

Analize oborinskog režima kratkotrajnih jakih oborina na pilot područjima Istre i Zagreba

Kurtović, Ivo

Master's thesis / Diplomski rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering / Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:157:047142>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-17**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering - FCERI Repository](#)



image not found or type unknown

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
GRAĐEVINSKI FAKULTET U RIJECI**

Ivo Kurtović

**ANALIZE OBORINSKOG REŽIMA KRATKOTRAJNIH JAKIH OBORINA NA
PILOT PODRUČJIMA ISTRE I ZAGREBA**

Diplomski rad

Rijeka, 2020.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
GRAĐEVINSKI FAKULTET U RIJECI**

**Sveučilišni diplomski studij Građevinarstvo
Urbano inženjerstvo
Urbani vodni sustavi**

**Ivo Kurtović
JMBAG: 0114026347**

**ANALIZE OBORINSKOG REŽIMA KRATKOTRAJNIH JAKIH OBORINA NA
PILOT PODRUČJIMA ISTRE I ZAGREBA**

Diplomski rad

Rijeka, rujan 2020.

Naziv studija: **Sveučilišni diplomski studij Građevinarstvo**

Znanstveno područje: Tehničke znanosti

Znanstveno polje: Građevinarstvo

Znanstvena grana: Hidrotehnika

Tema diplomskog rada

**ANALIZE OBORINSKOG REŽIMA KRATKOTRAJNIH JAKIH OBORINA NA PILOT PODRUČJIMA
ISTRE I ZAGREBA**

**ANALYSES OF HEAVY SHORT-LASTING RAINFALL REGIME IN THE ISTRIA AND ZAGREB PILOT
AREAS**

Kandidat: **IVO KURTOVIĆ**

Kolegij: **URBANI VODNI SUSTAVI**

Diplomski rad broj: **UI-2020-22**

Zadatak:

U radu je potrebno:

- Dati prikaz područja istraživanja , raspoložive podloge i metodologiju provedbe obrada oborinskih podataka.
- Analizirati vjerojatnosti pojave kratkotrajnih jakih oborina i generirati godišnje HTP krivulje
- Provesti usporednu analizu godišnjih HTP krivulja te definiranje anvelopa zapaženih vrijednosti za trajanja do 24 sata..
- Provesti analizu mjesečnih i sezonskih HTP krivulja za odabrane postaje na pilot područjima zagreba i Istre.

Tema rada je uručena: 25. veljače 2020.

Mentor:

doc. dr. sc. Josip Rubinić,
dipl. ing. građ.

IZJAVA

Diplomski rad sam izradio samostalno, u suradnji s mentorom i uz poštivanje pozitivnih građevinskih propisa i znanstvenih dostignuća iz područja građevinarstva. Građevinski fakultet u Rijeci je nositelj prava intelektualnog vlasništva u odnosu na ovaj rad.

Ivo Kurtović

U Rijeci, 26. kolovoza 2020.

Zahvale

Zahvaljujem se svom mentoru doc. dr. sc. Josipu Rubiniću na ukazanom povjerenju i pomoći tijekom izrade ovog diplomskog rada.

Također zahvaljujem se i svojoj obitelji na svom razumijevanju i potpori koju su mi pružili tijekom cijelog školovanja.

SAŽETAK

U ovom radu analiziran je oborinski režim kratkotrajnih jakih oborina na područjima Istre i Zagreba. Analizirani su oborinski podaci dobiveni mjerenjima na osam istarskih te pet zagrebačkih meteoroloških postaja. Na početku je rečeno nešto općenito o oborinama te njihovoj pojavi u Hrvatskoj. Prikazane su klimatske značajke područja Istre koja predstavlja ruralnu sredinu, te područja Zagreba koji predstavlja urbanu sredinu. Nakon toga ukratko je dan pregled podataka te su prikazane raspoložive podloge. Potom je rečeno nešto o metodologiji obrade podataka koja uključuje primarnu obradu i kontrolu, standardne statističke pokazatelje, vjerojatnosti pojave maksimalnih oborina te definiranje HTP krivulja. Dan je kratak osvrt na obradu kratkotrajnih jakih oborina na regionalnoj razini te u svijetu. Na temelju proračunatih količina oborina izrađene su godišnje HTP krivulje određenih povratnih perioda. Isto tako analiziran je međuodnos godišnjih HTP krivulja u modularnim vrijednostima. Nakon toga napravljena je usporedba maksimalnih oborina za pojedina trajanja na širem području Zagreba i Istre, te su na osnovu njih određene odgovarajuće anvelope. Na kraju je prikazana analiza mjesečnih i sezonskih HTP krivulja za četiri odabrane postaje. Budući da zbog neodgovarajućih rješenja odvodnje te mogućeg utjecaja klimatskih promjena kratkotrajne jake oborine mogu dovesti do velikih problema i štetnih posljedica na urbanim područjima od posebne je važnosti analizirati i procijeniti količinu oborina za različite povratne periode.

Ključne riječi: Analiza, kratkotrajne jake oborine, meteorološke postaje, Istra, Zagreb, HTP krivulje

ABSTRACT

This thesis analyses short – term heavy precipitation in the areas of Istria and Zagreb. The precipitation data obtained by measurements at eight stations in Istria and five in Zagreb are analysed. At the beginning something general is said about precipitation and its occurrence in Croatia. The climatic characteristics of the area of Istria, which represents the rural environment, and the area of Zagreb, which represents the urban environment, are shown in this thesis. Also, a brief overview of the data is given and the available substrates are shown. Something has been said about the data processing methodology which includes primary processing and control, standard statistical indicators, probabilities of maximum precipitation and defining HTP curves. A brief overview of the treatment of short – term heavy precipitation at the regional level and worldwide is given. Annual HTP curves of certain return periods are based on the calculated amounts of precipitation and annual HTP curves of certain return periods have been made. The interrelationship of annual HTP curves in modular values are also analysed. Furthermore a comparison of maximum precipitation for individual durations in the wider area of Zagreb and Istria has been made and appropriate envelopes have been determined. Finally, an analysis of the monthly and seasonal HTP curves for the four selected stations is presented. Due to inadequate drainage solutions and the possible impacts of climate change short – term heavy precipitation can lead to major problems and harmful consequences in urban areas. To conclude, it is of particular importance to analyze and estimate the amount of precipitation for different return periods.

Key words: Analysis, short – term heavy precipitation, meteorological stations, Istria, Zagreb, HTP curves

SADRŽAJ

POPIS SLIKA	1
POPIS TABLICA	4
1. UVOD.....	5
2. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA.....	6
2.1. Općenito o oborinama i njihovoj pojavnosti na području Hrvatske	6
2.2. Klimatske značajke područja Istre.....	8
2.3. Klimatske značajke područja Zagreba	10
3. PREGLED PODATAKA I RASPOLOŽIVIH PODLOGA.....	13
4. METODOLOGIJA OBRADE PODATAKA.....	18
4.1. Primarna obrada i kontrola podataka	18
4.2. Standardna statistička obrada podataka.....	19
4.3. Vjerojatnosti pojave maksimalnih oborina.....	20
4.4. Definiranje HTP krivulja	21
4.5. Obrade kratkotrajnih jakih oborina u svijetu.....	21
4.6. Regionalne analize kratkotrajnih jakih oborina	24
5. REZULTATI ANALIZA	27
5.1. Godišnje HTP krivulje.....	27
5.2. Analiza međuodnosa godišnjih HTP krivulja u modularnim vrijednostima	33
5.3. Anvelope maksimalnih količina kratkotrajnih jakih oborina	53
5.4. Analiza mjesečnih i sezonskih HTP krivulja za odabrane postaje.....	56
6. ZAKLJUČAK.....	76
7. LITERATURA	78

POPIS SLIKA

Slika 2.1.: Srednja godišnja količina oborina u Hrvatskoj [3]	7
Slika 2.2.: Meteorološka postaja Pazin [7].....	10
Slika 2.3.: Meteorološka postaja Grič [11].....	12
Slika 3.1.: Prikaz analiziranih ombrografskih postaja na području Istre [5]	13
Slika 3.2.: Prikaz analiziranih ombrografskih postaja na području Zagreba [12]	14
Slika 5.1.: HTP krivulje PP 2 godine za sve postaje [10].....	27
Slika 5.2.: HTP krivulje PP 2 godine za sve postaje s vremenom trajanja u logaritamskom mjerilu [10].....	28
Slika 5.3.: HTP krivulje PP 5 godina za sve postaje [10].....	28
Slika 5.4.: HTP krivulje PP 5 godina za sve postaje s vremenom trajanja u logaritamskom mjerilu [10].....	29
Slika 5.5.: HTP krivulje PP 10 godina za sve postaje [10].....	29
Slika 5.6.: HTP krivulje PP 10 godina za sve postaje s vremenom trajanja u logaritamskom mjerilu [10].....	30
Slika 5.7.: HTP krivulje PP 20 godina za sve postaje [10].....	30
Slika 5.8.: HTP krivulje PP 20 godina za sve postaje s vremenom trajanja u logaritamskom mjerilu [10].....	31
Slika 5.9.: HTP krivulje PP 50 godina za sve postaje [10].....	31
Slika 5.10.: HTP krivulje PP 50 godina za sve postaje s vremenom trajanja u logaritamskom mjerilu [10].....	32
Slika 5.11.: HTP krivulje PP 100 godina za sve postaje [10].....	32
Slika 5.12.: HTP krivulje PP 100 godina za sve postaje s vremenom trajanja u logaritamskom mjerilu [10].....	33
Slika 5.13.: Postaja Maksimir, a) modularne vrijednosti u odnosu na 10 minutnu oborinu, b) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu, c) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu u polulogaritamskom mjerilu.....	35
Slika 5.14.: Postaja Grič, a) modularne vrijednosti u odnosu na 10 minutnu oborinu, b) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu, c) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu u polulogaritamskom mjerilu.....	36

Slika 5.15.: Postaja Puntijarka, a) modularne vrijednosti u odnosu na 10 minutnu oborinu, b) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu, c) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu u polulogaritamskom mjerilu.....	38
Slika 5.16.: Postaja Bijenik, a) modularne vrijednosti u odnosu na 10 minutnu oborinu, b) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu, c) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu u polulogaritamskom mjerilu.....	39
Slika 5.17.: Postaja Borčec, a) modularne vrijednosti u odnosu na 10 minutnu oborinu, b) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu, c) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu u polulogaritamskom mjerilu.....	41
Slika 5.18.: Postaja Poreč, a) modularne vrijednosti u odnosu na 10 minutnu oborinu, b) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu, c) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu u polulogaritamskom mjerilu.....	42
Slika 5.19.: Postaja Pula, a) modularne vrijednosti u odnosu na 10 minutnu oborinu, b) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu, c) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu u polulogaritamskom mjerilu.....	44
Slika 5.20.: Postaja Abrami, a) modularne vrijednosti u odnosu na 10 minutnu oborinu, b) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu, c) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu u polulogaritamskom mjerilu.....	45
Slika 5.21.: Postaja Pazin, a) modularne vrijednosti u odnosu na 10 minutnu oborinu, b) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu, c) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu u polulogaritamskom mjerilu.....	47
Slika 5.22.: Postaja Letaj, a) modularne vrijednosti u odnosu na 10 minutnu oborinu, b) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu, c) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu u polulogaritamskom mjerilu.....	48
Slika 5.23.: Postaja Botonega, a) modularne vrijednosti u odnosu na 10 minutnu oborinu, b) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu, c) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu u polulogaritamskom mjerilu.....	50
Slika 5.24.: Postaja Celega, a) modularne vrijednosti u odnosu na 10 minutnu oborinu, b) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu, c) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu u polulogaritamskom mjerilu.....	51

Slika 5.25.: Postaja Grdinići, a) modularne vrijednosti u odnosu na 10 minutnu oborinu, b) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu, c) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu u polulogaritamskom mjerilu.....	52
Slika 5.26.: Maksimalne vrijednosti oborina u trajanju od 10 minuta do 24 sata na području Zagreba.....	54
Slika 5.27.: Maksimalne vrijednosti oborina u trajanju od 10 minuta do 24 sata na području Istre	54
Slika 5.28.: Anvelope usporedbe maksimalnih vrijednosti oborina na području Zagreba i Istre	55
Slika 5.29.: Vjerojatnost pojave maksimalnih oborina po Gumbelu, a) Grič, b) Maksimir, c) Pula, d) Pazin.....	68
Slika 5.30.: Sezonska vjerojatnost pojave maksimalnih oborina po Gumbelu, a) Grič, b) Maksimir, c) Pula, d) Pazin	75

POPIS TABLICA

Tablica 3.1.: Postaje s zabilježenim oborinama u određenom vremenu temeljem mjerenja DHMZ - a	15
Tablica 3.2.: Jednadžbe HTP krivulja u Zagrebu [10]	16
Tablica 3.3.: Jednadžbe HTP krivulja u Istri [10]	17
Tablica 5.1.: Maksimalne oborine u Istri i Zagrebu za trajanje od 10 do 1440 minuta	55
Tablica 5.2.: Standardni statistički pokazatelji pojavnosti kratkotrajnih jakih oborina po pojedinim mjesecima na postaji Grič	56
Tablica 5.3.: Standardni statistički pokazatelji pojavnosti kratkotrajnih jakih oborina po pojedinim mjesecima na postaji Maksimir	56
Tablica 5.4.: Standardni statistički pokazatelji pojavnosti kratkotrajnih jakih oborina po pojedinim mjesecima na postaji Pula	57
Tablica 5.5.: Standardni statistički pokazatelji pojavnosti kratkotrajnih jakih oborina po pojedinim mjesecima na postaji Pazin	57
Tablica 5.6.: Vjerojatnost pojave maksimalnih oborina po Gumbelu za postaju Grič	59
Tablica 5.7.: Vjerojatnost pojave maksimalnih oborina po Gumbelu za postaju Maksimir	61
Tablica 5.8.: Vjerojatnost pojave maksimalnih oborina po Gumbelu za postaju Pula	63
Tablica 5.9.: Vjerojatnost pojave maksimalnih oborina po Gumbelu za postaju Pazin	65
Tablica 5.10.: Sezonski standardni statistički pokazatelji za postaju Grič	68
Tablica 5.11.: Sezonski standardni statistički pokazatelji za postaju Maksimir	69
Tablica 5.12.: Sezonski standardni statistički pokazatelji za postaju Pula	69
Tablica 5.13.: Sezonski standardni statistički pokazatelji za postaju Pazin	69
Tablica 5.14.: Sezonske vjerojatnosti pojave maksimalnih kratkotrajnih jakih oborina po Gumbelu za postaju Grič	70
Tablica 5.15.: Sezonske vjerojatnosti pojave maksimalnih kratkotrajnih jakih oborina po Gumbelu za postaju Maksimir	71
Tablica 5.16.: Sezonske vjerojatnosti pojave maksimalnih kratkotrajnih jakih oborina po Gumbelu za postaju Pula	72
Tablica 5.17.: Sezonske vjerojatnosti pojave maksimalnih kratkotrajnih jakih oborina po Gumbelu za postaju Pazin	73

1. UVOD

U inženjerskoj hidrološkoj praksi potrebno je tijekom planiranja i projektiranja objekata koji trebaju podnijeti ekstremne količine oborina voditi računa o analizi kratkotrajnih jakih količina oborina. Meteorološki uvjeti, a prije svega oborinski režim trebaju se posebno razmotriti prilikom projektiranja hidrotehničkih objekata koji ublažavaju i sprječavaju poplavljanje. Istraživanja na području Hrvatske pokazuju prostorne različitosti ekstremnih oborina. Budući da ekstremne oborine mogu imati velik utjecaj na razne ljudske aktivnosti i ekosustav od posebne je važnosti analizirati te događaje i procijeniti njihove moguće promjene na promatranom području. Kratkotrajne jake oborine mogu dovesti do problema i štetnih posljedica na urbanim područjima i manjim slivovima te su najčešći uzrok učestalih poplava na urbanim područjima. Djelomično je to posljedica utjecaja klimatskih promjena, ali i neadekvatnih rješenja odvodnje.

Kada se koristi pojam kratkotrajne oborine misli se na oborine koje traju do 24 sata. U hidrološkoj praksi vjerojatnost njihovog pojavljivanja izražava se u godinama odnosno povratnom periodu. Na pojavu jakih oborina utječe mnogo prostornih i klimatskih faktora. Ovim radom obuhvaćena su dva područja na teritoriju Hrvatske, šire područje grada Zagreba te područje Istre. Šire područje Zagreba predstavlja urbanu sredinu, dok područje Istre predstavlja ruralni dio Hrvatske. U ovom radu analizirani su oborinski podaci ovih dvaju područja dobiveni mjerenjem DHMZ – a. Spomenuta analiza uključuje usporedbu količine oborina te procjenu ekstremnih oborina kod različitih povratnih perioda. Nakon analize podataka napravljene su detaljne obrade HTP krivulja.

Također, važno je naglasiti da se uzroci sve češćih problema vezanih uz oborinsku odvodnju pri pojavi intenzivnih oborina trebaju potražiti van domene potencijalnih vremenskih promjena obilježja jakih oborina kratkog trajanja [1].

2. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

2.1. Općenito o oborinama i njihovoj pojavnosti na području Hrvatske

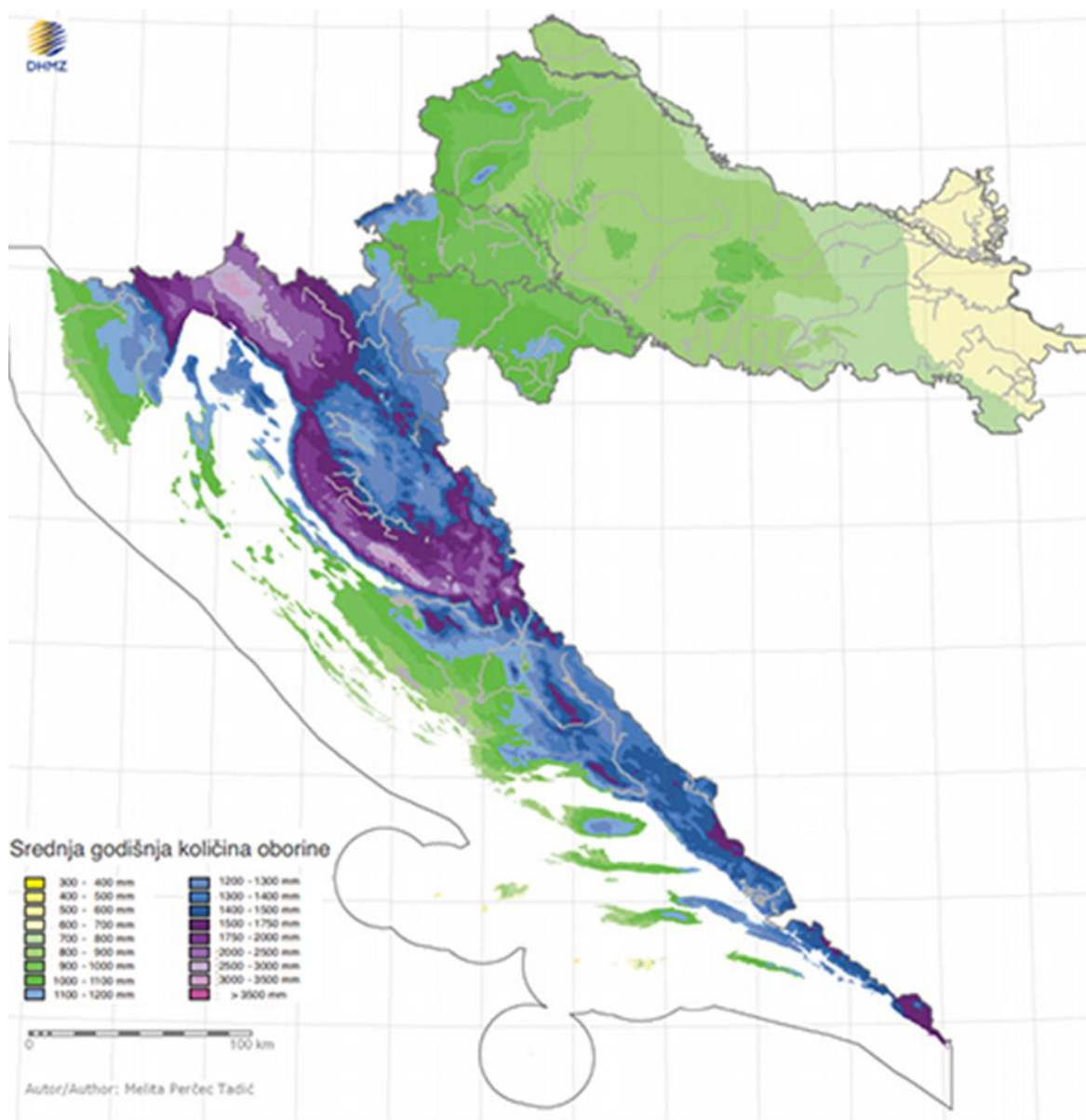
Oborina je tekući, a ponekad može biti i čvrst proizvod koji nastaje kondenzacijom vodene pare. Može padati iz oblaka te se također može taložiti na tlu. Mogu se podijeliti na vertikalne i horizontalne oborine. Vertikalne oborine se oblikuju u oblacima te iz njih padaju na tlo (kiša, tuča, snijeg ...). Horizontalne oborine formiraju se na Zemljinoj površini na koju se i neposredno talože (mraz, rosa, poledica, inje ...). Na pojavljivanje oborina utječu atmosferski procesi, značajnu ulogu predstavljaju temperatura, gustoća, tlak i vlažnost zraka [2].

Na području Hrvatske sva oborina koja padne posljedica je prolaska ciklona te atmosferskih fronti koje su s njima u vezi u sklopu opće atmosferske cirkulacije. Ključni parametri koji određuju hoće li na određenom mjestu pasti oborina te u kojoj količini su: vlažnosti zračne mase, smjer i intenzitet zračne struje te vertikalna komponenta njezina gibanja, koju lokalni utjecaji mogu u značajnoj mjeri modificirati. U Hrvatskoj su posebno prisutni lokalni čimbenici koji mogu oslabiti ili pojačati proces razvoja oblaka te stvaranja oborine. Jedan od čimbenika je udaljenost pojedinih lokacija od mora odnosno odnos kopna i mora. Planine, kao i manja brda u određenim vremenskim situacijama primoravaju zračne mase na dizanje, uslijed čega dolazi do kondenzacije te intenziviranja oborina. To ima utjecaj na režim promjene količine oborina s obzirom na nadmorsku visinu [3].

Na području Hrvatske srednja godišnja količina oborina (Slika 2.1.) kreće se u rasponu između 300 mm pa sve do 3500 mm. Na zapadnoj obali Istre očekivana godišnja količina oborina iznosi 800 do 900 mm, dok su najveće količine oborina u Istri na obroncima Učke, od 2000 do 2500 mm. Iz toga se vidi da je znatno veća količina oborina uz planinske obronke zbog prisilnog izdizanja zračnih masa. Godišnje količine oborina u kontinentalnoj Hrvatskoj se smanjuju od zapadne prema istočnoj strani. Razlog tome su vlažne zračne mase koje pristižu sa zapada i jugozapada te na svom putu do tog područja izgube vlagu. S druge strane zračne mase koje dolaze iz unutrašnjosti, sa sjeveroistoka su suhe pa ne daju obilnije oborine. U Hrvatskoj postoje dva tipa godišnjeg hoda mjesečnih količina oborina koji se određuju prema razdoblju godine u kojem je mjesec s najmanjom količinom oborine. Prvi tip je onaj u kojem u toplijem razdoblju

godine padne najmanje oborine (od travnja do rujna). Drugi tip je onaj u kojem u hladnom dijelu godine padne najmanje oborine (od listopada do ožujka).

Važna svojstva oborinskog režima su ekstremne oborine te također, vjerojatnost njihova pojavljivanja. Za procjenu i analizu količine jakih oborina na dnevnoj bazi potrebni su nizovi dulji od 30 godina, koji se upotrebljavaju za mjesečne vrijednosti, zbog njihove poprilične vremenske promjenjivosti [3].



Slika 2.1.: Srednja godišnja količina oborina u Hrvatskoj [3]

2.2. Klimatske značajke područja Istre

Geografski položaj najčešće tumačimo kao geografsku širinu. Međutim pojam geografske širine obuhvaća i reljef, nadmorsku visinu te udaljenost od velikih morskih i kopnenih masa. Geografska širina Istre od 44° do 45° znači da Istra pripada umjerenim širinama te se nalazi na oko pola puta između ekvatora i sjevernog pola. Smanjimo li geografski prostor, Istra nam se prikazuje kao poluotok smješten u sjevernom dijelu Jadranskog mora. Od europskog kopna odijeljena je gorjem Ćićarije i Tršćanskim krasom. S klimatskog gledišta važno je istaknuti primorski položaj Istre. Morski utjecaj zamjećuje se kako u obalnom pojasu tako i u središnjem dijelu.

Oborinska obilježja Istre određena su njenom pripadnošću atmosferskoj cirkulaciji karakterističnoj za umjerene geografske širine. U tome pojasu često se pojavljuju kišonosne ciklone praćene atmosferskim frontama. Prilično je značajna blizina zapadnog Sredozemlja, koje je poznati izvor ciklona koje obično zahvaćaju i Istru. Pripadnost sredozemnom bazenu koji je veliki izvor vlage, koju do Istre donose povoljne zračne struje, poprilično je značajna za oborine. Važnu modifikacijsku ulogu prilikom formiranja oborina imaju različiti reljefni oblici prisutni u Istri, kao i u njejoj okolini. Obzirom na to važno je istaknuti Učku, obližnje Dinaride te malo udaljeniji alpski planinski masiv.

Najvažniji i najosnovniji podatak o oborinama je njihova ukupna godišnja količina. Iako to uključuje sve vrste oborina, u Istri je od najveće važnosti kiša. Oborinski režim na istarskom poluotoku je vrlo raznolik, zbog reljefnog utjecaja same Istre, kao i planinskih lanaca koji je okružuju. Količina oborina raste od jugozapada ka sjeveroistoku Istre te od njezine zapadne obale prema istočnoj. U Puli na godišnjoj razini padne najmanje oborina, u gornjem dijelu Ćićarije i na vrhu Učke količina oborine prelazi 2000 mm. Osim tih krajnosti, veći dio Istre ima ukupnu godišnju količinu oborine u rasponu između 1000 i 1250 mm. Ta prilično velika cjelina ima izdvojena manja područja s većom nadmorskom visinom ili blizinom gorja, gdje oborine iznose i do 1500 mm. Područje Istre ima manje oborina u odnosu na najkišovitija područja Hrvatske, koja su u njejoj neposrednoj blizini (Snježnik i Risnjak). Njezina južna i zapadna obala, uz sjeverni dio Dalmacije pripada najsušim područjima istočnog dijela jadranske obale. Osim ukupne količine oborina važno je i kako je oborina raspodijeljena u toku godine. U cijeloj

Istri u hladnijem dijelu godine odnosno od listopada do ožujka oborina je veća nego u toplom. Približno dvije trećine ukupne oborine padne u hladnijem dijelu godine, što je obilježje maritimne ili morske klime. U Istri u hladnijem dijelu godine veći dio oborine je posljedica utjecaja ciklona. U njima je izraženo podizanje toplijeg zraka u vis. I na manjem području poput Istre zamjetna je razlika u godišnjoj raspodjeli oborine. Za sve krajeve Istre zajedničko je da do maksimuma oborine dolazi kasno u jesen, u mjesecu studenom, taj oborinski maksimum je poprilično izrazit. U svemu ostalom kod godišnjeg hoda oborina zamjećuju se različitosti. Gotovo svugdje u Istri, a osobito uzduž istočnog obalnog područja te u njenoj južnoj polovici može se zamijetiti najmanje oborine ljeti (srpanj), što je karakteristično za suptropski i maritimni godišnji hod umjerenih širina. Osim tih dvaju najizraženijih obilježja, postoje još i sporedni minimum i maksimum. Sporedni maksimum smješten u proljeće (travanj) zamjetno je slabiji od glavnog. Sporedni minimum govori o prisutnosti suhog razdoblja početkom proljeća ili zimi. Takve oborinske značajke, od većih i istaknutijih istarskih mjesta imaju Poreč, Pazin, Pula i Rovinj. Glavni uzrok najveće oborine tijekom kasne jeseni su jadranske i sredozemne ciklone. Glavnu najmanju oborinu sredinom ljeta uzrokuje utjecaj suptropskog pojasa anticiklone koji se tijekom ljeta kreće prema sjeveru i obuhvaća Sredozemlje te njegova rubna mora poput Jadranskog.

Većina istarskih meteoroloških postaja usmjerena je na istraživanje klime i vremena Istre, što je tijekom povijesti bio najvažniji razlog postavljanja mreže meteoroloških postaja. Ukoliko podatke vremenskih motrenja smatramo meteorološkim draguljima, tada se postaje na kojima se oni ubiru i pohranjuju mogu zvati riznice meteoroloških dragocjenosti. Prva postaja koja je utemeljena u Istri nalazila se u Puli, postavljena je 1864. godine i među prvima je u Hrvatskoj. Treća je u redosljedju meteoroloških postaja u Hrvatskoj prema duljini vremenskih motrenja tijekom druge polovice 19. stoljeća. Od istarskih postaja u ovom radu koriste se podaci izmjereni na osam postaja. Od tih osam, šest postaja: Abrami, Botonega, Letaj, Celega, Poreč i Pula pripadaju klimatološkim postajama koje imaju tri obavezna motrenja tijekom dana (7, 14 i 21 h). Jedina kišomjerna postaja čiji se podaci koriste u ovom radu je postaja Grdinići. Glavna meteorološka postaja koja radi neprekidno od travnja 1949. godine, a njeni se podaci također koriste u ovom radu je postaja Pazin (Slika 2.2.) [4].

U Istri se kratkotrajne jake oborine uglavnom javljaju u toplijem dijelu godine. Na području Istre za očekivati je veće količine maksimalnih kratkotrajnih oborina u unutrašnjosti nego na obali za sve povratne periode i za sva trajanja. Veličina navedenih razlika ovisna je o povratnom periodu i trajanju. Uobičajeno je da se maksimum javlja uz prednju stranu ciklone, a nakon toga glavni uzrok je tip dolina niskog tlaka. Također jedan od manje zastupljenih razloga je bezgradijentno anticiklonalno polje na tlu [5]. Što se tiče same pojavnosti kratkotrajnih jakih oborina na promatranim postajama Istre može se uočiti značajna ujednačenost. Isto tako uočava se neizraženo i blago povećanje srednjih količina jakih oborina kratkog trajanja za one postaje koje su locirane blizu planinskog masiva Učke (Pazin i Letaj) te se nalaze na većim nadmorskim visinama. Ipak treba naglasiti da se ekstremne vrijednosti oborina pojavljuju i na drugim postajama [6].



