

# Separacija hidrograma otjecanja rijeke Kamenice (Visual Basic Spreadsheet)

---

**Kusić, Jakov**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2016**

*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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:123:596577>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-17**



*Repository / Repozitorij:*

[FCEAG Repository - Repository of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



**SVEUČILIŠTE U SPLITU  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

# **DIPLOMSKI RAD**

**Jakov Kusić**

**Split, 2016.**

**SVEUČILIŠTE U SPLITU  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

**Jakov Kusić**

**Opis zadatka: Separacija hidrograma otjecanja  
rijeke Kamenice (Visual Basic Spreadsheet)**

**Diplomski rad**

**Split, 2016.**

# **Separacija hidrograma otjecanja rijeke Kamenice (Visual Basic Spreadsheet)**

## ***Sažetak:***

Radi potrebe separacije hidrograma, izrađen je kompjuterski program u računalnom jeziku Visual Basic koji koristi slijedeće metode: HYSEP 1, Chapman i Maxwell, grafičku metodu ravne linije te grafičku metodu kose linije. Program se koristi platformom MS Excel. Osim vršenja separacije hidrograma, program ima mogućnost prikaza izračunavanja krivulje protoka. Za prikazivanje rada računalnog programa korišteni su podaci dobiveni sa mjerne postaje Kristianov na rijeci Kamenice.

## ***Ključne riječi:***

Separacija hidrograma, rijeka Kamenice, Kristianov, krivulja protoka, protok, hidrogram otjecanja

## ***Hydrograph separation– river Kamenice (Visual Basic Spreadsheet Macro)***

## ***Abstract:***

A computer program written in computer language Visual Basic has been made in order to ease the process of baseflow separation. Four methods are used to do hydrograph separation: HYSEP 1, Chapman and Maxwell, straight line method and constant slope method. Program is using platform MS Excel. This computer program has also possibility to calculate Q-H curve. An example of field data from Czech Republic is given to illustrate this computer program.

## ***Keywords:***

Hydrograph separation, river Kamenice, Kristianov, Q-H curve, discharge, hydrograph

**SVEUČILIŠTE U SPLITU**

**FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

**STUDIJ: DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**

**KANDIDAT:** Jakov Kusić

**BROJ INDEKSA:** 500

**KATEDRA:** **Katedra za hidrologiju**

**PREDMET:** Inženjerska hidrologija

### **ZADATAK ZA DIPLOMSKI RAD**

Tema: Separacija hidrograma otjecanja rijeke Kamenice (Visual Basic Spreadsheet)

Opis zadatka: Za vršenje separacije hidrograma na temelju zabilježenih srednjih satnih protoka izvora ili vodotoka potrebno je izraditi kompjuterski program u računalnom jeziku Visual Basic koji koristi slijedeće metode: HYSEP 1, Chapman i Maxwell, grafičku metodu ravne linije te grafičku metodu kose linije. Za prikazivanje rada računalnog programa potrebno je koristiti podatke sa mjerne postaje Kristianov na rijeci Kamenice.

U Splitu, 10.3.2016.

Voditelj Diplomskog rada:

Prof. dr. sc. Vesna Denić Jukić

Predsjednik Povjerenstva

za završne i diplomske ispite:

Prof. dr. sc. Ivica Boko

## Sadržaj

1. Uvod.....	1
1.1. Općenito.....	1
1.2. Ulazni podaci .....	2
2. Opis područja.....	6
2.1. Općenito o području.....	6
2.2. Ekologija planina Jizera.....	8
2.3. Vodotoci.....	10
2.3.1. Općenito o vodocima na ovom području .....	10
2.3.2. Rijeka Kamenice .....	10
2.4. Vodonosnici .....	11
2.5. Meteorologija i geografija.....	12
2. Karakteristike vodotoka i slivnog područja .....	14
2.2. Metoda Thiessenovih poligona .....	14
2.3. Ulazni podaci (padaline) .....	17
2.4. Ulazni podaci (protoci) .....	27
4. Objašnjenje metoda separacije hidrograma .....	29
4.1. Uvod.....	29
4.2. Grafička metoda ravne linije.....	29
4.2.1. Postupak određivanja prve točke kod grafičkih metoda .....	29
4.2.2. Grafički način određivanja prve točke .....	30
4.2.3. Analitički način određivanja prve točke baznog otjecanja.....	31
4.2.4. Opis grafičke metode ravne linije .....	32
4.3. Grafička metoda kose linije .....	33
4.4. Metoda produžene recesije.....	34
4.5. Metoda konstantnog koeficijenta K .....	35
4.6. HYSEP METODE .....	37
4.6.1. OPĆENITO O HYSEP METODAMA .....	37
4.6.2. HYSEP 1 .....	38

4.6.3.	HYSEP 2.....	39
4.6.4.	HYSEP 3.....	40
4.7.	Metode digitalnog filtera.....	41
4.7.1.	Općenito o metodama digitalnog filtera.....	41
4.7.2.	Chapman & Maxwell.....	41
4.7.3.	Boughton.....	42
4.7.4.	Arnold & Allen.....	43
5.	Program „Separacija hidrograma“.....	43
5.1.	Općenito o programu.....	43
5.2.	Upute za korištenje programa.....	45
5.3.	VBA kod za program.....	59
6.	Rezultati programa.....	88
6.1.	Krivulja protoka.....	105
7.	Zaključak.....	106
8.	Literatura.....	107
8.1.	Tiskana literatura.....	107
8.2.	Elektronska literatura.....	107

# 1. Uvod

## 1.1. Općenito

Tema diplomskog rada je separacija hidrograma otjecanja za potok Kamenice koji se nalazi na području Jizera planina (Češka Republika) te pripada slivnom području rijeke Labe.

Separacija hidrograma predstavlja jednu od najvažnijih hidrotehničkih inženjerskih zadataka jer se tako dobiju bitne informacije za projektiranje raznih objekata na promatranom području te informacije vezane uz korištenje vodnih resursa.

Radi potreba dobivanja kvalitetnijih rezultata separacije hidrograma je izrađen računalni program koristeći programski jezik „Visual Basic“ te program „MS Excel“. Kao ulazni podaci su korišteni podaci (satni protoci) potoka Kamenice.

Program pruža mogućnost separacije hidrograma pomoću 4 metode: „HYSEP1“, „Chapman i Maxwell“, „Grafička metoda ravne linije“ i „Grafička metoda kose linije“. Osim satnih protoka, kao ulazni podaci su potrebni koeficijent recesijske krivulje  $a$  (za metodu „Chapman i Maxwell“), površina sliva izražena u kilometrima kvadratnim (za „Grafičku metodu kose linije“) te vodostaj potoka radi dobivanja krivulje protoka. Nakon što se unesu svi ulazni podaci, program izdvaja dijelove hidrograma koji bi mogli imati značajnu količinu direktnog otjecanja te na izdvojenim dijelovima hidrograma vrši separaciju hidrograma pomoću 4 navedene metode. Nakon obavljene separacije hidrograma program ispisuje dobivene podatke u uređeni PDF document.

Iako je program izrađen za potrebe separacije hidrograma potoka Kamenice, može se koristiti za bilo koji potok ili rijeku na kojima su zabilježeni nužni ulazni parametri.

Osnovna prednost ovog programa je u tome što je količina vremena potrebna da se obradi određena količina podataka višestruko manja nego da se to ide raditi klasičnim metodama ili postojećim programima.

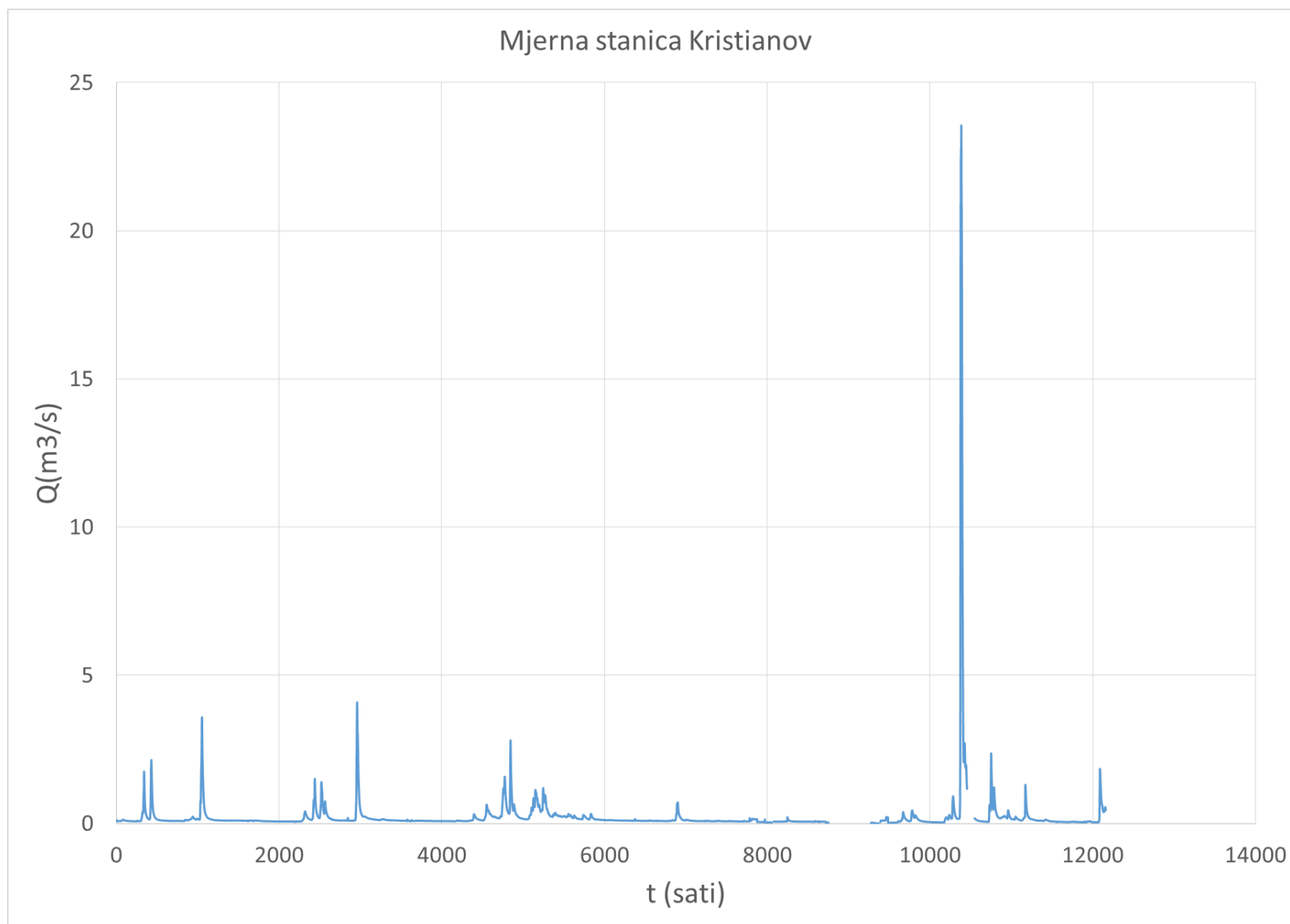
Također je moguće dalje razvijati kompjuterski program dodavajući nove opcije te optimizirajući postojeće.



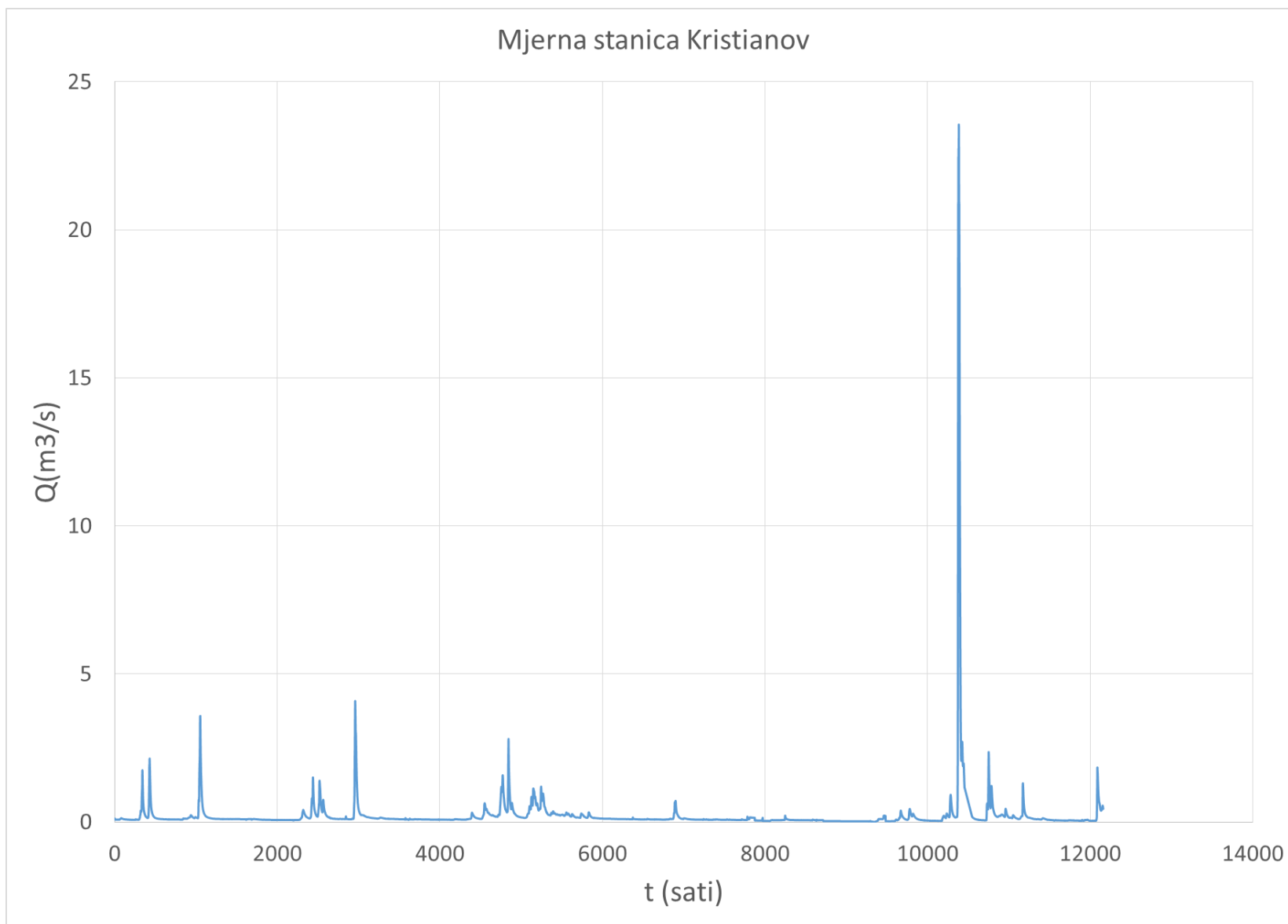
## 1.2. Ulazni podaci

Osnovni uvjet za rješavanje bilo koje zadaće u hidrologiji je posjedovanje ulaznih podataka koje će se naknadno obrađivati. U ovom slučaju su korišteni podaci s mjerne stanice Kristianov blizu samog izvora rijeke Kamenice koja mjeri protok (satni protoci) te visinu vodostaja (također satni vodostaji). Osim toga dobiveni su još podaci sa 4 kišomjerne stanice koje se nalaze u samoj blizini protoka. Podaci od svih mjernih stanica su prikupljeni u razdoblju od 9.9.2014. u 9:00 sati do 29.1.2016. u 0:00.

Što se tiče podataka o protocima, oni su zadani satno te su u velikoj većini slučajeva bili točni i potpuni. U malom broju slučajeva podaci su nedostajali, pa je tada bilo potrebno pribjegnuti metodi interpolacije, tj. aproksimativnog određivanja protoka na mjestima gdje ti podaci fale. To je bilo moguće zbog toga što je falilo jako malo podataka te nije bio problem odrediti protoke na taj način.



Slika 2.1. Prikaz dobivenih podataka sa mjerne stanice Kristianov

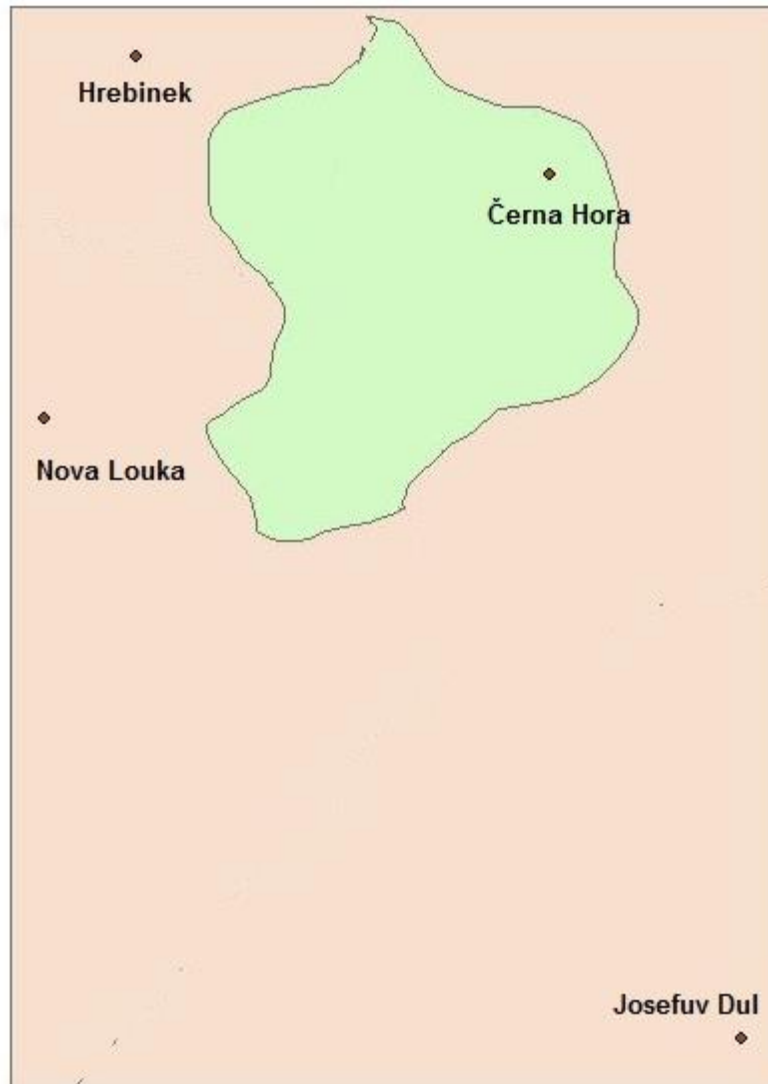


Slika 2.2. Harmonizirani podaci sa mjerne stanice Kristianov

Što se tiče podataka o visini vodostaja, oni su također uglavnom bili potpuni, pa ih nije bilo potrebe nadopunjavati.

Podaci sa kišomjernih stanica su bili dostupni sa ukupno 4 stanice (Hrebinek, Nova Louka, Černa Hora i Josefuv Dul). Postoci površina koje obuhvaća određena stanica su bili računati pomoću Thiessenovih poligona. Kod većine stanica je velik postotak podataka nedostajao, pa su se morale koristiti različite kombinacije Thiessenovih poligona.

Svi ulazni podaci će u naknadnom tekstu biti detaljnije obrađeni.



Slika 2.3. Prikaz slivnog područja Kristianov (zelena boja) te kišomjernih postaja

## 2. Opis područja

### 2.1. Općenito o području

Rijeka Kamenice izvire u slivnom području Kristianov, koje se nalazi u Jizerskim planinama. Jizerske planine su najsjevernije Češke planine koje se nalaze sjeverno od grada Libereca. Značajan dio Jizerskih planina se nalazi u Poljskom kao i najviši vrh planina Wysoka Kopa (1126 m n. m.). Jizerske planine se u hidrogeološkom smislu uglavnom sastoje od granita. Od vegetacije prevladaju livade dok od stabala prevladavaju smreke i bukve.



Slika 2.4. Lokacija planina Jizera unutar Češke Republike (Enciklopedija Britannica, [Internet], [cit. 2016-03-22], Dostupno na: <https://www.britannica.com>)

Od ukupne površine od 620 km<sup>2</sup> skoro trećina čini teritorij Poljske. Na zapadu graniče s planinama Krkonoše, na sjeveru omeđene Kameničkim grebenom, istočno su omeđene dolinom Jelenia Gora, dok su južno omeđene Černostudničkim zaleđem.

Centralni dio planina čini visoravan koja je nastala tercijalnim izdizanjem prije 24 tisuće godina. Osim najvećeg vrha Wysoka Kopa koji se nalazi na poljskoj strani, još se ističe par vrhova među kojima i vrh Jizera (1122 m n.m.) te vrh Smrk koji je ujedno i najviši vrh planina Jizera na češkoj

strani (1124 m n.m.). Vrh Smrk je poznat po tome što predstavlja jedan od najljepših pogleda u planinama te je omiljeno izletišta lokalnih mještana i turista.

Iako planine Jizera imaju par većih vrhova, niti jedan od tih vrhova nije kumovao nazivu planina, već rijeka Jizera čiji se izvor nalazi u srcu planina.

Geološki sastav planina, kao što je već rečeno, uglavnom čini granit, dok se može naći još bazalta i vapnenca na nekim mjestima. Zbog toga što granit dominira ovim područjem uvelike je određen sastav biljaka i stabala na tom području jer sastav tla nije pogodan za sve vrste biljaka te kao što je već rečeno od stabala prevladavaju smreka i bukva.



Slika 2.5. Jizera planine tokom zime (turistička zajednica Jizerskih Hora, [Internet], [cit. 2016-04-15], Dostupno na: <http://www.jizerske-hory.cz>)

## 2.2. Ekologija planina Jizera

Iako je vrijeme potrebno za stvaranje originalnog ekosustava Jizerskih planina mjereno u tisućama godina, ljudi su cjelokupni ekosustav promijenili u samo nekoliko stoljeća. Posljedica ljudskog utjecaja je značajna deforestacija i ogromna šteta, a sve to zahtjeva opsežne radove da se područje barem djelomično vrati u prijašnje stanje.

Što se tiče deforestacije, ona se polagano počela događati u Srednjem vijeku, dok se u devetnaestom stoljeću pojavom industrijske revolucije počela sve snažnije i snažnije odvijati. Ljudi su već tada pokušavali vršiti reforestaciju, ali su to radili na potpuno krivi način. Umjesto postavljanja originalne mješovite šume, domaće stanovništvo je uvozilo sadnice stabala iz drugih područja te su na određenim područjima sadili samo po jednu vrstu stabala. Takve sadnice su brzo osiromašivale tlo te su u potpunosti promijenili dotadašnji ekosistem čime su i mnoge životinje izumrle na tom području.

Također, nove vrste stabala su bile neotporne na vjetar te insekte, pa su ta stabla puno prije ugibala od originalnih stabala.

Iako je deforestacijom napravljena velika šteta, nažalost tokom dvadesetog stoljeća je napravljena mnogo veća šteta. Naime, nakon Drugog svjetskog rata na području blizu planina Jizera počinje gradnja velikog broja elektrana na ugljen te raznih tvornica koje ne udovoljavaju ekološkim standardima. Iako su planine Jizera tada bile na području Čehoslovačke, u samoj blizini su se nalazile Istočna Njemačka i Poljska koje su isto tako u blizini planina radili tvornice i elektrane. Naravno, ekološki standard ni u tim državama nije bio ni približno zadovoljen.

Tromeđa između Poljske, Čehoslovačke i Istočne Njemačke je toliko bila zahvaćena onečišćenjem da je to područje nazvano „Crni trokut Europe“.



Slika 2.6. Prikaz pH faktora vode na promatranom području tokom godina (FAO , [Internet], [cit. 2016-03-15], Dostupno na: <http://www.fao.org>)



Zbog kiselih kiša koje su se dogodile u razdoblje između 1976. i 1990. godine dogodila se još veća deforestacija nego prije, posebice na vrhovima planina. Nažalost to nije bilo sve, jer se zbog narušenog ekosustava razvila velika populacija kukca potkornjaka te je populacija tog kukca napravila najveću štetu ikada u cijeloj Europi uništivši u potpunosti 60 km<sup>2</sup> šume.

Osim toga zbog velike količine kiselih kiša je dosta oštećeno tlo na tom području što je povećalo odrone tla te smanjilo čvrstoću površinskih stijena.

Na kraju osamdestih godina dvadesetog stoljeća veliki valovi prosvjeda protiv zagađenja zahvaćaju Čehoslovačku što dovodi do smanjenja emisije štetnih plinova u tvornicama u blizini tog područja te nakon tog perioda kreće postupak obnove i oporavka područja.

Obnova područja u početku nailazi na probleme jer je bilo nužno ukloniti korijenja oštećenih stabala što je značajno povećalo eroziju, povećalo površinsko otjecanje te ispiranje tla. Zbog povećanog direktnog otjecanja vode, značajno se manji dio vode zadržavao u tlu te samim time je kvaliteta tla za sadnju novih biljaka bila smanjena.

Od početka 21. stoljeća počinju se ulagati značajna sredstva za revitalizaciju originalnog ekosistema na području planina Jizera. To je već počelo davati rezultate te je situacija danas značajno bolja nego prije 25 godina iako situacija još nije ni približno dobra kao u vremenima prije čovjekovih štetnih utjecaja.

Planine Jizera su jedan od najboljih primjera kako čovjek svojim neodgovornim ponašanjem može u jako kratkom roku u potpunosti uništiti ono što je priroda stvarala tisućama godina. Ekološka katastrofa koja se dogodila na tom mjestu bi trebao biti podsjetnik svim ljudima da priroda nije neuništiva te da je treba čuvati.



Slika 2.7. Reforestifikacija šume Jizera planina (FAO , [Internet], [cit. 2016-03-15], Dostupno na: <http://www.fao.org>)



## 2.3. Vodotoci

### 2.3.1. Općenito o vodocima na ovom području

Planine Jizera imaju dosta gustu mrežu vodotoka. Rijeke Lužička Nisa i Smeda pripadaju baltičkom slivu (ulijevaju se u rijeku Nisu), dok rijeka Jizera (čijem slivu pripada promatrana rijeka Kamenice) pripada Sjevernomorskom slivu (ulijevaju se u rijeku Labu).



Slika 2.8. Glavne rijeke Češke Republike (Wikipedia, [Internet], [cit. 2016-05-07], Dostupno na: <http://www.wikipedia.com>)

Voda se u rijeku Jizera sliva uglavnom od centralnog i istočnog dijela planina Jizera, dok se voda sa sjevernog dijela planina sliva u rijeke Bijela Smeda i Crna Smeda.

Ostale rijeke u tom području poput Bijele Nise, Crne Nise i Jerice utječu u rijeku Lužička Nisa koja protječe kroz jugozapadni dio planina Jizera.

### 2.3.2. Rijeka Kamenice

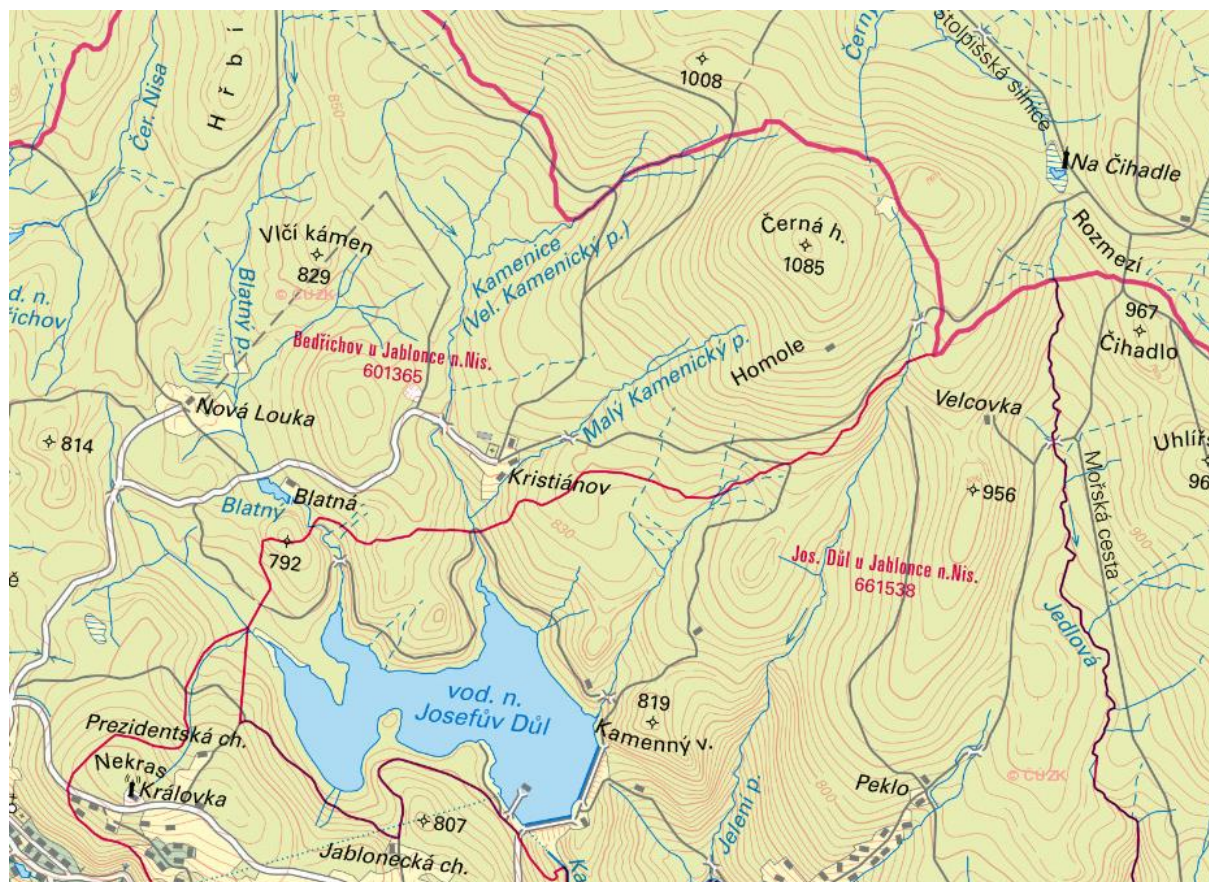
Rijeka Kamenice je značajna za ovaj diplomski rad jer su podaci koji su obrađivani izmjereni upravo na ovoj rijeci. Postaja koja je bila obrađivana za ovo područje je postaja Kristianov koja se nalazi odmah pored izvora rijeke Kamenice. Pri samom početku tečenja (blizu mjesta gdje je naša mjerna stanica) ova rijeka ima jako male protoke.

Kako rijeka Kamenice se odaljava od izvora, protoci postaju sve veći i veći te naposljetku protoci imaju sasvim respektabilne veličine. Na kraju se rijeka Kamenice ulijeva u veću rijeku Desna.

## 2.4. Vodonosnici

U drugoj polovici 19. stoljeća su se velike poplave događale u Jizerskim planinama i području zapadno od njih. Velike su se poplave događale 1846., 1850., 1860., 1875., 1890., 1897. i 1899. godine, a najgora je bila 1897. godine te je poplavila dio Libereca uzrokovavši veliku materijalnu štetu i smrt preko 100 ljudi.

Dvije godine poslije su počeli radovi na desetak novih brana koje su spriječile buduće poplave te omogućile normalan život ljudi uz to područje. Danas su te brane važne ne samo iz razloga prevencije budućih poplava, već iz razloga što sudjeluju u opskrbi vodom te reguliraju tokove vode.



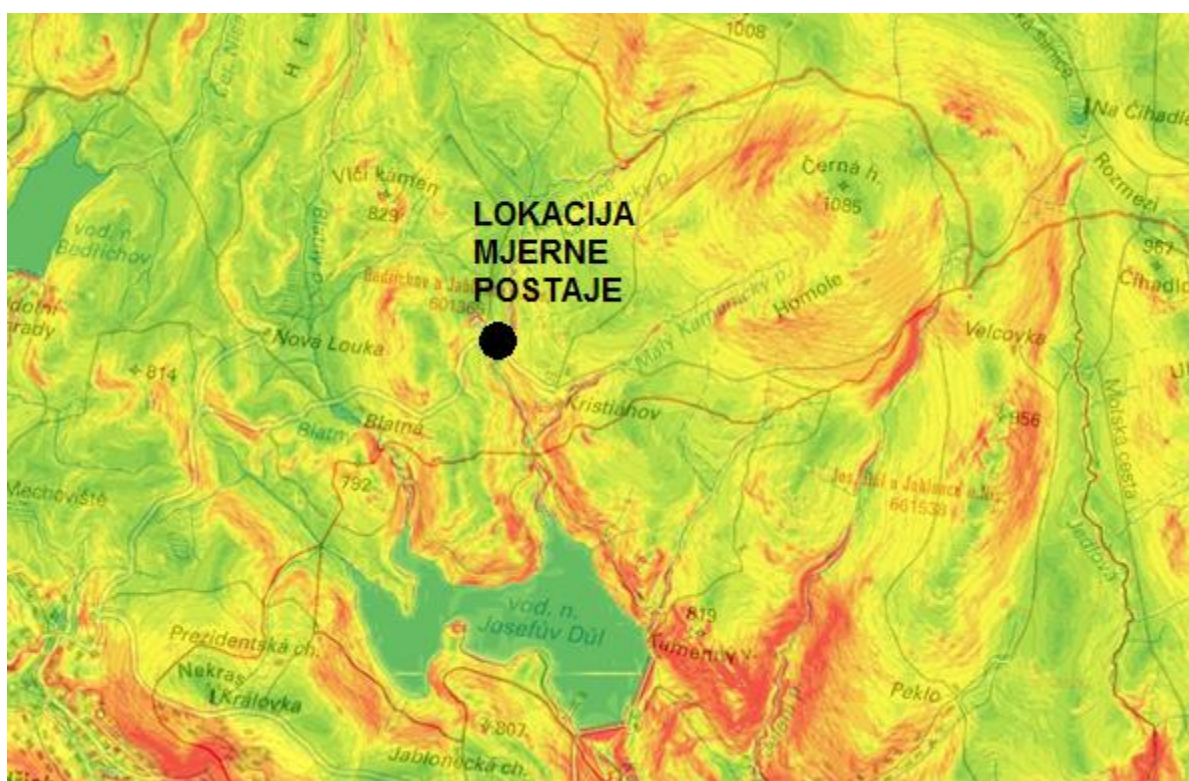
Slika 2.9. Prikaz šire riječne mreže oko promatranog područja (Češko geološko društvo, [Internet], [cit. 2016-06-29], Dostupno na: <http://www.geology.cz/extranet-eng/maps/online>)

## 2.5. Meteorologija i geografija

Područje Jizerskih planina pripada kontinentalnoj klimi te kao takvo ima relativno niske temperature te prosječne količine padalina.

