Metode identifikacije suše

Jelaš, Lea

Master's thesis / Diplomski rad

2015

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:
University of Split, Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy / Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:123:973831

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

FCEAG Repository - Repository of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split







SVEUČILIŠTE U SPLITU

FAKULTET GRAĐEVINARSTVA ARHITEKTURE I GEODEZIJE

DIPLOMSKI RAD

Lea Jelaš

Split, 2015

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA ARHITEKTURE I GEODEZIJE

Lea Jelaš

Metode identifikacije suše

Diplomski rad

Split, 2015

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

STUDIJ: **DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**

KANDIDAT: **Lea Jelaš**

BROJ INDEKSA: **439**

KATEDRA: **Katedra za hidrologiju**

PREDMET: **Inženjerska hidrologija**

ZADATAK ZA DIPLOMSKI RAD

Tema: **Metode identifikacije suše**

Opis zadatka: Predmet ovog zadatka je obrada metoda identifikacije suše na temelju analize dnevnih podataka o protocima i oborinama. Analizom su obuhvaćeni podaci protoka Izvora Žrnovnice i oborina mjerne postaje Dugopolje tijekom razdoblja 2011. do 2013. godine. Kao rezultat primjene navedenih metoda priložit će se podaci o trajanjima, intenzitetu i jačini pojedinih sušnih perioda definiranih spomenutim metodama.

U zadatku treba dati i odgovarajuća tumačenja, slike i tablice nužne za bolje razumijevanje problema i predloženog rješenja.

U Splitu, srpanj 2015.

Voditelj Diplomskog rada:

prof.dr.sc. Vesna Denić-Jukić

Predsjednik Povjerenstva
za završne i diplomske ispite:
Prof. dr. sc. Ivica Boko

Metode identifikacije suše

Sažetak:

U ovom diplomskom radu dan je prikaz metoda identifikacije suše. Promatrana je rijeka Žrnovnica u periodu 2011.-2013. godine. Protoci su uzeti sa mjerne postaje Izvor Žrnovnice, a podaci o oborinama sa kišomjerne postaje Dugopolje. Korištena je metoda praga transformacije i modificirana metoda te je dana usporedba dobivenih rezultata: trajanje, intenzitet i jakost sušnih perioda.

Ključne riječi:

Suša, metoda praga transformacije, modificirana metoda, trajanje, intenzitet, jakost sušnih perioda

Methods for drought identification

Abstract:

The work presented in this thesis will show the application of the methods for drought identification. The Žrnovnica river was observed in period from 2011. till 2013. Flows were taken from the hydrometric station Izvor Žrnovnica and rainfall data from the rain gauge station Dugopolje. Threshold-level and modified methods were used and a comparison of the results is given: duration, intensity and severity of drought periods.

Keywords:

Drought, threshold-level method, modified method, duration, intensity,severity of drought

SADRŽAJ

1. UVOD 6
2. OTJECANJE VODE U KRŠU 7
3. OSNOVNE KARAKTERISTIKE RIJEKE ŽRNOVNICE 10
3.1. Slivno područje rijeka Žrnovnice i Jadra 10
3.2. Rijeka Žrnovnica 15
4. MALE VODE 16
4.1. Definicija suhoće, suše i suhih područja 16
4.2. Definicija malih voda 19
4.3. Karakteristike malih voda 20
4.4. Borba protiv suše 22
5. ANALIZA MALIH VODA 24
5.1. Metoda praga transformacije 24
5.1.1. Uvod 24
5.1.2. Određivanje praga transformacije na temelju krivulje trajanja 27
5.1.2.1. Fiksni prag transformacije za cijelo promatrano razdoblje 27
5.1.2.2. Varijabilni sezonski prag transformacije (1. travnja – 1. listopada) 29
5.1.2.3. Varijabilni sezonski prag transformacije (1. svibnja - 1. listopada) 38
5.1.2.4. Varijabilni godišnji prag transformacije 47
5.1.3. Određivanje praga transformacije na temelju srednjeg protoka 53
5.1.4. Određivanje trajanja, jakosti i intenziteta sušnih perioda 58
5.2. Modificirana metoda 66
5.2.1. Uvod 66
5.2.2. Opis metode 67
5.2.3. Primjena modificirane metode na rijeku Žrnovnicu s obzirom na protok 69
5.2.4. Primjena modificirane metode na rijeku Žrnovnicu s obzirom na oborine 78
5.2.5. Određivanje trajanja, jakosti i intenziteta sušnih perioda 87
6. ZAKLJUČAK 88
Popis slika 89
Popis tablica 91
Popis literature 92
Prilozi 93

1. UVOD

U ovom diplomskom radu provedena je analiza metoda identifikacije suše. Suša je ekstremna hidrološka pojava koja izaziva velike gospodarske i ekološke štete. Identifikacija i kvantifikacija suše provodi se primjenom različitih metoda, a osnovni problem je nedostatak pouzdane metode kojom bi se vršila usporedba suša koje su se javile u različitim razdobljima i različitim lokalitetima. Postoje brojni indeksi koji se međusobno dosta razlikuju a koriste se za procjenu suše na nekim klimatskim područjima ili lokalnim situacijama.

Provedena je metoda praga transformacije (threshold level) te modificirana metoda. Spomenute metode koriste se za procjenu frekvencije (učestalnosti) perioda malih voda i za dizajniranje i funkcioniranje regulacijskih rezervoara gdje su ispusti rezervoara napravljeni za poboljšanje nizvodnog toka vode. Primjeri ovakih metoda povezani su sa hidroelektranama te sustavima za navodnjavanje.

Korišteni su podaci o protoku izmjereni na mjernoj stanici izvora rijeke Žrnovnice u razdoblju od 1990.- 2013. godine te podaci o oborinama mjereni na kišomjernoj stanici Dugopolje u periodu 1991.-2013. godine, a analiza i procjena suše se vršila za period 2011.-2013. godine. Kao rezultat navedene metode prikazani su periodi sušnih razdoblja s obzirom na različite odabrane pragove transformacije, jačine suša i intenziteti te je dana usporedba.

Korišteni podaci o protocima i oborinama za navedene periode dani su u tablicama u Prilogu.

2. OTJECANJE VODE U KRŠU

Pojam krš odnosi se na terene s karakterističnim hidrogeološkim, geomorfološkim i geološkim svojstvima, a razvija samo u topivim stijenama. Najtopivije stijene su halit, gips i anhidrit i još neke monomineralne stijene no one su relativno malo zastupljene u građi litosfere, pa se po značaju i rasprostranjenosti ističu nešto slabije topive karbonatne stijene. Stoga se u praksi pod pojmom krš obično podrazumijevaju područja čiji je razvoj uglavnom vezan za karbonatne stijene, vapnence i dolomite. Stijene podložne okršavanju tvore oko 25% površine kopnenog dijela Zemlje i gotovo 50% kopnene površine Republike Hrvatske.

Postoji pet ključnih elemenata nužnih za nastanak vodonosnika u karbonatnim stijenama:

1) područje ulaza vode ili napajanja: napajanje vodonosnika odvija se infiltracijom kroz nekonsolidirani materijal koji pokriva okršene stijene ili izravnim poniranjem vode u raspucanu i okršenu stijensku masu. Infiltrirana voda kreće se vertikalno dok ne dospije do horizontalnih podzemnih kanala koji su prošireni otapanjem i erozijskim djelovanjem tekuće vode;

2) sustav međusobno povezanih podzemnih kanala za prolaz vode: potrebno je postojanje mehaničke oštećenosti stijenske mase kako bi voda mogla prodirati s površine terena u dublje slojeve. Voda prodire u podzemlje kroz pukotine i prsline te uvelike ovise o njihovim karakteristikama kao npr. o veličini, položaju, otvorenosti, nagibu i sl;

3) točka istjecanja: informacije o izlazu se odnose na količinu i kakvoću podzemne vode koja se pojavljuje na izvoru ili u zoni izviranja. Te je podatke razmjerno lako prikupiti zbog jednostavnosti pristupa mjestima istjecanja podzemne vode i zbog jednostavnih, pouzdanih i jeftinih metoda mjerenja, no često je problem osigurati vremenski dovoljno duga mjerenja.

4) oborine: krš nastaje na područjima sa minimalno 250-300 mm/god oborina, dok se maksimalno okršavanje događa u područjima sa sezonskim izmjenama vlažnih i sušnih razdoblja;

5) reljef: među krškim oblicima ističu se škrape, vrtače (ponikve, doci), kanjoni, doline, krške uvale ili zavale, krška polja, krške zaravni, jame, špilje, kaverne, ponori, krška okna, krški izvori, estavele, vrulje i podzemni tokovi.

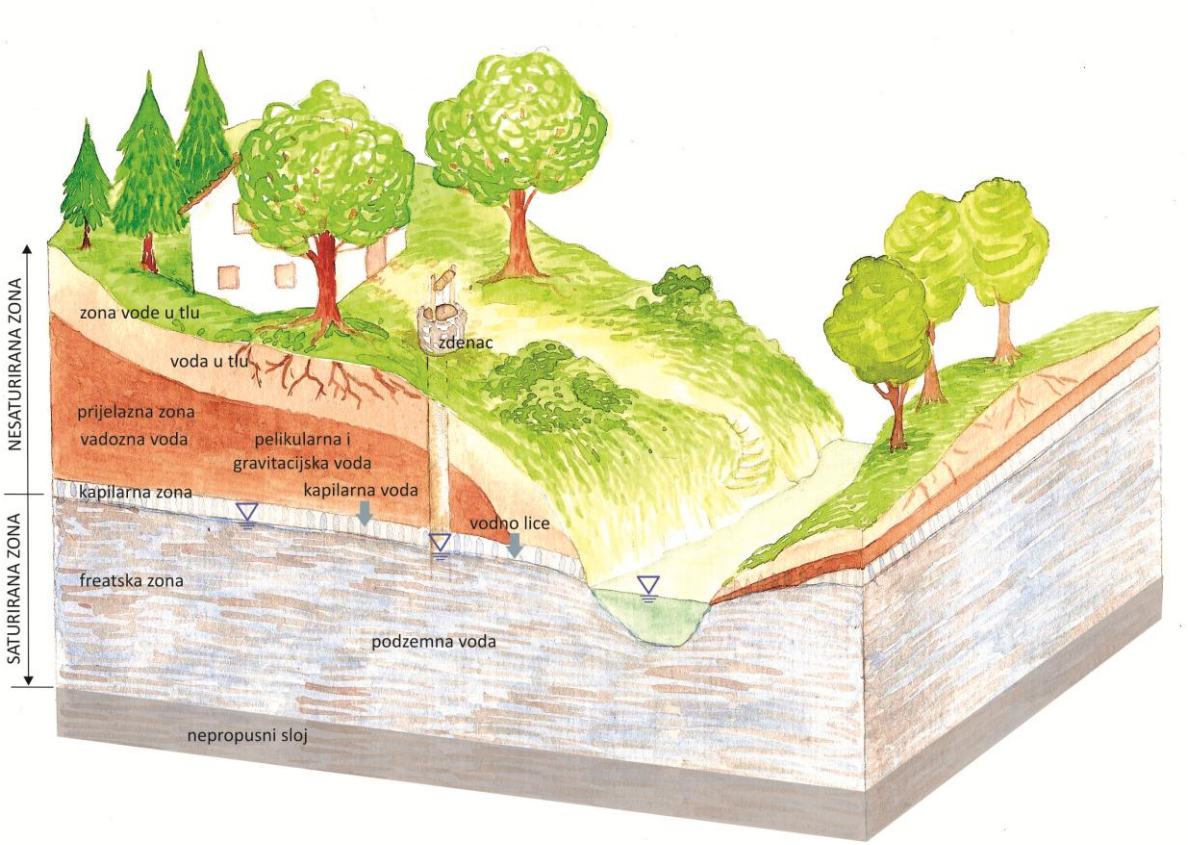
Ako bilo koji od ovih elemenata nedostaje, stijenska masa je hidrološki inertna i vjerojatno ne može funkcionirati kao vodonosnik.

Krški vodonosnici imaju sprecifičnu dinamiku podzemnih voda zbog značajne uloge topivosti stijena. Zbog izraženog otapanja i povećanja šupljina uzrokovanog cirkulacijom podzemne vode, krški vodonosnici se razvijaju tokom vremena te se javlja trend povećanja propusnosti stijena. Cirkulacija vode odvija se kroz uglavnom kroz kavernsku poroznost nastalu otapanjem stijena, iako krške stijene mogu imati i primarnu i sekundarnu poroznost.

Dva osnovna tipa krških akvifera mogu se opisati na temelju razvoja i provodljivosti krških kanala unutar sustava:

1) Provodljivi tip krškog sustava: karatkeriziran je sa dobro razvijenom krškom mrežom koja dozvoljava brzi prijenos vode kroz akvifer. U tim sistemima, tok vode se prvo naglo pojavljuje u velikim pukotinama zbog nejednake provodljivosti stoga su ovi sistemi poznati kao sistemi brzog tečenja. Kako ovakvi akviferi obično ne mogu skladištiti količine vode na duže periode, hidrogrami ovakvog tipa krškog sustava su karakterizirani sa mnogim vršnim protocima koji nastaju odmah nakon kišnog događaja.

2) Difuzni tip krškog sistema: krška mreža nije dobro razvijena ili povezana te je potrebno puno vremena za putovanje podzemne vode kroz akvifer. Takvi sustavi definirani su kao sistemi sporog, difuznog ili disperzivnog tečenja, koje je kontrolirano sa malim krškim pukotinama i pojavljuje se u laminarnom režimu. Ovi krški akviferi zadržavaju više vode puno više vremena nego provodljivi tip. Oblik hidrograma u ovakvom tipu akvifera je karakteriziran sa jako malo ili samo jednim zaglađenim vrhom koji se pojavljuje nakon nekog vremena zakašnjenja s obzirom na kišnu sezonu. Takav tip hidrograma može ukazivati da se akvifer ponovno puni vodom pomoću difuzne infiltracije kroz nesaturiranu zonu. Ovaj fenomen može biti uzrokovan sa nepropusnim naslagama koji ograničavaju otjecanje i koncentriranu infiltraciju.



Slika 2.1. Raspodjela vode u podzemlju

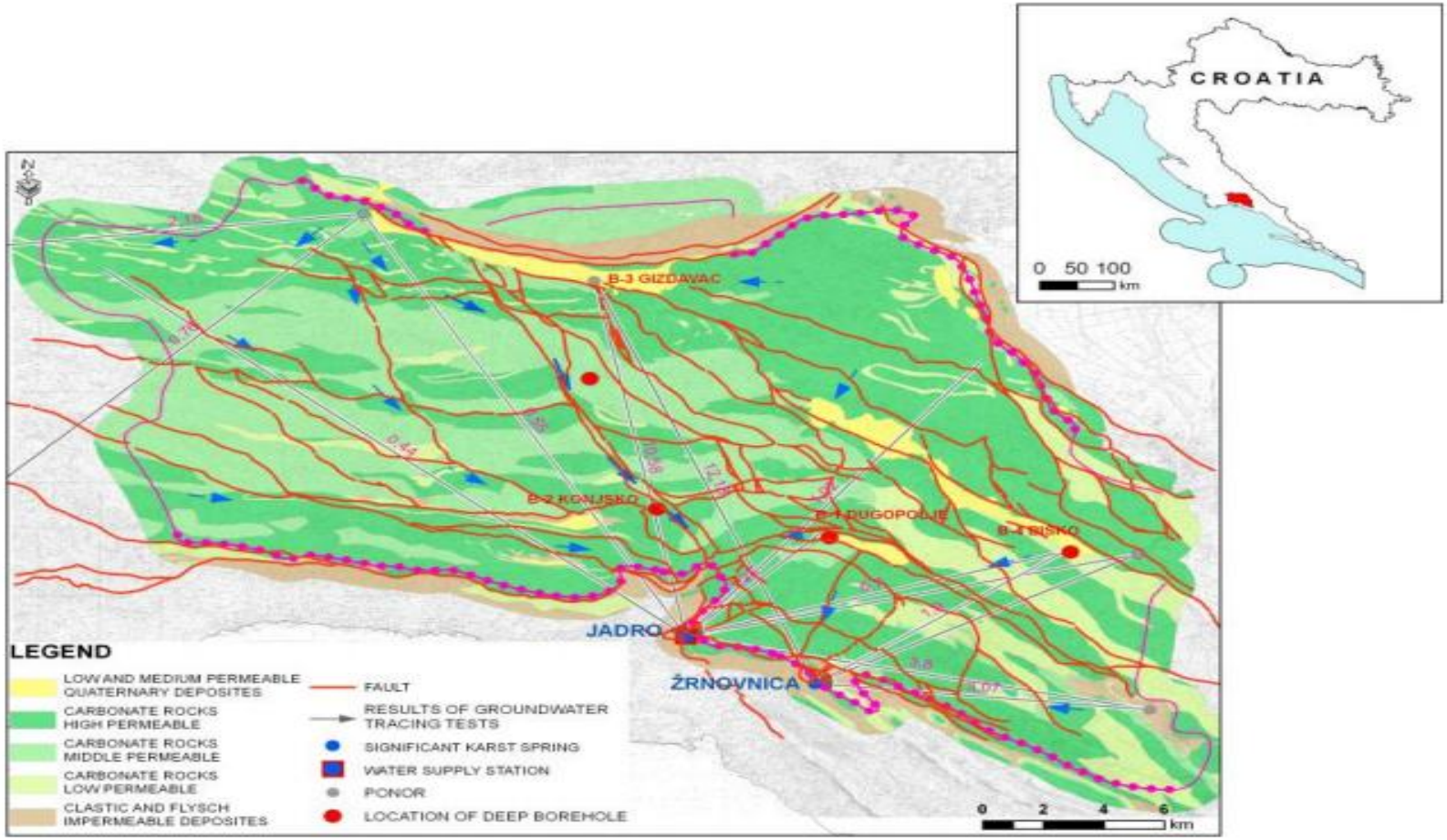
3. OSNOVNE KARAKTERISTIKE RIJEKE ŽRNOVNICE

3.1. Slivno područje rijeka Žrnovnice i Jadra

Ovo područje je vrlo je značajno s obzirom na broj stanovnika koji se opskrbljuje pitkom vodom s ovih izvorišta. Obuhvaća specifičan prirodno-geografski prostor u širem zaleđu Splita, površine oko 430 km^2. Jako složeni i promjenjivi hidrogeooški i hidrološki odnosi na slivnom području ne dopuštaju jednoznačno određivanje granice sliva. Slivne površine izvora Jadra i Žrnovnice su zajedničke te se nemogu promatrati odvojeno.

Sjevernu razvodnicu sliva uvjetuje hidrogeološka barijera sjeverno od Mućkog polja. Barijeru izgrađuju nepropusne stijene trijasa. Oborine koje padnu stvaraju više povremenih bujičnih tokova koje se slijevaju u polje u koje poniru na kontaktu s propusnim stijenama. Zapadna granica je podzemna razvodnica kojom ovaj sliv graniči sa slivom izvora Pantan. Južnu granicu određuje kontakt propusnih stijena Zagore i nepropusnih stijena priobalnog područja. Nepropusne stijene sežu duboko ispod razine mora i vrše funkciju hidrogeološke barijere. Istočnu granicu je teško odredit zbog vrlo složenih hidrogeoloških odnosa u srednjem toku Cetine. Pretpostavlja se zonarna razvodnica koja se pomiče u zavisnosti od hidroloških uvjeta. Dokazana je podzemna veza sliva Cetine sa izvorom Jadra i Žrnovnice. Izgradnjom akumulacije Pranjčevići povećala se izdašnost izvora Žrnovnice pa više ne presušuje.

Na slici 3.1. prikazano je slivno područje rijeka Jadro i Žrnovnica.



Slika 3.1. Slivno područje rijeka Jadro i Žrnovnic

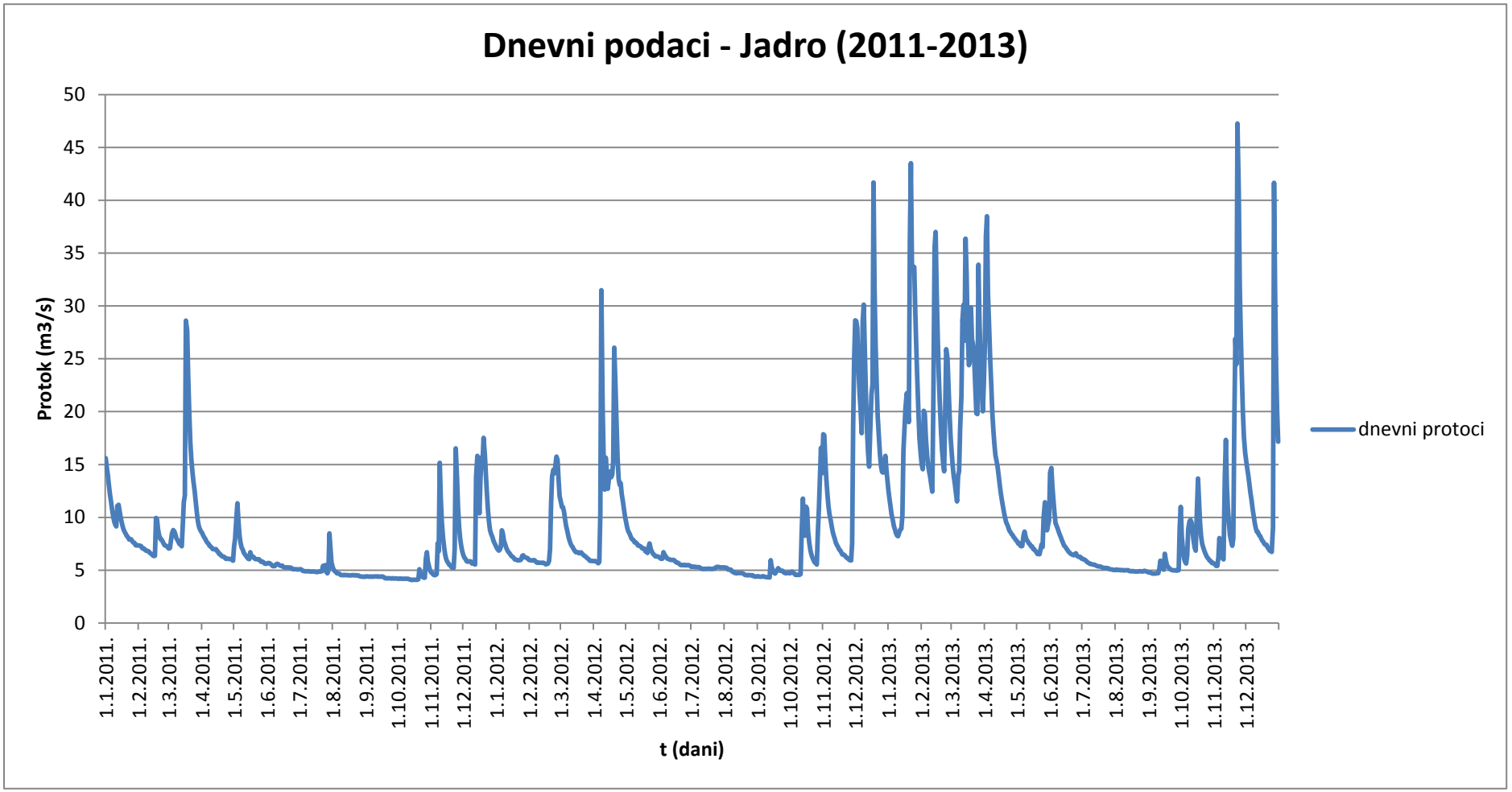
Na ovom slivnom području dnevne padaline mjerene su od 1961. na osam lokacija: Dugopolje, Lećevica, Dicmo, Muć, Klis, Bisko, Gornje Sitno i Prančević Brana. Hidrološka zapažanja su provedena u profilima koji su zanimljivi u smislu uporabe vode (npr određivanje kapaciteta izvora, ili kontrolu tlaka za propisani minimalni protok). Prikupljanje hidroloških podataka, uključujući vodostaje i protoke započelo je 1983. godine, a u međuvremenu neke hidrološke stanice prestala su s radom, neke su davale nepouzdane podatke, uglavnom zbog promjena u korita rijeka i utjecajem rukavce. Trenutno je pet hidrološke stanica aktivno: Jadro-Majdan, Jadro-Dioklecijanov kanal, Jadro-Novi kanal, Žrnovnica-Izvor i Žrnovnica-laboratorij.

Od 1970-ih, u skladu s Nacionalnim programom praćenja kvalitete vode, Hrvatske vode provode praćenje kakvoće voda na površinskim vodama i izvorima na sljedećim mjestima: Jadro-Izvorište, Jadro-Ribogojilište, Jadro-Ušće, Žrnovnica-Izvorište i Žrnovnica-Ušće. Praćenje stanja voda na tim postajama je izvedena 12 puta godišnje te se ispituju obvezni pokazatelji (fizikalno – kemijski, režim kisika, hranjive tvari, mikrobiološki, biološki) i specifični pokazatelji (metali, organski spojevi). Skupina obveznih pokazatelja služi za utvrđivanje opće ekološke funkcije voda, dok je skupina specifičnih pokazatelja služi za širu ocjenu opće ekološke funkcije vode i za određivanje uvjeta korištenja vode za pojedine namjene.

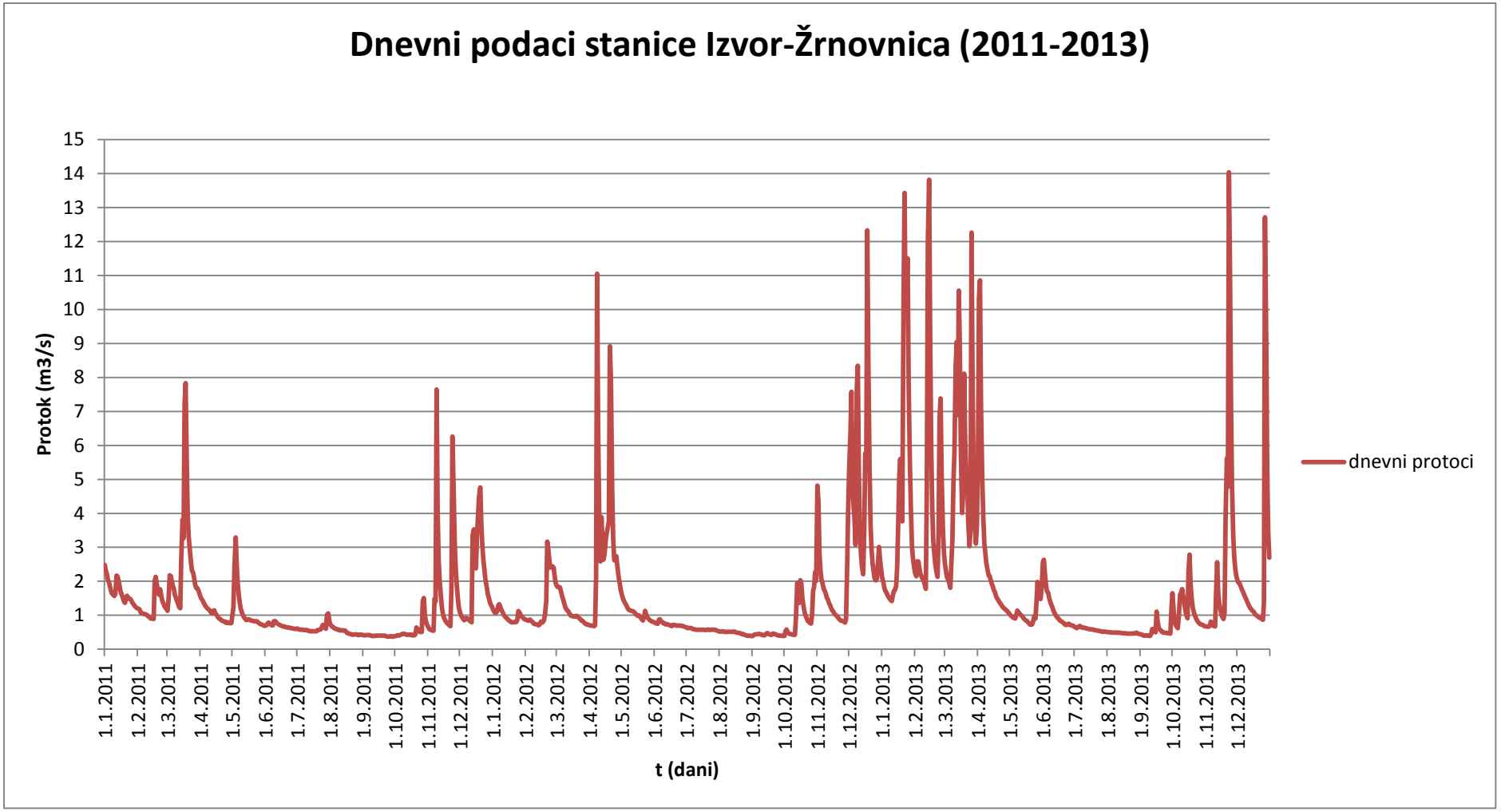
Podzemne monitoring točke su četiri bušotine koje se nalazi u: Dugopolju, Konjskom, Gizdavacu i Bisku. Praćenje kakvoće površina izvodi se na četiri mjesta: Jadro-Izvorište, Žrnovnica-Izvorište, Jadro-Ušće i Žrnovnica-Ušće. Meteorološki program praćenja predviđa ugradnju osam automatskih meteoroloških postaja koje se nalazi u: Dugopolju, Muću, Lećevici, Bisku, Dicmu, Gizdavacu, Konjskom, Vučevici i Putišiću.

Na slici 3.2. prikazan je hidrogram rijeke Jadro u periodu 2011.-2013. godine. Protoci su mjereni na 3 postaje: Kanal Majdan, Novi kanal i Dioklecijanov kanal. Dnevni podaci sa te mjerne stanice zbrojeni su te je tako dobiven ukupan dnevni protok rijeke Jadro koji je prikazan u hidrogramu. Minimalni dnevni protok iznosi 4,081 m^3/s, maksimalni 47,271 m^3/s te srednji 9,124 m^3/s.

Na slici 3.3. prikazan je hidrogram rijeke Žrnovnice u periodu 2011.-2013. godine. Protok je mjeren na mjernoj postaji Izvor Žrnovnice te je prikazan u priloženom hidrogram. Minimalni dnevni protok iznosi 0,372 m^3/s, maksimalni 14,32 m^3/s te srednji 1,592 m^3/s.



Slika 3.2. Hidrogram rijeke Jadro (2011.-2013.)



Slika 3.3. Hidrogram rijeke Jadro (2011.-2013.)

3.2. Rijeka Žrnovnica

Rijeka Žrnovnica je krška rijeka koja se nalazi u primorskom pojasu srednjeg Jadrana. Udaljena je 4 kilometra istočno od Splita. Nalazi se u kotlini sa svih strana okružena uzvisinama. Izvire u podnožju Mosora, 2 km od naselja Žrnovnica te prolazi kroz Stobrečko polje. Ušće se nalazi nekoliko kilometara istočno od Splita. Ukupna duljina toka je 4800 m.

Izvor rijeke se sastoji od niza manjih izvora koji se javljaju na širem području u visinskom rasponu od 77 do 88 m n.m. Minimalna izdašnost izvorišta je 0,25 m^3/s, a maksimalna je 19,2 m^3/s, dok srednji godišnji protok iznosi 1,8 m^3/s. Dio izvorišta se koristi za potrebe vodoopskrbe naselja Sitno Donje i Žrnovnica, a dio se koristi za navodnjavanje.

U gornjem toku proizvodi znatne količine vučenog nanosa koje taloži u srednjem i donjem toku. Zbog urbanizacije prostora oko rijeke, nametnuto je provođenje uređenja korita radi očuvanja i zaštite pjezažne i fizionomske raznolikosti. Regulacija ove rijeke se intezivno provodi zadnjih godina.



Slika 3.4. Rijeka Žrnovnica

4. MALE VODE

4.1. Definicija suhoće, suše i suhih područja

Postoji značajna razlika između pojmova suhoće i suše. Pod pojmom suhoća (aridity) podrazumijevamo dugotrajan klimatski fenomen što se razlikuje od kratkotrajnog fenomena suše (drought). Pojava suše i suhoće uzrokuje nastanak suhih područja (dryland). To su područja koja su stalno, sezonski ili povremeno izložena nedostatku vlage. Danas se 36% kontinentalne površine planeta može smatrati suhim područjem. Kod suhih područja razlikujemo 4 stupnja sušnosti:

1) Hiperaridno: 10-50 mm oborine godišnje;
2) Aridno ili pustinjsko: 50-100 mm godišnja oborina;
3) Poluaridno: 150-500 mm;
4) Subhumidno: 500-800 mm.

Suha područja također možemo klasificirati pomoću bioklimatskog indeksa suhoće tj. odnosa godišnjih oborina (P) i godišnje potencijalne evapotranspiracije ET_p pri čemu su:

1) Hiperaridna područja: $\frac{P}{ET_p} < 0{,}03$ (pustinje);
2) Aridna područja: $\frac{P}{ET_p} = 0{,}03\text{-}0{,}2$ (rijetka trava);
3) Poluaridna područja: $\frac{P}{ET_p} = 0{,}2\text{-}0{,}5$ (stepe i šikare);
4) Subhumidna područja: $\frac{P}{ET_p}$ 0,5-0,75 (savane).



Slika 4.1. Prikaz hiperaridnog, aridnog, poluaridnog i subhumidnog područja

Suha područja pojavljuju se i u hladnim i u vrućim područjima Zemlje a negativna posljedica toga je mali broj stanovnika koji živi na tim područjima. Kod vrućih pustinja najznačajniji faktor koji utječe na stalni nedostatak vode je jako intenzivna sunčeva radijacija uz visoke temperature zraka i ekstremne količine evapotranspiracije. Također veliku ulogu igraju i jaki vjetrovi koji nose velike količine sitnih čestica pijeska.

Za razliku od suhoće koja je stalni deficit oborina, suša predstavlja povremeni nedostatak oborina u odnosu na uobičajene prosječne oborine. Osim prethodno navedenih faktora, na pojavu suše i suhoće utječe velik broj topografskih, meteoroloških, klimaoloških i drugih karakteristika sliva a najčešće korišteni u analizi malih voda su: oborine, vlaga u zraku, površina sliva, srednja nadmorska visina sliva, dužina glavnog toka, prosječne godišnje padaline, geološke karakteristike sliva, ospeg sliva, prosječna geografska širina sliva, faktor oblika sliva, nagib glavnog toka, urbanizirani dio sliva te prosječno godišnje otjecanje.

Postoje razne definicije suše s obzirom na to koja se znanstvena ili stručna grana bavi problematikom suše. Meteorološka suša je deficit oborina u odnosu na prosjek, a najčešće se javlja kao posljedica zapriječene anticiklone. Hidrološka suša se utvrđuje na temelju smanjena protoka u otvorenim vodotocima, razine podzemne vode u odnosu na prosječnu vrijednost i

razine vode u umjetnim i prirodnim jezerima. Pedolozi sušu utvrđuju na temelju infiltracijskih svojstava tla, odnosno što su manja infiltracijska svojstva tla to su pojačana svojstva suhoće i suše na nekom području. Poljoprivredna ili agrotehnička suša definirana je s obzirom na potrebe biljaka te se javlja kada su vodni resursi potrebni za poljoprivrednu nedostatni.

Suha područja općenito je moguće opisati sljedećim hidrološkim svojstvima (Thornes 1994.):

a) Ukupni godišnji iznos oborina je malen, oborine su intenzivne te se javljaju u nepravilnim razmacima formirajući tako nepravilne početke kišnih sezona i veliki varijabilitet između godina;

b) Javlja se smanjenje infiltracije i povećanje isparavanja jer kiša pada na dijelom golo i zbijeno tlo. Infiltracija ovisi o svojstvima površinskog sloga tla a posebno negativno na nju utječu gole stijene te stjenovita i solju bogata pjeskovita tla;

c) Gubici isparavanjem ovise o pritisku vode u tlu, njenom pedološkom profilu te atmosferskim i klimatskim čimbenicima. Thornes (1994.) je procijenio da u vrućim pustinjskim krajevima na isparavanje vode u površinskom sloju tla otpada čak 1500 do 2000 mm godišnje;

d) Nakon intenzivnih oborina javlja se kratko preplavljivanje terena a površinsko otjecanje traje kratko i ovisi o veličini oborine i gubicima;

e) Otjecanje podzemne vode dominantno je u odnosu na otjecanje površinske vode.

f) Suša izaziva ekološku neravnotežu u području u kojem se javlja. Prve nestaju vrste koje su najosjetljivije na nedostatak oborina što uzrokuje nestanak vrsta koje se njima hrane te se tako narušava hranidbeni lanac i biološka raznolikost. Uz narušavanje biološke raznolikosti, posljedice suše se najviše uočavaju na promjenama svojstava površinskog sloja tla.

U skladu sa prethodno rečenim, neke definicije suše odnose se na nedostatak oborina a neke na male vode, odnosno hidrološku sušu koja je obrađena u sljedećem poglavlju.

4.2. Definicija malih voda

Kako bezooborinski period utječe na smanjenje protoka u riječnom toku i te na opadanje nivoa i zaliha podzemne vode, smatra se da meteorološka suša uzrokuje hidrološku sušu ili *male vode*. Tokom malih voda, zbog malih količina oborina dolazi do prihranjivanja riječnih tokova iz pozdemnih rezervoara sa protocima manjim od očekivanih vrijednosti, te dolazi do problema u navodnjavanju, otežane vodoopskrbe ali i do smanjenja kvalitete vode zbog povećane koncentracije zagađivača i povećane potrošnje kisika u vodi.