Slika 2.2.: Meteorološka postaja Pazin [7]

2.3. Klimatske značajke područja Zagreba

Područje grada Zagreba čija je površina prije 150 godina iznosila manje od 100 km² u današnje vrijeme se znatno proširilo te ima površinu od oko 1700 km². U istom vremenskom razdoblju broj stanovnika je također znatno porastao, od oko 5000 došao je do preko 800 000. Kod gradova koji su se tijekom posljednja dva stoljeća naglo razvijali i širili kao što je slučaj i sa Zagrebom klimatske prilike bile su u isto vrijeme pod utjecajem efekta urbanizacije i globalnih klimatskih promjena [8]. Grad Zagreb nalazi se u kontinentalnoj Hrvatskoj koja ima umjereno

kontinentalnu klimu i tijekom cijele godine se nalazi unutar cirkulacijskog pojasa umjerenih širina. U tom pojasu stanje atmosfere je prilično promjenjivo, obilježeno je različitim vremenskim situacijama s intenzivnim i čestim promjenama tijekom godine. Do tih promjena dolazi zbog putujućih sustava niskog ili visokog tlaka zraka. Tijekom zime dominiraju stacionarni anticiklonalni tipovi vremena koje karakteriziraju česti niski oblaci i magla. Proljeće karakteriziraju pokretniji ciklonalni tipovi vremena, pa dolazi do naglih i čestih promjena vremena te se izmjenjuju bezoborinska razdoblja s oborinskim. Ljeto karakteriziraju polja malog gradijenta tlaka i osvježavajući noćni povjetarac isprekidani prolascima hladne fronte. Ta hladna fronta s Atlantika dovodi svjež zrak uz pojačan vjetar, snažno miješanje zraka, grmljavinu te pljuskove. Tijekom jeseni dominiraju razdoblja mirnog anticiklonalnog vremena, međutim ima i kišnih dana u ciklonama. U ranoj jeseni anticiklonalno vrijeme odlikuje se sunčanim i toplim danima, dok u kasnoj jeseni za vrijeme anticiklone je maglovito, hladno i tmurno. Klima kontinentalnog područja Hrvatske također je modificirana morskim utjecajem Sredozemnog mora. Taj utjecaj je južnije od Save osjetno jači nego na dijelu smještenom sjevernije od Save, a prema istoku je sve slabiji. Orografija (Medvednica) je idući lokalni modifikator klime te može dovesti na navjetrinskoj strani prepreke do intenzivnijih kratkotrajnih jakih oborina. Takvu situaciju imamo u istočnom dijelu Zagreba, gdje Medvednica predstavlja prepreku sjeverozapadnim kišonosnim prodorima [3]. Prostor Zagreba ima kontinentalni pluviometrijski režim što znači da najviše oborina padne u toplijem razdoblju godine, između travnja i rujna. Najmanja količina padalina zabilježena je zimi, glavni se minimum javlja krajem zime, u mjesecu veljači [9].

Jedna od najstarijih meteoroloških postaja u Hrvatskoj je Zagreb – Grič (Slika 2.3.). Postaja je s radom započela 1. prosinca 1861. godine te mu lokacija od tada nikada nije bila promijenjena. Smješten je u podnožju Medvednice na malenom brežuljku u centru grada Zagreba. Nalazi se na 157 metara nadmorske visine. Usprkos činjenici što se sama postaja nalazi u centru grada urbanizacijski utjecaji na njenu klimu ublaženi su time što se nalazi u podnožju Medvednice, na vrhu maloga brežuljka. Također u neposrednoj blizini postaje nije bilo nikakvih važnijih promjena svojstva okoliša [8]. Za potrebe ovog rada osim podataka prikupljenih s postaje Grič koriste se i podaci s još četiri postaje na širem području Zagreba. Te postaje su: Maksimir, Puntijarka, Bijenik i Borčec.

Zbog pojave kratkotrajnih jakih oborina na širem području Zagreba dolazi do velikih problema s oborinskim vodama koje uzrokuju brojne štetne posljedice. Razlog tome su dotoci oborinskih voda bujičnim vodotocima s Medvednice u središte grada te u gradski sustav odvodnje [10]. Kao i na području Istre, tako i na širem području Zagreba ne postoje značajne razlike u pojavnosti kratkotrajnih jakih oborina na promatranim postajama. Također postoji blago povećanje jakih oborina kratkog trajanja kod postaje Puntijarka koja je smještena blizu planinskog masiva Medvednice. Svakako treba naglasiti da područje Istre ima mnogo varijabilnije i veće jake kratkotrajne oborine u odnosu na područje Zagreba [6].



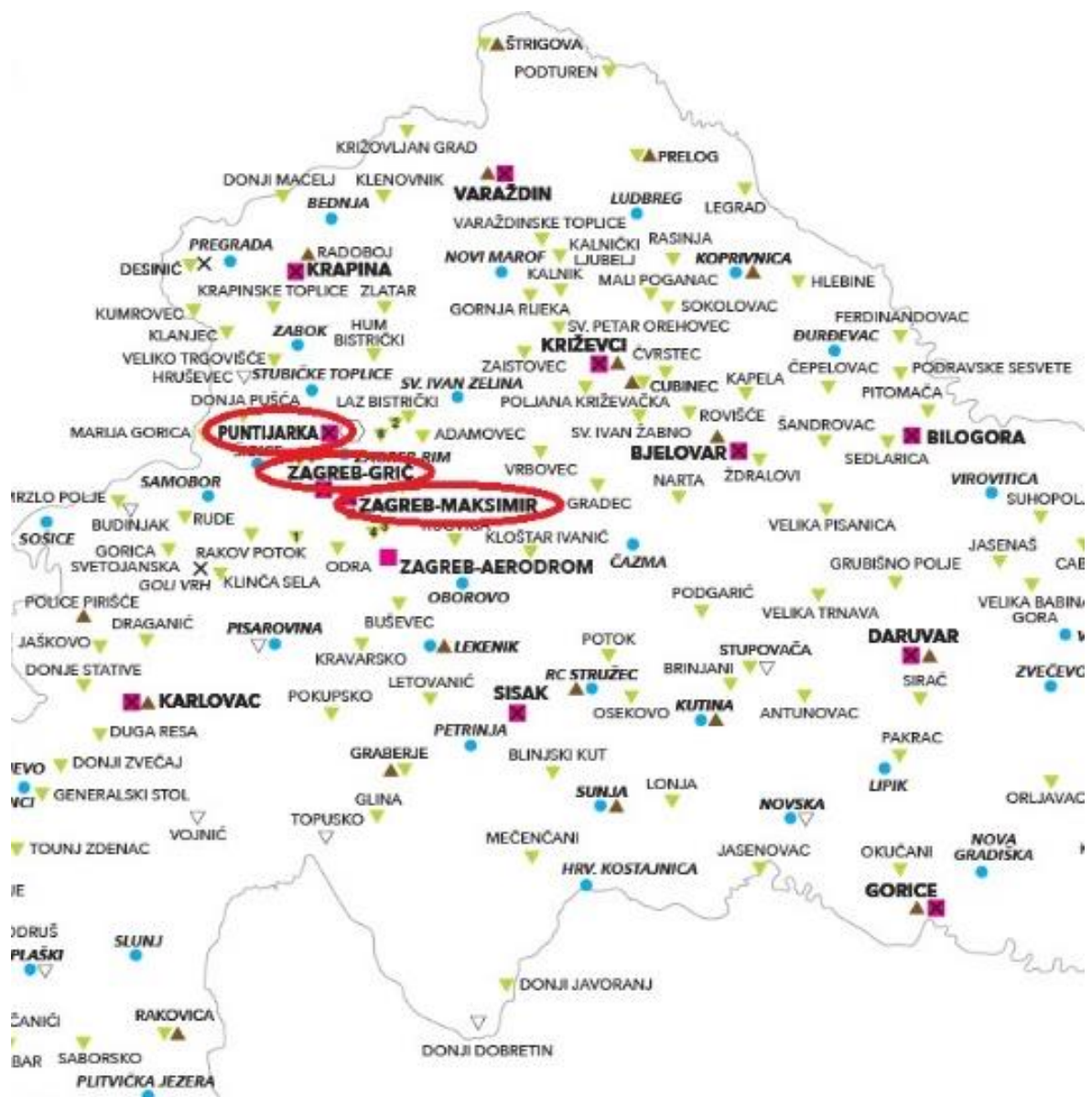
Slika 2.3.: Meteorološka postaja Grič [11]

3. PREGLED PODATAKA I RASPOLOŽIVIH PODLOGA

Na slici 3.1. dan je prikaz položaja analiziranih ombrografskih postaja na području Istre, a na slici 3.2. dan je prikaz položaja analiziranih ombrografskih postaja na području Zagreba.



Slika 3.1.: Prikaz analiziranih ombrografskih postaja na području Istre [5]



Slika 3.2.: Prikaz analiziranih ombrografskih postaja na području Zagreba [12]

Prije početka same analize u tablici 3.1. dane su postaje s raspoloživim količinama oborina u određenom vremenskom intervalu. Jedini izuzetci vezano uz podatke prikazane u tablici postoje na postajama Maksimir, Puntijarka i Bijenik. Na postaji Maksimir za 1959. godinu nema podataka niti o mjesečnim količinama oborina niti o vremenskom trajanju oborina. Podataka o vremenu trajanja oborina nema za postaju Bijenik 2013. i 2014. godine te za postaju Puntijarka 2007. godine.

Tablica 3.1.: Postaje s zabilježenim oborinama u određenom vremenu temeljem mjerenja DHMZ - a

Postaje	OBORINE(mm)					
	Godine		Trajanje(min)		Mjeseci	
	od	do	od	do	od	do
ZgGrič	1957.	2017.	10	1440	Siječanj	Prosinac
ZgMaksimir	1957.	2017.	10	1440	Siječanj	Prosinac
Pazin	1977.	2017.	10	1440	Siječanj	Prosinac
Pula	1961.	2017.	10	1440	Siječanj	Prosinac
Abrami	1962.	2016.	10	1440	Siječanj	Prosinac
Botonega	1987.	2016.	10	1440	Siječanj	Prosinac
Celega	1982.	2011.	10	1440	Siječanj	Prosinac
Grdinići	1985.	2017.	10	1440	Siječanj	Prosinac
Letaj	1987.	2016.	10	1440	Siječanj	Prosinac
Poreč	1984.	2016.	10	1440	Siječanj	Prosinac
Puntijarka	1959.	2017.	10	1440	Siječanj	Prosinac
ZgBijenik	1980.	2016.	10	1440	Siječanj	Prosinac

U okviru projekta Rainman [10] definirane su jednadžbe HTP krivulja koje su korištene u ovom radu. Na temelju jednadžbi HTP krivulja (Tablice 3.2. i 3.3.) izračunate su količine oborina različitih vremena trajanja za određene povratne periode (2, 5, 10, 20, 50 i 100 godina). Pomoću dobivenih količina oborina računaju se modularne vrijednosti.

Tablica 3.2.: Jednadžbe HTP krivulja u Zagrebu [10]

Povratni period	HTP krivulja	tp	HTP krivulja
	(10 min < t < tp)	(sati)	(tp < t < 24 sata)
ZG MAKSIMIR			
2-god	4,4009 t ^{0,3983}	1,10	8,7319 t ^{0,2348}
5-god	6,4303 t ^{0,3762}	0,97	11,896 t ^{0,2248}
10-god	7,9207 t ^{0,3622}	0,96	14,254 t ^{0,2172}
20-god	9,4682 t ^{0,3491}	0,93	16,368 t ^{0,2128}
50-god	8,8947 t ^{0,4186}	0,67	19,705 t ^{0,2032}
100-god	9,0784 t ^{0,4483}	0,58	21,952 t ^{0,1992}
ZG GRIČ			
2-god	4,0463 t ^{0,4104}	1,04	7,7989 t ^{0,2517}
5-god	5,6175 t ^{0,4097}	1,00	11,552 t ^{0,2336}
10-god	6,7671 t ^{0,4068}	1,03	14,613 t ^{0,2199}
20-god	7,9588 t ^{0,403}	1,01	17,511 t ^{0,2108}
50-god	9,6411 t ^{0,397}	0,99	21,532 t ^{0,2001}
100-god	11,013 t ^{0,3919}	0,97	24,756 t ^{0,1926}
PUNTIJARKA			
2-god	3,8648 t ^{0,418}	1,41	5,8987 t ^{0,3227}
5-god	5,6722 t ^{0,3884}	1,03	7,3148 t ^{0,3267}
10-god	6,8905 t ^{0,3776}	0,90	8,6832 t ^{0,3196}
20-god	8,0671 t ^{0,3711}	0,88	10,344 t ^{0,3084}
50-god	9,5951 t ^{0,3665}	0,89	12,942 t ^{0,2913}
100-god	10,741 t ^{0,3652}	0,91	15,273 t ^{0,2771}
ZG BIJENIK			
2-god	4,4826 t ^{0,3999}	1,17	9,1892 t ^{0,2311}
5-god	5,7522 t ^{0,3967}	1,09	10,887 t ^{0,2442}
10-god	6,1885 t ^{0,4086}	1,04	10,842 t ^{0,2729}
20-god	6,3913 t ^{0,4249}	0,99	10,166 t ^{0,3112}
50-god	5,4102 t ^{0,5053}	0,71	9,08 t ^{0,3672}
100-god	6,3617 t ^{0,47}	1,05	7,7964 t ^{0,4209}
ZG BORČEC			
2-god	5,1484 t ^{0,3657}	1,16	8,1266 t ^{0,2582}
5-god	6,6612 t ^{0,3841}	1,05	12,149 t ^{0,239}
10-god	7,2117 t ^{0,4055}	1,01	14,931 t ^{0,2282}
20-god	7,4989 t ^{0,429}	1,07	18,494 t ^{0,2119}
50-god	7,6209 t ^{0,4612}	1,07	23,002 t ^{0,196}
100-god	7,5829 t ^{0,4859}	1,08	26,646 t ^{0,1846}

Tablica 3.3.: Jednadžbe HTP krivulja u Istri [10]

Povratni period	HTP krivulja	tp	HTP krivulja
	(10 min < t < tp)	(sati)	(tp < t < 24 sata)
POREČ			
2-god	5,0979 · t ^{0,435}	1,44	14,76 · t ^{0,1966}
5-god	6,9339 · t ^{0,4286}	1,55	20,605 · t ^{0,1882}
10-god	7,915 · t ^{0,4347}	1,51	23,855 · t ^{0,1897}
20-god	8,6985 · t ^{0,4446}	1,43	26,475 · t ^{0,1944}
50-god	9,5104 · t ^{0,4612}	1,29	29,156 · t ^{0,2036}
100-god	9,988 · t ^{0,4755}	1,19	30,673 · t ^{0,2124}
PULA			
2-god	5,2919 · t ^{0,4342}	1,37	15,7 · t ^{0,1877}
5-god	6,3615 · t ^{0,4653}	1,61	25,079 · t ^{0,1652}
10-god	6,7999 · t ^{0,4851}	1,79	30,3 · t ^{0,1654}
20-god	7,0744 · t ^{0,5035}	1,97	34,399 · t ^{0,1721}
50-god	7,2724 · t ^{0,5263}	2,25	38,377 · t ^{0,1871}
100-god	7,3346 · t ^{0,5426}	2,50	40,44 · t ^{0,2018}
ABRAMI			
2-god	5,3735 · t ^{0,4379}	1,52	16,502 · t ^{0,1894}
5-god	7,6849 · t ^{0,4141}	1,38	20,306 · t ^{0,1939}
10-god	9,5811 · t ^{0,3943}	1,19	21,199 · t ^{0,2081}
20-god	11,723 · t ^{0,3734}	1,04	22,128 · t ^{0,2197}
50-god	15,043 · t ^{0,3445}	0,88	23,44 · t ^{0,2325}
100-god	18,005 · t ^{0,3219}	0,68	24,078 · t ^{0,2434}
PAZIN			
2-god	5,4269 · t ^{0,439}	1,23	12,923 · t ^{0,2371}
5-god	7,1692 · t ^{0,4395}	1,24	17,922 · t ^{0,2268}
10-god	8,2871 · t ^{0,4409}	1,22	20,644 · t ^{0,2284}
20-god	9,335 · t ^{0,4427}	1,20	22,786 · t ^{0,234}
50-god	10,658 · t ^{0,4453}	1,16	24,898 · t ^{0,2453}
100-god	11,628 · t ^{0,4473}	1,12	26,026 · t ^{0,256}
LETAJ			
2-god	5,6391 · t ^{0,4447}	1,45	15,834 · t ^{0,2136}
5-god	6,9337 · t ^{0,4628}	1,57	21,217 · t ^{0,2168}
10-god	7,2088 · t ^{0,4929}	1,61	23,798 · t ^{0,2317}
20-god	7,1525 · t ^{0,5297}	1,63	25,345 · t ^{0,2538}
50-god	6,7637 · t ^{0,5851}	1,64	26,018 · t ^{0,2916}
100-god	6,3278 · t ^{0,6305}	1,64	25,677 · t ^{0,3253}
BOTONEGA			
2-god	4,9749 · t ^{0,443}	1,25	12,579 · t ^{0,2283}
5-god	6,1887 · t ^{0,4454}	1,25	15,52 · t ^{0,2324}
10-god	6,8705 · t ^{0,453}	1,20	17,291 · t ^{0,2372}
20-god	7,4381 · t ^{0,4631}	1,14	18,856 · t ^{0,2429}
50-god	8,0559 · t ^{0,4792}	1,05	20,691 · t ^{0,2513}
100-god	8,4388 · t ^{0,4929}	0,98	21,928 · t ^{0,2583}
CELEGA			
2-god	4,5381 · t ^{0,4694}	1,66	17,651 · t ^{0,1741}
5-god	7,1202 · t ^{0,4472}	1,48	24,106 · t ^{0,1753}
10-god	9,0409 · t ^{0,4322}	1,33	27,507 · t ^{0,1781}
20-god	11,053 · t ^{0,4177}	1,17	30,23 · t ^{0,1812}
50-god	13,919 · t ^{0,3989}	0,97	33,097 · t ^{0,1857}
100-god	16,273 · t ^{0,3849}	0,95	37,662 · t ^{0,1773}
GRDINIĆI			
2-god	4,4166 · t ^{0,4385}	1,16	9,4724 · t ^{0,2588}
5-god	5,2145 · t ^{0,4759}	1,42	14,478 · t ^{0,2461}
10-god	5,3503 · t ^{0,5192}	1,67	20,19 · t ^{0,231}
20-god	5,2504 · t ^{0,5702}	1,89	28,146 · t ^{0,2153}
50-god	4,8868 · t ^{0,6464}	2,13	43,918 · t ^{0,1936}
100-god	4,5071 · t ^{0,7094}	2,27	61,822 · t ^{0,1766}

4. METODOLOGIJA OBRADJE PODATAKA

4.1. Primarna obrada i kontrola podataka

Podaci dobiveni motrenjem i mjerenjem sačinjavaju hidrološke i meteorološke podloge. U danom slučaju radi se o meteorološkim podacima koji karakteriziraju kratkotrajne jake oborine. Na temelju podataka koji su prikupljeni izrađuje se slijed podataka. Taj slijed prikazuje podatke posložene prema redu kojim su izmjereni odnosno zapaženi. Slijed podataka može biti prihvaćen kao niz koji prikazuje kronološke podatke o raznim veličinama odnosno pojavama, a na njega je moguće primijeniti metode matematičke statistike ukoliko je zadovoljeno sljedećih pet uvjeta: članovi niza su slučajne veličine, članovi niza su međusobno neovisni, niz mora biti homogen, članovi niza moraju biti stacionarni te niz mora biti dovoljno dug. Kada govorimo o tome da su članovi niza slučajne varijable, tada se hidrološke i meteorološke veličine može smatrati slučajnim radi velikog broja raznih čimbenika koji na njih utječu. Članovi niza su međusobno neovisni na načina da član kronološkog niza nikako ne smije utjecati na veličinu člana koji slijedi. Na primjer, za godišnje ekstremne vrijednosti u hidrološkim godinama može se usvojiti da su neovisne međusobno [2].

Standardni inženjerski postupak kod obrade režima jakih oborina kratkog trajanja sa svrhom definiranja HTP krivulja za određenu postaju sastoji se od nekoliko karakterističnih koraka. Najprije je potrebno napraviti digitalizaciju i primarnu obradu ombrografskih zapisa nizova podataka o oborinama koje su registrirane. Zatim moramo formirati nizove intenzivnih oborina karakterističnih vrijednosti za različita trajanja te ispitati njihovu homogenost. Nakon toga potrebno je analizirati vjerojatnosti pojavljivanja karakterističnih vrijednosti najvećih visina oborina te izraditi HTP krivulje temeljem analiziranja prilagodbe više različitih tipova takvih krivulja. Na kraju je potrebno napraviti usporedbu dobivenih vrijednosti najvećih količina oborina određenih trajanja s rezultatima mogućih prethodnih obrada na analiziranoj postaji, te postajama na širem regionalnom području i njihovu verifikaciju [10].

4.2. Standardna statistička obrada podataka

Među osnovne statističke parametre najčešće se ubrajaju: srednja vrijednost, standardna devijacija, koeficijent varijacije, koeficijent asimetrije, maksimum i minimum. Srednja vrijednost definira se prema izrazu (1) preuzetom iz [2] te predstavlja jednu od najvažnijih numeričkih značajki slučajne varijable koja prikazuje ponašanje uzorka.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_1^n x_i \quad (1)$$

gdje je:

\bar{x} - srednja vrijednost

n – broj članova niza

x_i - i – ti član niza

Standardna devijacija određena je prema izrazu (2) preuzetom iz [2] te predstavlja sumu kvadrata odstupanja bilo kojeg člana od srednje vrijednosti niza pomnoženu s odgovarajućom učestalošću i podijeljena s brojem elemenata uzorka.

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \sum_1^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (2)$$

gdje je:

σ – standardna devijacija

n – broj članova niza

x_i - i – ti član niza

\bar{x} - srednja vrijednost

Koeficijent varijacije (c_v) je bezdimenzionalna mjera, definira se prema izrazu (3) preuzetom iz [2] kao omjer standardne devijacije (σ) i srednje vrijednosti (\bar{x}).

$$c_v = \frac{\sigma}{\bar{x}} \quad (3)$$

4.3. Vjerojatnosti pojave maksimalnih oborina

Analiza vjerojatnosti pojave maksimalnih oborina provodi se na temelju desetak dvoparametarskih odnosno troparametarskih tipova krivulja raspodjele. Za procjenu parametara najčešće se koriste dva kriterija, metoda najveće vjerodostojnosti i metoda momenata. U većini slučajeva koriste se nesimetrične funkcije raspodjele poput Gumbela, Pearson 3, Log Pearson 3, Galton i znatno rjeđe Hasen, Gamma, Frechet i Weibul. Ipak najčešće korištena raspodjela, je opća razdioba ekstrema, GEV. Vrlo je teško odrediti optimalan tip raspodjele prilikom provedbe vjerojatnosti pojave maksimalnih oborina. Do prije desetak godina uobičajena je bila provedba na način da se koristi više funkcija raspodjele. U novije vrijeme se na temelju ranije provedenih testiranja koristi točno određeni tip raspodjele za koji je ustanovljeno da posjeduje dobre mogućnosti za izvršenje potrebne ekstrapolacije [10].

U ovom radu za proračun maksimalnih količina oborina korištena je Gumbelova funkcija raspodjele. Gumbelova funkcija raspodjele je dvoparametarska i nesimetrična.

Vjerojatnost pojave definira se eksponencijalnom funkcijom prema izrazu (4) preuzetom iz [2]:

$$p(H_{\max}) = a \cdot e^{-a \cdot (H_{\max} - x_m)} \cdot e^{-e^{-a \cdot (H_{\max} - x_m)}} \quad (4)$$

gdje su:

x_m i a – parametri Gumbelove raspodjele

Modus Gumbelove krivulje definira se prema izrazima (5) i (6) preuzetim iz [2]:

$$x_m = \bar{x} - \frac{0,577}{a} \quad (5)$$

$$\frac{1}{a} = 0,78 \cdot \sigma \quad (6)$$

Gumbel je definirao odnos vjerojatnosti pojavljivanja p i vrijednosti z po kojima se oborine različitog reda pojavljivanja mogu odrediti prema izrazu (7) preuzetom iz [2]:

$$H_{\max} = x_m + \frac{1}{a} \cdot z \quad (7)$$

Treba se odrediti parametar a i modus Gumbelove raspodjele x_m . Da bi se do njih došlo potrebno je poznavati standardnu devijaciju i srednju vrijednost niza [2].

4.4. Definiranje HTP krivulja

HTP krivulja prikazuje vjerojatnost pojave različitih visina oborina za različita trajanja oborina na danoj lokaciji. Kod HTP krivulja se na os y nanose količine oborina H , dok se kod ITP krivulje na os y nanosi intenzitet oborine i . Na osi x nanose se vrijednosti trajanja kiše. HTP krivulja ili klimatska funkcija vjerojatnosti definira se izrazom (8) preuzetim iz [2]:

$$H = a \cdot t_k^n \quad (8)$$

gdje je:

H (mm) – oborina

t_k (min) – trajanje kiše

a i n – parametri koji se određuju po metodi najmanjih kvadrata

4.5. Obrade kratkotrajnih jakih oborina u svijetu

Za inženjersku hidrološku praksu najvažniji interes predstavlja analiziranje jakih kratkotrajnih oborina (do 24h). Tijekom analiza oborina kroz vrijeme u inženjerskim aplikacijama popriličnu ulogu ima proces disegregacije ili razdvajanja oborina koje su definirane mjerenjima. Oborine izmjerene u prošlosti ako su mjerene običnim kišomjerima bile su dvadesetčetverosatne, a ukoliko su mjerene automatskim registratorima kraćeg trajanja. Iz tog razloga razvijeno je nekoliko postupaka koji se mogu nazvati razdvajanje mjerenjem definiranih oborina. Radi se o tri postupka koji su nezavisni. Prvi problem bavi se određivanjem nezavisnih epizoda oborina,

drugi razdvajanjem dnevnih oborina, a treći razdvajanjem oborina kako bi se zadovoljile potrebe za kontinuirano hidrološko modeliranje.

Prema Bonaciju [13], najviše pažnje problemu određivanja nezavisnih oborinskih epizoda dali su Eagelson i Rastrepo (1982) te nešto kasnije Bonta i Rao (1988 i 1992). Svoje razmatranje oni počinju s postavkama da je prilikom analiziranja te projektiranja hidrotehničkih objekata potrebno imati točne ulazne podatke o količinama oborina. Ti ulazi mogu biti raznoliki. Prvi najvažniji oblik su podaci o oborinama izmjereni u prošlosti, međutim takav oblik može vrlo rijetko zadovoljiti potrebe projektiranja koje su sve složenije. Drugu vrstu ulaza predstavljaju periodi jakih pljuskova koji su sintetički generirani. No ipak kao ulaz se najčešće koriste HTP krivulje i mnogi modeli pljuskova za projektiranje. Temelj za sve navedene ulazne oblike je analiziranje prethodno zabilježenih oborina na temelju razdvojenih epizoda kiše oborina jakih intenziteta. Vrlo je važno ovdje voditi računa o odvajanju izmjerenih oborina u neovisne pojedinačne epizode oborina. Kada se spomene nezavisnost i pojedinačnost pritom se u prvom redu misli na statističku nezavisnost.

Woolhiser i Hershenhorn (1987) bavili su se problematikom razdvajanja dnevnih oborina. Napravili su parametarski model kojim se razdvajaju dnevne u pojedinačne oborinske epizode. Modelom se može simulirati broj oborinskih epizoda tokom dana i vrijeme početka svake pojedinačne oborinske epizode, trajanje, kao i količine oborina. Da bi se spomenute karakteristike mogle definirati primjenom predloženog modela mora se znati količina oborine u danu koji je analiziran, kao i prethodnom odnosno sljedećem danu. Procjenjivanje parametara modela te njegova struktura napravljena je temeljem podataka o oborinama u periodu od 23 godine koji su mjereni u srpnju i kolovozu na slivu u Arizoni. Slaganje simuliranih i mjerenih podataka je zadovoljavajuće. Ranije spomenuti Woolhiserov i Hershenhornov model djelomično su modificirali Econopouly i suradnici (1990). Broj pljuskova, visina pljuskova, vrijeme njihova početka te trajanje pljuskova simuliranih sekvenci prema statističkim se testovima vrlo dobro slaže s karakteristikama koje su u stvarnosti opažene. Uz pomoć predloženog modela za rastavljanje dnevnih oborina dokazalo se da parametri koji su identificirani za jednu stanicu mogu osigurati odgovarajuće slaganje s podacima zabilježenim na tri kišomjera koji su od navedene stanice udaljeni oko 470 km, pod uvjetom da stanice koje su uključene u analizu imaju istu klimu. O eventualnom primjenjivanju ovakvog modela na

drugim dvjema lokacijama autori imaju vrlo optimistično mišljenje te određene dokaze. Međutim nije realno očekivati od takvog modela da funkcionira kod svih klimatskih uvjeta. Ormsbee (1987) u svom radu govori o potrebi disegregacije oborina za stalno hidrološko modeliranje. Za njega je polazište bilo da jednosatni, kao i višesatni vremenski intervali u kojima su prikazani intenziteti i količine oborina nisu adekvatni za korištenje kada se procjenjuje hidrološki odgovor, pogotovo kod malih slivova. Kako bi se dobio istinski odgovor sliva kao hidrogram otjecanja potrebni su ulazni podaci o oborinama s kraćim vremenskim koracima [13].

O potrebi ažuriranja HTP i ITP krivulja govori se u radu Sveučilišta u Ontariju koji se fokusira na područje Londona i mogući utjecaj klimatskih promjena. Za analizu kratkotrajnih jakih oborina koriste se povijesni podaci o količini oborina. Godišnja ekstremna količina oborina prilagođena je teorijskoj raspodjeli vjerojatnosti iz koje se postiže intenzitet oborina koji odgovara određenom trajanju. Pri korištenju ovog postupka pretpostavlja se da se povijesni uvjeti mogu iskoristiti za predviđanje budućih. Ta pretpostavka ne vrijedi pod utjecajem klimatskih promjena. Mogući pomak ekstremnih oborina na lokalnoj razini zahtijeva provjeru postojećih propisa o projektiranju sustava za upravljanje vodnim resursima. U radu se procjenjuje promjena krivulja vezano uz promjenu klimatskih uvjeta. Procjena je rađena na osnovu podataka prikupljenih na londonskom aerodromu. U analizi su korištena dva klimatska scenarija: scenarij povijesnih klimatskih promjena i kišni scenarij. Rezultati su provedeni za povratne periode od 2, 5, 10, 25, 50, 100 i 250 godina. Rad se bazira na rezultatima tri simulacije koje se razlikuju prema povijesnim ulaznim podacima. Rezultati simulacija ukazuju na to da će jačina oborina rasti pod utjecajem klimatskih promjena za sva trajanja i sve povratne periode. Rezultati studije ukazuju i na to da će se jačina oborina u budućnosti mijenjati. Kišni scenarij otkriva značajno povećanje količine oborina za sva trajanja i sve povratne periode. Porast količine i jačine oborine može uvelike utjecati na način kako će se u budućnosti projektirati sustavi za upravljanje vodnim resursima. Preporučuje se da bi se trenutne krivulje trebale provjeriti zbog mogućeg utjecaja klimatskih promjena [14].

Jedan od radova koji također ukazuje na važnost ove tematike je „Utjecaj klimatskih promjena i analiza nesigurnosti jakih oborina na području Floride“ [15]. U radu se spominje porast ekstremne dnevne oborine od 7% s porastom temperature zraka od 1°C. Do ovog odnosa došlo se uz pomoć globalnog klimatskog modela i motrenjima. Predviđa se da bi se do kraja 21.

stoljeća učestalost kratkotrajnih jakih oborina mogla udvostručiti. Budući mogući porast kratkotrajnih jakih oborina će utjecati na obalne ekosustave, eroziju tla i projektiranje urbane infrastrukture. U mnogim područjima Floride zbog nestacionarnosti oborina u promjenjivim klimatskim uvjetima primijećena je promjena u predviđanju intenziteta kratkotrajnih jakih oborina u određenom trajanju. U radu se naglašava važnost ažuriranja HTP/ITP krivulja kratkotrajnih jakih oborina. Kriteriji za projektiranje urbane drenažne infrastrukture trebaju se provjeravati zbog toga što povećanjem intenziteta kratkotrajnih jakih oborina raste mogućnost pojave poplava. Procjena kratkotrajnih jakih oborina u budućnosti zbog klimatskih promjena može se postići uz pomoć dva pristupa. Prvi pristup temelji se na procjeni ekstremnih hidrometeoroloških pojava temeljem indeksa velikih oscilacija atmosferske cirkulacije poput El Nina. Drugi pristup se temelji na predviđanju budućih karakteristika kratkotrajnih jakih oborina pomoću općeg modela cirkulacije ili regionalnog klimatskog modela (RCM). RCM se pretežno koristi kod većih geografskih širina kako bi se predvidjele dnevne i višednevne kratkotrajne jake oborine. U radu se rezultati RCM – a koriste za procjenu promjena oborinskog režima koji uključuju prostornu i vremensku varijabilnost mjesečnih vrijednosti te ekstremni intenzitet i učestalost kratkotrajnih jakih oborina. Analiza se odnosi na riječni bazen Apalachicola smješten na obali Floride. Procjena budućih HTP/ITP krivulja na lokalnoj razini temelji se na dvije metode koje predviđaju prilagodbu raspodjele kratkotrajnih jakih oborina s regionalne na lokalnu razinu [15].