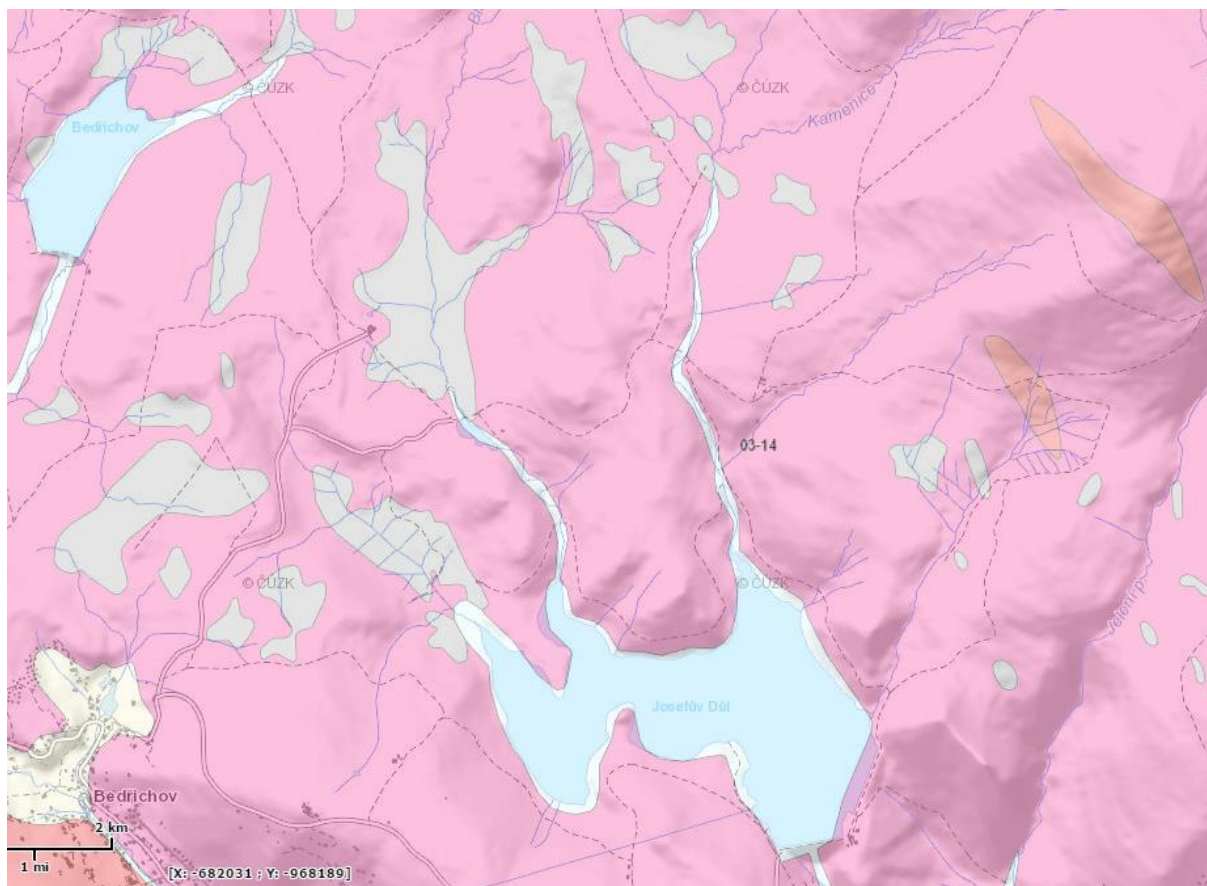
Prosječna godišnja temperatura iznosi otprilike  $+4,4\text{ }^{\circ}\text{C}$  (mjereno na nadmorskoj visini od 780 m), dok prosječne godišnje količine padalina variraju od 1300 do 1800 mm ovisno o godini mjerenja te području u planinama gdje je vršeno mjerenje.

Nadmorska visina varira između 700 i 1100 m n. m., dok su samo najviši vrhovi iznad 1100 m n. m.



Slika 2.10. Shematski prikaz nadmorskih visina oko promatranog područja - crvena boja predstavlja više predjele, dok zelena boja predstavlja niže pridjele (Češko geološko društvo, [Internet], [cit. 2016-06-29], Dostupno na: <http://www.geology.cz/extranet-eng/maps/online>)





Slika 2.11. Prikaz geoloških karakteristika promatranog područja - ljubičasta boja predstavlja granit, a siva boja pjesčano tlo (Češko geološko društvo, [Internet], [cit. 2016-06-29], Dostupno na: <http://www.geology.cz/extranet-eng/maps/online>)

Kao što se može vidjeti na slici 2.11., većina tla je granitnog sastava dok su samo mali dijelovi tla (uz riječni tok) prekriveni pjescima.

### 3. Karakteristike vodotoka i slivnog područja

#### 3.1. Metoda Thiessenovih poligona

Metoda Thiessenovih poligona je metoda koja je prikladna za određivanje srednje oborine na slivu u slučaju nejednoliko raspoređenih postaja pri čemu se definira utjecajna površina za svaku postaju [Hrelja, 2007].

Postupak se provodi na slijedeći način:

1. Susjedne se postaje spoje pravcima koji služe kao pomoćne linije
2. Konstruiranjem simetrala tih pomoćnih linija se formira mreža zatvorenih poligona
3. Na taj se način oko svake postaje formira po jedan zatvoreni poligon određene površine
4. Koristeći površine svakog poligona se za svaku postaju formira Thiessenov težinski koeficijent ( $\omega$ )
5. Thiessenov težinski koeficijent se računa prema formuli:

$$\omega_i = \frac{A_i}{A}$$

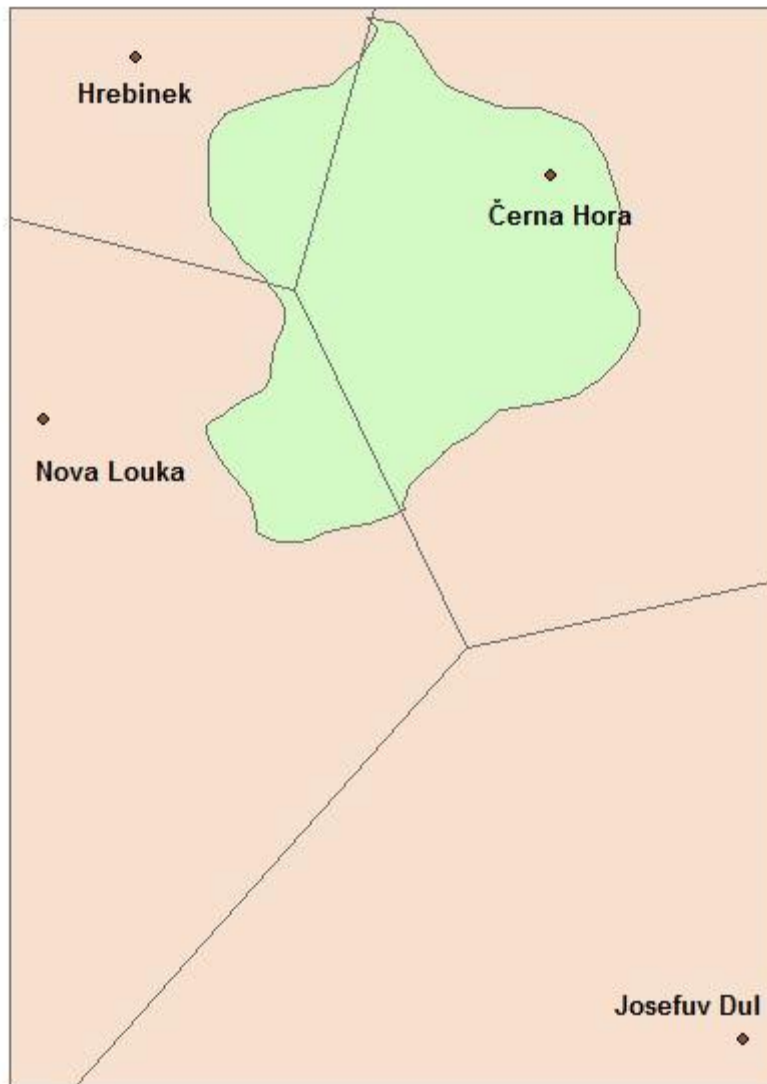
$\omega_i$  -Thiessenov težinski koeficijent za i-tu postaju;  $A_i$  - površina Thiessenovog poligona za i-tu postaju;  $A$  - ukupna površina sliva

6. Konačno, prosječna visina oborina u slivu se računa prema slijedećoj formuli:

$$P = \sum_{i=1}^n \omega_i * P_i$$

$\omega_i$  -Thiessenov težinski koeficijent za i-tu postaju;  $A_i$  - površina Thiessenovog poligona za i-tu postaju;  $P$  – prosječna visina oborina u slivu;  $n$ - ukupan broj postaja

Slivno područje Kristianov je malo slivno područje rijeke Kamenice ukupne površine 6,28 km<sup>2</sup>. Kao što je već rečeno dobiveni su podaci sa 4 kišomjerne stanice koje se nalaze u blizini Kristianova (Hrebinek, Černa Hora, Josefuv Dul i Nova Louka). Pomoću programa ArcGIS su izračunati Thiessenovi poligoni za ovo područje da bi se dobile utjecajne površine svih kišomjernih stanica (Slika 3.1.).



Slika 3.1. Prikaz Thiessenovih poligona za slivno područje Kristianov

Tablica 3.1. Prikaz utjecajnih površina za svaku postaju za slivno područje Kristianov

THIESSEN(4 TOČKE) (km <sup>2</sup> )	POV/TOTAL
HREBINEK	0.852
NOVA LOUKA	1.063
CERNA HORA	4.362
JOSEFUV DUL	0
TOTAL	6.277
	1

Gore navedena tablica i slika vrijede za slučajeve kada imamo podatke sa sve 4 stanice, no neke periode vremena podaci sa sve 4 postaje nisu bili dostupni. Zbog tog razloga je bilo potrebno raditi nove kombinacije Thiessenovih poligona gdje bi dobili različite utjecajne površine (npr. koristili bi podatke sa samo 3 ili 2 postaje te bi dobili utjecajne površine samo za taj broj stanica).

Dolje su navedene utjecajne površine koje su izračunate pomoću metode Thiessenovih poligona za slučajeve kada nismo imali potpune podatke, tj. nedostajali su podaci sa jedne ili više stanica.

Tablica 3.2. Postoci utjecajnih površina za dostupne podatke s postaja Hrebinek i Nova Louka

THIESSEN_HREBINEK_NOVALOUKA		POV/TOTAL
HREBINEK	4.035	0.643
NOVA LOUKA	2.242	0.357
TOTAL	6.277	1

Tablica 3.2. Postoci utjecajnih površina za dostupne podatke s postaja Hrebinek i Černa Hora

THIESSEN_HREBINEK_CERNAHORA		POV/TOTAL
HREBINEK	0.984	0.157
CERNA HORA	5.293	0.843
TOTAL	6.277	1

Tablica 3.2. Postoci utjecajnih površina za dostupne podatke s postaja Černa Hora i Nova Louka

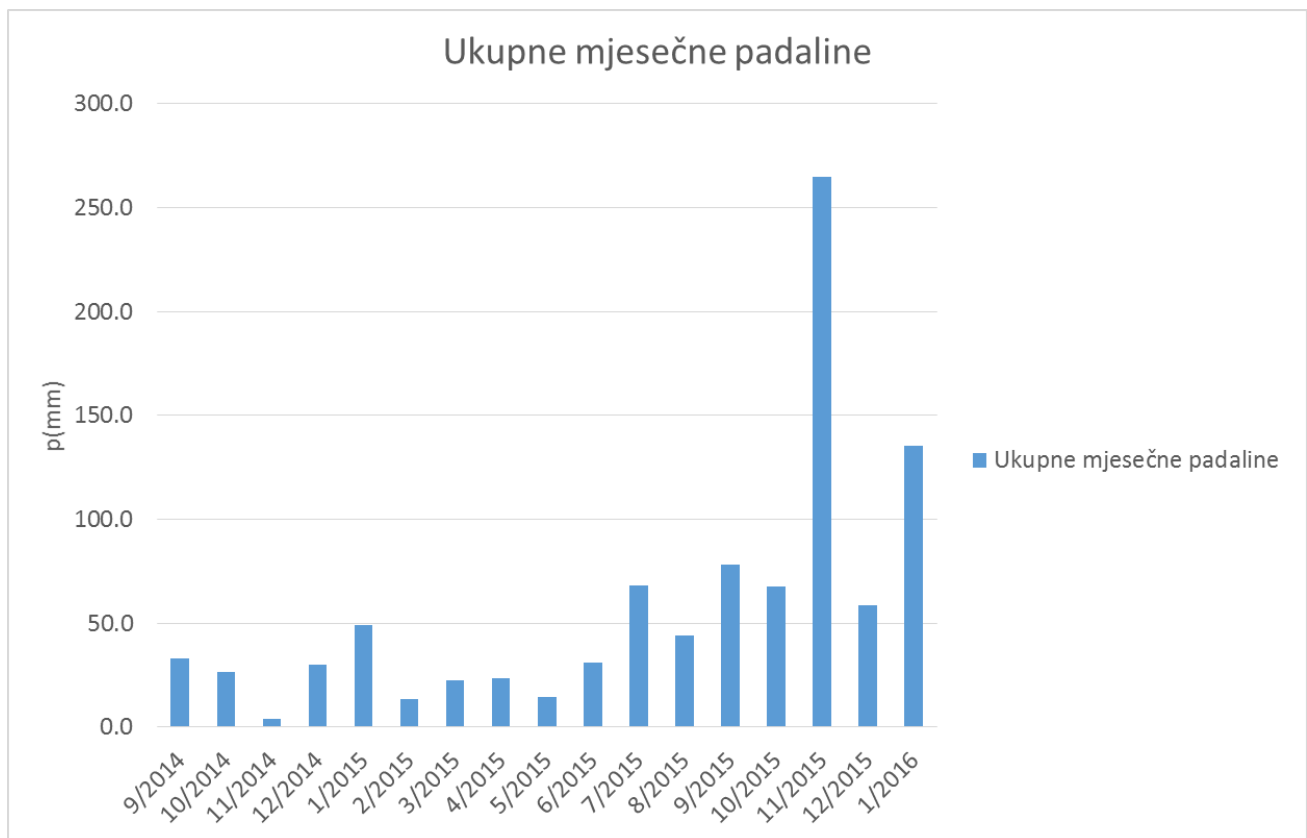
THIESSEN_CERNAHORA_NOVALOUKA		POV/TOTAL
CERNA HORA	4.995	0.796
NOVA LOUKA	1.282	0.204
TOTAL	6.277	1

Nakon dobivenih postotaka utjecajnih površina su izračunate ukupne prosječne padaline na promatranom području.

### 3.2. Ulazni podaci (padaline)

Kao što je već rečeno, na raspolaganju su bili podaci sa 4 kišomjerne postaje koje su mjerile količinu padalina u određenom periodu. Nakon toga je metodom Thiessenovih poligona dobivena prosječna količina padalina u našem slivnom području.

U nastavku su prezentirane izračunate količine padalina pomoću grafa i tablice.



Slika 3.2. Prikaz mjesečnih padalina

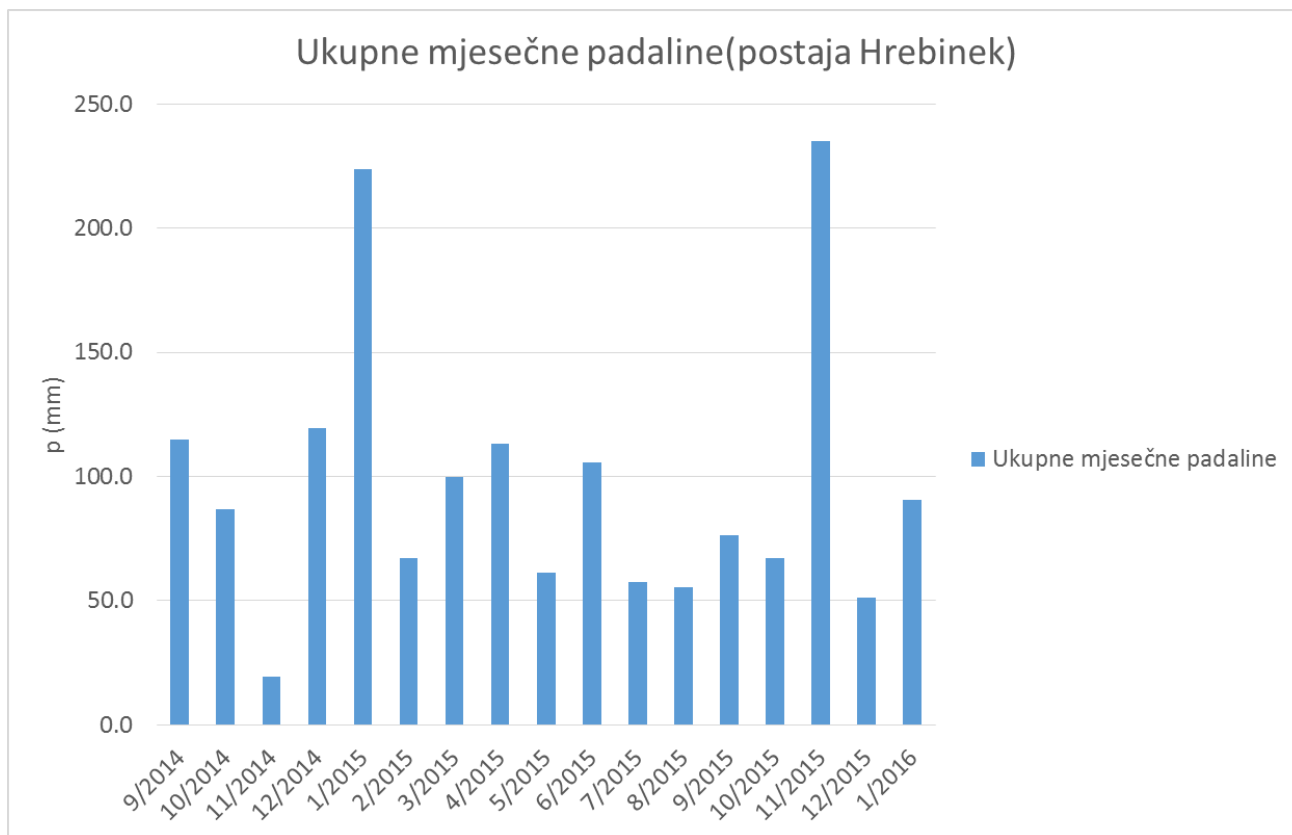


Tablica 3.1. Prikaz dnevnih i ukupne mjesečne padaline

DAN / MJESEC	9/2014	10/2014	11/2014	12/2014	1/2015	2/2015	3/2015	4/2015	5/2015	6/2015	7/2015	8/2015	9/2015	10/2015	11/2015	12/2015	1/2016
1		0.0	0.0	0.0	3.3	2.3	1.1	2.2	0.9	3.4	0.0	0.0	13.6	0.0	0.0	3.8	0.0
2		0.0	0.0	0.1	1.8	3.5	0.8	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0
3		0.0	0.0	0.0	0.6	1.2	0.5	4.7	0.7	0.0	0.0	0.0	6.3	0.0	0.0	0.0	0.0
4		0.0	0.0	0.0	0.8	0.7	0.6	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.6	1.5
5		0.0	0.0	0.1	1.0	0.0	1.0	0.2	1.9	0.0	0.5	0.0	5.9	0.0	0.0	0.0	1.4
6		0.0	0.9	0.1	2.2	0.0	0.4	1.3	0.4	0.0	0.0	0.0	27.0	0.0	2.2	1.5	1.3
7		0.3	0.0	0.4	1.2	0.5	0.0	0.5	0.8	0.9	11.0	0.0	6.7	2.5	17.0	1.1	4.0
8		0.0	0.0	0.5	5.1	1.0	0.0	0.9	0.0	3.6	0.0	0.0	3.6	4.3	0.4	0.0	0.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0	9.9	2.9	0.0	0.0	4.9	0.5	6.5	0.0	0.0	0.0	7.5	7.3	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.1	2.2	0.2	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	8.4	0.1	7.1
11	3.9	0.1	0.0	0.9	2.4	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	2.3	6.1	10.7
12	0.0	0.0	0.0	1.5	3.9	0.1	0.1	0.0	1.5	0.0	9.8	0.0	0.0	0.0	0.2	1.1	8.1
13	0.1	3.6	0.0	1.8	0.5	0.0	0.3	0.1	0.0	1.0	4.5	0.0	0.0	4.1	3.2	3.9	8.2
14	0.3	0.9	0.0	1.5	0.8	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0	7.4	0.0	2.2	12.1	14.7	0.1	4.2
15	0.0	0.9	0.5	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	13.8	74.4	0.0	3.9
16	0.0	1.6	0.4	0.2	0.1	0.0	0.0	0.2	0.6	0.0	1.0	3.2	0.0	10.5	9.0	1.3	8.6
17	0.0	1.9	0.5	1.4	1.3	0.0	0.0	0.4	0.0	0.5	0.0	4.8	3.9	0.4	8.8	2.5	11.4
18	0.0	0.1	1.2	2.9	0.3	0.0	0.0	0.1	0.0	1.0	0.0	30.6	0.0	0.0	2.4	13.8	35.1
19	2.4	1.9	0.2	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	10.6	1.4	0.0	0.0	26.4	0.0	0.1
20	0.3	0.0	0.2	1.9	0.3	0.0	0.0	0.0	1.2	4.1	3.6	0.0	3.9	12.6	13.9	0.0	5.2
21	6.6	4.6	0.0	2.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.2	0.0	1.8	1.5	1.9	0.4
22	6.8	8.9	0.0	2.7	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	6.5	0.0	0.0	0.0	5.2	4.0	0.0	0.0
23	2.0	0.5	0.0	0.1	0.1	0.4	0.0	0.0	0.0	2.4	0.2	0.3	3.8	0.0	5.7	0.0	7.5
24	0.0	0.7	0.2	3.9	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	1.4	5.1
25	1.3	0.5	0.0	1.6	0.9	0.0	0.3	0.2	0.0	0.0	1.0	0.7	0.1	0.5	0.4	1.7	10.7
26	9.0	0.1	0.0	0.8	2.3	0.0	3.2	0.2	0.5	0.7	0.2	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0
27	0.1	0.1	0.0	0.0	0.5	0.0	0.8	1.6	0.0	2.6	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.1
28	0.0	0.0	0.0	0.7	0.8	0.0	0.5	3.0	0.1	0.1	3.0	0.0	0.0	0.0	4.7	3.0	0.8
29	0.0	0.0	0.0	0.8	1.3		3.1	0.3	0.2	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	33.7	0.1	0.0
30	0.1	0.0	0.0	1.8	1.2		1.4	0.9	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.3	0.0	
31		0.0		1.0	3.4		4.3		0.0		0.0	0.0		0.0		3.2	
PROSJEK	1.5	0.9	0.1	1.0	1.6	0.5	0.7	0.8	0.5	1.0	2.2	1.4	2.6	2.2	8.8	1.9	4.7
MAKSIMUM	9.0	8.9	1.2	3.9	9.9	3.5	4.3	4.7	4.9	6.5	11.0	30.6	27.0	13.8	74.4	13.8	35.1
MINIMUM	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AMPLITUDA	9.0	8.9	1.2	3.9	9.9	3.5	4.3	4.7	4.9	6.5	11.0	30.6	27.0	13.8	74.4	13.8	35.1
UK. MJ. PAD.	33.2	26.7	4.2	30.2	49.3	13.7	22.5	23.8	14.5	31.1	68.0	44.2	78.4	67.8	264.7	58.7	135.4

Osim prosječnih padalina dobivenih metodom Thiessenovih poligona, u nastavku će se prikazati mjesečna padalina za svaku kišomjernu stanicu pojedinačno.

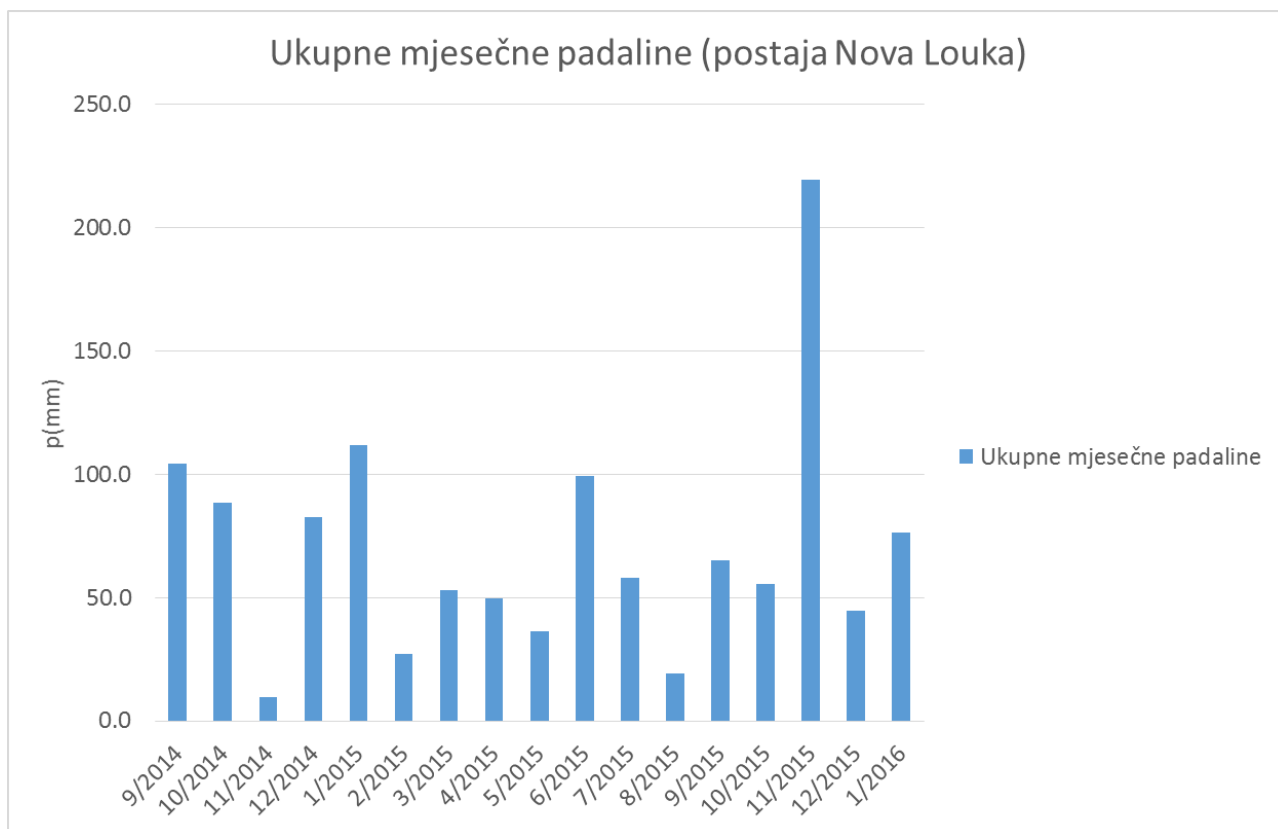
Na taj će se način dobiti bolji uvid u meteorološku situaciju na promatranom području.



Slika 3.3. Prikaz mjesečnih padalina za kišomjernu postaju Hrebinek

Tablica 3.2. Prikaz dnevnih i ukupne mjesečne padaline za kišomjernu postaju Hrebinek

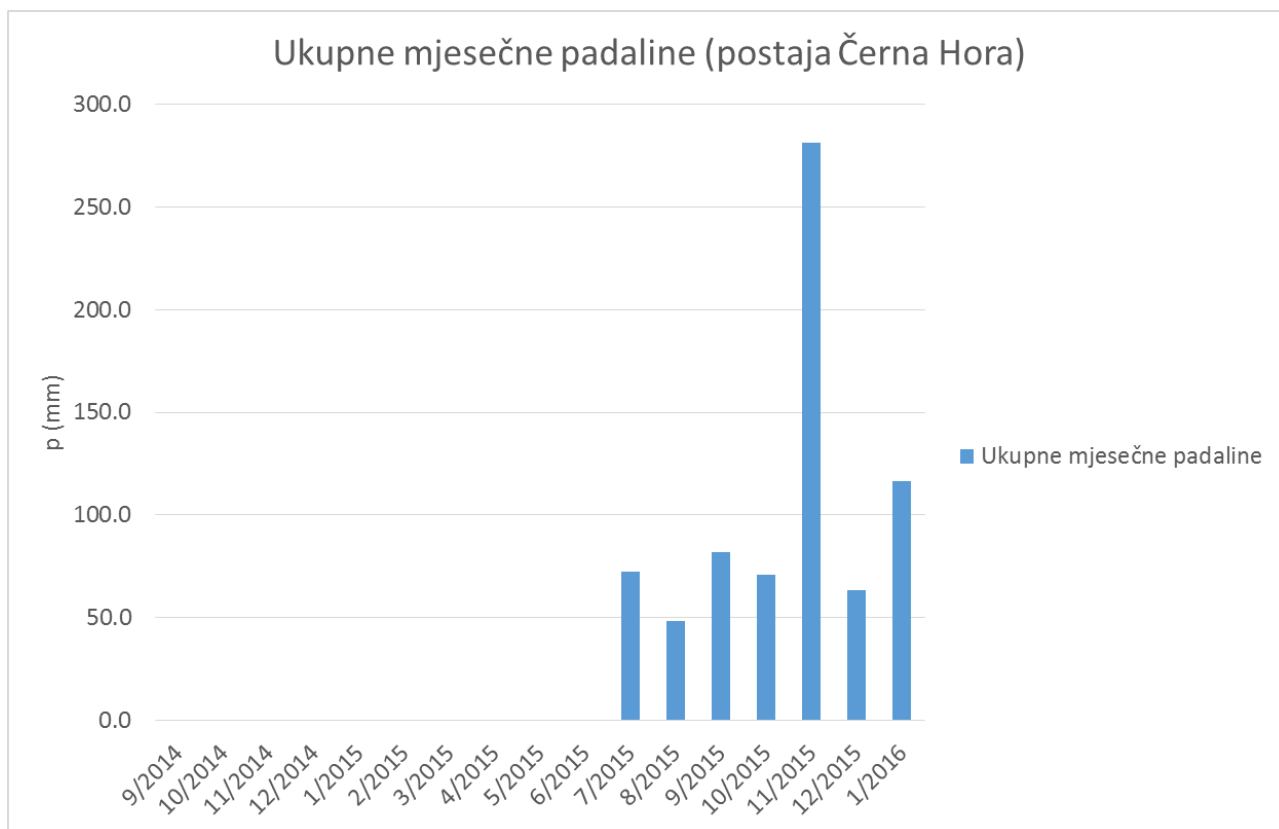
DAN / MJESEC	9/2014	10/2014	11/2014	12/2014	1/2015	2/2015	3/2015	4/2015	5/2015	6/2015	7/2015	8/2015	9/2015	10/2015	11/2015	12/2015	1/2016
1	/	0.0	0.0	0.0	23.8	10.4	3.6	12.1	5.1	9.4	0.0	0.0	13.0	0.1	0.0	3.2	0.0
2	/	0.0	0.0	0.3	7.9	19.7	4.0	27.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	1.4	0.1
3	/	0.0	0.0	0.0	3.3	6.0	2.8	23.0	3.7	0.0	0.0	0.0	7.2	0.0	0.0	0.0	0.0
4	/	0.0	0.0	0.1	4.7	3.2	2.1	13.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.7	1.7
5	/	0.0	0.0	0.4	6.4	0.1	4.1	0.4	13.1	0.0	0.6	0.0	5.9	0.0	0.0	0.0	1.9
6	/	0.0	3.4	0.4	10.0	0.0	1.3	5.2	2.5	0.0	0.0	0.0	23.4	0.0	2.4	1.4	1.2
7	/	1.2	0.0	2.4	4.1	3.0	0.0	1.5	2.6	4.0	10.8	0.0	7.0	2.5	14.1	1.0	4.4
8	/	0.1	0.1	0.5	18.1	5.6	0.0	4.9	0.1	13.3	0.0	0.0	2.6	4.6	0.6	0.0	0.0
9	/	0.0	0.3	0.1	35.9	12.4	0.0	0.0	16.0	1.9	5.5	0.0	0.2	0.0	6.7	6.7	0.0
10	/	0.1	0.0	0.5	9.9	0.2	16.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	8.0	0.1	5.2
11	17.8	0.2	0.0	3.6	16.0	3.2	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	2.8	5.2	7.4
12	0.0	0.0	0.0	4.5	13.3	0.0	0.2	0.0	5.8	0.0	10.4	0.0	0.0	0.0	0.2	1.1	8.3
13	0.5	14.0	0.1	6.9	3.4	0.0	1.4	0.5	0.0	4.1	3.2	0.0	0.0	3.8	3.2	3.3	17.1
14	1.2	2.8	0.0	6.0	4.3	0.0	1.0	0.0	0.9	0.1	5.5	0.0	2.0	11.2	14.7	0.2	4.6
15	0.0	2.7	2.2	0.0	0.1	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.1	13.8	74.0	0.1	2.2
16	0.0	6.2	2.9	1.1	0.0	0.0	0.0	0.7	2.2	0.0	0.9	6.0	0.0	10.1	4.4	1.0	5.8
17	0.0	6.6	2.0	4.4	5.9	0.1	0.0	1.9	0.0	1.7	0.0	8.7	4.1	0.1	6.4	2.1	30.8
18	0.0	0.1	4.9	8.5	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	36.1	0.0	0.0	2.1	11.7	/
19	7.6	6.3	1.3	10.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	8.6	7.7	0.5	0.0	0.0	24.7	0.0	/
20	1.2	0.0	1.2	11.8	1.4	0.0	0.0	0.0	4.4	13.3	3.0	0.0	3.6	13.4	13.1	0.0	/
21	21.1	14.6	0.0	3.2	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	3.5	0.1	0.0	0.0	2.2	1.5	1.6	/
22	22.7	19.3	0.0	8.2	2.9	1.4	0.0	0.0	0.0	21.8	0.0	0.0	0.0	4.4	3.7	0.0	/
23	8.7	2.5	0.0	0.8	0.7	1.6	0.0	0.0	0.0	8.0	0.2	0.2	4.5	0.0	4.6	0.0	/
24	0.0	4.9	0.8	12.8	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	1.0	/
25	3.5	3.5	0.0	9.0	5.5	0.0	1.8	0.5	0.0	0.0	2.0	0.7	0.1	0.6	0.4	1.1	/
26	29.5	0.7	0.0	2.1	15.3	0.0	13.5	0.7	2.6	2.1	0.2	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	/
27	0.7	0.7	0.0	0.2	1.8	0.0	2.7	5.2	0.0	8.1	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	/
28	0.0	0.0	0.0	1.7	2.4	0.0	1.4	12.9	0.3	0.2	2.0	0.1	0.0	0.0	4.6	3.3	/
29	0.0	0.0	0.0	4.9	3.9	/	18.4	0.5	0.7	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	24.9	0.0	/
30	0.2	0.1	0.0	11.6	2.5	/	6.6	2.4	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.9	0.0	/
31	/	0.0	/	3.3	18.5	/	16.6	/	0.0	/	0.0	0.0	/	0.0	/	2.6	/
PROSJEK	5.7	2.8	0.6	3.8	7.2	2.4	3.2	3.8	2.0	3.5	1.9	1.8	2.5	2.2	7.8	1.7	5.3
MAKSIMUM	29.5	19.3	4.9	12.8	35.9	19.7	18.4	27.2	16.0	21.8	10.8	36.1	23.4	13.8	74.0	11.7	30.8
MINIMUM	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AMPLITUDA	29.5	19.3	4.9	12.8	35.9	19.7	18.4	27.2	16.0	21.8	10.8	36.1	23.4	13.8	74.0	11.7	30.8
UK. MJ. PAD.	114.7	86.6	19.2	119.3	223.9	67.1	99.6	113.1	61.3	105.5	57.5	55.2	76.2	67.1	235.1	51.2	90.7



