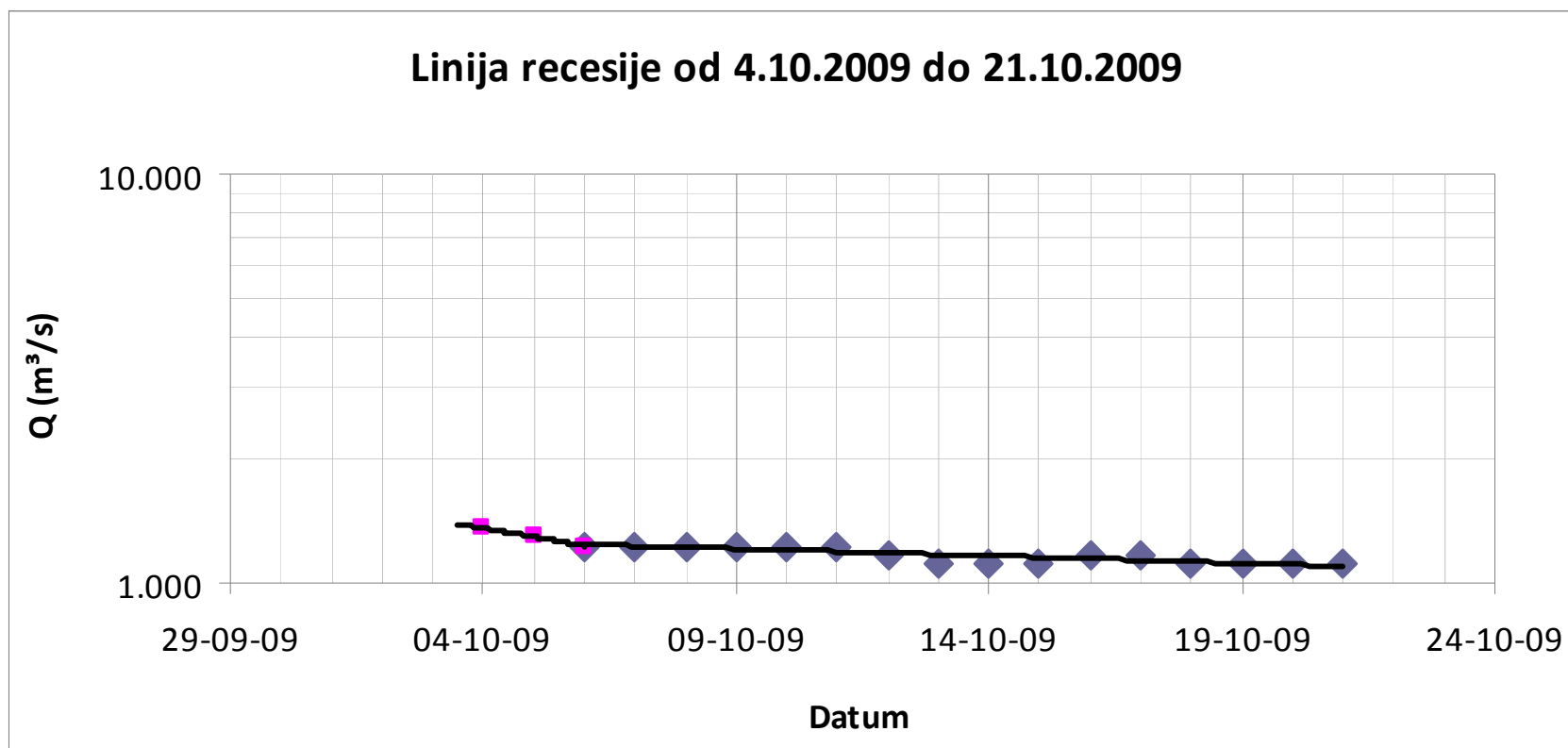


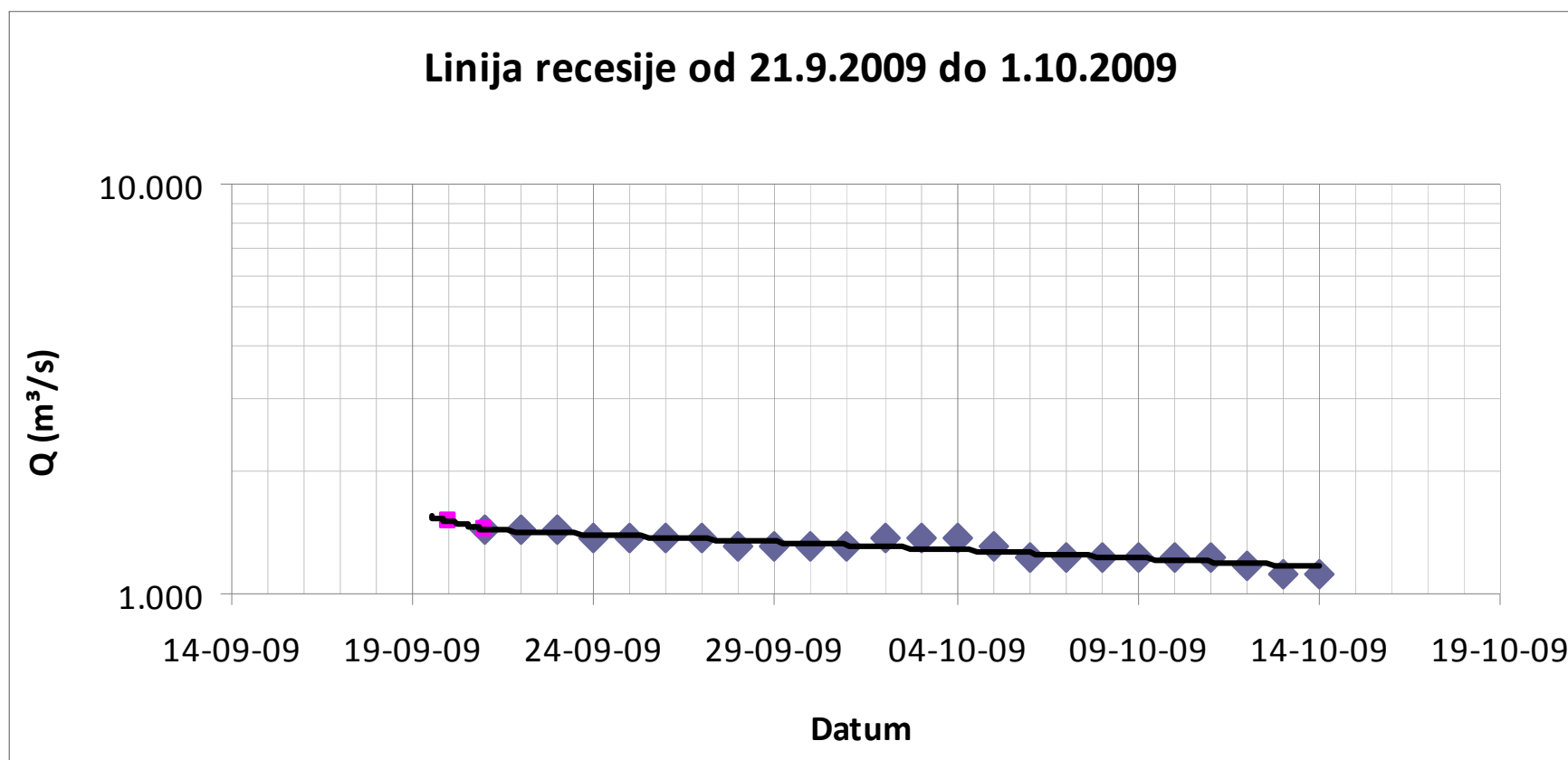


linija recesije od 29.01.2010 do 18.02.2010







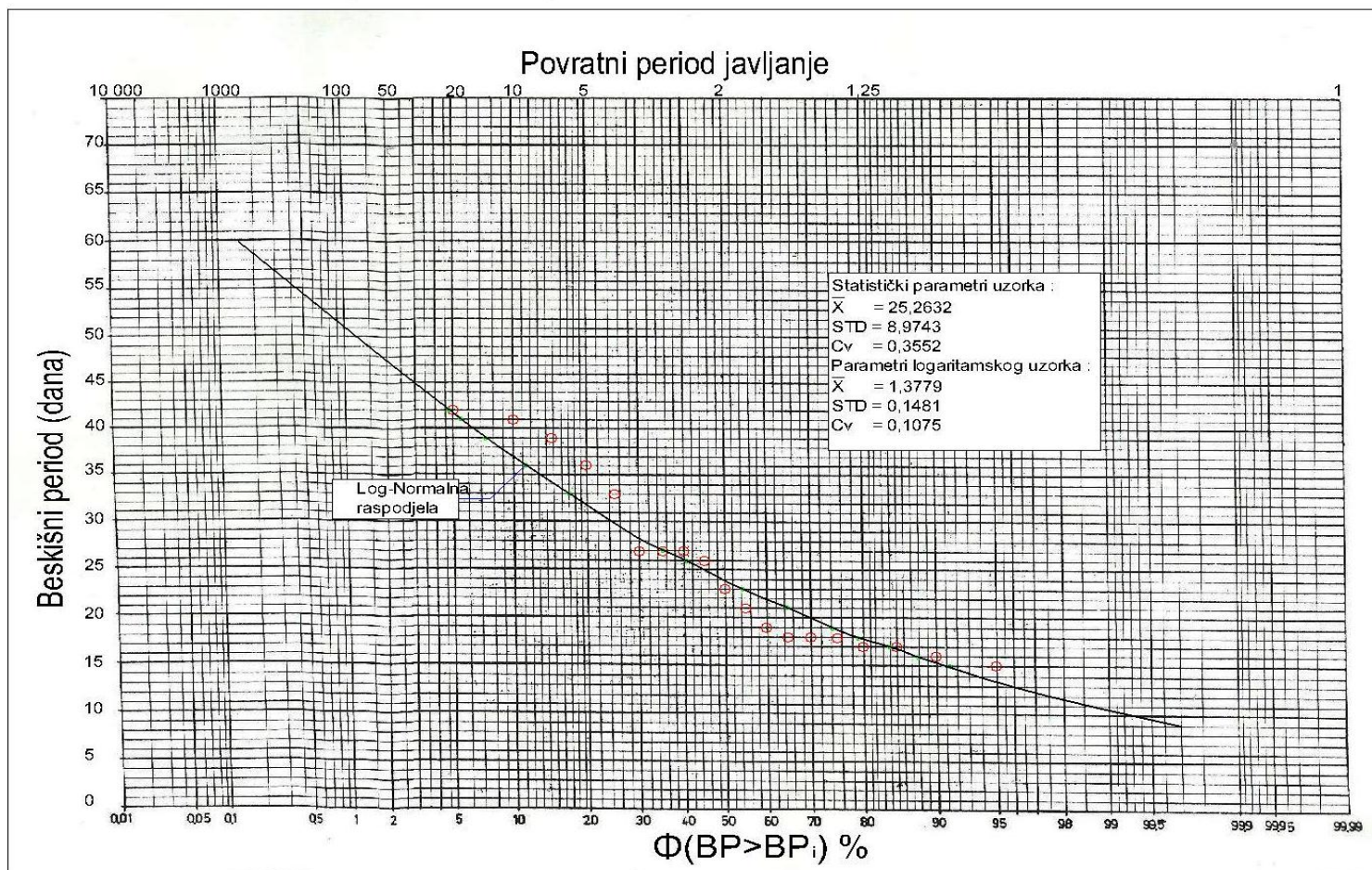




Prilog 13