Male vode su posljedica prirodnih uvjeta na nekom slivu ili su rezultat poželjnih te nepoželjnih aktivnosti čovjeka. Utjecaj čovjeka je najintezivniji u gusto naseljenim područjima gdje se voda zahvaća za različite potrebe društva. Neki antropogeni faktori utječu na poboljšanje a neki na pogoršanje raspoloživih malih voda. Tako npr, na poboljšanje raspoloživih malih voda utječu izgradnja brane sa akumulacijom, ispuštanje komunalnih i industrijskih otpadnih voda ili usporavanje vode objektima za regulaciju tokova, a na pogoršanje zahvaćanje podzemnih voda zbog korištenja vode za različite potrebe ili trasfera vode između slivova te poljoprivredne aktivnosti poput navodnjavanja.

Karakteristike malih voda su vrlo važne u upravljanju vodnim resursima. Poznavajući režim malih voda moguće je projektirati, graditi, održavati i upravljati raznim vodoprivrednim sustavima i objektima. Također, analizom malih voda ocjenjuje se da li je vodotok u mogućnosti da se koristi za vodoopskrbu naselja i industrije, da primi otpadne vode, da osigura vodu za navodnjavanje te da omogući povoljne uvjete za razvoj flore i faune. Na osnovu raspoloživih hidroloških podataka, mogu se osigurati karakteristike malih voda kao što su minimalni vodostaji/protoci, krivulje trajanja, funkcije raspodjele vjerojatnosti prosječnih malih voda.

4.3. Karakteristike malih voda

Veličina malih voda karakterizirana je svojstvima:

1) Vrijeme događaja – datum početka i kraja suše;
2) Trajanje deficita T – trajanje jednog koraka suše;
3) Jakost deficita S - suma svih pojedinih deficita svih jedinica vremena tijekom trajanja i koraka suše;
4) Intenzitet deficita – omjer jakosti i trajanja suše: $I = \frac{S}{T}$.

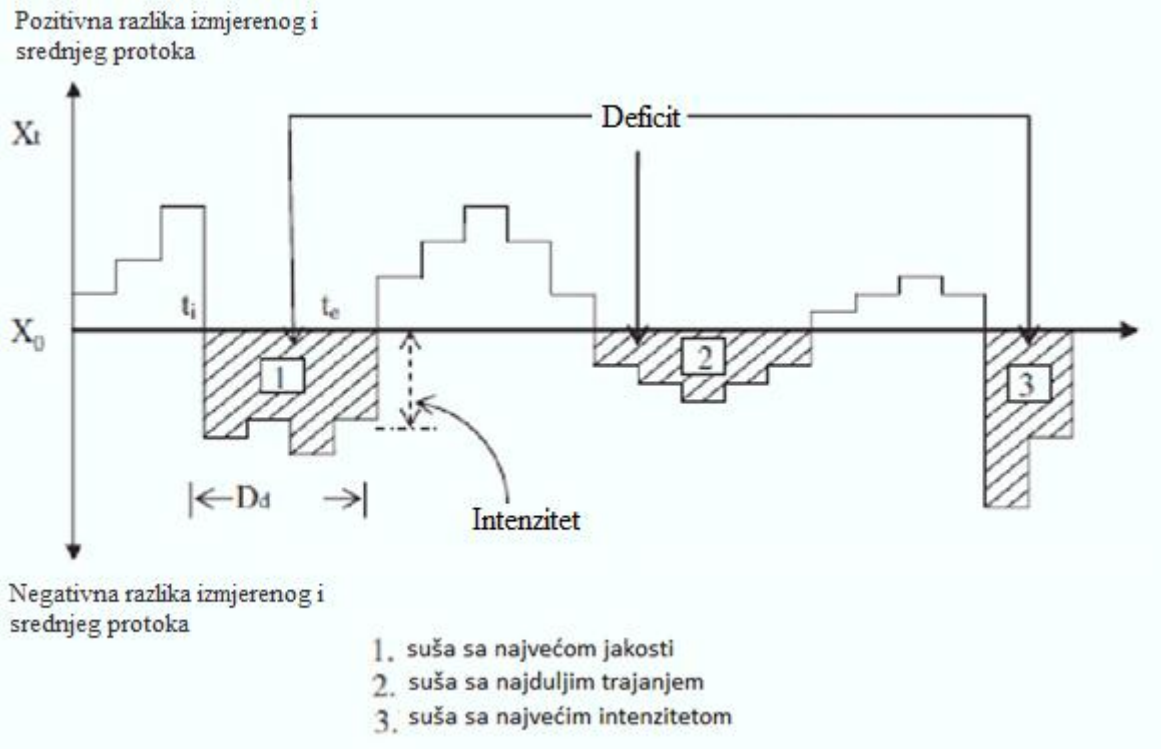
Odabir vremenskog koraka kod promatranja suše ovisi o dostupnim datumima, hidrološkom režimu i specifičnom problemu kojeg treba riješiti. Najčesće se koriste godišnji, mjesečni i dnevni protoci. U aridnim i semiaridnim područjima deficiti mogu trajati i do nekoliko godina stoga se za vremenski korak odabiru mjesečni podaci. U umjerenim klimama, kod odabira vremenskog koraka od jednog mjeseca, često se događa da deficite prekidaju periodi velikih protoka pa je stoga optimalnije odabrati dnevne protoke.

Kod metode praga transformacije najčešće se za vremenski korak biraju dnevni protoci što uzrokuje probleme u zavisnosti između deficita i manjeg deficita. Tijekom sušnog perioda, mogu se javiti kraći periodi kada vrijednosti protoka premašuju vrijednost praga transformacije dijeleći tako sušni period na više manjih sušnih perioda koji su međusobno zavisni. Ukoliko se deficiti pojave u manje od unaprijed određenom broju dana t_{min}, njihov volumen i trajanje udružujemo:

$$t_{uk} = t_i + t_{i+1};$$

$$V_{uk} = V_i + V_{i+1}.$$

Utvrđeno je da se t_{min}=5 dana može koristiti za višegodišnje ali i za povremene tokove (Fleig, 2006).



Slika 4.2. Karakteristike suše

4.4. Borba protiv suše

Kako bi ostvariti učinkovitu borbu protiv suše potrebno je predviđati sušu, vršiti identifikaciju i monitoring suše, procjenu posljedica suše i njihovog upravljanja te stvarati politiku borbe protiv suše. Budući da je suša vrlo složena i svugdje prisutna pojava potrebno je problemu pristupiti interdisciplinarno. Posljedice suše se najsnažnije i najizravnije nepovoljno odražavaju na:

a) Poljoprivredu i šumarstvo;

b) Vodoprivredu (opskrbu vodom);

c) Proizvodnju hidroenergije;

d) Zaštitu okoliša (požari, zagađenja i devastacija okoliša).

Najintenzivnije se provodi interdisciplinarna analiza suše vezana za poljoprivrednu proizvodnju. Velika pažnja se zadnjih decenija usmjerava na istraživanja vrsti biljaka otpornih na sušu te se postigao značajan napredak u smislu uzgoja biljih vrsta otpornih na sušu. Takav uzgoj često se postiže skraćivanjem vegetacijskog ciklusa biljka. Istražuje se mogućnost uzgoja prirodnih biljaka prilagođenih bezvodnim uvjetima kao kulturnih biljaka. Razvijeni su i brojni numerički modeli koji služe za simuliranje fizioloških procesa te tako pomažu u razumijevanju mehanizma otpornosti biljaka na nedostatak vode. Također se uvelike razvijaju razne tehnike upravaljanja i gospodarenja tlom u cilju očuvanja njegovih vodnih resursa. Cilj je poboljšanje hidroloških svojstava tla i smanjenje gubitaka vlage na minumum. Ove tehnike prvo su se počele primjenjivati u suhim područjima SAD-a, Australije i Izraela, a posljednjih desetak godina intenzivno se uvode i u mediteranskom dijelu Europe. Njihovom primjenom poboljšava se retencioniranje vode u površinskom sloju tla, smanjuje se otjecanje s poljoprivrednih površina te se povećava infiltracija te njeno ravnomjerno prostiranje duž čitavog zemljišta. Također se upotrebljavaju kemijska sredstva s ciljem poboljšanja skladištenja vode u tlu, smanjena evapotranspiracije i gubitaka procjeđivanjem no ona su naišla u praksi na brojna ograničenja, uglavnom ekonomske prirode.

Kako bi se postigla bolja mogućnost prognoze suše potrebno je provoditi detaljna mjerenja a zatim i analize klimatskih parametara pojedine regije. Kogan (2002.) je opisao novu metodu daljinskog mjerenja globalnih svojstava suše koristeći satelite. Metoda se sastoji od mjerenja razlika radijacija u vidljivom i infracrvenom dijelu spektra. Naime, zdrava vegetacija

reflektira malu količinu sunčeve radijacije u vidljivom dijelu spektra zbog viška absorpcije klorofila. Kako suša smanjuje zelenilo vegetacije, sadržaj vlage i veličinu krošnje, povećava se reflektirani dio radijacije u vidljivom dijelu spektra. Mjerenjem razlika odbijene radijacije u vidljivom i infracrvenom dijelu spektra moguće je kontinuirano pratiti razvoj suše na Zemlji ali i rano predvidjeti i pouzdanu prognozirati.

U borbi protiv suše uvelike pomažu i brojni sustavi navodnjavanja i natapanja razvijeni posljednjih desetljeća. Najšire su upotrebljavani brojni indikatori vlage u tlu koji nam daju detaljan prikaz stanja vlažnosti tla u vremenu i prostoru što je vrlo bitno za uzgoj biljaka. Koristeći podatke indikatora pokreću se sustavi navodnjavanja koji biljkama daje potrebnu količinu vode za rast. Također, razvojem sustava za navodnjavanje kap na kap, površinskog navodnjavanja i navodnjavanja kišenjem ostvaren je veliki napredak u smislu ušteda vode. U praksi se sve češće koriste prethodno upotrebljavane vode koje treba djelomično očistiti za navodnjavanje biljaka.

Jedan od većih problema u borbi protiv suše je problem određivanja realne evapotranspiracije. Postojeći modeli i izrazi nam ne daju dovoljno zadovoljavajuće rezultate koji se pouzano mogu koristiti u praksi. Najmanja točnost postiže se kod dnevnih podataka o evapotranspiraciji koji su nam potrebni sa stajališta poljoprivrede, dok se mjesečne vrijednosti mogu točnije odrediti.

Suša predstavlja vrlo složenu pojavu koju nije lako odrediti ni kvantificirati. Ipak, razvojem novih tehnologija te provođenjem kontinuiranih strategija borbe protiv suše sve veća pažnja se usmjerava na velike posljedice koje suša može prouzročiti te se nastoje spriječiti u što većoj mjeri.

5. ANALIZA MALIH VODA

5.1. Metoda praga transformacije

5.1.1. Uvod

Metoda praga transformacije bazira se na odabiru optimalnog praga. Izbor praga transformacije uvelike utječe na određivanje sušnih perioda. Veličina koja se odabire kao prag može predstavljati količinu vode potrebne za ribogojilište ili za plovidbu, ili razina donje vode kod regulacijskog bazena. Prag transformacije odabire se s obzirom na dostupne podatke, svrhu i područje studije. Pretpostavka je da se suša javlja ako je vrijednost izabranog parametra niža od praga transformacije.

Ukoliko su dostupni mjesečni podaci, tipičan prag je jednak srednjem protoku (medijani) ili srednjem protoku umanjenom za jednu standardnu devijaciju:

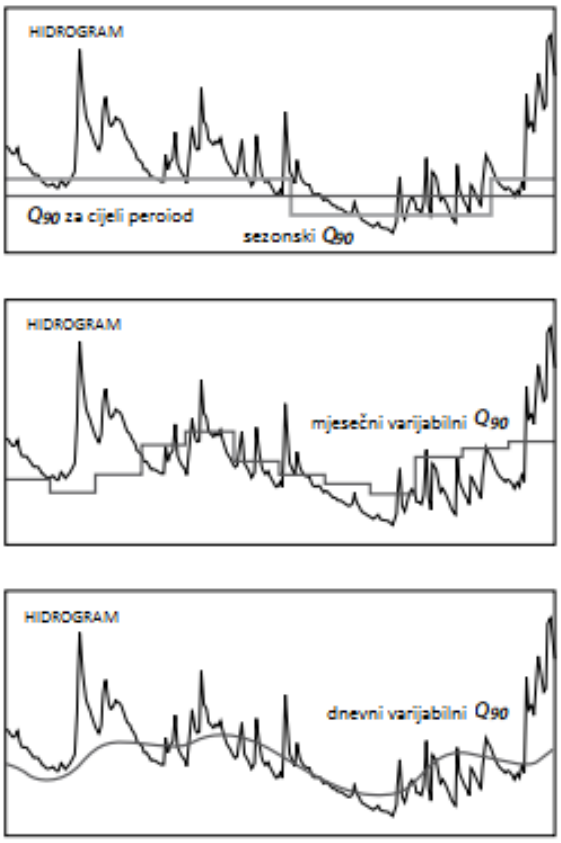
$$X_p = Q_{sr} = \frac{Q_1+Q_2+\cdots+Q_n}{n};$$

$$X_p = Q_{sr} - \sigma = Q_{sr} - \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{n}(Q_i - Q_{sr})^2}.$$

Ako je kao prag transformacije odabran srednji protok, tok je u deficitu 50% vremena.

Ukoliko su dostupni dnevni podaci, prag transformacije odabire se na temelju krivulje trajanja u rasponu od Q_{70} do Q_{90}. Za povremena i kratkotrajna promatranja rijeka kod kojih je često protok jednak nuli, potrebno je koristiti više postotke za prag, kao npr. srednji protok ili postotak u rasponu Q_5 do Q_{20}. Alternativa tome je da se postotak računa samo na temelju vrijednosti koje su različite od nula.

Prag transformacije može biti odabran za cijelo promatrano razdoblje ili može biti varijabilan. U slučaju varijabilnog praga razlikuju se sezonski, mjesečni i dnevni varijabilni pragovi.

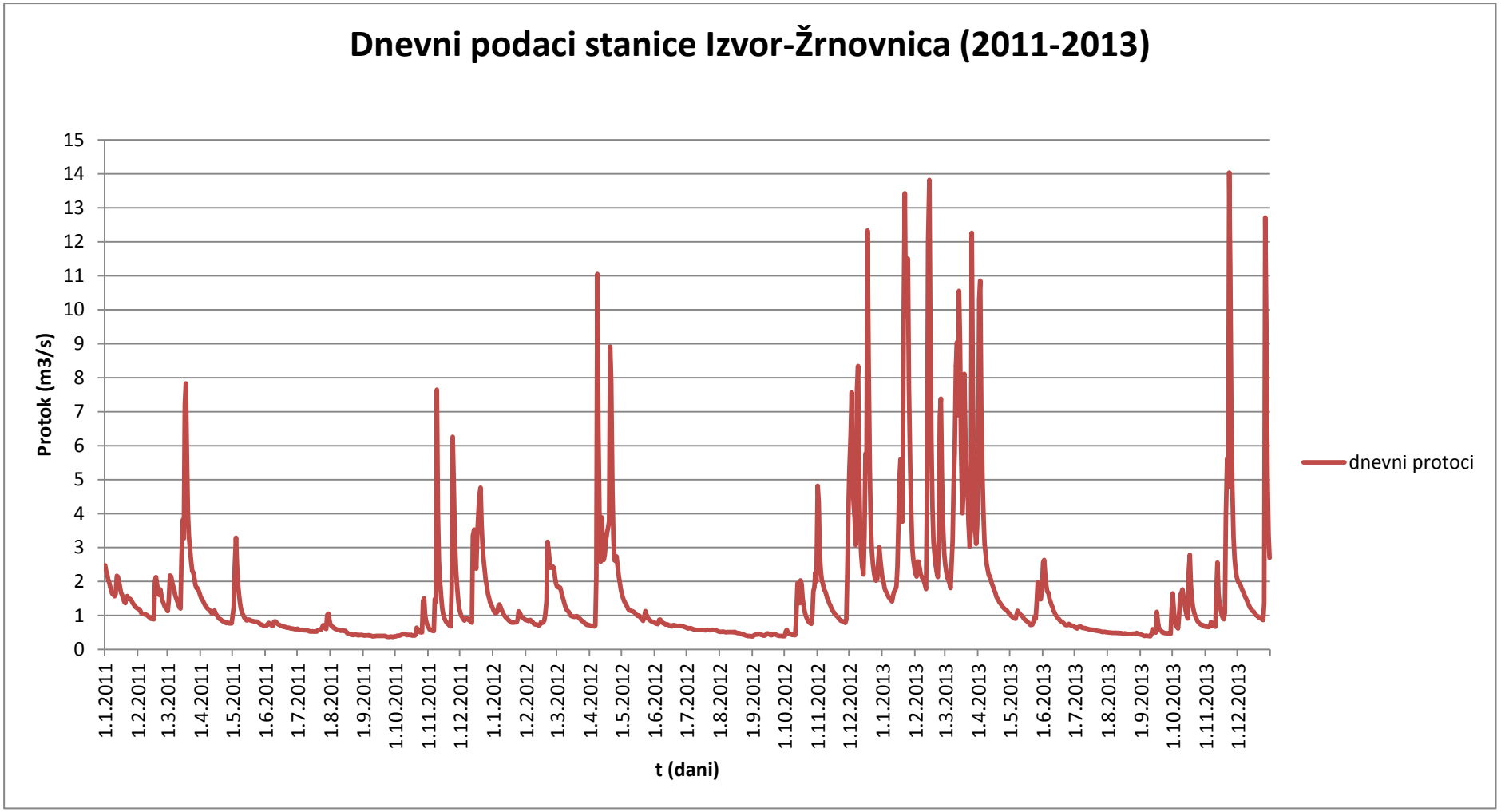


Slika 5.1. Prikaz fiksnog i sezonskog, mjesečnog i dnevnog varijabilnog praga

Prilikom odabira vrlo niskih pragova javlja se problem pojavljivanja predugog vremenskog perioda bez deficita, odnosno bez sušnih razdoblja, a kod odabira vrlo visokih pragova javlja se problem višegodišnjih deficita. Stoga prilikom odabira praga treba promotriti čitav period kako bi se na najoptimalniji način odredio prag transformacije.

U ovom radu analizirana je rijeka Žrnovnica u periodu od 2011. do 2013. godine. Prag transformacije određen je na temelju krivulje trajanja te na temelju srednje vrijednosti. Određen je fiksni prag transformacije za cijelo promatrano razdoblje kao i varijabilni sezonski i godišnji pragovi. Data je usporedba odabranih pragova te intenziteti i jačine pojedinih sušnih perioda dobivenih na temelju pragova.

Na slici 5.2. prikazan je hidrogram pripadajućeg razdoblja.



Slika 5.2. Hidrogram rijeke Žrnovnice (2011.-2013.)

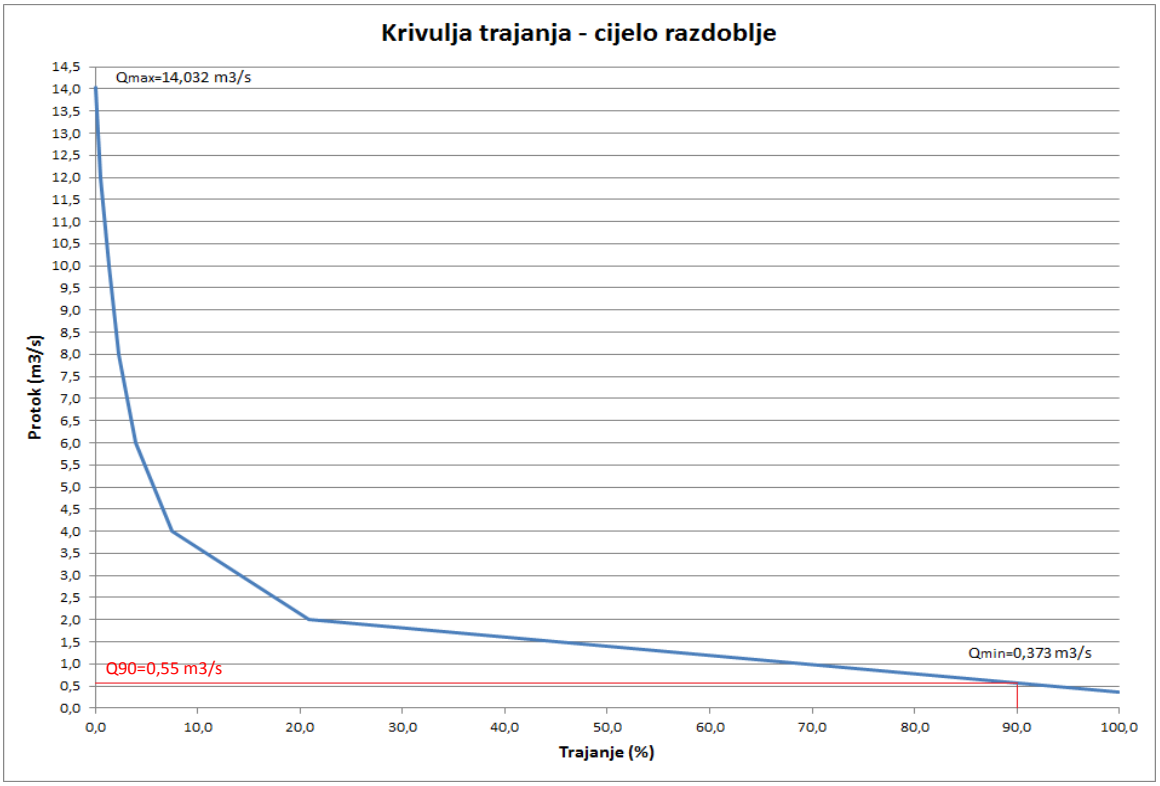
5.1.2. Određivanje praga transformacije na temelju krivulje trajanja

5.1.2.1. Fiksni prag transformacije za cijelo promatrano razdoblje

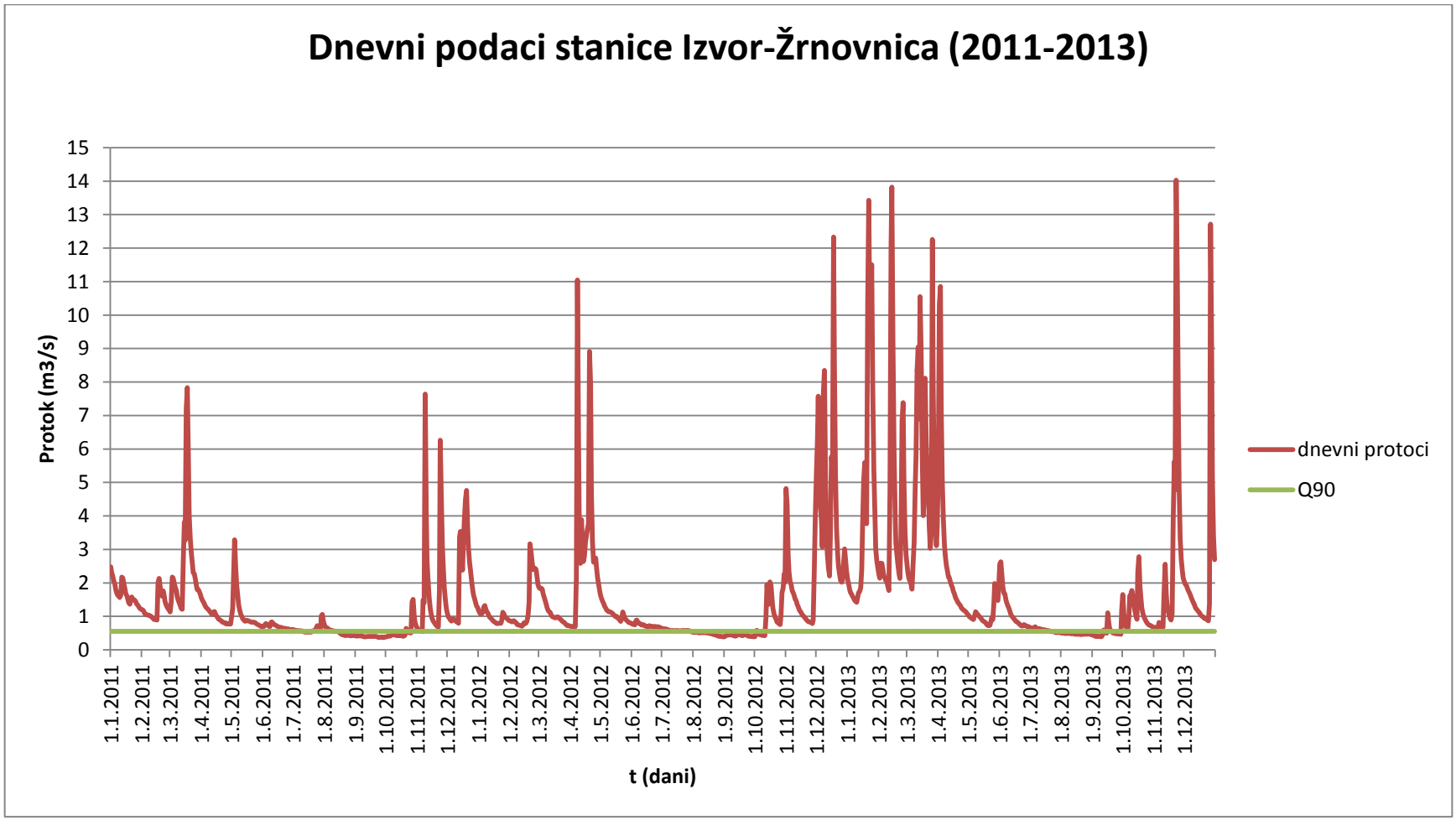
Na temelju krivulje trajanja za rijeku Žrnovnicu u periodu od 2011. do 2013. godine određen je prag Q_{90}. U tablici 5.1. je prikazan postupak izrade krivulje trajanja za odabrano razdoblje. Na slici 5.3. prikazana je krivulja trajanja te odabrani Q_{90}. Na slici 5.4. prikazan je hidrogram za cijelo razdoblje sa odabranim pragom transformacije.

Razdoblje		Učestalost		Trajanje	
Redni broj	Raspon	Dan	%	Dan	%
1	14-16	1	0,093	1	0,093
2	12-14	5	0,456	6	0,549
3	10-12	9	0,821	15	1,370
4	8-10	10	0,912	25	2,282
5	6-8	18	1,642	43	3,924
6	4-6	39	3,558	82	7,482
7	2-4	146	13,321	228	20,803
8	0-2	868	79,197	1096	100

Tabela 5.1. Izračun krivulje trajanja za period 2011.-2013.



Slika 5.3. Krivulja trajanja za period 2011.-2013



Slika 5.4. Hidrogram sa odabranim fiksnim pragom transformacije

5.1.2.2. Varijabilni sezonski prag transformacije (1. travnja – 1. listopada)

Promatrani period dijeli se na 7 podrazdoblja temeljenih na zimskim i ljetnim sezonama:

1.) 1.1.2011.-31.3.2011.;

2.) 1.4.2011.-30.9.2011.;

3.) 1.10.2011.-31.3.2012.;

4.) 1.4.2012.-30.9.2012.;

5.) 1.10.2012.31.3.2013.;

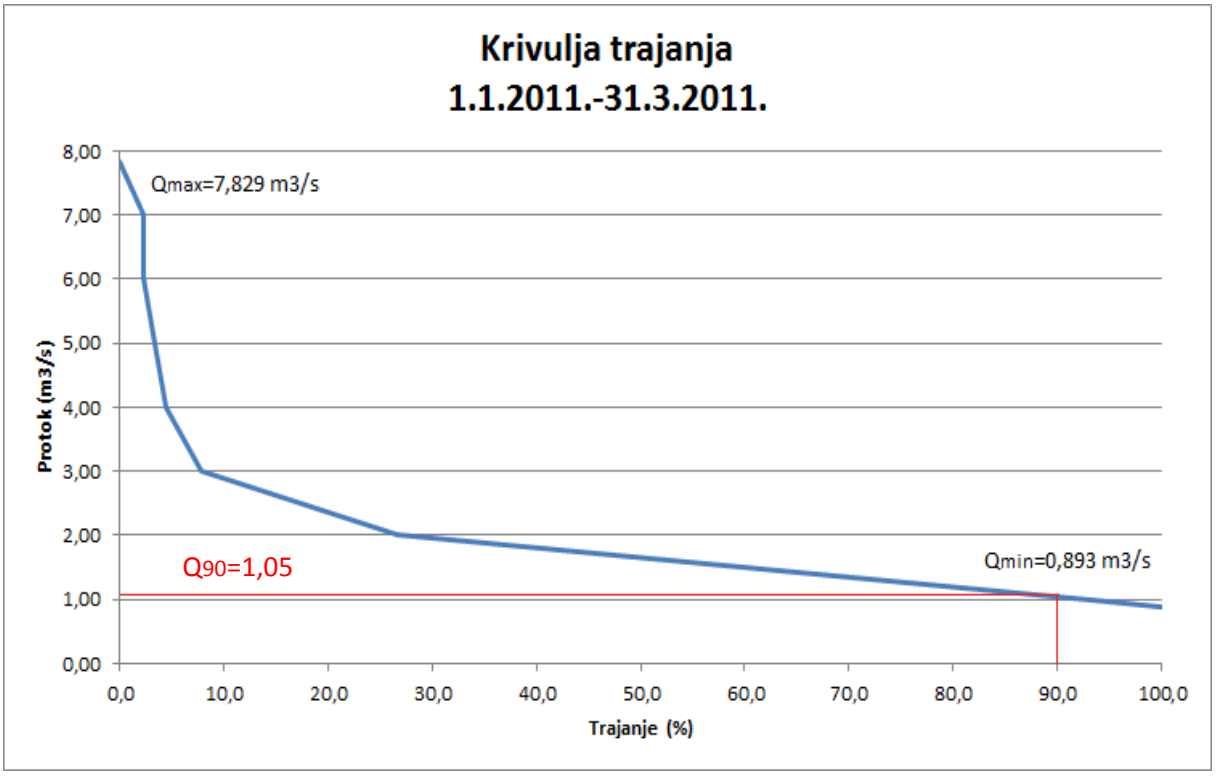
6.) 1.4.2013.-30.9.2013.;

7.) 1.10.2013.-31.12.2013.

Za svaki navedeni period proveden je postupak određivanja krivulje trajanja koji je prikazan u tablicama 5.2.-5.8. Na slikama 5.5.-5.11. prikazane su krivulje trajanja za svaku navedenu sezonu sa određenim $Q_{90.}$ Na slici 5.12. prikazan je hidrogram sa varijabilnim sezonskim pragom transformacije.

Razdoblje		Učestalost		Trajanje	
Redni broj	Raspon	Dan	%	Dan	%
1	7,0-8,0	2	2,222	2	2,222
2	6,0-7,0	0	0,000	2	2,222
3	5,0-6,0	1	1,111	3	3,333
4	4,0-5,0	1	1,111	4	4,444
5	3,0-4,0	3	3,333	7	7,778
6	2,0-3,0	17	18,889	24	26,667
7	1,0-2,0	60	66,667	84	93,333
8	0-1,0	6	6,667	90	100,000

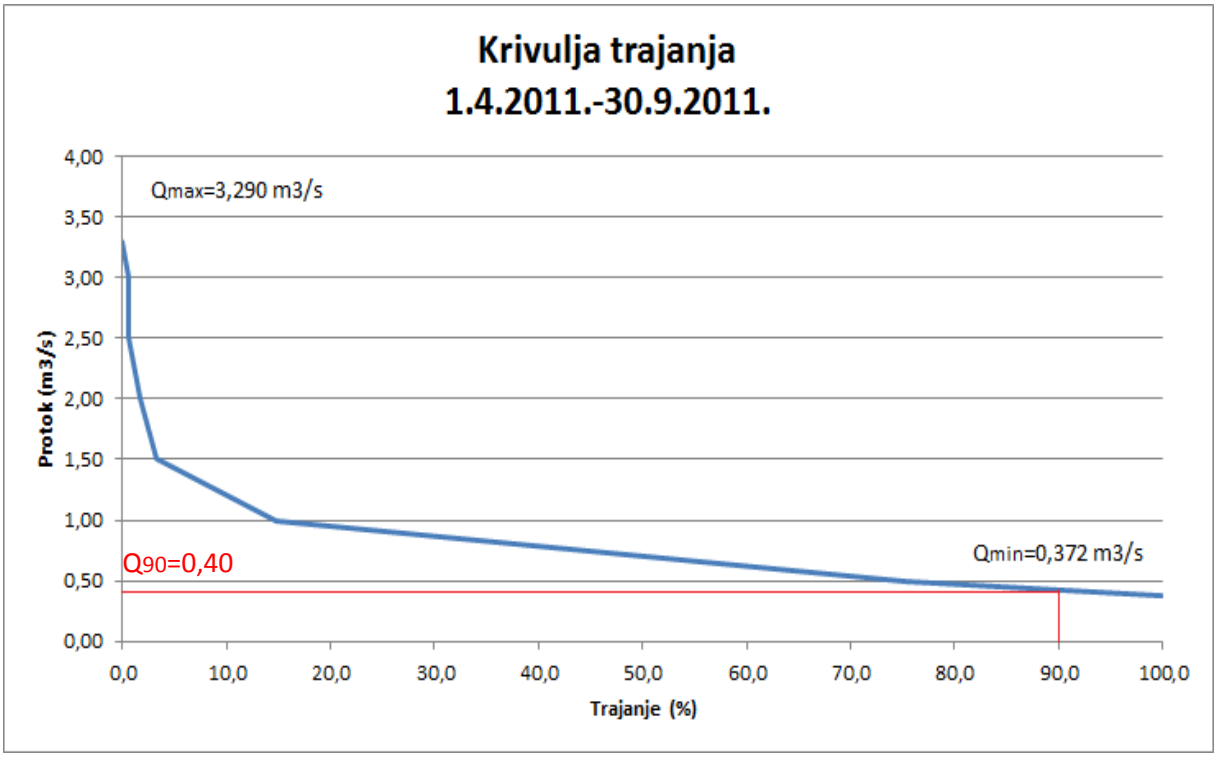
Tabela 5.2. Izračun krivulje trajanja za period 1.1.2011.-31.3.2011.



Slika 5.5. Krivulja trajanja za period 1.1.2011.-31.3.2011.

Razdoblje		Učestalost		Trajanje	
Redni broj	Raspon	Dan	%	Dan	%
1	3,0-3,5	1	0,546	1	0,546
2	2,5-3,0	0	0	1	0,546
3	2,0-2,5	2	1,093	3	1,639
4	1,5-2,0	3	3,333	6	3,279
5	1,0-1,5	21	11,475	27	14,754
6	0,5-1,0	111	60,656	138	75,410
7	0-0,5	45	24,590	183	100

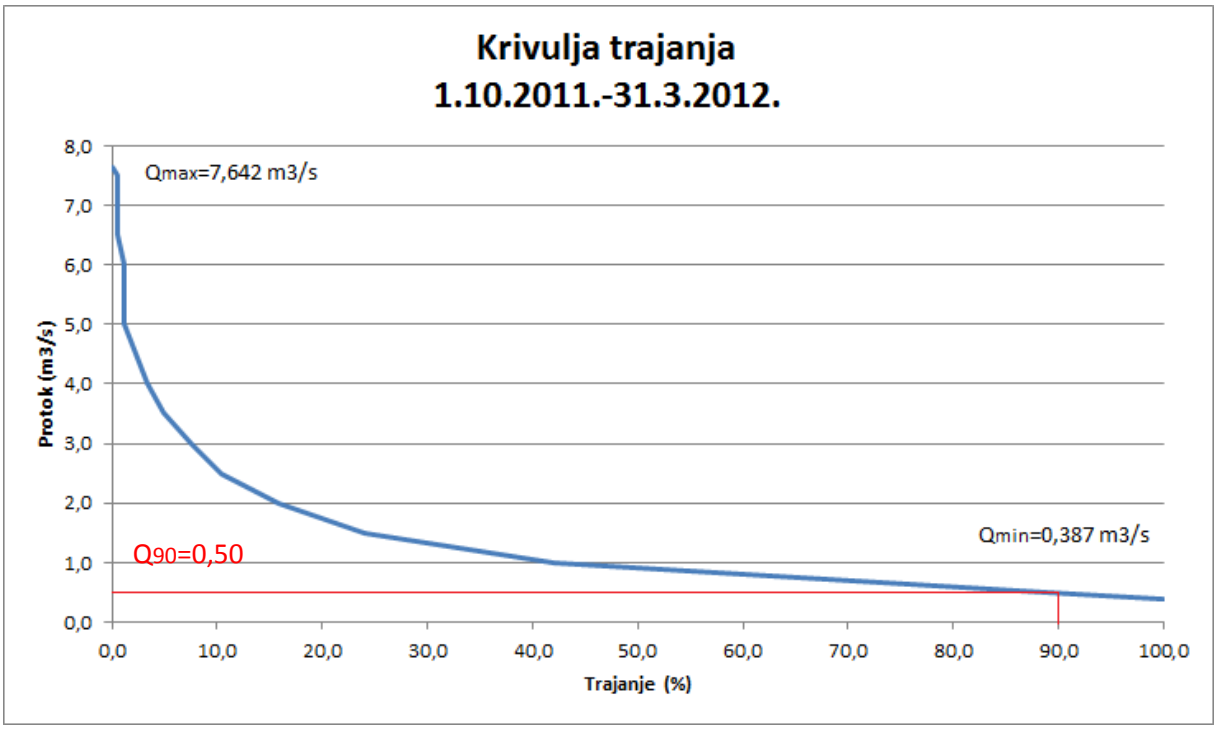
Tabela 5.3. Izračun krivulje trajanja za period 1.4.2011.-30.9.2011.



Slika 5.6. Krivulja trajanja za period 1.4.2011.-30.9.2011.