Slika 3.4. Prikaz mjesečnih padalina za kišomjernu postaju Nova Louka

Tablica 3.3. Prikaz dnevnih i ukupne mjesečne padaline za postaju Nova Louka

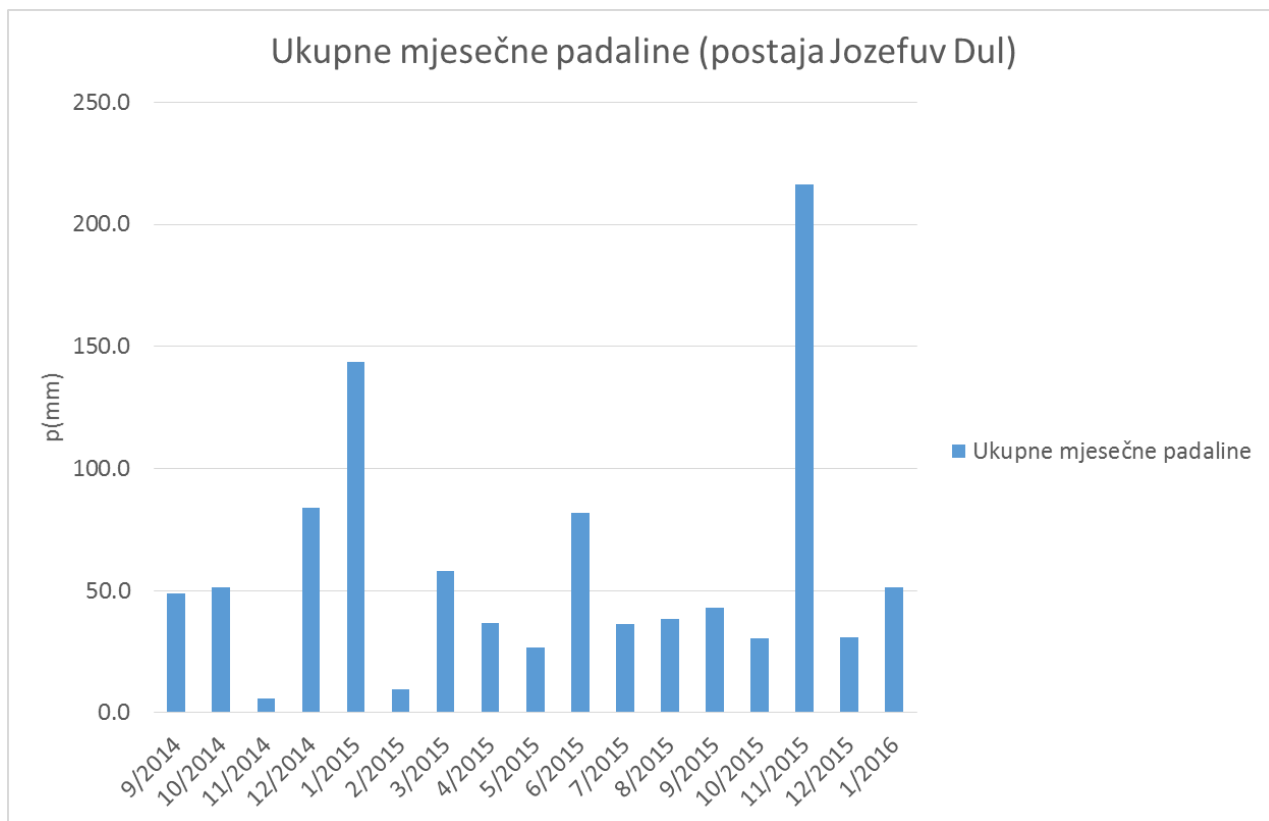
DAN / MJESEC	9/2014	10/2014	11/2014	12/2014	1/2015	2/2015	3/2015	4/2015	5/2015	6/2015	7/2015	8/2015	9/2015	10/2015	11/2015	12/2015	1/2016
1		0.2	0.0	0.0	0.2	5.0	3.5	3.5	1.3	12.4	0.0	0.0	12.2	0.0	0.0	3.7	0.0
2		0.0	0.1	0.3	4.4	4.8	1.3	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	1.7	0.0
3		0.0	0.0	0.0	1.0	2.5	0.8	9.6	1.3	0.0	0.0	0.0	6.8	0.0	0.0	0.0	0.0
4		0.0	0.0	0.0	0.8	1.3	1.8	3.6	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.3	0.7
5		0.0	0.0	0.1	0.6	0.0	2.5	0.7	1.0	0.0	0.3	0.0	5.2	0.0	0.0	0.0	0.8
6		0.0	2.4	0.1	5.2	0.0	1.6	3.7	0.1	0.0	0.0	0.0	18.2	0.0	1.3	1.3	1.3
7		1.0	0.2	0.3	3.8	0.6	0.0	1.6	2.9	2.4	9.1	0.0	3.4	2.7	13.4	0.8	1.7
8		0.2	0.0	2.5	15.6	1.5	0.0	1.1	0.0	10.4	0.0	0.0	2.5	3.7	0.0	0.0	0.2
9		0.0	0.0	0.0	29.8	7.4	0.0	0.0	16.2	1.6	5.8	0.0	0.0	0.0	8.1	5.6	0.0
10		0.0	0.0	0.3	5.2	1.3	7.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	5.6	0.0	5.5
11	8.5	0.3	0.1	2.2	1.3	0.2	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	2.3	4.2	6.7
12	0.1	0.1	0.0	5.2	12.2	0.8	0.3	0.0	4.2	0.0	7.9	0.0	0.1	0.0	0.1	0.4	7.6
13	0.4	10.3	0.1	5.2	0.1	0.0	0.5	0.3	0.0	2.5	5.7	0.0	0.1	3.8	2.0	2.5	8.1
14	1.0	2.9	0.0	4.0	1.3	0.0	0.4	0.0	0.7	0.0	5.8	0.0	2.1	9.7	7.6	0.0	4.1
15	0.0	3.1	1.2	0.0	1.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5	0.2	13.1	61.1	0.1	6.1
16	0.1	4.4	0.0	0.4	0.7	0.0	0.0	0.9	2.0	0.0	1.2	8.2	0.0	9.0	26.1	0.8	2.8
17	0.0	5.7	1.6	4.5	2.7	0.0	0.0	1.0	0.0	1.4	0.0	1.2	3.6	0.1	5.5	1.3	0.5
18	0.0	0.4	3.2	10.3	1.2	0.0	0.0	0.6	0.0	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	12.4	0.3
19	8.3	5.9	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	5.1	8.1	6.1	0.0	0.0	22.1	0.0	0.1
20	0.7	0.1	0.1	2.0	0.8	0.0	0.0	0.0	3.4	13.8	4.7	0.0	3.7	7.1	14.3	0.0	5.2
21	22.3	15.3	0.0	9.8	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	0.0	1.1	0.0	1.6	0.8	1.5	0.4
22	22.2	37.3	0.0	9.6	0.7	0.2	0.0	0.0	0.0	21.0	0.0	0.0	0.0	4.4	1.9	0.0	0.0
23	5.1	1.2	0.0	0.1	0.2	1.1	0.0	0.0	0.0	7.7	0.0	0.1	3.9	0.0	3.5	0.0	7.5
24	0.0	0.0	0.4	12.7	0.3	0.6	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	1.2	5.1
25	5.0	0.0	0.0	2.2	0.8	0.0	0.6	0.5	0.0	0.0	1.2	0.7	0.1	0.2	0.2	0.9	10.7
26	29.7	0.0	0.0	3.1	1.6	0.0	8.1	0.8	0.9	2.5	0.1	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0
27	0.3	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	2.5	5.1	0.0	8.7	5.6	0.0	0.0	0.0	0.1	1.8	0.1
28	0.2	0.0	0.0	2.8	2.9	0.0	1.8	7.4	0.2	0.3	1.6	0.0	0.0	0.0	2.6	1.7	0.8
29	0.0	0.0	0.0	0.8	4.3		3.8	1.2	0.4	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	23.9	0.0	0.0
30	0.2	0.0	0.0	1.1	5.3		2.8	3.1	1.4	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	14.5	0.0	
31		0.1		3.1	5.5		12.3		0.0		0.0	0.0		0.0		2.4	
PROSJEK	5.2	2.9	0.3	2.7	3.6	1.0	1.7	1.7	1.2	3.3	1.9	0.6	2.2	1.8	7.3	1.4	2.6
MAKSIMUM	29.7	37.3	3.2	12.7	29.8	7.4	12.3	9.6	16.2	21.0	9.1	8.2	18.2	13.1	61.1	12.4	10.7
MINIMUM	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AMPLITUDA	29.7	37.3	3.2	12.7	29.7	7.4	12.3	9.6	16.2	21.0	9.1	8.2	18.2	13.1	61.1	12.4	10.7
UK. MJ. PAD.	104.1	88.5	9.6	82.8	111.6	27.3	53.0	49.7	36.3	99.3	57.8	19.0	65.0	55.6	219.6	44.6	76.3



Slika 3.5. Prikaz mjesečnih padalina za kišomjernu postaju Černa Hora

Tablica 3.4. Prikaz dnevnih i ukupne mjesečne padaline za postaju Černa Hora

DAN / MJESEC	9/2014	10/2014	11/2014	12/2014	1/2015	2/2015	3/2015	4/2015	5/2015	6/2015	7/2015	8/2015	9/2015	10/2015	11/2015	12/2015	1/2016
1		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.0	0.0	0.0	4.0	0.0
2		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0
3		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.6	1.7
5		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	6.1	0.0	0.0	0.0	1.4
6		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	29.8	0.0	2.4	1.6	1.3
7		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.5	0.0	7.4	2.4	18.4	1.2	4.5
8		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	4.4	0.4	0.0	0.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.8	0.0	0.0	0.0	7.5	7.8	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	9.2	0.1	7.8
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	2.2	6.8	12.3
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.2	0.0	0.0	0.0	0.2	1.3	8.2
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	0.0	0.0	4.3	3.5	4.3	6.5
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.2	0.0	2.3	12.8	16.4	0.1	4.1
15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	13.9	77.7	0.0	3.7
16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.4	0.0	10.9	5.8	1.5	10.6
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	4.0	0.6	10.1	2.8	10.2
18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	37.0	0.0	0.0	2.7	14.5	44.0
19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.8	0.4	0.0	0.0	27.8	0.0	
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	0.0	4.0	13.8	14.0	0.0	
21	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	1.7	2.1	
22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5	4.5	0.0	
23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	3.6	0.0	6.4	0.0	
24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	1.5	
25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.7	0.1	0.5	0.5	2.0	
26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	
27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.9	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	
28	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	0.0	0.0	0.0	5.2	3.3	
29	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	37.8	0.1	
30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.3	0.0	
31		0.0		0.0	0.0		0.0		0.0		0.0	0.0		0.0		3.5	
PROSJEK	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	1.6	2.7	2.3	9.4	2.1	6.5
MAKSIMUM	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.8	37.0	29.8	13.9	77.7	14.5	44.0
MINIMUM	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AMPLITUDA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.8	37.0	29.8	13.9	77.7	14.5	44.0
UK. MJ. PAD.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	72.5	48.2	82.1	70.9	281.5	63.6	116.3



Slika 3.6. Prikaz mjesečnih padalina za kišomjernu postaju Jozefuv Dul

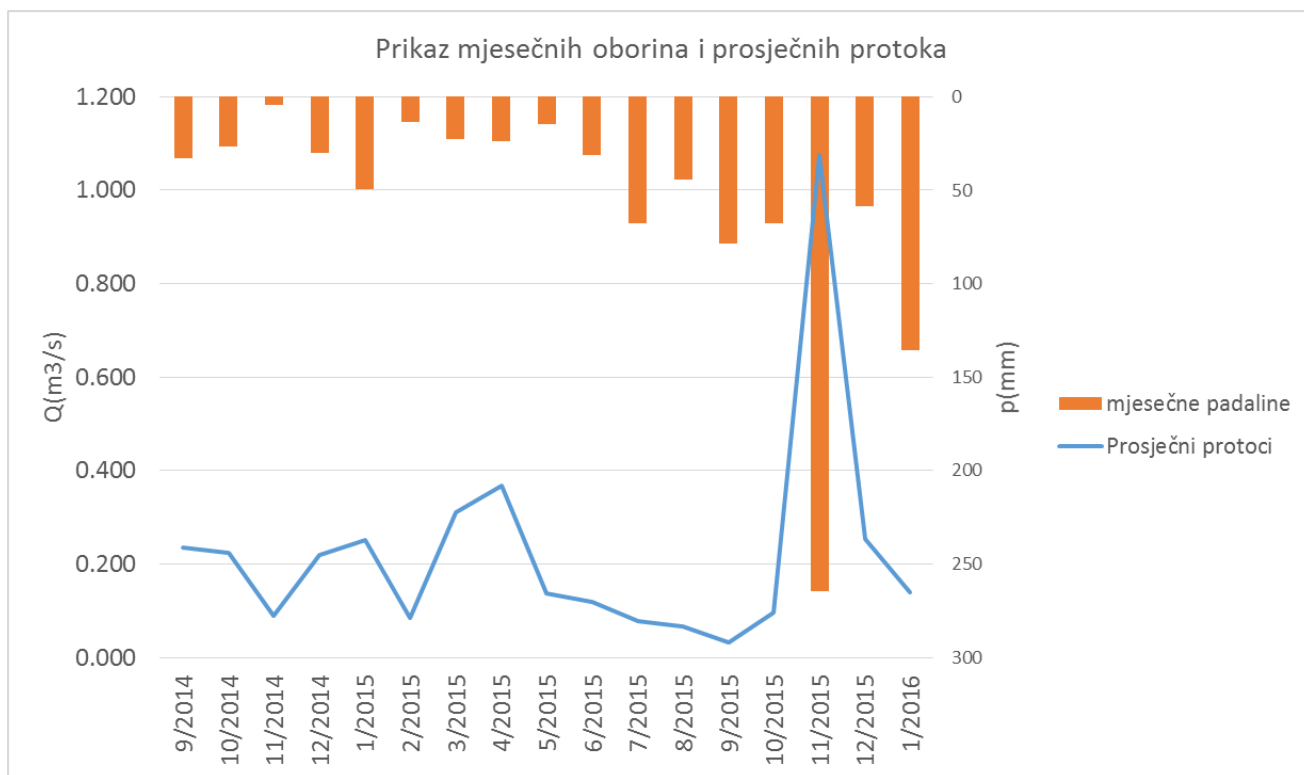


Tablica 3.5. Prikaz dnevnih i ukupne mjesečne padaline za postaju Jozefuv Dul

DAN / MJESEC	9/2014	10/2014	11/2014	12/2014	1/2015	2/2015	3/2015	4/2015	5/2015	6/2015	7/2015	8/2015	9/2015	10/2015	11/2015	12/2015	1/2016
1	/	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	3.8	8.1	3.0	10.0	0.0	0.0	3.5	0.0	0.0	3.0	0.0
2	/	0.0	0.0	0.0	4.1	1.7	2.9	10.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0
3	/	0.0	0.0	0.0	4.7	0.9	1.0	1.1	2.8	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0
4	/	0.0	0.0	0.0	10.3	0.1	0.8	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.4
5	/	0.0	0.0	0.0	21.1	0.0	1.5	0.5	6.3	0.0	0.0	0.0	4.4	0.0	0.0	0.0	0.7
6	/	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	0.5	0.0	0.0	0.0	21.2	0.0	2.2	0.7	1.2
7	/	0.5	0.0	1.5	0.7	0.0	0.0	0.9	0.2	2.1	9.4	0.0	1.0	0.3	10.3	0.1	1.8
8	/	0.2	0.0	0.1	20.2	3.7	0.0	0.0	0.0	11.9	0.0	0.0	1.2	0.7	1.1	0.0	0.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0	26.1	1.7	0.0	0.0	7.3	1.7	9.8	0.0	0.0	0.0	8.1	1.4	0.0
10	0.0	0.1	0.0	0.2	8.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	2.8	0.0	3.2
11	4.0	0.2	0.0	4.9	12.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.5	5.5	4.7
12	0.1	0.0	0.0	1.1	1.9	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	4.6
13	0.1	8.5	0.0	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	5.5	9.9	0.0	4.6	4.5	2.0	9.0
14	0.3	1.1	0.0	1.9	3.3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	2.4	0.0	0.9	6.9	23.3	0.0	1.6
15	0.0	1.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	8.8	67.3	0.0	2.7
16	0.0	2.4	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.3	0.0	0.9	0.3	0.0	6.6	3.4	1.1	0.1
17	0.0	5.9	0.4	3.4	0.5	0.0	0.0	0.6	0.0	0.5	0.0	4.3	3.3	0.0	2.4	1.7	0.0
18	0.0	0.0	3.0	7.8	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	1.4	0.0	21.0	0.0	0.0	2.3	11.1	0.0
19	8.0	3.5	0.3	14.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.6	1.0	0.1	0.0	0.0	21.8	0.0	0.0
20	2.8	0.0	0.0	8.9	0.2	0.0	0.0	0.0	1.1	8.0	0.0	0.0	2.3	0.7	10.3	0.0	4.0
21	7.0	14.8	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5	1.2	0.1
22	10.9	12.3	0.0	9.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	21.3	0.0	0.0	0.0	1.9	1.7	0.0	0.0
23	2.2	0.0	0.0	0.3	0.3	1.3	0.0	0.0	0.0	3.1	0.0	0.0	0.8	0.0	3.1	0.0	7.1
24	0.0	0.0	0.0	13.8	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.5	3.3
25	2.2	0.0	0.0	5.7	0.7	0.0	0.9	0.5	0.2	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.1	0.2	5.4
26	11.4	0.0	0.0	0.5	11.2	0.0	7.8	1.2	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
27	0.0	0.0	0.0	0.0	9.8	0.0	1.8	4.8	0.0	14.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0
28	0.0	0.0	0.0	2.4	3.7	0.0	1.1	2.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	0.1	1.3
29	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	/	15.7	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.3	0.0	0.0
30	0.0	0.0	0.0	0.3	2.0	/	5.7	2.6	1.1	0.0	6.4	0.0	0.0	0.0	18.9	0.0	/
31	/	0.0	/	0.0	1.8	/	14.9	/	0.0	/	0.0	0.0	/	0.0	/	0.7	/
PROSJEK	2.2	1.7	0.2	2.7	4.6	0.3	1.9	1.2	0.9	2.7	1.2	1.2	1.4	1.0	7.2	1.0	1.8
MAKSIMUM	11.4	14.8	3.0	14.8	26.1	3.7	15.7	10.2	7.3	21.3	9.8	21.0	21.2	8.8	67.3	11.1	9.0
MINIMUM	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
AMPLITUDA	11.4	14.8	3.0	14.8	26.1	3.7	15.7	10.2	7.3	21.3	9.8	21.0	21.2	8.8	67.3	11.1	9.0
UK. MJ. PAD.	49.0	51.2	5.9	83.8	143.8	9.5	58.0	36.7	26.6	82.0	36.4	38.4	43.0	30.6	216.2	31.0	51.3

Što se tiče padalina, ože se primjetiti da se pojavljuju veće nego očekivane fluktacije u vrijednostima među postaja (nije logično da prvih par mjeseci postaje Černa Hora iznosi nula). To se može objasniti greškama u mjerenju i mjernim uređajima.

### 3.3. Ulazni podaci (protoci)



Slika 3.7. Prikaz prosječnih protoka u m<sup>3</sup>/s i mjesečnih padalina u mm po mjesecima

Tablica 3.6. Prikaz prosječnih protoka po mjesecim

DAN / MJESEC	9/2014	10/2014	11/2014	12/2014	1/2015	2/2015	3/2015	4/2015	5/2015	6/2015	7/2015	8/2015	9/2015	10/2015	11/2015	12/2015	1/2016
1		0.111	0.102	0.068	0.101	0.095	0.075	0.443	0.218	0.097	0.087	0.149	0.059	0.025	0.043	1.405	0.070
2		0.102	0.100	0.067	0.102	0.092	0.086	0.273	0.212	0.103	0.084	0.143	0.070	0.013	0.041	0.825	0.064
3		0.096	0.098	0.067	0.100	0.091	0.091	0.207	0.161	0.092	0.081	0.089	0.058	0.004	0.041	0.556	0.057
4		0.092	0.097	0.066	0.100	0.089	0.086	0.175	0.153	0.088	0.080	0.051	0.063	0.017	0.040	0.255	0.057
5		0.089	0.095	0.066	0.117	0.095	0.083	0.158	0.144	0.087	0.079	0.049	0.057	0.060	0.038	0.181	0.056
6		0.087	0.094	0.066	0.099	0.085	0.080	0.146	0.247	0.086	0.078	0.048	0.057	0.099	0.038	0.193	0.052
7		0.085	0.095	0.066	0.092	0.090	0.079	0.138	0.221	0.086	0.076	0.044	0.044	0.098	0.093	0.224	0.051
8		0.085	0.095	0.066	0.093	0.086	0.084	0.181	0.162	0.086	0.085	0.035	0.029	0.170	0.183	0.234	0.050
9	0.284	0.084	0.096	0.064	0.133	0.087	0.095	0.342	0.151	0.097	0.082	0.034	0.029	0.116	0.198	0.235	0.047
10	0.079	0.083	0.095	0.064	2.436	0.093	0.105	0.557	0.275	0.088	0.077	0.033	0.028	0.027	0.211	0.310	0.048
11	0.080	0.082	0.095	0.065	1.388	0.089	0.255	0.775	0.179	0.085	0.075	0.049	0.028	0.024	0.530	0.165	0.055
12	0.113	0.082	0.094	0.067	0.401	0.089	0.192	0.938	0.139	0.084	0.074	0.062	0.028	0.027	0.458	0.144	0.056
13	0.105	0.081	0.092	0.097	0.248	0.088	0.141	0.627	0.135	0.085	0.081	0.059	0.027	0.028	0.196	0.166	0.052
14	0.089	0.104	0.092	0.261	0.230	0.086	0.119	0.450	0.127	0.085	0.084	0.060	0.027	0.053	0.158	0.180	0.048
15	0.083	0.111	0.089	0.308	0.200	0.086	0.107	0.655	0.121	0.083	0.081	0.060	0.026	0.066	9.055	0.126	0.048
16	0.078	0.115	0.094	0.183	0.170	0.085	0.120	0.870	0.116	0.081	0.076	0.062	0.026	0.128	13.275	0.103	0.045
17	0.075	0.150	0.098	0.136	0.155	0.082	0.345	0.635	0.114	0.080	0.074	0.065	0.025	0.291	2.438	0.130	0.043
18	0.073	0.208	0.091	0.140	0.141	0.081	0.478	0.366	0.111	0.082	0.073	0.084	0.025	0.155	1.731	0.478	0.051
19	0.072	0.153	0.098	0.751	0.131	0.080	0.346	0.253	0.109	0.085	0.074	0.127	0.025	0.098	1.023	0.558	0.055
20	0.081	0.147	0.094	0.677	0.124	0.080	0.266	0.237	0.110	0.092	0.079	0.080	0.024	0.076	0.767	0.220	0.070
21	0.079	0.139	0.087	0.247	0.117	0.080	0.226	0.302	0.109	0.102	0.076	0.069	0.024	0.264	0.511	0.154	0.057
22	0.265	0.986	0.082	0.287	0.117	0.080	0.212	0.313	0.104	0.130	0.072	0.065	0.023	0.276	0.258	0.137	0.040
23	1.024	2.145	0.077	1.027	0.141	0.080	0.184	0.263	0.102	0.525	0.071	0.063	0.023	0.237	0.134	0.118	0.041
24	0.344	0.505	0.076	0.429	0.134	0.078	0.190	0.246	0.101	0.327	0.069	0.062	0.023	0.173	0.097	0.101	0.040
25	0.169	0.247	0.075	0.538	0.120	0.076	0.308	0.231	0.100	0.172	0.068	0.062	0.022	0.111	0.081	0.094	0.245
26	0.316	0.174	0.073	0.266	0.109	0.076	1.002	0.242	0.099	0.119	0.067	0.062	0.022	0.083	0.070	0.094	1.177
27	1.370	0.144	0.071	0.178	0.109	0.076	1.147	0.222	0.098	0.105	0.072	0.061	0.021	0.069	0.062	0.088	0.488
28	0.328	0.127	0.070	0.143	0.104	0.075	0.478	0.262	0.096	0.120	0.072	0.061	0.021	0.060	0.058	0.096	0.461
29	0.173	0.114	0.069	0.123	0.103		0.455	0.273	0.094	0.106	0.068	0.061	0.021	0.054	0.056	0.120	0.446
30	0.128	0.108	0.068	0.110	0.101		1.653	0.225	0.094	0.093	0.088	0.060	0.020	0.050	0.399	0.095	
31		0.104		0.104	0.098		0.540		0.092		0.113	0.059		0.047		0.076	
PROSJEK	0.246	0.224	0.088	0.219	0.252	0.085	0.311	0.367	0.138	0.118	0.078	0.067	0.032	0.097	1.076	0.254	0.140
MAKSIMUM	1.370	2.145	0.102	1.027	2.436	0.095	1.653	0.938	0.275	0.525	0.113	0.149	0.070	0.291	13.275	1.405	1.177
MINIMUM	0.072	0.081	0.068	0.064	0.092	0.075	0.075	0.138	0.092	0.080	0.067	0.033	0.020	0.004	0.038	0.076	0.040
AMPLITUDA	1.298	2.064	0.034	0.963	2.344	0.019	1.578	0.800	0.183	0.444	0.046	0.116	0.050	0.286	13.237	1.328	1.137

## **4. Objašnjenje metoda separacije hidrograma**

### **4.1. Uvod**

Glavni cilj ovog diplomskog rada je odabir metoda za separaciju hidrograma rijeke Kamenice. Za početak je uzeto 10 različitih metoda separacije hidrograma od kojih će se na kraju odabrati 4 metode koje najviše odgovaraju ovoj rijeci. Tih 10 metoda su: „Grafička metoda ravne linije“, „Grafička metoda kose linije“, „Metoda nastavka recesije“, „Metoda konstantnog koeficijenta K“, „HYSEP 1“, „HYSEP 2“, „HYSEP 3“, „Chapmann and Maxwell“, „Boughton“ te „Arnold i Allen“.

U idućih 10 paragrafa je svaka metoda detaljno opisana.

### **4.2. Grafička metoda ravne linije**

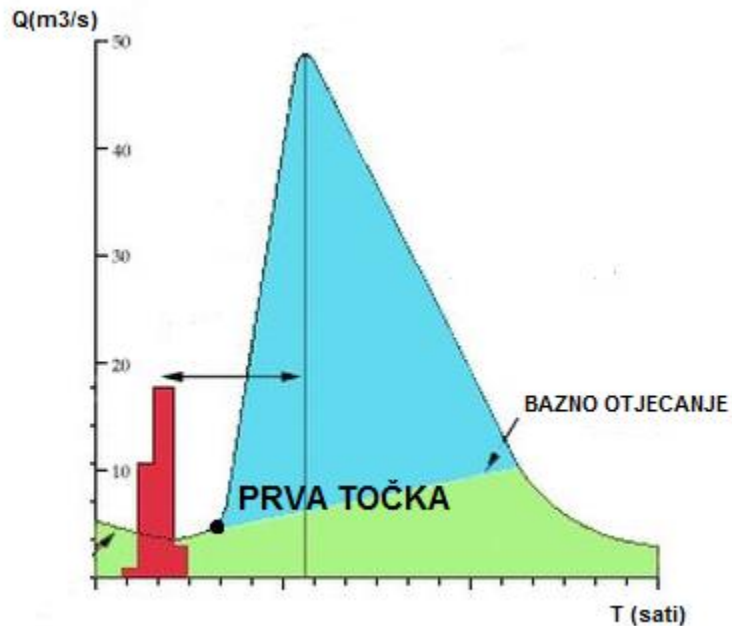
#### **4.2.1. Postupak određivanja prve točke kod grafičkih metoda**

Iako se kod grafičke metode uobičajeno prva točka kod grafičkih metoda traži grafički, odnosno bez ikakve analitičke metode te bez ikakvih proračuna, za potrebu izrade ovog diplomskog rada je uvedena metoda koja u velikoj većini slučajeva daje jako dobre rezultate.

Ta metoda je veoma praktična kod izrade računalnog programa te se pomoću ove metode na brz i efikasan način dobiju pouzdani rezultati.

Ponekad se pomoću ove metode ne dobiju pouzdani rezultati te se tada treba pribjegnuti standardnom određivanju prve točke.

#### 4.2.2. Grafički način određivanja prve točke



Slika 4.1. Grafički način određivanja prve točke baznog otjecanja (Kullabs, [Internet], [cit. 2016-06-29], Dostupno na: <https://www.kullabs.com>)

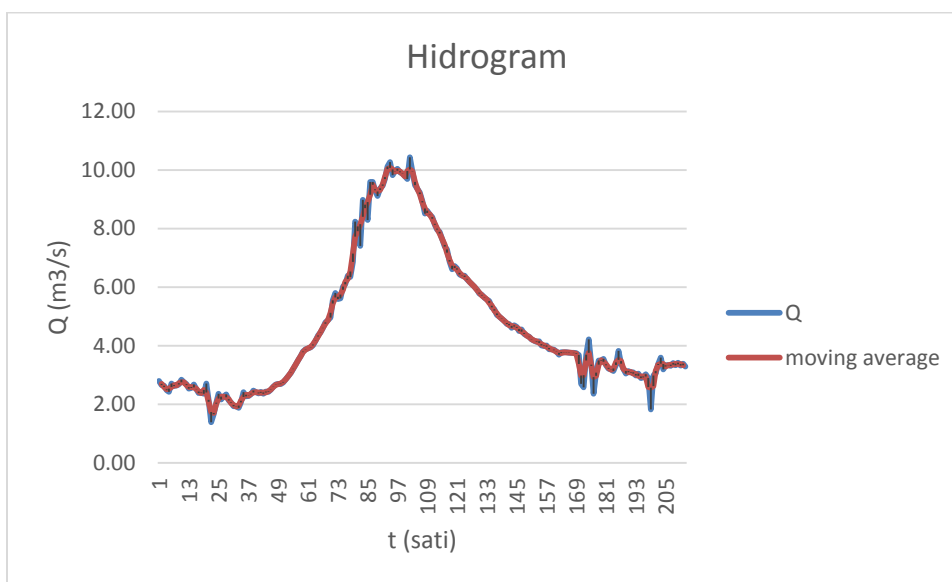
Na gore prikazanoj slici se vidi grafički postupak određivanja prve točke baznog otjecanja. Prva točka baznog otjecanja se određuje na način da se postavi otprilike u točki infleksije nakon početka kišnog perioda koji će uzrokovati direktno otjecanje [Blume, Zehe i Bronstert, 2010].

Kada se prva točka baznog otjecanja određuje na grafički način, tada se određuje otprilike na temelju procjene te se ne koriste nikakvi analitički alati ili proračuni.

#### 4.2.3. Analitički način određivanja prve točke baznog otjecanja

Kao što je već ranije rečeno, za potrebe izrade ovog diplomskog rada je smišljena analitička metoda određivanja prve točke baznog otjecanja. U daljnjem tekstu će se detaljno opisati ova metoda.

Na početku se odredi „moving average“ (Slika 3.3.) za svaku točku posebno (srednja vrijednost promatrane točke, susjedne točke sa lijeve te sa desne strane). Razlog zašto koristimo „moving average“ je da se izbjegnju potencijalni negativni utjecaji ekstrema i pogrešaka u mjerenju.



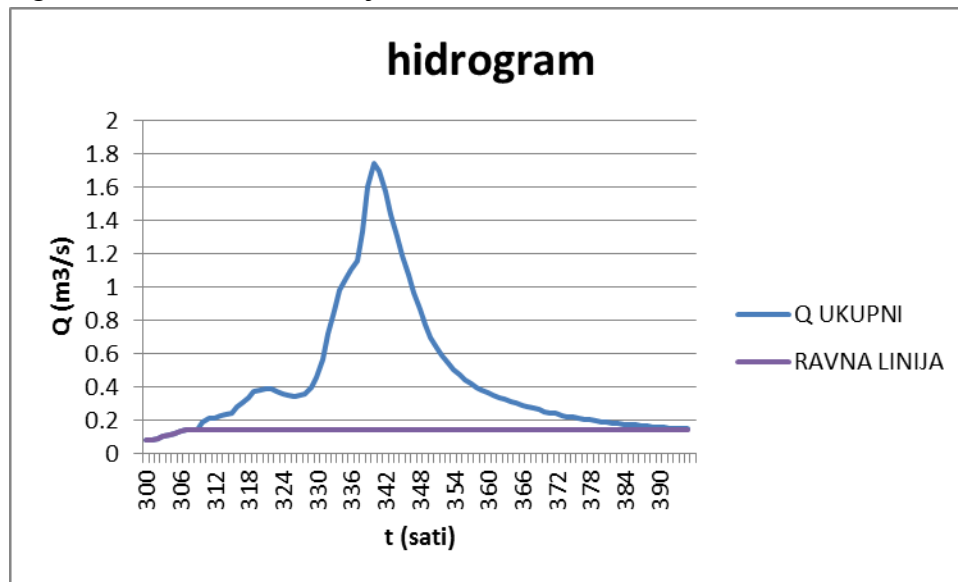
Slika 4.2. Prikaz odnosa dobivenih podataka za protok i „moving average“ protoka

Nakon što se odredi „moving average“, tada nađemo najveći nagib na rastućem dijelu hidrograma te ga zapišemo.

Nakon što smo odredili prethodne dvije stvari, tada tražimo prvu točku baznog otjecanja pod slijedećim uvjetom: Prva točka baznog otjecanja je točka nakon koje su tri slijedeće točke rastuće te nagib između prve točke i treće točke nakon nje iznosi barem 1/10 najvećeg nagiba rastućeg dijela hidrograma.

Ova definicija se pokazala prihvatljiva te je u gotovo svim slučajevima uspjela adekvatno odrediti prvu točku na jako brz i efikasan način. Kada se prva točka određuje na ovaj način, važno je provjeriti rezultat te eventualno promijeniti poziciju prve točke ukoliko se procijeni da je prva točka baznog otjecanja ipak neka druga točka.

#### 4.2.4. Opis grafičke metode ravne linije



Slika 4.3. Primjer metode ravne linije

Na slici 4.3. možemo vidjeti primjer grafičke metode ravne linije [Blume, Zehe i Bronstert, 2010]. Postupak metode je sljedeći. Prvo odredimo prvu točku od koje ćemo dalje vući ravnu liniju (postupak je pokazan u paragrafu 3.2.1.).

Nakon što smo odredili prvu točku, tada samo vučemo ravnu liniju (pravac) od prve točke do točke gdje ravna linije siječe hidrogram.

Protok što se nalazi ispod ravne linije čini bazno otjecanje, dok ono što se nalazi iznad ravne linije predstavlja direktno otjecanje (Primjer možemo vidjeti na slici 4.3.).