4.6. Regionalne analize kratkotrajnih jakih oborina

U Hrvatskoj, kao i u cijelom svijetu analiza kratkotrajnih jakih oborina od iznimne je važnosti. U ovom poglavlju spomenuta su neka područja koja su smještena u različitim dijelovima Hrvatske.

Na području Daruvara glavna spoznaja pri analizi maksimalnih kratkotrajnih jakih oborina jest promjenljivost te pojave u prostoru i vremenu. Temeljem promatranja povijesnog niza od 20 godina na stanici Daruvar vidljivo je da povećanjem vremena trajanja oborine dolazi do smanjenja vrijednosti koeficijenta varijacije. Jasno je da su te promjenljivosti oborina vezane uz

osobine prostora Daruvara i klimatske elemente. Ipak duljina niza od 20 godina je relativno mala pa svakako treba voditi računa da to može utjecati na pouzdanost dobivenih rezultata [16].

Na području Dubrovnika dnevne oborine s količinom većom od 50 mm su rijetke, a njihovo pojavljivanje u prostoru je poprilično varijabilno. Dani s oborinom većom od 10 mm također mogu ukazivati dijelom na pojavu jakih kratkotrajnih oborina. Dnevne količine oborina veće od 10 i 20 mm znatno su češće u hladnom dijelu godine dok su u lipnju i srpnju rjeđe. Prosječno gledano, područja uz obalu kao što su Dubrovnik i Cavtat imaju najmanji broj dana s kratkotrajnom jakom oborinom. S udaljavanjem od obale, kao i s porastom nadmorske visine broj dana raste tako da se u zaleđu mnogo češće mogu očekivati intenzivne oborine nego na obali. Što se tiče procjene maksimalnih količina oborine za trajanje između 10 i 120 minuta na području Dubrovnika ona je napravljena temeljem dugogodišnjih nizova (od 1959. do 2005.) ombrografskih podataka s obzirom da je za što stabilnije rezultate potrebno imati čim dulje nizove (50, 60 godina). Za trajanje do pola sata pojavljivanje najvećih godišnjih količina oborina je znatno stabilnije nego za trajanje od jednog ili dva sata. Kada se promatra 45 godišnje razdoblje pojava apsolutnog maksimuma za trajanja 10, 30, 40, 50 i 60 minuta je vrlo rijetka. Njima pripada povratni period veći od 100 godina. Što se tiče kratkotrajnih jakih oborina na području Dubrovnika generalno one pokazuju značajnu prostornu heterogenost. Ta se heterogenost ne očituje samo s porastom nadmorske visine i udaljavanjem od mora, nego i uzduž obale [17].

U svom radu Cindrić i suradnici [1] analiziraju promjene kratkotrajnih jakih oborina na dva područja koja imaju drugačiji oborinski režim: kontinentalni (Varaždin) i maritimni (Split). Analiza se radi za razdoblje između 1955. i 2010. godine. Za obje postaje rezultati prikazuju da nema nikakvih značajnih promjena kratkotrajnih jakih oborina od polovice 20. stoljeća na dalje, a tamo gdje i postoje one su vrlo slabo izražene. Proučavano razdoblje podijeljeno je i na dva podrazdoblja (od 1955. do 1980. i od 1981. do 2010.) ne bi li se pratile postoji li značajnija prisutnost jakih kratkotrajnih oborina u novijem razdoblju (od 1981. do 2010.), međutim uočava se da niti ovdje nema značajnih promjena. Stoga se može zaključiti da usprkos tome što postoje izvjesne naznake, statistički gledano utjecaj klimatskih promjena na pojavu jakih oborina kratkog trajanja na ovom području nije značajan [1].

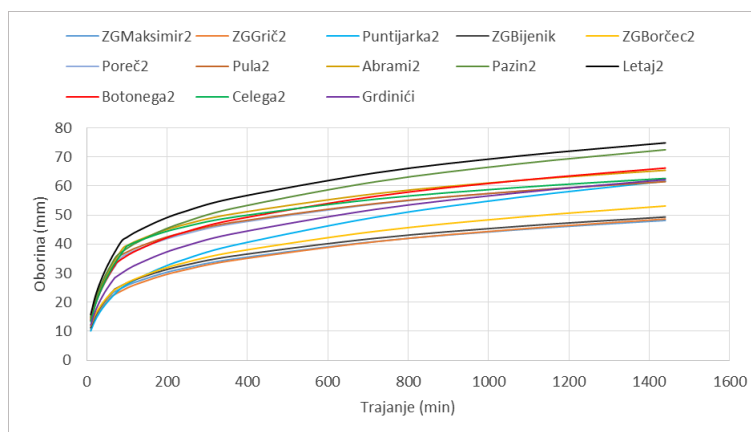
Područje Rijeke karakteriziraju dosta izražene kratkotrajne jake oborine. Prva veća praćenja kratkotrajnih jakih oborina u Rijeci započela su 1954. godine. Zanimljivo je pratiti godišnju raspodjelu maksimalnih kratkotrajnih jakih oborina na području Rijeke za različita trajanja i različite povratne periode. Uočava se da tijekom kraćih povratnih perioda, mjeseci s maksimalnim količinama kratkotrajnih jakih oborina su oni u toplijem dijelu godine (od lipnja do rujna). Isto tako s povećanjem trajanja oborine, vidi se porast kratkotrajnih jakih oborina u drugom dijelu godine. Konačno, temeljem analize kratkotrajnih jakih oborina vidljivo je da su količine oborina trajanja do 6 sati u blagom padu, dok su one trajanja od 6 do 24 sata u blagom porastu [18].

Analiza oborina u razdoblju od 1901. do 2008. godine za nekoliko različitih područja u Hrvatskoj (Dalmacija, Slavonija, Primorje) ukazuje da je u tom razdoblju broj sušnih dana u godini bio u porastu. Također, vidi se i blagi pad u broju mokrih dana, statistički značajniji na području Osijeka i Crikvenice. Što se tiče vrlo mokrih dana u godini njihov broj je stalno ujednačen. Kada govorimo o kratkotrajnim jakim oborinama, istraživanjima na nizovima normalne duljine utvrđena je stabilizacija takvih oborina tijekom 50 godišnjeg razdoblja na području istočne Hrvatske (Osijek) i sjeverozapadne Hrvatske, dok se stabilizacija u primorju na području Crikvenice vidi tijekom 80 godišnjeg razdoblja. U većem dijelu Hrvatske nema nikakvih značajnih naznaka u promjeni ponašanja kratkotrajnih jakih oborina [19].

5. REZULTATI ANALIZA

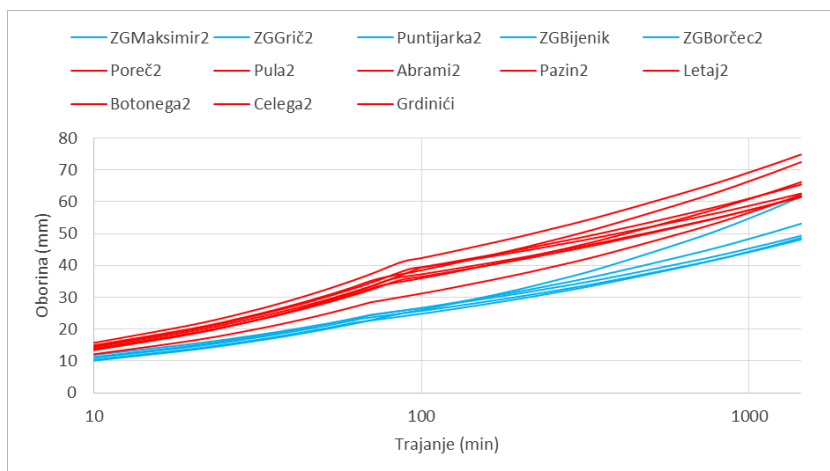
5.1. Godišnje HTP krivulje

U ovom poglavlju prikazane su HTP krivulje sa povratnim periodom (od 2, 5, 10, 20, 50 i 100 godina) na način da su na posebnim grafikonima prikazani rezultati određenog povratnog perioda svih 13 postaja [10]. Za izračun količina oborina određenog povratnog perioda korištene su jednadžbe HTP krivulja prikazane u tablicama 3.2. i 3.3.. Rezultati proračunatih oborina za određeno trajanje prikazani su na dva načina, u linearnom obliku i u polulogaritamskom mjerilu (vrijeme trajanja prikazano je u logaritamskom mjerilu) kako bi se postigla veća razlučivost kod kraćih trajanja. Na grafikonu gdje je vrijeme trajanja prikazano u logaritamskom mjerilu, rezultati obrada za sve postaje na širem području Zagreba su označeni plavom bojom, a za sve postaje na području Istre crvenom bojom, kako bi se bolje mogli uočiti i generalizirati njihovi međuodnosi. Graf (Slika 5.1.) pokazuje HTP krivulje svih 13 postaja za povratni period 2 godine. U trajanju od 24 sata najveću oborinu od 74,9 mm ima postaja Letaj, a slijedi ju postaja Pazin sa 72,5 mm. Najmanje vrijednosti u istom trajanju ima postaja Maksimir sa 48,2 mm, a vrlo blizu je i postaja Grič sa 48,6 mm.



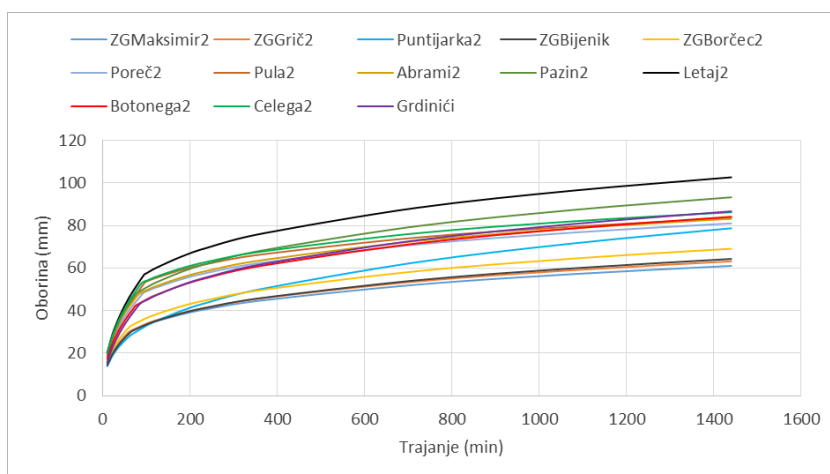
Slika 5.1.: HTP krivulje PP 2 godine za sve postaje [10]

Kod prikaza u polulogaritamskom mjerilu za povratni period od 2 dvije godine (Slika 5.2.) vidi se da gotovo sve istarske postaje označene crvenom bojom imaju veću zabilježenu količinu oborina od postaja u Zagrebu označenih plavom bojom. Malo ispreplitanje između istarskih i zagrebačkih postaja događa se samo između postaje Puntijarka, koja ima oborinu od 61,7 mm u trajanju od 24 sata i postaje Pula koja za isto trajanje ima oborinu od 61,5 mm.



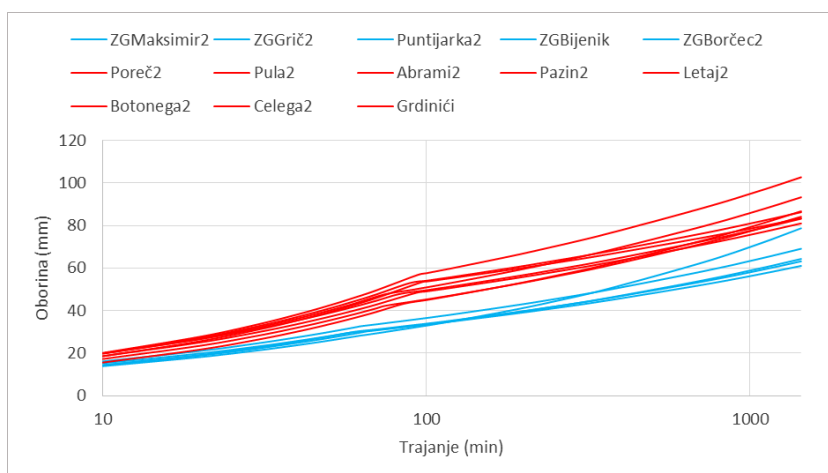
Slika 5.2.: HTP krivulje PP 2 godine za sve postaje s vremenom trajanja u logaritamskom mjerilu [10]

Povratni period od 5 godina (Slika 5.3.) prikazuje da jedino postaja Letaj ima maksimalnu oborinu veću od 100 mm u trajanju od 24 sata. Prva sljedeća postaja je Pazin s oborinom od 93,3 mm. Najmanje vrijednosti izmjerene su na postajama u Zagrebu, a najmanju među njima ima postaja Maksimir, 61 mm. Kod svih osam postaja u Istri, izmjerena količina oborina prelazi 80 mm, dok u Zagrebu niti jedna od ukupno pet postaja nema vrijednost veću od 80 mm. Jedina zagrebačka postaja čije su maksimalne vrijednosti djelomično slične onima u Istri je Puntijarka, kod nje je maksimalna oborina 78,7 mm. Može se isto tako vidjeti da kod kraćeg vremena trajanja postaja Puntijarka ima manje vrijednosti od svih ostalih zagrebačkih postaja, ali što je vrijeme trajanja dulje njene vrijednosti poprilično rastu pa su nakon 24 sata puno veće od ostalih u Zagrebu.



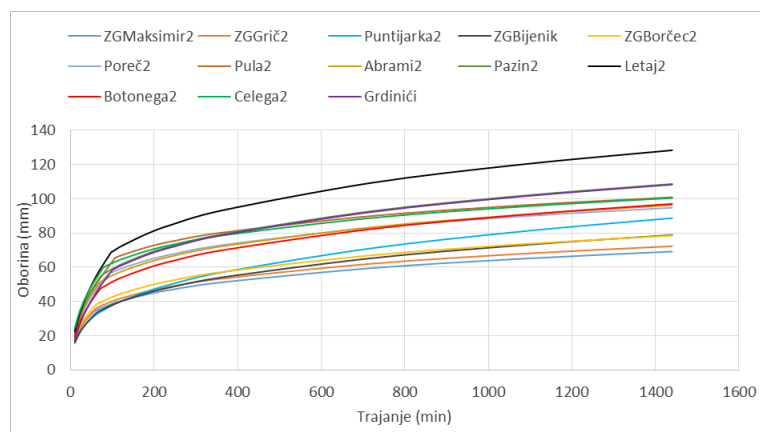
Slika 5.3.: HTP krivulje PP 5 godina za sve postaje [10]

Za povratni period od 5 godina u polulogaritamskom mjerilu (Slika 5.4.) vidi se da sve postaje u Istri imaju veću vrijednost maksimalnih oborina od onih u Zagrebu. U ovom slučaju malo ispreplitanje javlja se samo kod trajanja od 10 minuta gdje zagrebačka postaja Borčec ima oborinu od 16,1 mm, a istarska postaja Grdinići oborinu od 15,6 mm.



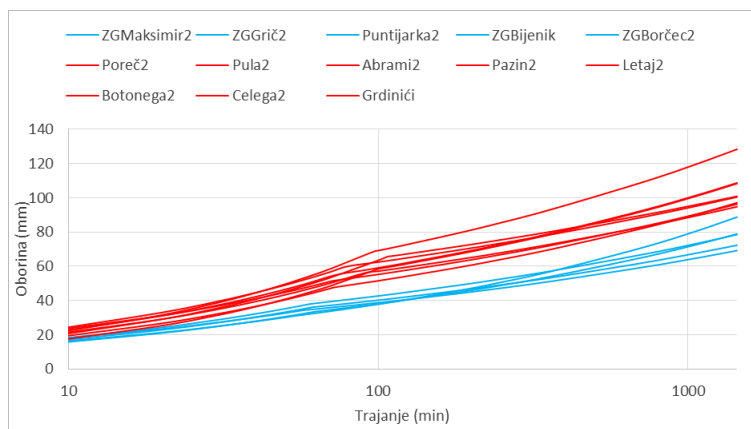
Slika 5.4.: HTP krivulje PP 5 godina za sve postaje s vremenom trajanja u logaritamskom mjerilu [10]

Kod povratnog perioda od 10 godina (Slika 5.5.) najveću vrijednost u trajanju od 24 sata ima postaja Letaj. Na njoj je u tom razdoblju zabilježena oborina od 128,3 mm, a ostale istarske postaje u tom razdoblju imaju oborinu od 90 do 110 mm. U trajanju od 10, 20, 30 i 40 minuta najveću vrijednost oborine ima postaja Celega, a od 50 minuta pa do 24 sata postaja Letaj. U Zagrebu niti jedna postaja nema maksimalnu vrijednost u trajanju od 24 sata veću od 90 mm, najveća vrijednost od 88,7 mm izmjerena je na postaji Puntijarka. U trajanju od 10 do 360 minuta najveće vrijednosti oborina na području Zagreba ima postaja Borčec, a kod trajanja od 720 do 1440 minuta postaja Puntijarka.



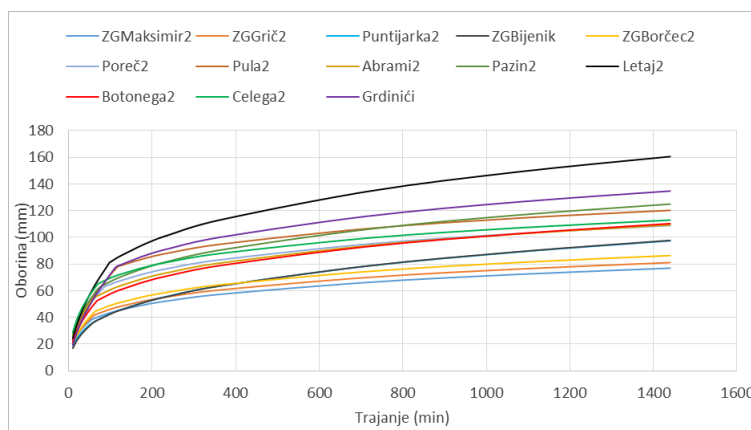
Slika 5.5.: HTP krivulje PP 10 godina za sve postaje [10]

U polulogaritamskom mjerilu za povratni period od 10 godina (Slika 5.6.) ispreplitanje između postaja u Istri i Zagrebu se događa u trajanju od 10 minuta gdje postaja Borčec ima oborinu od 18,4 mm i postaja Maksimir od 18,2 mm, a postaja Grdinići 17,7 mm. Za sva ostala trajanja nema nikakvih ispreplitanja. U Istri sve postaje imaju veću maksimalnu oborinu od postaja u Zagrebu.



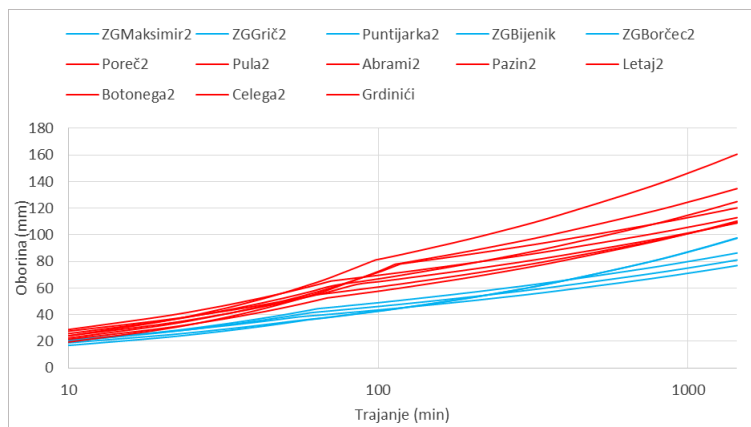
Slika 5.6.: HTP krivulje PP 10 godina za sve postaje s vremenom trajanja u logaritamskom mjerilu [10]

Na grafu koji prikazuje povratni period od 20 godina (Slika 5.7.) uočava se da maksimalnu oborinu u trajanju od 10 do 40 minuta ima postaja Celega, a od 50 do 1440 minuta postaja Letaj. Najveću oborinu u trajanju od 24 sata ima postaja Letaj, u iznosu od 160,5 mm. Na području Zagreba u trajanju od 10 minuta najveću oborinu ima postaja Maksimir, u vrijednosti od 21,2 mm. U trajanju od 20 do 360 minuta najveće vrijednosti ima postaja Borčec, a u trajanju od 720 do 1440 minuta postaja Bijenik, s najvećom vrijednosti od 97,7 mm.



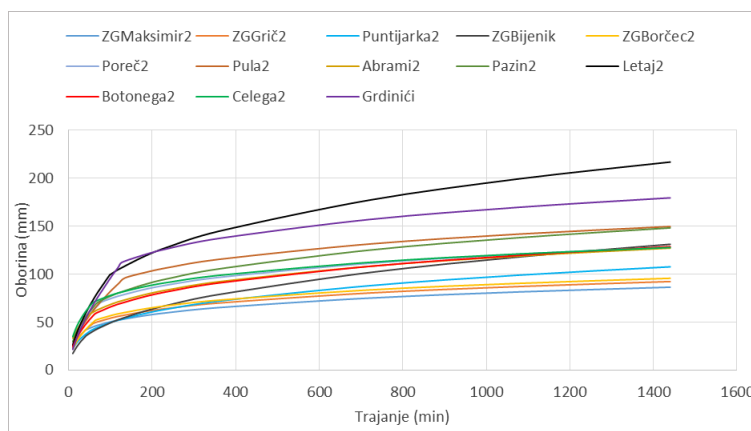
Slika 5.7.: HTP krivulje PP 20 godina za sve postaje [10]

Na grafu s prikazom u polulogaritamskom mjerilu za povratni period od 20 godina (Slika 5.8.) u Istri sve postaje imaju maksimalnu oborinu veću od zagrebačkih postaja. Do malog ispreplitanja ponovno dolazi samo kod trajanja od 10 minuta gdje tri zagrebačke postaje (Maksimir, Grič i Borčec) imaju veće vrijednosti od postaje Grdinići.



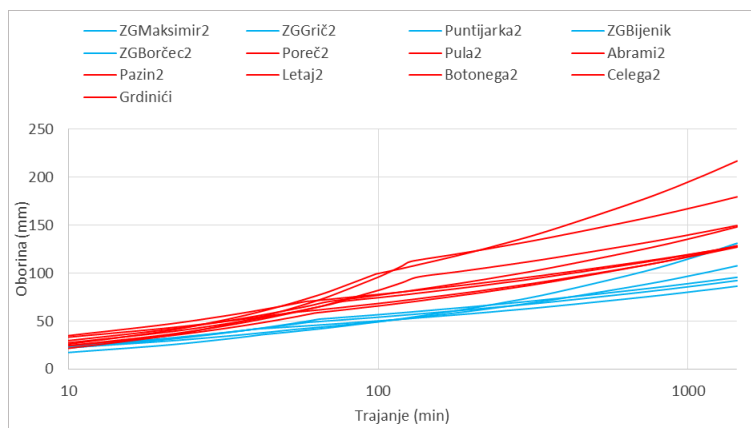
Slika 5.8.: HTP krivulje PP 20 godina za sve postaje s vremenom trajanja u logaritamskom mjerilu [10]

Kod prikaza povratnog perioda od 50 godina (Slika 5.9.) najveću oborinu u trajanju od 10 do 40 minuta ima postaja Celega, od 50 do 110 minuta ima postaja Letaj, od 120 do 180 minuta ima postaja Grdinići, a u trajanju od 240 do 1440 minuta ponovno postaja Letaj. Postaja Letaj ima najveću oborinu u trajanju od 24 sata, a iznosi 216,9 mm. U Zagrebu kod trajanja od 10 do 30 minuta najveću oborinu ima postaja Grič, u trajanju od 40 do 180 minuta postaja Borčec, a od 240 do 1440 minuta postaja Bijenik. Kod Bijenika je maksimalna oborina na području Zagreba od 131,2 mm.



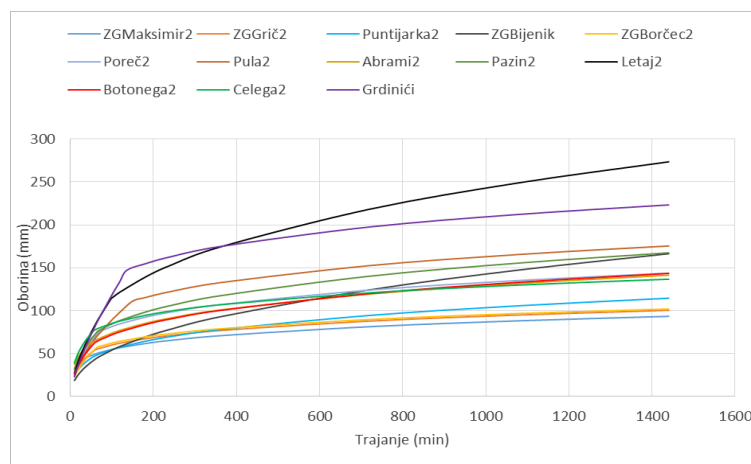
Slika 5.9.: HTP krivulje PP 50 godina za sve postaje [10]

U polulogaritamskom mjerilu za povratni period od 50 godina (Slika 5.10.) ispreplitanje se javlja u trajanju od 10 minuta. U tom trajanju četiri postaje u Zagrebu (Maksimir, Grič, Puntijarka i Borčec) imaju veću vrijednost od istarske postaje Grdinići. Postaja Bijenik ima maksimalnu oborinu od 131,2 mm što je veće od četiri istarske postaje (Poreč, Abrami, Botonega i Celega), tako da između Bijenika i te četiri postaje također dolazi do ispreplitanja.



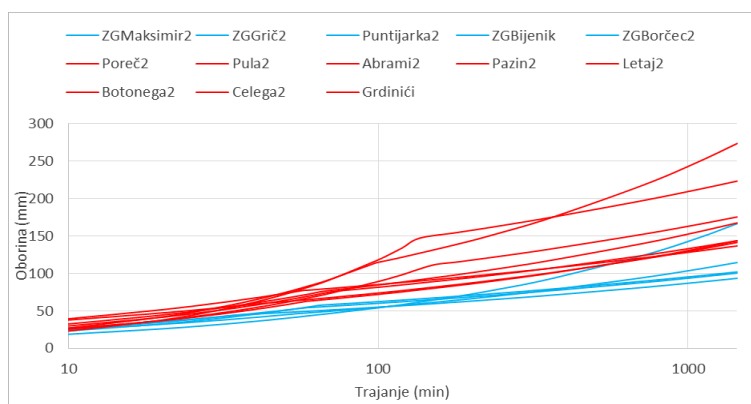
Slika 5.10.: HTP krivulje PP 50 godina za sve postaje s vremenom trajanja u logaritamskom mjerilu [10]

Graf povratnog perioda od 100 godina (Slika 5.11.) najveću oborinu u trajanju od 10 do 40 minuta ima na postaji Celega. U trajanju od 50 do 70 minuta najveća oborina je na postaji Letaj, u trajanju od 100 do 360 minuta na postaji Grdinići, a u trajanju od 720 do 1440 minuta ponovno na postaji Letaj. Na području Zagreba u trajanju od 10 do 50 minuta najveću vrijednost oborine ima postaja Grič, u trajanju od 60 do 180 minuta postaja Borčec, a u trajanju od 240 do 1440 minuta postaja Bijenik.



Slika 5.11.: HTP krivulje PP 100 godina za sve postaje [10]

Na grafu s prikazom u polulogaritamskom mjerilu (Slika 5.12.) dolazi do ispreplitanja kod trajanja od 10 minuta. U tom trajanju zagrebačke postaje Grič, Maksimir, Puntijarka i Borčec imaju veće vrijednosti od istarske postaje Grdinići. Također u trajanju od 720 do 1440 minuta dolazi do ispreplitanja između zagrebačke postaje Bijenik i četiri istarske postaje (Poreč, Abrami, Botonega i Celega) s obzirom da Bijenik u tom razdoblju ima veće maksimalne vrijednosti oborina od četiri navedene postaje.



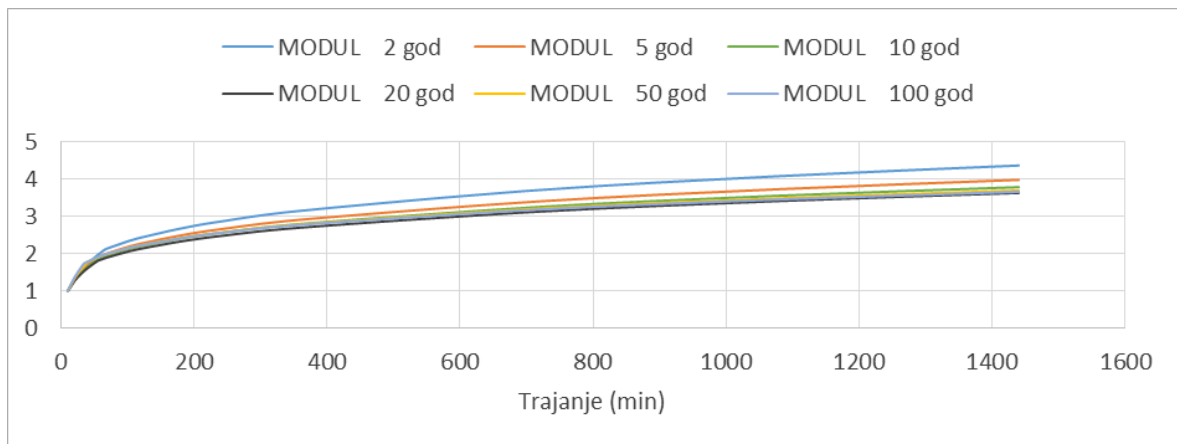
Slika 5.12.: HTP krivulje PP 100 godina za sve postaje s vremenom trajanja u logaritamskom mjerilu [10]

5.2. Analiza međuodnosa godišnjih HTP krivulja u modularnim vrijednostima

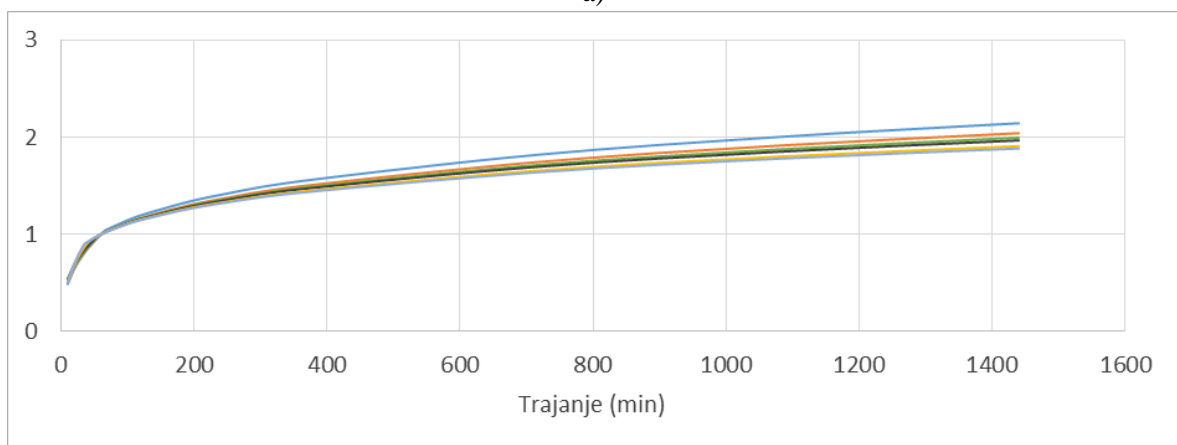
U ovom poglavlju prikazane su HTP krivulje kojima se na osi y umjesto standardnih vrijednosti količina oborina sada nalaze modularne vrijednosti. Da bi se modularne vrijednosti mogle izračunati, potrebno je poznavati količine oborina različitih vremena trajanja koje su izračunate temeljem jednadžbi HTP krivulja koje su navedene u tablicama 3.2. i 3.3.. Modularne vrijednosti su napravljene u odnosu na 10 minutnu oborinu, a zatim i u odnosu na 60 minutnu oborinu kako bi se njome smanjio utjecaj kratkih razdoblja. Modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu su prikazane i u polulogaritamskom mjerilu. Prilikom izračuna modularnih vrijednosti u odnosu na 10 minutnu oborinu, izmjerene količine oborina svih trajanja su podijeljene s vrijednosti oborine izmjerene u trajanju od 10 minuta. Kod računanja modularnih vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu sve zabilježene količine oborina u trajanju od 24 sata se dijele s vrijednosti oborine izmjerene u trajanju od 60 minuta.