Vjerovatnoća pojave beskišnih perioda na K.S. Zenica i KS Sarajevo



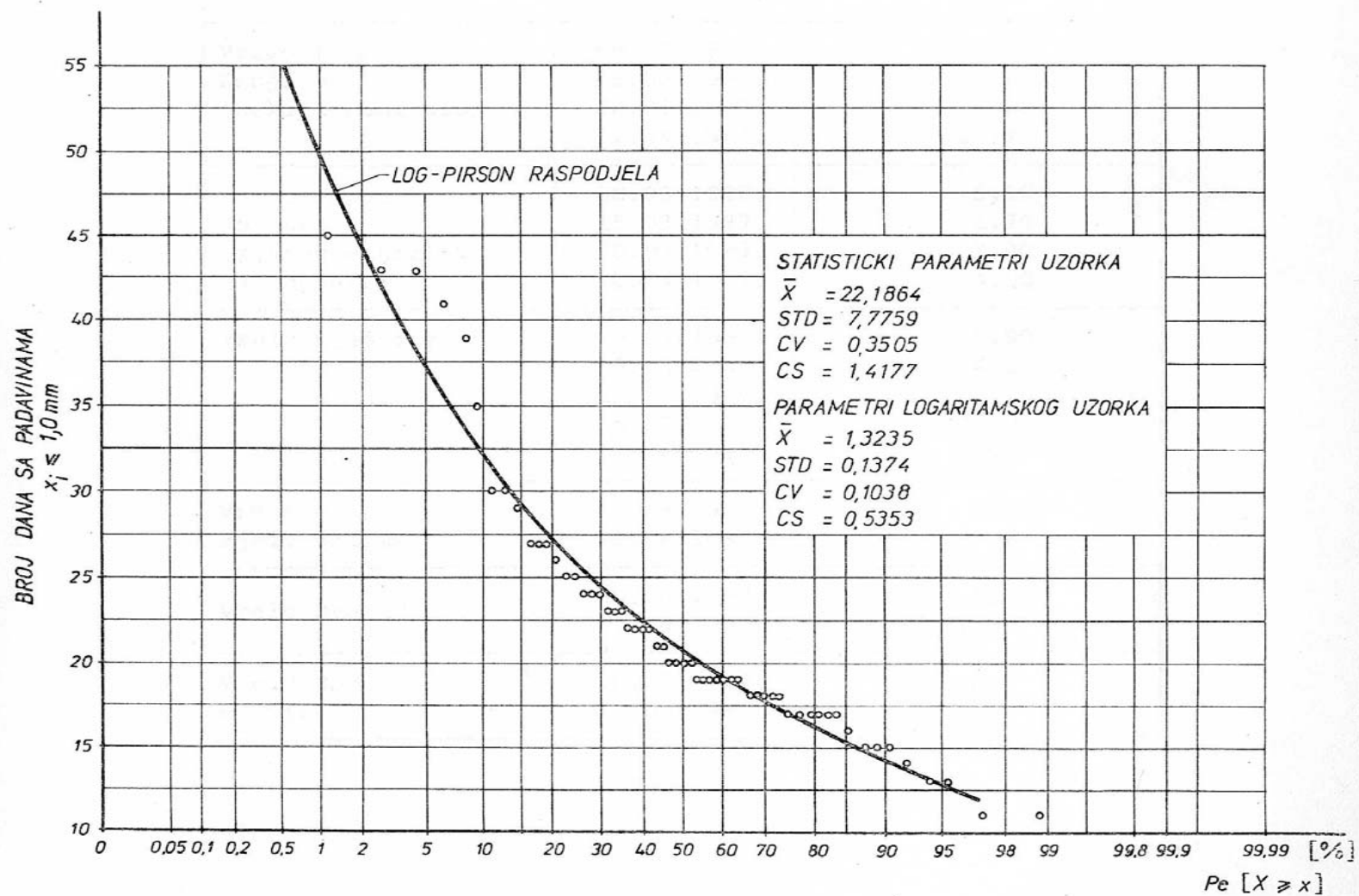
Period obrade (1948 – 1966g.) Izvorni podaci preuzeti iz meteoroloških godišnjaka Saveznog hidrometeorološkog zavoda SFRJ iz Beograda
Vjerovatnoća pojave beskišnih perioda na K.S. Zenica





Vjerovatnoća pojave beskišnih perioda na K.S. Sarajevo Period obrade (1973 – 1982g.)

Preuzeto iz elaborata "Hidrološka i kvalitativna istraživanja kraških vrela na području Vučije Luke kod Sarajeva, Zavod za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu



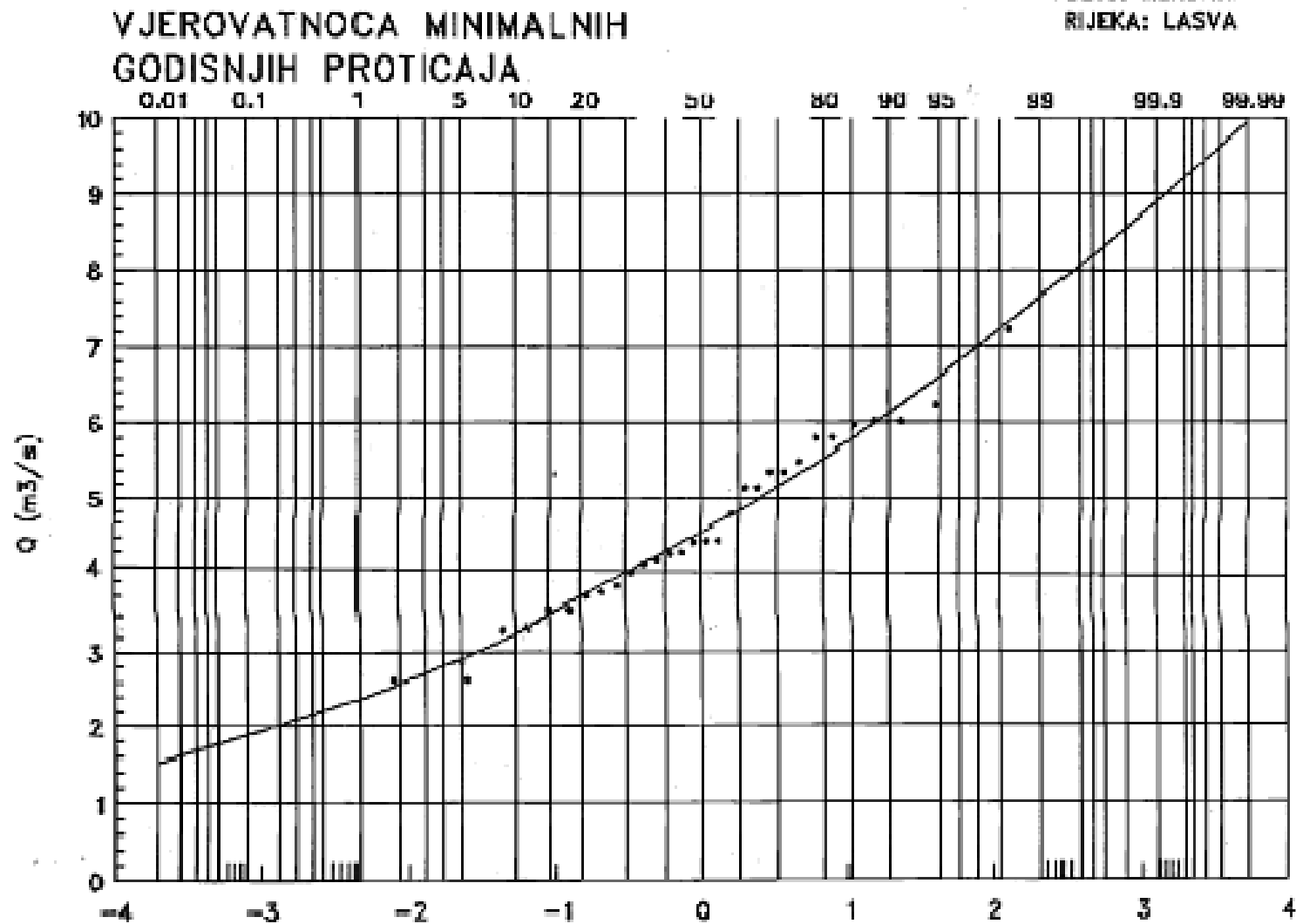


Prilog 14

- Distribucija minimalnih proticaja rijeke Lašve na VS Merdani
- Distribucija minimalnih srednjih mjesečnih proticaja rijeke Lašve na VS Merdani