Razdoblje		Učestalost		Trajanje	
Redni broj	Raspon	Dan	%	Dan	%
1	7,5-8,0	1	0,564	1	0,546
2	7,0-7,5	0	0	1	0,546
3	6,5-7,0	0	0	1	0,546
4	6,0-6,5	1	0,564	2	1,093
5	5,5-6,0	0	0	2	1,093
6	5,0-5,5	0	0	2	1,093
7	4,5-5,0	2	1,093	4	2,186
8	4,0-4,5	2	1,093	6	3,279
9	3,5-4,0	3	1,639	9	4,918
10	3,0-3,5	5	2,732	14	7,650
11	2,5-3,0	5	2,732	19	10,383
12	2,0-2,5	10	5,464	29	15,847
13	1,5-2,0	15	8,197	44	24,044
14	1,0-1,5	33	18,033	77	42,077
15	0,5-1,0	86	46,995	163	89,071
16	0-0,5	20	10,929	183	100

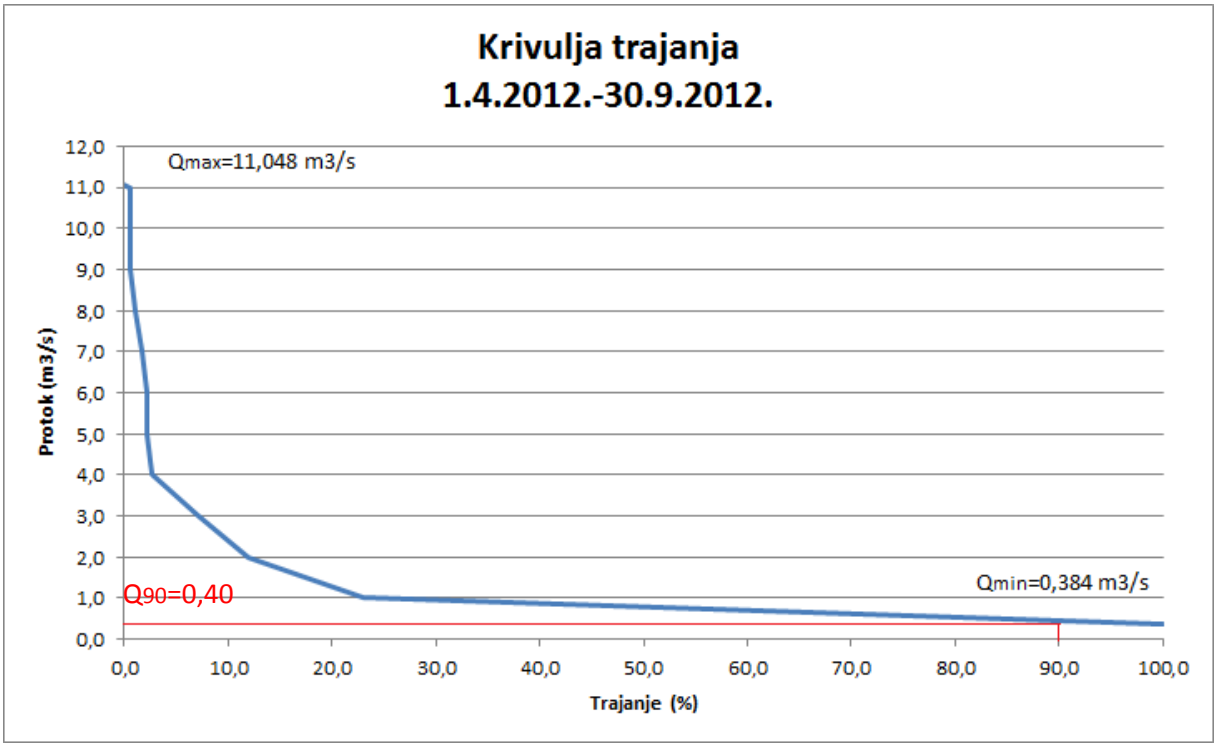
Tabela 5.4. Izračun krivulje trajanja za period 1.10.2011.-31.3.2012.



Slika 5.7. Krivulja trajanja za period 1.10.2011.-31.3.2012.

Razdoblje		Učestalost		Trajanje	
Redni broj	Raspon	Dan	%	Dan	%
1	11,0-12,0	1	0,546	1	0,546
2	10,0-11,0	0	0,000	1	0,546
3	9,0-10,0	0	0,000	1	0,546
4	8,0-9,0	1	0,546	2	1,093
5	7,0-8,0	1	0,546	3	1,639
6	6,0-7,0	1	0,546	4	2,186
7	5,0-6,0	0	0,000	4	2,186
8	4,0-5,0	1	0,546	5	2,732
9	3,0-4,0	8	4,372	13	7,104
10	2,0-3,0	9	4,918	22	12,022
11	1,0-2,0	20	10,929	42	22,951
12	0-1,0	141	77,049	183	100,000

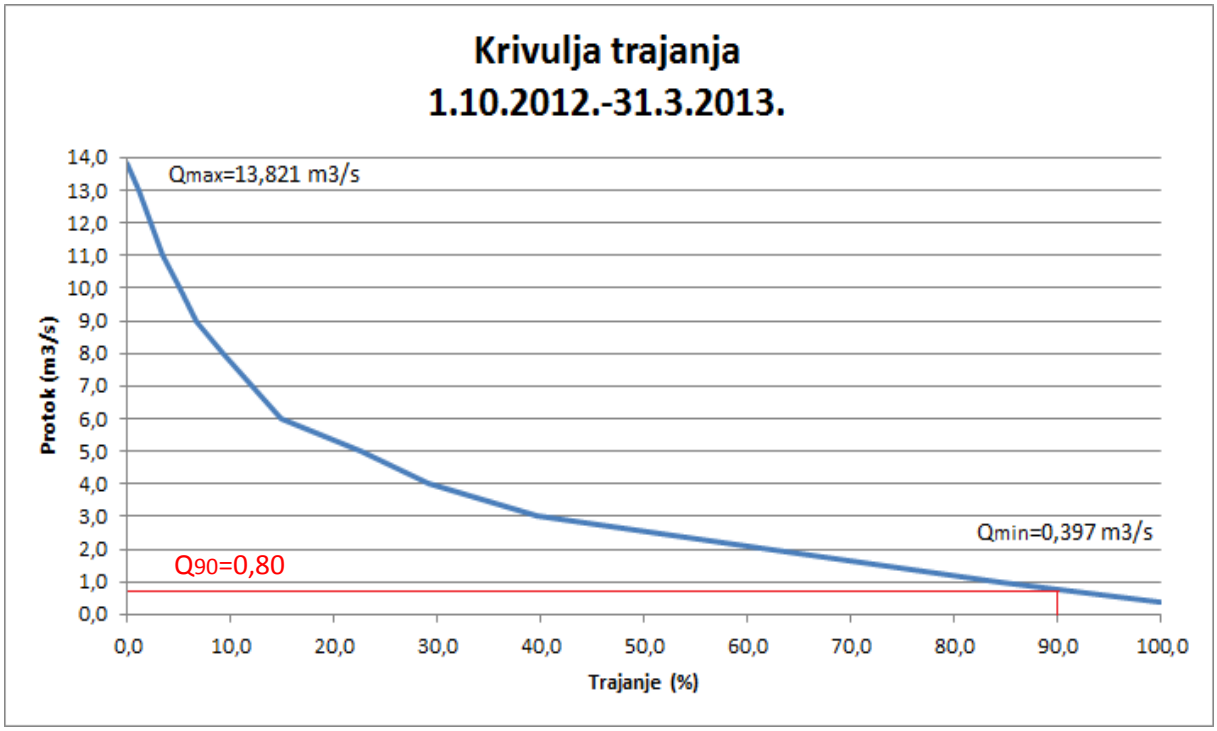
Tabela 5.5. Izračun krivulje trajanja za period 1.4.2012.-30.9.2012.



Slika 5.8. Krivulja trajanja za period 1.4.2012.-30.9.2012.

Razdoblje		Učestalost		Trajanje	
Redni broj	Raspon	Dan	%	Dan	%
1	13,0-14,0	2	1,099	2	1,099
2	12,0-13,0	2	1,099	4	2,198
3	11,0-12,0	2	1,099	6	3,297
4	10,0-11,0	3	1,648	9	4,945
5	9,0-10,0	3	1,648	12	6,593
6	8,0-9,0	5	2,747	17	9,341
7	7,0-8,0	5	2,747	22	12,088
8	6,0-7,0	5	2,747	27	14,835
9	5,0-6,0	14	7,692	41	22,527
10	4,0-5,0	12	6,593	53	29,121
11	3,0-4,0	19	10,440	72	39,560
12	2,0-3,0	42	23,077	114	62,637
13	1,0-2,0	40	21,978	154	84,615
14	0-1,0	28	15,385	182	100

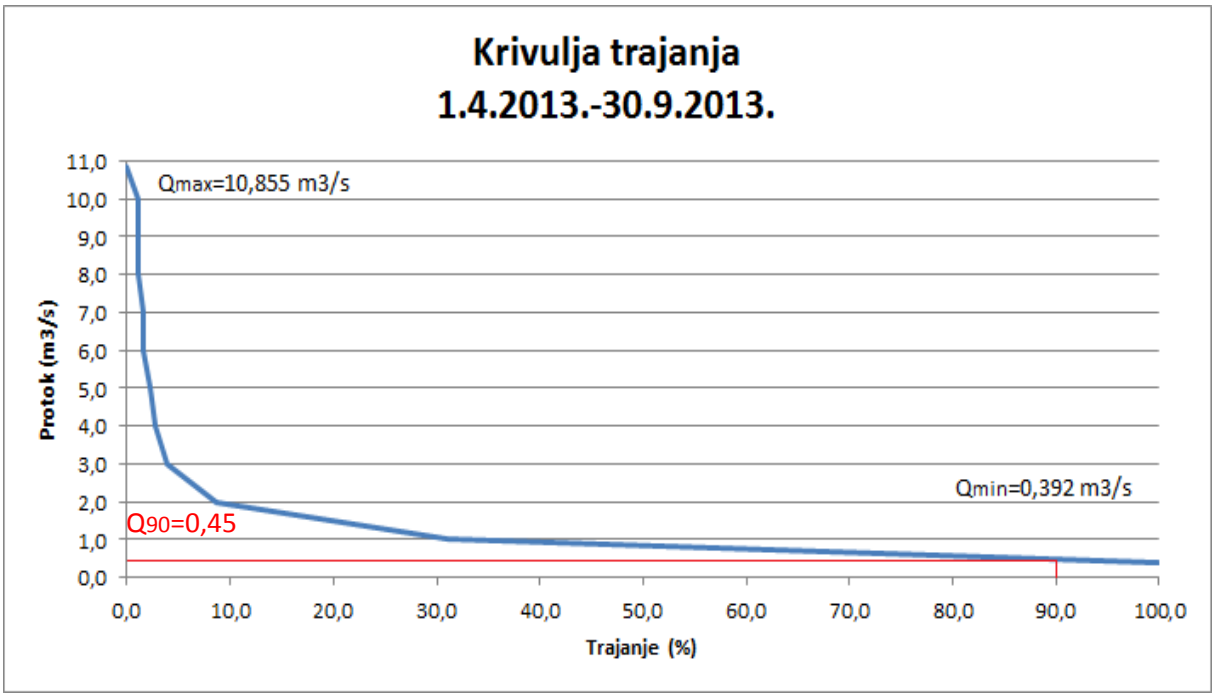
Tabela 5.6. Izračun krivulje trajanja za period 1.10.2012.31.3.2013.



Slika 5.9. Krivulja trajanja za period 1.10.2012.-31.3.2013.

Razdoblje		Učestalost		Trajanje	
Redni broj	Raspon	Dan	%	Dan	%
1	10,0-11,0	2	1,093	2	1,093
2	9,0-10,0	0	0	2	1,093
3	8,0-9,0	0	0	2	1,093
4	7,0-8,0	1	0,546	3	1,639
5	6,0-7,0	0	0	3	1,639
6	5,0-6,0	1	0,546	4	2,186
7	4,0-5,0	1	0,546	5	2,732
8	3,0-4,0	2	1,093	7	3,825
9	2,0-3,0	9	4,918	16	8,743
10	1,0-2,0	41	22,404	57	31,148
11	0-1,0	126	68,852	183	100

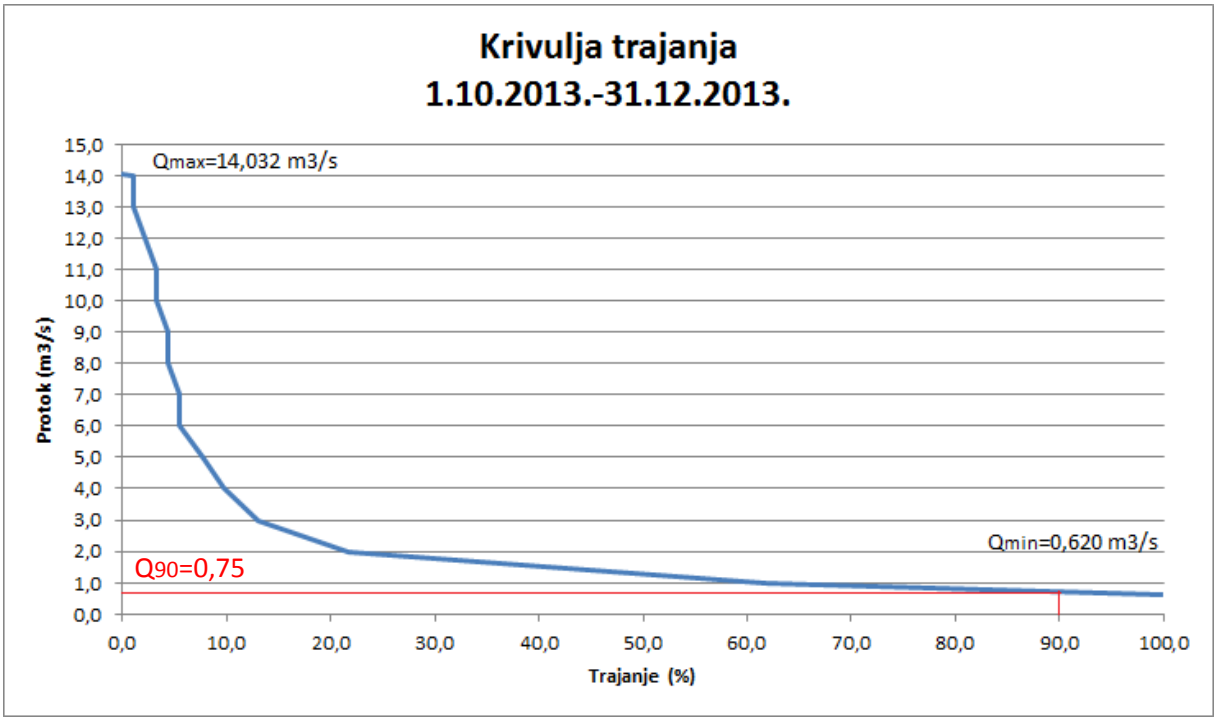
Tabela 5.7. Izračun krivulje trajanja za period 1.4.2013.-30.9.2013.



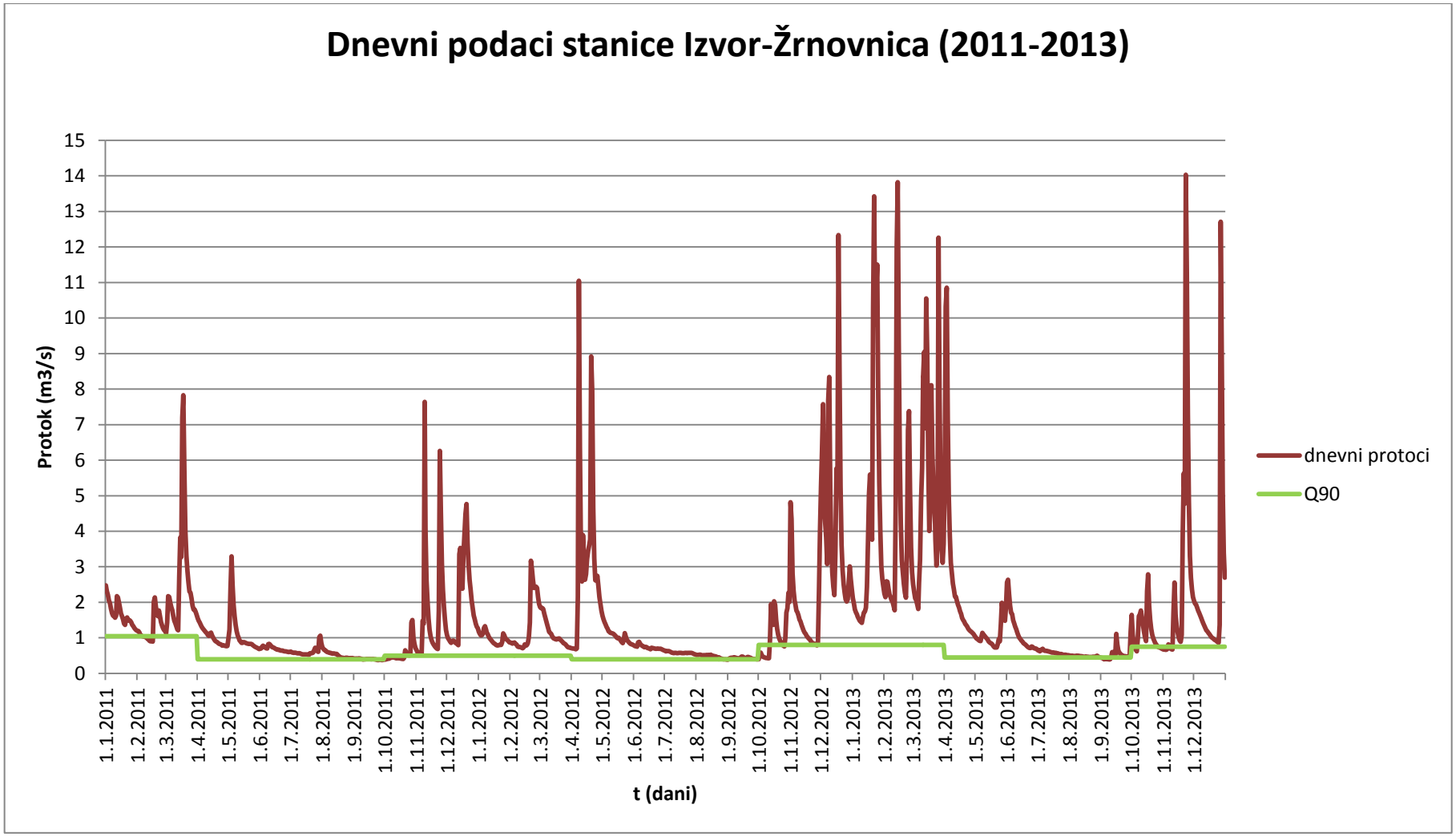
Slika 5.10. Krivulja trajanja za period 1.4.2013.-30.9.2013.

Razdoblje		Učestalost		Trajanje	
Redni broj	Raspon	Dan	%	Dan	%
1	14,0-15,0	1	1,087	1,00	1,087
2	13,0-14,0	0	0,000	1,00	1,087
3	12,0-13,0	1	1,087	2,00	2,174
4	11,0-12,0	1	1,087	3,00	3,261
5	10,0-11,0	0	0,000	3,00	3,261
6	9,0-10,0	1	1,087	4,00	4,348
7	8,0-9,0	0	0,000	4,00	4,348
8	7,0-8,0	1	1,087	5,00	5,435
9	6,0-7,0	0	0,000	5,00	5,435
10	5,0-6,0	2	2,174	7,00	7,609
11	4,0-5,0	2	2,174	9,00	9,783
12	3,0-4,0	3	3,261	12,00	13,043
13	2,0-3,0	8	8,696	20,00	21,739
14	1,0-2,0	37	40,217	57,00	61,957
15	0-1,0	35	38,043	92,00	100,000

Tabela 5.8. Izračun krivulje trajanja za period 1.10.2013.-31.12.2013.



Slika 5.11. Krivulja trajanja za period 1.10.2013.-31.12.2013.



Slika 5.12. Hidrogram sa odabranim varijabilnim sezonskim pragom transformacije

5.1.2.3. Varijabilni sezonski prag transformacije (1. svibnja - 1. listopada)

Promatrani period dijeli se na 7 podrazdoblja temeljenih na hidrološkim zimskim i ljetnim sezonama:

1.) 1.1.2011.-30.4.2011.;

2.) 1.5.2011.-30.9.2011.;

3.) 1.10.2011.-30.4.2012.;

4.) 1.5.2012.-30.9.2012.;

5.) 1.10.2012.-30.4.2013.;

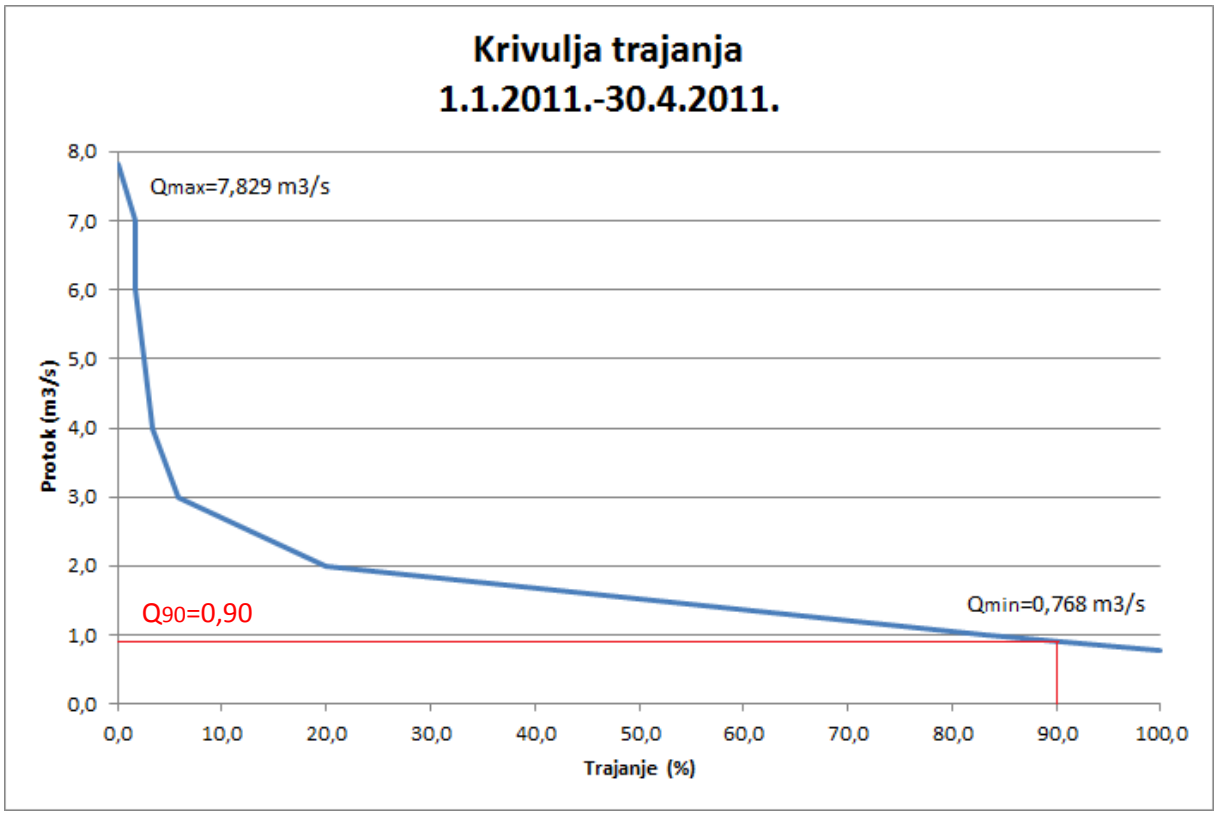
6.) 1.5.2013.-30.9.2013.;

7.) 1.10.2013.-31.12.2013.

Za svaki navedeni period proveden je postupak određivanja krivulje trajanja koji je prikazan u tablicama 5.9.-5.15. Na slikama 5.13.-5.19. prikazane su krivulje trajanja za svaku navedenu sezonu sa određenim $Q_{90.}$ Na slici 5.20. prikazan je hidrogram sa varijabilnim sezonskim pragom transformacije.

Razdoblje		Učestalost		Trajanje	
1	7,0-8,0	2	1,667	2	1,667
2	6,0-7,0	0	0,000	2	1,667
3	5,0-6,0	1	0,833	3	2,500
4	4,0-5,0	1	0,833	4	3,333
5	3,0-4,0	3	2,500	7	5,833
6	2,0-3,0	17	14,167	24	20,000
7	1,0-2,0	76	63,333	100	83,333
8	0-1,0	20	16,666	120	100,000

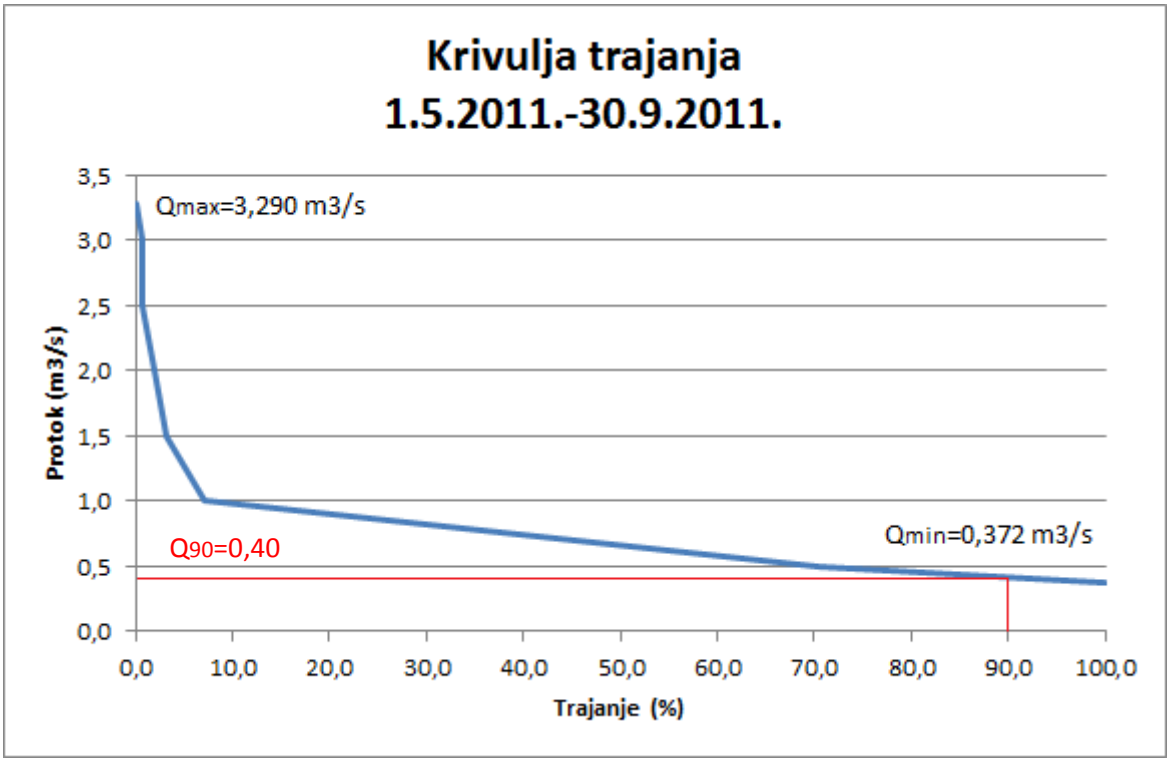
Tabela 5.9. Izračun krivulje trajanja za period 1.1.2011.-30.4.2011.



Slika 5.13. Krivulja trajanja za period 1.1.2011.-30.4.2011.

Razdoblje		Učestalost		Trajanje	
Redni broj	Raspon	Dan	%	Dan	%
1	3,0-3,5	1	0,654	1	0,654
2	2,5-3,0	0	0,000	1	0,654
3	2,0-2,5	2	1,307	3	1,961
4	1,5-2,0	2	1,307	5	3,268
5	1,0-1,5	6	3,922	11	7,190
6	0,5-1,0	97	63,399	108	70,588
7	0-0,5	45	29,412	153	100,000

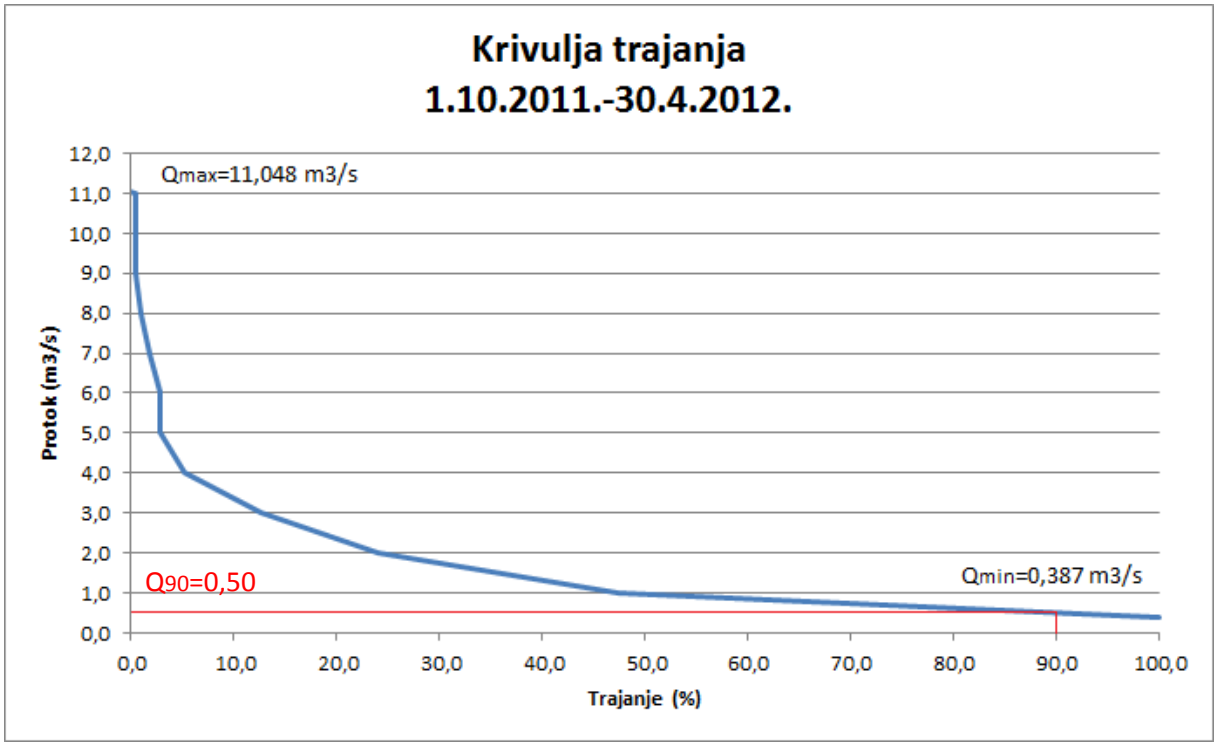
Tabela 5.10. Izračun krivulje trajanja za period 1.5.2011.-30.9.2011.



Slika 5.14. Krivulja trajanja za period 1.5.2011.-30.9.2011.

Razdoblje		Učestalost		Trajanje	
Redni broj	Raspon	Dan	%	Dan	%
1	11,0-12,0	1	0,469	1	0,469
2	10,0-11,0	0	0,000	1	0,469
3	9,0-10,0	0	0,000	1	0,469
4	8,0-9,0	1	0,469	2	0,939
5	7,0-8,0	2	0,939	4	1,878
6	6,0-7,0	2	0,939	6	2,817
7	5,0-6,0	0	0,000	6	2,817
8	4,0-5,0	5	2,347	11	5,164
9	3,0-4,0	16	7,512	27	12,676
10	2,0-3,0	24	11,268	51	23,944
11	1,0-2,0	50	23,474	101	47,418
12	0-1,0	112	52,582	213	100,000

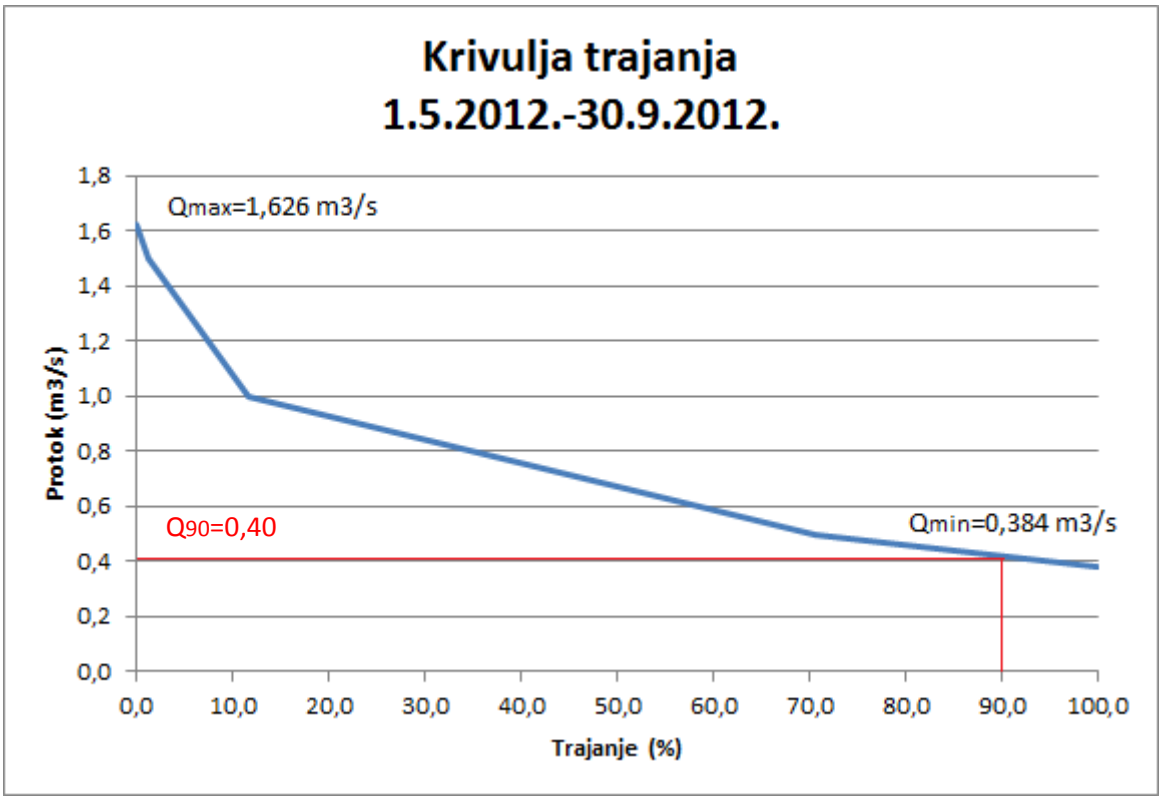
Tabela 5.11. Izračun krivulje trajanja za period 1.10.2011.-30.4.2012.



Slika 5.15. Krivulja trajanja za period 1.10.2011.-30.4.2012.

Razdoblje		Učestalost		Trajanje	
Redni broj	Raspon	Dan	%	Dan	%
1	1,5-2,0	2	1,307	2	1,307
2	1,0-1,5	16	10,458	18	11,765
3	0,5-1,0	90	58,824	108	70,588
4	0-0,5	45	29,412	153	100,000

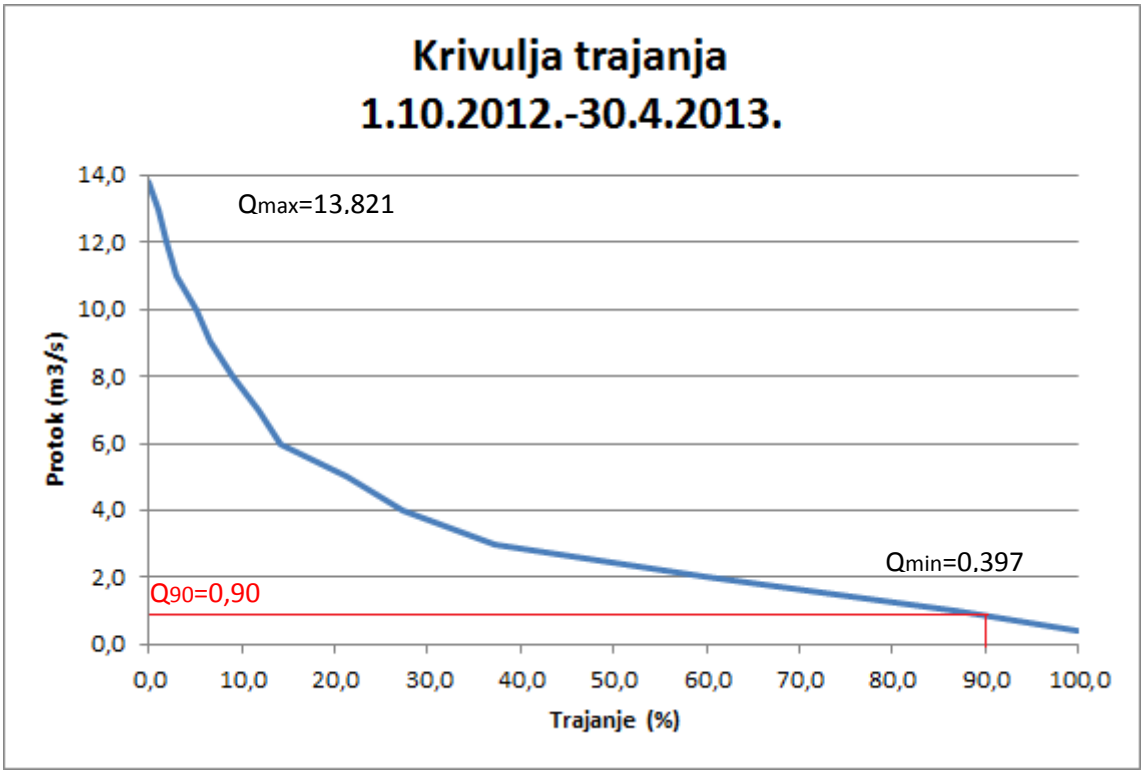
Tabela 5.12. Izračun krivulje trajanja za period 1.5.2012.-30.9.2012.