### 4.3. Grafička metoda kose linije

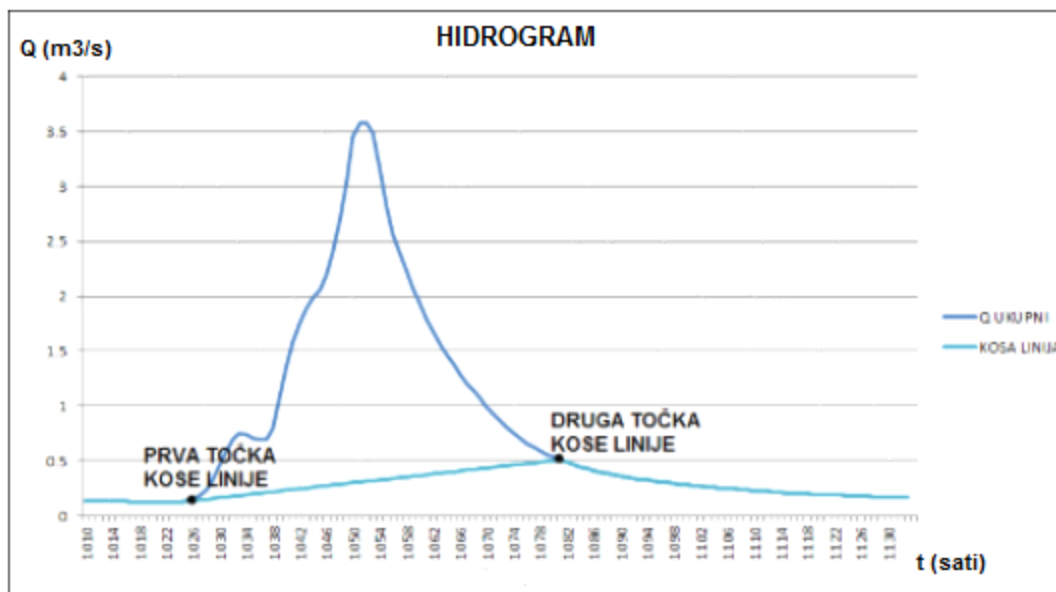
Kod ove metode prvi korak je isti kao i prvi korak kod grafičke metode ravne linije, dakle treba se odrediti prva točka od koje polazi kosa linija [Blume, Zehe i Bronstert, 2010]. Prva točka se određuje potpuno isto kao i prva točka kod metode ravne linije te je postupak određivanja prve točke opisan u prethodnom dijelu teksta.

Drugi korak je odrediti drugu točku kose linije, jer za odrediti liniju su potrebne dvije točke. Ta točka se određuje na slijedeći način:

1. Odredi se vrh hidrograma
2. Izračuna se broj N (taj broj predstavlja broj dana) koji iznosi  $N = 0,827 * A^{0,2}$  ( A je površina sliva u  $km^2$  )
3. Druga točka kose linije je točka koja je udaljena od vrha za N dana

Nakon određivanja prve i druge točke linije, imamo dovoljno podataka da bismo dobili traženu kosu liniju. Prva točka baznog otjecanja se spoji sa drugom točkom kose linije. Sve ispod dobivene linije predstavlja bazno otjecanje, dok sve poviše dobivene linije predstavlja direktno otjecanje.

Gore opisani postupak je korišten kod daljne analize podataka, a osim gore navedenog postupka, postoji još mnogo postupaka određivanja kose linije koji nisu korišteni prilikom izrade ovog diplomskog rada.



Slika 4.4. Primjer grafičke metode kose linije



#### 4.4. Metoda produžene recesije

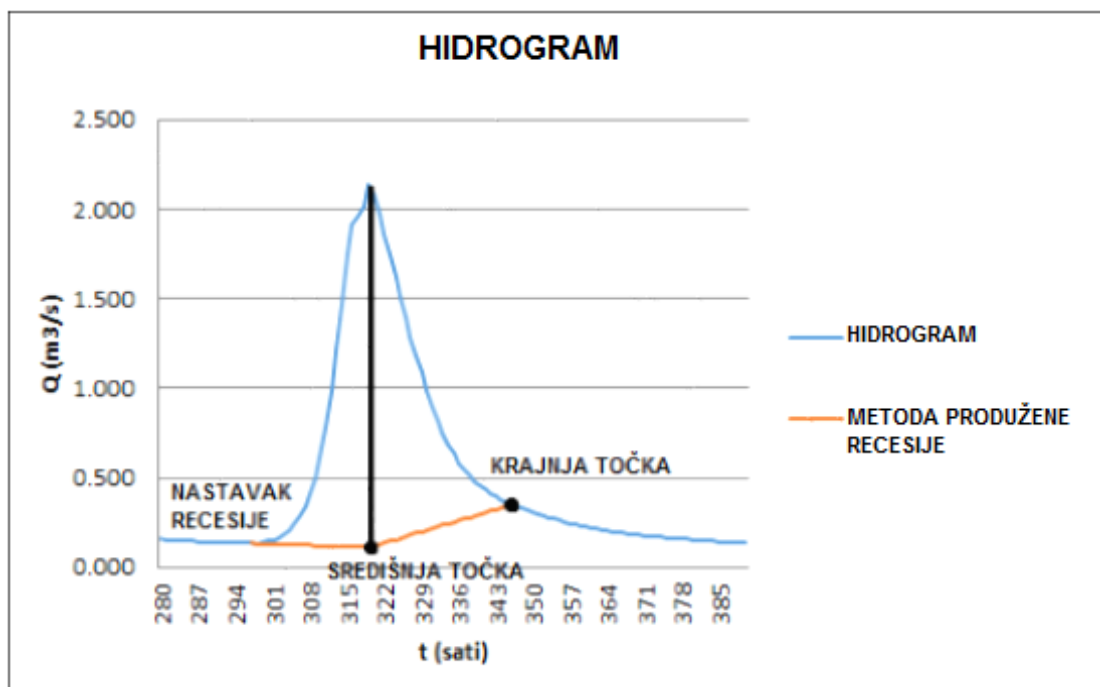
Metoda produžene recesije je metoda koja je praktična kod pravilnih hidrograma kojima vrijednosti protoka opadaju (u recesiji su) prije početka direktnog otjecanja [Blume, Zehe i Bronstert, 2010].

Metoda se radi na slijedeći način:

1. Nađu se opadajuće točke neposredno prije početka rasta hidrograma
2. Opadajuće točke se produže do točke ispod vrha hidrograma po liniji koja ima isti nagib kao i nagib opadajućih točaka te se na taj način dobije srednja točka baznog otjecanja
3. Odredi se krajnja točka baznog otjecanja na isti način kao i kod grafičke metode kose linije
4. Spoji se krajnja točka i središnja točka kao na slici 3.5.

Kao i kod prethodnih metoda, područje ispod dviju linije je bazno otjecanje, dok područje poviše dviju linija predstavlja direktno otjecanje.

Ova metoda nije bila korištena prilikom izrade ovog diplomskog rada jer oblik većine hidrograma na mjernoj postaji Kristianov nije imao recesijski dio prije početka direktnog otjecanja.



Slika 4.5. Metoda produžne recesije

#### 4.5. Metoda konstantnog koeficijenta K

Metoda konstantnog koeficijenta K je nova metoda separacije hidrograma kojom se pokušavaju uvesti analitički proračuni prilikom separacije hidrograma [Blume, Zehe i Bronstert, 2010].

Pretpostavka otjecanja iz podzemnog vodonosnika je linearnost te da će recesijska krivulja baznog protoka padati eksponencijalno. Prilikom određivanja recesijskog koeficijenta K od eksponencijalne funkcije u jednadžbi  $Q(t) = Q_0 * e^{-kt}$  za sve točke u hidrogramu, moguće je odrediti točku u vremenu ( $t_e$ ) poslije koje koeficijent K postaje otprilike konstantan, odnosno njegova se vrijednost približava nuli. Naposljetku, vrijeme  $t_e$  se definira kao kraj direktnog otjecanja.

Koeficijent K (mjerna jedinica je  $\text{min}^{-1}$ ) se računa pomoću diferenciranja slijedeće jednadžbe

$$Q(t) = Q_0 * e^{-kt}$$

Kada diferenciramo gore navedenu jednadžbu, dobijemo:

$$\frac{dQ}{dt} = -k * Q(t) \quad (1)$$

Nakon što dobivenu jednadžbu podijelimo sa  $Q(t)$ , dobijemo:

$$k = - \frac{dQ}{dt} * \frac{1}{Q(t)} \quad (2)$$

U slučaju kada se Q približava nuli u uvjetima malih protoka, koeficijent K postaje visoko osjetljiv na male promjene protoka Q. To je razlog zbog kojeg umjesto koeficijenta K računamo koeficijent  $K^*$ .  $K^*$  predstavlja dvosatni „moving average“ te se rezultati  $K^*$  prikazuju u grafu.

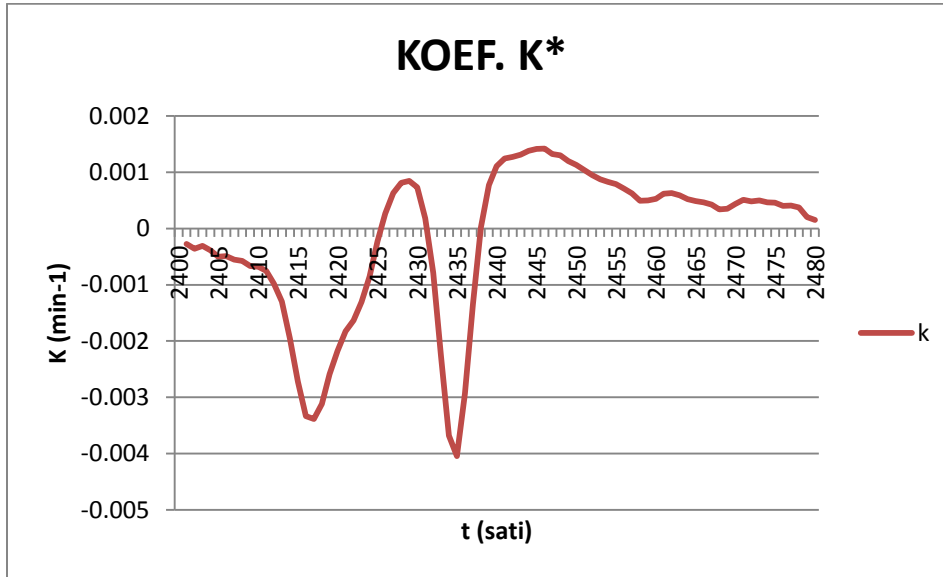
Točka u kojoj koeficijent  $K^*$  postane otprilike jednak nuli (tj. manji od  $\pm 10^{-7} \text{ min}^{-2}$ ) se definira kao točka  $t_e$ , odnosno točka gdje prestaje bazno otjecanje. Kriterij da koeficijent  $K^*$  mora biti manji od  $\pm 10^{-7}$  je određen eksperimentalnim mjerenjima.

Nakon što se odredila krajnja točka baznog otjecanja, slijedeći je korak izvršiti interpolaciju vrijednost baznog otjecanja između prve točke baznog otjecanja te krajnje točke baznog otjecanja.

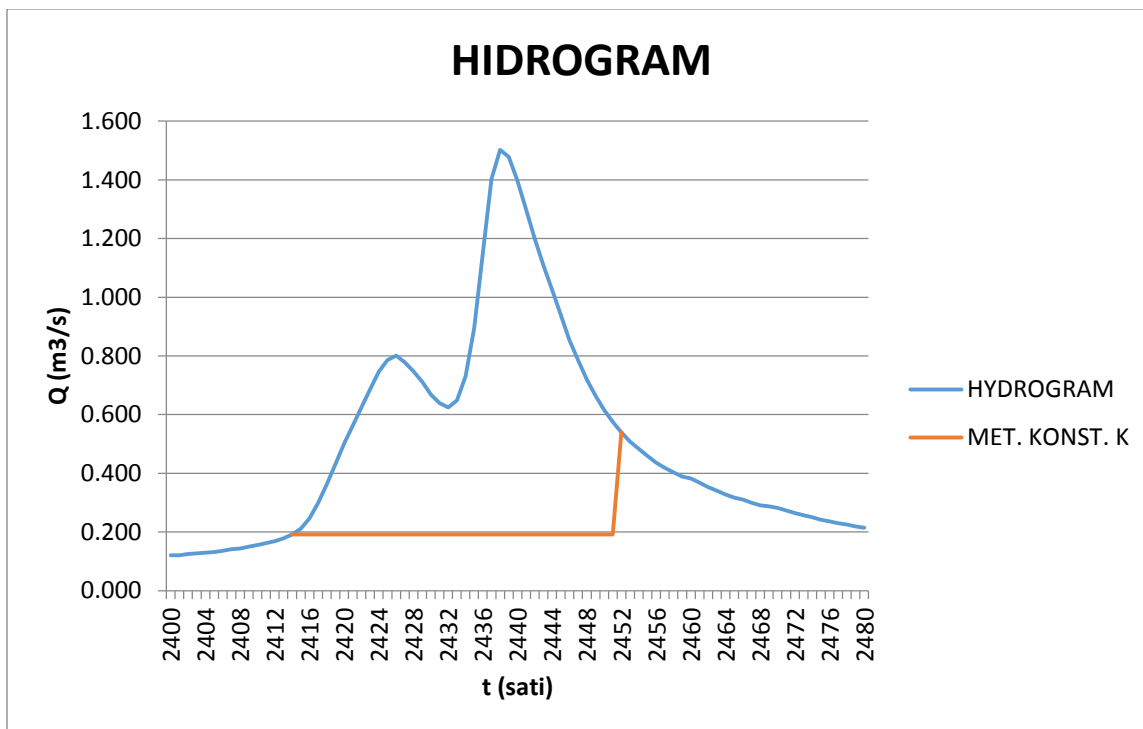
Interpolacija se može vršiti na više načina, a najjednostavniji način je koristeći modifikaciju grafičke metode ravne linije.

Prva točka baznog otjecanja se odredi na način opisan u prethodnim paragrafima te se vuče ravna linija do točke  $t_e$ . Nakon toga se ravna linija spoji sa vrijednosti na hidrogramu koja se nalazi u vremenskom trenutku  $t_e$ .

Ova metoda se nije pokazala pogodnom za hidrograme dobivene mjerenjem na našoj mjernoj stanici, pa se nije koristila u daljnjim proračunima.



Slika 4.6. Prikaz koeficijenta  $K^*$  za svaku točku u hidrogramu



Slika 4.7. Prikaz separacije hidrograma pomoću metode konstantnog K

## 4.6. HYSEP METODE

### 4.6.1. OPĆENITO O HYSEP METODAMA

HYSEP metode su nastale za potrebe američkog računalnog programa za separaciju hidrograma [Sloto i Crouse, 1996]. Odlikuje ih jednostavnost i brzina korištenja. U kratkom vremenu se pomoću ovih metoda mogu analizirati veliki vremenski intervali. Ovu tehniku su 1979. godine razvili Pettyjohn i Henning te se od tada često koristi.

Postoje ukupno 3 HYSEP metode: HYSEP 1 (fiksni interval), HYSEP 2 (klizujući interval) i HYSEP 3 (metoda lokalnih minimuma). Koncept ovih metoda se može opisati kao tri različita algoritma koja sistematično povezuju linije između minimalnih točaka protoka. Područje ispod ovih linija predstavlja bazno tečenje.

Za svaku od 3 metode prvi korak je isti, izračunati interval  $N = A^{0.2}$ , gdje je A površina sliva izražena u kvadratnim miljama. Nakon toga se računa interval  $2N^*$  koji je određen kao najbliži neparni broj u rasponu od 3 do 11 broju  $2N$ .

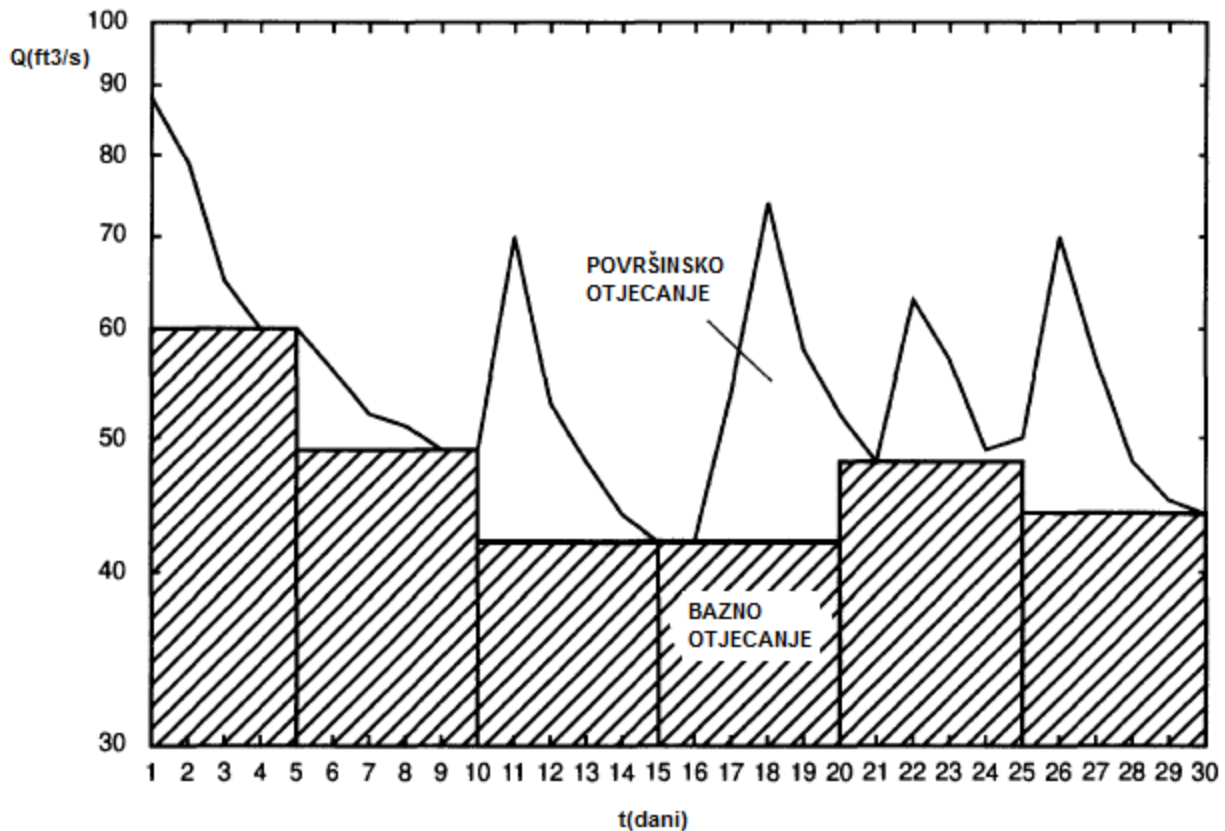
Primjerice, ako je površina sliva  $59,1 \text{ mi}^2$ , tada je  $N = 2,26$ , a  $2N$  je  $4,52$ . Neparan broj u rasponu od 3 do 11 koji je najbliži broju  $4,52$  je 5, pa stoga zaključujemo da je  $2N^* = 5$ . Interval  $2N^* = 5$  ćemo koristiti u daljnjem proračunu.

Radi povećane točnosti, separacija hidrograma bi trebala započeti jedan interval ( $2N^*$  dana) prije promatranog prvog datuma te bi trebala završiti ( $2N^*$  dana) poslije promatranog zadnjeg datuma.

#### 4.6.2. HYSEP 1

HYSEP 1 ili metoda fiksnog intervala, je metoda koja pridjeljuje vrijednost najnižeg protoka u intervalu  $2N^*$  za sve vrijednosti baznog protoka u tom intervalu (Slika 3.8). Metoda se može vizualizirati kao pomicanje linije širine  $2N^*$  prema gore sve dok ta linija ne dotakne hidrogram. Protok u toj točki je pridjeljen svim točkama baznog protoka u tom intervalu. Tada se linija pomakne za vrijednost  $2N^*$  u desno te se postupak ponavlja.

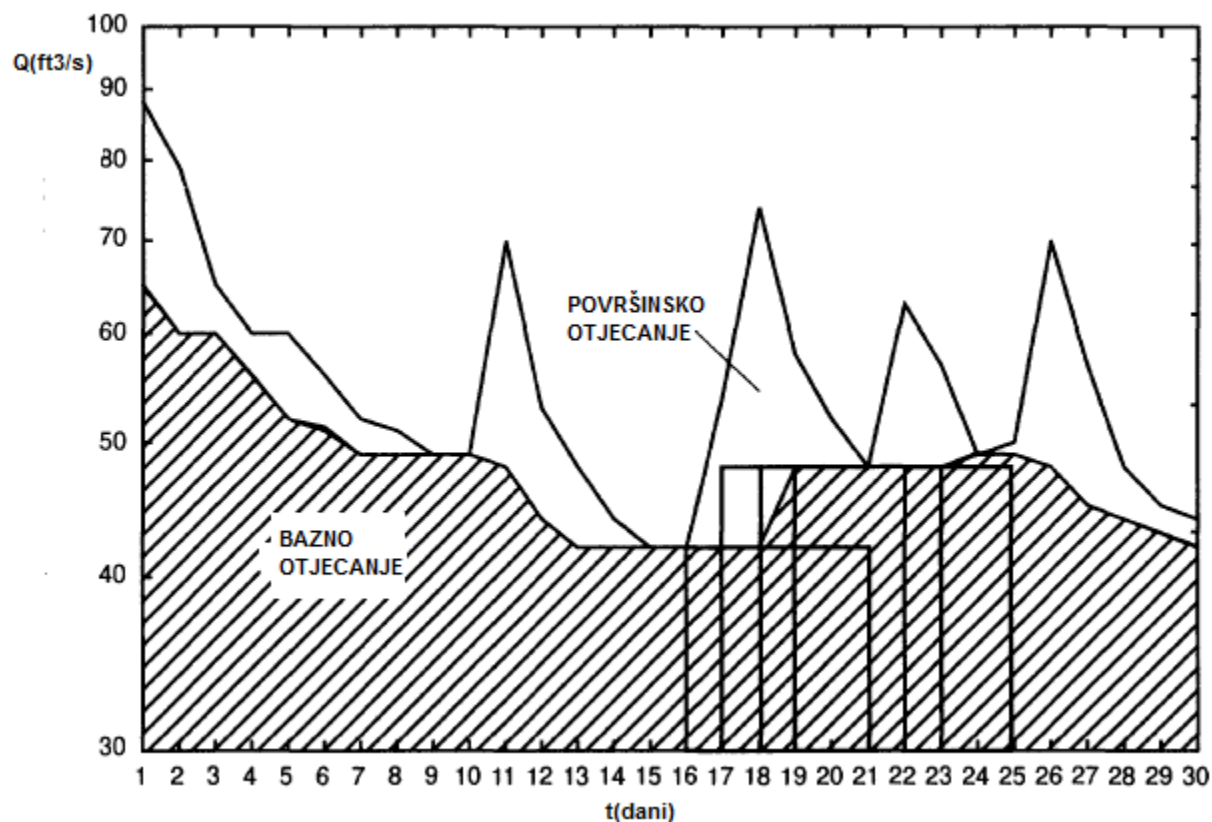
Na slici 4.8. interval  $2N^*$  iznosi 5 dana. Na primjer, u intervalu od 5. dana u mjesecu do 9. dana u mjesecu najniži protok iznosi  $49 \text{ ft}^3/\text{s}$ , pa onda iznos baznog otjecanja za sve dane u tom periodu iznosi  $49 \text{ ft}^3/\text{s}$ .



Slika 4.8. Prikaz HYSEP 1 metode (Sloto R., Crouse M. (1996), HYSEP: A computer program for streamflow hydrograph separation and analysis; U.S. GEOLOGICAL SURVEY; Water-Resources Investigations Report 96-4040, 5, sl. 2.)

#### 4.6.3. HYSEP 2

HYSEP 2 ili metoda kliznog intervala je metoda koja je bazirana na sličnom principu kao metoda HYSEP 1. Ova metoda „traži“ najmanji protok u periodu od pola intervala minus jedan dan  $[0.5(2N^*-1)$  dana] prije i poslije promatranog dana te tu vrijednost pridjeljuje vrijednosti baznog protoka promatranog dana. Metoda se može vizualzirati kao pomicanje linije širine  $2N^*$  prema gore dok linija ne takne hidrogram. Bazni se protok pridjeljuje središnjoj točki tog intervala. Nakon toga se linija pomiče na drugi dan te se cijeli postupak ponavlja.

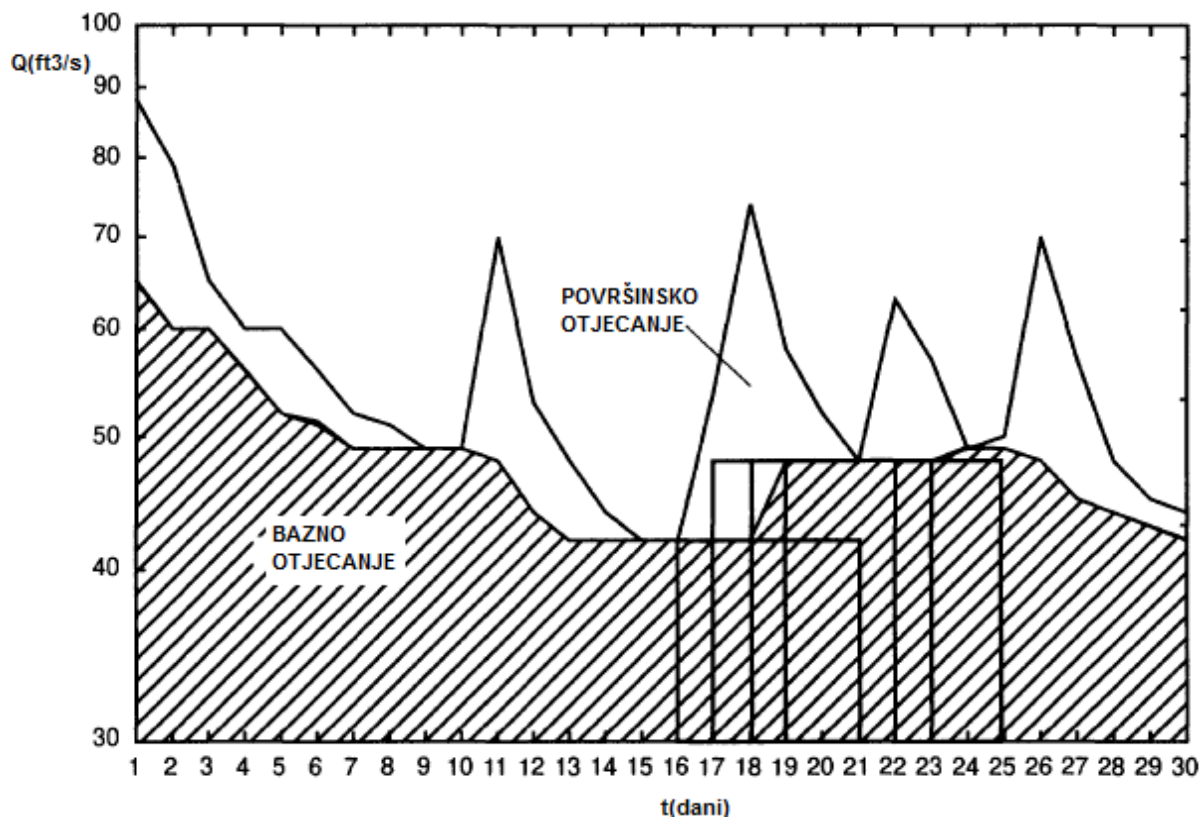


Slika 4.9. Prikaz HYSEP 2 metode (Sloto R., Crouse M. (1996), HYSEP: A computer program for streamflow hydrograph separation and analysis; U.S. GEOLOGICAL SURVEY; Water-Resources Investigations Report 96-4040, 6, sl. 3.)

#### 4.6.4. HYSEP 3

HYSEP 3 ili metoda lokalnog minimuma „provjerava“ svaki dan te određuje dali taj dan predstavlja minimum u periodu od pola intervala minus jedan dan  $[0.5(2N^*-1)$  dana] prije i poslije promatranog dana. Ako je prethodni uvjet ispunjen, tada ta točka predstavlja lokalni minimum.

Nakon dobivenih svih lokalnih minimuma, sve se lokalni minimumi spoje ravni linijama te područje ispod tih linija predstavlja bazni protok.



Slika 4.10. Prikaz HYSEP 3 metode (Sloto R., Crouse M. (1996), HYSEP: A computer program for streamflow hydrograph separation and analysis; U.S. GEOLOGICAL SURVEY; Water-Resources Investigations Report 96-4040, 7, sl. 4.)

## 4.7. Metode digitalnog filtera

### 4.7.1. Općenito o metodama digitalnog filtera

Rekurzivne metode digitalnog filtera su metode separacije hidrograma koje se temelje na analitičkim metodama [Eckhardt, 2005]. Isto kao i HYSEP metode, ove metode su u potpunosti analitičke. Kroz desetljeća su razvijene mnoge metode ovakvog tipa.

Princip je slijedeći, za svaku od metoda treba biti definirana rekurzivna funkcija. Te su funkcije u većini slučajeva jednoparametarske ili dvoparametarske. Parametri koji se najčešće koriste su parametar tla  $a$  i  $BFI_{max}$  (maximum baseflow index).

Prednost ovih metoda je što su dosta jednostavne i brze za korištenje, dok je mana u tome što je ponekad teško odrediti parametre potrebne za rekurzivnu funkciju radi nedostatka podataka. Isto tako, ako se samo malo promijene parametri  $a$  i  $BFI_{max}$ , tada se dobiveni rezultati uvelike mijenjaju.

U slijedećim paragrafima ćemo opisati 3 različite metode: Chapman & Maxwell, Boughton i Arnold & Allen.

### 4.7.2. Chapman & Maxwell

Chapman & Maxwell je jedna od najjednostavnijih metoda digitalnog filtera [Eckhardt, 2005]. Za razliku od većine ostalih metoda, ova je metoda jednoparametarska. Kao i svaka druga jednoparametarska metoda digitalnog filtera i ova je metoda specijalan slučaj dvoparametarske metode (Boughtonova metoda, objašnjena u slijedećem paragrafu). Iako je ova metoda jednoparametarska, dokazalo se da daje rezultate koji ne odstupaju puno od rezultata dvoparametarskih metoda, a značajno je jednostavnija za korištenje.

Kao i kod nekih već prije spomenutih metoda, pretpostavka otjecanja iz podzemnog vodonosnika je linearnost.

Metoda Chapman i Maxwell je bazirana na slijedećoj formuli:

$$b_k = \frac{a}{a-2} b_{k-1} + \frac{1-a}{2-a} y_k$$

gdje koeficijent  $a$  predstavlja parametar tla,  $y_k$  predstavlja ukupni protok,  $b_k$  predstavlja bazni protok dok je  $k$  vremenski korak.

Isto tako, važno je poštivati uvjet da je  $b_k \leq y_k$  jer je fizikalno nemoguće da bazni protok bude veći od ukupnog protoka.



Može se primjetiti da se u formuli za izračun  $b_k$  koristi  $b_{k-1}$ . Kada se kreće računati  $b_k$  za prvi broj u nizu nemamo podatke od  $b_{k-1}$ . Tada jednostavno pretpostavimo vrijednost  $b_{k-1}$  jer je matematički dokazano da utjecaj pogreške kod pretpostavke s povećanjem broja koraka postaje zanemariv. Ovo vrijedi i za sve ostale metode digitalnog filtera.

#### 4.7.3. Boughton

Boughtonova metoda digitalnog filtera je dvoparametarska metoda koja uključuje koeficijente  $a$  (parametar tla) i  $BFI_{max}$  (maximum baseflow index) [Eckhardt, 2005]. Računamo je na slijedeći način.

Prvo se izračuna koeficijent  $C$  po formuli:

$$C = \frac{(1-a)*BFI_{max}}{1-BFI_{max}}$$

Zatim se izračunava bazni protok prema rekurzivnoj formuli:

$$b_k = \frac{a}{1+C} b_{k-1} + \frac{C}{1-C} y_k$$

Gdje  $b_k$  predstavlja bazni protok,  $b_{k-1}$  bazni protok u prethodnom koraku,  $y_k$  ukupni protok te  $k$  predstavlja vremenski korak. Također, važno je poštivati uvjet da je  $b_k \leq y_k$  kao i kod prethodno objašnjene metode.

#### 4.7.4. Arnold & Allen

Zadnja metoda koju ćemo objasniti je metoda digitalno filtera Arnold & Allen. Ova metoda je jako slična prethodno objašnjenim metodama te ima iste oznake. Zasniva se na pretpostavci da je  $BFI_{\max} = 0,8$  te je pogodna samo za područja gdje je  $BFI_{\max}$  uistinu toliki [Eckhardt, 2005].

Formula po kojoj se računaju bazni protoci prema ovoj metodi je:

$$b_k = \frac{ab_{k-1} + 4(1-a)y_k}{5-4a}$$

Oznake su objašnjene u prethodnim retcima.

## 5. Program „Separacija hidrograma“

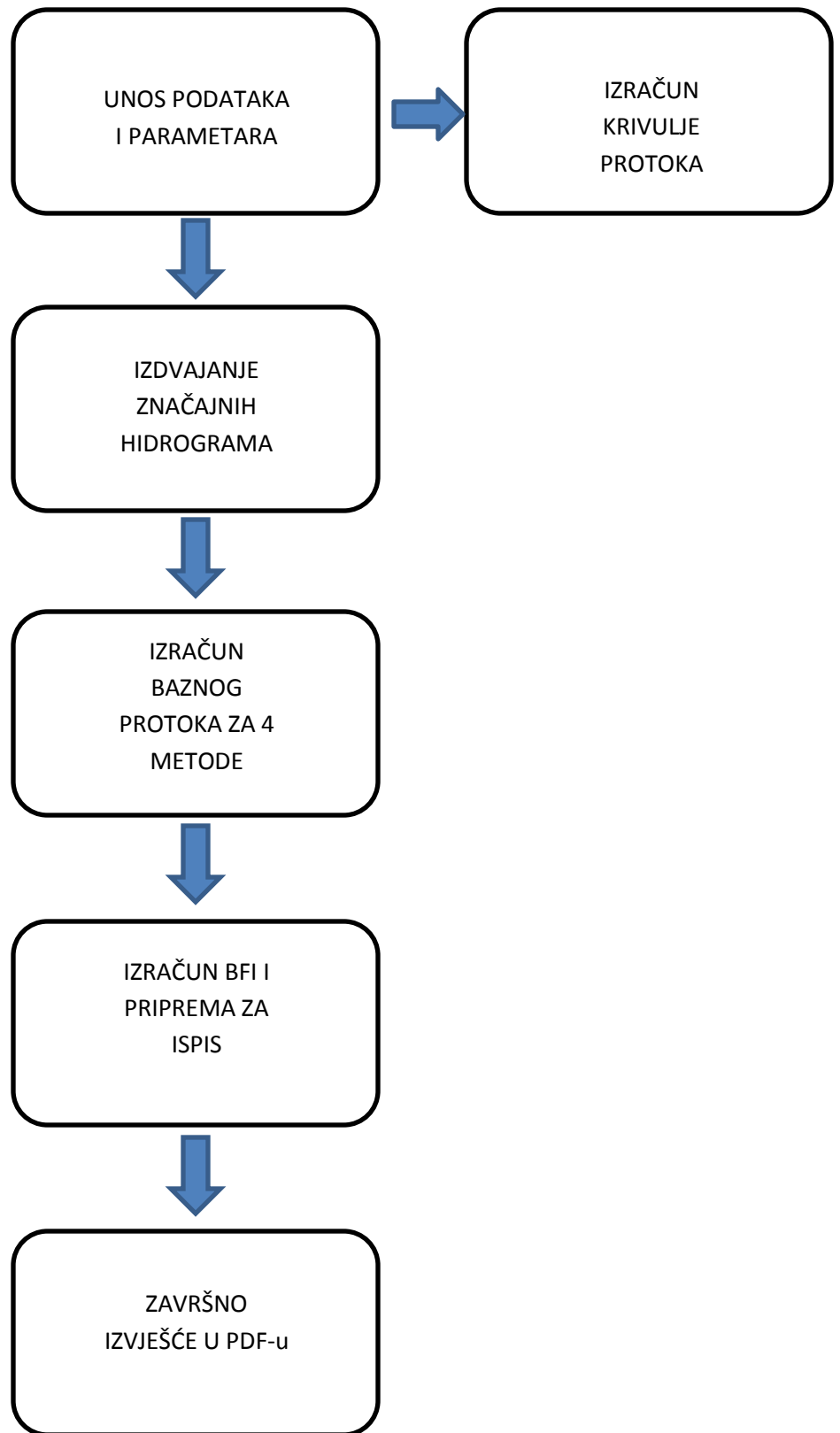
### 5.1. Općenito o programu

Kao što je već rečeno, za potrebe izrade ovog diplomskog rada je napravljen računalni program za separaciju hidrograma „Separacija hidrograma“.

