



R 1.05.

PROJEKT RAINMAN - USPOREDBA PTP KRIVULJA OMBROGRAFSKIH POSTAJA NA PILOT PODRUČJIMA ISTRE I ZAGREBA

**Josip Rubinić, Ksenija Cindrić Kalin, Maja Radišić,
Ivan Güttler, Nino Krvavica**

SAŽETAK: Područje Hrvatske vrlo je heterogeno u pogledu pojavnosti kratkotrajnih jakih oborina, a njihove značajke najčešće se opisuju u vidu PTP (količina oborine-trajanje-povratni period) ili ITP krivulja (intenzitet oborine-trajanje-povratni period). Te su krivulje često i jedina korištena podloga koja je utemeljena na mjerenim podacima nekoga od parametara vezanih uz značajke vodnog režima na nekom području. No, unatoč važnosti koje imaju, značajke PTP krivulja, pa ni sama metodologija njihove obrade, na području Hrvatske nisu u dovoljnoj mjeri poznate a ni dostupne za šire korištenje. Zbog toga je u okviru EU projekta RAINMAN, kao jedna od početnih obrada, provedena obrada PTP krivulja na dva pilot područja – Zagreba i Istre. Analizirani su podaci s pet meteoroloških postaja na širem području Zagreba (Zagreb - Grič, Zagreb – Maksimir, Puntijarka, Bijenik i Borčec) te s osam postaja na području Istre (Pula, Poreč, Celega, Abrami, Botonega, Letaj, Pazin i Grdinići). U radu je prikazana usporedba rezultata provedenih obrada, kako unutar pojedinih pilot područja, tako i između samih pilot područja. Dobiveni rezultati pokazuju vrlo značajnu ujednačenost pojavnosti kratkotrajnih jakih oborina unutar pojedinih područja, ali i značajne razlike njihove pojavnosti u Istri i na području Zagreba. Rezultati provedenih obrada zasnovani su na istim metodološkim postavkama – primjeni nizova godišnjih ekstrema te GEV funkciji raspodjele.

KLJUČNE RIJEČI: kratkotrajne jake oborine, regionalne značajke, GEV raspodjela, klimatske promjene

PROJECT RAINMAN – COMPARISON OF RDF CURVES FROM OMBROGRAPHIC STATIONS IN ISTRIA AND ZAGREB PILOT AREAS

ABSTRACT: Croatia is a very heterogeneous area considering the occurrence of short-term intensive precipitation whose characteristics are usually described by RDF (rainfall-duration-frequency) or IDF (intensity-duration-frequency) curves. These curves are often the only used rainfall parameter that is based on the measured data representing the water regime of a given location. However, despite their importance, the characteristics of RDF curves, including the methodology for their derivation, are not sufficiently familiar nor

available for wider application in Croatia. Because of these limitations, a detailed derivation of RDF curves for two pilot areas, Zagreb and Istria, was conducted as a starting point of the EU project RAINMAN. We analysed data from five stations in the greater Zagreb area (Zagreb - Grič, Zagreb – Maksimir, Puntijarka, Bijenik and Borčec) as well as data from eight stations in Istria (Pula, Poreč, Celega, Abrami, Botonega, Letaj, Pazin and Grdinići). The paper presents a comparison of the analysis results, both within the individual pilot area and between them. The obtained results show a significantly unified occurrence of short-term intensive precipitation within individual areas, but also significant differences in its occurrence between Istria and the Zagreb area. The results of the conducted analyses are based on the same methodologies – the implementation of annual extreme series and the GEV distribution.

KEYWORDS: short-term intensive precipitation, regional characteristics, GEV distribution

1. UVOD

Problemi uvjetovani pojavom jakih kratkotrajnih oborina na manjim slivovima i urbanim područjima stvaraju sve veće probleme i štetne posljedice, kako u svijetu, tako i u Hrvatskoj. Dijelom je to posljedica mogućih utjecaja klimatskih promjena koje se manifestiraju već i u današnje doba, a za koje se očekuje da će se pojačano manifestirati i u budućnosti. No, puno većim dijelom je to posljedica neodgovarajućih podloga, proračuna i samih rješenja odvodnje. Europski projekt RAINMAN, koga na području Hrvatske provode kao projektni partner Hrvatske vode i njene suradničke institucije, orijentiran je na prevenciju i ublažavanje takvih štetnih posljedica. Na području Hrvatske su u prvoj fazi projekta analizirane značajke oborinskog režima kratkotrajnih jakih oborina na pilot područjima u Istri i Zagrebu (Rainman, 2019). Predmetni rad sadrži dio rezultata provedenih istraživanja koji se odnose na analize PTP krivulja (količina oborina – trajanje – povratni period) na postajama spomenutih pilot područja, a koje su najčešća hidrološka podloga pri provedbi proračuna odvodnje.