Slika 5.16. Krivulja trajanja za period 1.5.2012.-30.9.2012.

Razdoblje		Učestalost		Trajanje	
Redni broj	Raspon	Dan	%	Dan	%
1	13,0-14,0	2	0,943	2	0,943
2	12,0-13,0	2	0,943	4	1,887
3	11,0-12,0	2	0,943	6	2,830
4	10,0-11,0	5	2,358	11	5,189
5	9,0-10,0	3	1,415	14	6,604
6	8,0-9,0	5	2,358	19	8,962
7	7,0-8,0	6	2,830	25	11,792
8	6,0-7,0	5	2,358	30	14,151
9	5,0-6,0	15	7,075	45	21,226
10	4,0-5,0	13	6,132	58	27,358
11	3,0-4,0	21	9,906	79	37,264
12	2,0-3,0	48	22,642	127	59,906
13	1,0-2,0	57	26,887	184	86,792
14	0-1,0	28	13,208	212	100,000

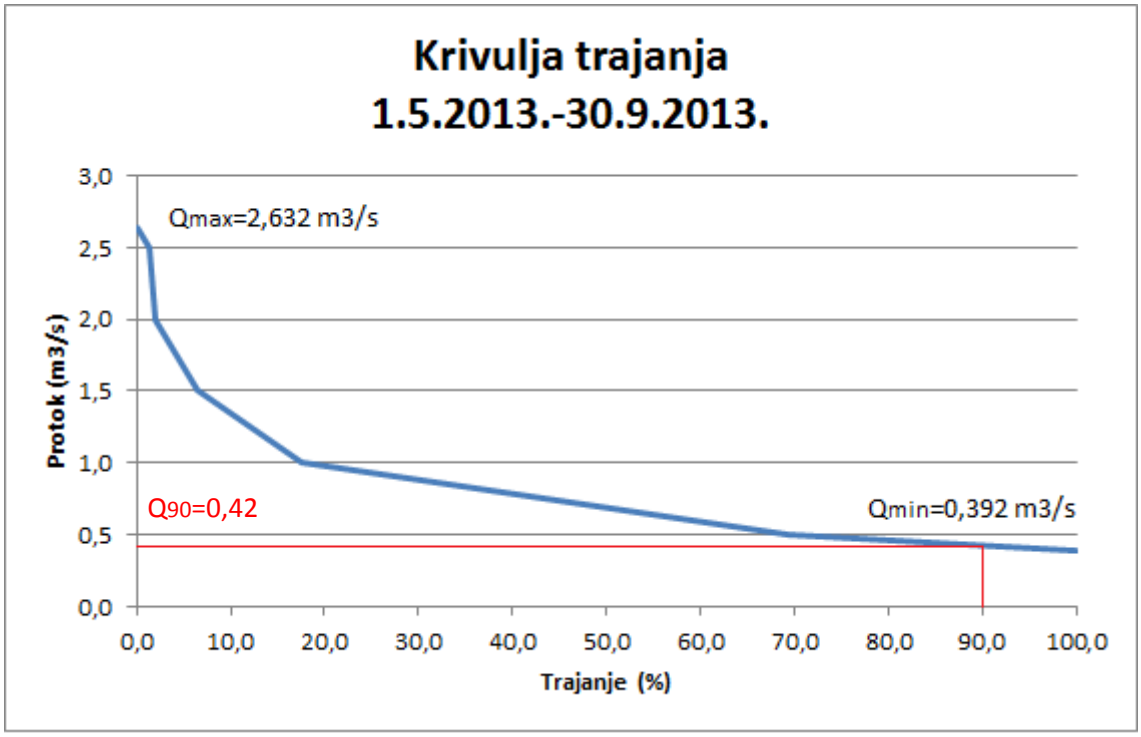
Tabela 5.13 Izračun krivulje trajanja za period 1.10.2012.-30.4.2013.



Slika 5.17. Krivulja trajanja za period 1.10.2012.-30.4.2013.

Razdoblje		Učestalost		Trajanje	
Redni broj	Raspon	Dan	%	Dan	%
1	2,5-3,0	2	1,307	2	1,307
2	2,0-2,5	1	0,654	3	1,961
3	1,5-2,0	7	4,575	10	6,536
4	1,0-1,5	17	11,111	27	17,647
5	0,5-1,0	79	51,634	106	69,281
6	0-0,5	47	30,719	153	100,000

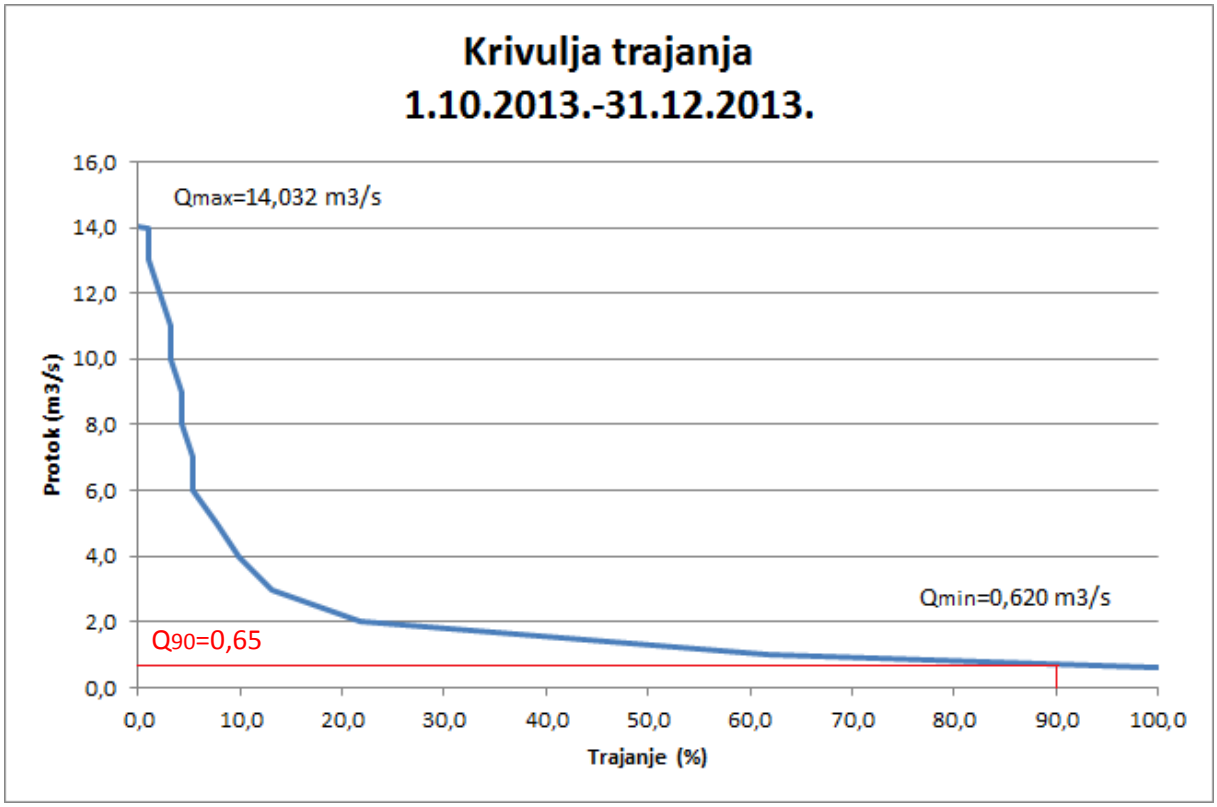
Tabela 5.14. Izračun krivulje trajanja za period 1.5.2013.-30.9.2013.



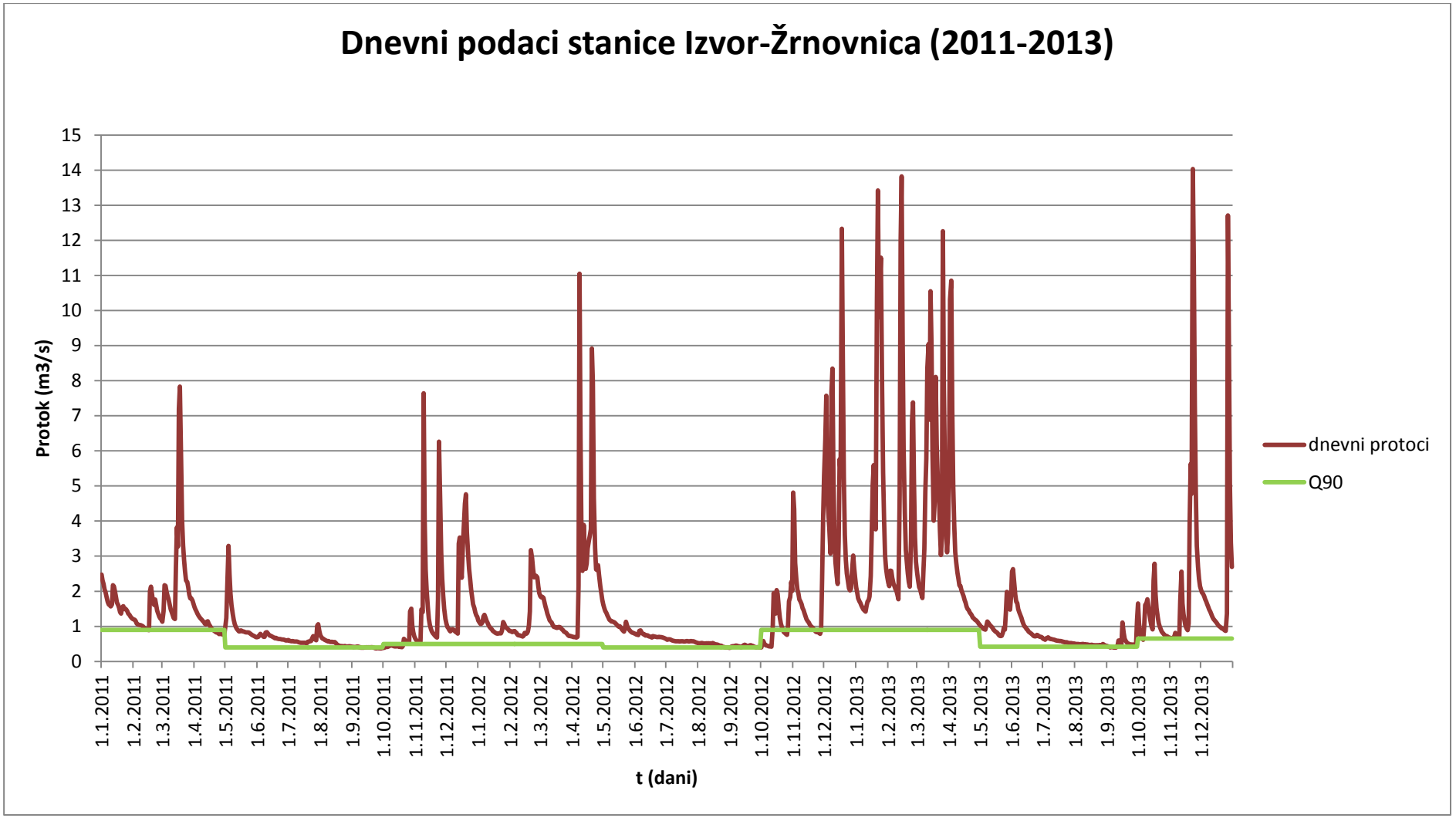
Slika 5.18. Krivulja trajanja za period 1.5.2013.-30.9.2013.

Razdoblje		Učestalost		Trajanje	
Redni broj	Raspon	Dan	%	Dan	%
1	14,0-15,0	1	1,087	1	1,087
2	13,0-14,0	0	0,000	1	1,087
3	12,0-13,0	1	1,087	2	2,174
4	11,0-12,0	1	1,087	3	3,261
5	10,0-11,0	0	0,000	3	3,261
6	9,0-10,0	1	1,087	4	4,348
7	8,0-9,0	0	0,000	4	4,348
8	7,0-8,0	1	1,087	5	5,435
9	6,0-7,0	0	0,000	5	5,435
10	5,0-6,0	2	2,174	7	7,609
11	4,0-5,0	2	2,174	9	9,783
12	3,0-4,0	3	3,261	12	13,043
13	2,0-3,0	8	8,696	20	21,739
14	1,0-2,0	37	40,217	57	61,957
15	0-1,0	35	38,044	92	100,000

Tabela 5.15. Izračun krivulje trajanja za period 1.10.2013.-31.12.2013.



Slika 5.19. Krivulja trajanja za period 1.10.2013.-31.12.2013.



Slika 5.20. Hidrogram sa varijabilnim sezonskim pragom transformacije odabranim na temelju hidrološke godine

5.1.2.4. Varijabilni godišnji prag transformacije

Promatrani period dijeli se na 3 podrazdoblja temeljenih na pojedinim godinama:

1.) 1.1.2011.-31.12.2011.;

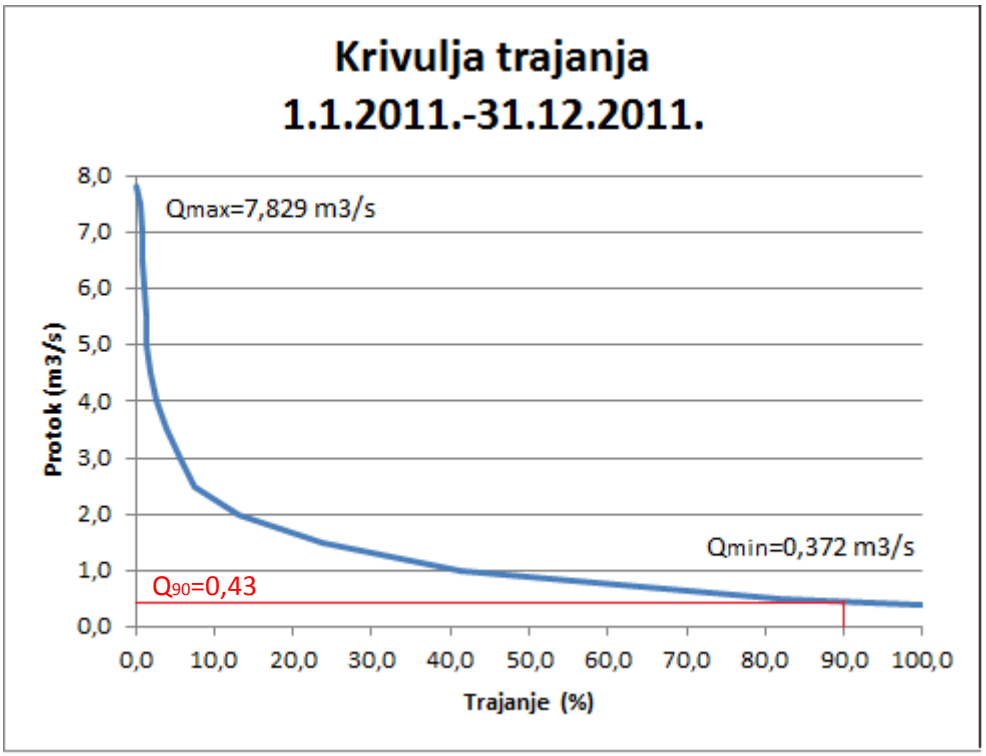
2.) 1.1.2012.-31.12.2012.;

3.) 1.1.2013.-31.1.2013.;

Za svaki navedeni period proveden je postupak određivanja krivulje trajanja koji je prikazan u tablicama 5.16.-5.18. Na slikama 5.21.-5.23. prikazane su krivulje trajanja za svaku navedenu godinu sa određenim $Q_{90.}$ Na slici 5.24. prikazan je hidrogram sa varijabilnim godišnjim pragom transformacije.

Razdoblje		Učestalost		Trajanje	
Redni broj	Raspon	Dan	%	Dan	%
1	7,5-8,0	2	0,548	2	0,548
2	7,0-7,5	1	0,274	3	0,822
3	6,5-7,0	0	0,000	3	0,822
4	6,0-6,5	1	0,274	4	1,096
5	5,5-6,0	1	0,274	5	1,370
6	5,0-5,5	0	0,00	5	1,370
7	4,5-5,0	2	0,548	7	1,918
8	4,0-4,5	3	0,822	10	2,740
9	3,5-4,0	4	1,096	14	3,836
10	3,0-3,5	7	1,918	21	5,753
11	2,5-3,0	6	1,644	27	7,397
12	2,0-2,5	21	5,753	48	13,151
13	1,5-2,0	39	10,685	87	23,836
14	1,0-1,5	64	17,534	151	41,370
15	0,5-1,0	149	40,822	300	82,192
16	0-0,5	65	17,808	365	100,000

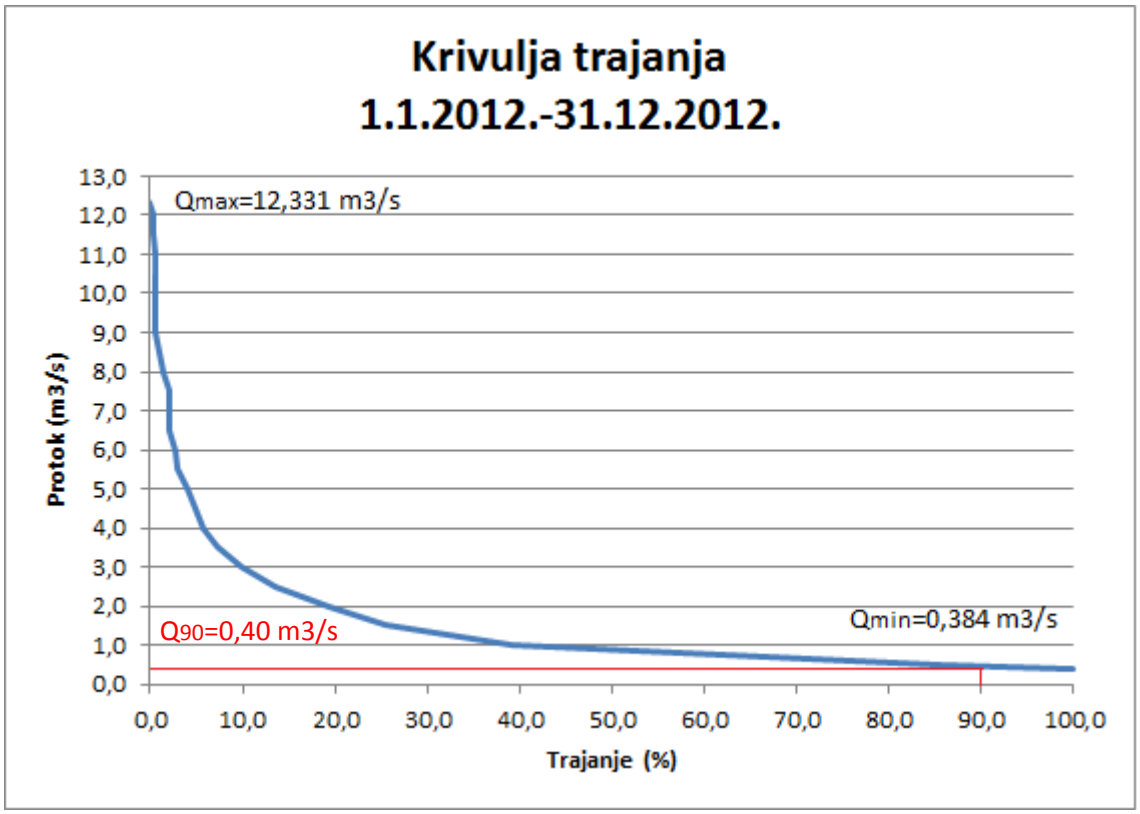
Tabela 5.16. Izračun krivulje trajanja za period 1.1.2011.-31.12.2011.



Slika 5.21. Krivulja trajanja za period 1.1.2011.-31.12.2011.

Razdoblje		Učestalost		Trajanje	
Redni broj	Raspon	Dan	%	Dan	%
1	12,0-12,5	1	0,273	1	0,273
2	11,5-12,0	0	0,000	1	0,273
3	11,0-11,5	1	0,273	2	0,546
4	10,5-11,0	0	0,000	2	0,546
5	10,0-10,5	0	0,000	2	0,546
6	9,5-10,0	0	0,000	2	0,546
7	9,0-9,5	0	0,000	2	0,546
8	8,5-9,0	2	0,546	4	1,093
9	8,0-8,5	1	0,273	5	1,366
10	7,5-8,0	3	0,820	8	2,186
11	7,0-7,5	0	0,000	8	2,186
12	6,5-7,0	0	0,000	8	2,186
13	6,0-6,5	2	0,546	10	2,732
14	5,5-6,0	1	0,273	11	3,005
15	5,0-5,5	4	1,093	15	4,098
16	4,5-5,0	3	0,820	148	4,918
17	4,0-4,5	3	0,820	21	5,738
18	3,5-4,0	6	1,639	27	7,377
19	3,0-3,5	9	2,459	36	9,836
20	2,5-3,0	14	3,825	50	13,661
21	2,0-2,5	21	5,738	71	19,399
22	1,5-2,0	22	6,011	93	25,410
23	1,0-1,5	50	13,661	143	39,071
24	0,5-1,0	170	46,448	313	85,519
25	0-0,5	53	14,481	366	100,000

Tabela 5.17. Izračun krivulje trajanja za period 1.1.2012.-31.12.2012.

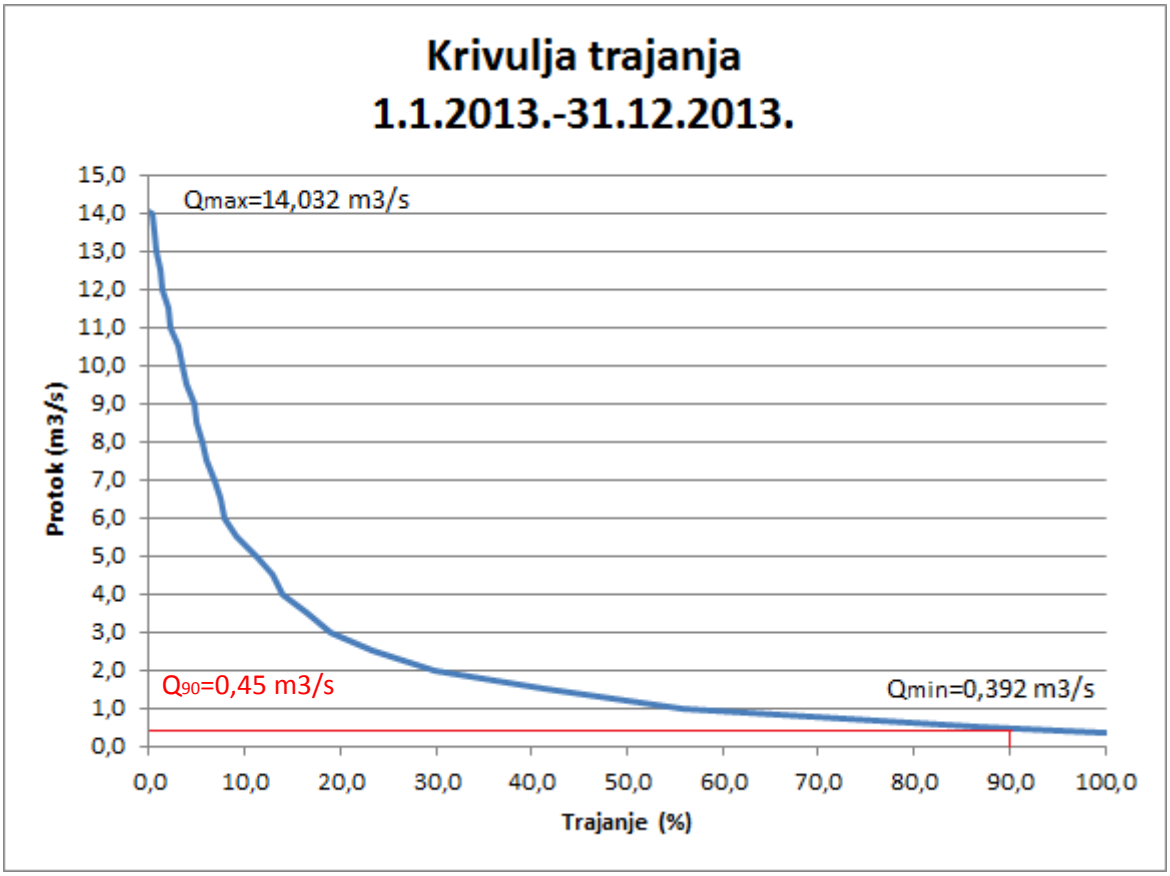


Slika 5.22. Krivulja trajanja za period 1.1.2012.-31.12.2012.

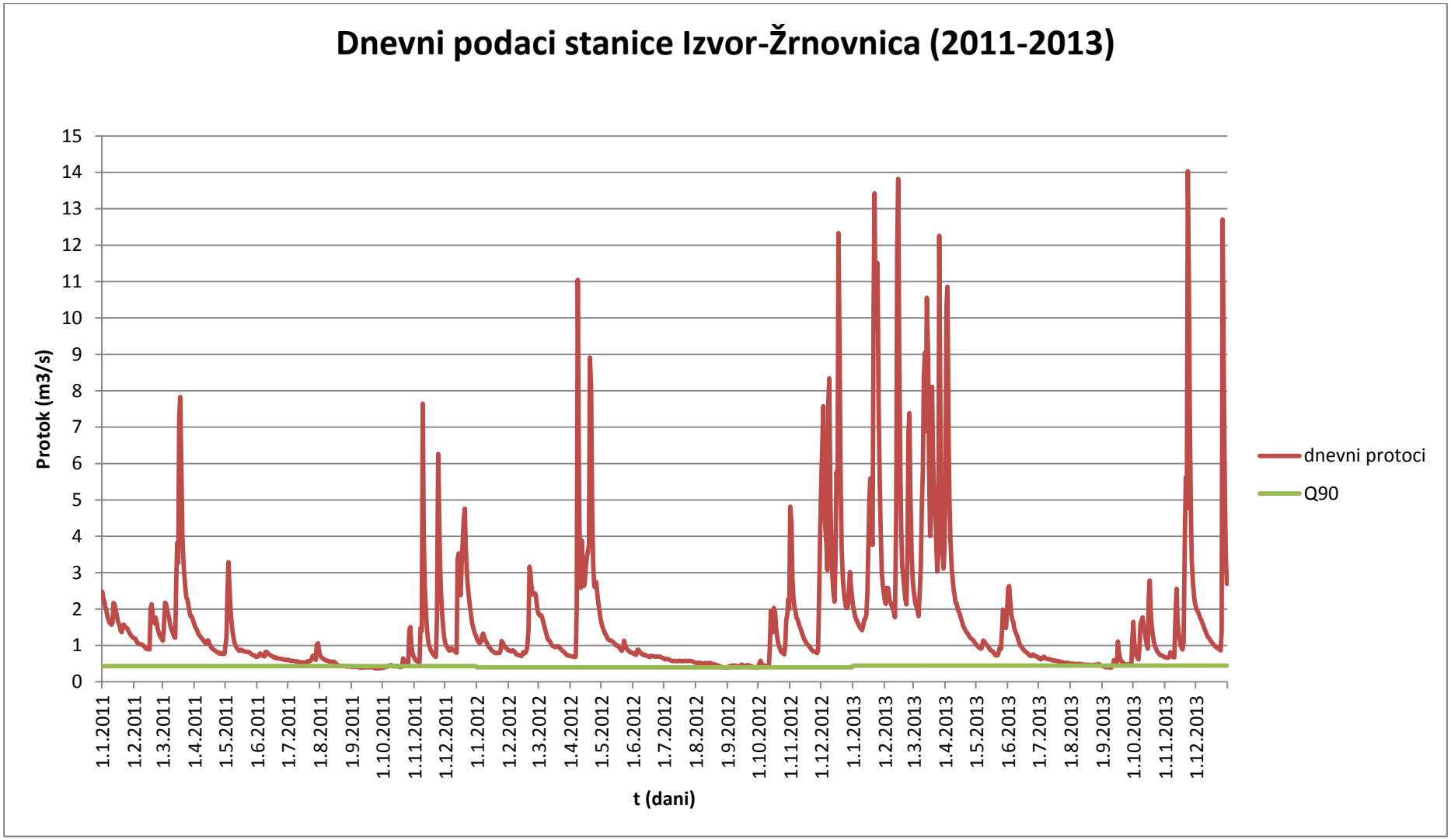
Razdoblje		Učestalost		Trajanje	
Redni broj	Raspon	Dan	%	Dan	%
1	14,0-14,5	1	0,274	1	0,274
2	13,5-14,0	1	0,274	2	0,548
3	13,0-13,5	1	0,274	3	0,822
4	12,5-13,0	1	0,274	4	1,096
5	12,0-12,5	1	0,274	5	1,370
6	11,5-12,0	2	0,548	7	1,918
7	11,0-11,5	1	0,274	8	2,192
8	10,5-11,0	3	0,822	11	3,014
9	10,0-10,5	2	0,548	13	3,562
10	9,5-10,0	1	0,274	14	3,836
11	9,0-9,5	3	0,822	17	4,658
12	8,5-9,0	1	0,274	18	4,932
13	8,0-8,5	2	0,548	20	5,479
14	7,5-8,0	2	0,548	22	6,027
15	7,0-7,5	3	0,822	25	6,849

16	6,5-7,0	2	0,548	27	7,397
17	6,0-6,5	2	0,548	29	7,945
18	5,5-6,0	4	1,096	33	9,041
19	5,0-5,5	8	2,192	41	11,233
20	4,5-5,0	6	1,644	47	12,877
21	4,0-4,5	4	1,096	51	13,973
22	3,5-4,0	9	2,466	60	16,438
23	3,0-3,5	9	2,466	69	18,904
24	2,5-3,0	16	4,384	85	23,288
25	2,0-2,5	24	6,575	109	29,863
26	1,5-2,0	42	11,507	151	41,370
27	1,0-1,5	53	14,521	204	55,890
28	0,5-1,0	113	30,959	317	86,849
29	0-0,5	48	13,151	365	100,000

Tabela 5.18. Izračun krivulje trajanja za period 1.1.2013.-31.12.2013.



Slika 5.23. Krivulja trajanja za period 1.1.2013.-31.12.2013.



Slika 5.24. Hidrogram sa odabranim varijabilnim godišnjim pragom transformacije

5.1.3. Određivanje praga transformacije na temelju srednjeg protoka

Prag transformacije određen je kao srednja vrijednost promatranog vremenskog razdoblja. U tom slučaju 50% vremena nalazi se u deficitu stoga ova metoda određivanja praga transformacije nije realna te se dalje ne promatra za određivanje trajanja, jakosti i intenziteta sušnih perioda.

Promatrana su 4 slučaja:

1) Fiksni godišnji prag transformacije: Q_{sr}=1,594 m3/s;
2) Varijabilni sezonski prag transformacije (1.travnja - 1.listopada):

Period	Q_{sr} (m^3/s)
1.1.2011.-31.3.2011.	1,859
1.4.2011.-30.9.2011.	0,732
1.10.2011.-31.3.2012.	1,305
1.4.2012.-30.9.2012.	1,084
1.10.2012.31.3.2013.	3,418
1.4.2013.-30.9.2013.	1,095
1.10.2013.-31.12.2013.	2,018

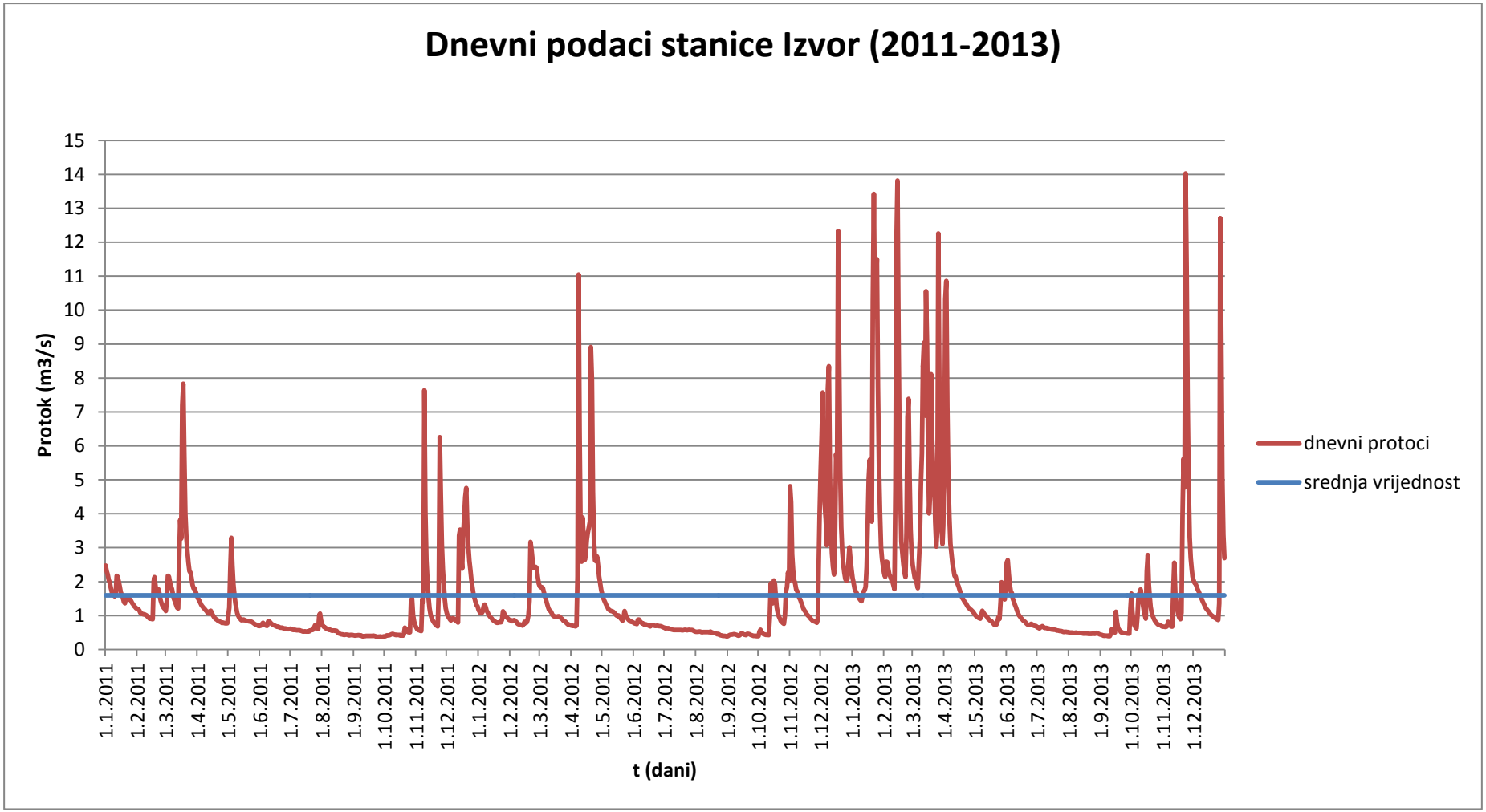
3) Varijabilni sezonski prag transformacije (1.svibnja - 1.listopada):

Period	Q_{sr} (m^3/s)
1.1.2011.-31.3.2011.	1,859
1.5.2011.-30.9.2011.	0,671
1.10.2011.-30.4.2012.	1,579
1.5.2012.-30.9.2012.	0,660
1.10.2012.-30.4.2013.	3,330
1.5.2013.-30.9.2013.	0,762
1.10.2013.-31.12.2013.	2,018

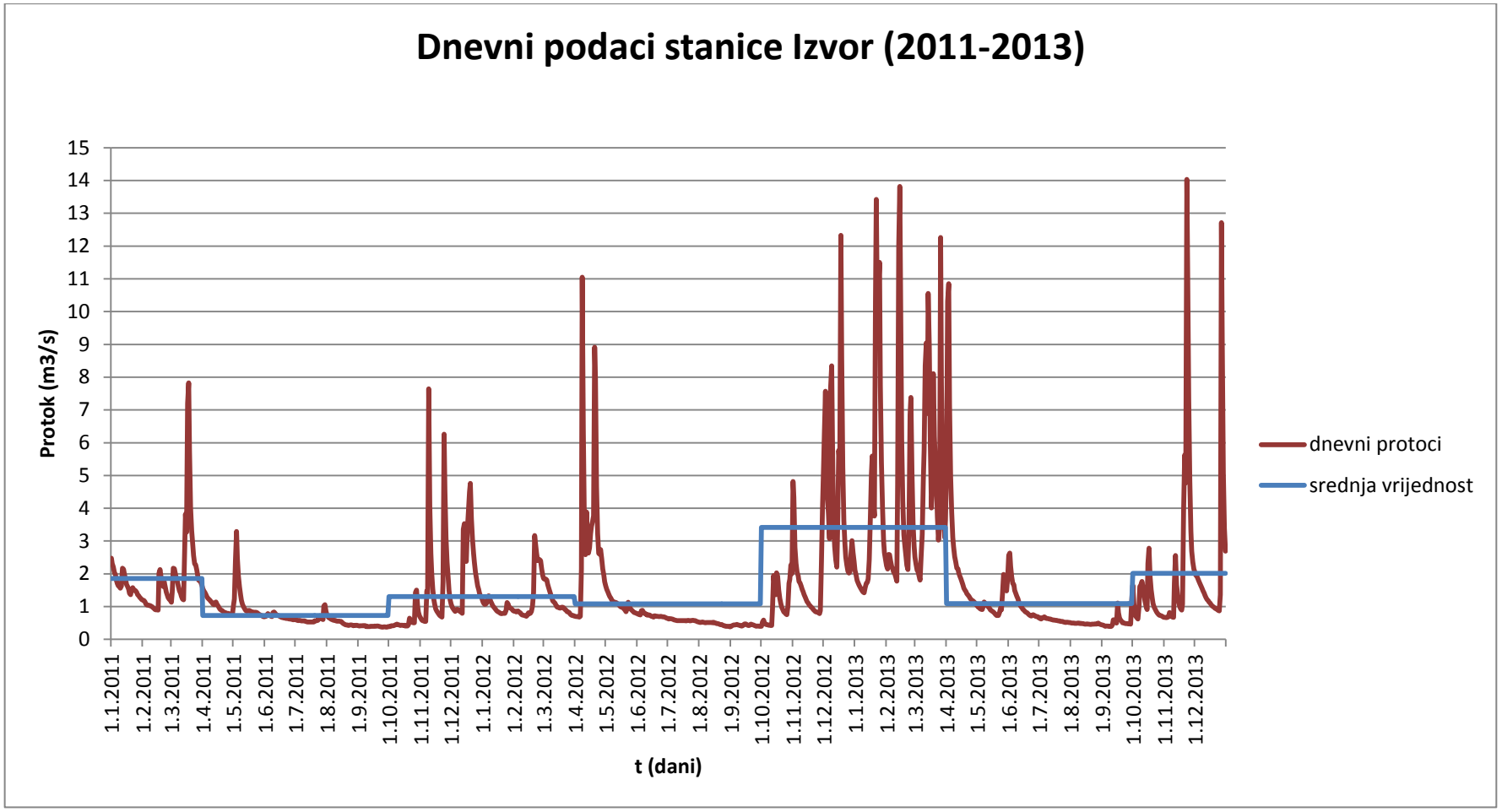
4) Varijabilni godišnji prag transformacije:

Period	Q_{sr} (m^3/s)
1.1.2011.-31.12.2011.	1,193
1.1.2012.-31.12.2012.	1,425
1.11.2013.-31.12.2013.	2,164

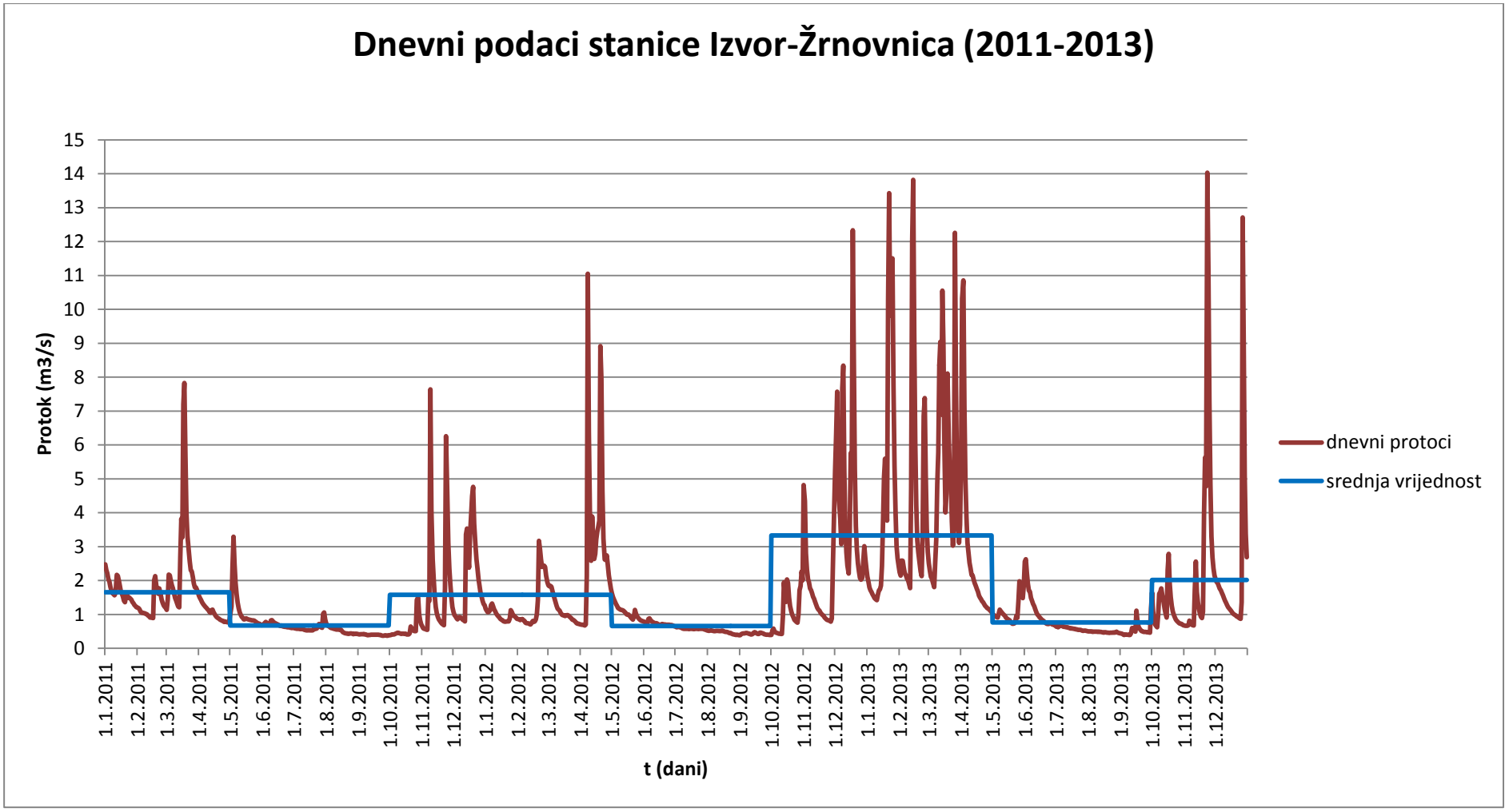
Na slikama 5.25.-5.28. prikazani su hidrogrami sa odabranim pragovima transformacije.