Kod postaje Maksimir (Slika 5.13.) modularne vrijednosti u odnosu na 10 minutnu oborinu kreću se od 1 do 4,4. Najveću vrijednost od 4,4 u trajanju od 24 sata ima modul 2 godine, a najmanju u istom trajanju ima modul od 20 godina s vrijednosti od 3,6. Modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu su u rasponu od 0,5 do 2,1. Maksimalnu vrijednost od 2,1 u trajanju od 24 sata ima modul 2 godine.

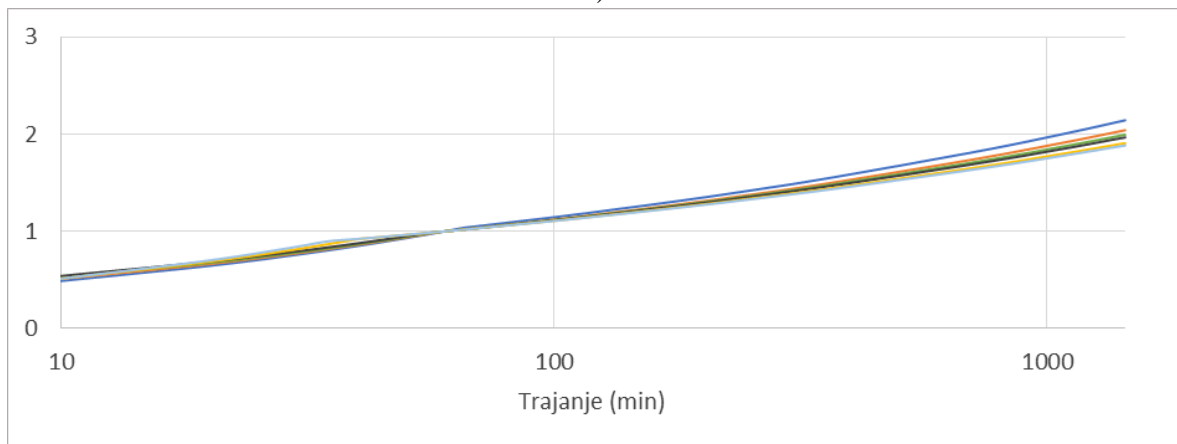
Za postaju Grič (Slika 5.14.) modularne vrijednosti u odnosu na 10 minutnu oborinu imaju raspon od 1 do 4,7. Maksimalnu vrijednost od 4,7 u razdoblju od 24 sata ima modul od 2 godine, a najmanju vrijednost u istom razdoblju ima modul od 100 godina s 3,7. Što se tiče modularnih vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu kod postaje Grič one se kreću između 0,5 i 2,2. Najveću vrijednost kroz 24 sata od 2,2 ima modul od 2 godine, a najmanju od 1,8 modul od 100 godina.



a)

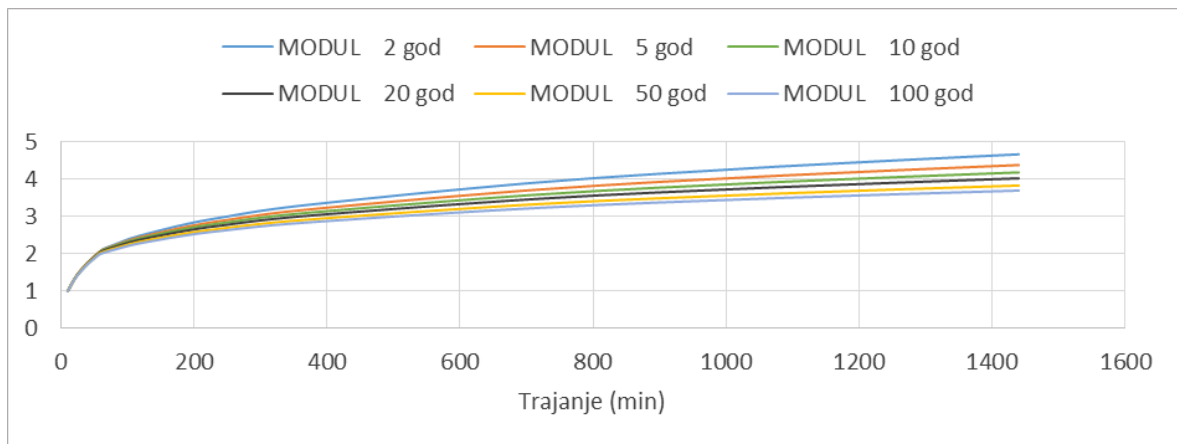


b)

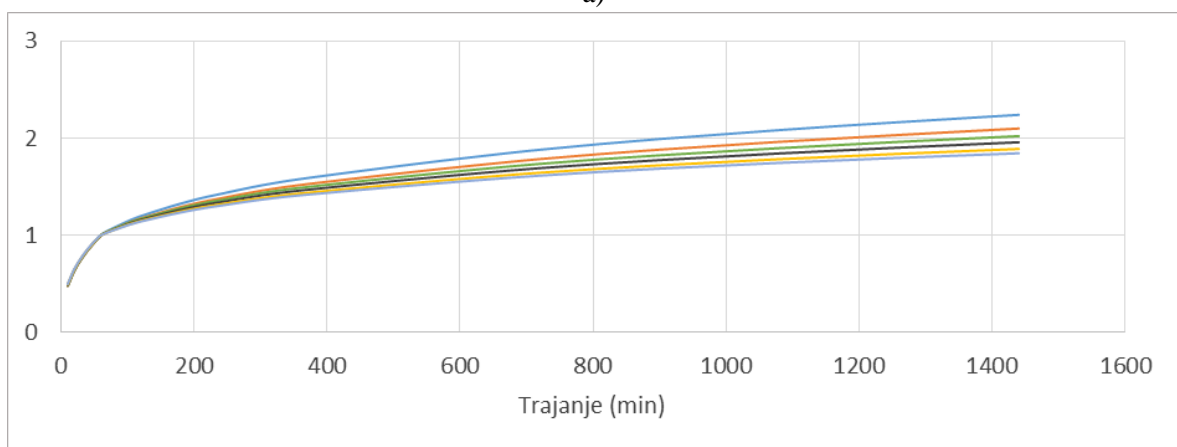


c)

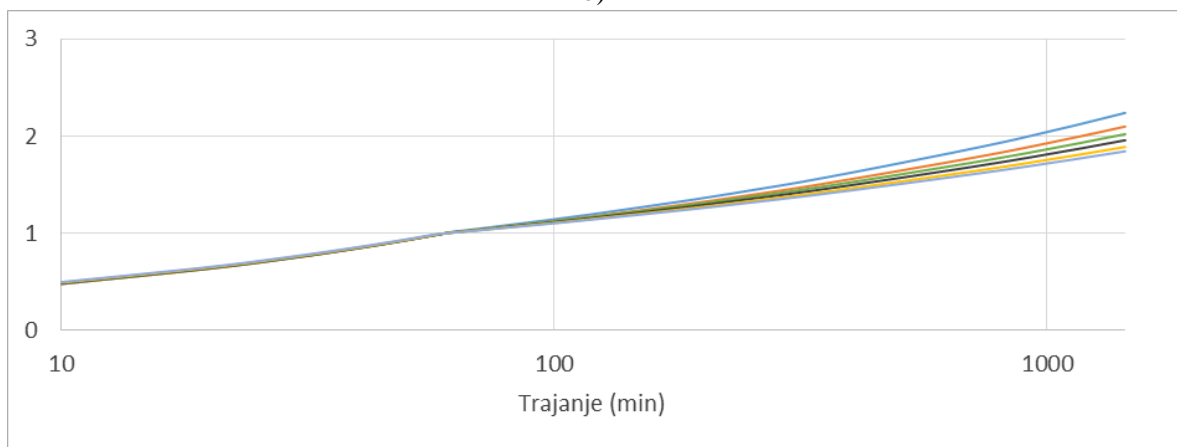
Slika 5.13.: Postaja Maksimir, a) modularne vrijednosti u odnosu na 10 minutnu oborinu, b) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu, c) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu u polulogaritamskom mjerilu



a)



b)

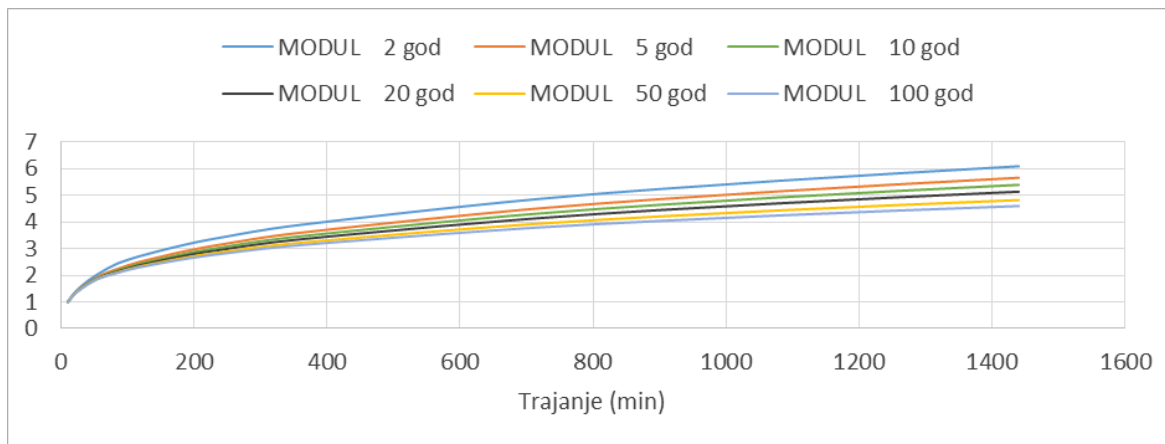


c)

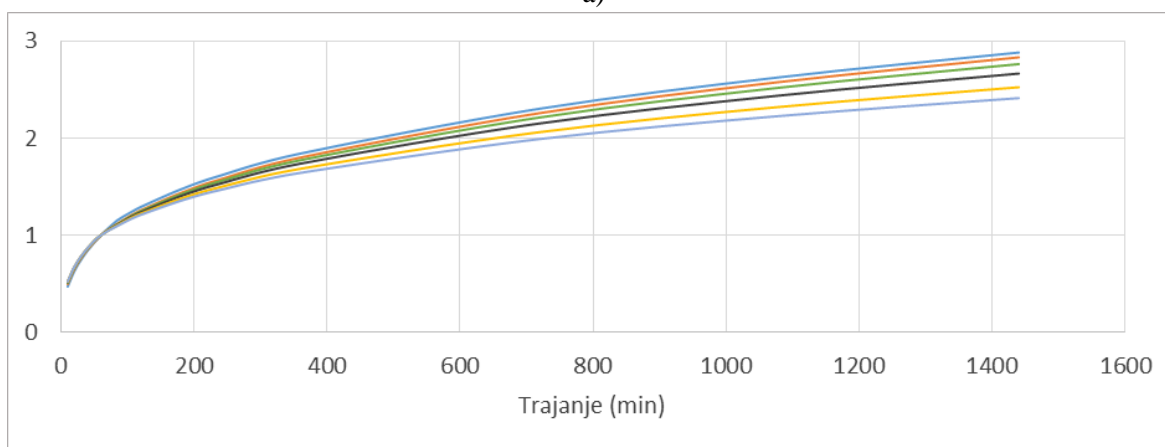
Slika 5.14.: Postaja Grič, a) modularne vrijednosti u odnosu na 10 minutnu oborinu, b) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu, c) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu u polulogaritamskom mjerilu

Postaja Puntijarka (Slika 5.15.) ima modularne vrijednosti u odnosu na 10 minutnu oborinu u rasponu od 1 do 6,1. Najveću vrijednost od 6,1 u trajanju od 24 sata ima modul od 2 godine, a najmanju u istom trajanju ima modul od 100 godina s 4,6. Modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu kreću se između 0,5 i 2,9. Maksimalna vrijednost u 24 sata je 2,9 kod modula od 2 godine, a najmanja u tom trajanju je 2,4 kod modula od 100 godina.

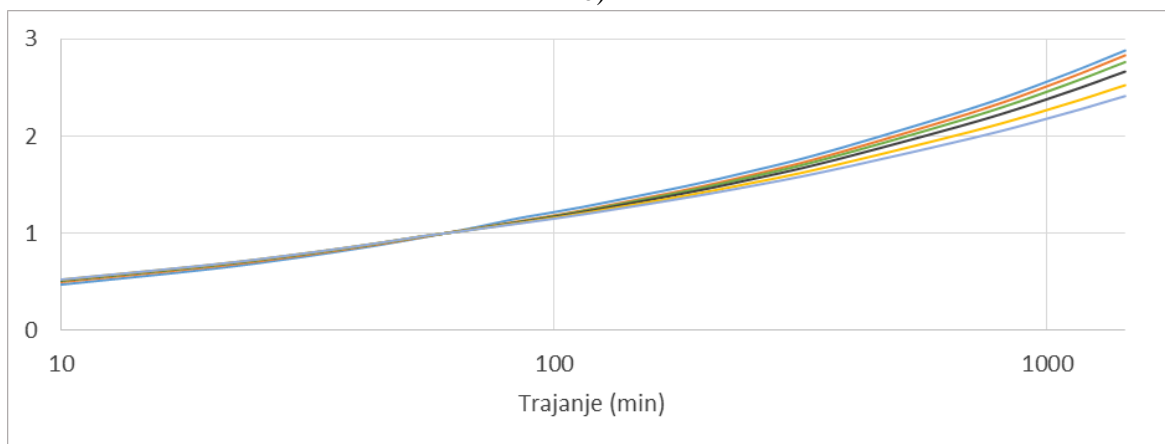
Kod postaje Bijenik (Slika 5.16.) modularne vrijednosti u odnosu na 10 minutnu oborinu kreću se između 1 i 8,9. Najveća vrijednost u trajanju od 24 sata je kod modula od 100 godina i iznosi 8,9, a najmanja u tom trajanju je kod modula od 2 godine i iznosi 4,4. Modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu kod postaje Bijenik kreću se u rasponu od 0,4 do 3,8. Najmanja vrijednost u trajanju od 24 sata je kod modula od 2 godine i iznosi 2,1, a maksimalna u istom trajanju je kod modula od 100 godina i iznosi 3,8.



a)

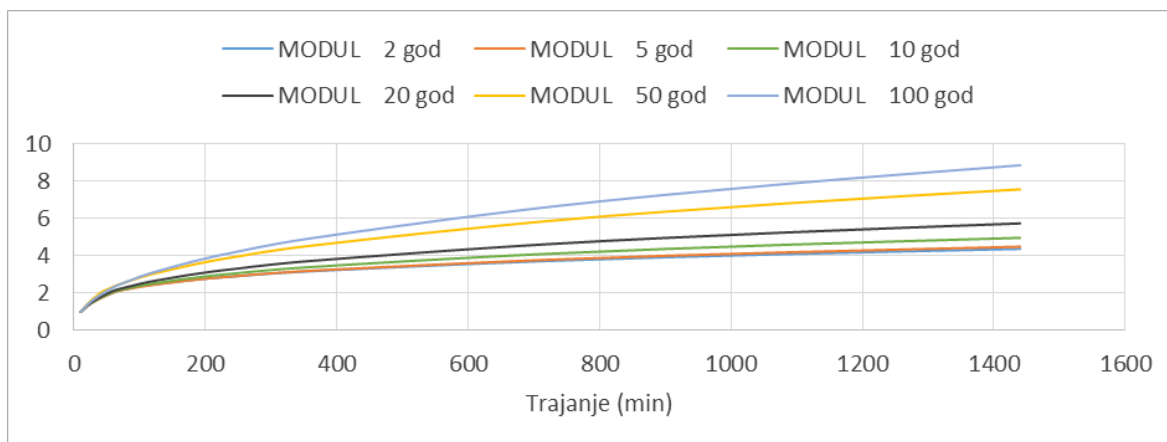


b)

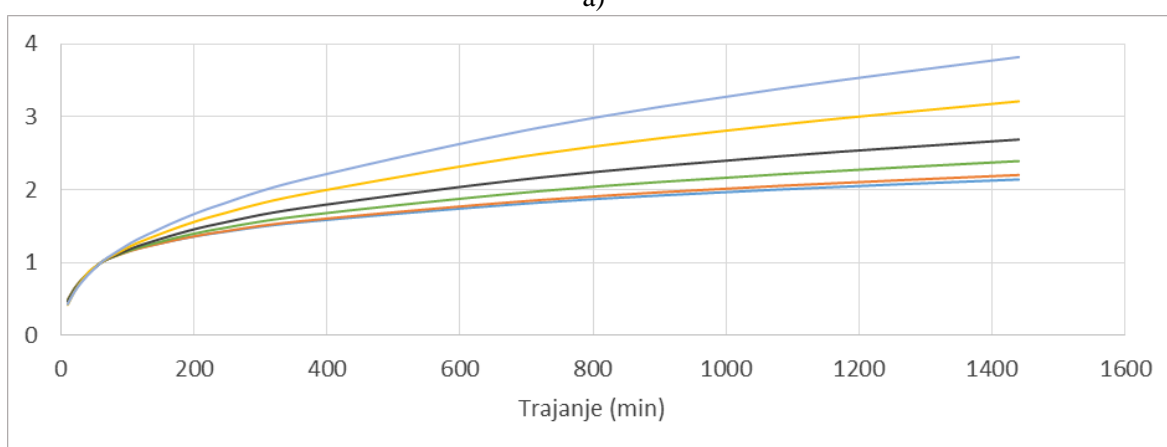


c)

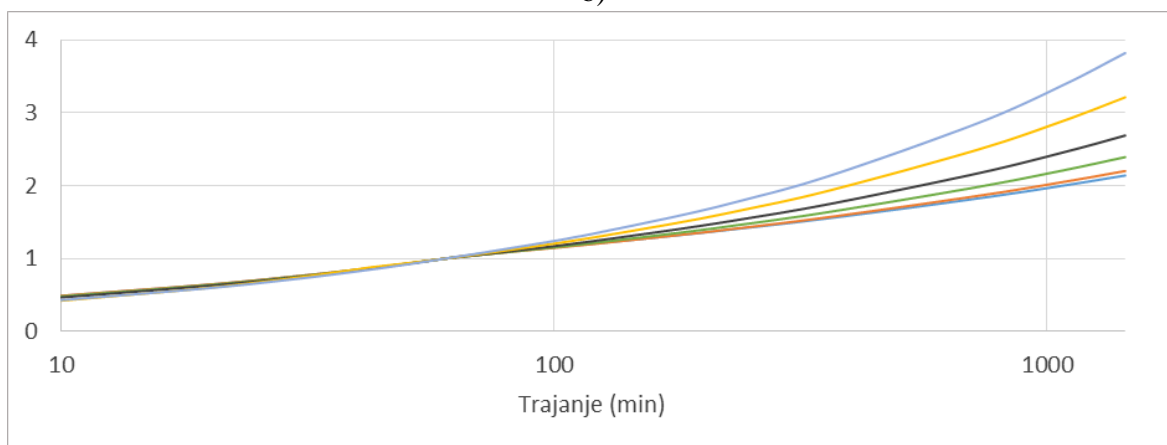
Slika 5.15.: Postaja Puntijarka, a) modularne vrijednosti u odnosu na 10 minutnu oborinu, b) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu, c) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu u polulogaritamskom mjerilu



a)



b)

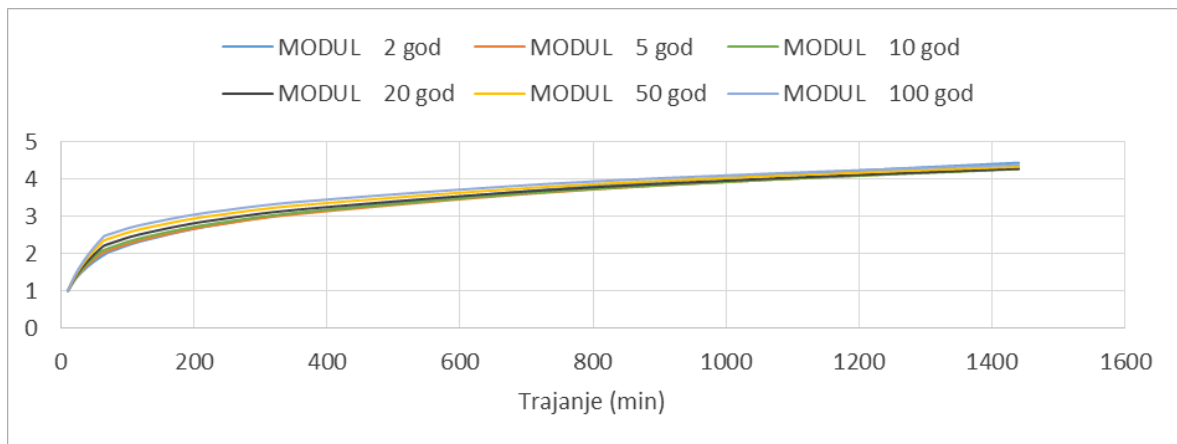


c)

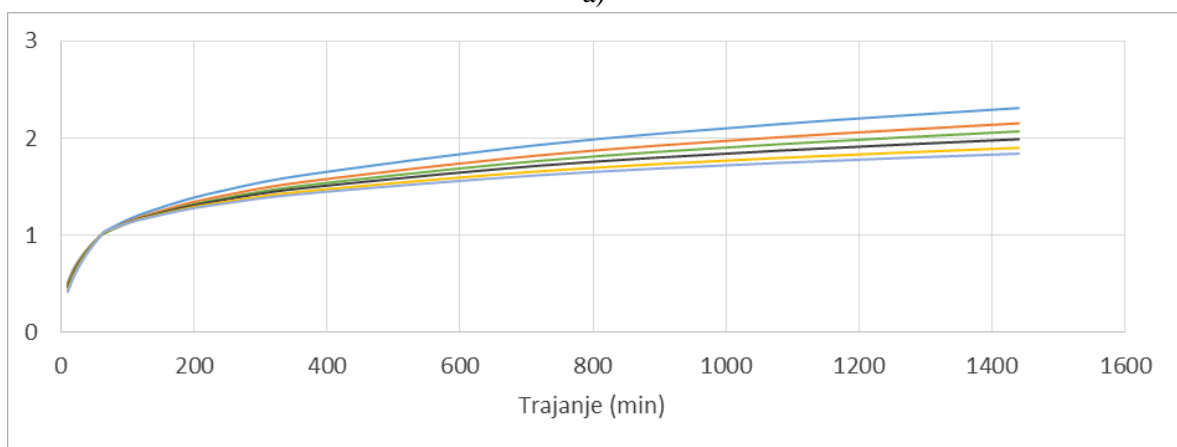
Slika 5.16.: Postaja Bijenik, a) modularne vrijednosti u odnosu na 10 minutnu oborinu, b) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu, c) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu u polulogaritamskom mjerilu

Postaja Borčec (Slika 5.17.) ima modularne vrijednosti u odnosu na 10 minutnu oborinu u rasponu od 1 do 4,4. U trajanju od 24 sata najveće modularne vrijednosti gotovo su jednake kod svih modula. Moduli od 2 i 100 godina imaju vrijednost od 4,4, a moduli od 5, 10, 20 i 50 godina imaju vrijednost od 4,3. Modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu kod postaje Borčec kreću se između 0,4 i 2,3. Najveću vrijednost od 2,3 u trajanju od 24 sata ima modul od 2 godine, a najmanju od 1,8 ima modul od 100 godina.

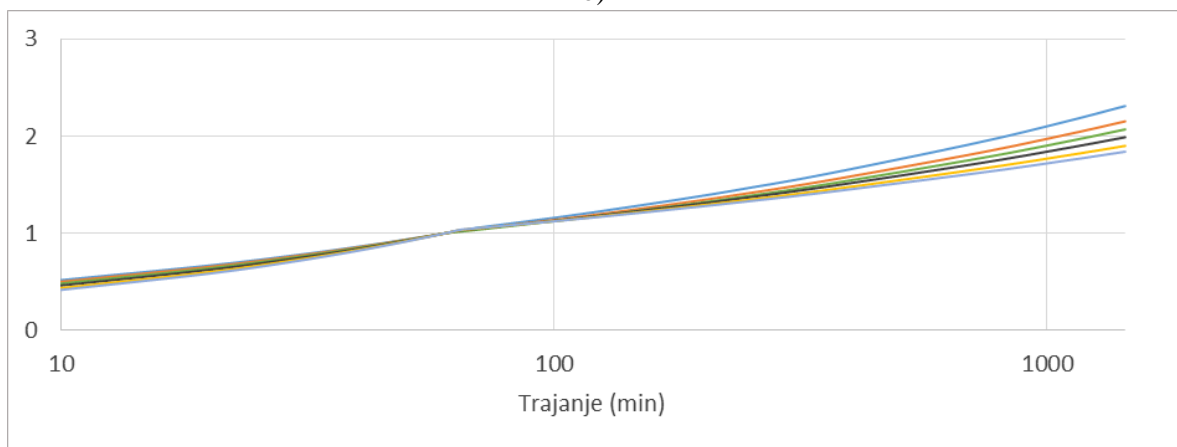
Za postaju Poreč (Slika 5.18.) modularne vrijednosti u odnosu na 10 minutnu oborinu su u rasponu od 1 do 4,8. Najveću vrijednost od 4,8 u trajanju od 24 sata ima modul od 100 godina, a najmanju u istom trajanju imaju moduli od 2, 5 i 10 godina s modularnom vrijednosti od 4,4. Kod modularnih vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu raspon je između 0,4 i 2,1. U trajanju od 24 sata modul od 100 godina ima najveću vrijednost od 2,1, a svi ostali moduli u tom trajanju imaju istu vrijednost od 2.



a)

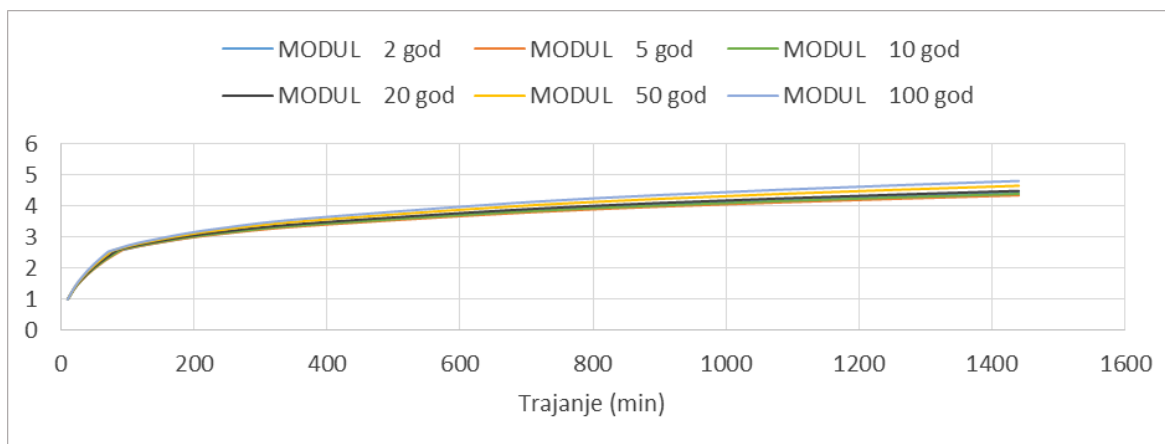


b)

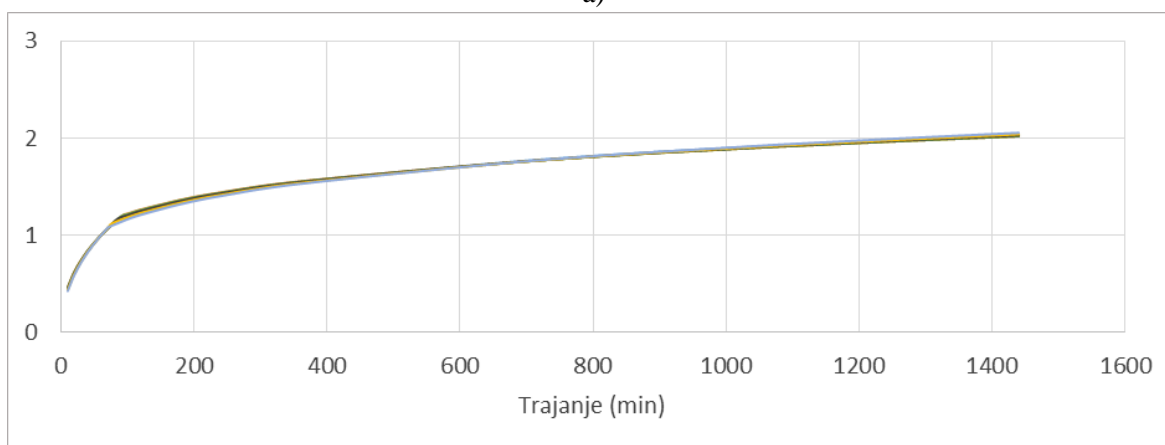


c)

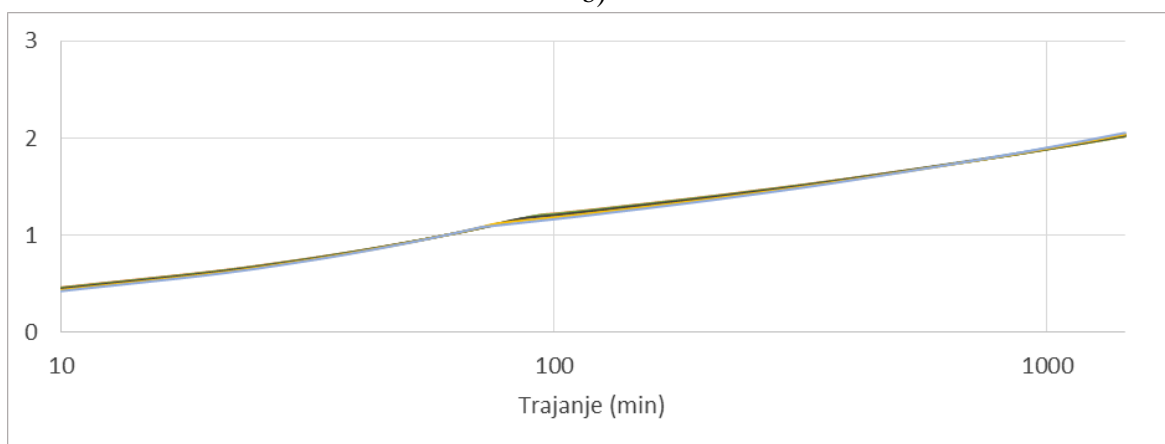
Slika 5.17.: Postaja Borčec, a) modularne vrijednosti u odnosu na 10 minutnu oborinu, b) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu, c) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu u polulogaritamskom mjerilu



a)



b)

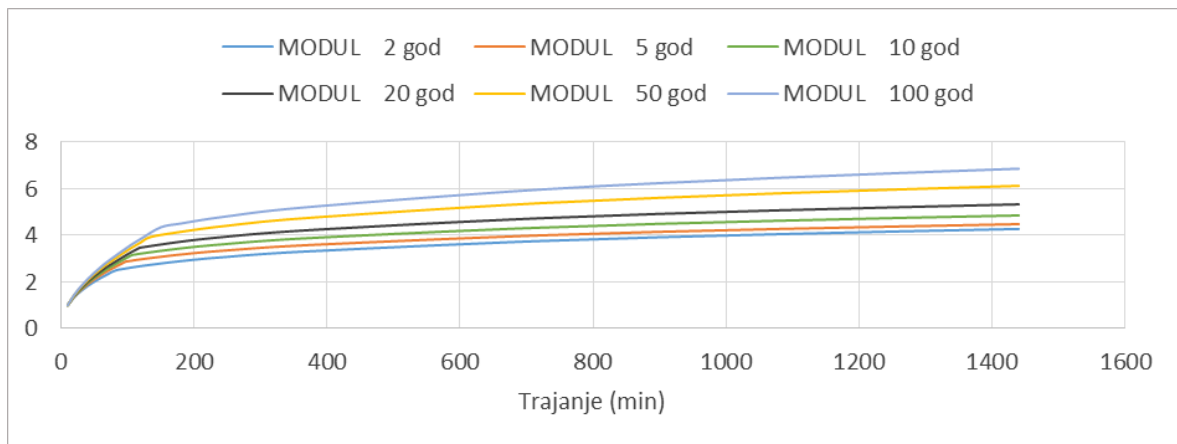


c)

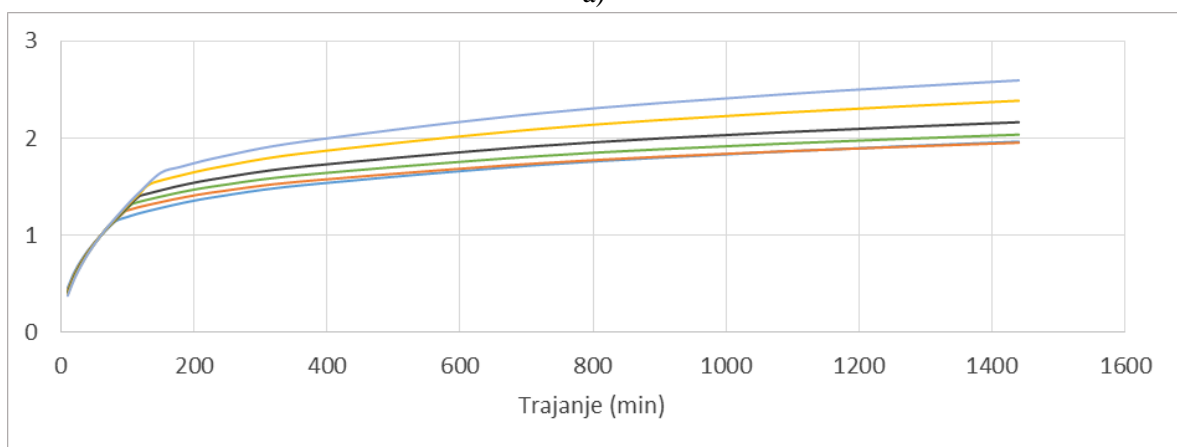
Slika 5.18.: Postaja Poreč, a) modularne vrijednosti u odnosu na 10 minutnu oborinu, b) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu, c) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu u polulogaritamskom mjerilu

Postaja Pula (Slika 5.19.) ima modularne vrijednosti u odnosu na 10 minutnu oborinu u rasponu od 1 do 6,9. Modul od 100 godina kroz trajanje od 24 sata ima maksimalnu vrijednost od 6,9, a najmanju vrijednost u istom trajanju ima modul od 2 godine s 4,3. Modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu kreću se od 0,4 do 2,6. Najveća vrijednost u trajanju od 24 sata od 2,6 je kod modula od 100 godina, a najmanja u tom trajanju je kod modula od 2, 5 i 10 godina i iznosi 2.