Program je napravljen koristeći programski jezik Visual Basic for Applications te MS Excel. Vrlo je jednostavan za korištenje te u jako kratkom vremenu daje precizne rezultate.

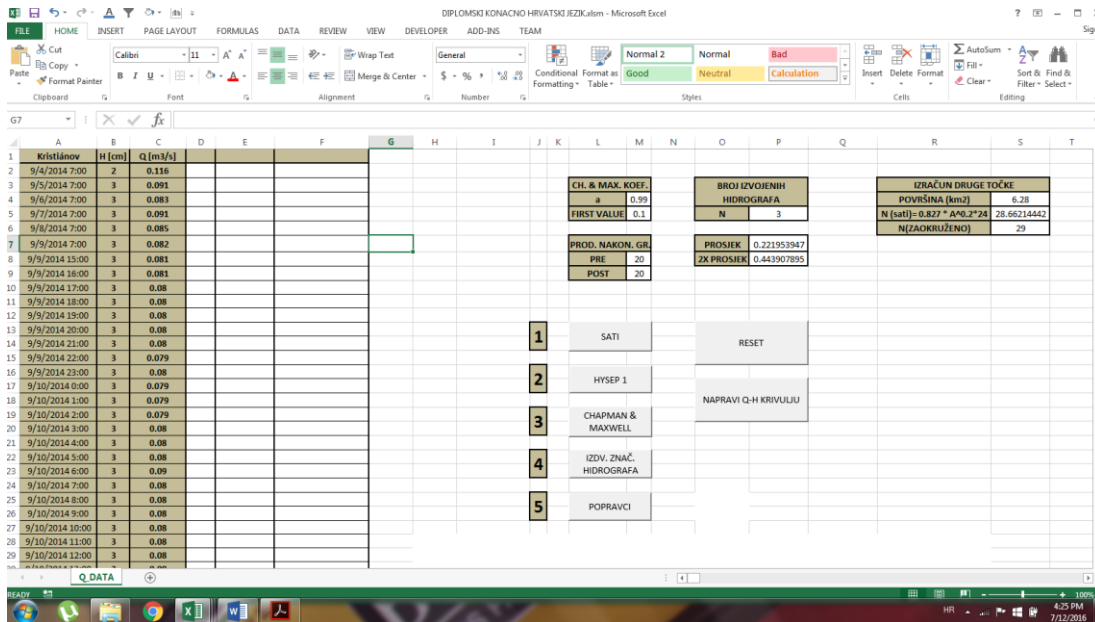
Ovaj program omogućava korisniku vršiti separaciju hidrograma pomoću 4 različite metode: HYSEP 1, Chapman & Maxwell, grafička metoda ravne linije te grafička metoda kose linije. Osim separacije hidrograma, program ima mogućnost i napraviti krivulju protoka koja služi da bi se mogli provjeriti ulazni parametri te na taj način dobiti predodžbu o ispravnosti ulaznih podataka.

Kao ulazne podatke, potrebno je imat satne protoke te satne vodostaje, dok se kao izlazni podaci, osim spomenute krivulje protoka dobivaju vrijednosti separiranog hidrograma, grafovi, izračun BFI te vrijednosti prve i krajnje točke baznog tečenja (za grafičke metode).



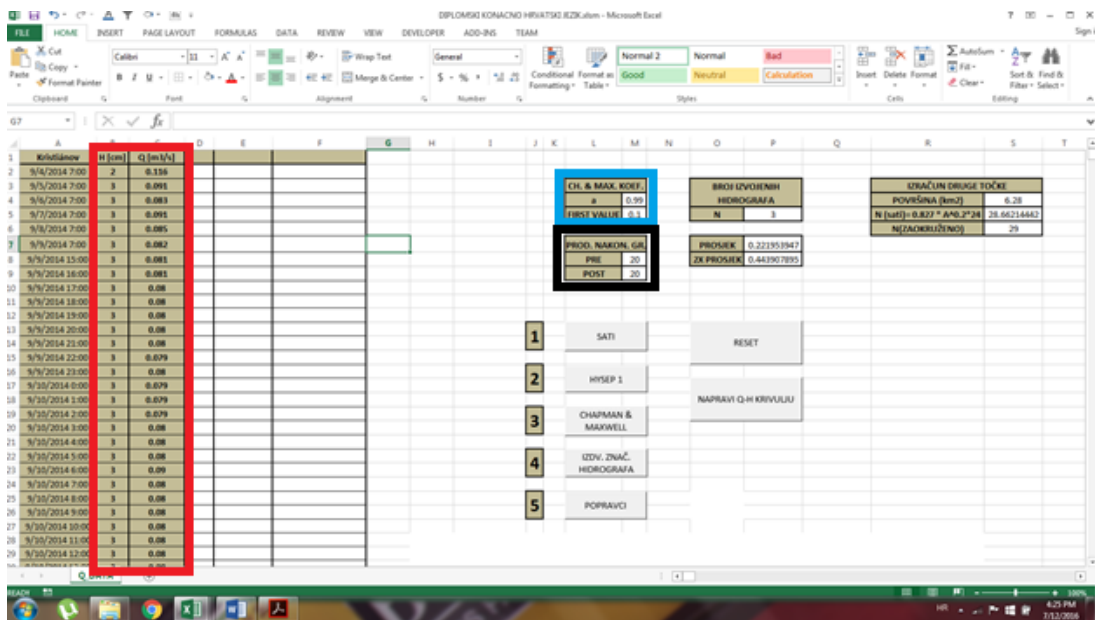
Slika 5.1. Dijagram toka računalnog programa

## 5.2. Upute za korištenje programa



Slika 5.2. Korisničko sučelje

Gore prikazana slika pokazuje korisničko sučelje kada se otvori program. Na dolje prikazanoj slici možemo vidjeti polja u koja treba unijeti ulazne podatke. Crvenom bojom su označena polja gdje se trebaju unijeti protoci i vodostaji, a plavom bojom polja gdje trebamo unijeti početnu vrijednost baznog protoka za te koeficijent „a“ za metodu Chapmana i Maxwella.



Slika 5.3. Ulazni podatci za korištenje programa

Što se tiče polja označenih crnom bojom, ona se odnose na pomoćna polja za izdvajanje značajnih hidrograma. Za u potpunosti shvatiti način izdvajanja značajnih hidrograma, prvo treba shvatiti princip na koji se oni izdvajaju jer je za potrebe izrade ovog diplomskog rada smišljena nova metoda koja do sada nije korištena. Iako metoda nije bila korištena prije, pokazala je veoma dobre rezultate te se može koristiti.

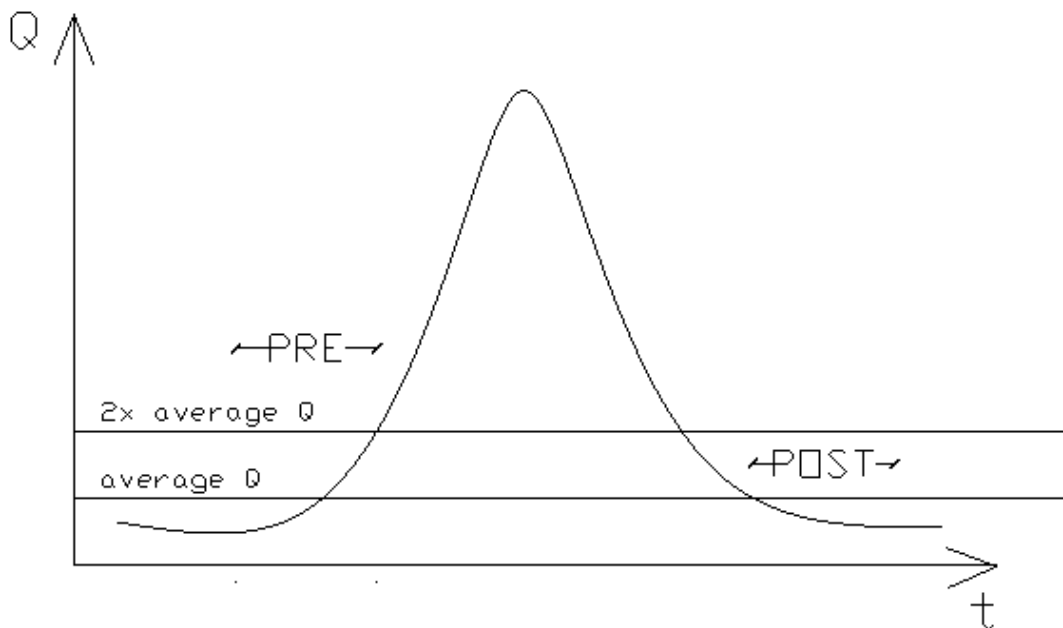
Značajni hidrogrami se izdvajaju na slijedeći način. Prvo se izračunaju srednje vrijednosti protoka (AVERAGE) te dupla srednja vrijednost protoka (2X AVERAGE). Nakon toga se upišu vrijednosti u polja PRE i POST.

Tada program počne obrađivati sve točke zadane u ulaznom nizu podataka. U slučaju da je neka točka veća od 2X AVERAGE tada se smatra da je započeo značajni interval.

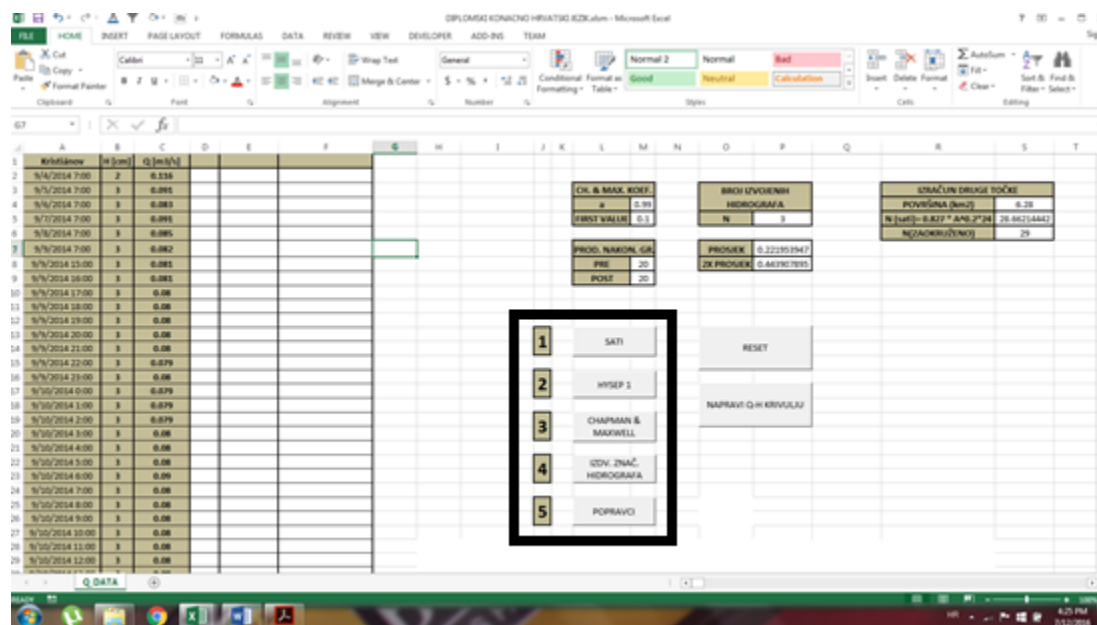
Tada program izdvaja točke značajnog intervala na slijedeći način:

1. Prva točka intervala je točka koja se nalazi udaljena od točke koja je veća od 2x AVERAGE za PRE (vrijednost se mora upisati na početku rada s programom) polja u lijevo
2. Zadnja točka intervala je točka koja se nalazi udaljena od točke koja je manja od AVERAGE za POST (vrijednost se mora upisati na početku rada s programom) polja u desno
3. Značajni interval (hidrogram) se nalazi između gore opisane dvije točke

Dakle ako upišemo veliku vrijednost u polje PRE, izdvojiti ćemo puno točaka sa lijeve strane, a ako upišemo veliku vrijednost u polje POST, izvodijit ćemo previše točaka sa desne strane.



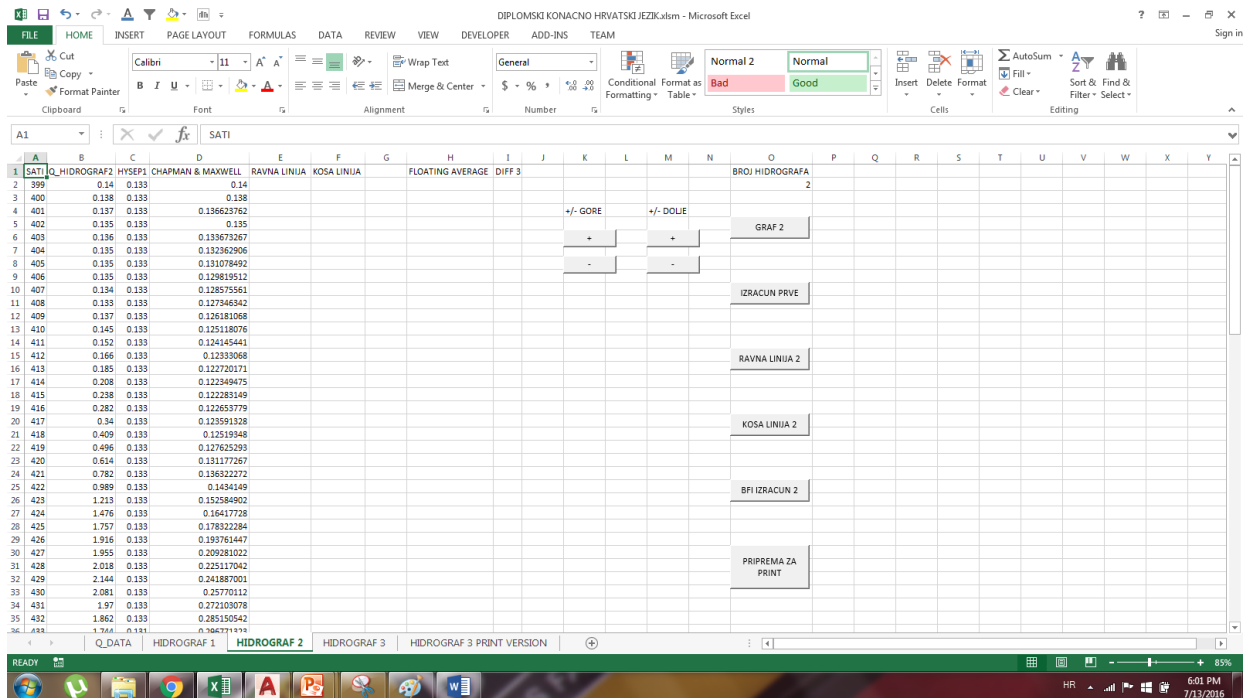
Slika 5.4. Objašnjenje metode izdvajanja značajnih hidrograma



Slika 5.5. Prikaz dugmadi

Nakon što su se opisali svi ulazi podaci, potrebno je redom pritisnuti svih 5 gore navedenih dugmadi (SATI, HYSEP 1, CHAPMAN&MAXWELL, IZDV. ZNAČ. HIDROGRAMA i POPRAVCI).

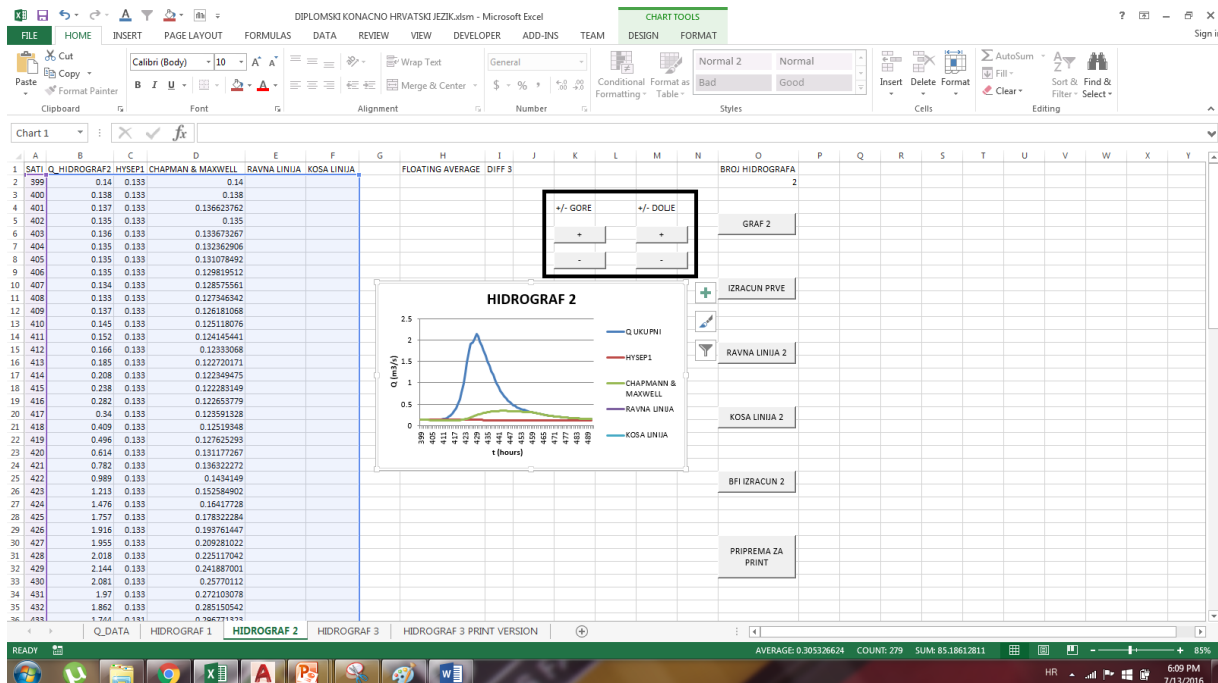
Nakon što smo pritisnuli svih 5 dugmadi, program će izbaciti sve značajne hidrograme u svaki Sheet zasebno. Na donjoj slici možemo vidjeti kako izgleda svaki Sheet na početku.



Slika 5.6. Prikaz novootvorenog Sheet-a

Prva stvar koju trebamo pritisnuti u novom Sheetu je dugme GRAF koje kao što samo ime kaže crta graf. Nakon što smo nacrtali graf, u ovisnosti jeli nam graf predug ili prekratak, možemo dodavati, odnosno oduzimati točke u grafu sa gornje ili donje strane koristeći tipke „+“ i „-“.

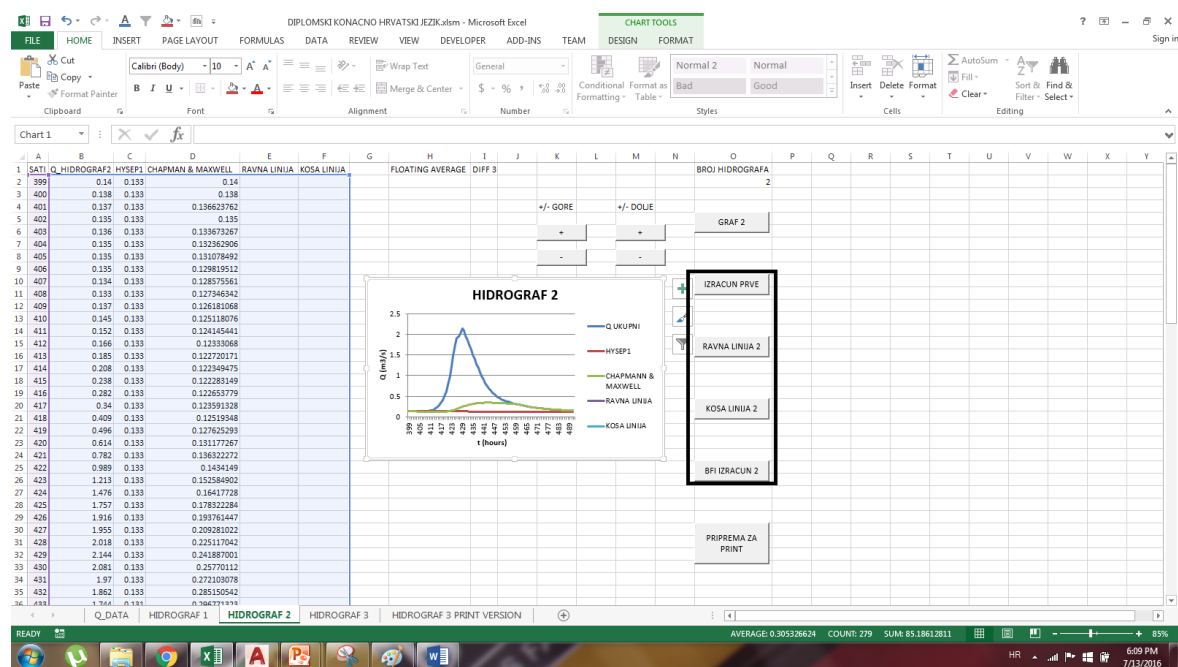
Postupak je prikazan na donjoj slici (tipke za dodavanje/oduzimanje su uokvirene crnim okvirom).



Slika 5.7. Prikaz korištenja tipaka za dodavanje i oduzimanje polja u značajnom hidrogramu



Nakon što se odredi optimalan broj polja u hidrogramu, tada se kreće u daljnju obradu. Pritiskaju se redom dugmad (dolje označena na slici) IZRAČUN PRVE, RAVNA LINIJA, KOSA LINIJA te BFI IZRAČUN.

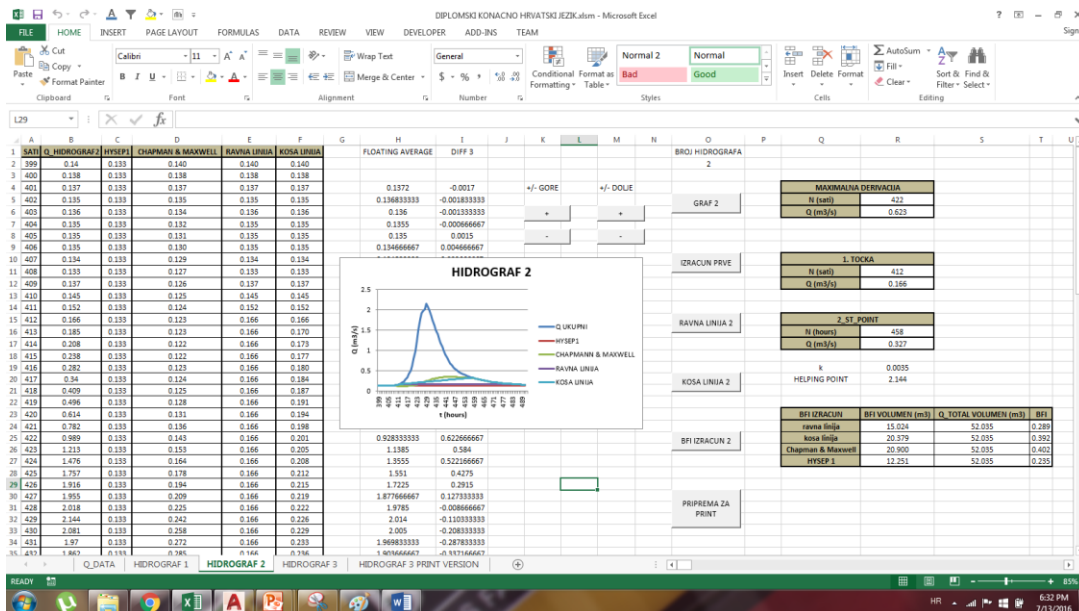


Slika 5.8. Prikaz dugmadi

Nakon što se pritisne sva dugmadi, dobiju se uređene tablice koje prikazuju vrijednosti baznog protoka za sve 4 metode (Grafička metoda ravne linije, grafička metoda kose linije, Chapman & Maxwell, HYSEP 1). Također dobijemo graf u kojem možemo vidjeti rezultate sve 4 metode (u slučaju da želimo vidjeti samo neke od metoda u grafu, možemo koristiti Excelovu naredbu „FILTER“ koja se nalazi u samom grafu).

Osim grafova te vrijednosti baznog protoku za svaku od 4 metode, program još izbacuje i tablicu sa BFI vrijednostima za svaku metodu posebnu (base flow index, tj. omjer baznog i ukupnog otjecanja) te prvu i zadnju točku baznog otjecanja kod grafičkih metoda.

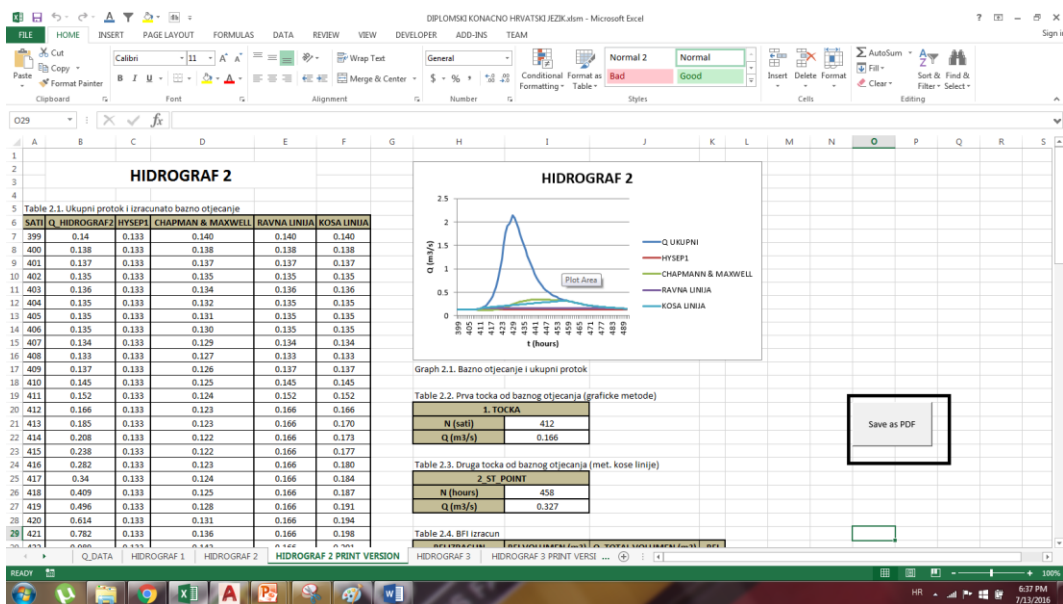
U slučaju da nismo zadovoljni programskim odabirom prve točke kod grafičkih metoda, možemo je sami promijeniti u tablici s naslovom „1. TOCKA“.



Slika 5.9. Prikaz izračunatih vrijednosti u programu

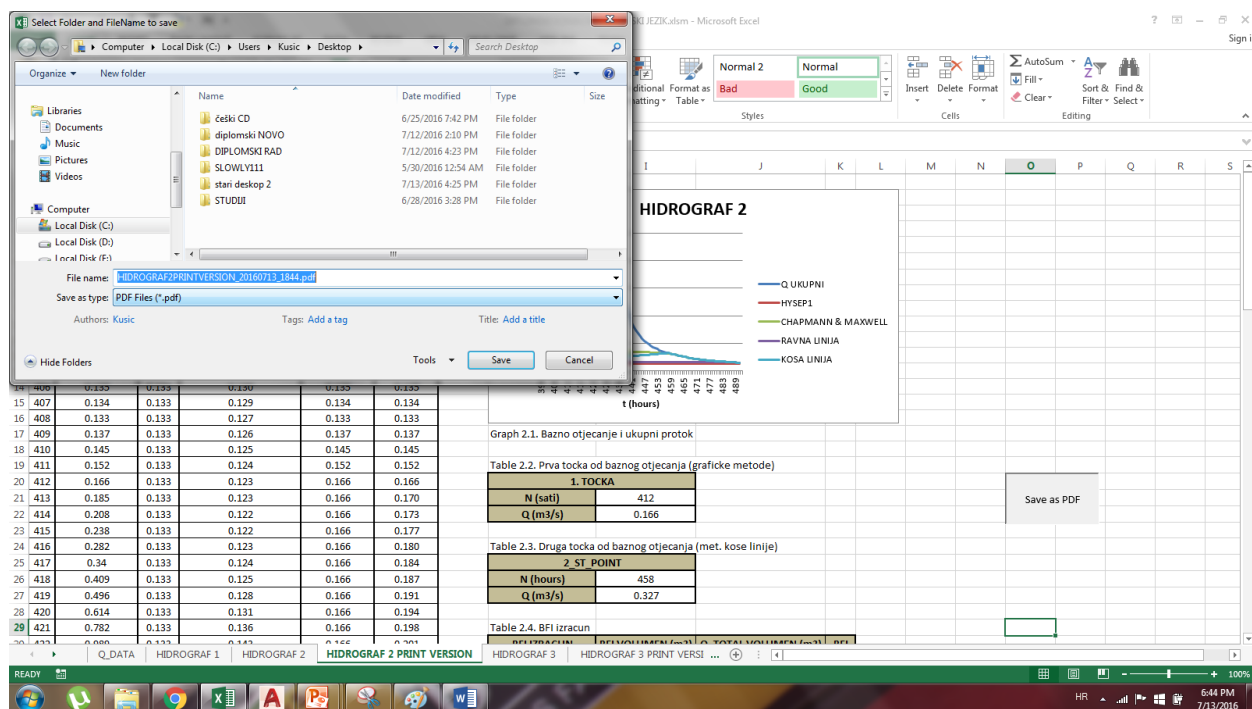
Nakon što smo sve izračunali pomoću programa, u slučaju da želimo printati dobivene rezultate, možemo pritisnuti krajnje dugme „PRIPREMA ZA PRINT“ koje otvara novi Sheet u kojem su rezultati pripremljeni za print. Tada se otvara verzija za print, a u slučaju da nismo zadovoljni sa izgledom, uvijek se može nešto mijenjati.

U slučaju da je sve u redu te se želi pokrenuti daljni postupak printanja, potrebno je pritisnuti dugme „Save as PDF“ da dobijemo isprintanu verziju u PDF-u.



Slika 5.10. Prikaz verzije za print (crnim okvirom je označeno dugme koje sprema verziju u PDF)

Nakon što se pritisnulo dugme, otvara se skočni prozor u kojem možemo birati direktorij u kojem želimo spremiti naš ispis te u kojem ga možemo imenovati.



Slika 5.11. Prikaz skočnog prozora

U sljedećim stranicama ćemo pokazati kako izgleda isprintana verzija PDF-a.