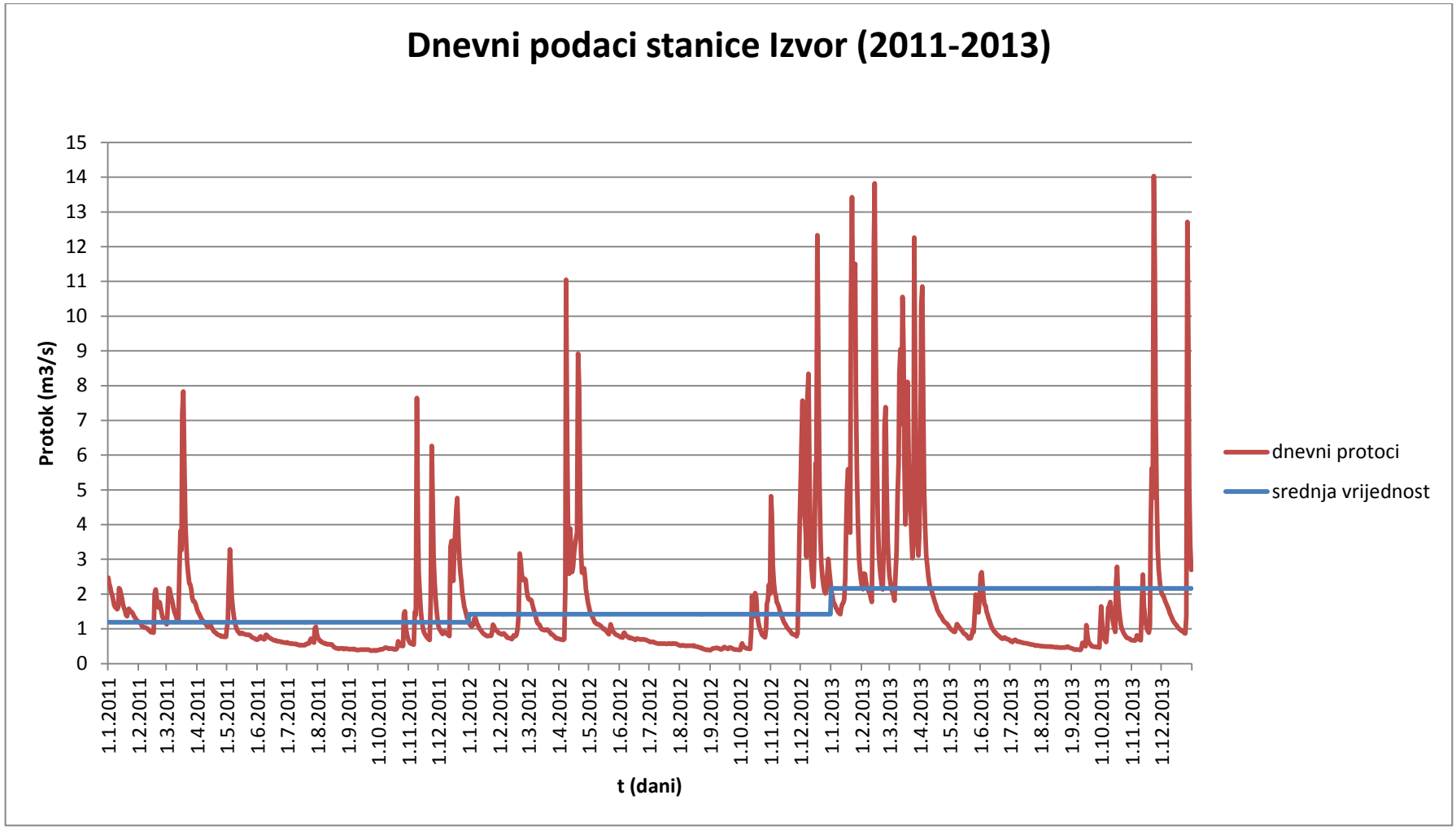
Slika 5.25. Hidrogram sa odabranim fiksnim godišnjim pragom transformacije



Slika 5.26. Hidrogram sa odabranim varijabilnim sezonskim (1.travnja-1.listopada) pragom transformacije



Slika 5.27. Hidrogram sa odabranim varijabilnim sezonskim (1.svibnja-1.listopada) pragom transformacije



Slika 5.28. Hidrogram sa odabranim varijabilnim godišnjim pragom transformacije

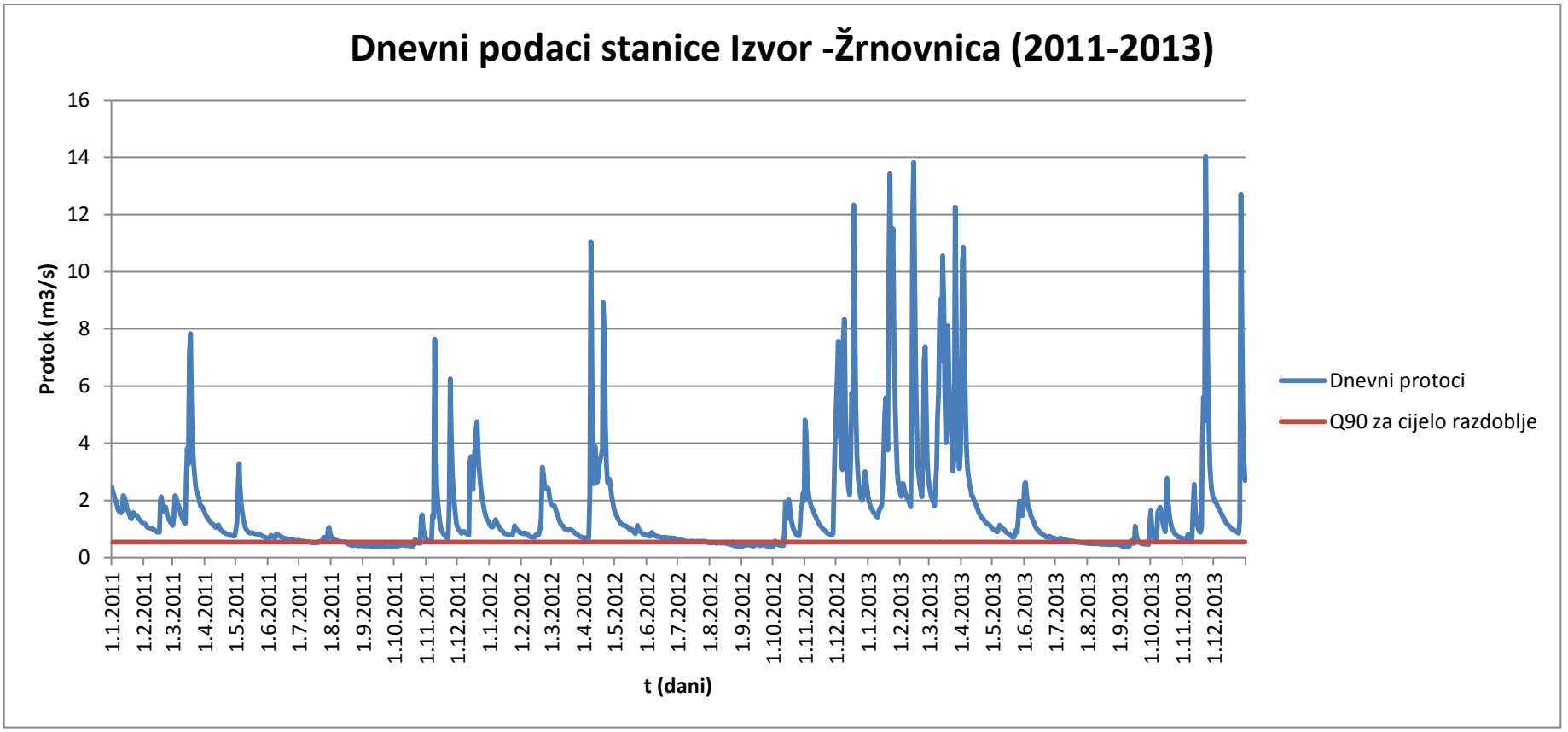
5.1.4. Određivanje trajanja, jakosti i intenziteta sušnih perioda

Za određivanje karakteristika sušnih perioda (trajanja, jakosti i intenziteta) koriste se pragovi transformacije Q_{90} određeni u poglavlju 5.1.1. primjenjeni na čitavo vrijeme promatranja, tj. 1.1.2011.-31.12.2013. Odabrani pragovi transformacije su:

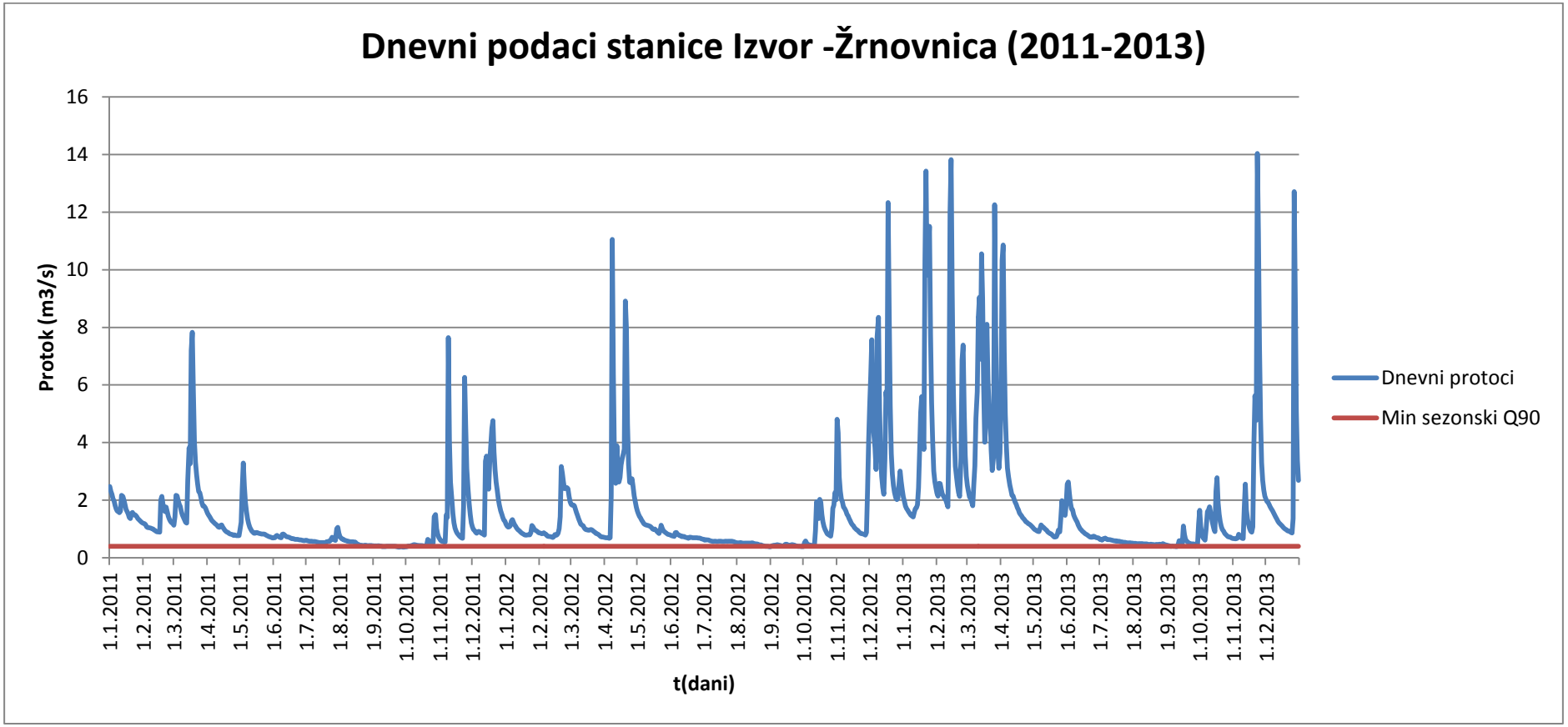
1) Fiksni prag transformacije za cijelo promatrano razdoblje: Q_{90}=0,55 m^3/s;
2) Minimalni varijabilni sezonski (1.travnja-1.listopada) prag: Q_{90}=0,40 m^3/s;
3) Maksimalni varijabilni sezonski (1.travnja-1.listopada) prag: Q_{90}=1,05 m^3/s;
4) Minimalni varijabilni sezonski (1.svibnja-1.listopada) prag: Q_{90}=0,40 m^3/s;
5) Maksimalni varijabilni sezonski (1.svibnja-1.listopada) prag: Q_{90}=0,90 m^3/s;
6) Minimalni varijabilni godišnji prag transformacije: Q_{90}=0,40 m^3/s;
7) Maksimalni varijabilni godišnji prag transformacije: Q_{90}=0,90 m^3/s;

Na slikama 5.29.-5.33. prikazani su hidrogrami za cijelo razdoblje sa odabranim pragom transformacije. Kako su minimalni varijabilni sezonski (1.travnja-1.listopada), minimalni varijabilni sezonski (1.svibnja-1.listopada) i minimalni varijabilni godišnji prag transformacije jednaki (Q_{90}=0,40 m^3/s), u nastavku se promatra samo jedan od tri navedena slučaja: minimalni varijabilni sezonski (1.travnja-1.listopada) prag.

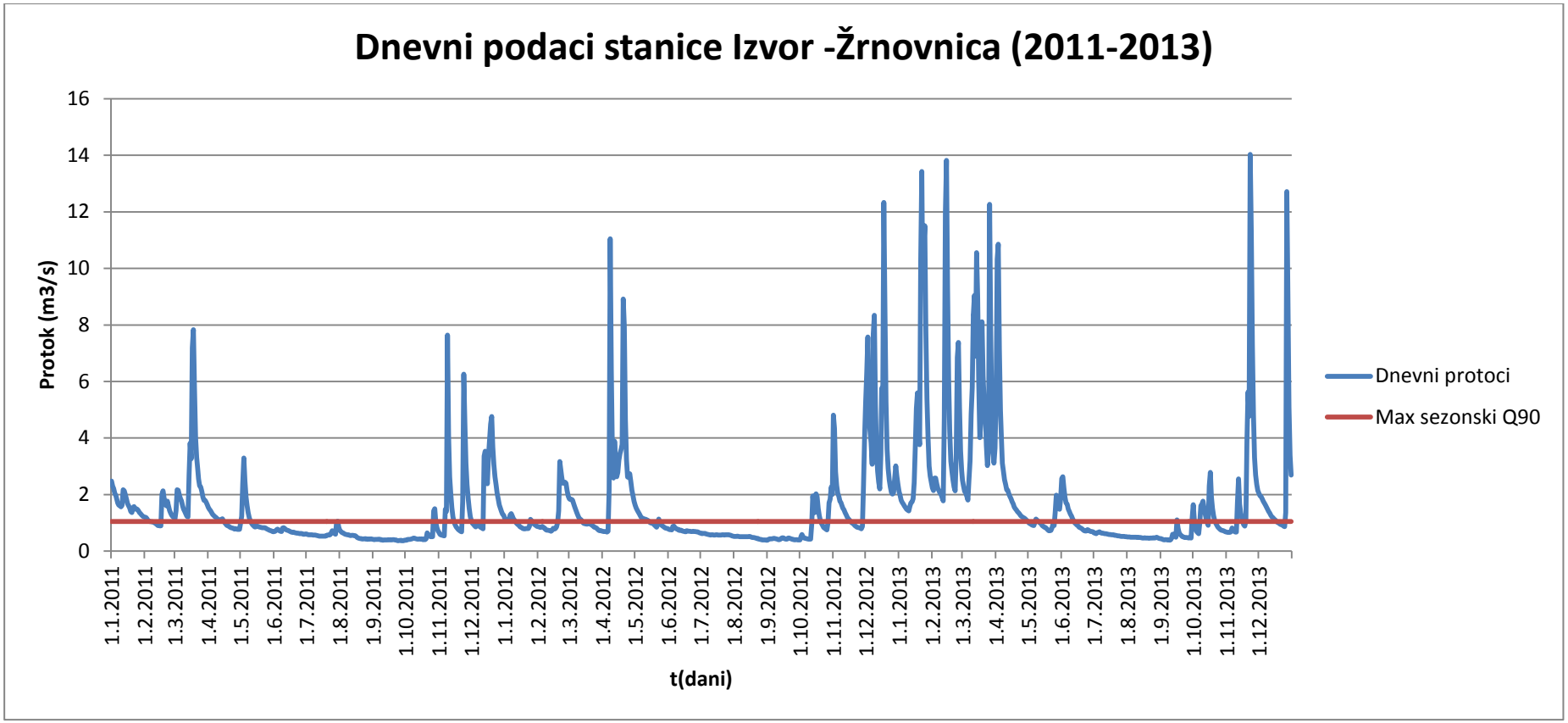
U tablicama 5.19.-5.23. su prikazani početak i kraj sušnog perioda, trajanje, jačina i intenzitet. Ljubičastom bojom spojeni su sušni periodi koji se mogu smatrati jednim događajem jer je vremenski razmak između njih manji od t_{min}=5 dana. Intenzitet sušnog perioda dobije se osrednjavanjem deficita sušnih perioda, dok se jačina dobije množenjem intenziteta i trajanja sušnih perioda.



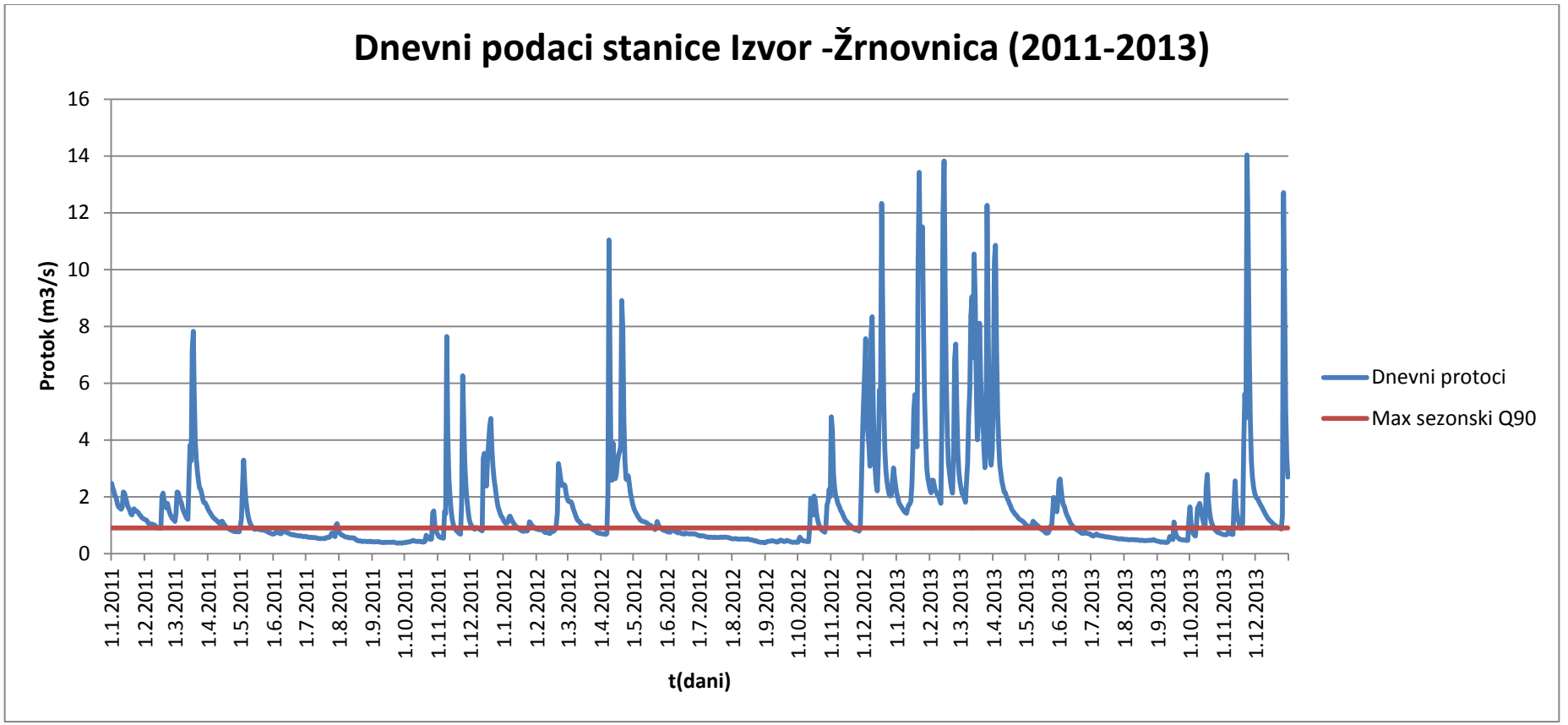
Slika 5.29. Hidrogram sa usvojenim fiksnim pragom transformacije za cijelo promatrano razdoblje: Q_{90}=0,55 m^3/s



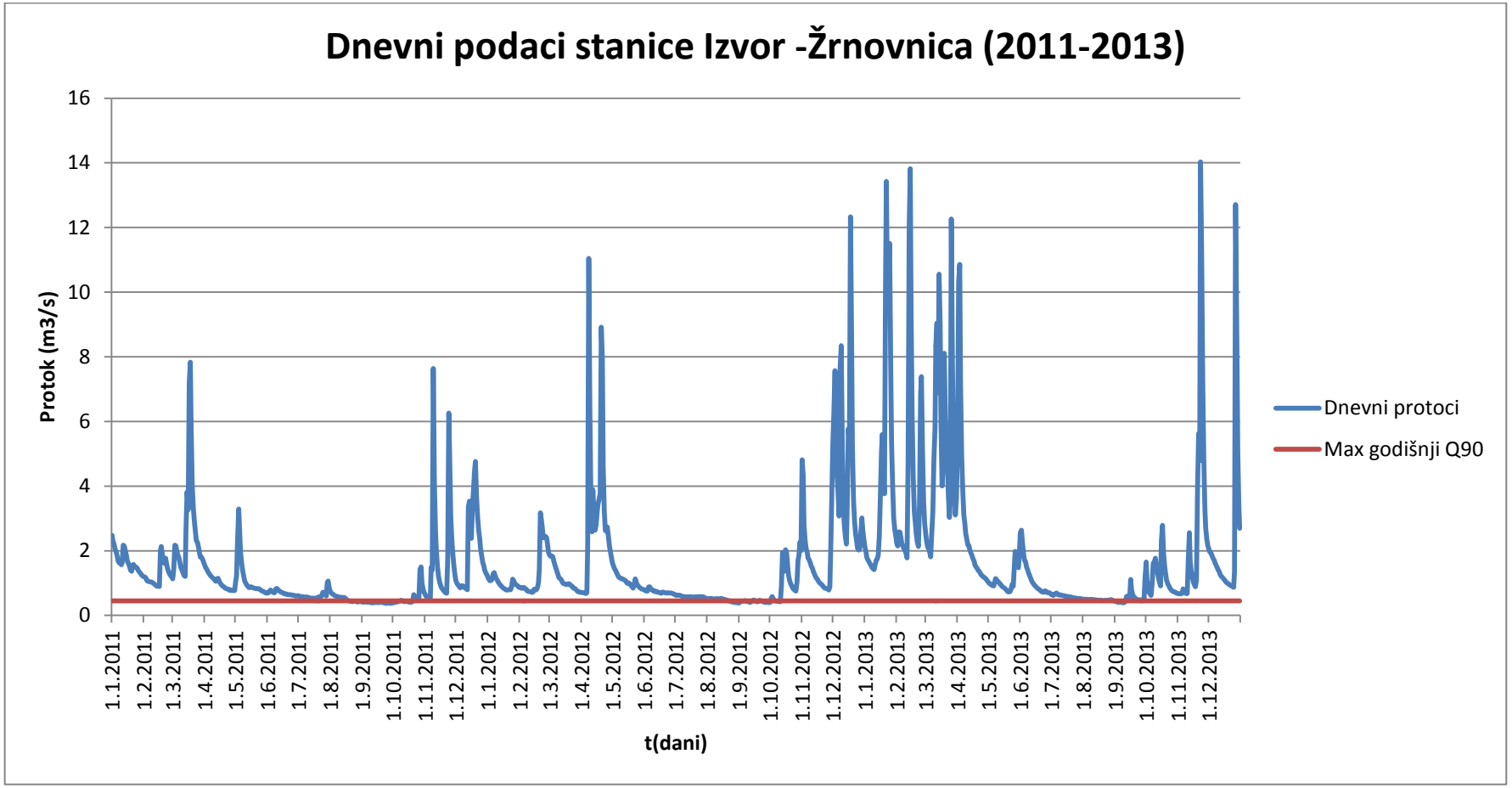
Slika 5.30. Hidrogram sa usvojenim minimalnim sezonskim (1.travnja-1.listopada) pragom transformacije za cijelo promatrano razdoblje: Q_{90}=0,40 m^3/s



Slika 5.31. Hidrogram sa usvojenim maksimalnim sezonskim (1.travnja-1.listopada) pragom transformacije za cijelo promatrano razdoblje: Q_{90}=1,05 m^3/s



Slika 5.32. Hidrogram sa usvojenim maksimalnim sezonskim (1.svibnja-1.listopada) pragom transformacije za cijelo promatrano razdoblje: Q_{90}=0,90 m^3/s



Slika 5.33. Hidrogram sa usvojenim maksimalnim godišnjim pragom transformacije za cijelo promatrano razdoblje: Q_{90}=0,45 m^3/s

Redni broj	Početak	Kraj	Trajanje (dana)	Jačina (m^3)	Intenzitet (m^3/s)
1	11.7.2011	19.7.2011	9	12182,4	0,016
2	16.8.2011	20.10.2011	66	758851,2	0,133
3	24.10.2011	26.10.2011	3	10281,6	0,040
4	30.7.2012	2.10.2012	65	522720	0,093
5	4.10.2012	11.10.2012	8	69724,8	0,101
6	22.7.2013	11.9.2013	52	342316,8	0,076
7	20.9.2013	29.9.2013	10	51408	0,060

Tabela 5.19. Prikaz karakteristika sušnog perioda kada je odabran prag trasformacije Q_{90}=0,55 m^3/s

Redni broj	Početak	Kraj	Trajanje (dana)	Jačina (m^3)	Intenzitet (m^3/s)
1	9.9.2011	12.9.2011	4	2419,2	0,007
2	21.9.2011	2.10.2011	12	17625,6	0,017
3	27.8.2012	1.9.2012	6	3110,4	0,006
4	29.9.2012	1.10.2012	3	1036,8	0,004

Tabela 5.20. Prikaz karakteristika sušnog perioda kada je odabran prag trasformacije Q_{90}=0,40 m^3/s

Redni broj	Početak	Kraj	Trajanje (dana)	Jačina (m^3)	Intenzitet (m^3/s)
1	6.2.2011	16.2.2011	11	76982,40	0,081
2	16.4.2011	1.5.2011	16	274248,00	0,198
3	11.5.2011	29.7.2011	80	2486030,40	0,360
4	31.7.2011	26.10.2011	88	4464529,20	0,587
5	29.10.2011	6.11.2011	9	294742,80	0,379
6	15.11.2011	22.11.2011	8	163011,60	0,236
7	2.12.2011	12.12.2011	11	156092,40	0,164
8	11.1.2012.	24.1.2012	14	227250,00	0,188
9	27.1.2012	19.2.2012	24	448578,00	0,216
10	13.3.2012	6.4.2012	25	453628,80	0,210
11	15.5.2012	22.5.2012	8	73180,80	0,106
12	24.5.2012	12.10.2012	142	5897008,80	0,481
13	21.10.2012	27.10.2012	7	109054,80	0,180
14	18.11.2012	28.11.2012	11	157251,60	0,165
15	1.5.2013	7.5.2013	7	51649,20	0,085
16	11.5.2013	25.5.2013	15	248929,20	0,192
17	13.6.2013	15.9.2013	95	3942691,20	0,480
18	17.9.2013	29.9.2013	13	579218,40	0,516
19	3.10.2013	7.10.2013	5	124581,60	0,288
20	22.10.2013	10.11.2013	20	527695,20	0,305
21	18.12.2013	25.12.2013	8	75355,20	0,109

Tabela 5.21. Prikaz karakteristika sušnog perioda kada je odabran prag trasformacije Q_{90}=1,05 m^3/s

Redni broj	Početak	Kraj	Trajanje (dana)	Jačina (m^3)	Intenzitet (m^3/s)
1	19.4.2011	30.4.2011	12	91238,4	0,088
2	13.5.2011	28.7.2011	77	1470268,8	0,221
3	31.7.2011	26.10.2011	88	3322598,4	0,437
4	30.10.2011	6.11.2011	8	188006,4	0,272
5	17.11.2011	22.11.2011	6	73612,8	0,142
6	15.1.2012	24.1.2012	10	69120	0,080
7	31.1.2012	18.2.2012	19	165801,6	0,101
8	23.3.2012	6.4.2012	15	193104	0,149
9	27.5.2012	11.10.2012	138	4077734,4	0,342
10	22.11.2012	28.11.2012	7	36892,8	0,061
11	15.5.2013	26.5.2013	9	83980,8	0,108
12	16.6.2013	15.9.2013	92	2726438,4	0,343
13	17.9.2013	29.9.2013	13	411091,2	0,366
14	3.10.2013	6.10.2013	4	68083,2	0,197
15	24.10.2013	10.11.2013	18	278380,8	0,179

Tabela 5.22. Prikaz karakteristika sušnog perioda kada je odabran prag trasformacije Q_{90}=0,90 m^3/s

Redni broj	Početak	Kraj	Trajanje (dana)	Jačina (m^3)	Intenzitet (m^3/s)
1	20.8.2011	7.10.2011	49	177811,2	0,042
2	10.10.2011	20.10.2011	11	21589,2	0,023
3	22.8.2012	6.9.2012	16	44236,8	0,032
4	8.9.2012	13.9.2012	6	12960	0,025
5	17.9.2012	19.9.2012	3	5184	0,020
6	22.9.2012	1.10.2012	10	32832	0,038
7	7.10.2012	11.10.2012	5	7344	0,017
8	31.8.2013	10.9.2013	11	35164,8	0,037

Tabela 5.23. Prikaz karakteristika sušnog perioda kada je odabran prag trasformacije Q_{90}=0,45 m^3/s

5.2. Modificirana metoda

5.2.1. Uvod

Herbst (1966) je razvio metodu identifikacije suše koja se temelji na analitičkoj studiji suše. Spomenuta metoda koristi se za analizu suše baziranu na mjesečnim srednjim protocima i oborinama. Testirana je na primjeru područja Bhadra Reservoir u Indiji pomoću računalnog programa koji je razvijen za potrebe procjene suše pomoću navedene metode. Program je radio sa 52-godišnjim podacima o srednjim mjesečnim protocima (1937-1988) i 28-godišnjim podacima o oborinama (1956-1983). U tom primjeru pokazalo se da se rezultati dobiveni metodom procjene suše ne poklapaju sa povijesnim podacima prikupljenih od Rebella (1975) Chakraborthya i Roya (1979) i Rama Prasad (1987). Smatra se da su razlozi nepoklapanja sljedeći:

1.) Metoda je jedino primjenjiva za serije podataka čija standardna devijacija nije velika, odnosno ako podaci ne odstupaju puno od godine do godine;

2.) Metoda je primjenjiva samo na serije koje nemaju trend;

3.) Metoda nije primjenjiva za stanice koje su pogođene ili ekstemnom sušom ili ekstremnom poplavom jer takvi primjeri ne predstavljaju stvarnu realizaciju.

S obzirom na prethodno navedeno, razvijena je modificirana metoda za slučajeve sa velikom varijabilnosti mjesečnih srednjih protoka i oborina. Modificirana metoda pokazala se primjenjivom na širem području te dobrom metodom za identifikaciju i karakterizaciju suše, te je opisana u sljedećem poglavlju.