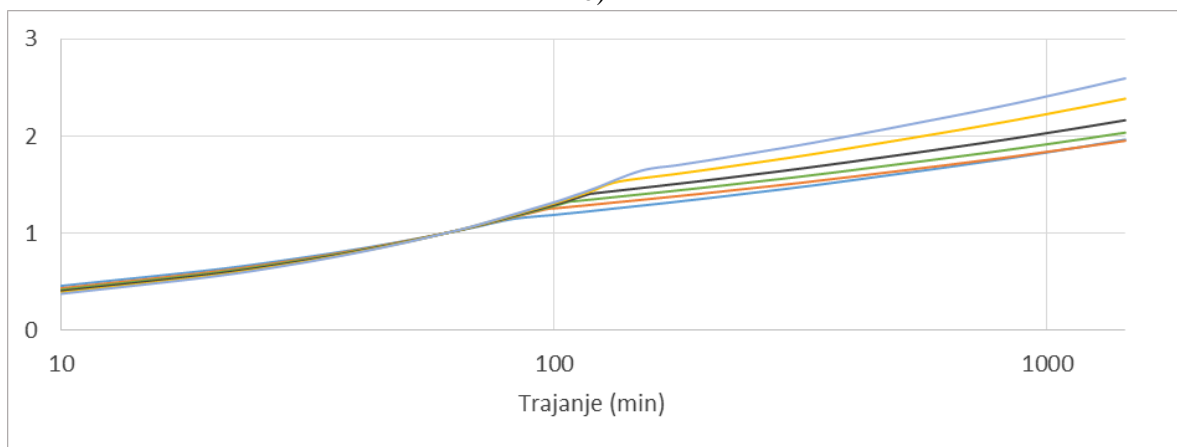
Kod postaje Abrami (Slika 5.20.) modularne vrijednosti u odnosu na 10 minutnu oborinu su u rasponu od 1 do 4,4. Najveću vrijednost 4,4 u trajanju od 24 sata ima modul od 2 godine, a najmanju 3,7 u istom trajanju ima modul od 100 godina. Što se tiče modularnih vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu one se kreću između 0,5 i 2,2. Za trajanje od 24 sata maksimalnu vrijednost ima modul od 100 godina i ona iznosi 2,2, a najmanju u tom trajanju imaju moduli od 2, 5, 10 i 20 godina i iznosi 2.



a)

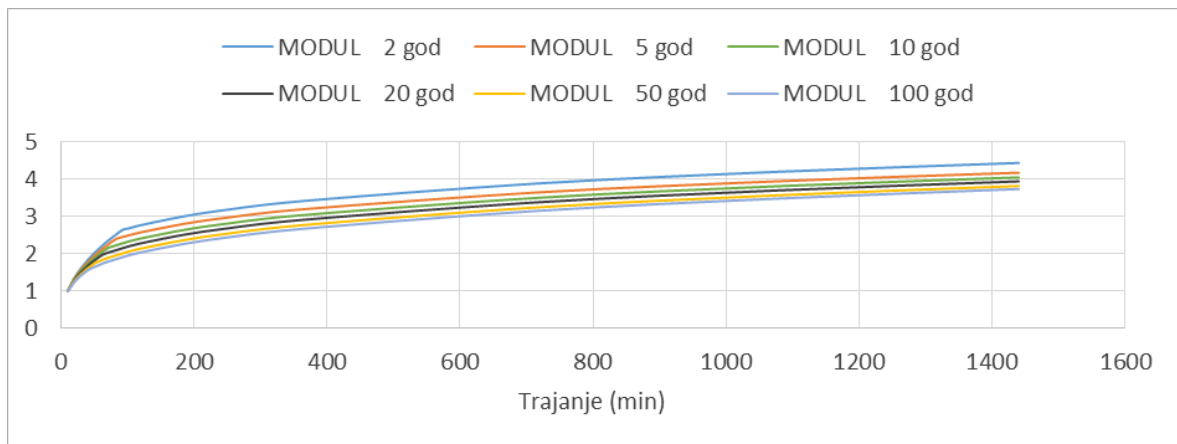


b)

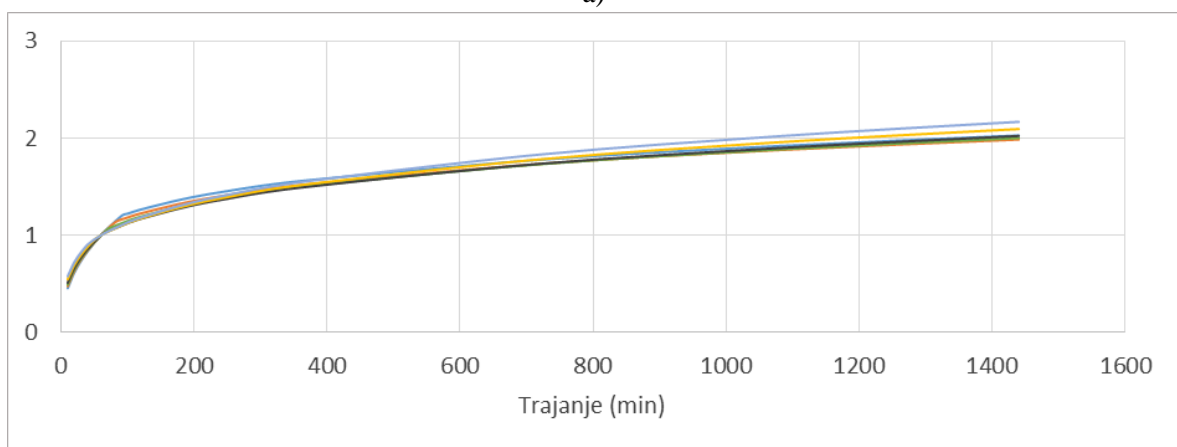


c)

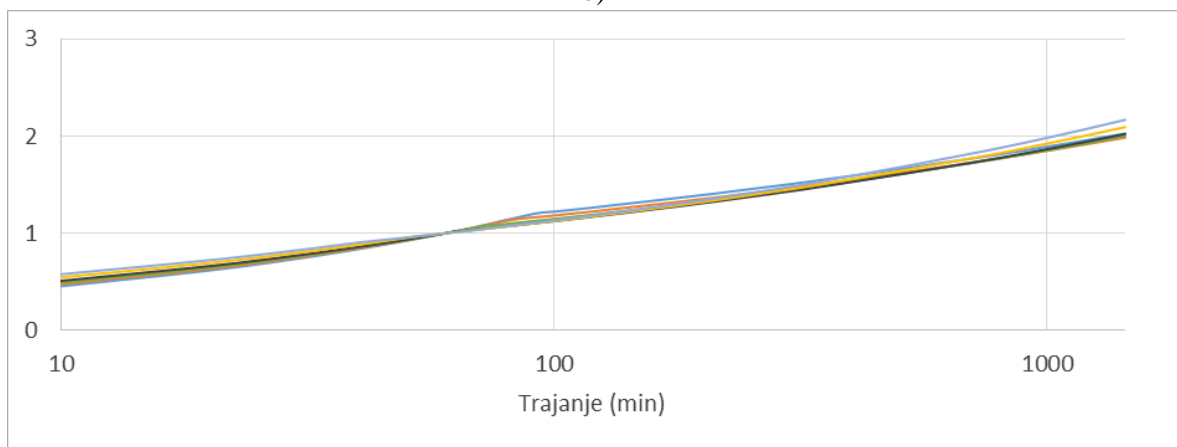
Slika 5.19.: Postaja Pula, a) modularne vrijednosti u odnosu na 10 minutnu oborinu, b) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu, c) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu u polulogaritamskom mjerilu



a)



b)

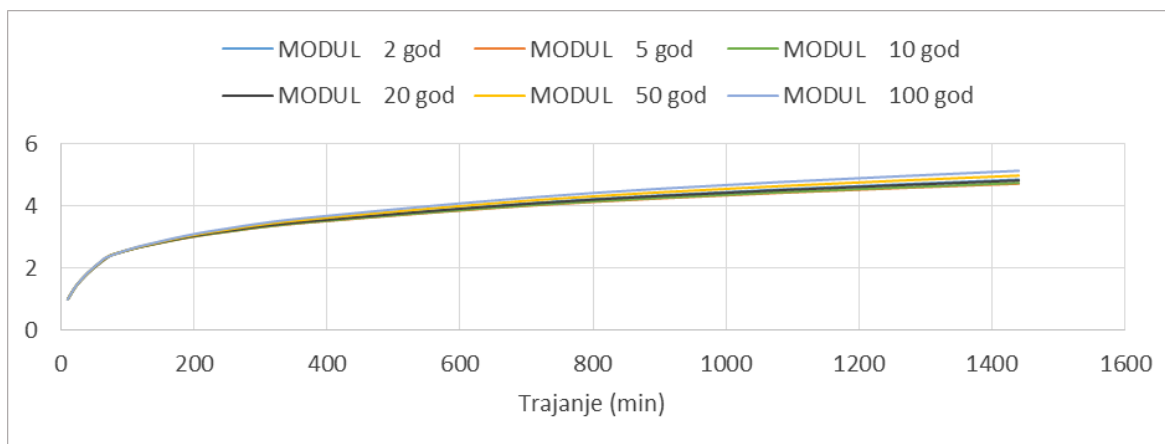


c)

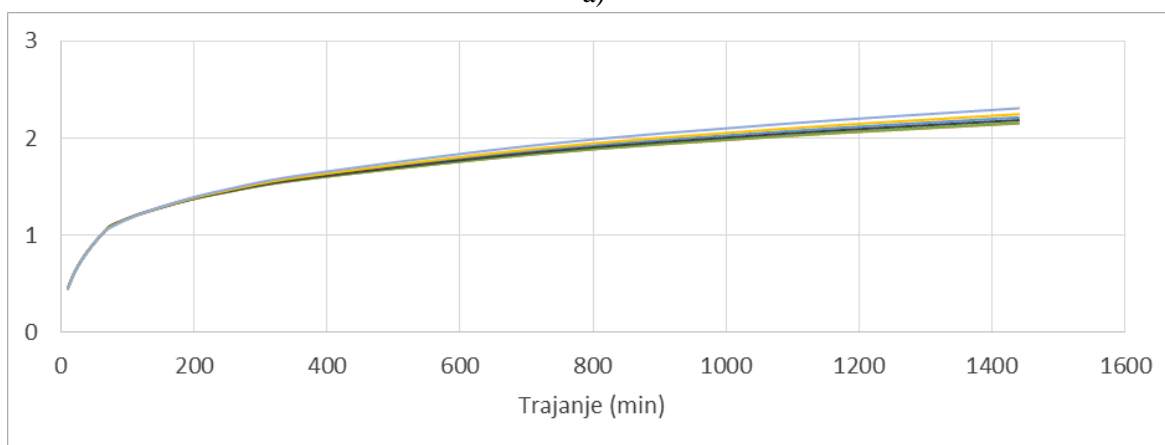
Slika 5.20.: Postaja Abrami, a) modularne vrijednosti u odnosu na 10 minutnu oborinu, b) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu, c) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu u polulogaritamskom mjerilu

Postaja Pazin (Slika 5.21.) ima modularne vrijednosti u odnosu na 10 minutnu oborinu u rasponu od 1 do 5,1. Najveću vrijednost u trajanju od 24 sata ima modul od 100 godina i ona iznosi 5,1, a najmanju modularnu vrijednost u istom trajanju ima modul od 5 godina i iznosi 4,7. Kod postaje Pazin modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu kreću se od 0,4 do 2,3. Najveću vrijednost u trajanju od 24 sata ima modul od 100 godina i ona iznosi 2,3, svi ostali moduli (2, 5, 10, 20 i 50 godina) u tom trajanju imaju vrijednost od 2,2.

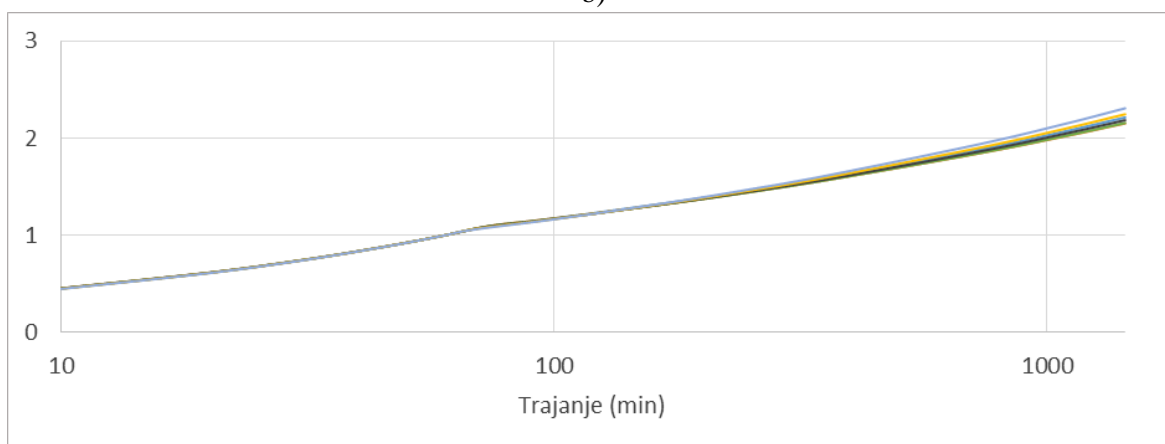
Za postaju Letaj (Slika 5.22.) modularne vrijednosti u odnosu na 10 minutnu oborinu kreću se između 1 i 10,1. U trajanju od 24 sata najveću vrijednost ima modul od 100 godina i ona iznosi 10,1. Minimalna vrijednost u tom istom razdoblju je 4,8 i ima ju modul od 2 godine. Modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu imaju raspon od 0,3 do 3,3. Maksimalna vrijednost u trajanju od 24 sata je kod modula od 100 godina i iznosi 3,3, a najmanja vrijednost u trajanju od 24 sata je 2,2 i imaju je moduli od 2 i 5 godina.



a)

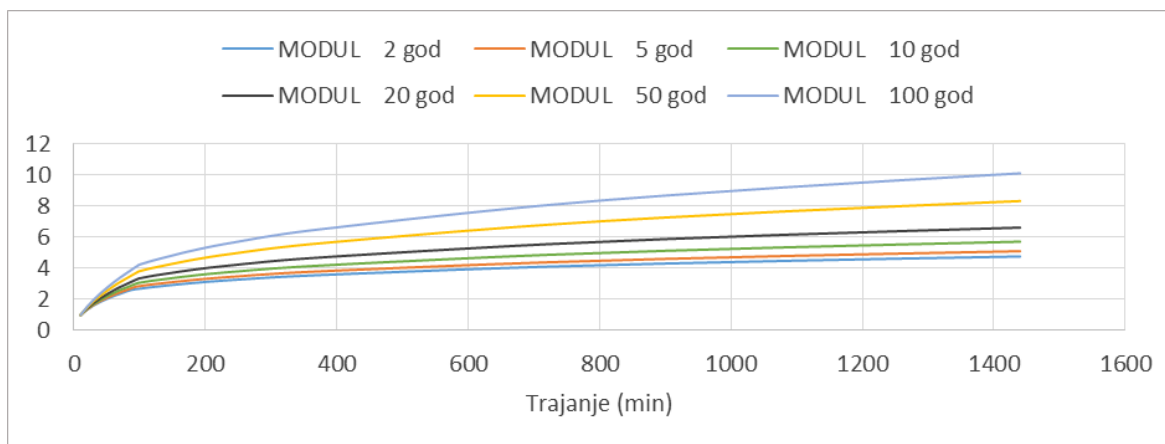


b)

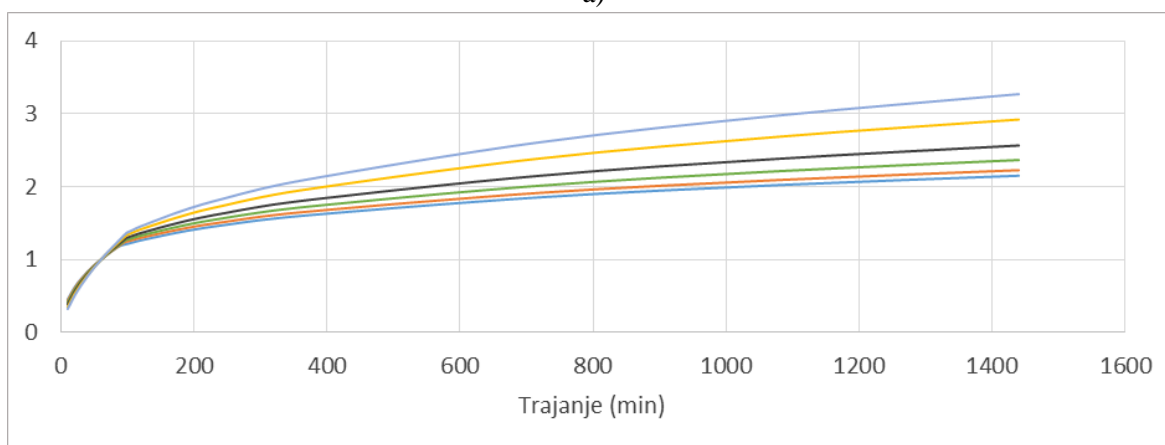


c)

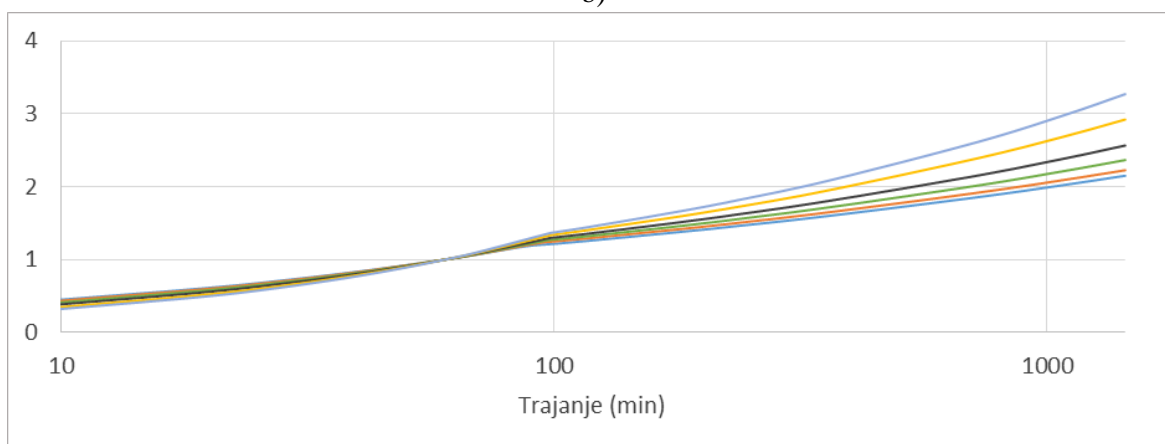
Slika 5.21.: Postaja Pazin, a) modularne vrijednosti u odnosu na 10 minutnu oborinu, b) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu, c) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu u polulogaritamskom mjerilu



a)



b)



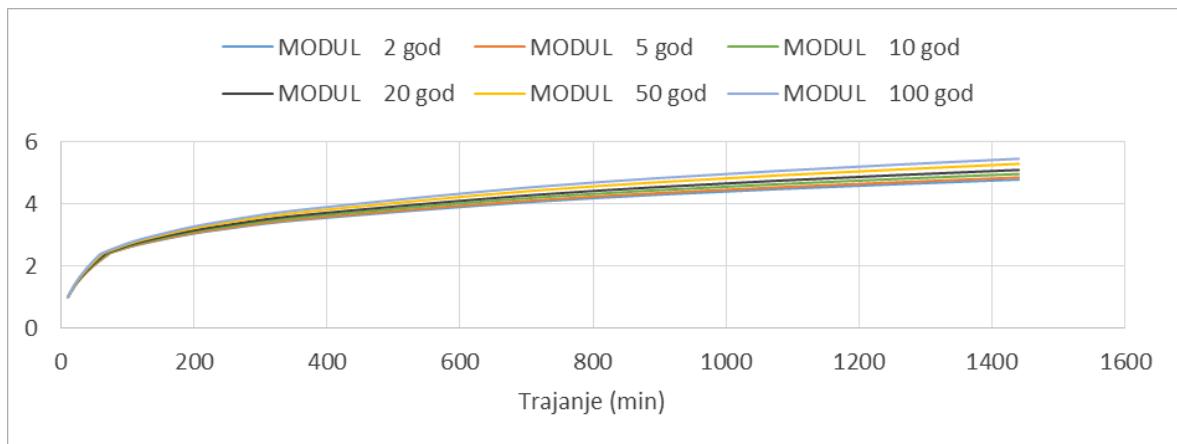
c)

Slika 5.22.: Postaja Letaj, a) modularne vrijednosti u odnosu na 10 minutnu oborinu, b) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu, c) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu u polulogaritamskom mjerilu

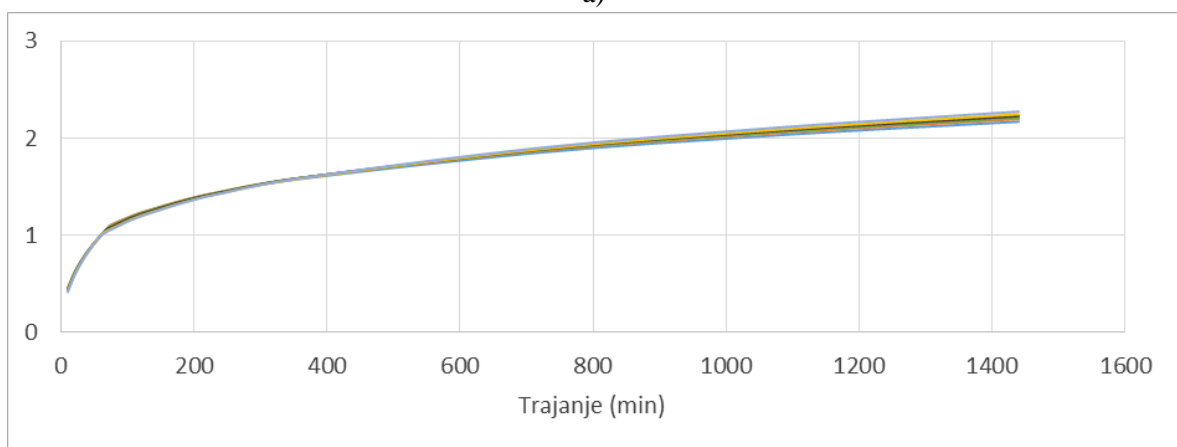
Kod postaje Botonega (Slika 5.23.) modularne se vrijednosti u odnosu na 10 minutnu oborinu kreću od 1 do 5,5. Modul od 100 godina ima najveću vrijednost od 5,5 u trajanju od 24 sata. Najmanju vrijednost u trajanju od 24 sata ima modul od 2 godine i iznosi 4,8. Za postaju Botonega modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu su u rasponu od 0,4 do 2,3. U trajanju od 24 sata moduli od 2, 5, 10, 20 i 50 godina imaju vrijednost od 2,2, a najveću vrijednost od 2,3 ima modul od 100 godina.

Postaja Celega (Slika 5.24.) ima modularne vrijednosti u odnosu na 10 minutnu oborinu u rasponu od 1 do 4,7. Najveću vrijednost u trajanju od 24 sata ima modul od 2 godine i iznosi 4,7. Najmanju vrijednost u istom trajanju ima modul od 100 godina i iznosi 3,5. Modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu su između 0,4 i 2. Najveću vrijednost u 24 sata ima modul od 2 godine i iznosi 2, moduli od 5 i 10 godina imaju vrijednost 1,9, a moduli od 20, 50 i 100 godina imaju vrijednost od 1,8.