### HIDROGRAF 3

Table 3.1. Ukupni protok i izracunato bazno otjecanje

SATI	Q_HIDROGRAF3	HYSEP1	CHAPMAN & MAXWELL	RAVNA LINIJA	KOSA LINIJA
1010	0.14	0.125	0.075	0.140	0.140
1011	0.138	0.125	0.075	0.138	0.138
1012	0.137	0.125	0.075	0.137	0.137
1013	0.135	0.125	0.075	0.135	0.135
1014	0.135	0.125	0.075	0.135	0.135
1015	0.134	0.125	0.075	0.134	0.134
1016	0.132	0.125	0.074	0.132	0.132
1017	0.131	0.125	0.074	0.131	0.131
1018	0.129	0.125	0.074	0.129	0.129
1019	0.129	0.125	0.074	0.129	0.129
1020	0.128	0.125	0.074	0.128	0.128
1021	0.127	0.125	0.074	0.127	0.127
1022	0.126	0.125	0.073	0.126	0.126
1023	0.125	0.125	0.073	0.125	0.125
1024	0.125	0.125	0.073	0.125	0.125
1025	0.134	0.125	0.073	0.134	0.134
1026	0.164	0.125	0.073	0.134	0.141
1027	0.186	0.125	0.073	0.134	0.148
1028	0.241	0.125	0.074	0.134	0.154
1029	0.333	0.125	0.076	0.134	0.161
1030	0.454	0.125	0.079	0.134	0.168
1031	0.598	0.125	0.083	0.134	0.175
1032	0.697	0.125	0.089	0.134	0.181
1033	0.756	0.125	0.094	0.134	0.188
1034	0.741	0.125	0.100	0.134	0.195
1035	0.713	0.125	0.105	0.134	0.202
1036	0.693	0.125	0.110	0.134	0.208
1037	0.699	0.125	0.115	0.134	0.215
1038	0.793	0.125	0.120	0.134	0.222
1039	1.064	0.125	0.128	0.134	0.229
1040	1.373	0.125	0.139	0.134	0.235
1041	1.589	0.125	0.152	0.134	0.242
1042	1.772	0.125	0.167	0.134	0.249
1043	1.893	0.125	0.182	0.134	0.256
1044	1.983	0.125	0.198	0.134	0.262
1045	2.067	0.125	0.215	0.134	0.269
1046	2.201	0.125	0.232	0.134	0.276
1047	2.401	0.125	0.252	0.134	0.283
1048	2.715	0.125	0.273	0.134	0.289
1049	3.031	0.125	0.298	0.134	0.296

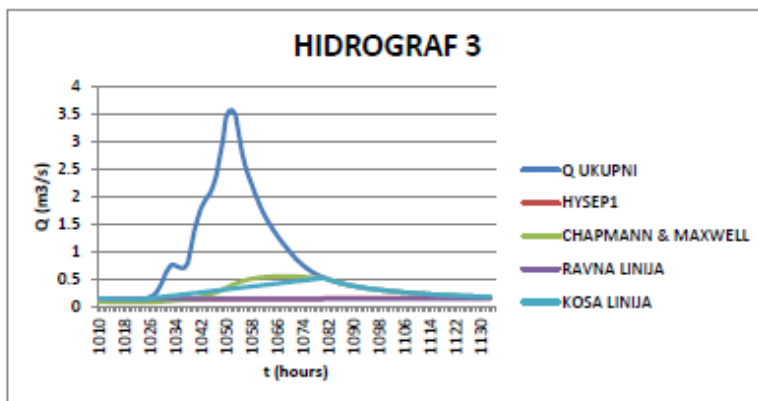
Slika 5.12. Prikaz prve stranice PDF-a

1050	3.455	0.125	0.326	0.134	0.303
1051	3.576	0.125	0.355	0.134	0.310
1052	3.582	0.125	0.384	0.134	0.316
1053	3.493	0.125	0.411	0.134	0.323
1054	3.134	0.125	0.434	0.134	0.330
1055	2.813	0.125	0.453	0.134	0.337
1056	2.562	0.125	0.469	0.134	0.343
1057	2.385	0.125	0.484	0.134	0.350
1058	2.23	0.125	0.496	0.134	0.357
1059	2.072	0.125	0.507	0.134	0.364
1060	1.926	0.125	0.516	0.134	0.370
1061	1.795	0.125	0.523	0.134	0.377
1062	1.664	0.125	0.529	0.134	0.384
1063	1.566	0.125	0.534	0.134	0.391
1064	1.469	0.125	0.538	0.134	0.397
1065	1.376	0.125	0.541	0.134	0.404
1066	1.294	0.125	0.544	0.134	0.411
1067	1.213	0.125	0.545	0.134	0.418
1068	1.139	0.125	0.545	0.134	0.424
1069	1.067	0.125	0.545	0.134	0.431
1070	0.995	0.125	0.544	0.134	0.438
1071	0.927	0.125	0.542	0.134	0.445
1072	0.862	0.125	0.540	0.134	0.451
1073	0.805	0.125	0.538	0.134	0.458
1074	0.753	0.125	0.534	0.134	0.465
1075	0.707	0.125	0.531	0.134	0.472
1076	0.667	0.125	0.527	0.134	0.478
1077	0.627	0.125	0.523	0.134	0.485
1078	0.594	0.125	0.518	0.134	0.492
1079	0.563	0.125	0.513	0.134	0.499
1080	0.538	0.125	0.509	0.134	0.505
1081	0.512	0.147	0.504	0.134	0.512
1082	0.489	0.147	0.489	0.134	0.489
1083	0.469	0.147	0.469	0.134	0.469
1084	0.449	0.147	0.449	0.134	0.449
1085	0.433	0.147	0.433	0.134	0.433
1086	0.416	0.147	0.416	0.134	0.416
1087	0.404	0.147	0.404	0.134	0.404
1088	0.39	0.147	0.390	0.134	0.390
1089	0.379	0.147	0.379	0.134	0.379
1090	0.367	0.147	0.367	0.134	0.367
1091	0.356	0.147	0.356	0.134	0.356
1092	0.346	0.147	0.346	0.134	0.346
1093	0.336	0.147	0.336	0.134	0.336
1094	0.327	0.147	0.327	0.134	0.327
1095	0.319	0.147	0.319	0.134	0.319
1096	0.312	0.147	0.312	0.134	0.312

Slika 5.13. Prikaz druge stranice PDF-a

1097	0.304	0.147	0.304	0.134	0.304
1098	0.297	0.147	0.297	0.134	0.297
1099	0.29	0.147	0.290	0.134	0.290
1100	0.284	0.147	0.284	0.134	0.284
1101	0.278	0.147	0.278	0.134	0.278
1102	0.272	0.147	0.272	0.134	0.272
1103	0.265	0.147	0.265	0.134	0.265
1104	0.261	0.147	0.261	0.134	0.261
1105	0.255	0.147	0.255	0.134	0.255
1106	0.251	0.147	0.251	0.134	0.251
1107	0.246	0.147	0.246	0.134	0.246
1108	0.24	0.147	0.240	0.134	0.240
1109	0.236	0.147	0.236	0.134	0.236
1110	0.232	0.147	0.232	0.134	0.232
1111	0.228	0.147	0.228	0.134	0.228
1112	0.224	0.147	0.224	0.134	0.224
1113	0.22	0.147	0.220	0.134	0.220
1114	0.217	0.147	0.217	0.134	0.217
1115	0.21	0.147	0.210	0.134	0.210
1116	0.208	0.147	0.208	0.134	0.208
1117	0.204	0.147	0.204	0.134	0.204
1118	0.202	0.147	0.202	0.134	0.202
1119	0.2	0.147	0.200	0.134	0.200
1120	0.197	0.147	0.197	0.134	0.197
1121	0.194	0.147	0.194	0.134	0.194
1122	0.191	0.147	0.191	0.134	0.191
1123	0.189	0.147	0.189	0.134	0.189
1124	0.187	0.147	0.187	0.134	0.187
1125	0.185	0.147	0.185	0.134	0.185
1126	0.183	0.147	0.183	0.134	0.183
1127	0.18	0.147	0.180	0.134	0.180
1128	0.177	0.147	0.177	0.134	0.177
1129	0.177	0.147	0.175	0.134	0.177
1130	0.174	0.147	0.174	0.134	0.174
1131	0.173	0.147	0.172	0.134	0.173
1132	0.171	0.147	0.170	0.134	0.171
1133	0.17	0.147	0.168	0.134	0.170

Slika 5.14. Prikaz treće stranice PDF-a



Graph 3.1. Bazno otjecanje i ukupni protok

Table 3.2. Prva točka od baznog otjecanja (graficke metode)

1. TOCKA	
N (sati)	1025
Q (m <sup>3</sup> /s)	0.134

Table 3.3. Druga točka od baznog otjecanja (met. kose linije)

2. ST. POINT	
N (hours)	1081
Q (m <sup>3</sup> /s)	0.512

Table 3.4. BFI izracun

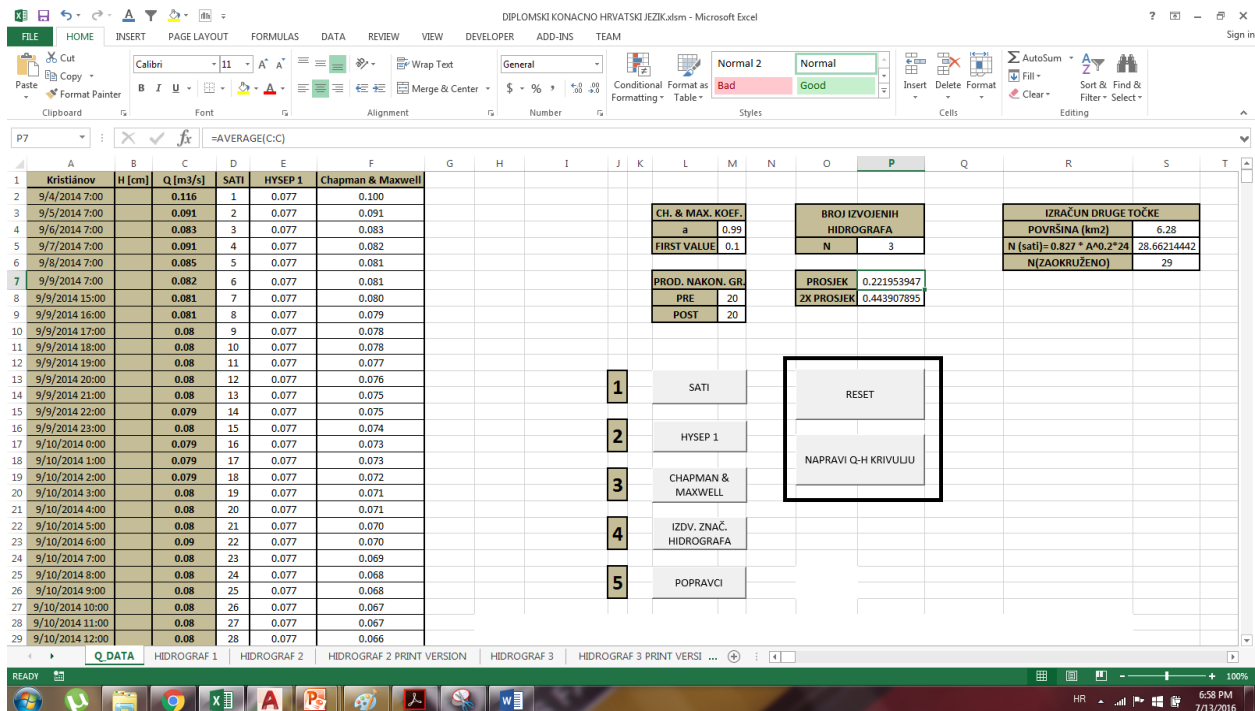
BFI IZRACUN	BFI VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	Q_TOTAL VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	BFI
ravna linija	16.577	97.587	0.170
kosa linija	34.346	97.587	0.352
Chapman & Maxwell	34.575	97.587	0.354
HYSEP 1	16.666	97.587	0.171

Slika 5.15. Prikaz četvrte stranice PDF-a

Osim gore objašnjene postupka, imamo još dva dugmeta na početnom sučelju koja nisu objašnjena.

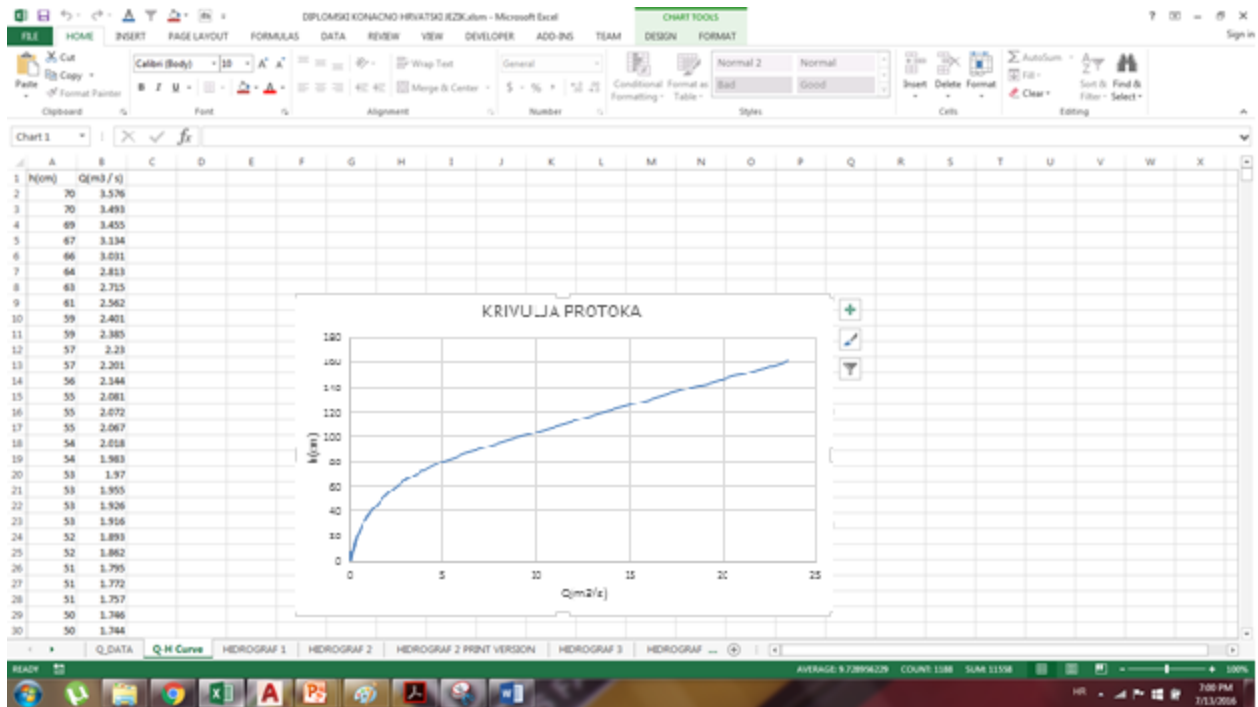
Jedno od njih je dugme „NAPRAVI Q-H KRIVULJU“ koje nam omogućava crtati Q-H krivulju (krivulju protoka). Ta krivulja nam je dosta korisna za procjenu kvalitete podataka te je možemo koristiti da bismo lakše i jeftinije mjerili protoke (možemo doći na mjernu postaju, izmjeriti visinu vodotoka te pomoću gore navedene krivulje dosta precizno dobiti protok).

Zadnje dugme na početnom korisničkom sučelju je „RESET“ dugme. Kao što mu ime kaže, to dugme briše apsolutno sve Sheet-ove i briše sve rezultate.



Slika 5.16. Dugmad „RESET“ i „NAPRAVI Q-H KRIVULJU“





Slika 5.17. Prikaz Q-H krivulje u programu

### 5.3. VBA kod za program

#### 1. KOD ZA IZRAČUN BFI

```
Sub BFI_CALC()
```

```
Dim i As Integer
```

```
i = 2
```

```
Do Until ActiveSheet.Cells(i, 1).Value = ""
```

```
    i = i + 1
```

```
Loop
```

```
'upisivanje oznaka za tablicu
```

```
ActiveSheet.Range("Q23").Value = "BFI IZRACUN"
```

```
ActiveSheet.Range("R23").Value = "BFI VOLUMEN (m3)"
```

```
ActiveSheet.Range("S23").Value = "Q_TOTAL VOLUMEN (m3)"
```

```
ActiveSheet.Range("T23").Value = "BFI"
```

```
ActiveSheet.Range("Q24").Value = "ravna linija"
```

```
ActiveSheet.Range("Q25").Value = "kosa linija"
```

```
ActiveSheet.Range("Q26").Value = "Chapman & Maxwell"
```

```
ActiveSheet.Range("Q27").Value = "HYSEP 1"
```

```
'suma ukupnog protoka
```

```
ActiveSheet.Range("S24").Value = Application.Sum(Range(Cells(2, 2), Cells(i, 2)))
```

```
ActiveSheet.Range("S25").Value = Application.Sum(Range(Cells(2, 2), Cells(i, 2)))
```

```
ActiveSheet.Range("S26").Value = Application.Sum(Range(Cells(2, 2), Cells(i, 2)))
```

```
ActiveSheet.Range("S27").Value = Application.Sum(Range(Cells(2, 2), Cells(i, 2)))
```

```
'suma za svaki posebno BF
```

```
ActiveSheet.Range("R24").Value = Application.Sum(Range(Cells(2, 5), Cells(i, 5)))
```

```
ActiveSheet.Range("R25").Value = Application.Sum(Range(Cells(2, 6), Cells(i, 6)))
```

```
ActiveSheet.Range("R26").Value = Application.Sum(Range(Cells(2, 4), Cells(i, 4)))
```

```
ActiveSheet.Range("R27").Value = Application.Sum(Range(Cells(2, 3), Cells(i, 3)))
```

```
'izracun BFI
```

```
ActiveSheet.Range("T24").Value = ActiveSheet.Range("R24").Value /
```

```
ActiveSheet.Range("S24").Value
```

```
ActiveSheet.Range("T25").Value = ActiveSheet.Range("R25").Value /
```

```
ActiveSheet.Range("S25").Value
```

```
ActiveSheet.Range("T26").Value = ActiveSheet.Range("R26").Value /  
ActiveSheet.Range("S26").Value  
ActiveSheet.Range("T27").Value = ActiveSheet.Range("R27").Value /  
ActiveSheet.Range("S27").Value
```

## 'DODAVANJE TABLICE ZA BFI

'za sve celije

```
With ActiveSheet.Range("Q23:T27").Borders  
    .LineStyle = xlContinuous  
    .Weight = xlThin  
    .ColorIndex = xlAutomatic  
End With
```

```
ActiveSheet.Range("Q23").Select  
ActiveSheet.Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select  
ActiveSheet.Range(Selection, Selection.End(xlToRight)).Select
```

'debeli crta na krajnjim celijama

```
With Selection.Borders(xlEdgeLeft)
```

```
    .LineStyle = xlContinuous
```

```
    .Weight = xlMedium
```

```
End With
```

```
With Selection.Borders(xlEdgeTop)
```

```
    .LineStyle = xlContinuous
```

```
    .Weight = xlMedium
```

```
End With
```

```
With Selection.Borders(xlEdgeBottom)
```

```
    .LineStyle = xlContinuous
```

```
    .Weight = xlMedium
```

```
End With
```

```
With Selection.Borders(xlEdgeRight)
```

```
    .LineStyle = xlContinuous
```

```
    .Weight = xlMedium
```

```
End With
```

'debeli crta ispod prvog retka

```
With ActiveSheet.Range("Q23:T23").Borders(xlEdgeBottom)
```

```
    .LineStyle = xlContinuous
```

```
    .Weight = xlMedium
```

```
End With
```

'debeli crta DESNO OD PRVOG RETKA

```
With ActiveSheet.Range("Q23:Q27").Borders(xlEdgeRight)
```

```
    .LineStyle = xlContinuous
```

```
.Weight = xlMedium  
End With
```

```
'merge cells za gornje tri tablice  
Range("Q4:R4").Merge  
Range("Q10:R10").Merge  
Range("Q15:R15").Merge
```

#### 'DODAVANJE TABLICE ZA MAX DERIVATION

```
'za sve celije  
With ActiveSheet.Range("Q4:R6").Borders  
    .LineStyle = xlContinuous  
    .Weight = xlMedium  
    .ColorIndex = xlAutomatic  
End With
```

#### 'DODAVANJE TABLICE ZA 1ST POINT

```
'za sve celije  
With ActiveSheet.Range("Q10:R12").Borders  
    .LineStyle = xlContinuous  
    .Weight = xlMedium  
    .ColorIndex = xlAutomatic  
End With
```

#### 'DODAVANJE TABLICE ZA 2ND POINT

```
'za sve celije  
With ActiveSheet.Range("Q15:R17").Borders  
    .LineStyle = xlContinuous  
    .Weight = xlMedium  
    .ColorIndex = xlAutomatic  
End With
```

```
'horizontalno centriranje  
ActiveSheet.Columns("A:AAM").HorizontalAlignment = xlCenter
```

```
'NAMJESTANJE NA 3 ZNAMENKE  
ActiveSheet.Columns("D:F").NumberFormat = "0.000"  
ActiveSheet.Range("R6").NumberFormat = "0.000"  
ActiveSheet.Range("R24:T27").NumberFormat = "0.000"
```

```
'NAMJESTANJE FONTSTYLE-A I BACKGROUND COLORA ZA POLJA U TABLICI  
Range("A1:F1").Font.FontStyle = "BOLD"  
Range("A1:F1").Interior.Color = RGB(196, 189, 151)
```

```
Range("Q4:Q6").Font.FontStyle = "BOLD"  
Range("Q4:Q6").Interior.Color = RGB(196, 189, 151)
```

```
Range("Q10:Q12").Font.FontStyle = "BOLD"  
Range("Q10:Q12").Interior.Color = RGB(196, 189, 151)
```

```
Range("Q15:Q17").Font.FontStyle = "BOLD"  
Range("Q15:Q17").Interior.Color = RGB(196, 189, 151)
```

```
Range("Q23:Q27").Font.FontStyle = "BOLD"  
Range("Q23:Q27").Interior.Color = RGB(196, 189, 151)
```

```
Range("R23:T23").Font.FontStyle = "BOLD"  
Range("R23:T23").Interior.Color = RGB(196, 189, 151)
```

```
ActiveSheet.Columns("A:AAM").AutoFit
```

```
End Sub
```

## **2. KOD IZ IZRAČUN METODE CHAPMAN & MAXWELL**

```
Sub chapman_maxwell()
```

```
Dim i As Integer  
Dim k As Integer
```

```
Dim a As Variant  
Dim FirstValue As Variant
```

```
i = 3
```

```
a = ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Range("m4").Value
```

```
ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Columns("A:AAM").AutoFit
```

```
'iduci redak je za izracun druge linije
```

```
ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Cells(2, 6).Value =  
ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Range("m5").Value
```

```
'ovo je za ostatak podataka
```

```
Do Until ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Cells(i, 1).Value = ""
```

```
ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Cells(i, 6).Value = (a / (2 - a)) *  
ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Cells((i - 1), 6).Value + ((1 - a) / (2 - a)) *  
ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Cells(i, 3).Value
```

```
If ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Cells(i, 6).Value >  
ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Cells(i, 3).Value Then
```

```
ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Cells(i, 6).Value =  
ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Cells(i, 3).Value
```

```
ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Cells(i, 6).NumberFormat = "0.000"
```

```
End If
```

```
i = i + 1
```

```
Loop
```

```
'headline
```

```
ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Cells(1, 6).Value = "Chapman & Maxwell"
```

```
'dodavanje tablice
```

```
'za sve celije
```

```
With ActiveSheet.Range(Cells(1, 1), Cells(i, 6)).Borders
```

```
.LineStyle = xlContinuous
```

```
.Weight = xlThin
```

```
.ColorIndex = xlAutomatic
```

```
End With
```

```
'podebljavanje srednjih redaka
```

```
For k = 1 To 5
```

```
With ActiveSheet.Range(Cells(1, 1), Cells(i, k)).Borders(xlEdgeRight)
```

```
.LineStyle = xlContinuous
```

```
.Weight = xlMedium
```

```
.ColorIndex = xlAutomatic
```

```
End With
```

```
Next k
```

```
ActiveSheet.Range("A1").Select
```

```
ActiveSheet.Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select
```

```
ActiveSheet.Range(Selection, Selection.End(xlToRight)).Select
```

```
'debeli crta na krajnjim celijama
With Selection.Borders(xlEdgeLeft)
.LineStyle = xlContinuous
.Weight = xlMedium
End With
With Selection.Borders(xlEdgeTop)
.LineStyle = xlContinuous
.Weight = xlMedium
End With
With Selection.Borders(xlEdgeBottom)
.LineStyle = xlContinuous
.Weight = xlMedium
End With
With Selection.Borders(xlEdgeRight)
.LineStyle = xlContinuous
.Weight = xlMedium
End With
```

```
'debeli crta ispod prvog retka
With ActiveSheet.Range("A1:F1").Borders(xlEdgeBottom)
.LineStyle = xlContinuous
.Weight = xlMedium
End With
```

```
'NAMJESTANJE NA 3 ZNAMENKE
Columns("F:F").NumberFormat = "0.000"
```

```
'horizontalno centriranje
ActiveSheet.Columns("A:AAM").HorizontalAlignment = xlCenter
```

```
'mijenjanje fonta, boje i velicine fonta
i = 1
Do Until ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Cells(i, 1).Value = ""
```

```
    'mijenjanje fonta
    ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Cells(i, 1).Font.Name = "Calibri"
    ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Cells(i, 2).Font.Name = "Calibri"
    ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Cells(i, 3).Font.Name = "Calibri"
```

```
    'mijenjanje velicine fonta
    ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Cells(i, 1).Font.Size = 11
    ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Cells(i, 2).Font.Size = 11
    ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Cells(i, 3).Font.Size = 11
```

```
    i = i + 1
```

Loop

```
Range("A1:F1").Interior.Color = RGB(196, 189, 151)  
Range("A1:F1").Font.FontStyle = "Bold"
```

```
ActiveSheet.Columns("A:AAM").AutoFit
```

End Sub

### **3. KOD ZA IZRAČUN GRAFIČKE METODE KONSTANTNOG NAGIBA**

```
Sub CONSTANT_SLOPE()
```

```
Dim i As Integer  
Dim j As Integer  
Dim z As Integer
```

```
Dim N As Variant  
Dim k As Variant
```

```
N = ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Range("S6").Value
```

```
i = 2  
j = 2
```

```
ActiveSheet.Range("Q15").Value = "2_ST_POINT"  
ActiveSheet.Range("Q16").Value = "N (hours)"  
ActiveSheet.Range("Q17").Value = "Q (m3/s)"  
ActiveSheet.Range("Q19").Value = "k"  
ActiveSheet.Range("Q20").Value = "HELPING POINT"
```

```
ActiveSheet.Range("R20").Value =  
Application.WorksheetFunction.Max(Range("B2:B100000"))
```

'traženje n za Qmax

```
Do Until ActiveSheet.Cells(j, 1).Value = ""
```

```
    If ActiveSheet.Range("R20").Value = ActiveSheet.Cells(j, 2).Value Then
```

```
        ActiveSheet.Range("R16").Value = ActiveSheet.Cells(j + N, 1).Value  
        ActiveSheet.Range("R17").Value = ActiveSheet.Cells(j + N, 2).Value
```

```
    End If
```



j = j + 1

Loop

```
k = (ActiveSheet.Range("R17").Value - ActiveSheet.Range("R12").Value) /  
(ActiveSheet.Range("R16").Value - ActiveSheet.Range("R11").Value)
```

```
ActiveSheet.Range("R19").Value = k
```

'određivanje baseflowa po constant slope metodi

z = 2

```
Do Until ActiveSheet.Cells(z, 1).Value = ActiveSheet.Range("R11").Value
```

```
ActiveSheet.Cells(z, 6).Value = ActiveSheet.Cells(z, 2).Value
```

z = z + 1

Loop

m = z

```
Do Until ActiveSheet.Cells(z, 1).Value = ActiveSheet.Range("R16").Value
```

```
ActiveSheet.Cells(z, 6).Value = ActiveSheet.Range("R12").Value + k * (z - m)
```

z = z + 1

Loop

```
Do Until ActiveSheet.Cells(z, 1).Value = ""
```

```
ActiveSheet.Cells(z, 6).Value = ActiveSheet.Cells(z, 2).Value
```

z = z + 1

Loop

DODAVANJE TABLICE

'za sve celije

```
With ActiveSheet.Range(Cells(1, 1), Cells(j - 1, 6)).Borders
```

```
.LineStyle = xlContinuous
```

```
.Weight = xlThin
```

```

        .ColorIndex = xlAutomatic
    End With

    'podebljavanje srednjih redaka
    For k = 1 To 5

        With ActiveSheet.Range(Cells(1, 1), Cells(j - 1, k)).Borders(xlEdgeRight)
            .LineStyle = xlContinuous
            .Weight = xlMedium
            .ColorIndex = xlAutomatic
        End With

    Next k

    ActiveSheet.Range("A1").Select
    ActiveSheet.Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select
    ActiveSheet.Range(Selection, Selection.End(xlToRight)).Select

    'debela crta na krajnjim celijama
    With Selection.Borders(xlEdgeLeft)
        .LineStyle = xlContinuous
        .Weight = xlMedium
    End With
    With Selection.Borders(xlEdgeTop)
        .LineStyle = xlContinuous
        .Weight = xlMedium
    End With
    With Selection.Borders(xlEdgeBottom)
        .LineStyle = xlContinuous
        .Weight = xlMedium
    End With
    With Selection.Borders(xlEdgeRight)
        .LineStyle = xlContinuous
        .Weight = xlMedium
    End With

    'debela crta ispod prvog retka
    With ActiveSheet.Range("A1:F1").Borders(xlEdgeBottom)
        .LineStyle = xlContinuous
        .Weight = xlMedium
    End With

    ActiveSheet.Columns("A:AAM").AutoFit

End Sub

```

#### **4. KOD ZA IZDVAJANJE ZNAČAJNIH HIDROGRAMA**

Sub extraction\_of\_significant\_HIDROGRAMs()

Dim i As Integer  
Dim j As Integer  
Dim l As Integer  
Dim m As Integer  
Dim k As Integer  
Dim z As Integer

Dim PRE\_RANGE As Variant

i = 2  
j = 1  
k = 1

'ERROR HANDLING

On Error GoTo YouPressedThisButtonTwice

Do While Cells(i, 1).Value <> ""

    ThisWorkbook.Sheets("Q\_DATA").Activate

    If Cells(i, 3).Value > ThisWorkbook.Sheets("Q\_DATA").Range("P8").Value Then

        l = i

        ThisWorkbook.Sheets("Q\_DATA").Activate

        Do Until Cells(i, 3).Value <= ThisWorkbook.Sheets("Q\_DATA").Range("P7").Value

            i = i + 1

        Loop

        m = i

        ActiveWorkbook.Sheets.Add aFTER:=Worksheets(Worksheets.Count)

        ActiveSheet.Name = "HIDROGRAM " & k

        z = 1

        'za rjesavanje problema da se hidrogram nadje preblizu pocetku

```

If 1 < ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Range("M8").Value + 2 Then

    MsgBox "Izabrali ste vrijednost koja je preblizu pocetku niza!"
    Exit Sub

End If

For j = (1 - ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Range("M8").Value) To (m +
ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Range("M9").Value)

    ThisWorkbook.Sheets("HIDROGRAM " & k).Cells(j, 1).Value =
ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Cells(j, 4).Value
    ThisWorkbook.Sheets("HIDROGRAM " & k).Cells(j, 2).Value =
ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Cells(j, 3).Value
    ThisWorkbook.Sheets("HIDROGRAM " & k).Cells(j, 3).Value =
ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Cells(j, 5).Value
    ThisWorkbook.Sheets("HIDROGRAM " & k).Cells(j, 4).Value =
ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Cells(j, 6).Value

    z = z + 1

Next j

k = k + 1

End If

i = i + 1

Loop

ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Range("P5").Value = k - 1

Exit Sub
'*****
*****
'*****ERROR HANDILNIG
SECTION*****
*****
'*****
*****

YouPressedThisButtonTwice:
MsgBox "You pressed this button twce!!!"

```

End Sub

## **5. KOD ZA IZRAČUN PRVE TOČKE KOD GRAFIČKIH METODA SEPARACIJE**

Sub first\_point\_determination()

Dim i As Integer

Dim j As Integer

Dim k As Integer

i = 6

'određivanje float average i diff3

Do Until ActiveSheet.Cells(i, 1).Value = ""

    ActiveSheet.Cells(i - 2, 8).Value = Application.WorksheetFunction.Average(Range(Cells(i - 5, 2), Cells(i, 2)))

    i = i + 1

Loop

i = 6

Do Until ActiveSheet.Cells(i, 1).Value = ""

    ActiveSheet.Cells(i - 2, 9).Value = ActiveSheet.Cells(i + 1, 8).Value - ActiveSheet.Cells(i - 2, 8).Value

    i = i + 1

Loop

ActiveSheet.Range("Q4").Value = "MAXIMALNA DERIVACIJA"

ActiveSheet.Range("Q5").Value = "N (sati)"

ActiveSheet.Range("Q6").Value = "Q (m<sup>3</sup>/s)"

ActiveSheet.Range("R6").Value = Application.WorksheetFunction.Max(Range("I2:I100000"))

j = 2

'traženje n za Qmax

Do Until ActiveSheet.Cells(j, 1).Value = ""

    If ActiveSheet.Range("R6").Value = ActiveSheet.Cells(j, 9).Value Then

        ActiveSheet.Range("R5").Value = ActiveSheet.Cells(j, 1).Value

    End If

    j = j + 1

Loop

k = 5

'NALAŽENJE PRVE TOCKE

'error handling

On Error GoTo NotPossibleToFindFirstPoint

Do Until ActiveSheet.Cells(k + 4, 2).Value > ActiveSheet.Cells(k + 3, 2).Value And  
ActiveSheet.Cells(k + 3, 2).Value > ActiveSheet.Cells(k + 2, 2).Value And ActiveSheet.Cells(k  
+ 2, 2).Value > ActiveSheet.Cells(k + 1, 2).Value And ActiveSheet.Cells(k + 1, 2).Value >  
ActiveSheet.Cells(k, 2).Value And ActiveSheet.Cells(k, 9).Value >  
(ActiveSheet.Range("R6").Value) / 10

k = k + 1

Loop

ActiveSheet.Range("Q10").Value = "1. TOCKA"

ActiveSheet.Range("Q11").Value = "N (sati)"

ActiveSheet.Range("Q12").Value = "Q (m3/s)"

ActiveSheet.Range("R11").Value = ActiveSheet.Cells(k, 1).Value

ActiveSheet.Range("R12").Value = ActiveSheet.Cells(k, 2).Value

ActiveSheet.Columns("A:AAM").AutoFit

Exit Sub

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*ERROR HANDILNIG  
SECTION\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

NotPossibleToFindFirstPoint:

MsgBox "Provjerite vase podatke, nema dovoljan broj tocaka u rastucem nizu (kriterij za  
odredjivanje prve tocke nije zadovoljen)!"

End Sub

## **6. KOD ZA IZRADU GRAFOVA**

Sub GRAF()

'PURPOSE: Create a chart (chart dimensions are not required)

Dim rng As Range

Dim cht As Object

Dim i As Integer

i = 2

Do Until ActiveSheet.Cells(i, 1).Value = ""

    i = i + 1

Loop

Range(Cells(2, 2), Cells(i, 6)).Select

ActiveSheet.Shapes.AddChart.Select

Set Srs1 = ActiveChart.SeriesCollection(1)

    Srs1.Name = "Q UKUPNI"

Set Srs2 = ActiveChart.SeriesCollection(2)

    Srs2.Name = "HYSEP1"

Set Srs3 = ActiveChart.SeriesCollection(3)

    Srs3.Name = "CHAPMANN & MAXWELL"

Set Srs4 = ActiveChart.SeriesCollection(4)

    Srs4.Name = "RAVNA LINIJA"

Set Srs5 = ActiveChart.SeriesCollection(5)

    Srs5.Name = "KOSA LINIJA"

With ActiveChart

    .ChartType = xlLine

```
.HasTitle = True
.ChartTitle.Characters.Text = "HIDROGRAM " & ActiveSheet.Cells(2, 15).Value
.Axes(xlCategory, xlPrimary).HasTitle = True
.Axes(xlCategory, xlPrimary).AxisTitle.Characters.Text = "t (hours)"
.Axes(xlValue, xlPrimary).HasTitle = True
.Axes(xlValue, xlPrimary).AxisTitle.Characters.Text = "Q (m3/s)"
.SeriesCollection(1).XValues = Range(Cells(2, 1), Cells(i, 1))
```

End With

End Sub

## 7. KOD ZA POSTAVLJANJE VREMENA

Sub HOURS()

```
ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Columns("A:AAM").AutoFit
```

Dim i As Integer

i = 2

```
Do Until ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Cells(i, 1).Value = ""
```

```
    ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Cells(i, 4).Value = i - 1
```

    'bojanje inputa

```
    ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Cells(i, 1).Interior.Color = RGB(196, 189, 151)
```

```
    ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Cells(i, 2).Interior.Color = RGB(196, 189, 151)
```

```
    ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Cells(i, 3).Interior.Color = RGB(196, 189, 151)
```

    i = i + 1

Loop

```
ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Cells(1, 4).Value = "SATI"
```

End Sub

## 8. KOD ZA IZRAČUN METODE HYSEP 1

Sub HYSEP1()

Dim i As Variant

Dim k As Variant



i = 2

Do Until ThisWorkbook.Sheets("Q\_DATA").Cells(i, 1).Value = ""

    k = Int((i - 2) / 72)

    ThisWorkbook.Sheets("Q\_DATA").Cells(i, 5).Value =  
Application.WorksheetFunction.Min(Range(Cells(2 + 72 \* k, 3), Cells(73 + 72 \* k, 3)))

    i = i + 1

Loop

ThisWorkbook.Sheets("Q\_DATA").Cells(1, 5).Value = "HYSEP 1"

End Sub

## **9. KOD ZA IZRADU Q-H KRIVULJE**

Sub MAKE\_Q\_H\_CURVE()

On Error GoTo YouPressedThisButtonTwice

ActiveWorkbook.Sheets.Add aFTER:=Worksheets("Q\_DATA")  
ActiveSheet.Name = "Q-H Curve"

Dim i As Integer

Dim k As Integer

k = 2

i = 2

Do Until ThisWorkbook.Sheets("Q\_DATA").Cells(i, 1).Value = ""

    If ThisWorkbook.Sheets("Q\_DATA").Cells(i, 2).Value <> "" Then

        ThisWorkbook.Sheets("Q-H Curve").Cells(k + 1, 1).Value =  
ThisWorkbook.Sheets("Q\_DATA").Cells(i, 2).Value

        ThisWorkbook.Sheets("Q-H Curve").Cells(k + 1, 2).Value =  
ThisWorkbook.Sheets("Q\_DATA").Cells(i, 3).Value

        k = k + 1

    End If

i = i + 1

Loop

Columns("A:B").Sort key1:=Range("B:B"), order1:=xlDescending

Range(Cells(2, 1), Cells(k, 1)).Select  
ActiveSheet.Shapes.AddChart.Select

Set Srs1 = ActiveChart.SeriesCollection(1)  
Srs1.Name = "Q Total"

With ActiveChart

.ChartType = xlLine  
.HasTitle = True  
.ChartTitle.Characters.Text = "Q-H Krivulja"  
.Axes(xlCategory, xlPrimary).HasTitle = True  
.Axes(xlCategory, xlPrimary).AxisTitle.Characters.Text = "Q (m3/s)"  
.Axes(xlValue, xlPrimary).HasTitle = True  
.Axes(xlValue, xlPrimary).AxisTitle.Characters.Text = "h(cm)"  
.SeriesCollection(1).XValues = Range(Cells(2, 2), Cells(k, 2))

End With

ActiveSheet.Cells(1, 1).Value = "h(cm)"  
ActiveSheet.Cells(1, 2).Value = "Q(m3 / s)"

Exit Sub

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*ERROR HANDILNIG  
SECTION\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

YouPressedThisButtonTwice:  
MsgBox "You already have Q-H curve!!!"