5.2.2. Opis metode

Postupak navedene metode je sljedeći: za svaki mjesec promatranog perioda oduzimamo srednji protok tog mjeseca od stvarnog izmjerenog protoka i tako dobivamo manjak ili višak protoka tog mjeseca. Dobivenu razliku množimo sa težinskim faktorom za sljedeći mjesec mjesec te se produkt, bio pozitivan ili negativan, dodaje na algebarski iznos srednjeg protoka spomenutog sljedećeg mjeseca te dobivamo efektivni protok. Navedeni postupak prikazan je jednadžbama 1, 2. i 3.:

$$D(t) = Q(t) - T(t) \quad (1)$$

$$W(t) = 0{,}1 * \left(1 + \frac{T(t)}{\sum_{t=1}^{12} \frac{T(t)}{12}}\right) \quad (2)$$

$$E(t) = Q(t) + D(t-1) * W(T) \quad (3)$$

pri čemu je: D(t) – pozitivna ili negativna razlika u periodu t;

Q(t) – izmjereni srednji mjesečni protok u periodu t;

T(t) – srednji mjesečni protok;

W(t) – težinski faktor za mjesec t;

E(t) – efektivni protok u periodu t;

Opisani postupak omogućava efekt prijenosa viška ili manjka protoka u sljedeći mjesec. Za prvi mjesec promatranog perioda uzima se da je prijenos jednak nuli, odnosno efektivni protok jednak je stvarnom protoku. Proces se ponavlja za svaki mjesec promatranog perioda.

Za određivanje početka i kraja suše potrebno je definirati nekoliko parametara:

1.) Srednji mjesečni deficit (MMD): računa se za svaki od 12 mjeseci iz razlika koje su definirane izrazom (2) za čitavi promatrani period. Srednji mjesečni deficit nije samo baziran na mjesecima u kojima se pojavljuju negativne razlike, za pozitivne razlike (negativne deficite) uzima se da je vrijednost nula te se tako uračunava u jednadžbu;
2.) Srednji godišnji deficit (MAD): dobije se sumiranjem srednjih mjesečnih deficita;
3.) Maksimalni srednji mjesečni protok (MMMI).

Na temelju navedenih parametara definira se mjesečni inkrement X koji je dan u jednadžbi 4.:

$$X = \frac{MAD - MMMI}{11} \qquad (4)$$

Vrijednost X dodaje se vrijednosti MMMI te se tako formira pomična skala u kojoj je prva vrijednost jednaka MMMI, druga vrijednosti je jednaka MMMI+X, treća MMMI+2X, i tako dalje do MMMI+11X što je jednako MAD-u.

Procjena početka suše odvija se na sljedeći način: pretpostavljeno je da suše nije bilo prije početka promatranja. Razlika u prvom mjesecu je očekivana, i ako je pozitivna, početak suše nije označen. Razlike u idućim mjesecima su očekivane sve do mjeseca s prvom negativnom razlikom, a to je mjesec početka potencijalne suše. Apsolutna vrijednost negativne razlike uspoređena je sa prvom vrijednosti na pomičnoj skali, MMMI, i ako je apsolutna vrijednost negativne razlike veca od MMMI suša je počela. Ukoliko nije, negativna razlika dodaje se negativnoj razlici idućeg meseca te je ta apsolutna vrijednost uspoređena sa drugom vrijednosti na pomičnoj skali, MMMI+X. Analogno tome, apsolutna vrijednost sume negativnih razlika kroz cijelu godinu uspoređuje se sa 12 vrijednosti pomične skale, i ako u bilo kojem mjesecu sumirana vrijednost negativnih razlika od prvog do n-tog mjeseca prelazi vrijednost MMMI+(n-1)X, smatra se da je suša počela od prvog mjeseca. Ako u bilo kojem trenutku tijekom 11 testova suma postane pozitivna smatra se da je potencijalna suša završila te se ponovni početak suše može razmatrati u idućem mjesecu sa negativnom razlikom izmjerenog i srednjeg protoka.

Sljedeći opisani test provodi se kako bi se ispitalo da li je došlo do prestanka suše ili samo do privremenog prekida. Test za provjeru da li je suša završila provodi se u mjesecu nakon prvog mjeseca sa pozitivnom razlikom koji se javlja nakon početka suše. Preduvjet je da barem jedan od naredna dva mjeseca nakon pojave pozitivne razlike također mora imati pozitivnu razliku. Ako je preuvjet zadovoljen sljedeća dva testa provode se istovremeno.

U prvom testu algebarski se zbrajaju sve razlike od prvog do n-tog mjeseca, i ako je suma postala negativna prije završetka drugog testa, smatra se da je suša samo privremeno prekinuta.

Drugi test se sastoji od 10 testova. Prvo se sumiraju stvarni izmjereni protoci od prvog do trećeg mjeseca ispitivanja te se usporede sa sumom tri najveća srednja mjesečna protoka. Ako je stvarni protok bio veći smatra se da je suša završena, a ako nije, suma prva 4 mjeseac ispitivanja se uspoređuju sa 4 najveće vrijednosti srednjeg protoka i tako dalje do usporedbe

sume 12 mjeseci sa zbrojem 12 srednjih mjesečnih protoka. Kad je suša završila, testiranje početka iduće suše počinje u prvom mjesecom sa negativnom razlikom nakon mjeseca u kojem je suša zavrsila.

5.2.3. Primjena modificirane metode na rijeku Žrnovnicu s obzirom na protok

Opisana modificirana metoda primjenjena je na primjeru rijeke Žrnovnice od 2011.-2013. godine. Na temelju poznatih izmjerenih dnevnih protoka osrednjavanjem su izračunati mjesečni protoci za taj period, dok su srednji mjesečni protoci usvojeni na temelju dnevnih podataka za rijeku Žrnovnicu u periodu 1990.-2013. godine.

U tablici 5.24. prikazani su srednji mjesečni protoci usvojeni na temelju perioda 1990.-2013., a u tablici 5.25. mjesečni protoci za period 2011.-2013.

Mjesec	**Protok (m^3/s)**
siječanj	2,780
veljača	2,363
ožujak	2,400
travanj	2,355
svibanj	1,429
lipanj	0,932
srpanj	0,603
kolovoz	0,531
rujan	0,787
listopad	1,235
studeni	2,625
prosinac	3,498

Tabela 5.24. Srednji mjesečni protoci za period 1990.-2013.

Mjesec	Protok (m^3/s)
Siječanj 2011.	1,682
Veljača 2011.	1,267
Ožujak 2011.	2,570
Travanj 2011.	1,040
Svibanj 2011.	1,124
Lipanj 2011.	0,693
Srpanj 2011.	0,607
Kolovoz 2011.	0,520
Rujan 2011.	0,398
Listopad 2011.	0,558
Studeni 2011.	1,821
Prosinac 2011.	2,004
Siječanj 2012.	0,986
Veljača 2012.	1,354
Ožujak 2012.	1,127
Travanj 2012.	3,248
Svibanj 2012.	1,072
Lipanj 2012.	0,734
Srpanj 2012.	0,582
Kolovoz 2012.	0,520
Rujan 2012.	0,430
Listopad 2012.	1,053
Studeni 2012.	1,653
Prosinac 2012.	4,393
Siječanj 2013.	4,175
Veljača 2013.	4,154
Ožujak 2013.	5,097
Travanj 2013.	2,790
Svibanj 2013.	1,061
Lipanj 2013.	1,154
Srpanj 2013.	0,589
Kolovoz 2013.	0,478
Rujan 2013.	0,534
Listopad 2013.	1,175
Studeni 2013.	2,722
Prosinac 2013.	2,178

Tabela 5.25. Srednji mjesečni protoci za period 2011.-2013.

U nastavku su prikazani rezultati izračuna razlika mjesečnih protoka za period 2011.-2013 i srednjeg mjesečnog protoka D(t), težinski faktor za svaki pojedini mjesec W(t) te efektivni protok E(t). Rezultati su dobiveni na temelju jednadžbi (1), (2), i (3) iz poglavlja 5.2.2.

Mjesec	D(t) (m^3/s)	W(t)	E(T) (m^3/s)
Siječanj 2011.	-1,098	0,255	1,682
Veljača 2011.	-1,096	0,232	1,013
Ožujak 2011.	0,170	0,234	2,314
Travanj 2011.	-1,315	0,231	1,079
Svibanj 2011.	-0,305	0,180	0,887
Lipanj 2011.	-0,239	0,152	0,647
Srpanj 2011.	0,004	0,134	0,575
Kolovoz 2011.	-0,011	0,173	0,521
Rujan 2011.	-0,390	0,144	0,396
Listopad 2011.	-0,676	0,169	0,493
Studeni 2011.	-0,804	0,246	1,654
Prosinac 2011.	-1,494	0,295	1,767
Siječanj 2012.	-1,794	0,255	0,606
Veljača 2012.	-1,009	0,232	0,938
Ožujak 2012.	-1,273	0,234	0,891
Travanj 2012.	0,893	0,231	2,953
Svibanj 2012.	-0,357	0,180	1,233
Lipanj 2012.	-0,198	0,152	0,680
Srpanj 2012.	-0,021	0,134	0,556
Kolovoz 2012.	-0,011	0,173	0,517
Rujan 2012.	-0,357	0,144	0,429
Listopad 2012.	-0,181	0,169	0,993
Studeni 2012.	-0,973	0,246	1,608
Prosinac 2012.	0,895	0,295	4,106
Siječanj 2013.	1,395	0,255	4,403
Veljača 2013.	1,791	0,232	4,477
Ožujak 2013.	2,697	0,234	5,515
Travanj 2013.	0,435	0,231	3,414
Svibanj 2013.	-0,368	0,180	1,139
Lipanj 2013.	0,222	0,152	1,099
Srpanj 2013.	-0,014	0,134	0,618
Kolovoz 2013.	-0,053	0,173	0,475
Rujan 2013.	-0,253	0,144	0,526
Listopad 2013.	-0,060	0,169	1,132
Studeni 2013.	0,097	0,246	2,708
Prosinac 2013.	-1,320	0,295	2,207

Tabela 5.26. Prikaz D(t), W(t) i E(t) za period 2011.-2013.

U tablici 5.27. prikazani su srednji mjesečni deficiti MMD i srednji godišnji deficit MAD dobiven zbrajanjem srednjih mjesečnih deficita te mjesečni inkrementi X opisani jednadžbom (4).

Mjesec	MMD (m^3/s)	MAD(m^3/s)	X (m^3/s)
Siječanj 2011.	-1,098	-7,428	-0,993
Veljača 2011.	-1,096		
Ožujak 2011.	0,000		
Travanj 2011.	-1,315		
Svibanj 2011.	-0,305		
Lipanj 2011.	-0,239		
Srpanj 2011.	0,000		
Kolovoz 2011.	-0,011		
Rujan 2011.	-0,390		
Listopad 2011.	-0,676		
Studeni 2011.	-0,804		
Prosinac 2011.	-1,494		
Siječanj 2012.	-1,794	-6,174	-0,879
Veljača 2012.	-1,009		
Ožujak 2012.	-1,273		
Travanj 2012.	0,000		
Svibanj 2012.	-0,357		
Lipanj 2012.	-0,198		
Srpanj 2012.	-0,021		
Kolovoz 2012.	-0,011		
Rujan 2012.	-0,357		
Listopad 2012.	-0,181		
Studeni 2012.	-0,973		
Prosinac 2012.	0,000		
Siječanj 2013.	0,000	-2,068	-0,506
Veljača 2013.	0,000		
Ožujak 2013.	0,000		
Travanj 2013.	0,000		
Svibanj 2013.	-0,368		
Lipanj 2013.	0,000		
Srpanj 2013.	-0,014		
Kolovoz 2013.	-0,053		
Rujan 2013.	-0,253		
Listopad 2013.	-0,060		
Studeni 2013.	0,000		
Prosinac 2013.	-1,320		

Tabela 5.27. Prikaz MMD, MAD i X za period 2011.-2013.

U tablici 5.28. prikazana je pomična skala u kojoj je prva vrijednost jednaka MMMI a posljednja MAD te apsolutne vrijednosti zbrojenih razlika D(t). Prazna mjesta u tablici označavaju mjesece u kojima je razlika D(t) bila pozitivna pa se ne razmatraju za definiranje početka suše. Crvenom bojom označeni su mjeseci kada se javlja suša. Navedeni postupak opisan je u poglavlju 5.2.2.

Mjesec	MMMI (m^3/s)	Apsolutne vrijednosti D(t)
Siječanj 2011.	3,498	1,098
Veljača 2011.	2,505	2,194
Ožujak 2011.	1,511	
Travanj 2011.	0,518	1,315
Svibanj 2011.	-0,475	1,621
Lipanj 2011.	-1,469	1,860
Srpanj 2011.	-2,462	
Kolovoz 2011.	-3,455	0,011
Rujan 2011.	-4,449	0,400
Listopad 2011.	-5,442	1,076
Studeni 2011.	-6,435	1,881
Prosinac 2011.	-7,428	3,375
Siječanj 2012.	3,498	1,794
Veljača 2012.	2,619	2,803
Ožujak 2012.	1,740	4,077
Travanj 2012.	0,860	
Svibanj 2012.	-0,019	0,357
Lipanj 2012.	-0,898	0,555
Srpanj 2012.	-1,777	0,576
Kolovoz 2012.	-2,657	0,586
Rujan 2012.	-3,536	0,943
Listopad 2012.	-4,415	1,124
Studeni 2012.	-5,295	2,097
Prosinac 2012.	-6,174	
Siječanj 2013.	3,498	
Veljača 2013.	2,992	
Ožujak 2013.	2,486	
Travanj 2013.	1,980	
Svibanj 2013.	1,474	0,368
Lipanj 2013.	0,968	
Srpanj 2013.	0,462	0,014
Kolovoz 2013.	-0,044	0,067
Rujan 2013.	-0,550	0,320
Listopad 2013.	-1,056	0,380
Studeni 2013.	-1,562	
Prosinac 2013.	-2,068	

Tabela 5.28. Prikaz pomične skale i apsolutnih vrijednosti zbroja D(t) za period 2011.-2013. godine

Konačno, na temelju podataka o protocima metoda je pokazala kako se u sljedećim periodima javlja suša:

1.) travanj 2011.-lipanj 2011.

2.) kolovoz 2011.-ožujak 2012.

3.) svibanj 2012.-studeni 2012.

4.) srpanj 2013.-listopad 2013.

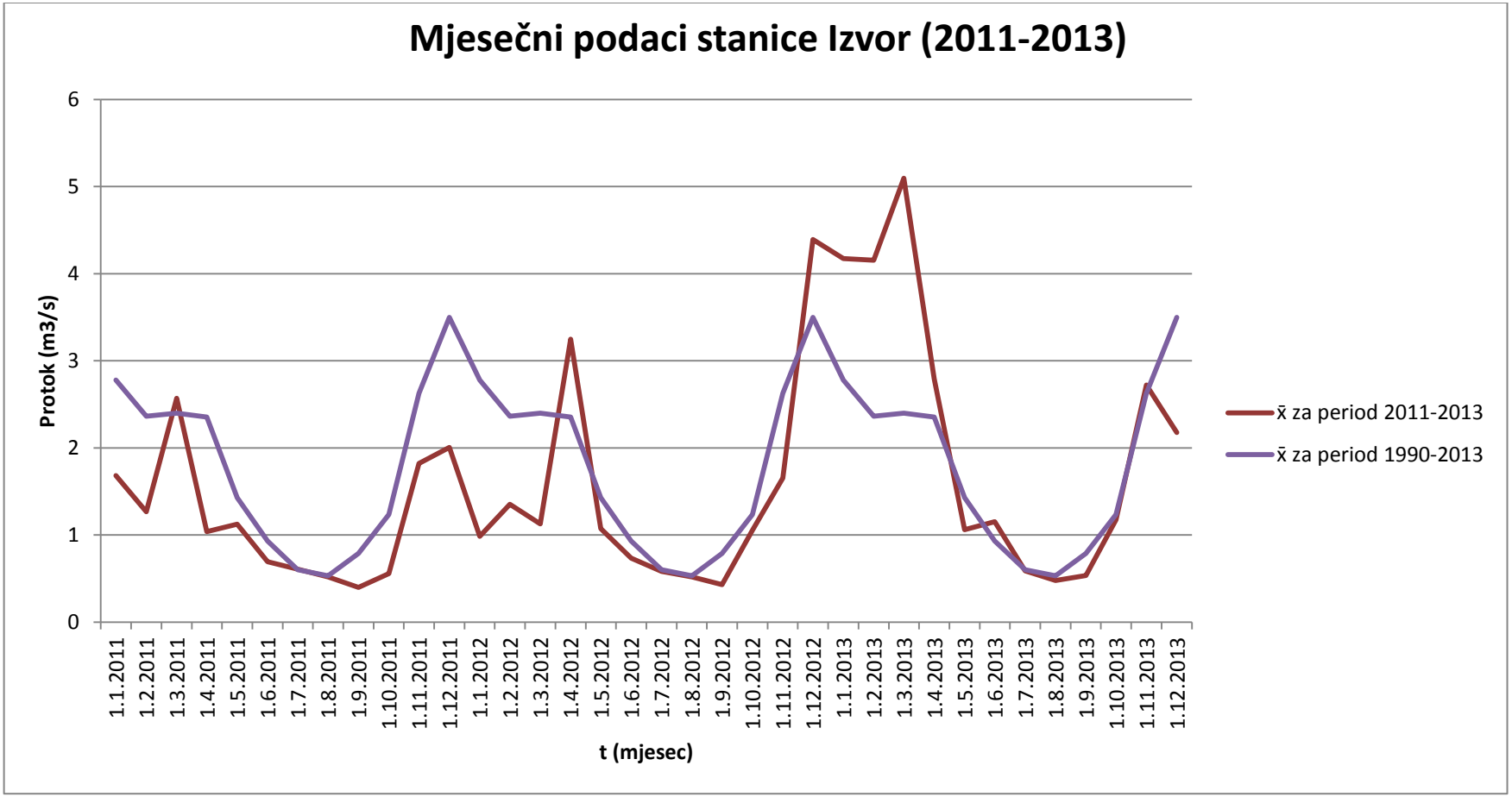
Uočavamo da je vremenski interval između sušnih razdoblja kod prva tri slučaja jedan mjesec (srpanj 2011. i travanj 2012.), pa se stoga ne može smatrati da je se javio prestanak suše već samo privremeni prekid jer nije ostvaren osnovni preduvjet postojanja tri mjeseca sa pozitivnom razlikom izmjerenog i srednjeg protoka. U zadnjem slučaju javlja se sedam mjeseci sa pauze između dva sušna perioda te je preduvjet ostvaren pa provodimo test da li suša završila ili je samo privremeno prekinuta. U tablici 5.29. su prikazani rezultati postupka opisanog u poglavlju 5.2.2. U prvom stupcu prikazan je redom zbroj protoka u prva tri mjeseca testiranja, zatim prva četiri mjeseca testiranja i tako dalje do zbroja svih 12 mjeseci testiranja u jednoj godini, dok je u drugom stupcu prikazan redom zbroj maksimalne tri vrijednosti srednjeg protoka, zatim zbroj maksimalne četiri vrijednosti srednjeg protoka i tako redom do zbroja svih 12 vrijednosti srednjeg protoka u toj godini.

Zbroj izmjerenih protoka (m^3/s)	Zbroj srednjih protoka (m^3/s)
13,426	8,904
16,216	11,304
17,277	13,667
18,432	16,022
19,020	17,451
19,498	18,686
20,032	19,618
21,207	20,405
23,930	21,008
26,108	21,539

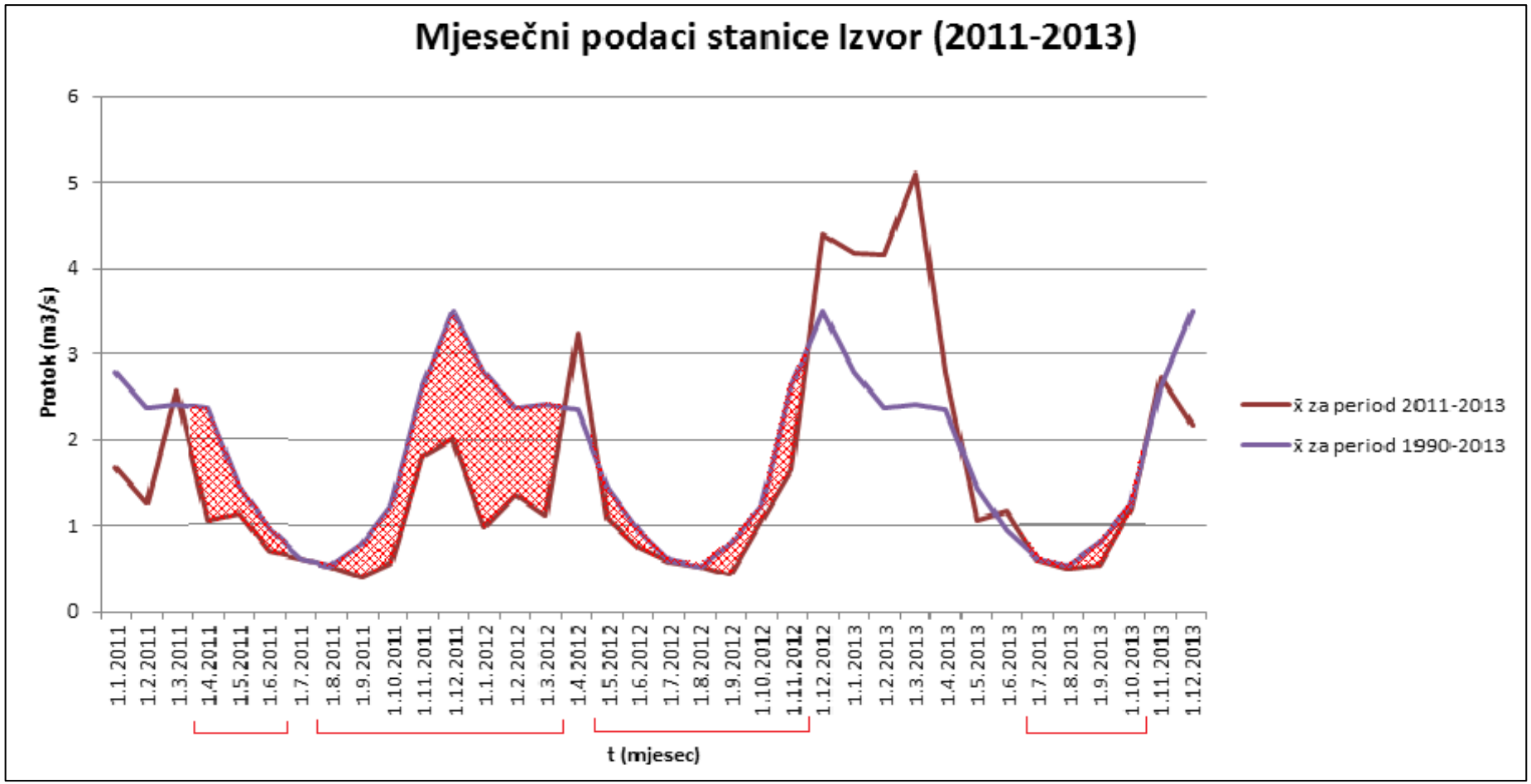
Tabela 5.29. Testiranje završetka suše

Uočavamo da se već u prvom retku javlja da je zbroj prva tri izmjerena protoka veći od zbroja tri maksimalna srednja protoka te godine pa se može zaključiti kako je došlo do prestaka suše. Paralelno sa ovim testom vrši se i algebarsko zbrajanje razlika protoka te ukoliko suma razlika postane negativna prije kraja prethodnog testa smatra se da je došlo do privremenog prekida suše. Budući da je zbroj razlika za prva tri mjeseca testiranja pozitivna (7,543 m^3/s), smatra se da je suša završena.

Na slici 5.34. prikazan je hidrogram srednjih mjesečnih protoka dobivenih za dva različita perioda; 1990.-2013. i 2011.-2013. Na slici 5.35. prikazani su sušni periodi dobiveni modificiranom metodom na temelju podataka o protocima.



Slika 5.34. Prikaz srednjih mjesečnih protoka dobivenih za 2 različita vremenska perioda



Slika 5.35. Prikaz sušnih perioda dobivenih modificiranom metodom na temelju podataka o protocima

5.2.4. Primjena modificirane metode na rijeku Žrnovnicu s obzirom na oborine

Modificirana metoda primjenila se na područje rijeke Žrnovnice i s obzirom na podatke o oborinama. Podaci su uzeti sa kišomjerne stanice Dugopolje na kojoj su se bilježili dnevni podaci. Na temelju poznatih izmjerenih dnevnih količina oborina zbrajanjem su izračunate mjesečne oborine za period 2011.-2013. godine, dok su referentne mjesečne oborine dobivene osrednjavanjem mjesečnih oborina dobivenih na temelju dnevnih oborina na kišomjernoj stanici Dugopolje u periodu 1991.-2013. godine.

U tablici 5.30. prikazani su prosječne mjesečne oborine za period 1991.-2013., a u tablici 5.31. mjesečne oborine za period 2011.-2013. godine.

Mjesec	Oborine (mm)
siječanj	131,265
veljača	96,161
ožujak	105,222
travanj	98,979
svibanj	77,930
lipanj	72,483
srpanj	39,634
kolovoz	49,690
rujan	105,957
listopad	105,630
studeni	210,657
prosinac	187,939

Tabela 5.30. Prosječne mjesečne oborine za period 1991.-2013. godine

Mjesec	Oborine (mm)
Siječanj 2011.	25,600
Veljača 2011.	32,500
Ožujak 2011.	108,900
Travanj 2011.	17,100
Svibanj 2011.	94,800
Lipanj 2011.	39,300
Srpanj 2011.	193,600
Kolovoz 2011.	1,400
Rujan 2011.	52,100
Listopad 2011.	87,500
Studeni 2011.	106,100
Prosinac 2011.	126,200
Siječanj 2012.	23,400
Veljača 2012.	96,700
Ožujak 2012.	0,000
Travanj 2012.	189,200
Svibanj 2012.	64,800
Lipanj 2012.	21,200
Srpanj 2012.	28,900
Kolovoz 2012.	0,000
Rujan 2012.	105,600
Listopad 2012.	193,700
Studeni 2012.	127,000
Prosinac 2012.	276,800
Siječanj 2013.	225,600
Veljača 2013.	235,100
Ožujak 2013.	282,400
Travanj 2013.	97,700
Svibanj 2013.	109,800
Lipanj 2013.	88,800
Srpanj 2013.	5,600
Kolovoz 2013.	20,300
Rujan 2013.	114,800
Listopad 2013.	133,500
Studeni 2013.	274,800
Prosinac 2013.	97,400

Tabela 5.31. Mjesečne oborine za period 2011.-2013. godine

U nastavku su prikazani rezultati izračuna razlika mjesečnih oborina za period 2011.-2013 i prosječnih mjesečnih oborina dobivenih za period 1991.-2013. godine D(t), težinski faktor za svaki pojedini mjesec W(t) te efektivne oborine E(t). Rezultati su dobiveni na temelju jednadžbi (1), (2), i (3) iz poglavlja 5.2.2.

Mjesec	D(t) (mm)	W(t)	E(t) (mm)
Siječanj 2011.	-105,665	0,223	25,600
Veljača 2011.	-63,661	0,200	11,333
Ožujak 2011.	3,678	0,220	94,908
Travanj 2011.	-81,879	0,225	17,928
Svibanj 2011.	16,870	0,210	77,603
Lipanj 2011.	-33,183	0,213	42,888
Srpanj 2011.	153,966	0,168	188,026
Kolovoz 2011.	-48,290	0,190	30,709
Rujan 2011.	-53,857	0,308	37,208
Listopad 2011.	-18,130	0,351	68,575
Studeni 2011.	-104,557	0,734	92,789
Prosinac 2011.	-61,739	1,300	-9,723
Siječanj 2012.	-107,865	0,223	9,638
Veljača 2012.	0,539	0,200	75,093
Ožujak 2012.	-105,222	0,220	0,118
Travanj 2012.	90,221	0,225	165,507
Svibanj 2012.	-13,130	0,210	83,749
Lipanj 2012.	-51,283	0,213	18,408
Srpanj 2012.	-10,734	0,168	20,285
Kolovoz 2012.	-49,690	0,190	-2,043
Rujan 2012.	-0,357	0,308	90,277
Listopad 2012.	88,070	0,351	193,575
Studeni 2012.	-83,657	0,734	191,660
Prosinac 2012.	88,861	1,300	168,047
Siječanj 2013.	94,335	0,223	245,408
Veljača 2013.	138,939	0,200	253,997
Ožujak 2013.	177,178	0,220	312,937
Travanj 2013.	-1,279	0,225	137,595
Svibanj 2013.	31,870	0,210	109,531
Lipanj 2013.	16,317	0,213	95,578
Srpanj 2013.	-34,034	0,168	8,341
Kolovoz 2013.	-29,390	0,190	13,821
Rujan 2013.	8,843	0,308	105,737
Listopad 2013.	27,870	0,351	136,607
Studeni 2013.	64,143	0,734	295,262
Prosinac 2013.	-90,539	1,300	180,787

Tabela 5.32. Prikaz D(t), W(t) i E(t) za period 2011.-2013.

U tablici 5.33. prikazani su srednji mjesečni deficiti oborina MMD i srednji godišnji deficit oborina MAD dobiven zbrajanjem srednjih mjesečnih deficita te mjesečni inkrementi X opisani jednadžbom (4).

Mjesec	MMD (mm)	MAD(mm)	X (mm)
Siječanj 2011.	-105,665	-570,960	-71,056
Veljača 2011.	-63,661		
Ožujak 2011.	0,000		
Travanj 2011.	-81,879		
Svibanj 2011.	0,000		
Lipanj 2011.	-33,183		
Srpanj 2011.	0,000		
Kolovoz 2011.	-48,290		
Rujan 2011.	-53,857		
Listopad 2011.	-18,130		
Studeni 2011.	-104,557		
Prosinac 2011.	-61,739		
Siječanj 2012.	-107,865	-421,937	-57,508
Veljača 2012.	0,000		
Ožujak 2012.	-105,222		
Travanj 2012.	0,000		
Svibanj 2012.	-13,130		
Lipanj 2012.	-51,283		
Srpanj 2012.	-10,734		
Kolovoz 2012.	-49,690		
Rujan 2012.	-0,357		
Listopad 2012.	0,000		
Studeni 2012.	-83,657		
Prosinac 2012.	0,000		
Siječanj 2013.	0,000	-155,242	-33,263
Veljača 2013.	0,000		
Ožujak 2013.	0,000		
Travanj 2013.	-1,279		
Svibanj 2013.	0,000		
Lipanj 2013.	0,000		
Srpanj 2013.	-34,034		
Kolovoz 2013.	-29,390		
Rujan 2013.	0,000		
Listopad 2013.	0,000		
Studeni 2013.	0,000		
Prosinac 2013.	-90,539		

Tabela 5.33. Prikaz MMD, MAD i X za period 2011.-2013.

U tablici 5.34. prikazana je pomična skala u kojoj je prva vrijednost jednaka MMMI a posljednja MAD te apsolutne vrijednosti zbrojenih razlika D(t). Prazna mjesta u tablici označavaju mjesece u kojima je razlika D(t) bila pozitivna pa se ne razmatraju za definiranje početka suše. Crvenom bojom označeni su mjeseci kada se javlja suša. Navedeni postupak opisan je u poglavlju 5.2.2.

Mjesec	MMMI (mm)	Apsolutne vrijednosti D(t)
Siječanj 2011.	210,657	105,665
Veljača 2011.	139,600	169,326
Ožujak 2011.	68,544	
Travanj 2011.	-2,512	81,879
Svibanj 2011.	-73,568	
Lipanj 2011.	-144,624	33,183
Srpanj 2011.	-215,680	
Kolovoz 2011.	-286,736	48,290
Rujan 2011.	-357,792	102,147
Listopad 2011.	-428,848	120,277
Studeni 2011.	-499,904	224,833
Prosinac 2011.	-570,960	286,573
Siječanj 2012.	210,657	394,438
Veljača 2012.	153,148	
Ožujak 2012.	95,640	105,222
Travanj 2012.	38,131	
Svibanj 2012.	-19,377	13,130
Lipanj 2012.	-76,886	64,413
Srpanj 2012.	-134,394	75,147
Kolovoz 2012.	-191,903	124,837
Rujan 2012.	-249,411	125,1934
Listopad 2012.	-306,920	
Studeni 2012.	-364,428	83,657
Prosinac 2012.	-421,937	
Siječanj 2013.	210,657	
Veljača 2013.	177,393	
Ožujak 2013.	144,130	
Travanj 2013.	110,866	1,279
Svibanj 2013.	77,603	
Lipanj 2013.	44,339	
Srpanj 2013.	11,076	34,034
Kolovoz 2013.	-22,188	63,424
Rujan 2013.	-55,451	
Listopad 2013.	-88,715	
Studeni 2013.	-121,978	
Prosinac 2013.	-155,242	90,540

Tabela 5.34. Prikaz pomične skale i apsolutnih vrijednosti zbroja D(t) za period 2011.-2013. godine

Konačno, na temelju podataka o oborinama metoda je pokazala kako se u sljedećim periodima javlja suša:

1.) siječanj 2011.-veljača 2011.

2.) travanj 2011.

3.) lipanj 2011.

4.) kolovoz 2011.-siječanj 2012.

5.) ožujak 2012.

6.) svibanj 2012.-rujan 2012.

7.) studeni 2012.

8.) srpanj 2013.-kolovoz 2013.

Uočavamo da je vremenski interval između sušnih razdoblja kod prvih 7 slučajeva jedan mjesec (ožujak 2011.,svibanj 2011.,srpanj 2011.,veljača 2012., travanj 2012., listopad 2012.), pa se stoga ne može smatrati da je se javio prestanak suše već samo privremeni prekid jer nije ostvaren osnovni preduvjet postojanja tri mjeseca sa pozitivnom razlikom srednjih i izmjerenih oborina. U zadnjem slučaju javlja se sedam mjeseci pauze između dva sušna perioda te je preduvjet ostvaren pa provodimo test da li suša završila ili je samo privremeno prekinuta. U tablici 5.29. su prikazani rezultati postupka opisanog u poglavlju 5.2.2. U prvom stupcu prikazan je redom zbroj izmjerenih mjesečnih oborina u prva tri mjeseca testiranja, zatim prva četiri mjeseca testiranja i tako dalje do zbroja svih 12 mjeseci testiranja u jednoj godini, dok je u drugom stupcu prikazan redom zbroj maksimalne tri vrijednosti prosječnih mjesečnih oborina, zatim zbroj maksimalne četiri vrijednosti prosječnih mjesečnih oborina i tako redom do zbroja svih 12 vrijednosti prosječnih mjesečnih oborina u toj godini.