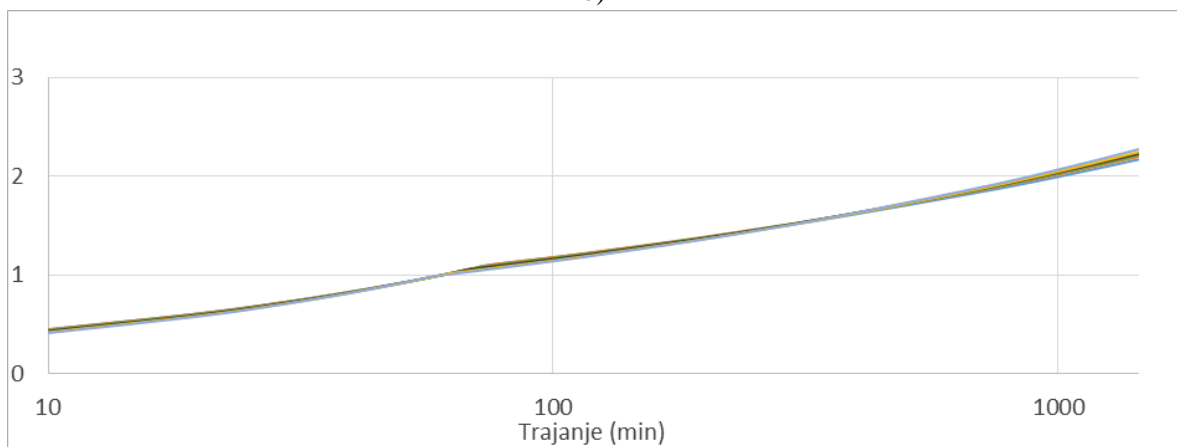
Za postaju Grdinići (Slika 5.25.) modularne vrijednosti u odnosu na 10 minutnu oborinu se kreću između 1 i 9,4. Modul od 100 godina ima u trajanju od 24 sata najveću vrijednost koja iznosi 9,4. Najmanja vrijednost u tom istom trajanju je kod modula od 2 godine i iznosi 5,1. Što se tiče modularnih vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu one su u rasponu od 0,3 do 2,7. Maksimalnu vrijednost u trajanju od 24 sata ima modul od 100 godina i iznosi 2,7, a minimalnu ima modul od 2 godine i iznosi 2,3.



a)

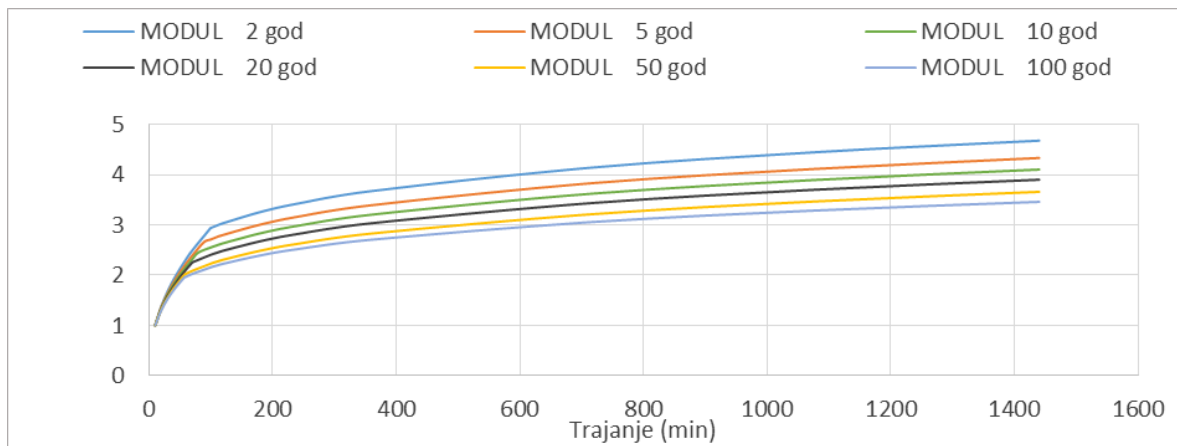


b)

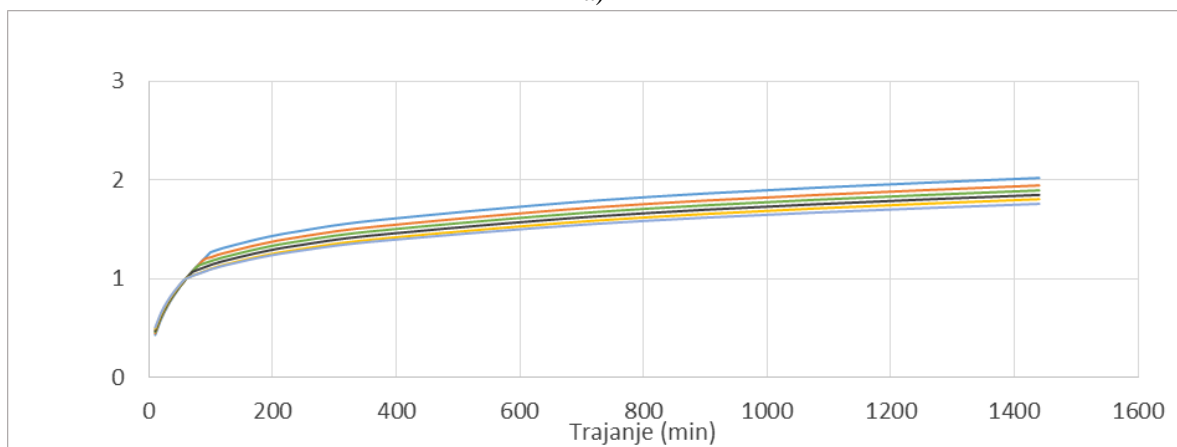


c)

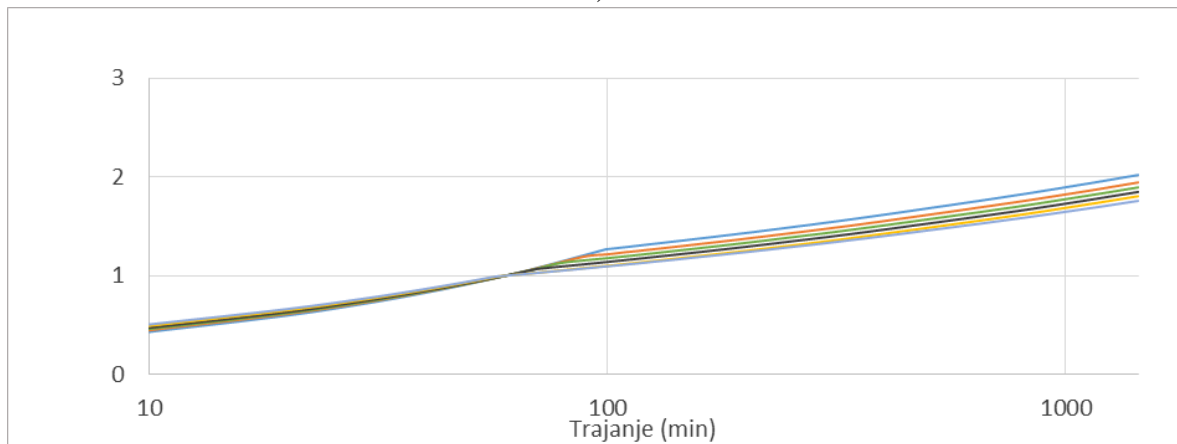
Slika 5.23.: Postaja Botonega, a) modularne vrijednosti u odnosu na 10 minutnu oborinu, b) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu, c) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu u polulogaritamskom mjerilu



a)

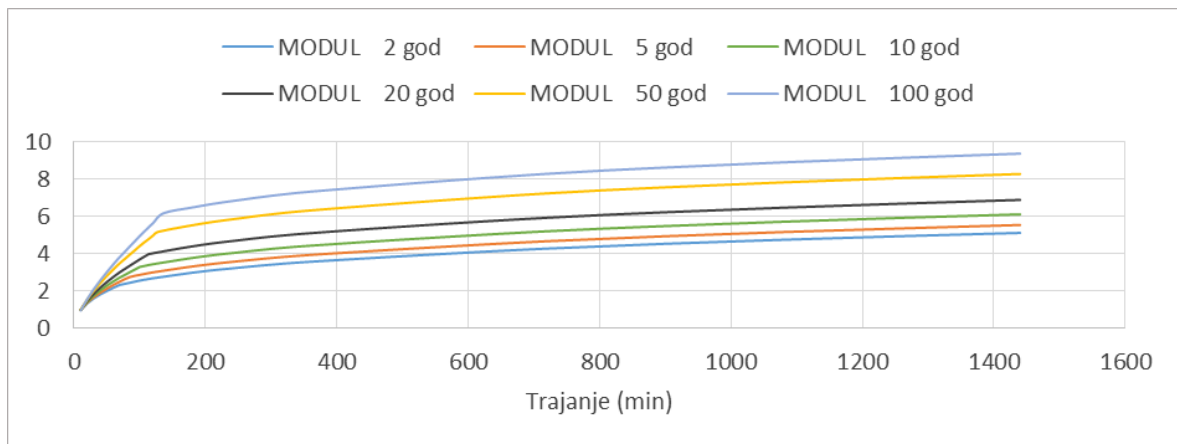


b)

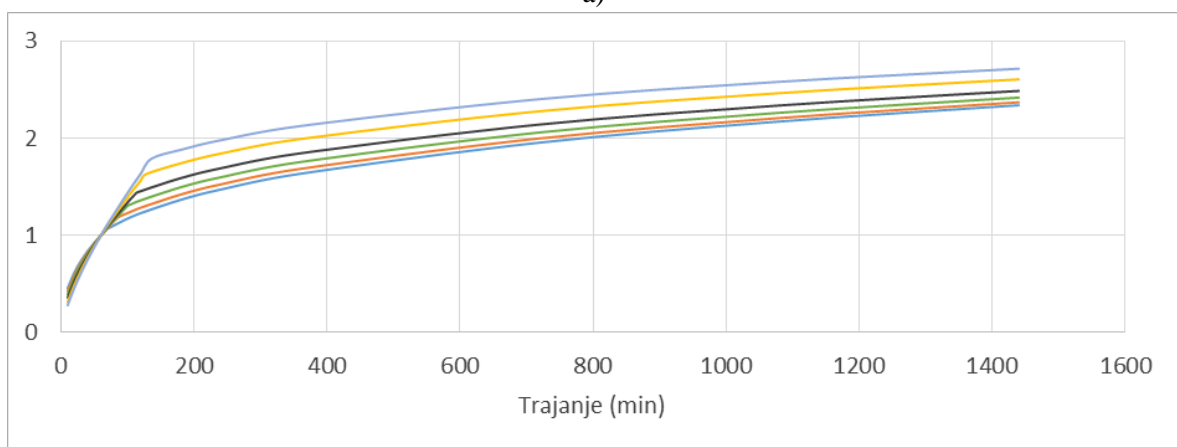


c)

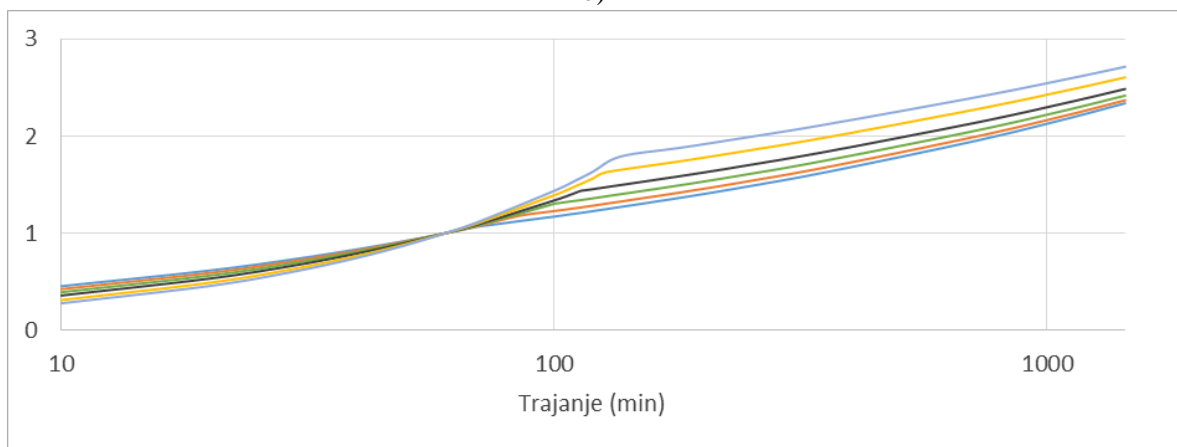
Slika 5.24.: Postaja Celega, a) modularne vrijednosti u odnosu na 10 minutnu oborinu, b) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu, c) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu u polulogaritamskom mjerilu



a)



b)



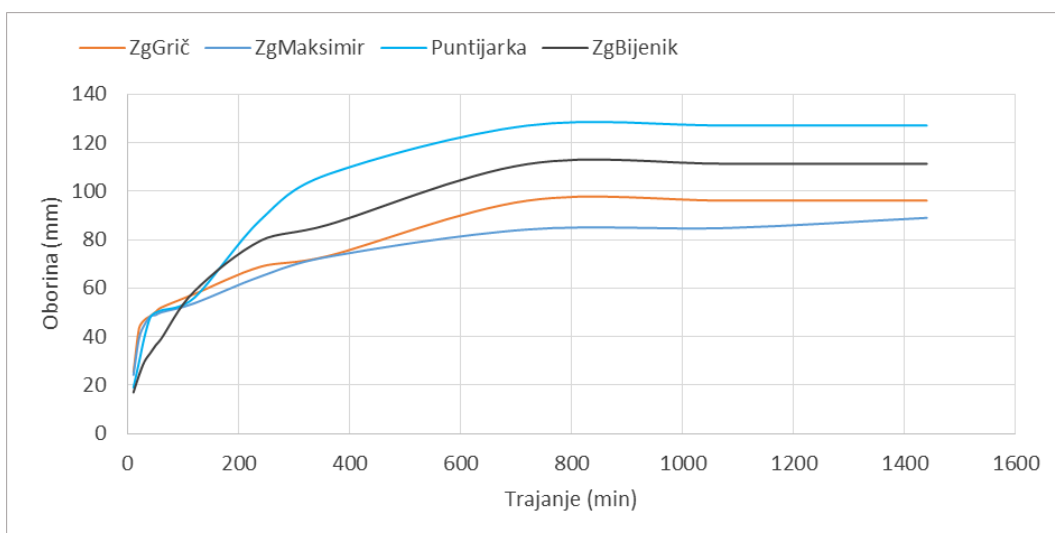
c)

Slika 5.25.: Postaja Grdinići, a) modularne vrijednosti u odnosu na 10 minutnu oborinu, b) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu, c) modularne vrijednosti u odnosu na 60 minutnu oborinu u polulogaritamskom mjerilu

Generalno se može zaključiti da kod svih postaja najveće modularne vrijednosti i u odnosu na 10 minutnu i u odnosu na 60 minutnu oborinu imaju ili modul od 2 ili modul od 100 godina. Očekivano modularne vrijednosti u odnosu na 10 minutnu oborinu imaju veći raspon vrijednosti od onih u odnosu na 60 minutnu oborinu. Na području Zagreba postaje Grič, Maksimir, Puntijarka i Borčec imaju najveće vrijednosti u odnosu na 10 i 60 minutnu oborinu za module od 2 godine u trajanju od 24 sata. Postaja Bijenik ima najveću vrijednost u odnosu na 10 i 60 minutnu oborinu za module od 100 godina. Što se tiče područja Istre, postaja Celega ima najveću vrijednost u odnosu na 10 i 60 minutnu oborinu za modul od 2 godine, postaje Poreč, Pula, Pazin, Botonega, Letaj i Grdinići imaju najveće vrijednosti u odnosu na 10 i 60 minutnu oborinu za modul od 100 godina. Postaja Abrami je jedina od svih promatranih postaja koja ima različite module za najveće vrijednosti u odnosu na 10 minutnu oborinu i u odnosu na 60 minutnu oborinu. U odnosu na 10 minutnu oborinu najveću vrijednost ima modul od 2 godine, a u odnosu na 60 minutnu oborinu modul od 100 godina.

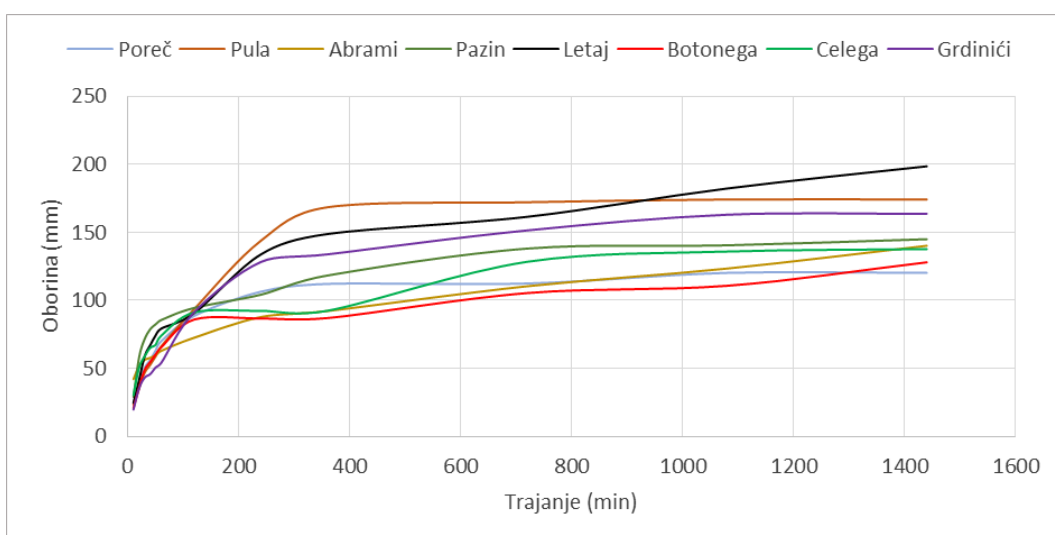
5.3. Anvelope maksimalnih količina kratkotrajnih jakih oborina

U ovom poglavlju napravljena je usporedba maksimalnih oborina za pojedina trajanja na širem području Zagreba i Istre, te su na osnovu njih određene odgovarajuće anvelope. Za sve postaje uzete su maksimalne vrijednosti svakog trajanja na godišnjoj razini. Zatim su na svakoj postaji izračunati osnovni statistički pokazatelji (srednja vrijednost, standardna devijacija, koeficijent varijacije, maksimum i minimum). Do tih se osnovnih statističkih pokazatelja došlo na temelju godišnjih podataka za različita vremena trajanja koji su prikazani u tablici 3.1.. Maksimalne vrijednosti za svako trajanje od 10 do 1440 minuta su prikazane odvojeno za četiri zagrebačke postaje (Maksimir, Grič, Puntijarka i Bijenik) i odvojeno za osam istarskih postaja. Nakon toga uspoređena je anvelopa svih maksimalnih vrijednosti za pojedina trajanja tako da se uzima najveća vrijednost od svih zagrebačkih postaja s anvelopom maksimalnih vrijednosti na području Istre. Na području Zagreba (Slika 5.26.) postaja Grič ima maksimalne vrijednosti oborina u trajanju od 10 do 60 minuta, postaja Bijenik ima najveću vrijednost u trajanju od 120 minuta, dok postaja Puntijarka ima maksimalnu vrijednost u trajanju od 240 do 1440 minuta. Najveća oborina u trajanju od 24 sata na području Zagreba zabilježena je na postaji Puntijarka i iznosi 127,1 mm.



Slika 5.26.: Maksimalne vrijednosti oborina u trajanju od 10 minuta do 24 sata na području Zagreba

U Istri (Slika 5.27.) najveću vrijednost oborina u trajanju od 10 minuta ima postaja Abrami. Postaja Pazin ima najveću oborinu u trajanju od 20 do 120 minuta, postaja Pula ima maksimalnu vrijednost oborine u trajanju od 240 do 720 minuta, dok postaja Letaj ima najveću količinu oborine u trajanju od 1080 do 1440 minuta. Najveća količina oborine u trajanju od 24 sata je na postaji Letaj u vrijednosti od 198,6 mm. U tablici 5.1. prikazane su postaje i godine na kojima su izmjerene maksimalne vrijednosti u trajanju od 10 do 1440 minuta.

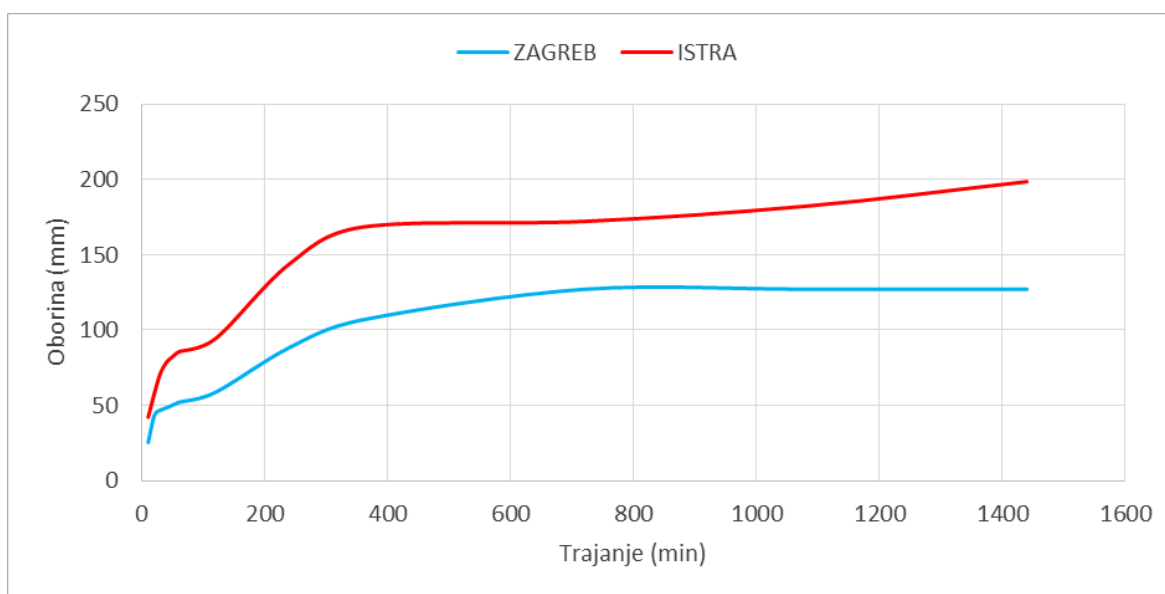


Slika 5.27.: Maksimalne vrijednosti oborina u trajanju od 10 minuta do 24 sata na području Istre

Tablica 5.1.: Maksimalne oborine u Istri i Zagrebu za trajanje od 10 do 1440 minuta

Trajanje (min)	ISTRA			ZAGREB		
	Max (mm)	Postaja	Godina	Max (mm)	Postaja	Godina
10	42,1	Abrami	1971.	25,4	Grič	1970.
20	58	Pazin	1966.	43,4	Grič	1970.
30	71,5	Pazin	1966.	46,9	Grič	1970.
40	78,7	Pazin	1966.	48,4	Grič	1970.
50	82,4	Pazin	1966.	50,2	Grič	1976.
60	85,5	Pazin	1966.	52	Grič	1976.
120	94,5	Pazin	1966.	58,8	Bijenik	1989.
240	144	Pula	2010.	88,4	Puntijarka	1989.
360	168,5	Pula	2010.	106,9	Puntijarka	1989.
720	172,2	Pula	2010.	127,1	Puntijarka	1989.
1080	182,3	Letaj	1993.	127,1	Puntijarka	1989.
1440	198,6	Letaj	1993.	127,1	Puntijarka	1989.

Usporedba anvelope maksimalnih vrijednosti oborina na području Zagreba i Istre (Slika 5.28.) prikazuje da u svakom trajanju od 10 do 1440 minuta istarske postaje imaju veće količine oborina. Nešto manje razlike vidljive su u kraćem trajanju, dok se najveća razlika vidi u trajanju od 24 sata kada Istra ima oborinu u iznosu od 198,6 mm, a Zagreb oborinu u iznosu od 127,1 mm.



Slika 5.28.: Anvelope usporedbe maksimalnih vrijednosti oborina na području Zagreba i Istre

5.4. Analiza mjesečnih i sezonskih HTP krivulja za odabrane postaje

Analizirani su podaci s četiri postaje, od toga su dvije na području Zagreba (Grič i Maksimir), a dvije na području Istre (Pazin i Pula). Analiza vjerojatnosti pojave maksimalnih kratkotrajnih jakih oborina provedena je za povratne periode od 2, 5, 10, 20, 50 i 100 godina. Takva je analiza provedena za svih 12 mjeseci, na godišnjoj razini, kao i po sezonama – za 4 godišnja doba. Prvo su za svaki mjesec pojedinačno izvučene najveće mjesečne količine oborina po pojedinoj godini. Temeljem mjesečnih količina oborina u određenim godinama, prikazano u tablici 3.1., određuju se osnovni statistički pokazatelji. Za postaje Grič i Maksimir se podaci odnose na razdoblje od 1957. do 2017. godine. Kod postaje Pula podaci se odnose na razdoblje od 1961. do 2017. godine, a kod postaje Pazin od 1977. do 2017. godine. Pokazatelji koji su korišteni za izračun maksimalnih oborina po Gumbelu su standardna devijacija i srednja vrijednost, a oni se računaju po izrazima (1) i (2) definiranim u poglavlju 4.2.. Dobiveni rezultati prikazani su u Tablicama 5.2., 5.3., 5.4., 5.5..

Tablica 5.2.: Standardni statistički pokazatelji pojavnosti kratkotrajnih jakih oborina po pojedinim mjesecima na postaji Grič

ZGGRIČ 1957. - 2017.													
MJESECI	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	GOD
SR	15,6	14,9	17,9	19,3	25,2	30,8	31,1	31,1	32,0	26,6	26,7	17,5	51,1
ST.DEV	9,2	10,4	9,2	7,8	11,4	12,8	16,7	16,9	15,1	16,0	12,2	10,0	13,8
Cv	0,59	0,69	0,52	0,41	0,45	0,42	0,54	0,54	0,47	0,60	0,46	0,57	0,27
MAX	38,4	56	43,6	36,9	59,3	67,7	96,1	76,7	72,6	85,6	61,2	48,2	96,1
MIN	0	0,7	0,4	1,6	4,1	6,2	5,2	1	7,3	0	0	0	24,9
n	60	60	61	61	61	61	61	61	60	61	60	60	61

Tablica 5.3.: Standardni statistički pokazatelji pojavnosti kratkotrajnih jakih oborina po pojedinim mjesecima na postaji Maksimir

ZGMAKSIMIR 1957. - 2017.													
MJESECI	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	GOD
SR	13,1	14,5	18,1	19,0	26,0	30,3	28,5	32,2	31,8	27,0	25,8	15,3	50,9
ST.DEV	8,8	11,3	9,1	7,8	13,2	12,9	15,3	18,2	15,0	15,7	13,0	9,2	14,4
Cv	0,67	0,78	0,50	0,41	0,51	0,43	0,54	0,56	0,47	0,58	0,50	0,60	0,28
MAX	37,2	62,8	42,4	36,7	69	61,9	81,5	89	84,8	82,7	64,9	39,5	89
MIN	0,3	0	0,3	6,2	4,4	0,3	9,9	6,8	10,9	0,2	0,5	0	28,5
n	55	55	56	56	58	59	59	59	60	59	56	55	60

Tablica 5.4.: Standardni statistički pokazatelji pojavnosti kratkotrajnih jakih oborina po pojedinim mjesecima na postaji Pula

PULA 1961. - 2017.													
MJESECI	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	GOD
SR	20,6	19,3	23,1	21,4	22,0	21,7	21,2	31,9	42,0	29,7	37,4	26,2	62,8
ST.DEV	12,7	13,9	13,4	11,8	11,5	14,1	20,8	22,1	31,1	20,2	21,9	15,6	25,4
Cv	0,62	0,72	0,58	0,55	0,52	0,65	0,98	0,69	0,74	0,68	0,58	0,60	0,40
MAX	49,7	50,4	55,8	57	59,4	62,3	88,5	99,5	174,2	104,4	93,5	56	174,2
MIN	0,4	1,9	0,7	3,6	1,6	0,9	0,3	0,5	5,2	1,3	6,8	0	6,1
n	24	21	36	54	55	55	55	54	55	53	49	34	57

Tablica 5.5.: Standardni statistički pokazatelji pojavnosti kratkotrajnih jakih oborina po pojedinim mjesecima na postaji Pazin

PAZIN 1977. - 2017.													
MJESECI	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	GOD
SR	25,9	26,4	29,1	26,7	27,0	32,1	30,2	40,2	44,0	39,9	45,7	34,2	73,0
ST.DEV	14,1	16,6	17,7	14,0	15,1	16,3	15,7	26,0	28,2	20,2	25,9	20,0	23,1
Cv	0,55	0,63	0,61	0,52	0,56	0,51	0,52	0,65	0,64	0,51	0,57	0,59	0,32
MAX	66,5	86,2	74,3	58,8	68,6	74,3	69,8	132,9	140,8	108,9	121,7	82,2	140,8
MIN	0	0,6	0,8	6,2	4,5	3,3	1,3	7,3	2,3	15,2	10,2	1,4	35,5
n	38	38	38	40	40	40	40	40	40	39	38	38	41

Iz podataka o maksimalnim oborinama provedene su obrade vjerojatnosti te za svaki mjesec izrađene HTP krivulje za odabrane postaje na području Istre i Zagreba.

Kod postaje Grič (Tablica 5.6.) količina oborina kreće se u rasponu od 13,2 do 84,1 mm. Vrijednost od 13,2 mm dobivena je za povratni period od 2 godine za mjesec veljaču, dok je vrijednost od 84,1 mm dobivena za povratni period od 100 godina za mjesec kolovoz. Što se pak godišnje maksimalne količine oborina po Gumbelu tiče, ona je rađena na temelju svih 12 mjeseci i kod nje se došlo do maksimalne vrijednosti od 94,4 mm u povratnom periodu od 100 godina. Na postaji Maksimir (Tablica 5.7.) količine oborina su između 11,7 i 89,3 mm. Najmanja vrijednost od 11,7 mm dobivena je za povratni period od 2 godine u mjesecu siječnju dok je najveća od 89,3 mm dobivena za povratni period od 100 godina u mjesecu kolovozu. Maksimalna godišnja vrijednost dobivena od svih mjeseci zajedno na postaji Maksimir iznosi 96,1 mm u povratnom periodu od 100 godina. Postaja Pula (tablica 5.8.) ima vrijednosti u rasponu od 17,1 do 139,6 mm. Vrijednost 17,1 mm dobivena je u mjesecu veljači za povratni

period od 2 godine, dok je vrijednost od 139,6 mm dobivena za povratni period od 100 godina u mjesecu rujnu. Najveća godišnja vrijednost iznosi 142,5 mm u povratnom periodu od 100 godina. Kod postaje Pazin (Tablica 5.9.) količine oborina kreću se u rasponu od 23,6 do 132,5 mm. Najmanja vrijednost dobivena je za mjesec siječanj u povratnom periodu od 2 godine, a najveća za mjesec rujnu u povratnom periodu od 100 godina. Maksimalna godišnja vrijednost iznosi 145,5 mm u povratnom periodu od 100 godina. Rezultati su grafički prikazani u logaritamskom mjerilu. (Slika 5.29.)