End Sub

## **10. KOD ZA ODUZIMANJE POLJA SA DONJE STRANE**

Sub MINUS\_FOR\_DOWN()

```
Dim i As Integer
Dim l As Integer
```

```
i = 1
```

```
Do Until ActiveSheet.Cells(i, 1).Value = ""
```

```
    i = i + 1
```

```
Loop
```

```
ActiveSheet.Cells(i - 1, 1).ClearContents
ActiveSheet.Cells(i - 1, 2).ClearContents
ActiveSheet.Cells(i - 1, 3).ClearContents
ActiveSheet.Cells(i - 1, 4).ClearContents
ActiveSheet.Cells(i - 1, 5).ClearContents
ActiveSheet.Cells(i - 1, 6).ClearContents
ActiveSheet.Cells(i - 3, 8).ClearContents
ActiveSheet.Cells(i - 3, 9).ClearContents
```

```
End Sub
```

## **11. KOD ZA ODUZIMANJE POLJA SA GORNJE STRANE**

```
Sub MINUS_FOR_UP()
```

```
Dim i As Integer
Dim l As Integer
```

```
i = 1
```

```
Do Until ActiveSheet.Cells(i, 1).Value = ""
```

```
    i = i + 1
```

```
Loop
```

```
Range(Cells(3, 1), Cells(i, 4)).Cut Destination:=Range("A2")
```

```
End Sub
```

## **12. KOD ZA DODAVANJE POLJA SA DONJE STRANE**

```
Sub PLUS_FOR_DOWN()
```

```
Dim i As Integer
Dim l As Integer
```

```
i = 1
```

```
Do Until ActiveSheet.Cells(i, 1).Value = ""
```

```
    i = i + 1
```

```
Loop
```

```
l = ActiveSheet.Cells(i - 1, 1).Value
```

```
ActiveSheet.Cells(i, 1).Value = ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Cells(l + 2, 4).Value
```

```
ActiveSheet.Cells(i, 2).Value = ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Cells(l + 2, 3).Value
```

```
ActiveSheet.Cells(i, 3).Value = ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Cells(l + 2, 5).Value
```

```
ActiveSheet.Cells(i, 4).Value = ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Cells(l + 2, 6).Value
```

```
End Sub
```

### **13. KOD ZA DODAVANJE POLJA SA GORNJE STRANE**

```
Sub PLUS_FOR_UP()
```

```
Dim i As Integer
```

```
Dim l As Integer
```

```
i = 1
```

```
Do Until ActiveSheet.Cells(i, 1).Value = ""
```

```
    i = i + 1
```

```
Loop
```

```
l = ActiveSheet.Cells(2, 1).Value
```

```
Range(Cells(2, 1), Cells(i, 4)).Cut Destination:=Range("A3")
```

```
ActiveSheet.Cells(2, 1).Value = ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Cells(l, 4).Value
```

```
ActiveSheet.Cells(2, 2).Value = ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Cells(l, 3).Value
```

```
ActiveSheet.Cells(2, 3).Value = ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Cells(l, 5).Value
```

```
ActiveSheet.Cells(2, 4).Value = ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Cells(l, 6).Value
```

```
End Sub
```

## **14. KOD ZA PRIPREMU ZA PRINT**

```
Sub PRIPREMA_ZA_PRINT()
```

```
Dim k As Integer
```

```
Dim i As Integer
```

```
Dim l As Integer
```

```
Dim chName As String
```

```
'error handling
```

```
On Error GoTo ErrorPrint
```

```
l = 0
```

```
i = 1
```

```
k = ActiveSheet.Range("o2").Value
```

```
Do Until ThisWorkbook.Sheets("HIDROGRAM " & k).Cells(i, 1) = ""
```

```
i = i + 1
```

```
Loop
```

```
ThisWorkbook.Sheets("HIDROGRAM " & k).Range(Cells(1, 1), Cells(i, 6)).Select  
Selection.Copy
```

```
'otvaranje novog sheeta
```

```
ActiveWorkbook.Sheets.Add aFTER:=Worksheets("HIDROGRAM " & k)
```

```
ActiveSheet.Name = "HIDROGRAM " & k & " PRINT VERSION"
```

```
ThisWorkbook.Sheets("HIDROGRAM " & k & " PRINT VERSION").Range("A6").Select  
ActiveSheet.Paste
```

```
'tablica za 1st point
```

```
ThisWorkbook.Sheets("HIDROGRAM " & k).Range("Q10:R12").Copy
```

```
ThisWorkbook.Sheets("HIDROGRAM " & k & " PRINT VERSION").Range("H20").Select  
ActiveSheet.Paste
```

```
'tablica za 2nd point
```

```
ThisWorkbook.Sheets("HIDROGRAM " & k).Range("Q15:R17").Copy
```

```
ThisWorkbook.Sheets("HIDROGRAM " & k & " PRINT VERSION").Range("H25").Select  
ActiveSheet.Paste
```

```
'tablica za BFI
```

```
ThisWorkbook.Sheets("HIDROGRAM " & k).Range("Q23:T27").Copy
```

```
ThisWorkbook.Sheets("HIDROGRAM " & k & " PRINT VERSION").Range("H30").Select
```

ActiveSheet.Paste

'naslov

```
ThisWorkbook.Sheets("HIDROGRAM " & k & " PRINT VERSION").Range("B2").Value = "HIDROGRAM " & k
```

```
ThisWorkbook.Sheets("HIDROGRAM " & k & " PRINT VERSION").Range("B2:E3").Merge  
ActiveSheet.Range("B2:E3").HorizontalAlignment = xlCenter  
ActiveSheet.Range("B2:E3").VerticalAlignment = xlCenter  
ThisWorkbook.Sheets("HIDROGRAM " & k & " PRINT VERSION").Range("B2:E3").Font.Size = 20  
ThisWorkbook.Sheets("HIDROGRAM " & k & " PRINT VERSION").Range("B2:E3").Font.Bold = True
```

ActiveSheet.Columns("A:AAM").AutoFit

'oznake za tablice i grafove

```
ThisWorkbook.Sheets("HIDROGRAM " & k & " PRINT VERSION").Range("A5").Value = "Table " & k & ".1. Ukupni protok i izracunato bazno otjecanje"
```

```
ThisWorkbook.Sheets("HIDROGRAM " & k & " PRINT VERSION").Range("H17").Value = "Graph " & k & ".1. Bazno otjecanje i ukupni protok"
```

```
ThisWorkbook.Sheets("HIDROGRAM " & k & " PRINT VERSION").Range("H19").Value = "Table " & k & ".2. Prva tocka od baznog otjecanja (graficke metode)"
```

```
ThisWorkbook.Sheets("HIDROGRAM " & k & " PRINT VERSION").Range("H24").Value = "Table " & k & ".3. Druga tocka od baznog otjecanja (met. kose linije)"
```

```
ThisWorkbook.Sheets("HIDROGRAM " & k & " PRINT VERSION").Range("H29").Value = "Table " & k & ".4. BFI izracun"
```

'graf

```
ThisWorkbook.Sheets("HIDROGRAM " & k).ChartObjects(1).Activate  
ActiveChart.ChartArea.Select  
ActiveChart.ChartArea.Copy  
ThisWorkbook.Sheets("HIDROGRAM " & k & " PRINT VERSION").Select  
Range("H2").Select  
ActiveSheet.Paste
```

'dodavanje botuna ZA SAVE AS PDF

```
Worksheets("HIDROGRAM " & k & " PRINT VERSION").Activate  
ActiveSheet.Buttons.Add(Range("O20").Left, Range("O20").Top, 90, 50).Select  
Selection.OnAction = "SaveAsPDF.SaveAsPDF"  
Selection.Characters.Text = "Save as PDF"  
With Selection.Characters(Start:=1, Length:=17).Font  
.Name = "Calibri"
```

```
.FontStyle = "Regular"  
.Size = 11  
.Strikethrough = False  
.Superscript = False  
.Subscript = False  
.OutlineFont = False  
.Shadow = False  
.Underline = xlUnderlineStyleNone  
.ColorIndex = 1  
End With
```

Exit Sub

```
*****  
*****  
*****ERROR HANDILNIG*****  
SECTION*****  
*****  
*****  
*****
```

ErrorPrint:

MsgBox "Pritisnuli ste ovo dugme 2 puta ili niste pritisnuli sva potrebna dugmad!!!"

End Sub

## **15. KOD ZA POPRAVKE**

Sub Repairs()

Application.ScreenUpdating = False

Dim rng As Range

Dim k As Integer

For k = 1 To ThisWorkbook.Sheets("Q\_DATA").Range("p5").Value

'dodavanje retka na vrhu

ThisWorkbook.Sheets("HIDROGRAM " & k).Cells(1, 1).Value = "SATI"

ThisWorkbook.Sheets("HIDROGRAM " & k).Cells(1, 2).Value = "Q\_HIDROGRAM" & k

ThisWorkbook.Sheets("HIDROGRAM " & k).Cells(1, 3).Value = "HYSEP1"

ThisWorkbook.Sheets("HIDROGRAM " & k).Cells(1, 4).Value = "CHAPMAN & MAXWELL"

```
ThisWorkbook.Sheets("HIDROGRAM " & k).Cells(1, 5).Value = "RAVNA LINIJA"  
ThisWorkbook.Sheets("HIDROGRAM " & k).Cells(1, 6).Value = "KOSA LINIJA"  
ThisWorkbook.Sheets("HIDROGRAM " & k).Cells(1, 8).Value = "FLOATING AVERAGE"  
ThisWorkbook.Sheets("HIDROGRAM " & k).Cells(1, 9).Value = "DIFF 3"  
ThisWorkbook.Sheets("HIDROGRAM " & k).Cells(1, 15).Value = "BROJ HIDROGRAMA"
```

```
ThisWorkbook.Sheets("HIDROGRAM " & k).Columns("A:AAM").AutoFit
```

'brisanje nepotrebnih praznih redaka

```
Set rng = ThisWorkbook.Sheets("HIDROGRAM " &  
k).Range("A1:A50000").SpecialCells(xlCellTypeBlanks)  
rng.EntireRow.Delete
```

'da se ne izbrise broj

```
ThisWorkbook.Sheets("HIDROGRAM " & k).Cells(2, 15).Value = k
```

'dodavanje botuna 1

```
Worksheets("HIDROGRAM " & k).Activate  
ActiveSheet.Buttons.Add(Range("O5").Left, Range("O5").Top, 90, 25).Select  
Selection.OnAction = "GRAF.GRAF"  
Selection.Characters.Text = "GRAF " & k  
With Selection.Characters(Start:=1, Length:=17).Font  
.Name = "Calibri"  
.FontStyle = "Regular"  
.Size = 11  
.Strikethrough = False  
.Superscript = False  
.Subscript = False  
.OutlineFont = False  
.Shadow = False  
.Underline = xlUnderlineStyleNone  
.ColorIndex = 1  
End With
```

'dodavanje botuna 2

```
Worksheets("HIDROGRAM " & k).Activate  
ActiveSheet.Buttons.Add(Range("O10").Left, Range("O10").Top, 90, 25).Select  
Selection.OnAction = "FIRST_POINT_DETERMINATION.first_point_determination"  
Selection.Characters.Text = "IZRACUN PRVE TOCKE " & k  
With Selection.Characters(Start:=1, Length:=17).Font  
.Name = "Calibri"  
.FontStyle = "Regular"  
.Size = 11  
.Strikethrough = False
```



```
.Superscript = False
.Subscript = False
.OutlineFont = False
.Shadow = False
.Underline = xlUnderlineStyleNone
.ColorIndex = 1
End With
```

```
'dodavanje botuna 3
Worksheets("HIDROGRAM " & k).Activate
ActiveSheet.Buttons.Add(Range("O15").Left, Range("O15").Top, 90, 25).Select
Selection.OnAction = "STRAIGHT_LINE.straight_line"
Selection.Characters.Text = "RAVNA LINIJA " & k
With Selection.Characters(Start:=1, Length:=17).Font
.Name = "Calibri"
.FontStyle = "Regular"
.Size = 11
.Strikethrough = False
.Superscript = False
.Subscript = False
.OutlineFont = False
.Shadow = False
.Underline = xlUnderlineStyleNone
.ColorIndex = 1
End With
```

```
'dodavanje botuna 4
Worksheets("HIDROGRAM " & k).Activate
ActiveSheet.Buttons.Add(Range("O20").Left, Range("O20").Top, 90, 25).Select
Selection.OnAction = "CONSTANT_SLOPE.CONSTANT_SLOPE"
Selection.Characters.Text = "KOSA LINIJA " & k
With Selection.Characters(Start:=1, Length:=17).Font
.Name = "Calibri"
.FontStyle = "Regular"
.Size = 11
.Strikethrough = False
.Superscript = False
.Subscript = False
.OutlineFont = False
.Shadow = False
.Underline = xlUnderlineStyleNone
.ColorIndex = 1
End With
```

```
'dodavanje botuna za BFI
Worksheets("HIDROGRAM " & k).Activate
```

```
ActiveSheet.Buttons.Add(Range("O25").Left, Range("O25").Top, 90, 25).Select
Selection.OnAction = "BFI_CALC.BFI_CALC"
Selection.Characters.Text = "BFI IZRACUN " & k
With Selection.Characters(Start:=1, Length:=17).Font
.Name = "Calibri"
.FontStyle = "Regular"
.Size = 11
.Strikethrough = False
.Superscript = False
.Subscript = False
.OutlineFont = False
.Shadow = False
.Underline = xlUnderlineStyleNone
.ColorIndex = 1
End With
```

```
'dodavanje botuna za pripremu printa
Worksheets("HIDROGRAM " & k).Activate
ActiveSheet.Buttons.Add(Range("O30").Left, Range("O30").Top, 90, 50).Select
Selection.OnAction = "PRIPREMA_ZA_PRINT.PRIPREMA_ZA_PRINT"
Selection.Characters.Text = "PRIPREMA ZA PRINT "
With Selection.Characters(Start:=1, Length:=17).Font
.Name = "Calibri"
.FontStyle = "Regular"
.Size = 11
.Strikethrough = False
.Superscript = False
.Subscript = False
.OutlineFont = False
.Shadow = False
.Underline = xlUnderlineStyleNone
.ColorIndex = 1
End With
```

```
'dodavanje botuna za "+" (GIVE/TAKE UP)
Worksheets("HIDROGRAM " & k).Activate
ActiveSheet.Buttons.Add(Range("K6").Left, Range("K6").Top, 60, 20).Select
Selection.OnAction = "PLUS_FOR_UP.PLUS_FOR_UP"
Selection.Characters.Text = "+"
With Selection.Characters(Start:=1, Length:=17).Font
.Name = "Calibri"
.FontStyle = "Regular"
.Size = 11
.Strikethrough = False
.Superscript = False
.Subscript = False
```

```
.OutlineFont = False
.Shadow = False
.Underline = xlUnderlineStyleNone
.ColorIndex = 1
End With
```

```
'dodavanje botuna za "-" (GIVE/TAKE UP)
Worksheets("HIDROGRAM " & k).Activate
ActiveSheet.Buttons.Add(Range("K8").Left, Range("K8").Top, 60, 20).Select
Selection.OnAction = "MINUS_FOR_UP.MINUS_FOR_UP"
Selection.Characters.Text = "-"
With Selection.Characters(Start:=1, Length:=17).Font
.Name = "Calibri"
.FontStyle = "Regular"
.Size = 11
.Strikethrough = False
.Superscript = False
.Subscript = False
.OutlineFont = False
.Shadow = False
.Underline = xlUnderlineStyleNone
.ColorIndex = 1
End With
```

```
'dodavanje botuna za "+" (GIVE/TAKE DOWN)
Worksheets("HIDROGRAM " & k).Activate
ActiveSheet.Buttons.Add(Range("M6").Left, Range("M6").Top, 60, 20).Select
Selection.OnAction = "PLUS_FOR_DOWN.PLUS_FOR_DOWN"
Selection.Characters.Text = "+"
With Selection.Characters(Start:=1, Length:=17).Font
.Name = "Calibri"
.FontStyle = "Regular"
.Size = 11
.Strikethrough = False
.Superscript = False
.Subscript = False
.OutlineFont = False
.Shadow = False
.Underline = xlUnderlineStyleNone
.ColorIndex = 1
End With
```

```
'dodavanje botuna za "-" (GIVE/TAKE DOWN)
Worksheets("HIDROGRAM " & k).Activate
ActiveSheet.Buttons.Add(Range("M8").Left, Range("M8").Top, 60, 20).Select
Selection.OnAction = "MINUS_FOR_DOWN.MINUS_FOR_DOWN"
```

```
Selection.Characters.Text = "-"
With Selection.Characters(Start:=1, Length:=17).Font
.Name = "Calibri"
.FontStyle = "Regular"
.Size = 11
.Strikethrough = False
.Superscript = False
.Subscript = False
.OutlineFont = False
.Shadow = False
.Underline = xlUnderlineStyleNone
.ColorIndex = 1
End With
```

'TEKST ZA BOTUNE

```
ActiveSheet.Range("K4").Value = "+/- GORE"
ActiveSheet.Range("M4").Value = "+/- DOLJE"
```

Next k

End Sub

## **16. KOD ZA RESETIRANJE**

```
Sub RESET()
```

```
Dim k As Integer
```

```
Dim i As Integer
```

```
Dim number_of_extracted_HIDROGRAMs As Integer
```

```
On Error Resume Next
```

```
Application.DisplayAlerts = False
```

```
Application.ScreenUpdating = False
```

```
number_of_extracted_HIDROGRAMs =
```

```
ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Range("P5").Value
```

```
Sheets("Q-H Curve").Delete
```

```
'deleting tables
```

```
For k = 1 To number_of_extracted_HIDROGRAMs
```

```
On Error Resume Next
```

```
Sheets("HIDROGRAM " & k).Delete
Sheets("HIDROGRAM " & k & " PRINT VERSION").Delete
```

Next k

i = 1

'deleting Q\_DATA sheet content

```
Do Until ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Cells(i, 1).Value = ""
```

```
ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Cells(i, 4) = ""
```

```
ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Cells(i, 5) = ""
```

```
ThisWorkbook.Sheets("Q_DATA").Cells(i, 6) = ""
```

i = i + 1

Loop

```
Application.ScreenUpdating = True
```

**17. KOD ZA PRINTANJE U PDF** (Stack Overflow, [Internet], [cit. 2016-04-22],  
Dostupno na: <http://stackoverflow.com>)

End Sub

```
Sub SaveAsPDF()
```

```
Dim ws As Worksheet
```

```
Dim strPath As String
```

```
Dim myFile As Variant
```

```
Dim strFile As String
```

```
On Error GoTo errHandler
```

```
Set ws = ActiveSheet
```

```
'enter name and select folder for file
```

```
' start in current workbook folder
```

```
strFile = Replace(Replace(ws.Name, " ", ""), ".", "_") _  
    & "_" _  
    & Format(Now(), "yyyymmdd_hhmm") _  
    & ".pdf"
```

```
strFile = ThisWorkbook.Path & "\" & strFile
```

```
myFile = Application.GetSaveAsFilename _
```

```
(InitialFileName:=strFile, _
```

```
FileFilter:="PDF Files (*.pdf), *.pdf", _
```

```
Title:="Select Folder and FileName to save")
```

```
If myFile <> "False" Then
    ws.ExportAsFixedFormat _
        Type:=xlTypePDF, _
        Filename:=myFile, _
        Quality:=xlQualityStandard, _
        IncludeDocProperties:=True, _
        IgnorePrintAreas:=False, _
        OpenAfterPublish:=False
```

```
    MsgBox "PDF dokument je kreiran."
End If
```

```
exitHandler:
```

```
    Exit Sub
```

```
errHandler:
```

```
    MsgBox "Nije bilo moguće kreirati PDF dokument!"
```

```
    Resume exitHandler
```

```
End Sub
```

## **18. KOD ZA IZRAČUN METODE RAVNE LINIJE**

```
Sub STRAIGHT_LINE()
```

```
    Dim i As Integer
```

```
    i = 2
```

```
    Do Until ActiveSheet.Cells(i, 1).Value = ""
```

```
        If ActiveSheet.Cells(i, 2).Value >= ActiveSheet.Range("R12").Value And
           ActiveSheet.Cells(i, 1).Value >= ActiveSheet.Range("R11").Value Then
```

```
            ActiveSheet.Cells(i, 5).Value = ActiveSheet.Range("R12").Value
```

```
        Else
```

```
            ActiveSheet.Cells(i, 5).Value = ActiveSheet.Cells(i, 2).Value
```

```
        End If
```

```
        i = i + 1
```

```
    Loop
```

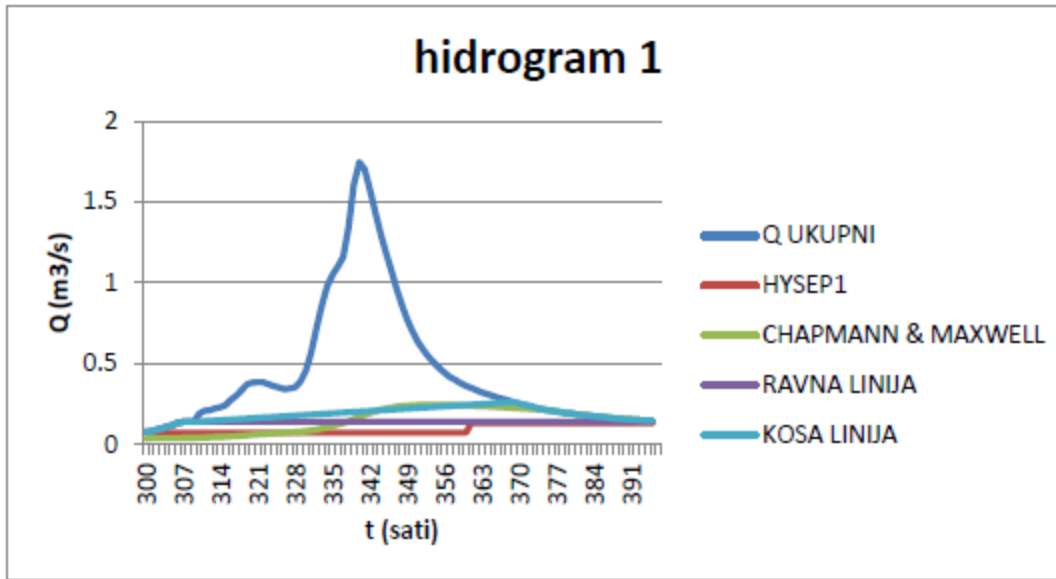
```
ActiveSheet.Columns("A:AAM").AutoFit
```

```
End Sub
```

## **6. Rezultati programa**

Na slijedećim stranicama će biti prikazani rezultati separacije hidrograma dobiveni pomoću gore opisanog programa.

Važno je napomenuti da rezultati nisu bili obrađivani na nikakav drugi način osim pomoću računalnog programa jer je najvažniji cilj izrade ovog diplomskog rada testirati ovaj program te pokazati njegovu točnost.



Graf 6.1. Bazno otjecanje i ukupni protok

Tablica 6.1. Prva točka od baznog otjecanja (graficke metode)

1. TOCKA	
N (sati)	309
Q (m3/s)	0.142

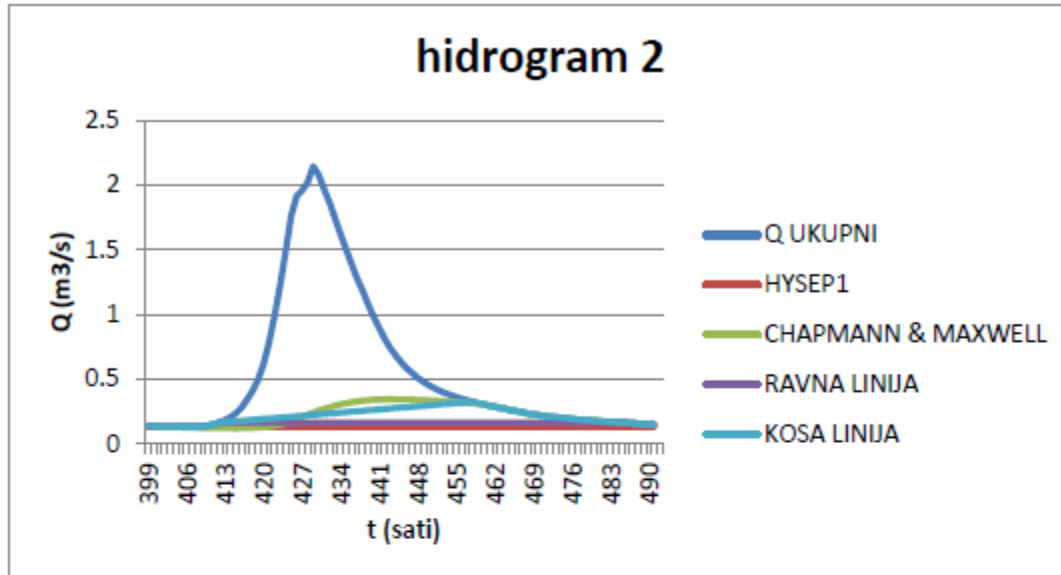
Tablica 6.2. Druga točka od baznog otjecanja (met. kose linije)

2. TOCKA	
N (sati)	369
Q (m3/s)	0.263

Tablica 6.3. BFI izracun

BFI IZRACUN	BFI VOLUMEN (m3)	Q_TOTAL VOLUMEN (m3)	BFI
ravna linija	13.363	43.024	0.311
kosa linija	18.252	43.024	0.424
Chapman & Maxwell	14.534	43.024	0.338
HYSEP 1	9.230	43.024	0.215





Graf 6.2. Bazno otjecanje i ukupni protok

Tablica 6.4. Prva točka od baznog otjecanja (graficke metode)

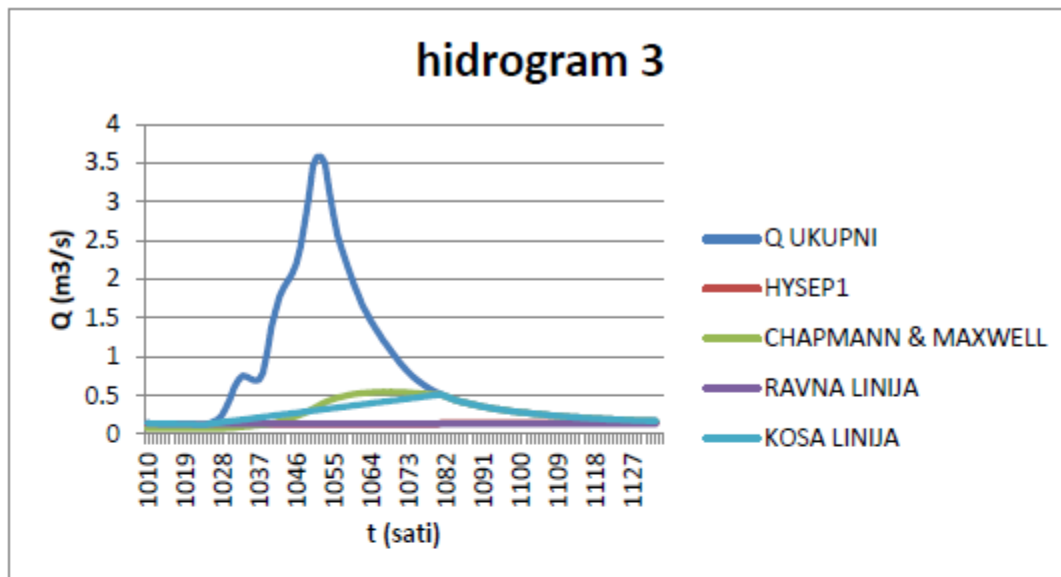
1. TOCKA	
N (sati)	412
Q (m3/s)	0.166

Tablica 6.5. Druga točka od baznog otjecanja (met. kose linije)

2. TOCKA	
N (sati)	458
Q (m3/s)	0.327

Tablica 6.6. BFI izracun

BFI IZRACUN	BFI VOLUMEN (m3)	Q_TOTAL VOLUMEN (m3)	BFI
ravna linija	15.024	52.035	0.289
kosa linija	20.379	52.035	0.392
Chapman & Maxwell	20.900	52.035	0.402
HYSEP 1	12.251	52.035	0.235



Graf 6.3. Bazno otjecanje i ukupni protok

Tablica 6.7. Prva točka od baznog otjecanja (graficke metode)

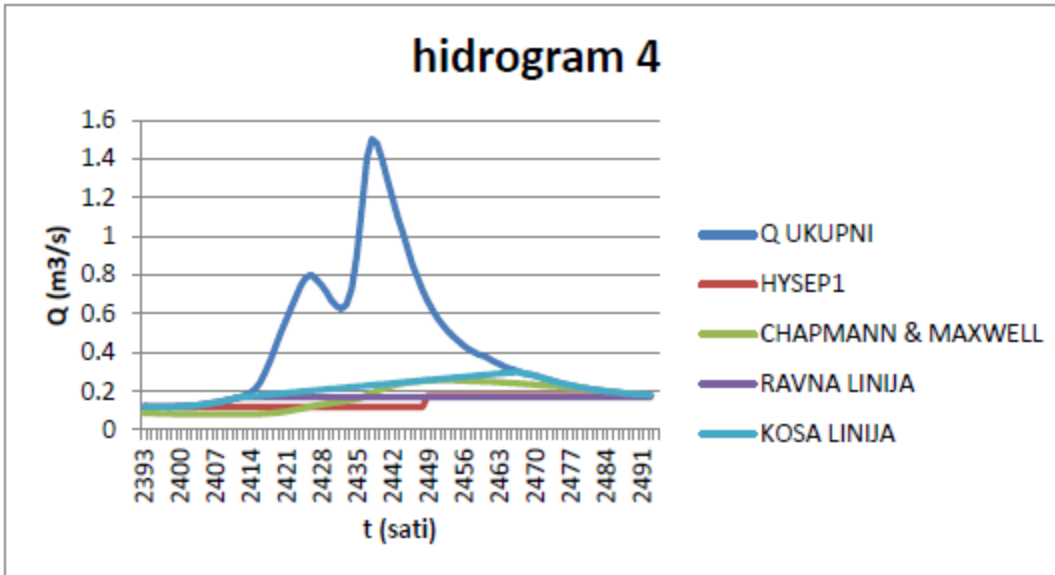
1. TOCKA	
N (sati)	1025
Q ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	0.134

Tablica 6.8. Druga točka od baznog otjecanja (met. kose linije)

2. TOCKA	
N (sati)	1081
Q ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	0.512

Tablica 6.9. BFI izracun

BFI IZRACUN	BFI VOLUMEN ( $\text{m}^3$ )	Q_TOTAL VOLUMEN ( $\text{m}^3$ )	BFI
ravna linija	16.577	97.587	0.170
kosa linija	34.346	97.587	0.352
Chapman & Maxwell	34.575	97.587	0.354
HYSEP 1	16.666	97.587	0.171



Graf 6.4. Bazno otjecanje i ukupni protok

Tablica 6.10. Prva točka od baznog otjecanja (graficke metode)

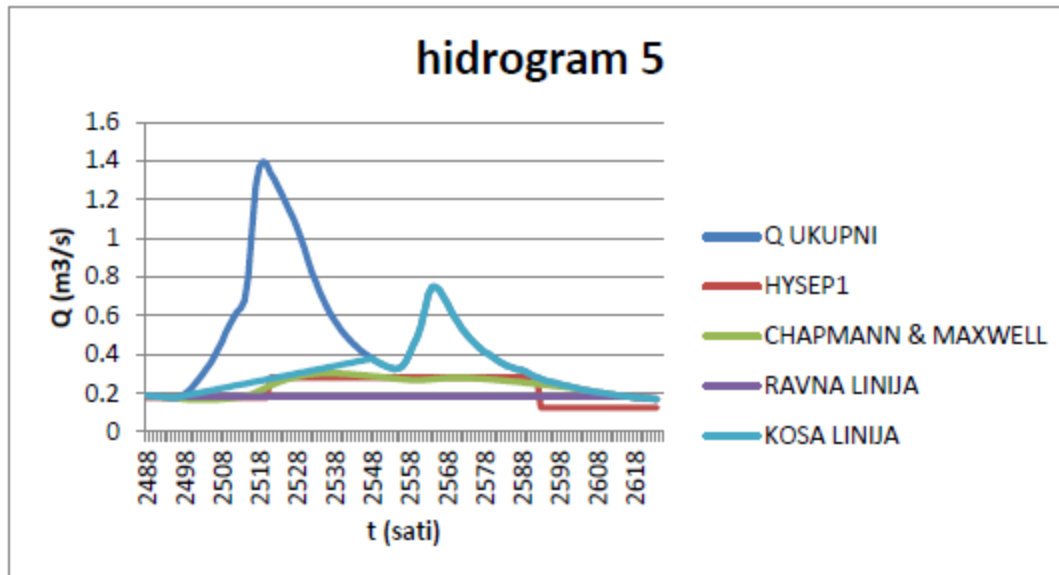
1. TOCKA	
N (sati)	2412
Q (m3/s)	0.169

Tablica 6.11. Druga točka od baznog otjecanja (met. kose linije)

2. TOCKA	
N (hours)	2467
Q (m3/s)	0.3

Tablica 6.12. BFI izracun

BFI IZRACUN	BFI VOLUMEN (m3)	Q_TOTAL VOLUMEN (m3)	BFI
ravna linija	16.338	44.540	0.367
kosa linija	21.387	44.540	0.480
Chapman & Maxwell	17.274	44.540	0.388
HYSEP 1	14.573	44.540	0.327



Graf 6.5. Bazno otjecanje i ukupni protok

Tablica 6.13. Prva točka od baznog otjecanja (graficke metode)

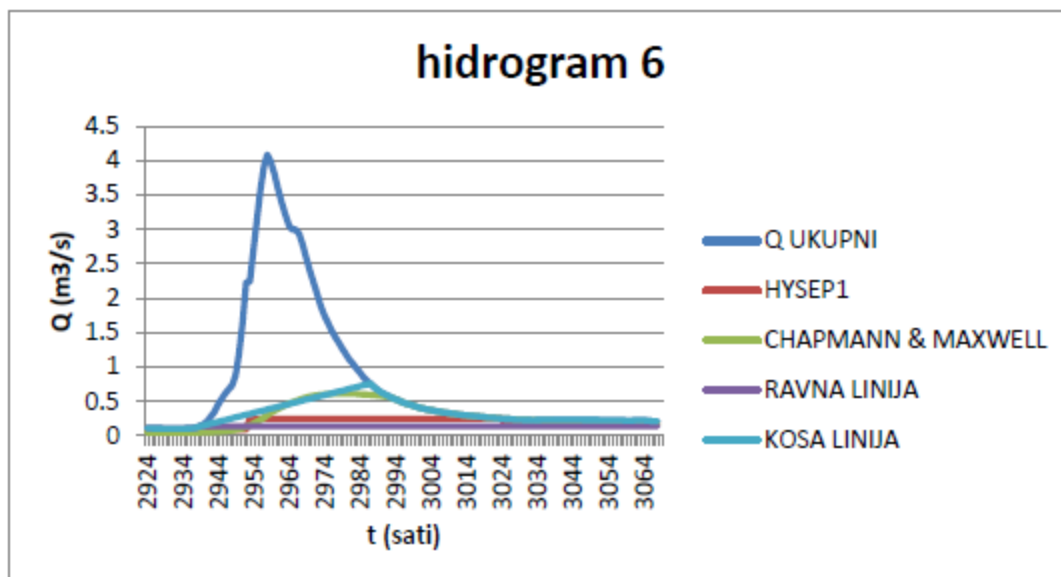
1. TOCKA	
N (sati)	2497
Q (m <sup>3</sup> /s)	0.183