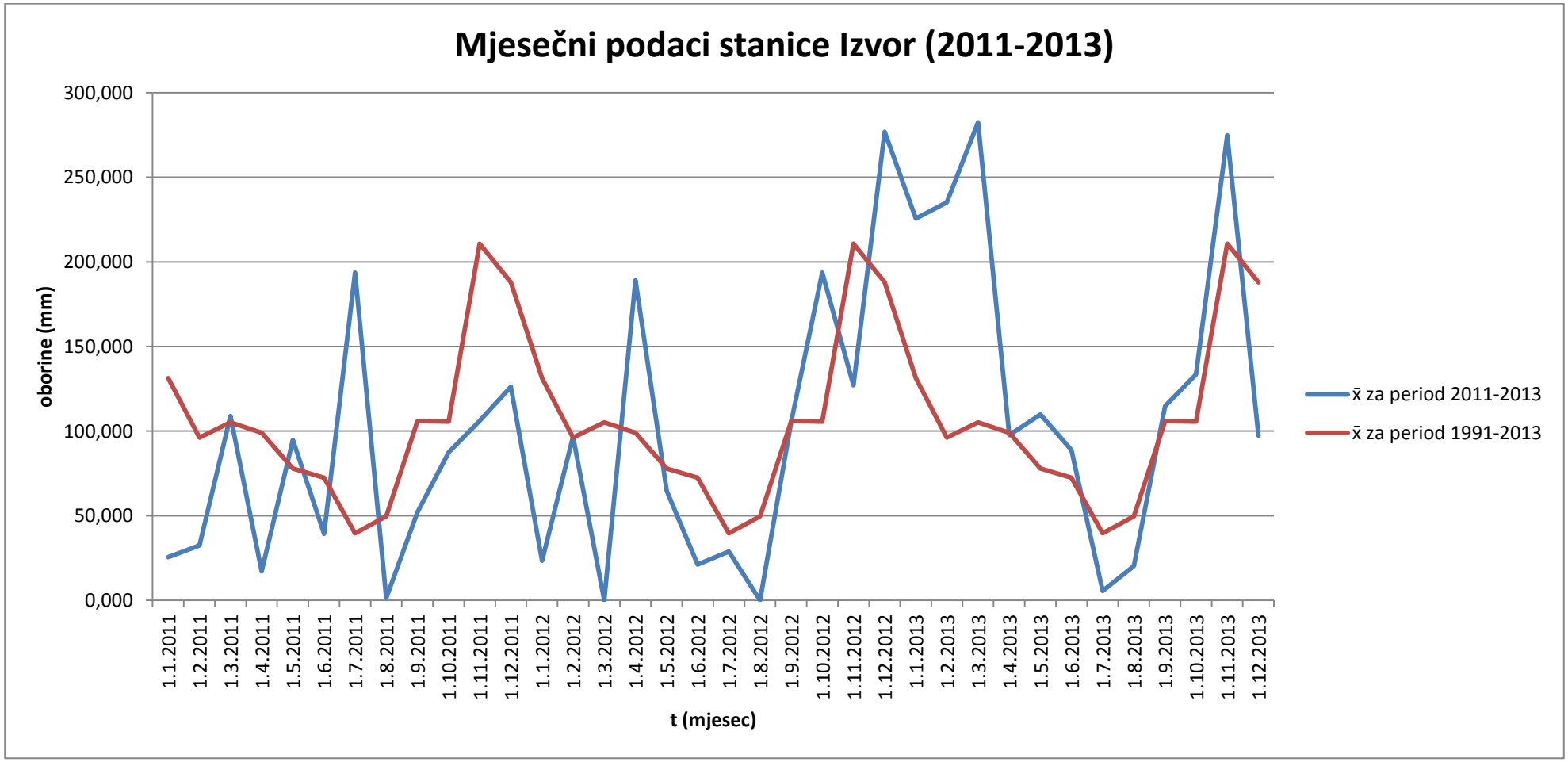
Zbroj izmjerenih mjesečnih oborina (mm)	Zbroj srednjih mjesečnih oborina (mm)
743,100	529,861
840,800	635,817
950,600	741,448
1039,400	846,670
1045,000	945,648
1065,300	1041,809
1180,100	1119,740
1313,600	1192,222
1588,400	1241,912
1685,800	1281,546

Tabela 5.35. Testiranje završetka suše

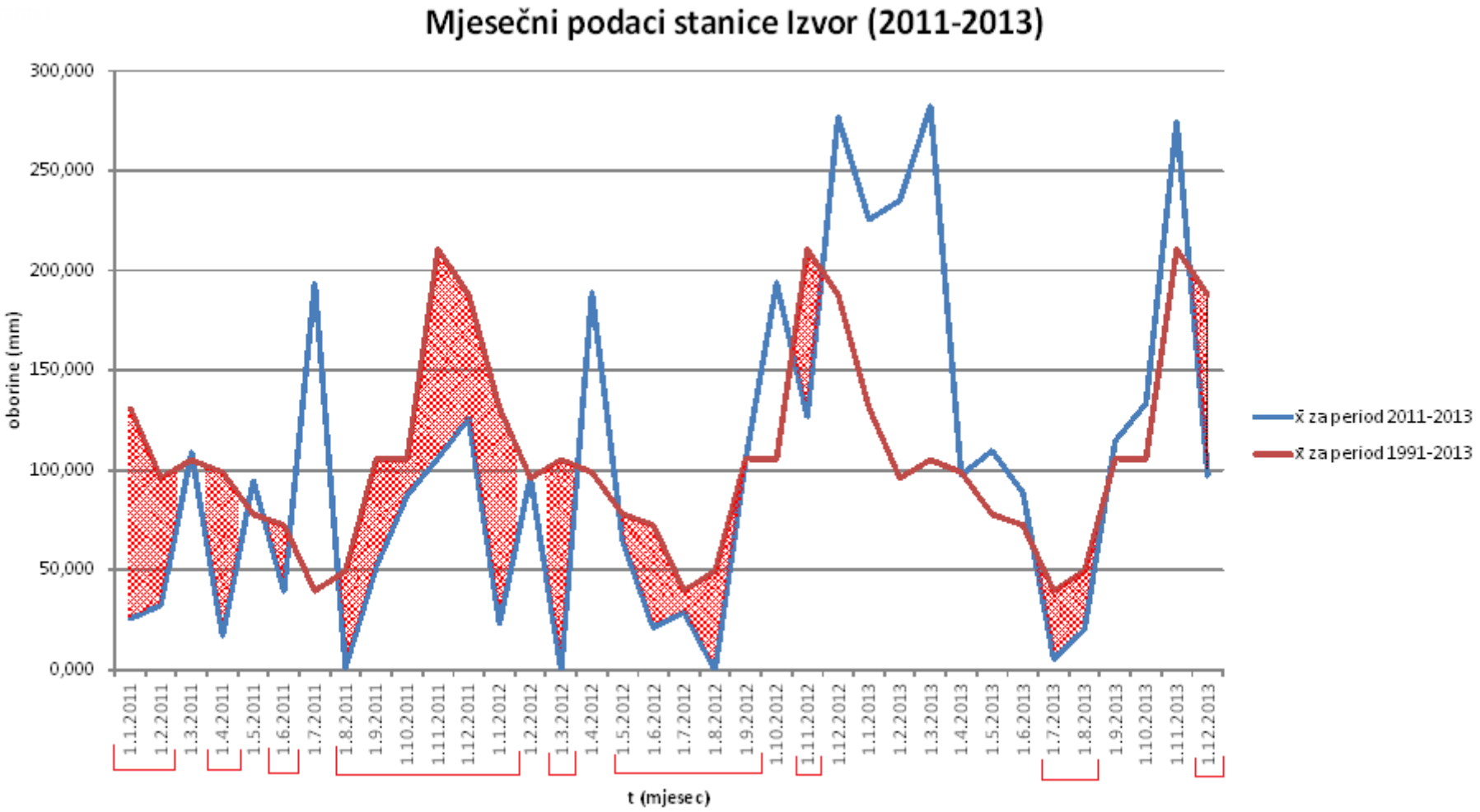
Uočavamo da se već u prvom retku javlja da je zbroj vrijednosti oborina u prva tri mjeseca perioda veći od zbroja triju maksimalnih vrijednosti srednjih mjesečnih oborina te godine pa se može zaključiti kako je došlo do prestaka suše. Paralelno sa ovim testom vrši se i algebarsko zbrajanje razlika oborina te ukoliko suma razlika postane negativna prije kraja prethodnog testa smatra se da je došlo do privremenog prekida suše. Budući da je zbroj razlika za prva tri mjeseca testiranja pozitivna (410,452 mm), smatra se da je suša završena.

Na slici 5.36. prikazan je hidrogram srednjih mjesečnih oborina dobivenih za dva različita perioda; 1990.-2013. i 2011.-2013.

Na slici 5.37. prikazani su sušni periodi dobiveni modificiranom metodom na temelju podataka o oborinama.



Slika 5.36. Prikaz mjesečnih oborina za period 2011.-2013. (plava boja) i srednjih mjesečnih oborina za period 1991.-2013. (crvena boja)



Slika 5.37. Prikaz sušnih perioda dobivenih modificiranom metodom na temelju podataka o oborinama

5.2.5. Određivanje trajanja, jakosti i intenziteta sušnih perioda

U tablicama 5.36. i 5.37. prikazane su karakteristike sušnih perioda koje su dobivene na temelju podataka o protocima i oborinama: početak i kraj, trajanje, jačina i intenzitet. Ljubičastom bojom spojeni su sušni periodi koji se mogu smatrati jednim događajem kako je to definirano modificiranom metodom. Intenzitet sušnog perioda dobije se osrednjavanjem deficita sušnih perioda, dok se jačina dobije množenjem intenziteta i trajanja sušnih perioda.

Redni broj	Početak	Kraj	Trajanje (dana)	Jačina (m^3)	Intenzitet (m^3/s)
1	travanj-11	lipanj-11	91	4874688,0	0,620
2	kolovoz-11	ožujak-12	243	19546531,2	0,931
3	svibanj-12	studeni-12	187	4847040,0	0,300
4	srpanj-13	listopad-13	123	1009584,0	0,095

Tabela 5.36. Prikaz karakteristika sušnih perioda dobivenih modificiranom metodom na temelju protoka

Redni broj	Početak	Kraj	Trajanje (mjesec)	Jačina (mm)	Intenzitet (mm/mjesec)
1	siječanj-11	veljača-11	2	169,326	84,663
2	travanj-11	travanj-11	1	81,879	81,879
3	lipanj-11	lipanj-11	1	33,183	33,183
4	kolovoz-11	siječanj-12	6	394,438	65,740
5	ožujak-12	ožujak-12	1	105,222	105,222
6	svibanj-12	rujan-12	5	125,193	25,039
7	studeni-12	studeni-12	1	83,657	83,657
8	srpanj-13	kolovoz-13	2	63,424	31,712
9	prosinac-13	prosinac-13	1	90,539	90,539

Tabela 5.37. Prikaz karakteristika sušnih perioda dobivenih modificiranom metodom na temelju oborina

6. ZAKLJUČAK

Na temelju podataka o protoku izmjerenih na mjernoj stanici izvora rijeke Žrnovnice u razdoblju od 1990.-2013. godine te podataka o oborinama mjerenim na kišomjernoj stanici Dugopolje u periodu 1991.-2013. godine, analiza i procjena suše se vršila za period 2011.-2013. godine. Kao rezultat navedene metode prikazani su periodi sušnih razdoblja s obzirom na različite odabrane pragove transformacije, jačine suša i intenziteti.

U navedenoj analizi promatrana je metoda tranformacije na temelju četiri različita praga tranformacije. Paralelno je promatrana modificirana metoda na temelju oborina i protoka.

Uočava se da sušni periodi dobiveni modificiranom metodom na temelju podataka o protocima počinju nešto kasnije nego periodi dobiveni na temelju oborina (travanj 2011. naspram siječnja 2011.). Razlog tome može se smatrati činjenica da meteorološka suša uzrokovana smanjenom količinom oborina s obzirom na prosjek uzrokuje smanjenje protoka u vodotocima. Naime, nakon što se na nekom području jave manje količine oborina nego što je uobičajeno za taj period iz podzemnih rezerva crpe se određene količine vode no protok u vodotoku svakako opada. Ako meteorološka suša potraje duži period ona uzrokuje male vode ili hidrološku sušu.

Budući da je metoda transformacije promatrana na temelju dnevnih podata a modificirana metoda na temelju mjesečnih podataka, metoda tranformacije nam daje detaljnije podatke o sušnim periodima. No tu se javlja problem definiranja pojma sušnog perioda, odnosno minimalnog trajanja sušnog perioda. Kako je suša interdisciplinarni problem, svaka znanstvena ili stručna grana definira neke svoje pragove transformacije i kritične količine oborina ili protoka ispod kojih se javlja suša stoga se obje metode mogu koristiti te su se pokazale dovoljno precizne.

Kao što je već navedeno, osnovni problem u analizi identifikacije suše je nedostatak pouzdane metode kojom bi se vršila usporedba suša koje su se javile u različitim razdobljima i različitim lokalitetima. Kako suša predstavlja ekstremna hidrološku pojavu koja izaziva velike gospodarske i ekološke štete, sve veći napori se ulazu u razvijanje novih i tehnološki naprednijih načina identifikacije suše koji bi nas pravovremeno mogli upozoriti na mogućnost pojave te nepogode i na taj način smanjili njene negativne posljedice.

Popis slika

Slika 2.1. Raspodjela vode u podzemlju 9
Slika 3.1. Slivno područje rijeka Jadro i Žrnovnic 11
Slika 3.2. Hidrogram rijeke Jadro (2011.-2013.) 13
Slika 3.3. Hidrogram rijeke Jadro (2011.-2013.) 14
Slika 3.4. Rijeka Žrnovnica 15
Slika 4.1. Prikaz hiperaridnog, aridnog, poluaridnog i subhumidnog područja 17
Slika 4.2. Karakteristike suše 21
Slika 5.1. Prikaz fiksnog i sezonskog, mjesečnog i dnevnog varijabilnog praga 25
Slika 5.2. Hidrogram rijeke Žrnovnice (2011.-2013.) 26
Slika 5.3. Krivulja trajanja za period 2011.-2013 27
Slika 5.4. Hidrogram sa odabranim fiksnim pragom transformacije 28
Slika 5.5. Krivulja trajanja za period 1.1.2011.-31.3.2011. 30
Slika 5.6. Krivulja trajanja za period 1.4.2011.-30.9.2011. 31
Slika 5.7. Krivulja trajanja za period 1.10.2011.-31.3.2012. 32
Slika 5.8. Krivulja trajanja za period 1.4.2012.-30.9.2012. 33
Slika 5.9. Krivulja trajanja za period 1.10.2012.-31.3.2013. 34
Slika 5.10. Krivulja trajanja za period 1.4.2013.-30.9.2013. 35
Slika 5.11. Krivulja trajanja za period 1.10.2013.-31.12.2013. 36
Slika 5.12. Hidrogram sa odabranim varijabilnim sezonskim pragom transformacije 37
Slika 5.13. Krivulja trajanja za period 1.1.2011.-30.4.2011. 39
Slika 5.14. Krivulja trajanja za period 1.5.2011.-30.9.2011. 40
Slika 5.15. Krivulja trajanja za period 1.10.2011.-30.4.2012. 41
Slika 5.16. Krivulja trajanja za period 1.5.2012.-30.9.2012. 42
Slika 5.17. Krivulja trajanja za period 1.10.2012.-30.4.2013. 43
Slika 5.18. Krivulja trajanja za period 1.5.2013.-30.9.2013. 44
Slika 5.19. Krivulja trajanja za period 1.10.2013.-31.12.2013. 45
Slika 5.20. Hidrogram sa varijabilnim sezonskim pragom transformacije odabranim na temelju hidrološke godine 46
Slika 5.21. Krivulja trajanja za period 1.1.2011.-31.12.2011. 48
Slika 5.22. Krivulja trajanja za period 1.1.2012.-31.12.2012. 50
Slika 5.23. Krivulja trajanja za period 1.1.2013.-31.12.2013. 51
Slika 5.24. Hidrogram sa odabranim varijabilnim godišnjim pragom transformacije 52
Slika 5.25. Hidrogram sa odabranim fiksnim godišnjim pragom transformacije 54
Slika 5.26. Hidrogram sa odabranim varijabilnim sezonskim (1.travnja-1.listopada) pragom transformacije 55
Slika 5.27. Hidrogram sa odabranim varijabilnim sezonskim (1.svibnja-1.listopada) pragom transformacije 56
Slika 5.28. Hidrogram sa odabranim varijabilnim godišnjim pragom transformacije 57
Slika 5.29. Hidrogram sa usvojenim fiksnim pragom transformacije za cijelo promatrano razdoblje: Q_{90}=0,55 m^3/s 59
Slika 5.30. Hidrogram sa usvojenim minimalnim sezonskim (1.travnja-1.listopada) pragom transformacije za cijelo promatrano razdoblje: Q_{90}=0,40 m^3/s 60
Slika 5.31. Hidrogram sa usvojenim maksimalnim sezonskim (1.travnja-1.listopada) pragom transformacije za cijelo promatrano razdoblje: Q_{90}=1,05 m^3/s 61
Slika 5.32. Hidrogram sa usvojenim maksimalnim sezonskim (1.svibnja-1.listopada) pragom transformacije za cijelo promatrano razdoblje: Q_{90}=0,90 m^3/s 62
Slika 5.33. Hidrogram sa usvojenim maksimalnim godišnjim pragom transformacije za cijelo promatrano razdoblje: Q_{90}=0,45 m^3/s 63
Slika 5.34. Prikaz srednjih mjesečnih protoka dobivenih za 2 različita vremenska perioda 76

Slika 5.35. Prikaz sušnih perioda dobivenih modificiranom metodom na temelju podataka o protocima _____ *77*
Slika 5.36. Prikaz mjesečnih oborina za period 2011.-2013. (plava boja) i srednjih mjesečnih oborina za period 1991.-2013. (crvena boja) _____ *85*
Slika 5.37. Prikaz sušnih perioda dobivenih modificiranom metodom na temelju podataka o oborinama _____ *86*

Popis tablica

Tabela 5.1. Izračun krivulje trajanja za period 2011.-2013. 27
Tabela 5.2. Izračun krivulje trajanja za period 1.1.2011.-31.3.2011. 30
Tabela 5.3. Izračun krivulje trajanja za period 1.4.2011.-30.9.2011. 31
Tabela 5.4. Izračun krivulje trajanja za period 1.10.2011.-31.3.2012. 32
Tabela 5.5. Izračun krivulje trajanja za period 1.4.2012.-30.9.2012. 33
Tabela 5.6. Izračun krivulje trajanja za period 1.10.2012.31.3.2013. 34
Tabela 5.7. Izračun krivulje trajanja za period 1.4.2013.-30.9.2013. 35
Tabela 5.8. Izračun krivulje trajanja za period 1.10.2013.-31.12.2013. 36
Tabela 5.9. Izračun krivulje trajanja za period 1.1.2011.-30.4.2011. 39
Tabela 5.10. Izračun krivulje trajanja za period 1.5.2011.-30.9.2011. 40
Tabela 5.11. Izračun krivulje trajanja za period 1.10.2011.-30.4.2012. 41
Tabela 5.12. Izračun krivulje trajanja za period 1.5.2012.-30.9.2012. 42
Tabela 5.13 Izračun krivulje trajanja za period 1.10.2012.-30.4.2013. 43
Tabela 5.14. Izračun krivulje trajanja za period 1.5.2013.-30.9.2013. 44
Tabela 5.15. Izračun krivulje trajanja za period 1.10.2013.-31.12.2013. 45
Tabela 5.16. Izračun krivulje trajanja za period 1.1.2011.-31.12.2011. 48
Tabela 5.17. Izračun krivulje trajanja za period 1.1.2012.-31.12.2012. 49
Tabela 5.18. Izračun krivulje trajanja za period 1.1.2013.-31.12.2013. 51
Tabela 5.19. Prikaz karakteristika sušnog perioda kada je odabran prag trasformacije Q_{90}=0,55 m^3/s 64
Tabela 5.20. Prikaz karakteristika sušnog perioda kada je odabran prag trasformacije Q_{90}=0,40 m^3/s 64
Tabela 5.21. Prikaz karakteristika sušnog perioda kada je odabran prag trasformacije Q_{90}=1,05 m^3/s 64
Tabela 5.22. Prikaz karakteristika sušnog perioda kada je odabran prag trasformacije Q_{90}=0,90 m^3/s 65
Tabela 5.23. Prikaz karakteristika sušnog perioda kada je odabran prag trasformacije Q_{90}=0,45 m^3/s 65
Tabela 5.24. Srednji mjesečni protoci za period 1990.-2013. 69
Tabela 5.25. Srednji mjesečni protoci za period 2011.-2013. 70
Tabela 5.26. Prikaz D(t), W(t) i E(t) za period 2011.-2013. 71
Tabela 5.27. Prikaz MMD, MAD i X za period 2011.-2013. 72
Tabela 5.28. Prikaz pomične skale i apsolutnih vrijednosti zbroja D(t) za period 2011.-2013. godine 73
Tabela 5.29. Testiranje završetka suše 74
Tabela 5.30. Prosječne mjesečne oborine za period 1991.-2013. godine 78
Tabela 5.31. Mjesečne oborine za period 2011.-2013. godine 79
Tabela 5.32. Prikaz D(t), W(t) i E(t) za period 2011.-2013. 80
Tabela 5.33. Prikaz MMD, MAD i X za period 2011.-2013. 81
Tabela 5.34. Prikaz pomične skale i apsolutnih vrijednosti zbroja D(t) za period 2011.-2013. godine 82
Tabela 5.35. Testiranje završetka suše 84
Tabela 5.36. Prikaz karakteristika sušnih perioda dobivenih modificiranom metodom na temelju protoka 87
Tabela 5.37. Prikaz karakteristika sušnih perioda dobivenih modificiranom metodom na temelju oborina 87

Popis literature

[1] S. Mohan, N.C.V.Rangacharya: A modified method for drought identification, 2009

[2] WMO: Manual on low-flow estimation and prediction, 2009

[3] F. Fiorillo: Spring hydrographs as indicators of droughts in a karst environment, 2009

[4] O. Bonacci: Hydrological identification of drought, 2006

[5] H. Hrelja: Inženjerska hidrologija, 2007

[6] https://hr.wikipedia.org/wiki/Žrnovnica_(Split)

[7] http://www.voda.hr/sites/default/files/pdf_clanka/hv_79-80_2012_37-42_bonacci.pdf

[8] P.H. Herbst, D.B. Bredenkamp, H.M.G. Barker: A technique for the evaluation of drought from rainfall data (str. 264-272), 1966

Prilozi

Prilog 1 – Dnevni podaci o protoku stanice Izvor Žrnovnice za period 2011.-2013. godine

Prilog 2 – Mjesečni podaci o protoku stanice Izvor Žrnovnice za period 2011.-2013. godine

Prilog 3 - Dnevni podaci o oborinama sa kišomjerne Dugopolje za period 2011.-2013. godine

Prilog 4 - Mjesečni podaci o oborinama sa kišomjerne Dugopolje za period 2011.-2013. godine

Prilog 1

Datum	Protok (m3/s)
1.1.2011	2,475
2.1.2011	2,309
3.1.2011	2,211
4.1.2011	2,050
5.1.2011	1,975
6.1.2011	1,817
7.1.2011	1,698
8.1.2011	1,625
9.1.2011	1,610
10.1.2011	1,565
11.1.2011	1,625
12.1.2011	2,170
13.1.2011	2,138
14.1.2011	2,000
15.1.2011	1,846
16.1.2011	1,680
17.1.2011	1,610
18.1.2011	1,525
19.1.2011	1,403
20.1.2011	1,363
21.1.2011	1,539
22.1.2011	1,577
23.1.2011	1,493
24.1.2011	1,501
25.1.2011	1,477
26.1.2011	1,433
27.1.2011	1,367
28.1.2011	1,329
29.1.2011	1,279
30.1.2011	1,245
31.1.2011	1,213
1.2.2011	1,200
2.2.2011	1,190
3.2.2011	1,150
4.2.2011	1,078
5.2.2011	1,053
6.2.2011	1,048
7.2.2011	1,037
8.2.2011	1,035
9.2.2011	1,017
10.2.2011	1,004
11.2.2011	0,968
12.2.2011	0,945
13.2.2011	0,908
14.2.2011	0,905
15.2.2011	0,900
16.2.2011	0,893
17.2.2011	2,013
18.2.2011	2,133
19.2.2011	1,875
20.2.2011	1,671
21.2.2011	1,608
22.2.2011	1,767
23.2.2011	1,608
24.2.2011	1,447
25.2.2011	1,349
26.2.2011	1,271
27.2.2011	1,222
28.2.2011	1,193
1.3.2011	1,132
2.3.2011	1,430
3.3.2011	2,174
4.3.2011	2,151
5.3.2011	1,993
6.3.2011	1,867
7.3.2011	1,779
8.3.2011	1,608
9.3.2011	1,482
10.3.2011	1,406
11.3.2011	1,318
12.3.2011	1,235
13.3.2011	1,210
14.3.2011	2,690
15.3.2011	3,819
16.3.2011	3,268
17.3.2011	7,199
18.3.2011	7,829
19.3.2011	5,752
20.3.2011	4,011
21.3.2011	3,316
22.3.2011	2,891
23.3.2011	2,560
24.3.2011	2,304
25.3.2011	2,267
26.3.2011	2,110
27.3.2011	1,908
28.3.2011	1,800
29.3.2011	1,800
30.3.2011	1,734
31.3.2011	1,643
1.4.2011	1,553
2.4.2011	1,483
3.4.2011	1,430
4.4.2011	1,363
5.4.2011	1,303
6.4.2011	1,260
7.4.2011	1,225
8.4.2011	1,192
9.4.2011	1,158
10.4.2011	1,127
11.4.2011	1,077
12.4.2011	1,055
13.4.2011	1,128
14.4.2011	1,145
15.4.2011	1,067
16.4.2011	1,013
17.4.2011	0,962
18.4.2011	0,920
19.4.2011	0,896
20.4.2011	0,879
21.4.2011	0,848
22.4.2011	0,829
23.4.2011	0,820
24.4.2011	0,807
25.4.2011	0,778
26.4.2011	0,797
27.4.2011	0,778
28.4.2011	0,770
29.4.2011	0,768
30.4.2011	0,770
1.5.2011	0,992
2.5.2011	1,235
3.5.2011	2,400
4.5.2011	3,290
5.5.2011	2,483
6.5.2011	1,925
7.5.2011	1,604
8.5.2011	1,354
9.5.2011	1,187
10.5.2011	1,065
11.5.2011	0,994
12.5.2011	0,933
13.5.2011	0,897
14.5.2011	0,859
15.5.2011	0,859
16.5.2011	0,884
17.5.2011	0,873
18.5.2011	0,855
19.5.2011	0,847
20.5.2011	0,838
21.5.2011	0,829
22.5.2011	0,826
23.5.2011	0,826
24.5.2011	0,819
25.5.2011	0,792

26.5.2011	0,768
27.5.2011	0,750
28.5.2011	0,734
29.5.2011	0,724
30.5.2011	0,704
31.5.2011	0,684
1.6.2011	0,695
2.6.2011	0,702
3.6.2011	0,751
4.6.2011	0,783
5.6.2011	0,750
6.6.2011	0,727
7.6.2011	0,704
8.6.2011	0,699
9.6.2011	0,823
10.6.2011	0,832
11.6.2011	0,798
12.6.2011	0,766
13.6.2011	0,739
14.6.2011	0,729
15.6.2011	0,712
16.6.2011	0,694
17.6.2011	0,678
18.6.2011	0,662
19.6.2011	0,671
20.6.2011	0,654
21.6.2011	0,643
22.6.2011	0,640
23.6.2011	0,640
24.6.2011	0,631
25.6.2011	0,622
26.6.2011	0,623
27.6.2011	0,614
28.6.2011	0,603
29.6.2011	0,599
30.6.2011	0,606
1.7.2011	0,613
2.7.2011	0,592
3.7.2011	0,583
4.7.2011	0,575
5.7.2011	0,581
6.7.2011	0,575
7.7.2011	0,568
8.7.2011	0,565
9.7.2011	0,566
10.7.2011	0,564
11.7.2011	0,548
12.7.2011	0,541
13.7.2011	0,532
14.7.2011	0,533
15.7.2011	0,535
16.7.2011	0,533
17.7.2011	0,531
18.7.2011	0,528
19.7.2011	0,529
20.7.2011	0,560
21.7.2011	0,566
22.7.2011	0,572
23.7.2011	0,583
24.7.2011	0,649
25.7.2011	0,719
26.7.2011	0,654
27.7.2011	0,624
28.7.2011	0,603
29.7.2011	1,018
30.7.2011	1,059
31.7.2011	0,851
1.8.2011	0,736
2.8.2011	0,692
3.8.2011	0,656
4.8.2011	0,648
5.8.2011	0,614
6.8.2011	0,602
7.8.2011	0,592
8.8.2011	0,577
9.8.2011	0,578
10.8.2011	0,563
11.8.2011	0,555
12.8.2011	0,559
13.8.2011	0,557
14.8.2011	0,547
15.8.2011	0,551
16.8.2011	0,517
17.8.2011	0,480
18.8.2011	0,466
19.8.2011	0,451
20.8.2011	0,443
21.8.2011	0,443
22.8.2011	0,428
23.8.2011	0,431
24.8.2011	0,437
25.8.2011	0,441
26.8.2011	0,430
27.8.2011	0,418
28.8.2011	0,432
29.8.2011	0,427
30.8.2011	0,433
31.8.2011	0,423
1.9.2011	0,417
2.9.2011	0,409
3.9.2011	0,416
4.9.2011	0,415
5.9.2011	0,420
6.9.2011	0,425
7.9.2011	0,408
8.9.2011	0,412
9.9.2011	0,394
10.9.2011	0,388
11.9.2011	0,394
12.9.2011	0,393
13.9.2011	0,402
14.9.2011	0,402
15.9.2011	0,403
16.9.2011	0,401
17.9.2011	0,404
18.9.2011	0,400
19.9.2011	0,404
20.9.2011	0,405
21.9.2011	0,399
22.9.2011	0,393
23.9.2011	0,380
24.9.2011	0,372
25.9.2011	0,375
26.9.2011	0,380
27.9.2011	0,384
28.9.2011	0,373
29.9.2011	0,373
30.9.2011	0,387
1.10.2011	0,387
2.10.2011	0,392
3.10.2011	0,412
4.10.2011	0,412
5.10.2011	0,412
6.10.2011	0,426
7.10.2011	0,440
8.10.2011	0,455
9.10.2011	0,462
10.10.2011	0,445
11.10.2011	0,437
12.10.2011	0,425
13.10.2011	0,429
14.10.2011	0,434
15.10.2011	0,425
16.10.2011	0,431
17.10.2011	0,410
18.10.2011	0,413
19.10.2011	0,407
20.10.2011	0,438
21.10.2011	0,646
22.10.2011	0,602
23.10.2011	0,554
24.10.2011	0,514
25.10.2011	0,508

26.10.2011	0,509
27.10.2011	1,427
28.10.2011	1,504
29.10.2011	1,013
30.10.2011	0,828
31.10.2011	0,714
1.11.2011	0,654
2.11.2011	0,594
3.11.2011	0,574
4.11.2011	0,565
5.11.2011	0,551
6.11.2011	0,546
7.11.2011	1,482
8.11.2011	1,402
9.11.2011	7,642
10.11.2011	4,058
11.11.2011	2,621
12.11.2011	2,037
13.11.2011	1,538
14.11.2011	1,216
15.11.2011	1,036
16.11.2011	0,930
17.11.2011	0,858
18.11.2011	0,808
19.11.2011	0,766
20.11.2011	0,730
21.11.2011	0,702
22.11.2011	0,683
23.11.2011	1,763
24.11.2011	6,261
25.11.2011	4,551
26.11.2011	3,101
27.11.2011	2,355
28.11.2011	1,880
29.11.2011	1,506
30.11.2011	1,219
1.12.2011	1,079
2.12.2011	0,986
3.12.2011	0,947
4.12.2011	0,893
5.12.2011	0,855
6.12.2011	0,906
7.12.2011	0,921
8.12.2011	0,906
9.12.2011	0,869
10.12.2011	0,842
11.12.2011	0,824
12.12.2011	0,795
13.12.2011	3,358
14.12.2011	3,532
15.12.2011	2,785
16.12.2011	2,381
17.12.2011	3,342
18.12.2011	3,914
19.12.2011	4,493
20.12.2011	4,763
21.12.2011	3,679
22.12.2011	3,051
23.12.2011	2,628
24.12.2011	2,353
25.12.2011	2,051
26.12.2011	1,842
27.12.2011	1,633
28.12.2011	1,523
29.12.2011	1,401
30.12.2011	1,312
31.12.2011	1,269
1.1.2012	1,168
2.1.2012	1,110
3.1.2012	1,068
4.1.2012	1,077
5.1.2012	1,117
6.1.2012	1,279
7.1.2012	1,327
8.1.2012	1,238
9.1.2012	1,150
10.1.2012	1,097
11.1.2012	1,027
12.1.2012	0,980
13.1.2012	0,947
14.1.2012	0,912
15.1.2012	0,872
16.1.2012	0,847
17.1.2012	0,831
18.1.2012	0,804
19.1.2012	0,790
20.1.2012	0,790
21.1.2012	0,798
22.1.2012	0,798
23.1.2012	0,798
24.1.2012	0,878
25.1.2012	1,123
26.1.2012	1,075
27.1.2012	0,997
28.1.2012	0,961
29.1.2012	0,939
30.1.2012	0,909
31.1.2012	0,873
1.2.2012	0,864
2.2.2012	0,858
3.2.2012	0,835
4.2.2012	0,857
5.2.2012	0,864
6.2.2012	0,831
7.2.2012	0,815
8.2.2012	0,760
9.2.2012	0,742
10.2.2012	0,741
11.2.2012	0,733
12.2.2012	0,723
13.2.2012	0,706
14.2.2012	0,739
15.2.2012	0,814
16.2.2012	0,783
17.2.2012	0,797
18.2.2012	0,854
19.2.2012	1,015
20.2.2012	1,428
21.2.2012	3,170
22.2.2012	2,942
23.2.2012	2,629
24.2.2012	2,401
25.2.2012	2,426
26.2.2012	2,438
27.2.2012	2,401
28.2.2012	2,145
29.2.2012	1,947
1.3.2012	1,860
2.3.2012	1,830
3.3.2012	1,840
4.3.2012	1,812
5.3.2012	1,685
6.3.2012	1,570
7.3.2012	1,466
8.3.2012	1,359
9.3.2012	1,259
10.3.2012	1,170
11.3.2012	1,140
12.3.2012	1,112
13.3.2012	1,045
14.3.2012	0,994
15.3.2012	0,977
16.3.2012	0,974
17.3.2012	0,955
18.3.2012	0,965
19.3.2012	0,983
20.3.2012	0,979
21.3.2012	0,948
22.3.2012	0,914
23.3.2012	0,891
24.3.2012	0,848
25.3.2012	0,838
26.3.2012	0,816

27.3.2012	0,781
28.3.2012	0,745
29.3.2012	0,726
30.3.2012	0,730
31.3.2012	0,714
1.4.2012	0,707
2.4.2012	0,698
3.4.2012	0,698
4.4.2012	0,695
5.4.2012	0,678
6.4.2012	0,702
7.4.2012	2,149
8.4.2012	11,048
9.4.2012	6,394
10.4.2012	3,483
11.4.2012	2,584
12.4.2012	3,889
13.4.2012	3,203
14.4.2012	2,635
15.4.2012	2,790
16.4.2012	3,223
17.4.2012	3,443
18.4.2012	3,593
19.4.2012	3,771
20.4.2012	8,917
21.4.2012	7,948
22.4.2012	4,654
23.4.2012	3,234
24.4.2012	2,624
25.4.2012	2,603
26.4.2012	2,740
27.4.2012	2,465
28.4.2012	2,150
29.4.2012	1,957
30.4.2012	1,760
1.5.2012	1,626
2.5.2012	1,523
3.5.2012	1,443
4.5.2012	1,380
5.5.2012	1,308
6.5.2012	1,253
7.5.2012	1,187
8.5.2012	1,163
9.5.2012	1,138
10.5.2012	1,135
11.5.2012	1,123
12.5.2012	1,108
13.5.2012	1,085
14.5.2012	1,052
15.5.2012	1,008
16.5.2012	0,987
17.5.2012	1,002
18.5.2012	0,964
19.5.2012	0,923
20.5.2012	0,884
21.5.2012	0,848
22.5.2012	0,938
23.5.2012	1,132
24.5.2012	1,029
25.5.2012	0,948
26.5.2012	0,908
27.5.2012	0,873
28.5.2012	0,844
29.5.2012	0,819
30.5.2012	0,814
31.5.2012	0,798
1.6.2012	0,784
2.6.2012	0,764
3.6.2012	0,766
4.6.2012	0,749
5.6.2012	0,874
6.6.2012	0,887
7.6.2012	0,829
8.6.2012	0,802
9.6.2012	0,771
10.6.2012	0,768
11.6.2012	0,735
12.6.2012	0,744
13.6.2012	0,742
14.6.2012	0,716
15.6.2012	0,707
16.6.2012	0,699
17.6.2012	0,680
18.6.2012	0,721
19.6.2012	0,715
20.6.2012	0,707
21.6.2012	0,702
22.6.2012	0,694
23.6.2012	0,695
24.6.2012	0,700
25.6.2012	0,694
26.6.2012	0,691
27.6.2012	0,690
28.6.2012	0,680
29.6.2012	0,665
30.6.2012	0,650
1.7.2012	0,641
2.7.2012	0,619
3.7.2012	0,630
4.7.2012	0,628
5.7.2012	0,626
6.7.2012	0,612
7.7.2012	0,598
8.7.2012	0,587
9.7.2012	0,580
10.7.2012	0,572
11.7.2012	0,576
12.7.2012	0,576
13.7.2012	0,572
14.7.2012	0,571
15.7.2012	0,576
16.7.2012	0,575
17.7.2012	0,574
18.7.2012	0,569
19.7.2012	0,568
20.7.2012	0,572
21.7.2012	0,578
22.7.2012	0,576
23.7.2012	0,568
24.7.2012	0,576
25.7.2012	0,580
26.7.2012	0,577
27.7.2012	0,575
28.7.2012	0,571
29.7.2012	0,557
30.7.2012	0,542
31.7.2012	0,533
1.8.2012	0,521
2.8.2012	0,518
3.8.2012	0,519
4.8.2012	0,528
5.8.2012	0,526
6.8.2012	0,515
7.8.2012	0,508
8.8.2012	0,511
9.8.2012	0,515
10.8.2012	0,515
11.8.2012	0,516
12.8.2012	0,511
13.8.2012	0,516
14.8.2012	0,508
15.8.2012	0,525
16.8.2012	0,508
17.8.2012	0,496
18.8.2012	0,485
19.8.2012	0,483
20.8.2012	0,476
21.8.2012	0,461
22.8.2012	0,447
23.8.2012	0,450
24.8.2012	0,430
25.8.2012	0,416
26.8.2012	0,412

27.8.2012	0,400
28.8.2012	0,398
29.8.2012	0,400
30.8.2012	0,396
31.8.2012	0,384
1.9.2012	0,389
2.9.2012	0,417
3.9.2012	0,432
4.9.2012	0,438
5.9.2012	0,439
6.9.2012	0,447
7.9.2012	0,454
8.9.2012	0,444
9.9.2012	0,435
10.9.2012	0,430
11.9.2012	0,409
12.9.2012	0,408
13.9.2012	0,425
14.9.2012	0,465
15.9.2012	0,476
16.9.2012	0,464
17.9.2012	0,439
18.9.2012	0,428
19.9.2012	0,425
20.9.2012	0,461
21.9.2012	0,462
22.9.2012	0,450
23.9.2012	0,438
24.9.2012	0,420
25.9.2012	0,412
26.9.2012	0,401
27.9.2012	0,404
28.9.2012	0,405
29.9.2012	0,395
30.9.2012	0,396
1.10.2012	0,397
2.10.2012	0,529
3.10.2012	0,585
4.10.2012	0,511
5.10.2012	0,467
6.10.2012	0,452
7.10.2012	0,448
8.10.2012	0,434
9.10.2012	0,430
10.10.2012	0,428
11.10.2012	0,422
12.10.2012	0,939
13.10.2012	1,950
14.10.2012	1,588
15.10.2012	1,365
16.10.2012	2,032
17.10.2012	1,926
18.10.2012	1,506
19.10.2012	1,247
20.10.2012	1,083
21.10.2012	0,982
22.10.2012	0,914
23.10.2012	0,838
24.10.2012	0,809
25.10.2012	0,780
26.10.2012	0,756
27.10.2012	1,010
28.10.2012	1,714
29.10.2012	1,835
30.10.2012	2,268
31.10.2012	2,009
1.11.2012	4,815
2.11.2012	4,338
3.11.2012	2,805
4.11.2012	2,322
5.11.2012	2,045
6.11.2012	1,940
7.11.2012	1,766
8.11.2012	1,715
9.11.2012	1,628
10.11.2012	1,518
11.11.2012	1,461
12.11.2012	1,367
13.11.2012	1,288
14.11.2012	1,203
15.11.2012	1,148
16.11.2012	1,112
17.11.2012	1,052
18.11.2012	1,015
19.11.2012	0,980
20.11.2012	0,958
21.11.2012	0,908
22.11.2012	0,876
23.11.2012	0,845
24.11.2012	0,835
25.11.2012	0,828
26.11.2012	0,818
27.11.2012	0,788
28.11.2012	0,880
29.11.2012	2,319
30.11.2012	4,012
1.12.2012	5,276
2.12.2012	6,318
3.12.2012	7,573
4.12.2012	4,755
5.12.2012	4,258
6.12.2012	3,830
7.12.2012	3,073
8.12.2012	7,681
9.12.2012	8,343
10.12.2012	5,208
11.12.2012	3,576
12.12.2012	2,831
13.12.2012	2,439
14.12.2012	2,205
15.12.2012	3,407
16.12.2012	5,762
17.12.2012	5,353
18.12.2012	12,331
19.12.2012	8,617
20.12.2012	5,280
21.12.2012	3,612
22.12.2012	2,906
23.12.2012	2,513
24.12.2012	2,272
25.12.2012	2,078
26.12.2012	2,023
27.12.2012	2,076
28.12.2012	2,561
29.12.2012	3,014
30.12.2012	2,650
31.12.2012	2,368
1.1.2013	2,117
2.1.2013	1,970
3.1.2013	1,797
4.1.2013	1,718
5.1.2013	1,663
6.1.2013	1,595
7.1.2013	1,540
8.1.2013	1,483
9.1.2013	1,449
10.1.2013	1,420
11.1.2013	1,583
12.1.2013	1,710
13.1.2013	1,739
14.1.2013	1,851
15.1.2013	2,431
16.1.2013	3,683
17.1.2013	5,045
18.1.2013	5,595
19.1.2013	4,243
20.1.2013	3,765
21.1.2013	10,291
22.1.2013	13,425
23.1.2013	9,815
24.1.2013	10,715
25.1.2013	11,505
26.1.2013	7,753