Tablica 5.6.: Vjerojatnost pojave maksimalnih oborina po Gumbelu za postaju Grič

GRIČ 1957. - 2017.									
VJEROJATNOST POJAVE MAKSIMALNIH OBORINA PO GUMBELU									
Povratno razdoblje (god.)	Vjerojatnost pojavljivanja p (%)	z	ST.DEV.	SR.	$1/a$	a	$z*1/a$	x_m	$H_{max.}$ (mm)
SIJEČANJ									
100	1	4,6	9,2	15,6	7,18	0,1394	33,01	11,46	44,5
50	2	3,91	9,2	15,6	7,18	0,1394	28,06	11,46	39,5
25	4	3,2	9,2	15,6	7,18	0,1394	22,96	11,46	34,4
10	10	2,25	9,2	15,6	7,18	0,1394	16,15	11,46	27,6
5	20	1,5	9,2	15,6	7,18	0,1394	10,76	11,46	22,2
2	50	0,37	9,2	15,6	7,18	0,1394	2,66	11,46	14,1
VELJAČA									
100	1	4,6	10,4	14,9	8,11	0,1233	37,32	10,22	47,5
50	2	3,91	10,4	14,9	8,11	0,1233	31,72	10,22	41,9
25	4	3,2	10,4	14,9	8,11	0,1233	25,96	10,22	36,2
10	10	2,25	10,4	14,9	8,11	0,1233	18,25	10,22	28,5
5	20	1,5	10,4	14,9	8,11	0,1233	12,17	10,22	22,4
2	50	0,37	10,4	14,9	8,11	0,1233	3,00	10,22	13,2
OŽUJAK									
100	1	4,6	9,2	17,9	7,18	0,1394	33,01	13,76	46,8
50	2	3,91	9,2	17,9	7,18	0,1394	28,06	13,76	41,8
25	4	3,2	9,2	17,9	7,18	0,1394	22,96	13,76	36,7
10	10	2,25	9,2	17,9	7,18	0,1394	16,15	13,76	29,9
5	20	1,5	9,2	17,9	7,18	0,1394	10,76	13,76	24,5
2	50	0,37	9,2	17,9	7,18	0,1394	2,66	13,76	16,4
TRAVANJ									
100	1	4,6	7,8	19,3	6,08	0,1644	27,99	15,79	43,8
50	2	3,91	7,8	19,3	6,08	0,1644	23,79	15,79	39,6
25	4	3,2	7,8	19,3	6,08	0,1644	19,47	15,79	35,3
10	10	2,25	7,8	19,3	6,08	0,1644	13,69	15,79	29,5
5	20	1,5	7,8	19,3	6,08	0,1644	9,13	15,79	24,9
2	50	0,37	7,8	19,3	6,08	0,1644	2,25	15,79	18,0
SVIBANJ									
100	1	4,6	11,4	25,2	8,89	0,1125	40,90	20,07	61,0
50	2	3,91	11,4	25,2	8,89	0,1125	34,77	20,07	54,8
25	4	3,2	11,4	25,2	8,89	0,1125	28,45	20,07	48,5
10	10	2,25	11,4	25,2	8,89	0,1125	20,01	20,07	40,1
5	20	1,5	11,4	25,2	8,89	0,1125	13,34	20,07	33,4
2	50	0,37	11,4	25,2	8,89	0,1125	3,29	20,07	23,4
LIPANJ									
100	1	4,6	12,8	30,8	9,98	0,1002	45,93	25,04	71,0
50	2	3,91	12,8	30,8	9,98	0,1002	39,04	25,04	64,1
25	4	3,2	12,8	30,8	9,98	0,1002	31,95	25,04	57,0
10	10	2,25	12,8	30,8	9,98	0,1002	22,46	25,04	47,5
5	20	1,5	12,8	30,8	9,98	0,1002	14,98	25,04	40,0
2	50	0,37	12,8	30,8	9,98	0,1002	3,69	25,04	28,7

SRPANJ									
100	1	4,6	16,7	31,1	13,03	0,0768	59,92	23,58	83,5
50	2	3,91	16,7	31,1	13,03	0,0768	50,93	23,58	74,5
25	4	3,2	16,7	31,1	13,03	0,0768	41,68	23,58	65,3
10	10	2,25	16,7	31,1	13,03	0,0768	29,31	23,58	52,9
5	20	1,5	16,7	31,1	13,03	0,0768	19,54	23,58	43,1
2	50	0,37	16,7	31,1	13,03	0,0768	4,82	23,58	28,4
KOLOVOZ									
100	1	4,6	16,9	31,1	13,18	0,0759	60,64	23,49	84,1
50	2	3,91	16,9	31,1	13,18	0,0759	51,54	23,49	75,0
25	4	3,2	16,9	31,1	13,18	0,0759	42,18	23,49	65,7
10	10	2,25	16,9	31,1	13,18	0,0759	29,66	23,49	53,2
5	20	1,5	16,9	31,1	13,18	0,0759	19,77	23,49	43,3
2	50	0,37	16,9	31,1	13,18	0,0759	4,88	23,49	28,4
RUJAN									
100	1	4,6	15,1	32	11,78	0,0849	54,18	25,20	79,4
50	2	3,91	15,1	32	11,78	0,0849	46,05	25,20	71,3
25	4	3,2	15,1	32	11,78	0,0849	37,69	25,20	62,9
10	10	2,25	15,1	32	11,78	0,0849	26,50	25,20	51,7
5	20	1,5	15,1	32	11,78	0,0849	17,67	25,20	42,9
2	50	0,37	15,1	32	11,78	0,0849	4,36	25,20	29,6
LISTOPAD									
100	1	4,6	16	26,6	12,48	0,0801	57,41	19,40	76,8
50	2	3,91	16	26,6	12,48	0,0801	48,80	19,40	68,2
25	4	3,2	16	26,6	12,48	0,0801	39,94	19,40	59,3
10	10	2,25	16	26,6	12,48	0,0801	28,08	19,40	47,5
5	20	1,5	16	26,6	12,48	0,0801	18,72	19,40	38,1
2	50	0,37	16	26,6	12,48	0,0801	4,62	19,40	24,0
STUDENI									
100	1	4,6	12,2	26,7	9,52	0,1051	43,77	21,21	65,0
50	2	3,91	12,2	26,7	9,52	0,1051	37,21	21,21	58,4
25	4	3,2	12,2	26,7	9,52	0,1051	30,45	21,21	51,7
10	10	2,25	12,2	26,7	9,52	0,1051	21,41	21,21	42,6
5	20	1,5	12,2	26,7	9,52	0,1051	14,27	21,21	35,5
2	50	0,37	12,2	26,7	9,52	0,1051	3,52	21,21	24,7
PROSINAC									
100	1	4,6	10	17,5	7,8	0,1282	35,88	13,00	48,88
50	2	3,91	10	17,5	7,8	0,1282	30,50	13,00	43,50
25	4	3,2	10	17,5	7,8	0,1282	24,96	13,00	37,96
10	10	2,25	10	17,5	7,8	0,1282	17,55	13,00	30,55
5	20	1,5	10	17,5	7,8	0,1282	11,70	13,00	24,70
2	50	0,37	10	17,5	7,8	0,1282	2,89	13,00	15,89
GODIŠNJE									
100	1	4,6	13,8	51,1	10,76	0,0929	49,51	44,89	94,4
50	2	3,91	13,8	51,1	10,76	0,0929	42,09	44,89	87,0
25	4	3,2	13,8	51,1	10,76	0,0929	34,44	44,89	79,3
10	10	2,25	13,8	51,1	10,76	0,0929	24,22	44,89	69,1
5	20	1,5	13,8	51,1	10,76	0,0929	16,15	44,89	61,0
2	50	0,37	13,8	51,1	10,76	0,0929	3,98	44,89	48,9

Tablica 5.7.: Vjerojatnost pojave maksimalnih oborina po Gumbelu za postaju Maksimir

MAKSIMIR 1957. - 2017.									
VJEROJATNOST POJAVE MAKSIMALNIH OBORINA PO GUMBELU									
Povratno razdoblje (god.)	Vjerojatnost pojavljivanja p (%)	z	ST.DEV.	SR.	$1/a$	a	$z*1/a$	x_m	$H_{max.}$ (mm)
SIJEČANJ									
100	1	4,6	8,8	13,1	6,86	0,1457	31,57	9,14	40,7
50	2	3,91	8,8	13,1	6,86	0,1457	26,84	9,14	36,0
25	4	3,2	8,8	13,1	6,86	0,1457	21,96	9,14	31,1
10	10	2,25	8,8	13,1	6,86	0,1457	15,44	9,14	24,6
5	20	1,5	8,8	13,1	6,86	0,1457	10,30	9,14	19,4
2	50	0,37	8,8	13,1	6,86	0,1457	2,54	9,14	11,7
VELJAČA									
100	1	4,6	11,3	14,5	8,81	0,1135	40,54	9,41	50,0
50	2	3,91	11,3	14,5	8,81	0,1135	34,46	9,41	43,9
25	4	3,2	11,3	14,5	8,81	0,1135	28,20	9,41	37,6
10	10	2,25	11,3	14,5	8,81	0,1135	19,83	9,41	29,2
5	20	1,5	11,3	14,5	8,81	0,1135	13,22	9,41	22,6
2	50	0,37	11,3	14,5	8,81	0,1135	3,26	9,41	12,7
OŽUJAK									
100	1	4,6	9,1	18,1	7,10	0,1409	32,65	14,00	46,7
50	2	3,91	9,1	18,1	7,10	0,1409	27,75	14,00	41,8
25	4	3,2	9,1	18,1	7,10	0,1409	22,71	14,00	36,7
10	10	2,25	9,1	18,1	7,10	0,1409	15,97	14,00	30,0
5	20	1,5	9,1	18,1	7,10	0,1409	10,65	14,00	24,7
2	50	0,37	9,1	18,1	7,10	0,1409	2,63	14,00	16,6
TRAVANJ									
100	1	4,6	7,8	19	6,08	0,1644	27,99	15,49	43,5
50	2	3,91	7,8	19	6,08	0,1644	23,79	15,49	39,3
25	4	3,2	7,8	19	6,08	0,1644	19,47	15,49	35,0
10	10	2,25	7,8	19	6,08	0,1644	13,69	15,49	29,2
5	20	1,5	7,8	19	6,08	0,1644	9,13	15,49	24,6
2	50	0,37	7,8	19	6,08	0,1644	2,25	15,49	17,7
SVIBANJ									
100	1	4,6	13,2	26	10,30	0,0971	47,36	20,06	67,4
50	2	3,91	13,2	26	10,30	0,0971	40,26	20,06	60,3
25	4	3,2	13,2	26	10,30	0,0971	32,95	20,06	53,0
10	10	2,25	13,2	26	10,30	0,0971	23,17	20,06	43,2
5	20	1,5	13,2	26	10,30	0,0971	15,44	20,06	35,5
2	50	0,37	13,2	26	10,30	0,0971	3,81	20,06	23,9
LIPANJ									
100	1	4,6	12,9	30,3	10,06	0,0994	46,29	24,49	70,8
50	2	3,91	12,9	30,3	10,06	0,0994	39,34	24,49	63,8
25	4	3,2	12,9	30,3	10,06	0,0994	32,20	24,49	56,7
10	10	2,25	12,9	30,3	10,06	0,0994	22,64	24,49	47,1
5	20	1,5	12,9	30,3	10,06	0,0994	15,09	24,49	39,6
2	50	0,37	12,9	30,3	10,06	0,0994	3,72	24,49	28,2

SRPANJ									
100	1	4,6	15,3	28,5	11,93	0,0838	54,90	21,61	76,5
50	2	3,91	15,3	28,5	11,93	0,0838	46,66	21,61	68,3
25	4	3,2	15,3	28,5	11,93	0,0838	38,19	21,61	59,8
10	10	2,25	15,3	28,5	11,93	0,0838	26,85	21,61	48,5
5	20	1,5	15,3	28,5	11,93	0,0838	17,90	21,61	39,5
2	50	0,37	15,3	28,5	11,93	0,0838	4,42	21,61	26,0
KOLOVOZ									
100	1	4,6	18,2	32,2	14,20	0,0704	65,30	24,01	89,3
50	2	3,91	18,2	32,2	14,20	0,0704	55,51	24,01	79,5
25	4	3,2	18,2	32,2	14,20	0,0704	45,43	24,01	69,4
10	10	2,25	18,2	32,2	14,20	0,0704	31,94	24,01	55,9
5	20	1,5	18,2	32,2	14,20	0,0704	21,29	24,01	45,3
2	50	0,37	18,2	32,2	14,20	0,0704	5,25	24,01	29,3
RUJAN									
100	1	4,6	15	31,8	11,70	0,0855	53,82	25,05	78,9
50	2	3,91	15	31,8	11,70	0,0855	45,75	25,05	70,8
25	4	3,2	15	31,8	11,70	0,0855	37,44	25,05	62,5
10	10	2,25	15	31,8	11,70	0,0855	26,33	25,05	51,4
5	20	1,5	15	31,8	11,70	0,0855	17,55	25,05	42,6
2	50	0,37	15	31,8	11,70	0,0855	4,33	25,05	29,4
LISTOPAD									
100	1	4,6	15,7	27	12,25	0,0817	56,33	19,93	76,3
50	2	3,91	15,7	27	12,25	0,0817	47,88	19,93	67,8
25	4	3,2	15,7	27	12,25	0,0817	39,19	19,93	59,1
10	10	2,25	15,7	27	12,25	0,0817	27,55	19,93	47,5
5	20	1,5	15,7	27	12,25	0,0817	18,37	19,93	38,3
2	50	0,37	15,7	27	12,25	0,0817	4,53	19,93	24,5
STUDENI									
100	1	4,6	13	25,8	10,14	0,0986	46,64	19,95	66,6
50	2	3,91	13	25,8	10,14	0,0986	39,65	19,95	59,6
25	4	3,2	13	25,8	10,14	0,0986	32,45	19,95	52,4
10	10	2,25	13	25,8	10,14	0,0986	22,82	19,95	42,8
5	20	1,5	13	25,8	10,14	0,0986	15,21	19,95	35,2
2	50	0,37	13	25,8	10,14	0,0986	3,75	19,95	23,7
PROSINAC									
100	1	4,6	9,2	15,3	7,18	0,1394	33,01	11,16	44,2
50	2	3,91	9,2	15,3	7,18	0,1394	28,06	11,16	39,2
25	4	3,2	9,2	15,3	7,18	0,1394	22,96	11,16	34,1
10	10	2,25	9,2	15,3	7,18	0,1394	16,15	11,16	27,3
5	20	1,5	9,2	15,3	7,18	0,1394	10,76	11,16	21,9
2	50	0,37	9,2	15,3	7,18	0,1394	2,66	11,16	13,8
GODIŠNJE									
100	1	4,6	14,4	50,9	11,23	0,0890	51,67	44,42	96,1
50	2	3,91	14,4	50,9	11,23	0,0890	43,92	44,42	88,3
25	4	3,2	14,4	50,9	11,23	0,0890	35,94	44,42	80,4
10	10	2,25	14,4	50,9	11,23	0,0890	25,27	44,42	69,7
5	20	1,5	14,4	50,9	11,23	0,0890	16,85	44,42	61,3
2	50	0,37	14,4	50,9	11,23	0,0890	4,16	44,42	48,6

Tablica 5.8.: Vjerojatnost pojave maksimalnih oborina po Gumbelu za postaju Pula

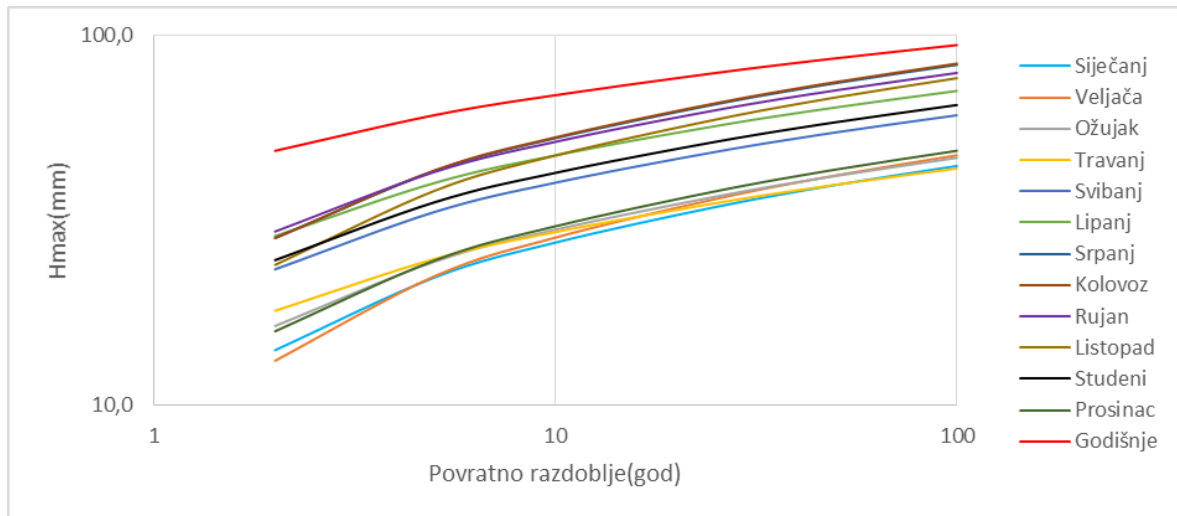
PULA 1961. - 2017.									
VJEROJATNOST POJAVE MAKSIMALNIH OBORINA PO GUMBELU									
Povratno razdoblje (god.)	Vjerojatnost pojavljivanja p (%)	z	ST.DEV.	SR.	$1/a$	a	$z*1/a$	x_m	$H_{max.}$ (mm)
SIJEČANJ									
100	1	4,6	12,7	20,6	9,91	0,1009	45,57	14,88	60,5
50	2	3,91	12,7	20,6	9,91	0,1009	38,73	14,88	53,6
25	4	3,2	12,7	20,6	9,91	0,1009	31,70	14,88	46,6
10	10	2,25	12,7	20,6	9,91	0,1009	22,29	14,88	37,2
5	20	1,5	12,7	20,6	9,91	0,1009	14,86	14,88	29,7
2	50	0,37	12,7	20,6	9,91	0,1009	3,67	14,88	18,5
VELJAČA									
100	1	4,6	13,9	19,3	10,84	0,0922	49,87	13,04	62,9
50	2	3,91	13,9	19,3	10,84	0,0922	42,39	13,04	55,4
25	4	3,2	13,9	19,3	10,84	0,0922	34,69	13,04	47,7
10	10	2,25	13,9	19,3	10,84	0,0922	24,39	13,04	37,4
5	20	1,5	13,9	19,3	10,84	0,0922	16,26	13,04	29,3
2	50	0,37	13,9	19,3	10,84	0,0922	4,01	13,04	17,1
OŽUJAK									
100	1	4,6	13,4	23,1	10,45	0,0957	48,08	17,07	65,1
50	2	3,91	13,4	23,1	10,45	0,0957	40,87	17,07	57,9
25	4	3,2	13,4	23,1	10,45	0,0957	33,45	17,07	50,5
10	10	2,25	13,4	23,1	10,45	0,0957	23,52	17,07	40,6
5	20	1,5	13,4	23,1	10,45	0,0957	15,68	17,07	32,7
2	50	0,37	13,4	23,1	10,45	0,0957	3,87	17,07	20,9
TRAVANJ									
100	1	4,6	11,8	21,4	9,20	0,1086	42,34	16,09	58,4
50	2	3,91	11,8	21,4	9,20	0,1086	35,99	16,09	52,1
25	4	3,2	11,8	21,4	9,20	0,1086	29,45	16,09	45,5
10	10	2,25	11,8	21,4	9,20	0,1086	20,71	16,09	36,8
5	20	1,5	11,8	21,4	9,20	0,1086	13,81	16,09	29,9
2	50	0,37	11,8	21,4	9,20	0,1086	3,41	16,09	19,5
SVIBANJ									
100	1	4,6	11,5	22	8,97	0,1115	41,26	16,82	58,1
50	2	3,91	11,5	22	8,97	0,1115	35,07	16,82	51,9
25	4	3,2	11,5	22	8,97	0,1115	28,70	16,82	45,5
10	10	2,25	11,5	22	8,97	0,1115	20,18	16,82	37,0
5	20	1,5	11,5	22	8,97	0,1115	13,46	16,82	30,3
2	50	0,37	11,5	22	8,97	0,1115	3,32	16,82	20,1
LIPANJ									
100	1	4,6	14,1	21,7	11,00	0,0909	50,59	15,35	65,9
50	2	3,91	14,1	21,7	11,00	0,0909	43,00	15,35	58,4
25	4	3,2	14,1	21,7	11,00	0,0909	35,19	15,35	50,5
10	10	2,25	14,1	21,7	11,00	0,0909	24,75	15,35	40,1
5	20	1,5	14,1	21,7	11,00	0,0909	16,50	15,35	31,9
2	50	0,37	14,1	21,7	11,00	0,0909	4,07	15,35	19,4

SRPANJ									
100	1	4,6	20,8	21,2	16,22	0,0616	74,63	11,84	86,5
50	2	3,91	20,8	21,2	16,22	0,0616	63,44	11,84	75,3
25	4	3,2	20,8	21,2	16,22	0,0616	51,92	11,84	63,8
10	10	2,25	20,8	21,2	16,22	0,0616	36,50	11,84	48,3
5	20	1,5	20,8	21,2	16,22	0,0616	24,34	11,84	36,2
2	50	0,37	20,8	21,2	16,22	0,0616	6,00	11,84	17,8
KOLOVOZ									
100	1	4,6	22,1	31,9	17,24	0,0580	79,29	21,95	101,2
50	2	3,91	22,1	31,9	17,24	0,0580	67,40	21,95	89,4
25	4	3,2	22,1	31,9	17,24	0,0580	55,16	21,95	77,1
10	10	2,25	22,1	31,9	17,24	0,0580	38,79	21,95	60,7
5	20	1,5	22,1	31,9	17,24	0,0580	25,86	21,95	47,8
2	50	0,37	22,1	31,9	17,24	0,0580	6,38	21,95	28,3
RUJAN									
100	1	4,6	31,1	42	24,26	0,0412	111,59	28,00	139,6
50	2	3,91	31,1	42	24,26	0,0412	94,85	28,00	122,9
25	4	3,2	31,1	42	24,26	0,0412	77,63	28,00	105,6
10	10	2,25	31,1	42	24,26	0,0412	54,58	28,00	82,6
5	20	1,5	31,1	42	24,26	0,0412	36,39	28,00	64,4
2	50	0,37	31,1	42	24,26	0,0412	8,98	28,00	37,0
LISTOPAD									
100	1	4,6	20,2	29,7	15,76	0,0635	72,48	20,61	93,1
50	2	3,91	20,2	29,7	15,76	0,0635	61,61	20,61	82,2
25	4	3,2	20,2	29,7	15,76	0,0635	50,42	20,61	71,0
10	10	2,25	20,2	29,7	15,76	0,0635	35,45	20,61	56,1
5	20	1,5	20,2	29,7	15,76	0,0635	23,63	20,61	44,2
2	50	0,37	20,2	29,7	15,76	0,0635	5,83	20,61	26,4
STUDENI									
100	1	4,6	21,9	37,4	17,08	0,0585	78,58	27,54	106,1
50	2	3,91	21,9	37,4	17,08	0,0585	66,79	27,54	94,3
25	4	3,2	21,9	37,4	17,08	0,0585	54,66	27,54	82,2
10	10	2,25	21,9	37,4	17,08	0,0585	38,43	27,54	66,0
5	20	1,5	21,9	37,4	17,08	0,0585	25,62	27,54	53,2
2	50	0,37	21,9	37,4	17,08	0,0585	6,32	27,54	33,9
PROSINAC									
100	1	4,6	15,6	26,2	12,17	0,0822	55,97	19,18	75,2
50	2	3,91	15,6	26,2	12,17	0,0822	47,58	19,18	66,8
25	4	3,2	15,6	26,2	12,17	0,0822	38,94	19,18	58,1
10	10	2,25	15,6	26,2	12,17	0,0822	27,38	19,18	46,6
5	20	1,5	15,6	26,2	12,17	0,0822	18,25	19,18	37,4
2	50	0,37	15,6	26,2	12,17	0,0822	4,50	19,18	23,7
GODIŠNJE									
100	1	4,6	25,4	62,8	19,81	0,0505	91,14	51,37	142,5
50	2	3,91	25,4	62,8	19,81	0,0505	77,46	51,37	128,8
25	4	3,2	25,4	62,8	19,81	0,0505	63,40	51,37	114,8
10	10	2,25	25,4	62,8	19,81	0,0505	44,58	51,37	95,9
5	20	1,5	25,4	62,8	19,81	0,0505	29,72	51,37	81,1
2	50	0,37	25,4	62,8	19,81	0,0505	7,33	51,37	58,7

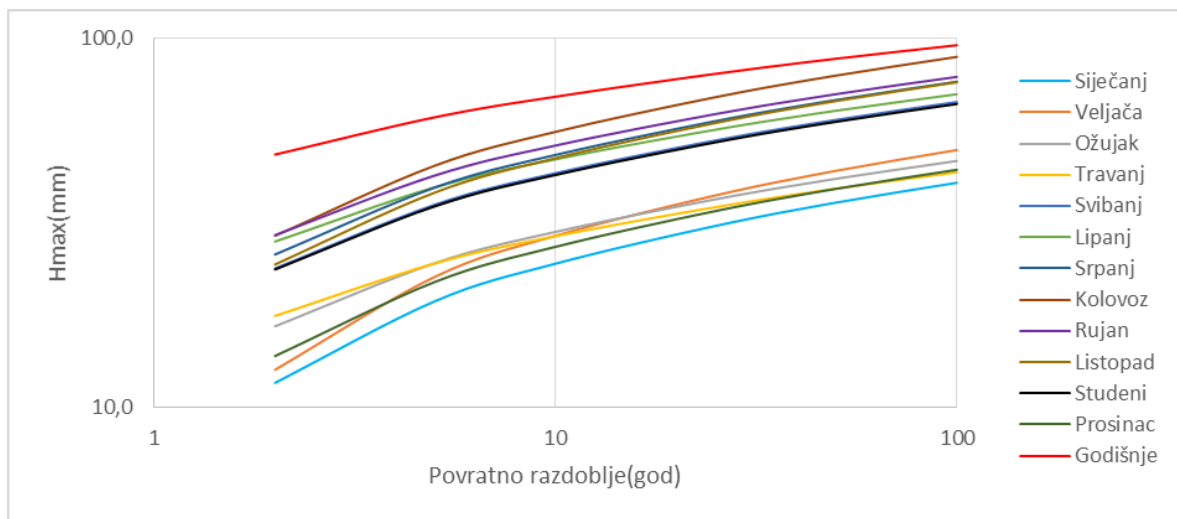
Tablica 5.9.: Vjerojatnost pojave maksimalnih oborina po Gumbelu za postaju Pazin

PAZIN 1977. - 2017.									
VJEROJATNOST POJAVE MAKSIMALNIH OBORINA PO GUMBELU									
Povratno razdoblje (god.)	Vjerojatnost pojavljivanja p (%)	z	ST.DEV.	SR.	$1/a$	a	$z*1/a$	x_m	$H_{max.}$ (mm)
SIJEČANJ									
100	1	4,6	14,1	25,9	11,00	0,0909	50,59	19,55	70,1
50	2	3,91	14,1	25,9	11,00	0,0909	43,00	19,55	62,6
25	4	3,2	14,1	25,9	11,00	0,0909	35,19	19,55	54,7
10	10	2,25	14,1	25,9	11,00	0,0909	24,75	19,55	44,3
5	20	1,5	14,1	25,9	11,00	0,0909	16,50	19,55	36,1
2	50	0,37	14,1	25,9	11,00	0,0909	4,07	19,55	23,6
VELJAČA									
100	1	4,6	16,6	26,4	12,95	0,0772	59,56	18,93	78,5
50	2	3,91	16,6	26,4	12,95	0,0772	50,63	18,93	69,6
25	4	3,2	16,6	26,4	12,95	0,0772	41,43	18,93	60,4
10	10	2,25	16,6	26,4	12,95	0,0772	29,13	18,93	48,1
5	20	1,5	16,6	26,4	12,95	0,0772	19,42	18,93	38,4
2	50	0,37	16,6	26,4	12,95	0,0772	4,79	18,93	23,7
OŽUJAK									
100	1	4,6	17,7	29,1	13,81	0,0724	63,51	21,13	84,6
50	2	3,91	17,7	29,1	13,81	0,0724	53,98	21,13	75,1
25	4	3,2	17,7	29,1	13,81	0,0724	44,18	21,13	65,3
10	10	2,25	17,7	29,1	13,81	0,0724	31,06	21,13	52,2
5	20	1,5	17,7	29,1	13,81	0,0724	20,71	21,13	41,8
2	50	0,37	17,7	29,1	13,81	0,0724	5,11	21,13	26,2
TRAVANJ									
100	1	4,6	14	26,7	10,92	0,0916	50,23	20,40	70,6
50	2	3,91	14	26,7	10,92	0,0916	42,70	20,40	63,1
25	4	3,2	14	26,7	10,92	0,0916	34,94	20,40	55,3
10	10	2,25	14	26,7	10,92	0,0916	24,57	20,40	45,0
5	20	1,5	14	26,7	10,92	0,0916	16,38	20,40	36,8
2	50	0,37	14	26,7	10,92	0,0916	4,04	20,40	24,4
SVIBANJ									
100	1	4,6	15,1	27	11,78	0,0849	54,18	20,20	74,4
50	2	3,91	15,1	27	11,78	0,0849	46,05	20,20	66,3
25	4	3,2	15,1	27	11,78	0,0849	37,69	20,20	57,9
10	10	2,25	15,1	27	11,78	0,0849	26,50	20,20	46,7
5	20	1,5	15,1	27	11,78	0,0849	17,67	20,20	37,9
2	50	0,37	15,1	27	11,78	0,0849	4,36	20,20	24,6
LIPANJ									
100	1	4,6	16,3	32,1	12,71	0,0787	58,48	24,76	83,2
50	2	3,91	16,3	32,1	12,71	0,0787	49,71	24,76	74,5
25	4	3,2	16,3	32,1	12,71	0,0787	40,68	24,76	65,4
10	10	2,25	16,3	32,1	12,71	0,0787	28,61	24,76	53,4
5	20	1,5	16,3	32,1	12,71	0,0787	19,07	24,76	43,8
2	50	0,37	16,3	32,1	12,71	0,0787	4,70	24,76	29,5

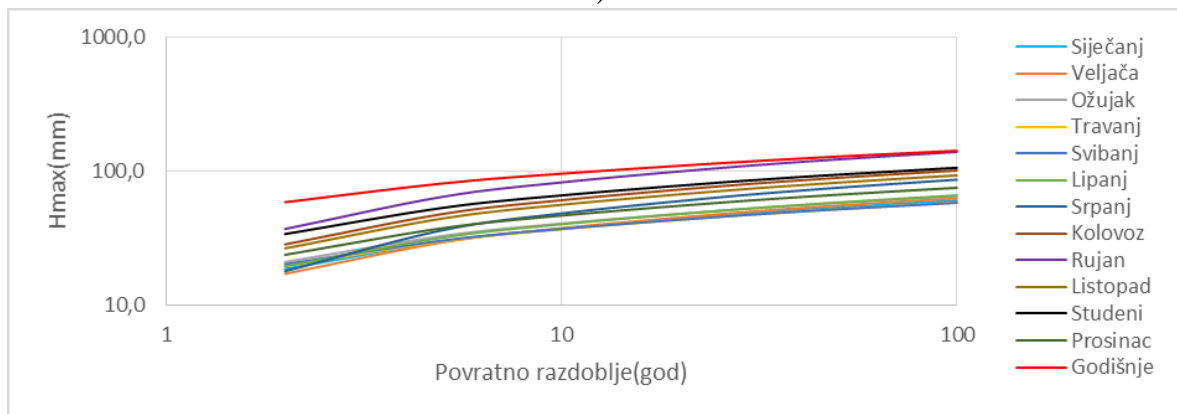
SRPANJ									
100	1	4,6	15,7	30,2	12,25	0,0817	56,33	23,13	79,5
50	2	3,91	15,7	30,2	12,25	0,0817	47,88	23,13	71,0
25	4	3,2	15,7	30,2	12,25	0,0817	39,19	23,13	62,3
10	10	2,25	15,7	30,2	12,25	0,0817	27,55	23,13	50,7
5	20	1,5	15,7	30,2	12,25	0,0817	18,37	23,13	41,5
2	50	0,37	15,7	30,2	12,25	0,0817	4,53	23,13	27,7
KOLOVOZ									
100	1	4,6	26	40,2	20,28	0,0493	93,29	28,50	121,8
50	2	3,91	26	40,2	20,28	0,0493	79,29	28,50	107,8
25	4	3,2	26	40,2	20,28	0,0493	64,90	28,50	93,4
10	10	2,25	26	40,2	20,28	0,0493	45,63	28,50	74,1
5	20	1,5	26	40,2	20,28	0,0493	30,42	28,50	58,9
2	50	0,37	26	40,2	20,28	0,0493	7,50	28,50	36,0
RUJAN									
100	1	4,6	28,2	44	22,00	0,0455	101,18	31,31	132,5
50	2	3,91	28,2	44	22,00	0,0455	86,00	31,31	117,3
25	4	3,2	28,2	44	22,00	0,0455	70,39	31,31	101,7
10	10	2,25	28,2	44	22,00	0,0455	49,49	31,31	80,8
5	20	1,5	28,2	44	22,00	0,0455	32,99	31,31	64,3
2	50	0,37	28,2	44	22,00	0,0455	8,14	31,31	39,4
LISTOPAD									
100	1	4,6	20,2	39,9	15,76	0,0635	72,48	30,81	103,3
50	2	3,91	20,2	39,9	15,76	0,0635	61,61	30,81	92,4
25	4	3,2	20,2	39,9	15,76	0,0635	50,42	30,81	81,2
10	10	2,25	20,2	39,9	15,76	0,0635	35,45	30,81	66,3
5	20	1,5	20,2	39,9	15,76	0,0635	23,63	30,81	54,4
2	50	0,37	20,2	39,9	15,76	0,0635	5,83	30,81	36,6
STUDENI									
100	1	4,6	25,9	45,7	20,20	0,0495	92,93	34,04	127,0
50	2	3,91	25,9	45,7	20,20	0,0495	78,99	34,04	113,0
25	4	3,2	25,9	45,7	20,20	0,0495	64,65	34,04	98,7
10	10	2,25	25,9	45,7	20,20	0,0495	45,45	34,04	79,5
5	20	1,5	25,9	45,7	20,20	0,0495	30,30	34,04	64,3
2	50	0,37	25,9	45,7	20,20	0,0495	7,47	34,04	41,5
PROSINAC									
100	1	4,6	20	34,2	15,60	0,0641	71,76	25,20	97,0
50	2	3,91	20	34,2	15,60	0,0641	61,00	25,20	86,2
25	4	3,2	20	34,2	15,60	0,0641	49,92	25,20	75,1
10	10	2,25	20	34,2	15,60	0,0641	35,10	25,20	60,3
5	20	1,5	20	34,2	15,60	0,0641	23,40	25,20	48,6
2	50	0,37	20	34,2	15,60	0,0641	5,77	25,20	31,0
GODIŠNJE									
100	1	4,6	23,1	73	18,02	0,0555	82,88	62,60	145,5
50	2	3,91	23,1	73	18,02	0,0555	70,45	62,60	133,1
25	4	3,2	23,1	73	18,02	0,0555	57,66	62,60	120,3
10	10	2,25	23,1	73	18,02	0,0555	40,54	62,60	103,1
5	20	1,5	23,1	73	18,02	0,0555	27,03	62,60	89,6
2	50	0,37	23,1	73	18,02	0,0555	6,67	62,60	69,3



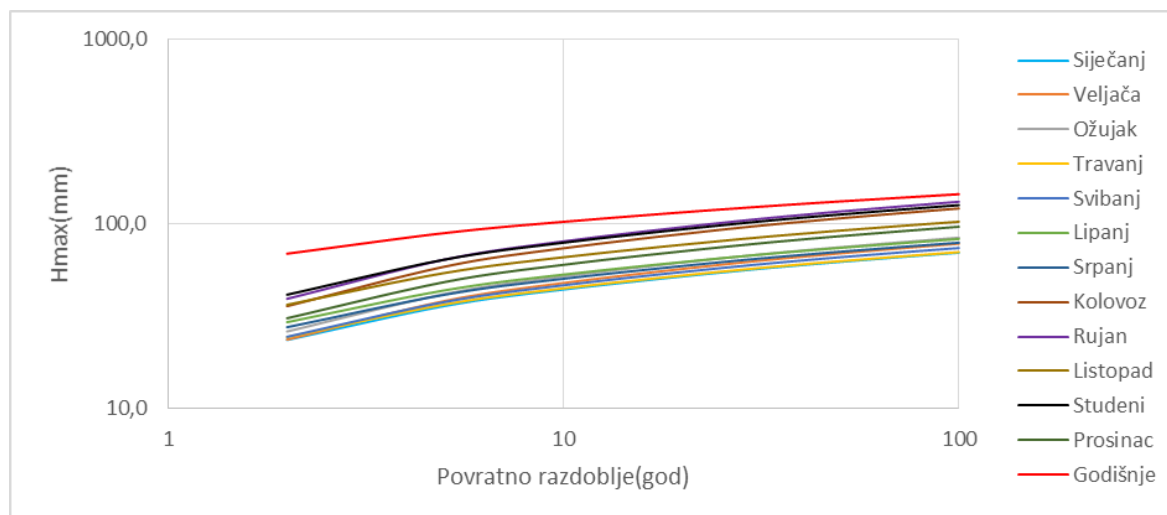
a)



b)



c)



d)

Slika 5.29.: Vjerojatnost pojave maksimalnih oborina po Gumbelu, a) Grič, b) Maksimir, c) Pula, d) Pazin

Uspoređujući ove 4 postaje vidi se da su u Istri dobivene puno veće količine oborina nego u Zagrebu. U Zagrebu se najmanje količine oborina pojavljuju u siječnju i veljači, a najveće u kolovozu. S druge strane u Istri se najmanje oborine pojavljuju u siječnju, a najveće u rujnu.