Tablica 6.14. Druga točka od baznog otjecanja (met. kose linije)

2. TOCKA	
N (sati)	2548
Q (m <sup>3</sup> /s)	0.378

Tablica 6.15. BFI izracun

BFI IZRACUN	BFI VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	Q_TOTAL VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	BFI
ravna linija	24.987	64.259	0.389
kosa linija	42.583	64.259	0.663
Chapman & Maxwell	32.439	64.259	0.505
HYSEP 1	30.041	64.259	0.467



Graf 6.6. Bazno otjecanje i ukupni protok

Tablica 6.16. Prva točka od baznog otjecanja (graficke metode)

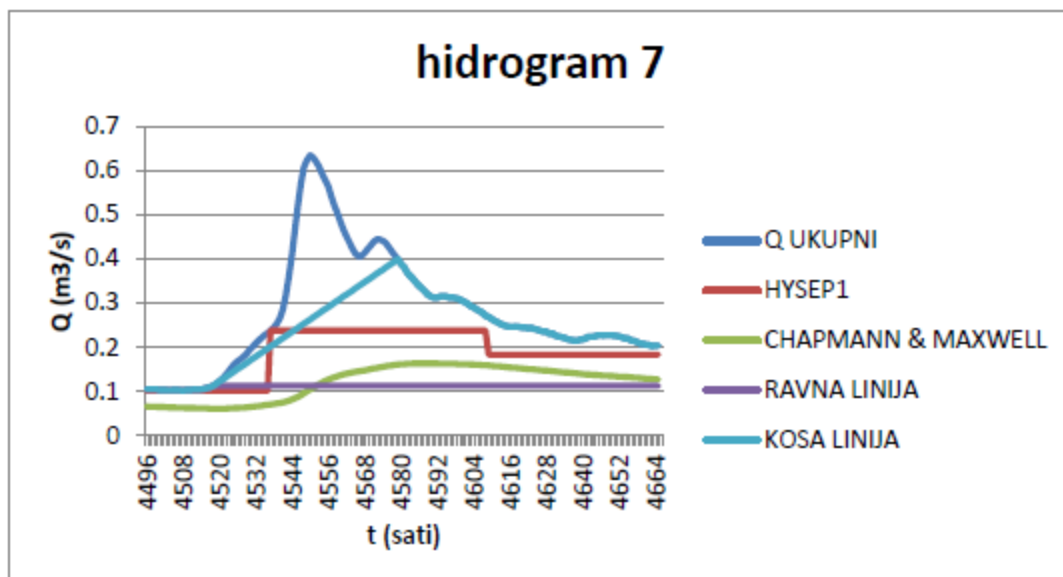
1. TOCKA	
N (sati)	2939
Q ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	0.138

Tablica 6.17. Druga točka od baznog otjecanja (met. kose linije)

2. TOCKA	
N (sati)	2987
Q ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	0.759

Tablica 6.18. BFI izracun

BFI IZRACUN	BFI VOLUMEN ( $\text{m}^3$ )	Q_TOTAL VOLUMEN ( $\text{m}^3$ )	BFI
ravna linija	19.549	116.712	0.167
kosa linija	48.398	116.712	0.415
Chapman & Maxwell	42.245	116.712	0.362
HYSEP 1	28.294	116.712	0.242



Graf 6.7. Bazno otjecanje i ukupni protok

Tablica 6.19. Prva točka od baznog otjecanja (graficke metode)

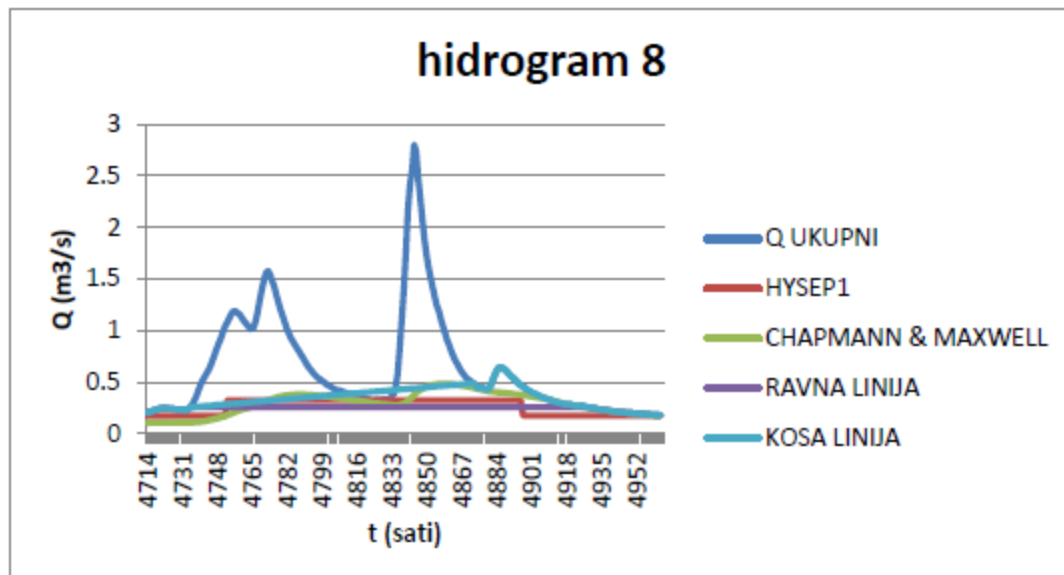
1. TOCKA	
N (sati)	4518
Q (m <sup>3</sup> /s)	0.113

Tablica 6.20. Druga točka od baznog otjecanja (met. kose linije)

2. TOCKA	
N (sati)	4579
Q (m <sup>3</sup> /s)	0.399

Tablica 6.21. BFI izracun

BFI IZRACUN	BFI VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	Q_TOTAL VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	BFI
ravna linija	19.025	47.479	0.401
kosa linija	40.507	47.479	0.853
Chapman & Maxwell	20.733	47.479	0.437
HYSEP 1	31.806	47.479	0.670



Graf 6.8. Bazno otjecanje i ukupni protok

Tablica 6.22. Prva točka od baznog otjecanja (graficke metode)

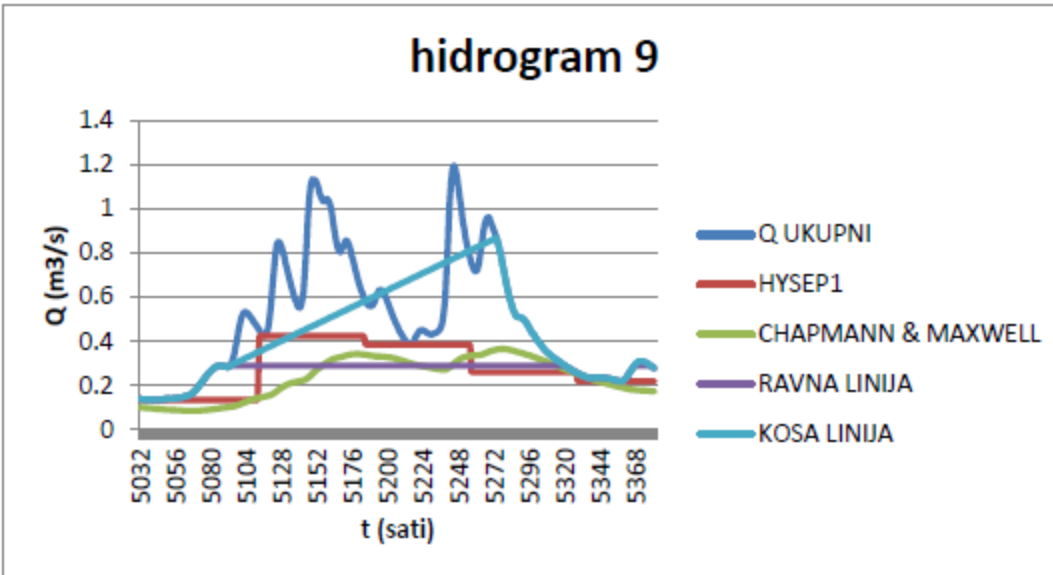
1. TOCKA	
N (sati)	4735
Q (m3/s)	0.257

Tablica 6.21. Druga točka od baznog otjecanja (met. kose linije)

2. TOCKA	
N (sati)	4873
Q (m3/s)	0.49

Tablica 6.22. BFI izracun

BFI IZRACUN	BFI VOLUMEN (m3)	Q_TOTAL VOLUMEN (m3)	BFI
ravna linija	62.388	158.373	0.394
kosa linija	87.058	158.373	0.550
Chapman & Maxwell	74.110	158.373	0.468
HYSEP 1	65.838	158.373	0.416



Graf 6.9. Bazno otjecanje i ukupni protok

Tablica 6.25. Prva točka od baznog otjecanja (graficke metode)

1. TOCKA	
N (sati)	5093
Q (m3/s)	0.29

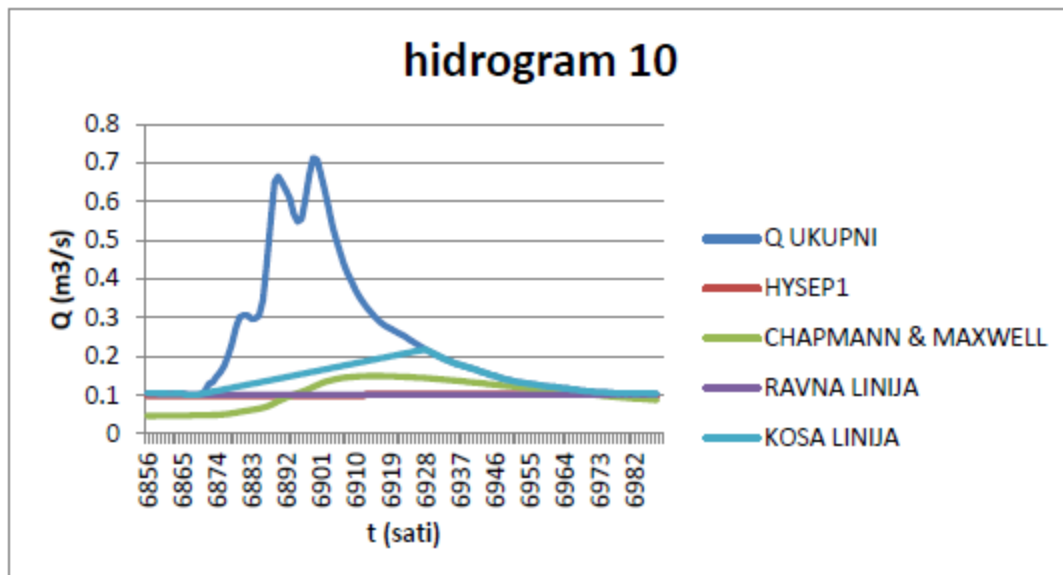
Tablica 6.26. Druga točka od baznog otjecanja (met. kose linije)

2. TOCKA	
N (sati)	5274
Q (m3/s)	0.868

Tablica 6.27. BFI izracun

BFI IZRACUN	BFI VOLUMEN (m3)	Q_TOTAL VOLUMEN (m3)	BFI
ravna linija	92.957	172.754	0.538
kosa linija	154.026	172.754	0.892
Chapman & Maxwell	82.830	172.754	0.479
HYSEP 1	99.519	172.754	0.576





Graf 6.10. Bazno otjecanje i ukupni protok

Tablica 6.28. Prva točka od baznog otjecanja (graficke metode)

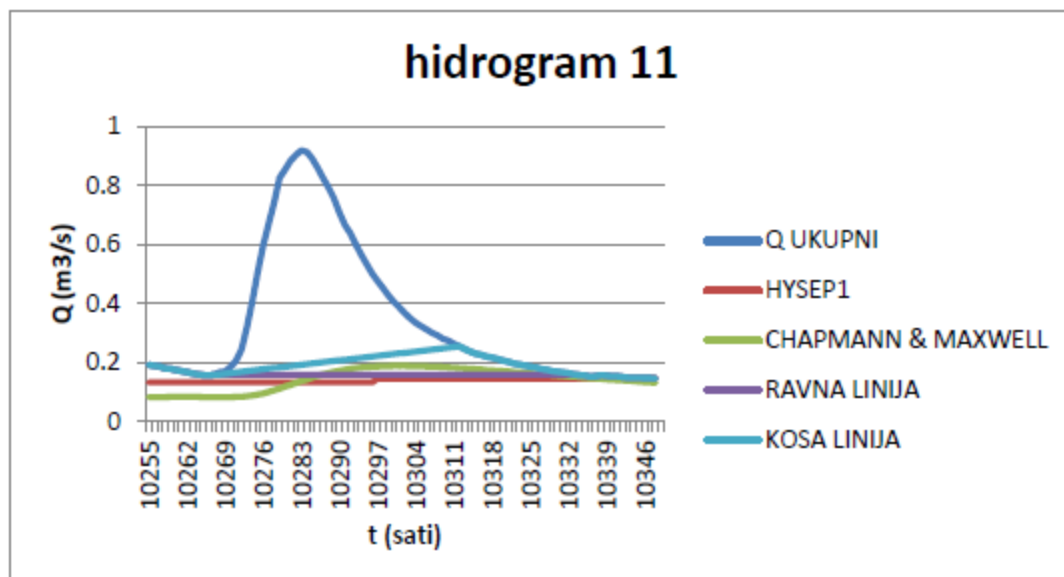
1. TOCKA	
N (sati)	6869
Q (m3/s)	0.101

Tablica 6.29. Druga točka od baznog otjecanja (met. kose linije)

2. TOCKA	
N (sati)	6928
Q (m3/s)	0.218

Tablica 6.30. BFI izracun

BFI IZRACUN	BFI VOLUMEN (m3)	Q_TOTAL VOLUMEN (m3)	BFI
ravna linija	13.466	31.884	0.422
kosa linija	19.032	31.884	0.597
Chapman & Maxwell	13.909	31.884	0.436
HYSEP 1	13.397	31.884	0.420



Graf 6.11. Bazno otjecanje i ukupni protok

Tablica 6.31. Prva točka od baznog otjecanja (graficke metode)

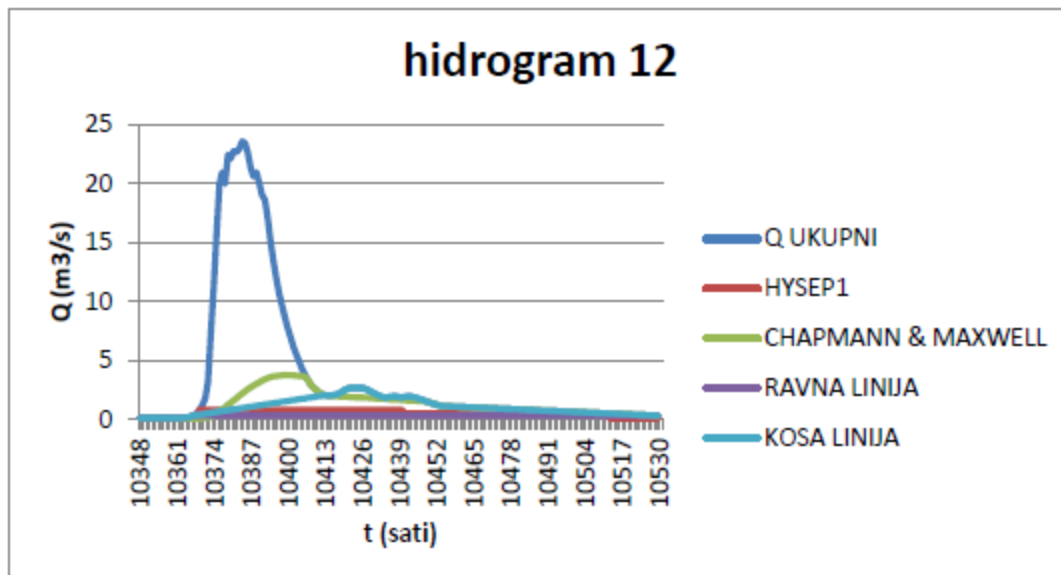
1. TOCKA	
N (sati)	10267
Q (m <sup>3</sup> /s)	0.159

Tablica 6.32. Druga točka od baznog otjecanja (met. kose linije)

2. TOCKA	
N (sati)	10312
Q (m <sup>3</sup> /s)	0.255

Tablica 6.33. BFI izracun

BFI IZRACUN	BFI VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	Q_TOTAL VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	BFI
ravna linija	15.025	32.021	0.469
kosa linija	18.038	32.021	0.563
Chapman & Maxwell	13.559	32.021	0.423
HYSEP 1	13.272	32.021	0.414



Graf 6.12. Bazno otjecanje i ukupni protok

Tablica 6.34. Prva točka od baznog otjecanja (graficke metode)

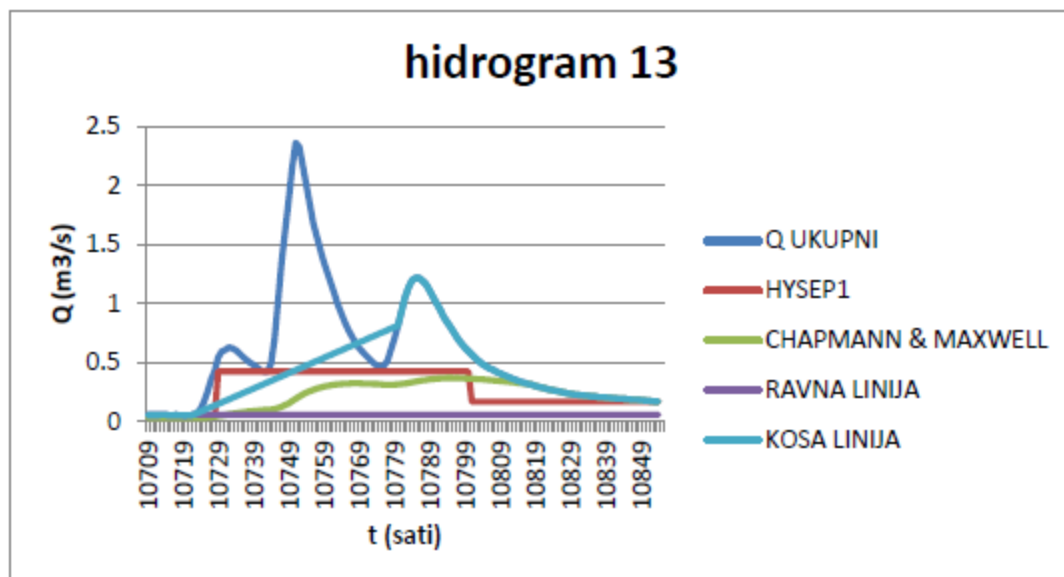
1. TOCKA	
N (sati)	10367
Q (m <sup>3</sup> /s)	0.371

Tablica 6.35. Druga točka od baznog otjecanja (met. kose linije)

2. TOCKA	
N (sati)	10413
Q (m <sup>3</sup> /s)	2.082

Tablica 6.36. BFI izracun

BFI IZRACUN	BFI VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	Q_TOTAL VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	BFI
ravna linija	64.170	694.270	0.092
kosa linija	202.587	694.270	0.292
Chapman & Maxwell	240.197	694.270	0.346
HYSEP 1	105.495	694.270	0.152



Graf 6.13. Bazno otjecanje i ukupni protok

Tablica 6.37. Prva točka od baznog otjecanja (graficke metode)

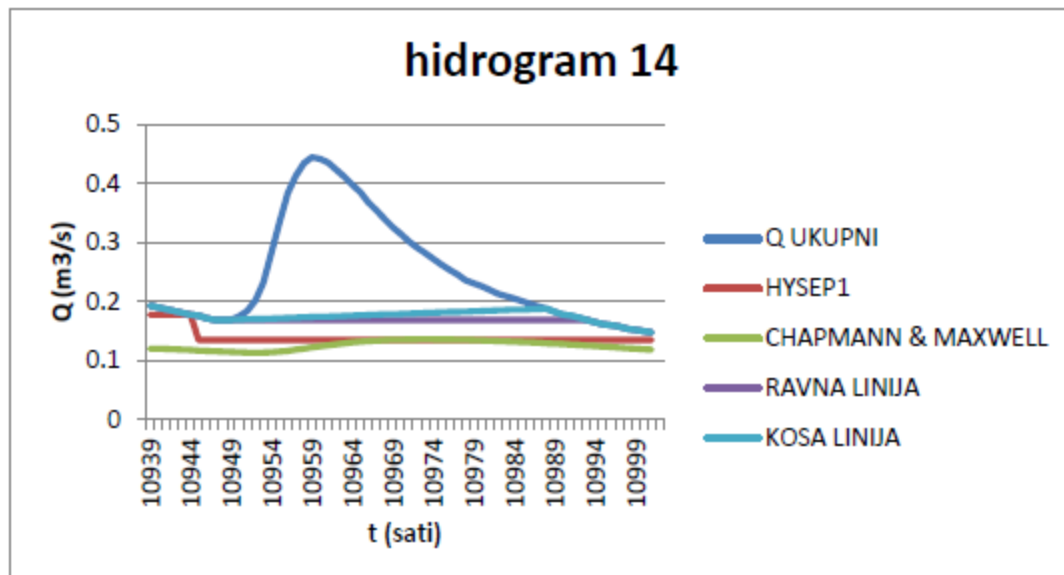
1. TOCKA	
N (sati)	10722
Q (m3/s)	0.061

Tablica 6.38. Druga točka od baznog otjecanja (met. kose linije)

2. TOCKA	
N (sati)	10780
Q (m3/s)	0.814

Tablica 6.39. BFI izracun

BFI IZRACUN	BFI VOLUMEN (m3)	Q_TOTAL VOLUMEN (m3)	BFI
ravna linija	8.865	85.987	0.103
kosa linija	61.098	85.987	0.711
Chapman & Maxwell	33.069	85.987	0.385
HYSEP 1	40.892	85.987	0.476



Graf 6.14. Bazno otjecanje i ukupni protok

Tablica 6.40. Prva točka od baznog otjecanja (graficke metode)

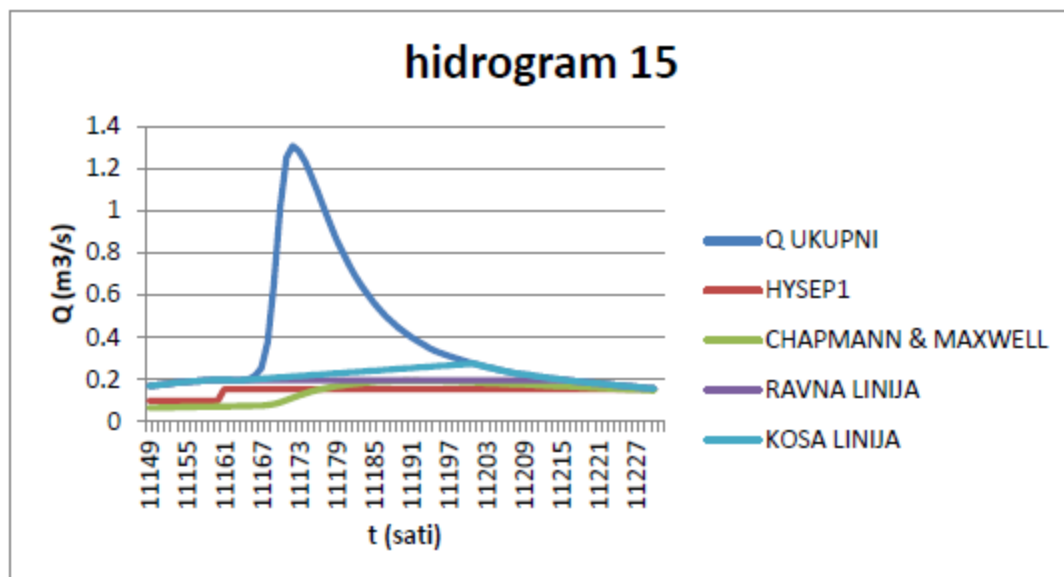
1. TOCKA	
N (sati)	10949
Q (m <sup>3</sup> /s)	0.169

Tablica 6.41. Druga točka od baznog otjecanja (met. kose linije)

2. TOCKA	
N (sati)	10988
Q (m <sup>3</sup> /s)	0.188

Tablica 6.42. BFI izracun

BFI IZRACUN	BFI VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	Q_TOTAL VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	BFI
ravna linija	10.653	15.599	0.683
kosa linija	11.067	15.599	0.709
Chapman & Maxwell	7.928	15.599	0.508
HYSEP 1	8.763	15.599	0.562



Graf 6.15. Bazno otjecanje i ukupni protok

Tablica 6.43. Prva točka od baznog otjecanja (graficke metode)

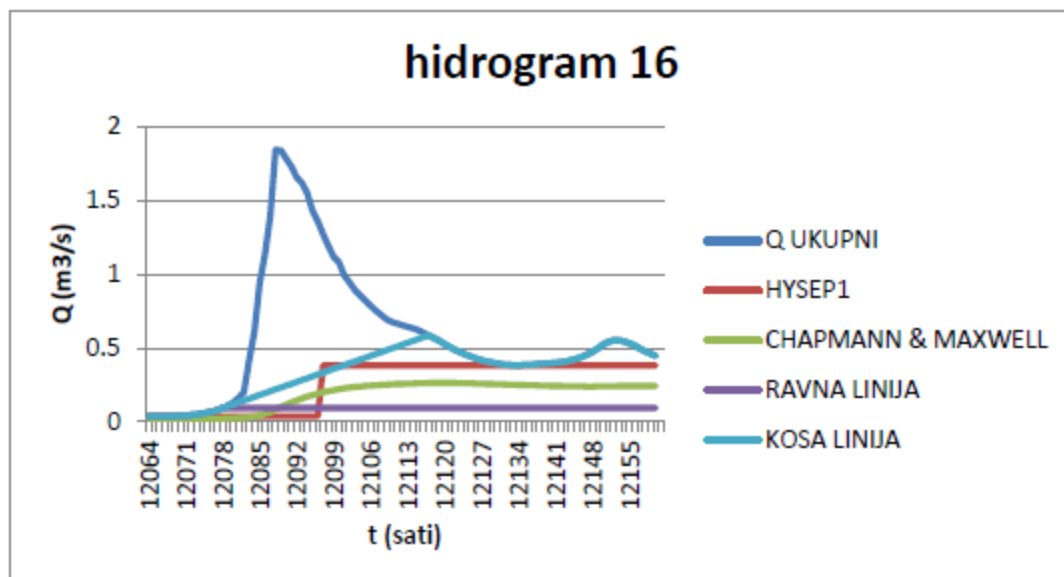
1. TOCKA	
N (sati)	11164
Q (m <sup>3</sup> /s)	0.198

Tablica 6.44. Druga točka od baznog otjecanja (met. kose linije)

2. TOCKA	
N (sati)	11201
Q (m <sup>3</sup> /s)	0.276

Tablica 6.45. BFI izracun

BFI IZRACUN	BFI VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	Q_TOTAL VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	BFI
ravna linija	15.777	31.814	0.496
kosa linija	17.708	31.814	0.557
Chapman & Maxwell	11.895	31.814	0.374
HYSEP 1	11.980	31.814	0.377



Graf 6.16. Bazno otjecanje i ukupni protok

Tablica 6.46. Prva točka od baznog otjecanja (graficke metode)

1. TOCKA	
N (sati)	12078
Q (m3/s)	0.094

Tablica 6.47. Druga točka od baznog otjecanja (met. kose linije)

2. TOCKA	
N (sati)	12117
Q (m3/s)	0.585

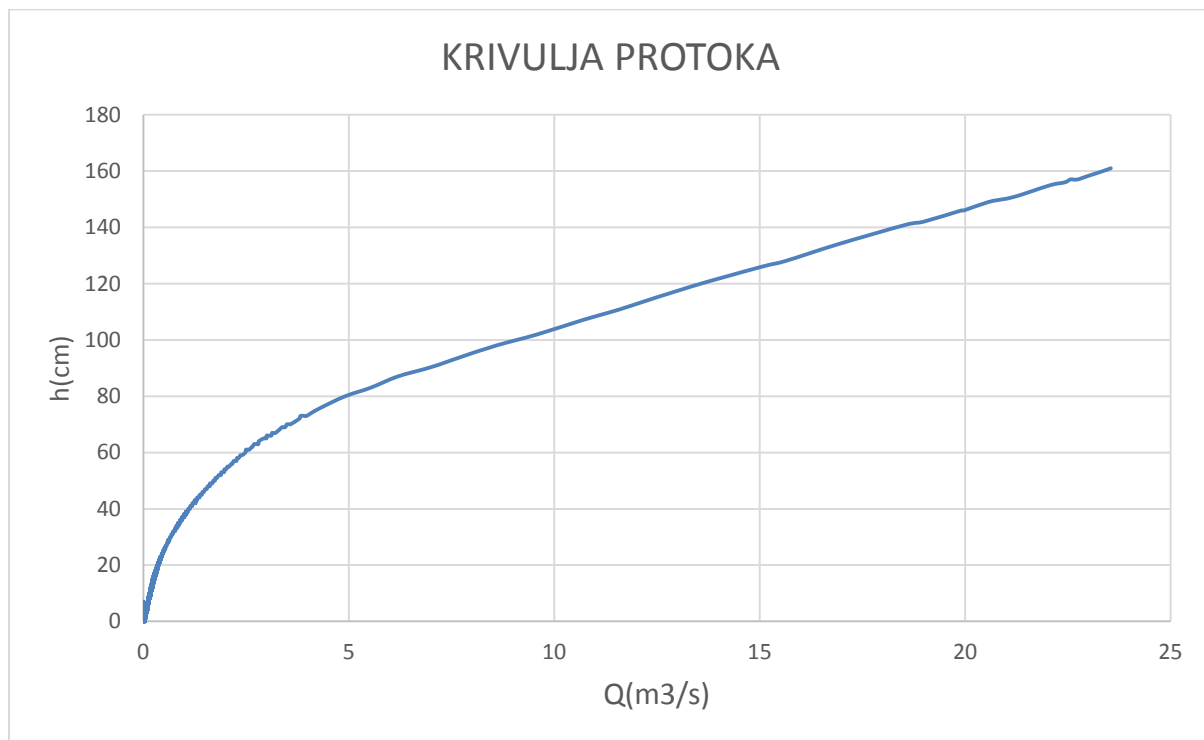
Tablica 6.48. BFI izracun

BFI IZRACUN	BFI VOLUMEN (m3)	Q_TOTAL VOLUMEN (m3)	BFI
ravna linija	8.486	57.355	0.148
kosa linija	33.757	57.355	0.589
Chapman & Maxwell	17.750	57.355	0.309
HYSEP 1	25.702	57.355	0.448

## 6.1. Krivulja protoka

Osim separacije hidrograma, ovaj program radi još i krivulju protoka. Krivulja protoka je krivulja gdje je protok u funkciji visine vodostaja, a ta nam krivulja služi da bismo pomoću očitavanja visine dobili protok. Na taj način se vrlo efikasno i brzo može izračunati protok jer je puno jednostavnije izmjeriti nivo vode nego izmjeriti protok.

Osim toga, krivulja je jako dobar pokazatelj točnosti podataka jer je kod dobro izmjerenih podatak oblik te krivulje uvijek aproksimativno isti.



Graf 4.17. Prikaz krivulje protoka za promatrani protok



## 7. Zaključak

Svaka hidrološka analiza zahtijeva utemeljenost na pouzdanom i dovoljnom dugom nizu mjerenih podataka. U svrhu kvalitetnije i brže analize velikog broja podataka prikupljenih za rijeku Kamenice na mjernoj postaji Kristianov je izrađen program koji automatizira postupak izdvajanja značajnih hidrograma te vršenja separacije na istima pomoću 4 različite metode (grafička metoda ravne linije, grafička metoda kose linije, HYSEP 1 te Chapman I Maxwell). Osim separacije hidrograma, pomoću programa se može izračunati, krivulja protoka te indeksi baznog otjecanja za svaku metodu posebno.

Ulazni podaci za program su prosječni satni protoci (u m<sup>3</sup>/s), visine vodostaja, parameter tla “a” te površina sliva. Za mjernu stanicu Kristianov su dobiveni podaci u vremenskom periodu od 9.9.2014. do 29.1.2016.

Podaci su obrađeni te je za navedeno razdoblje bilo obrađeno 16 značajnih hidrograma, tj. hidrograma gdje su veličine protoka dovoljno velike da bi se moglo pojaviti direktno otjecanje.

Što se tiče rijeke Kamenice, vidljivo je da su protoci najveći u jesen kada pada dosta kiše na tom području te u proljeće kada se protok dodatno povećava zbog topljenja snijega i leda u gorju.

Također se može primjetiti da je pri jako velikim protocima udio baznog otjecanja praktički zanemariv kod ove rijeke. Zbog toga se takvim slučajevima treba pridodati značajna pažnja jer velika količina direktnog otjecanja može imati štetne utjecaje na ekologiju i društvo.

## 8. Literatura

### 8.1. Tiskana literatura

- [1] Vlahović T. (2010), Geologija za građevinare; Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije Sveučilišta u Splitu; Split
- [2] Hrelja H. (2007), Inženjerska hidrologija; Građevinski fakultet Univerziteta u Sarajevu; Sarajevo

### 8.2. Elektronska literatura

- [1] Eckhardt K. (2008), A comparison of baseflow indices, which were calculated with seven different baseflow separation methods, *Journal of Hydrology* 352, 168– 173
- [2] Sloto R., Crouse M. (1996), HYSEP: A computer program for streamflow hydrograph separation and analysis; U.S. GEOLOGICAL SURVEY; Water-Resources Investigations Report 96-4040
- [3] Brodie R.S., Hostetler S. (2005), A review of techniques for analyzing baseflow from stream hydrographs
- [4] Stewart M.K. (2015), Promising new baseflow separation and recession analysis methods applied to streamflow at Glendhu Catchment, New Zealand, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 19, 2587–2603
- [5] Češko geološko društvo, [Internet], [cit. 2016-06-29], Dostupno na: <http://www.geology.cz/extranet-eng/maps/online>
- [6] Ured češkog katastra, [Internet], [cit. 2016-07-13], Dostupno na: <http://geoportal.cuzk.cz>
- [7] Stack Overflow, [Internet], [cit. 2016-04-22], Dostupno na: <http://stackoverflow.com>
- [8] Enciklopedija Britannica, [Internet], [cit. 2016-03-22], Dostupno na: <https://www.britannica.com>
- [9] Turistička zajednica Jizerskih Hora, [Internet], [cit. 2016-04-15], Dostupno na: <http://www.jizerske-hory.cz>
- [10] FAO , [Internet], [cit. 2016-03-15], Dostupno na: <http://www.fao.org>
- [11] Wikipedia, [Internet], [cit. 2016-05-07], Dostupno na: <http://www.wikipedia.com>