27.1.2013	5,385
28.1.2013	4,033
29.1.2013	3,010
30.1.2013	2,653
31.1.2013	2,443
1.2.2013	2,243
2.2.2013	2,144
3.2.2013	2,588
4.2.2013	2,580
5.2.2013	2,384
6.2.2013	2,218
7.2.2013	2,148
8.2.2013	2,059
9.2.2013	2,013
10.2.2013	1,897
11.2.2013	1,775
12.2.2013	4,741
13.2.2013	11,987
14.2.2013	13,821
15.2.2013	9,312
16.2.2013	6,078
17.2.2013	4,224
18.2.2013	3,181
19.2.2013	2,835
20.2.2013	2,514
21.2.2013	2,263
22.2.2013	2,132
23.2.2013	3,456
24.2.2013	6,853
25.2.2013	7,383
26.2.2013	5,108
27.2.2013	3,544
28.2.2013	2,841
1.3.2013	2,508
2.3.2013	2,297
3.3.2013	2,116
4.3.2013	2,055
5.3.2013	1,943
6.3.2013	1,808
7.3.2013	2,538
8.3.2013	3,200
9.3.2013	4,850
10.3.2013	5,775
11.3.2013	8,347
12.3.2013	9,043
13.3.2013	6,893
14.3.2013	10,553
15.3.2013	8,993
16.3.2013	5,920
17.3.2013	4,010
18.3.2013	4,565
19.3.2013	8,110
20.3.2013	6,184
21.3.2013	5,277
22.3.2013	5,067
23.3.2013	3,749
24.3.2013	3,030
25.3.2013	3,505
26.3.2013	12,260
27.3.2013	7,797
28.3.2013	5,105
29.3.2013	3,749
30.3.2013	3,110
31.3.2013	3,641
1.4.2013	5,416
2.4.2013	10,319
3.4.2013	10,855
4.4.2013	7,155
5.4.2013	4,977
6.4.2013	3,880
7.4.2013	3,114
8.4.2013	2,820
9.4.2013	2,525
10.4.2013	2,359
11.4.2013	2,169
12.4.2013	2,153
13.4.2013	2,030
14.4.2013	1,930
15.4.2013	1,853
16.4.2013	1,748
17.4.2013	1,673
18.4.2013	1,560
19.4.2013	1,500
20.4.2013	1,455
21.4.2013	1,393
22.4.2013	1,358
23.4.2013	1,312
24.4.2013	1,253
25.4.2013	1,222
26.4.2013	1,190
27.4.2013	1,170
28.4.2013	1,143
29.4.2013	1,110
30.4.2013	1,065
1.5.2013	1,024
2.5.2013	0,985
3.5.2013	0,967
4.5.2013	0,935
5.5.2013	0,920
6.5.2013	0,909
7.5.2013	1,014
8.5.2013	1,138
9.5.2013	1,100
10.5.2013	1,058
11.5.2013	1,024
12.5.2013	0,989
13.5.2013	0,958
14.5.2013	0,903
15.5.2013	0,876
16.5.2013	0,850
17.5.2013	0,838
18.5.2013	0,801
19.5.2013	0,760
20.5.2013	0,727
21.5.2013	0,726
22.5.2013	0,731
23.5.2013	0,820
24.5.2013	0,964
25.5.2013	0,903
26.5.2013	1,387
27.5.2013	1,983
28.5.2013	1,742
29.5.2013	1,528
30.5.2013	1,478
31.5.2013	1,862
1.6.2013	2,563
2.6.2013	2,632
3.6.2013	2,231
4.6.2013	1,907
5.6.2013	1,701
6.6.2013	1,667
7.6.2013	1,493
8.6.2013	1,405
9.6.2013	1,313
10.6.2013	1,243
11.6.2013	1,147
12.6.2013	1,065
13.6.2013	1,002
14.6.2013	0,967
15.6.2013	0,921
16.6.2013	0,896
17.6.2013	0,853
18.6.2013	0,831
19.6.2013	0,809
20.6.2013	0,782
21.6.2013	0,752
22.6.2013	0,726
23.6.2013	0,716
24.6.2013	0,716
25.6.2013	0,757
26.6.2013	0,741
27.6.2013	0,712
28.6.2013	0,699

29.6.2013	0,699
30.6.2013	0,688
1.7.2013	0,646
2.7.2013	0,645
3.7.2013	0,618
4.7.2013	0,661
5.7.2013	0,662
6.7.2013	0,690
7.7.2013	0,659
8.7.2013	0,636
9.7.2013	0,635
10.7.2013	0,632
11.7.2013	0,621
12.7.2013	0,618
13.7.2013	0,605
14.7.2013	0,598
15.7.2013	0,587
16.7.2013	0,592
17.7.2013	0,582
18.7.2013	0,578
19.7.2013	0,575
20.7.2013	0,563
21.7.2013	0,562
22.7.2013	0,549
23.7.2013	0,543
24.7.2013	0,545
25.7.2013	0,535
26.7.2013	0,524
27.7.2013	0,517
28.7.2013	0,524
29.7.2013	0,520
30.7.2013	0,514
31.7.2013	0,510
1.8.2013	0,504
2.8.2013	0,500
3.8.2013	0,500
4.8.2013	0,498
5.8.2013	0,489
6.8.2013	0,491
7.8.2013	0,491
8.8.2013	0,496
9.8.2013	0,494
10.8.2013	0,485
11.8.2013	0,490
12.8.2013	0,485
13.8.2013	0,483
14.8.2013	0,475
15.8.2013	0,469
16.8.2013	0,466
17.8.2013	0,475
18.8.2013	0,469
19.8.2013	0,465
20.8.2013	0,461
21.8.2013	0,458
22.8.2013	0,463
23.8.2013	0,463
24.8.2013	0,465
25.8.2013	0,472
26.8.2013	0,463
27.8.2013	0,471
28.8.2013	0,494
29.8.2013	0,473
30.8.2013	0,457
31.8.2013	0,448
1.9.2013	0,441
2.9.2013	0,430
3.9.2013	0,417
4.9.2013	0,399
5.9.2013	0,405
6.9.2013	0,408
7.9.2013	0,400
8.9.2013	0,405
9.9.2013	0,392
10.9.2013	0,396
11.9.2013	0,451
12.9.2013	0,595
13.9.2013	0,596
14.9.2013	0,559
15.9.2013	0,497
16.9.2013	1,110
17.9.2013	0,813
18.9.2013	0,643
19.9.2013	0,586
20.9.2013	0,549
21.9.2013	0,509
22.9.2013	0,503
23.9.2013	0,487
24.9.2013	0,483
25.9.2013	0,484
26.9.2013	0,479
27.9.2013	0,475
28.9.2013	0,470
29.9.2013	0,465
30.9.2013	1,178
1.10.2013	1,649
2.10.2013	1,096
3.10.2013	0,826
4.10.2013	0,707
5.10.2013	0,661
6.10.2013	0,620
7.10.2013	0,995
8.10.2013	1,610
9.10.2013	1,662
10.10.2013	1,771
11.10.2013	1,576
12.10.2013	1,368
13.10.2013	1,175
14.10.2013	1,018
15.10.2013	0,911
16.10.2013	2,310
17.10.2013	2,785
18.10.2013	1,913
19.10.2013	1,515
20.10.2013	1,254
21.10.2013	1,088
22.10.2013	0,988
23.10.2013	0,918
24.10.2013	0,851
25.10.2013	0,811
26.10.2013	0,773
27.10.2013	0,739
28.10.2013	0,728
29.10.2013	0,724
30.10.2013	0,702
31.10.2013	0,683
1.11.2013	0,672
2.11.2013	0,670
3.11.2013	0,666
4.11.2013	0,667
5.11.2013	0,685
6.11.2013	0,817
7.11.2013	0,744
8.11.2013	0,703
9.11.2013	0,679
10.11.2013	0,674
11.11.2013	1,734
12.11.2013	2,559
13.11.2013	1,662
14.11.2013	1,359
15.11.2013	1,170
16.11.2013	1,019
17.11.2013	0,933
18.11.2013	0,890
19.11.2013	1,079
20.11.2013	3,920
21.11.2013	5,622
22.11.2013	4,776
23.11.2013	14,032
24.11.2013	11,284
25.11.2013	7,325
26.11.2013	4,834
27.11.2013	3,300
28.11.2013	2,692

29.11.2013	2,359
30.11.2013	2,147
1.12.2013	2,044
2.12.2013	1,960
3.12.2013	1,933
4.12.2013	1,853
5.12.2013	1,771
6.12.2013	1,707
7.12.2013	1,633
8.12.2013	1,563
9.12.2013	1,481
10.12.2013	1,409

11.12.2013	1,345
12.12.2013	1,275
13.12.2013	1,215
14.12.2013	1,183
15.12.2013	1,140
16.12.2013	1,105
17.12.2013	1,062
18.12.2013	1,020
19.12.2013	0,997
20.12.2013	0,976
21.12.2013	0,942
22.12.2013	0,932

23.12.2013	0,911
24.12.2013	0,884
25.12.2013	0,867
26.12.2013	1,364
27.12.2013	12,712
28.12.2013	9,076
29.12.2013	5,087
30.12.2013	3,384
31.12.2013	2,693

Prilog 2

Datum	Protok (m3/s)
siječanj-11	1,682
veljača-11	1,267
ožujak-11	2,570
travanj-11	1,040
svibanj-11	1,124
lipanj-11	0,693
srpanj-11	0,607
kolovoz-11	0,520
rujan-11	0,398
listopad-11	0,558
studeni-11	1,821
prosinac-11	2,004
siječanj-12	0,986
veljača-12	1,354
ožujak-12	1,127
travanj-12	3,248
svibanj-12	1,072
lipanj-12	0,734
srpanj-12	0,582
kolovoz-12	0,520
rujan-12	0,430
listopad-12	1,053
studeni-12	1,653
prosinac-12	4,393
siječanj-13	4,175
veljača-13	4,154
ožujak-13	5,097
travanj-13	2,790
svibanj-13	1,061
lipanj-13	1,154
srpanj-13	0,589
kolovoz-13	0,478
rujan-13	0,534
listopad-13	1,175
studeni-13	2,722
prosinac-13	2,178

Prilog 3

Datum	Oborine (mm)
1.1.2011	0
2.1.2011	0,3
3.1.2011	0
4.1.2011	0
5.1.2011	0
6.1.2011	0
7.1.2011	0
8.1.2011	0
9.1.2011	0
10.1.2011	0
11.1.2011	0
12.1.2011	12,9
13.1.2011	0
14.1.2011	0
15.1.2011	0
16.1.2011	0
17.1.2011	0
18.1.2011	0
19.1.2011	0
20.1.2011	0
21.1.2011	10,3
22.1.2011	0
23.1.2011	0,4
24.1.2011	0
25.1.2011	0
26.1.2011	0
27.1.2011	1,7
28.1.2011	0
29.1.2011	0
30.1.2011	0
31.1.2011	0
1.2.2011	0
2.2.2011	0
3.2.2011	0
4.2.2011	0
5.2.2011	0
6.2.2011	0
7.2.2011	0
8.2.2011	0
9.2.2011	0
10.2.2011	0
11.2.2011	0
12.2.2011	0
13.2.2011	0
14.2.2011	0
15.2.2011	0
16.2.2011	0
17.2.2011	32,1
18.2.2011	0
19.2.2011	0
20.2.2011	0
21.2.2011	0
22.2.2011	0
23.2.2011	0
24.2.2011	0
25.2.2011	0
26.2.2011	0,4
27.2.2011	0
28.2.2011	0
1.3.2011	0
2.3.2011	0
3.3.2011	25,7
4.3.2011	0
5.3.2011	0
6.3.2011	0
7.3.2011	0
8.3.2011	0
9.3.2011	0
10.3.2011	0
11.3.2011	0
12.3.2011	0
13.3.2011	0
14.3.2011	9,2
15.3.2011	1,4
16.3.2011	0,3
17.3.2011	65,5
18.3.2011	0,4
19.3.2011	0
20.3.2011	0
21.3.2011	0
22.3.2011	0
23.3.2011	0
24.3.2011	0
25.3.2011	0
26.3.2011	0
27.3.2011	0
28.3.2011	2,2
29.3.2011	4,2
30.3.2011	0
31.3.2011	0
1.4.2011	0
2.4.2011	0
3.4.2011	0
4.4.2011	0
5.4.2011	0
6.4.2011	0
7.4.2011	0
8.4.2011	0
9.4.2011	0
10.4.2011	0
11.4.2011	0
12.4.2011	0
13.4.2011	6,1
14.4.2011	4,2
15.4.2011	0
16.4.2011	0
17.4.2011	0
18.4.2011	0
19.4.2011	0
20.4.2011	0
21.4.2011	0
22.4.2011	0
23.4.2011	0
24.4.2011	0
25.4.2011	0
26.4.2011	0
27.4.2011	6,8
28.4.2011	0
29.4.2011	0
30.4.2011	0
1.5.2011	10,5
2.5.2011	13,7
3.5.2011	15,3
4.5.2011	4,7
5.5.2011	0
6.5.2011	0
7.5.2011	0
8.5.2011	0
9.5.2011	0
10.5.2011	0
11.5.2011	0
12.5.2011	0
13.5.2011	0
14.5.2011	0
15.5.2011	0
16.5.2011	29,7
17.5.2011	3,8
18.5.2011	3,3
19.5.2011	4,9
20.5.2011	0
21.5.2011	0
22.5.2011	0
23.5.2011	0
24.5.2011	8,6
25.5.2011	0,3

26.5.2011	0
27.5.2011	0
28.5.2011	0
29.5.2011	0
30.5.2011	0
31.5.2011	0
1.6.2011	0
2.6.2011	18,2
3.6.2011	3,3
4.6.2011	2,7
5.6.2011	0
6.6.2011	0
7.6.2011	0
8.6.2011	2,2
9.6.2011	4,8
10.6.2011	0
11.6.2011	0
12.6.2011	0
13.6.2011	0
14.6.2011	0
15.6.2011	8,1
16.6.2011	0
17.6.2011	0
18.6.2011	0
19.6.2011	0
20.6.2011	0
21.6.2011	0
22.6.2011	0
23.6.2011	0
24.6.2011	0
25.6.2011	0
26.6.2011	0
27.6.2011	0
28.6.2011	0
29.6.2011	0
30.6.2011	0
1.7.2011	2,8
2.7.2011	0
3.7.2011	0,3
4.7.2011	0
5.7.2011	2,1
6.7.2011	2,8
7.7.2011	0
8.7.2011	0
9.7.2011	0
10.7.2011	0
11.7.2011	0
12.7.2011	0
13.7.2011	0
14.7.2011	0
15.7.2011	0

16.7.2011	0
17.7.2011	0
18.7.2011	0
19.7.2011	0
20.7.2011	26,7
21.7.2011	0
22.7.2011	10,6
23.7.2011	0
24.7.2011	34,7
25.7.2011	32,9
26.7.2011	0
27.7.2011	0,5
28.7.2011	9,3
29.7.2011	63,8
30.7.2011	7,1
31.7.2011	0
1.8.2011	0
2.8.2011	0
3.8.2011	0
4.8.2011	1,4
5.8.2011	0
6.8.2011	0
7.8.2011	0
8.8.2011	0
9.8.2011	0
10.8.2011	0
11.8.2011	0
12.8.2011	0
13.8.2011	0
14.8.2011	0
15.8.2011	0
16.8.2011	0
17.8.2011	0
18.8.2011	0
19.8.2011	0
20.8.2011	0
21.8.2011	0
22.8.2011	0
23.8.2011	0
24.8.2011	0
25.8.2011	0
26.8.2011	0
27.8.2011	0
28.8.2011	0
29.8.2011	0
30.8.2011	0
31.8.2011	0
1.9.2011	0
2.9.2011	0
3.9.2011	0
4.9.2011	0

5.9.2011	0
6.9.2011	33,2
7.9.2011	0
8.9.2011	0
9.9.2011	0
10.9.2011	0
11.9.2011	0
12.9.2011	0
13.9.2011	0
14.9.2011	0
15.9.2011	0
16.9.2011	0
17.9.2011	0
18.9.2011	0
19.9.2011	0
20.9.2011	17,1
21.9.2011	1,8
22.9.2011	0
23.9.2011	0
24.9.2011	0
25.9.2011	0
26.9.2011	0
27.9.2011	0
28.9.2011	0
29.9.2011	0
30.9.2011	0
1.10.2011	0
2.10.2011	0
3.10.2011	0
4.10.2011	0
5.10.2011	0
6.10.2011	0
7.10.2011	0
8.10.2011	8,3
9.10.2011	0
10.10.2011	0
11.10.2011	0
12.10.2011	0
13.10.2011	0
14.10.2011	0
15.10.2011	0
16.10.2011	0
17.10.2011	0
18.10.2011	0
19.10.2011	0
20.10.2011	0
21.10.2011	50,1
22.10.2011	4,7
23.10.2011	2,2
24.10.2011	0
25.10.2011	2,5

26.10.2011	0,3
27.10.2011	15,1
28.10.2011	4,3
29.10.2011	0
30.10.2011	0
31.10.2011	0
1.11.2011	0
2.11.2011	0
3.11.2011	0
4.11.2011	0
5.11.2011	0
6.11.2011	0
7.11.2011	32,2
8.11.2011	0
9.11.2011	27,5
10.11.2011	0
11.11.2011	0
12.11.2011	0
13.11.2011	0
14.11.2011	0
15.11.2011	0
16.11.2011	0
17.11.2011	0
18.11.2011	0
19.11.2011	0
20.11.2011	0
21.11.2011	0
22.11.2011	0
23.11.2011	8,3
24.11.2011	38,1
25.11.2011	0
26.11.2011	0
27.11.2011	0
28.11.2011	0
29.11.2011	0
30.11.2011	0
1.12.2011	0
2.12.2011	0
3.12.2011	0
4.12.2011	0
5.12.2011	7,3
6.12.2011	1,4
7.12.2011	0
8.12.2011	0
9.12.2011	0
10.12.2011	0
11.12.2011	0
12.12.2011	0,7
13.12.2011	39,4
14.12.2011	0
15.12.2011	18,5

16.12.2011	2,9
17.12.2011	15,3
18.12.2011	7,4
19.12.2011	18,5
20.12.2011	14,8
21.12.2011	0
22.12.2011	0
23.12.2011	0
24.12.2011	0
25.12.2011	0
26.12.2011	0
27.12.2011	0
28.12.2011	0
29.12.2011	0
30.12.2011	0
31.12.2011	0
1.1.2012	0
2.1.2012	0
3.1.2012	0
4.1.2012	0
5.1.2012	5,3
6.1.2012	0,7
7.1.2012	0
8.1.2012	0
9.1.2012	0
10.1.2012	0
11.1.2012	0
12.1.2012	0
13.1.2012	0
14.1.2012	0
15.1.2012	0
16.1.2012	0
17.1.2012	0
18.1.2012	0
19.1.2012	0
20.1.2012	0
21.1.2012	9,7
22.1.2012	0
23.1.2012	0
24.1.2012	4,5
25.1.2012	3,2
26.1.2012	0
27.1.2012	0
28.1.2012	0
29.1.2012	0
30.1.2012	0
31.1.2012	0
1.2.2012	0
2.2.2012	6,7
3.2.2012	16,4
4.2.2012	30,9

5.2.2012	9
6.2.2012	0
7.2.2012	0
8.2.2012	0
9.2.2012	0
10.2.2012	0
11.2.2012	19,1
12.2.2012	2,7
13.2.2012	1,5
14.2.2012	0
15.2.2012	0
16.2.2012	0,7
17.2.2012	0
18.2.2012	0
19.2.2012	0
20.2.2012	0
21.2.2012	8,3
22.2.2012	0
23.2.2012	0
24.2.2012	0
25.2.2012	0
26.2.2012	0
27.2.2012	1,4
28.2.2012	0
29.2.2012	0
1.3.2012	0
2.3.2012	0
3.3.2012	0
4.3.2012	0
5.3.2012	0
6.3.2012	0
7.3.2012	0
8.3.2012	0
9.3.2012	0
10.3.2012	0
11.3.2012	0
12.3.2012	0
13.3.2012	0
14.3.2012	0
15.3.2012	0
16.3.2012	0
17.3.2012	0
18.3.2012	0
19.3.2012	0
20.3.2012	0
21.3.2012	0
22.3.2012	0
23.3.2012	0
24.3.2012	0
25.3.2012	0
26.3.2012	0

27.3.2012	0
28.3.2012	0
29.3.2012	0
30.3.2012	0
31.3.2012	0
1.4.2012	0
2.4.2012	0
3.4.2012	0
4.4.2012	0
5.4.2012	0
6.4.2012	1,5
7.4.2012	13,2
8.4.2012	48,5
9.4.2012	18,5
10.4.2012	0
11.4.2012	0
12.4.2012	17,6
13.4.2012	0
14.4.2012	3,2
15.4.2012	7,1
16.4.2012	3,1
17.4.2012	5,8
18.4.2012	8,4
19.4.2012	0
20.4.2012	44,7
21.4.2012	2,2
22.4.2012	0
23.4.2012	2
24.4.2012	0
25.4.2012	13,4
26.4.2012	0
27.4.2012	0
28.4.2012	0
29.4.2012	0
30.4.2012	0
1.5.2012	0
2.5.2012	0
3.5.2012	0
4.5.2012	0
5.5.2012	0
6.5.2012	0
7.5.2012	1,3
8.5.2012	7,2
9.5.2012	0
10.5.2012	0
11.5.2012	0
12.5.2012	0
13.5.2012	0
14.5.2012	4,8
15.5.2012	0,5
16.5.2012	0

17.5.2012	8,4
18.5.2012	0
19.5.2012	0
20.5.2012	0
21.5.2012	0,2
22.5.2012	9,3
23.5.2012	12,2
24.5.2012	0
25.5.2012	7,7
26.5.2012	0
27.5.2012	0
28.5.2012	0
29.5.2012	0
30.5.2012	11,9
31.5.2012	1,3
1.6.2012	0
2.6.2012	0
3.6.2012	0
4.6.2012	0
5.6.2012	19,7
6.6.2012	0
7.6.2012	0
8.6.2012	0
9.6.2012	0
10.6.2012	0
11.6.2012	1,5
12.6.2012	0
13.6.2012	0
14.6.2012	0
15.6.2012	0
16.6.2012	0
17.6.2012	0
18.6.2012	0
19.6.2012	0
20.6.2012	0
21.6.2012	0
22.6.2012	0
23.6.2012	0
24.6.2012	0
25.6.2012	0
26.6.2012	0
27.6.2012	0
28.6.2012	0
29.6.2012	0
30.6.2012	0
1.7.2012	0
2.7.2012	0
3.7.2012	0
4.7.2012	0
5.7.2012	0
6.7.2012	0

7.7.2012	0
8.7.2012	0
9.7.2012	0
10.7.2012	0
11.7.2012	0
12.7.2012	0
13.7.2012	0
14.7.2012	0
15.7.2012	0
16.7.2012	0
17.7.2012	0
18.7.2012	0
19.7.2012	0
20.7.2012	0
21.7.2012	0
22.7.2012	0
23.7.2012	3,1
24.7.2012	1,5
25.7.2012	24,3
26.7.2012	0
27.7.2012	0
28.7.2012	0
29.7.2012	0
30.7.2012	0
31.7.2012	0
1.8.2012	0
2.8.2012	0
3.8.2012	0
4.8.2012	0
5.8.2012	0
6.8.2012	0
7.8.2012	0
8.8.2012	0
9.8.2012	0
10.8.2012	0
11.8.2012	0
12.8.2012	0
13.8.2012	0
14.8.2012	0
15.8.2012	0
16.8.2012	0
17.8.2012	0
18.8.2012	0
19.8.2012	0
20.8.2012	0
21.8.2012	0
22.8.2012	0
23.8.2012	0
24.8.2012	0
25.8.2012	0
26.8.2012	0

27.8.2012	0
28.8.2012	0
29.8.2012	0
30.8.2012	0
31.8.2012	0
1.9.2012	0
2.9.2012	13,4
3.9.2012	0
4.9.2012	3,5
5.9.2012	0
6.9.2012	0
7.9.2012	0
8.9.2012	0
9.9.2012	0
10.9.2012	0
11.9.2012	0
12.9.2012	0
13.9.2012	52,3
14.9.2012	18,8
15.9.2012	5,4
16.9.2012	0
17.9.2012	0
18.9.2012	0
19.9.2012	0
20.9.2012	12,2
21.9.2012	0
22.9.2012	0
23.9.2012	0
24.9.2012	0
25.9.2012	0
26.9.2012	0
27.9.2012	0
28.9.2012	0
29.9.2012	0
30.9.2012	0
1.10.2012	0
2.10.2012	4,1
3.10.2012	5
4.10.2012	1,8
5.10.2012	0
6.10.2012	0
7.10.2012	0
8.10.2012	0
9.10.2012	0
10.10.2012	7,1
11.10.2012	0
12.10.2012	3,2
13.10.2012	52,5
14.10.2012	13,1
15.10.2012	0
16.10.2012	23,7
17.10.2012	8,4
18.10.2012	0
19.10.2012	0
20.10.2012	0
21.10.2012	0
22.10.2012	0
23.10.2012	0
24.10.2012	0
25.10.2012	0
26.10.2012	0
27.10.2012	37,1
28.10.2012	6,8
29.10.2012	7,7
30.10.2012	23,2
31.10.2012	0
1.11.2012	13,6
2.11.2012	3,5
3.11.2012	0
4.11.2012	0
5.11.2012	0
6.11.2012	4,7
7.11.2012	5,6
8.11.2012	0
9.11.2012	0
10.11.2012	0
11.11.2012	0
12.11.2012	0
13.11.2012	1,8
14.11.2012	0
15.11.2012	0
16.11.2012	0
17.11.2012	0
18.11.2012	0
19.11.2012	0,7
20.11.2012	0
21.11.2012	0,5
22.11.2012	0
23.11.2012	0
24.11.2012	0
25.11.2012	0
26.11.2012	0
27.11.2012	0
28.11.2012	0
29.11.2012	61,2
30.11.2012	35,4
1.12.2012	24,7
2.12.2012	24,1
3.12.2012	14,7
4.12.2012	0
5.12.2012	10
6.12.2012	0
7.12.2012	0
8.12.2012	75,3
9.12.2012	1,4
10.12.2012	0
11.12.2012	3,5
12.12.2012	0
13.12.2012	0
14.12.2012	0
15.12.2012	22,5
16.12.2012	5,7
17.12.2012	7,5
18.12.2012	61,2
19.12.2012	0
20.12.2012	0
21.12.2012	0
22.12.2012	0
23.12.2012	0
24.12.2012	0
25.12.2012	0
26.12.2012	0
27.12.2012	10,5
28.12.2012	12,2
29.12.2012	3,5
30.12.2012	0
31.12.2012	0
1.1.2013	0
2.1.2013	0
3.1.2013	2,4
4.1.2013	0
5.1.2013	0
6.1.2013	0
7.1.2013	0
8.1.2013	0
9.1.2013	0
10.1.2013	1,3
11.1.2013	10,6
12.1.2013	5,4
13.1.2013	0
14.1.2013	13,4
15.1.2013	27,1
16.1.2013	2,5
17.1.2013	22,8
18.1.2013	1,2
19.1.2013	0
20.1.2013	2,1
21.1.2013	38,4
22.1.2013	50,7
23.1.2013	10,4
24.1.2013	16,6
25.1.2013	20,7
26.1.2013	0

27.1.2013	0
28.1.2013	0
29.1.2013	0
30.1.2013	0
31.1.2013	0
1.2.2013	0
2.2.2013	0
3.2.2013	41,1
4.2.2013	1,3
5.2.2013	0
6.2.2013	0
7.2.2013	6,3
8.2.2013	0
9.2.2013	0
10.2.2013	0
11.2.2013	0,5
12.2.2013	49,3
13.2.2013	55,2
14.2.2013	24,5
15.2.2013	0
16.2.2013	0
17.2.2013	0
18.2.2013	2,2
19.2.2013	0
20.2.2013	0
21.2.2013	1,4
22.2.2013	0
23.2.2013	35,5
24.2.2013	17,8
25.2.2013	0
26.2.2013	0
27.2.2013	0
28.2.2013	0
1.3.2013	0
2.3.2013	0
3.3.2013	0
4.3.2013	0
5.3.2013	0
6.3.2013	0
7.3.2013	15,4
8.3.2013	0,3
9.3.2013	17,7
10.3.2013	15,1
11.3.2013	20,2
12.3.2013	15,6
13.3.2013	17,7
14.3.2013	37,5
15.3.2013	4,3
16.3.2013	0
17.3.2013	0
18.3.2013	19,1
19.3.2013	18,8
20.3.2013	0
21.3.2013	16,9
22.3.2013	1
23.3.2013	0
24.3.2013	0
25.3.2013	0
26.3.2013	52,4
27.3.2013	3,5
28.3.2013	0
29.3.2013	2,2
30.3.2013	0
31.3.2013	24,7
1.4.2013	22,3
2.4.2013	33,1
3.4.2013	12,2
4.4.2013	0
5.4.2013	0
6.4.2013	5,4
7.4.2013	0
8.4.2013	0
9.4.2013	0,7
10.4.2013	7,5
11.4.2013	0
12.4.2013	0
13.4.2013	0
14.4.2013	0
15.4.2013	0
16.4.2013	0
17.4.2013	0
18.4.2013	0
19.4.2013	0
20.4.2013	0
21.4.2013	0
22.4.2013	8,4
23.4.2013	1,7
24.4.2013	0
25.4.2013	0
26.4.2013	0
27.4.2013	0
28.4.2013	6,4
29.4.2013	0
30.4.2013	0
1.5.2013	0
2.5.2013	0
3.5.2013	0
4.5.2013	0
5.5.2013	0
6.5.2013	6,7
7.5.2013	6,3
8.5.2013	5,5
9.5.2013	0
10.5.2013	0
11.5.2013	0
12.5.2013	0
13.5.2013	0
14.5.2013	0
15.5.2013	0
16.5.2013	0
17.5.2013	2,1
18.5.2013	0,3
19.5.2013	0
20.5.2013	0
21.5.2013	0
22.5.2013	5,9
23.5.2013	15,2
24.5.2013	13,8
25.5.2013	1,1
26.5.2013	22,8
27.5.2013	9,5
28.5.2013	0,8
29.5.2013	0
30.5.2013	15,7
31.5.2013	4,1
1.6.2013	43,2
2.6.2013	5,3
3.6.2013	2,4
4.6.2013	3,2
5.6.2013	0,7
6.6.2013	0
7.6.2013	0
8.6.2013	9,8
9.6.2013	0
10.6.2013	0
11.6.2013	0,7
12.6.2013	0,5
13.6.2013	0
14.6.2013	0
15.6.2013	0
16.6.2013	0
17.6.2013	0
18.6.2013	0
19.6.2013	0
20.6.2013	0
21.6.2013	0
22.6.2013	0
23.6.2013	0
24.6.2013	0
25.6.2013	18,3
26.6.2013	0
27.6.2013	0
28.6.2013	0

29.6.2013	0,5
30.6.2013	4,2
1.7.2013	0
2.7.2013	0
3.7.2013	0
4.7.2013	0
5.7.2013	0
6.7.2013	0
7.7.2013	0
8.7.2013	0
9.7.2013	0
10.7.2013	0
11.7.2013	0
12.7.2013	0
13.7.2013	4,7
14.7.2013	0
15.7.2013	0
16.7.2013	0
17.7.2013	0
18.7.2013	0
19.7.2013	0
20.7.2013	0
21.7.2013	0
22.7.2013	0
23.7.2013	0
24.7.2013	0
25.7.2013	0
26.7.2013	0
27.7.2013	0
28.7.2013	0
29.7.2013	0
30.7.2013	0,9
31.7.2013	0
1.8.2013	0
2.8.2013	0
3.8.2013	0
4.8.2013	0
5.8.2013	0
6.8.2013	0
7.8.2013	0
8.8.2013	0
9.8.2013	0
10.8.2013	0
11.8.2013	0
12.8.2013	0
13.8.2013	0
14.8.2013	0
15.8.2013	0
16.8.2013	0
17.8.2013	0
18.8.2013	0

19.8.2013	0
20.8.2013	0
21.8.2013	0
22.8.2013	0
23.8.2013	0
24.8.2013	0
25.8.2013	0
26.8.2013	5,5
27.8.2013	5,7
28.8.2013	2,5
29.8.2013	6,6
30.8.2013	0
31.8.2013	0
1.9.2013	0
2.9.2013	0
3.9.2013	0
4.9.2013	0
5.9.2013	0
6.9.2013	0
7.9.2013	0
8.9.2013	0
9.9.2013	0
10.9.2013	0
11.9.2013	11,9
12.9.2013	26,7
13.9.2013	15,8
14.9.2013	2,4
15.9.2013	0
16.9.2013	24,8
17.9.2013	0
18.9.2013	9,7
19.9.2013	0
20.9.2013	0
21.9.2013	0
22.9.2013	0
23.9.2013	0
24.9.2013	0
25.9.2013	0
26.9.2013	0
27.9.2013	0
28.9.2013	0
29.9.2013	0
30.9.2013	23,5
1.10.2013	56,3
2.10.2013	0
3.10.2013	0
4.10.2013	0
5.10.2013	0
6.10.2013	3,4
7.10.2013	0
8.10.2013	21,2

9.10.2013	6,1
10.10.2013	6,3
11.10.2013	8,2
12.10.2013	0
13.10.2013	0
14.10.2013	0
15.10.2013	0
16.10.2013	8,4
17.10.2013	23,6
18.10.2013	0
19.10.2013	0
20.10.2013	0
21.10.2013	0
22.10.2013	0
23.10.2013	0
24.10.2013	0
25.10.2013	0
26.10.2013	0
27.10.2013	0
28.10.2013	0
29.10.2013	0
30.10.2013	0
31.10.2013	0
1.11.2013	0
2.11.2013	0
3.11.2013	0
4.11.2013	0
5.11.2013	0
6.11.2013	42,8
7.11.2013	0
8.11.2013	0
9.11.2013	0
10.11.2013	3,4
11.11.2013	32,2
12.11.2013	18,5
13.11.2013	0
14.11.2013	0
15.11.2013	0
16.11.2013	0
17.11.2013	0
18.11.2013	0
19.11.2013	0
20.11.2013	38,8
21.11.2013	56,4
22.11.2013	10,2
23.11.2013	69,3
24.11.2013	3,2
25.11.2013	0
26.11.2013	0
27.11.2013	0
28.11.2013	0

29.11.2013	0
30.11.2013	0
1.12.2013	13,3
2.12.2013	4,2
3.12.2013	0
4.12.2013	0
5.12.2013	0
6.12.2013	0
7.12.2013	0
8.12.2013	0
9.12.2013	0
10.12.2013	0
11.12.2013	0
12.12.2013	0
13.12.2013	0
14.12.2013	0
15.12.2013	0
16.12.2013	0
17.12.2013	0
18.12.2013	0
19.12.2013	0
20.12.2013	0
21.12.2013	0
22.12.2013	0
23.12.2013	0
24.12.2013	0
25.12.2013	0
26.12.2013	0
27.12.2013	78,8
28.12.2013	1,1
29.12.2013	0
30.12.2013	0
31.12.2013	0

Prilog 4

Datum	Oborine (mm)
sij.11	25,600
vlj.11	32,500
ožu.11	108,900
tra.11	17,100
svi.11	94,800
lip.11	39,300
srp.11	193,600
kol.11	1,400
ruj.11	52,100
lis.11	87,500
stu.11	106,100
pro.11	126,200
sij.12	23,400
vlj.12	96,700
ožu.12	0,000
tra.12	189,200
svi.12	64,800
lip.12	21,200
srp.12	28,900
kol.12	0,000
ruj.12	105,600
lis.12	193,700
stu.12	127,000
pro.12	276,800
sij.13	225,600
vlj.13	235,100
ožu.13	282,400
tra.13	97,700
svi.13	109,800
lip.13	88,800
srp.13	5,600
kol.13	20,300
ruj.13	114,800
lis.13	133,500
stu.13	274,800
pro.13	97,400