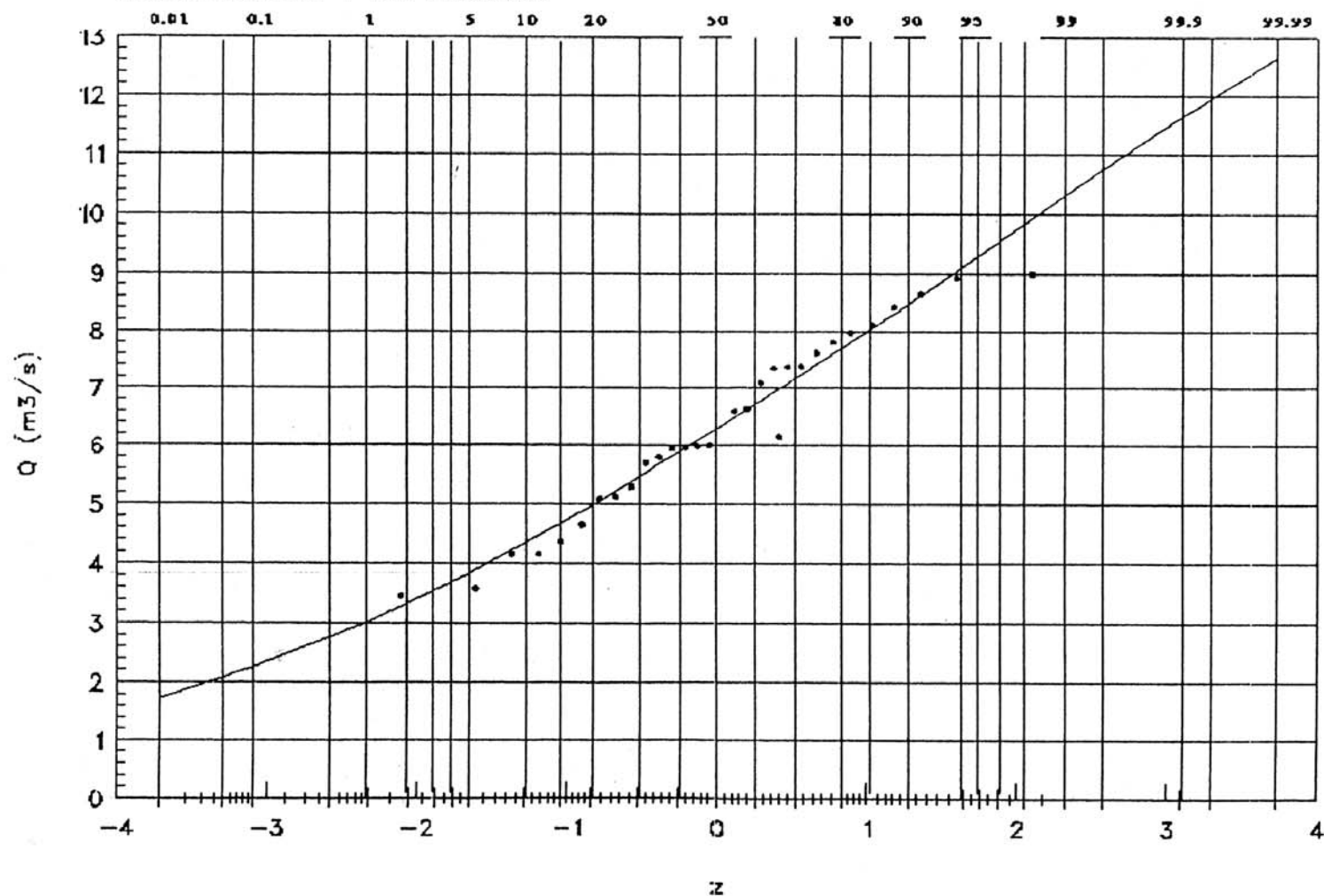
VOD. S. MERDANI
RIJEKA: LASVA





VJEROVATNOCA MIN.SREDNJIH MJESECNIH PROTICAJA

VOD.ST: MERDANI
RIJEKA: LASVA





Prilog 15
Pregled pojavljenih minimalnih proticaja rijeke Lašve na VS Merdani u periodu
osmatranja od 30 godina



Pregled minimalnih proticaja rijeke Lašve na V.S. Merdani

Preuzeto iz statističke hidrološke obrade rijeke Lašve na V.S. Merdani (Zavod za vodoprivredu Sarajevo)

Datum	R.Lašva min. Prot.	
	H (cm)	Proticaj Q (m ³ /s)
06-01-59		6.01
19-09-60		4.78
01-10-61		3.5
05-09-62		3.5
04-09-63		4.09
27-01-64		5.15
04-11-65		4.24
09-10-66		4.42
22-01-67		3.64
15-07-68		5.36
15-11-69		6.23
24-09-70		5.79
16-08-71		3.27
10-07-72		5.15
23-08-73		3.79
19-09-74		6.01
05-10-75		5.36
19-07-76		7.27
16-07-77		2.62
06-12-78		2.62
17-10-79		3.7
04-08-80		4.26
23-09-81		5.96
27-09-82		4.4
25-11-83		3.98
12-11-84		5.8
07-01-85		3.3
12-10-86		5.5
09-11-87		4.42
22-08-88		4.16



Prilog 16

Pregled rezultata bakterioloških ispitivanja



Prilog 17
Rezultati fizikalno-hemijske, bakteriološke i radiološke analize Plava voda
(Federalni zavod za javno zdravstvo)