Uz mjesečne napravljene su i sezonske usporedbe maksimalnih oborina na svakoj od odabranih postaja. Kod takve sezonske podjele mjeseci prosinac, siječanj i veljača predstavljaju zimu, ožujak, travanj i svibanj predstavljaju proljeće, lipanj, srpanj i kolovoz ljetu, a rujna, listopad i studeni jesen. HTP krivulje izrađene su na svakoj postaji za sva četiri godišnja doba ovisno o vrijednostima maksimalnih oborina za određeni povratni period. Tablice 5.10., 5.11., 5.12. i 5.13. prikazuju standardne statističke podatke potrebne za sezonsku raspodjelu po Gumbelu.

Tablica 5.10.: Sezonski standardni statistički pokazatelji za postaju Grič

GRIČ 1957. - 2017.				
DOBA	ZIMA	PROLJEĆE	LJETO	JESEN
SR.	16,0	20,8	31,0	28,4
ST.DEV.	9,9	10,1	15,6	14,7
Cv.	0,62	0,49	0,50	0,52
MAX	56,0	59,3	96,1	85,6
MIN	0,0	0,4	1,0	0,0
n	180	183	183	181

Tablica 5.11.: Sezonski standardni statistički pokazatelji za postaju Maksimir

MAKSIMIR 1957. - 2017.				
DOBA	ZIMA	PROLJEĆE	LJETO	JESEN
SR.	14,3	21,1	30,4	28,3
ST.DEV.	9,9	10,9	15,7	14,9
Cv	0,69	0,52	0,52	0,53
MAX	62,8	69,0	89,0	84,8
MIN	0,0	0,3	0,3	0,2
n	165	170	177	175

Tablica 5.12.: Sezonski standardni statistički pokazatelji za postaju Pula

PULA 1961. - 2017.				
DOBA	ZIMA	PROLJEĆE	LJETO	JESEN
SR.	22,7	22,0	24,9	36,4
ST.DEV.	14,7	12,1	19,9	25,5
Cv	0,65	0,55	0,80	0,70
MAX	56,0	59,4	99,5	174,2
MIN	0,0	0,7	0,3	1,3
n	79	145	164	157

Tablica 5.13.: Sezonski standardni statistički pokazatelji za postaju Pazin

PAZIN 1977. - 2017.				
DOBA	ZIMA	PROLJEĆE	LJETO	JESEN
SR.	28,8	27,5	34,2	43,2
ST.DEV.	17,5	15,7	20,4	25,1
Cv	0,61	0,57	0,60	0,58
MAX	86,2	74,3	132,9	140,8
MIN	0,0	0,8	1,3	2,3
n	114	118	120	117

Kada promatramo sezonske količine oborina na postaji Grič (Tablica 5.14.) je najmanja oborina od 14,4 mm u periodu zime, dok je najveća oborina od 80 mm u razdoblju ljeta.

Tablica 5.14.: Sezonske vjerojatnosti pojave maksimalnih kratkotrajnih jakih oborina po Gumbelu za postaju Grič

GRIČ 1957. - 2017.									
SEZONSKA VJEROJATNOST POJAVE MAKSIMALNIH OBORINA PO GUMBELU									
Povratno razdoblje (god.)	Vjerojatnost pojavljivanja p (%)	z	ST.DEV.	SR.	1/a	a	z*1/a	x _m	H _{max.} (mm)
ZIMA									
100	1	4,6	9,9	16	7,72	0,1295	35,52	11,54	47,1
50	2	3,91	9,9	16	7,72	0,1295	30,19	11,54	41,7
25	4	3,2	9,9	16	7,72	0,1295	24,71	11,54	36,3
10	10	2,25	9,9	16	7,72	0,1295	17,37	11,54	28,9
5	20	1,5	9,9	16	7,72	0,1295	11,58	11,54	23,1
2	50	0,37	9,9	16	7,72	0,1295	2,86	11,54	14,4
PROLJEĆE									
100	1	4,6	10,1	20,8	7,88	0,1269	36,24	16,25	52,5
50	2	3,91	10,1	20,8	7,88	0,1269	30,80	16,25	47,1
25	4	3,2	10,1	20,8	7,88	0,1269	25,21	16,25	41,5
10	10	2,25	10,1	20,8	7,88	0,1269	17,73	16,25	34,0
5	20	1,5	10,1	20,8	7,88	0,1269	11,82	16,25	28,1
2	50	0,37	10,1	20,8	7,88	0,1269	2,91	16,25	19,2
LJETO									
100	1	4,6	15,6	31	12,17	0,0822	55,97	23,98	80,0
50	2	3,91	15,6	31	12,17	0,0822	47,58	23,98	71,6
25	4	3,2	15,6	31	12,168	0,0822	38,94	23,98	62,9
10	10	2,25	15,6	31	12,168	0,0822	27,38	23,98	51,4
5	20	1,5	15,6	31	12,17	0,0822	18,25	23,98	42,2
2	50	0,37	15,6	31	12,17	0,0822	4,50	23,98	28,5
JESEN									
100	1	4,6	14,7	28,4	11,47	0,0872	52,74	21,78	74,5
50	2	3,91	14,7	28,4	11,47	0,0872	44,83	21,78	66,6
25	4	3,2	14,7	28,4	11,47	0,0872	36,69	21,78	58,5
10	10	2,25	14,7	28,4	11,47	0,0872	25,80	21,78	47,6
5	20	1,5	14,7	28,4	11,47	0,0872	17,20	21,78	39,0
2	50	0,37	14,7	28,4	11,47	0,0872	4,24	21,78	26,0

Postaja Maksimir (Tablica 5.15.) najmanju vrijednost oborine od 12,7 mm također ima u razdoblju zime, a najveća od 79,7 mm je kao i kod postaje Grič dobivena u periodu ljeta.

Tablica 5.15.: Sezonske vjerojatnosti pojave maksimalnih kratkotrajnih jakih oborina po Gumbelu za postaju Maksimir

MAKSIMIR 1957. - 2017.									
SEZONSKA VJEROJATNOST POJAVE MAKSIMALNIH OBORINA PO GUMBELU									
Povratno razdoblje (god.)	Vjerojatnost pojavljivanja p (%)	z	ST.DEV.	SR.	1/a	a	z*1/a	x _m	H _{max.} (mm)
ZIMA									
100	1	4,6	9,9	14,3	7,72	0,1295	35,52	9,84	45,4
50	2	3,91	9,9	14,3	7,72	0,1295	30,19	9,84	40,0
25	4	3,2	9,9	14,3	7,72	0,1295	24,71	9,84	34,6
10	10	2,25	9,9	14,3	7,72	0,1295	17,37	9,84	27,2
5	20	1,5	9,9	14,3	7,72	0,1295	11,58	9,84	21,4
2	50	0,37	9,9	14,3	7,72	0,1295	2,86	9,84	12,7
PROLJEĆE									
100	1	4,6	10,9	21,1	8,50	0,1176	39,11	16,19	55,3
50	2	3,91	10,9	21,1	8,50	0,1176	33,24	16,19	49,4
25	4	3,2	10,9	21,1	8,50	0,1176	27,21	16,19	43,4
10	10	2,25	10,9	21,1	8,50	0,1176	19,13	16,19	35,3
5	20	1,5	10,9	21,1	8,50	0,1176	12,75	16,19	28,9
2	50	0,37	10,9	21,1	8,50	0,1176	3,15	16,19	19,3
LJETO									
100	1	4,6	15,7	30,4	12,25	0,0817	56,33	23,33	79,7
50	2	3,91	15,7	30,4	12,25	0,0817	47,88	23,33	71,2
25	4	3,2	15,7	30,4	12,25	0,0817	39,19	23,33	62,5
10	10	2,25	15,7	30,4	12,25	0,0817	27,55	23,33	50,9
5	20	1,5	15,7	30,4	12,25	0,0817	18,37	23,33	41,7
2	50	0,37	15,7	30,4	12,25	0,0817	4,53	23,33	27,9
JESEN									
100	1	4,6	14,9	28,3	11,62	0,0860	53,46	21,59	75,1
50	2	3,91	14,9	28,3	11,62	0,0860	45,44	21,59	67,0
25	4	3,2	14,9	28,3	11,62	0,0860	37,19	21,59	58,8
10	10	2,25	14,9	28,3	11,62	0,0860	26,15	21,59	47,7
5	20	1,5	14,9	28,3	11,62	0,0860	17,43	21,59	39,0
2	50	0,37	14,9	28,3	11,62	0,0860	4,30	21,59	25,9

Što se istarskih postaja tiče, Pula (Tablica 5.16.) ima najmanju oborinu od 20 mm na proljeće, a najveću od 116,4 mm na jesen.

Tablica 5.16.: Sezonske vjerojatnosti pojave maksimalnih kratkotrajnih jakih oborina po Gumbelu za postaju Pula

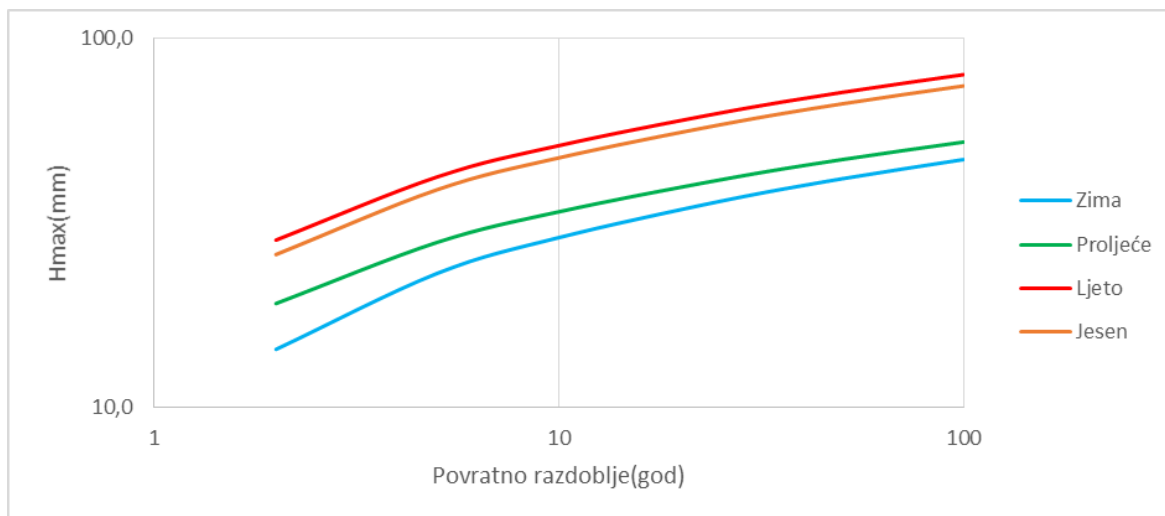
PULA 1961. - 2017.									
SEZONSKA VJEROJATNOST POJAVE MAKSIMALNIH OBORINA PO GUMBELU									
Povratno razdoblje (god.)	Vjerojatnost pojavljivanja p (%)	z	ST.DEV.	SR.	1/a	a	z*1/a	x _m	H _{max.} (mm)
ZIMA									
100	1	4,6	14,7	22,7	11,47	0,0872	52,74	16,08	68,8
50	2	3,91	14,7	22,7	11,47	0,0872	44,83	16,08	60,9
25	4	3,2	14,7	22,7	11,47	0,0872	36,69	16,08	52,8
10	10	2,25	14,7	22,7	11,47	0,0872	25,80	16,08	41,9
5	20	1,5	14,7	22,7	11,47	0,0872	17,20	16,08	33,3
2	50	0,37	14,7	22,7	11,47	0,0872	4,24	16,08	20,3
PROLJEĆE									
100	1	4,6	12,1	22	9,44	0,1060	43,41	16,55	60,0
50	2	3,91	12,1	22	9,44	0,1060	36,90	16,55	53,5
25	4	3,2	12,1	22	9,44	0,1060	30,20	16,55	46,8
10	10	2,25	12,1	22	9,44	0,1060	21,24	16,55	37,8
5	20	1,5	12,1	22	9,44	0,1060	14,16	16,55	30,7
2	50	0,37	12,1	22	9,44	0,1060	3,49	16,55	20,0
LJETO									
100	1	4,6	19,9	24,9	15,52	0,0644	71,40	15,94	87,3
50	2	3,91	19,9	24,9	15,52	0,0644	60,69	15,94	76,6
25	4	3,2	19,9	24,9	15,52	0,0644	49,67	15,94	65,6
10	10	2,25	19,9	24,9	15,52	0,0644	34,92	15,94	50,9
5	20	1,5	19,9	24,9	15,52	0,0644	23,28	15,94	39,2
2	50	0,37	19,9	24,9	15,52	0,0644	5,74	15,94	21,7
JESEN									
100	1	4,6	25,5	36,4	19,89	0,0503	91,49	24,92	116,4
50	2	3,91	25,5	36,4	19,89	0,0503	77,77	24,92	102,7
25	4	3,2	25,5	36,4	19,89	0,0503	63,65	24,92	88,6
10	10	2,25	25,5	36,4	19,89	0,0503	44,75	24,92	69,7
5	20	1,5	25,5	36,4	19,89	0,0503	29,84	24,92	54,8
2	50	0,37	25,5	36,4	19,89	0,0503	7,36	24,92	32,3

Postaja Pazin (Tablica 5.17.) najmanju količinu oborine ima u proljeće i ona iznosi 25 mm, a najveću od 122 mm ima u razdoblju jeseni.

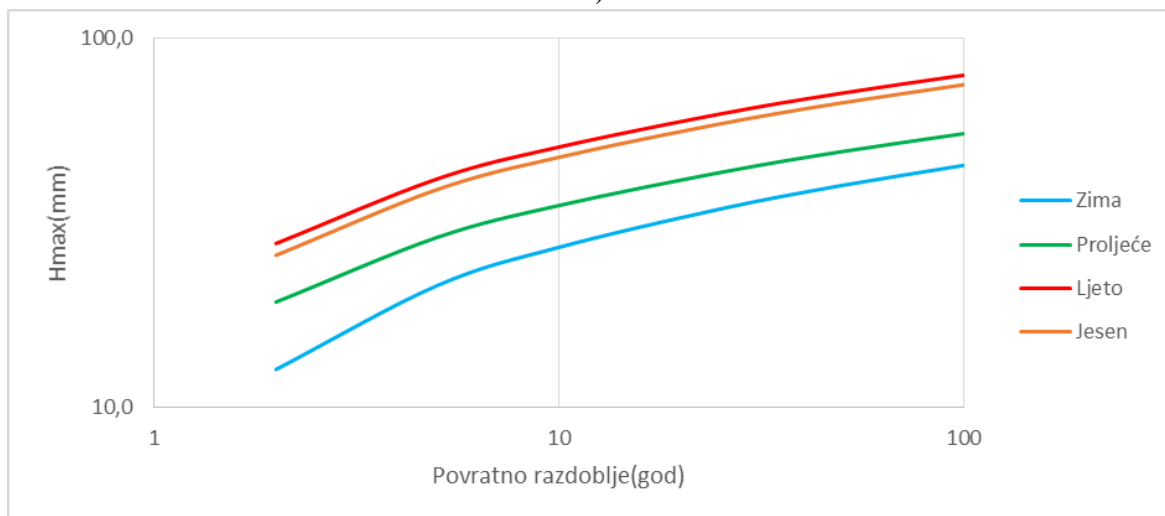
Tablica 5.17.: Sezonske vjerojatnosti pojave maksimalnih kratkotrajnih jakih oborina po Gumbelu za postaju Pazin

PAZIN 1977. - 2017.									
SEZONSKA VJEROJATNOST POJAVE MAKSIMALNIH OBORINA PO GUMBELU									
Povratno razdoblje (god.)	Vjerojatnost pojavljivanja p (%)	z	ST.DEV.	SR.	1/a	a	z*1/a	x _m	H _{max.} (mm)
ZIMA									
100	1	4,6	17,5	28,8	13,65	0,0733	62,79	20,92	83,7
50	2	3,91	17,5	28,8	13,65	0,0733	53,37	20,92	74,3
25	4	3,2	17,5	28,8	13,65	0,0733	43,68	20,92	64,6
10	10	2,25	17,5	28,8	13,65	0,0733	30,71	20,92	51,6
5	20	1,5	17,5	28,8	13,65	0,0733	20,48	20,92	41,4
2	50	0,37	17,5	28,8	13,65	0,0733	5,05	20,92	26,0
PROLJEĆE									
100	1	4,6	15,7	27,5	12,25	0,0817	56,33	20,43	76,8
50	2	3,91	15,7	27,5	12,25	0,0817	47,88	20,43	68,3
25	4	3,2	15,7	27,5	12,25	0,0817	39,19	20,43	59,6
10	10	2,25	15,7	27,5	12,25	0,0817	27,55	20,43	48,0
5	20	1,5	15,7	27,5	12,25	0,0817	18,37	20,43	38,8
2	50	0,37	15,7	27,5	12,25	0,0817	4,53	20,43	25,0
LJETO									
100	1	4,6	20,4	34,2	15,91	0,0628	73,20	25,02	98,2
50	2	3,91	20,4	34,2	15,91	0,0628	62,22	25,02	87,2
25	4	3,2	20,4	34,2	15,91	0,0628	50,92	25,02	75,9
10	10	2,25	20,4	34,2	15,91	0,0628	35,80	25,02	60,8
5	20	1,5	20,4	34,2	15,91	0,0628	23,87	25,02	48,9
2	50	0,37	20,4	34,2	15,91	0,0628	5,89	25,02	30,9
JESEN									
100	1	4,6	25,1	43,2	19,58	0,0511	90,06	31,90	122,0
50	2	3,91	25,1	43,2	19,58	0,0511	76,55	31,90	108,5
25	4	3,2	25,1	43,2	19,58	0,0511	62,65	31,90	94,6
10	10	2,25	25,1	43,2	19,58	0,0511	44,05	31,90	76,0
5	20	1,5	25,1	43,2	19,58	0,0511	29,37	31,90	61,3
2	50	0,37	25,1	43,2	19,58	0,0511	7,24	31,90	39,1

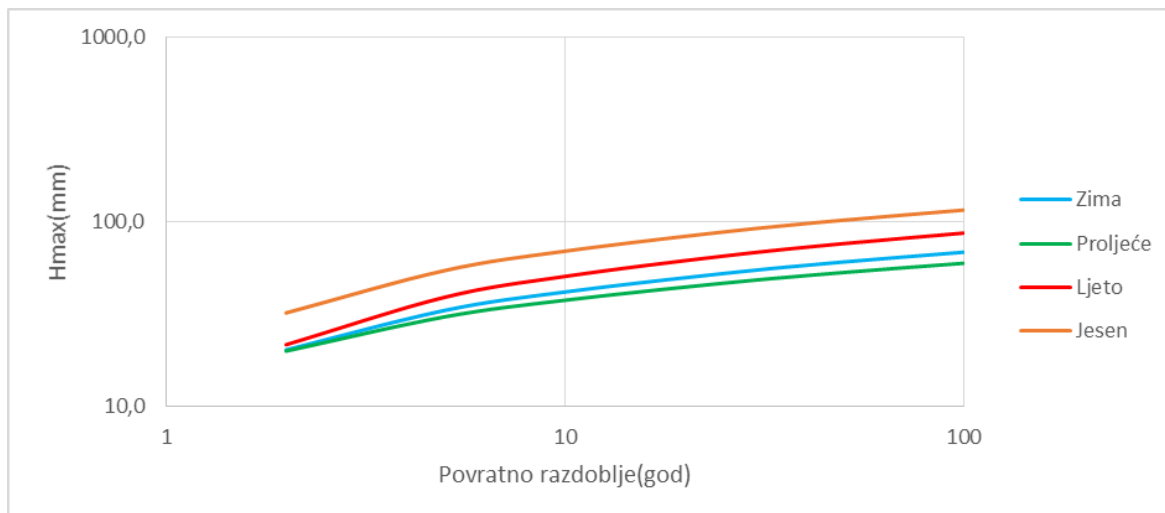
Dakle, vidljivo je da se razdoblja najvećih i najmanjih količina oborina na sezonskoj bazi poprilično razlikuju za područje Zagreba i Istre (Slika 5.30.). Zagreb najmanju oborinu ima u razdoblju zime, a najveću u razdoblju ljeta. Istra najveću količinu oborine ima u razdoblju jeseni, a najmanju količinu oborine ima u proljeće.



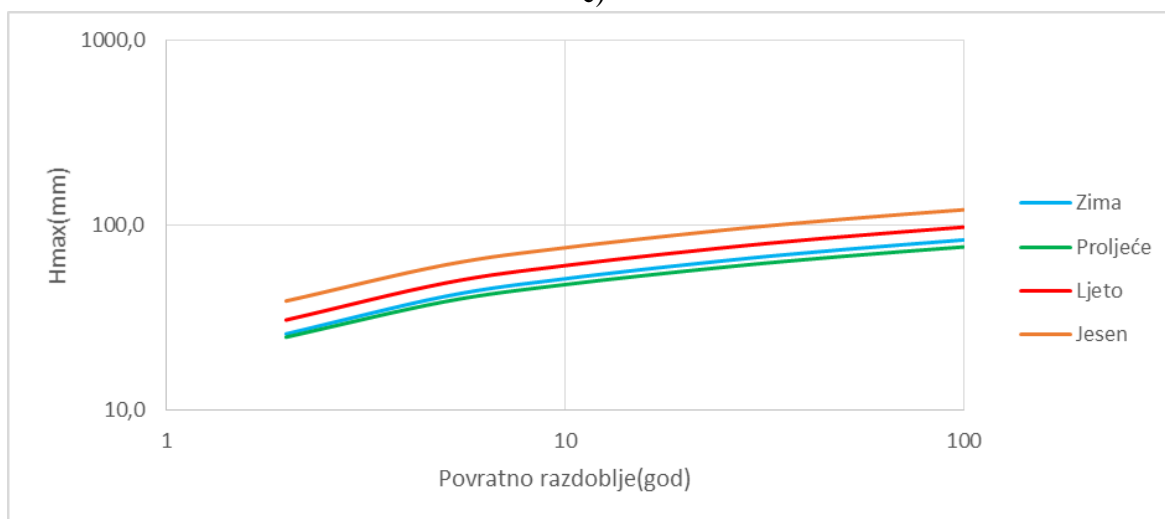
a)



b)



c)



d)

Slika 5.30.: Sezonska vjerojatnost pojave maksimalnih oborina po Gumbelu, a) Grič, b) Maksimir, c) Pula, d) Pazin

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu analizirane su pojave kratkotrajnih jakih oborina na dva područja, području Istre i širem području Zagreba. Područje Istre jednim je dijelom priobalno, a drugim ruralno područje s razvijenom poljoprivredom. Na takvom području su rizici od poplava uzrokovanih kratkotrajnim jakim oborinama sve naglašeniji. Razlog tome su klimatske promjene, dizanje razine mora te nedovoljna količina i nedovoljna retencijska sposobnost hidromelioracijskih sustava odvodnje. Područje Zagreba predstavlja kontinentalno urbano područje gdje su rizici od poplava uzrokovanih kratkotrajnim jakim oborinama često vrlo veliki. Razlog tome je ogromna količina vodonepropusnih površina te neadekvatna odvodnja.

Na osnovu provedenih analiza dobivene su HTP krivulje za osam istarskih (Pazin, Poreč, Pula, Botonega, Grdinići, Celega, Abrami i Letaj) i pet zagrebačkih (Grič, Puntijarka, Maksimir, Borčec i Bijenik) postaja. Za analizu kratkotrajnih jakih oborina kod svih postaja korišteni su nizovi dulji od 30 godina. U Istri najveću količinu oborina za sve povratne periode (2, 5, 10, 20, 50 i 100 godina) u trajanju od 24 sata ima postaja Letaj. U Zagrebu najveću oborinu za povratne periode od 2, 5 i 10 godina ima postaja Puntijarka, dok za povratne periode od 20, 50 i 100 godina ima Bijenik. Najviše oborina zabilježeno je kod postaja smještenih u blizini planinskih masiva Učke (Letaj) i Medvednice (Puntijarka i Bijenik).

Prilikom analiza međuodnosa godišnjih HTP krivulja vidi se da najveće modularne vrijednosti u odnosu na 10 i 60 minutnu oborinu na području Zagreba ima modul od 2 godine, dok na području Istre kod većine postaja ima modul od 100 godina.

Usporedbom maksimalnih količina oborina za trajanja od 10 minuta do 24 sata uočava se da za sva trajanja istarske postaje imaju veće maksimalne vrijednosti od zagrebačkih postaja. Manje razlike vidljive su kod kraćeg trajanja, a najveća razlika je kod trajanja od 24 sata. U trajanju od 24 sata najveća oborina od 198,6 mm izmjerena je na postaji Letaj u Istri, dok je u istom trajanju najveća oborina od 127,1 mm na području Zagreba izmjerena na postaji Puntijarka.

Za analizu vjerojatnosti pojave maksimalnih mjesečnih i sezonskih kratkotrajnih jakih oborina po Gumbelu odabrane su dvije zagrebačke (Maksimir i Grič) i dvije istarske (Pula i Pazin) postaje za koje su na raspolaganju nizovi podataka dulji od 50 godina. Na području Istre

vjerojatnosti pojave maksimalnih oborina su mnogo veće nego na području Zagreba. U Istri se najveće količine oborina pojavljuju u rujnu, a najmanje u siječnju. U Zagrebu se najveće količine oborina pojavljuju u kolovozu, a najmanje u siječnju i veljači. Što se tiče sezonske raspodjele najvećih i najmanjih količina oborina uočavaju se značajne razlike. Zagreb najveću oborinu ima ljeti, a najmanju zimi, dok Istra najveću oborinu ima tijekom jeseni, a najmanju u proljeće.

Proračuni i analize pokazuju da nema nekih značajnijih razlika u karakteristikama kratkotrajnih jakih oborina na spomenutim područjima. Postoje određene manje razlike u količini oborina koje su povezane s udaljenošću postaja od planinskih masiva Medvednice i Učke. Može se zaključiti da su dobivene HTP krivulje vrlo značajne te se mogu koristiti za smanjenje rizika i ublažavanje štetnih posljedica uzrokovanih poplavama koje nastaju zbog kratkotrajnih jakih oborina.

7. LITERATURA

- [1] Cindrić, K., Nimac, I., Čapka, M., Rubinić, J., Vremenske promjene kratkotrajnih jakih oborina u razdoblju 1955. – 2010. za Split i Varaždin, Hrvatske vode 239 – 250, Zagreb, 2014.
- [2] Žugaj, R., Hidrologija, Rudarsko – geološko – naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2000.
- [3] Klimatski atlas Hrvatske, Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, 2008.
- [4] Sijerković, M., Istarska meteorološka škrinjica, Izdavačko poduzeće Reprezent d. o. o., Buzet, 2008.
- [5] Čapka, M., Horvat, M., Regionalne razlike jakih kratkotrajnih oborina u Istri, Hrvatske vode 87 – 101, Zagreb, 2009.
- [6] Rubinić, J., Cindrić, K., Radišić, M., Guttler, I., Krvavica, N., Projekt Rainman – usporedba PTP krivulja ombrografskih postaja na pilot područjima Istre i Zagreba, Hrvatske vode u zaštiti okoliša i prirode, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci i Državni hidrometeorološki zavod, Rijeka – Zagreb, 2019.
- [7] <https://www.crometeo.hr/pazin-vec-osiguraao-najkisovitiji-lipanj-u-povijesti-mjerenja/> , pristup 22. 5. 2020.
- [8] Bonacci, O., Bonacci, T., Analiza dnevnih, mjesečnih i godišnjih oborina Zagreb – Griča (1862. – 2017.) za potrebe inženjerske hidrologije, Hrvatske vode 7 – 20, Zagreb, 2019
- [9] Maradin, M., Filipičić, A., Prostorne razlike u varijabilnosti padalina Središnje Hrvatske, Hrvatski geografski glasnik 41 – 59, 2012.
- [10] Projekt Rainman, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci i Državni hidrometeorološki zavod, Rijeka – Zagreb, 2019.
- [11] <https://www.crometeo.hr/zagreb-gric-rekordan-niz-od-19-uzastopnih-toplih-noci/> , pristup 22. 5. 2020.
- [12] https://www.meteo.hr/infrastruktura.php?section=mreze_postaja¶m=pmm , pristup 9. 6. 2020.
- [13] Bonacci, O., Oborine, Sveučilište u Splitu i Sveučilište Josipa Juraja Strossmayera u Osijeku, Split, 1994.

- [14] Simonović, S., Peck, A., Update rainfall intensity duration frequency curves for the City of London under the changing climate, Water Resources Research Report, The University of Western Ontario, Ontario, 2009.
- [15] Wang, D., Hagen, S., Alizad, K., Climate change impact and uncertainty analysis of extreme rainfall events in Apalachicola River basin, Florida, Journal of hydrology 125 – 135, University of Central Florida, Orlando, 2013.
- [16] Patrčević, V., Đurin, B., Kuharić, I., Analiza intenziteta oborina za dimenzioniranje objekata odvodnje oborinskih voda prostora grada Daruvara, Inženjerstvo okoliša 103 – 110, Geotehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Varaždin, 2015.
- [17] Čapka, M., Oborina na širem dubrovačkom području, Hrvatske vode 305 – 312, Zagreb, 2010.
- [18] Rubinić, J., Rukavina, J., Milković, J., Pilko, J., Zeko, J., Lukarić, S., Križan, D., Heavy precipitation occurrence in Rijeka – Problems, measurements and analysis over time, Regional rainfall 26 - 35, University of Belgrade, Beograd, 2010.
- [19] Čapka, M., Cindrić, K., Trend and variability in heavy precipitation in Croatia, Regional rainfall 175 - 184, University of Belgrade, Beograd, 2010.