Utvrđeno je da se posljednjih nekoliko desetljeća sve češće pojavljuju ekstremljive količine oborine i poplave na području Republike Hrvatske, s najizraženijim ekstremima na Jadranskoj obali (Gajić Čapka i drugi, 2012; Ivančan-Picek i drugi, 2014). Područje Istre, koje je jedno od hrvatskih pilot područja u projektu RAINMAN, nalazi se pod utjecajem sredozemnih atmosferskih strujanja i ima naglašenije pojave intenzivnih oborina. No, i ostali dijelovi Hrvatske imaju sve više pojava i problema s oborinskim vodama kao posljedicom pojava obilnih oborina. Posebno se to odnosi na područje grada Zagreba gdje su štetne posljedice pojava obilnih oborina još naglašenije. Razlog tome su koncentracije pojava oborinskih voda uslijed njihova dotoka bujičnim vodotocima koji se pružaju s planinskog masiva Medvednice ne samo u uže središte grada, već i u gradski sustav odvodnje oborinskih voda, kao i zbog koncentracije vrijednih sadržaja na parterima urbanih područja.

Počeci sustavnih mjerenja i obrada ombrografskih podataka u vidu PTP (ponegdje zvane i HTP krivulje) ili ITP krivulja (Intenzitet oborina – Trajanje – Povratni period) imaju na području Hrvatske relativno dugačku tradiciju. Tako ombrografska postaja Zagreb-Grič ima kontinuirani niz registriranih ombrografskih podataka od 1908. godine, a na području

Istre prva su ombrografska praćenja uspostavljena dvadesetih godina prošlog stoljeća. Za istaknuti je i da je upravo na području Istre, za koju se i danas smatra da ima u odnosu na većinu drugih područja u Hrvatskoj vrlo razvijenu mrežu ombrografskih postaja, u vrijeme pripreme projekata odvodnje u dolinama Mirne i Raše dvadesetih godina prošlog stoljeća, bilo podjednako, pa čak moguće i više aktivnih ombrografskih postaja nego li ih ima danas, ukoliko se promatraju samo ombrografske postaje u nadležnosti DHMZ-a. Počeci suvremenih kompleksnijih analiza značajki kratkotrajnih intenziteta oborine na području Hrvatske vezani su za radove Srebrenovića (1960 i 1962), Patrčevića (1980), Bonaccija (1981, 1994), Rubinića i drugih (1995), Gajić-Čapke (2002) kao i mnogih drugih, a velik doprinos dali su i radovi s Okruglog stola održanog u Splitu 2003. godine (SHMZ, 2003).

U kontekstu tematike predmetnog rada, za njegovo oblikovanje ključna su tri rada na koja se u nastavku posebno navode. U radu „Analiza pristupa inženjerskoj obradi kratkotrajnih jakih kiša na primjeru Pule“ (Rubinić i drugi, 2003), dan je pregled razvoja metodologije obrada kratkotrajnih jakih oborina na području Hrvatske. Na primjeru usporedbe rezultata dosadašnjih obrada pluviografskih podataka grada Pule, prikazane su i razlike do kojih dolazi zbog različitih pristupa obradi istog inženjerskog zadatka – obradi podataka o značajkama jakih oborina kao ulaznom podatku za daljnje hidrološke proračune odvodnje. Utvrđeno je da su te razlike ponekad čak i veće nego li su razlike između stvarnih značajki režima kratkotrajnih jakih oborina pojedinih lokaliteta u Hrvatskoj.

U radu Gajić-Čapka i Horvat (2009) analizirane su značajke pojava kratkotrajnih jakih oborina na četiri ombrografske postaje u Istri (Pula, Poreč, Pazin, Abrami) s najduljim raspoloživim nizovima podataka. Pri tome su analizirana trajanja do 2 sata, a analizirani zabilježeni podaci odnose se na razdoblje toplijeg dijela godine (travanj – listopad) tijekom kojeg su svi ombrografi bili aktivni. Primjenom opće razdiobe ekstrema (GEV) na godišnje oborinske maksimume definirane su krivulje međuodnosa količina oborine i vjerojatnosti njihove pojave za trajanja od 10 minuta do 2 sata temeljene na jednakom razdoblju obrade (1985. - 2002.). Utvrđeno je da su očekivani maksimumi veći u unutrašnjosti Istre nego li na obali te da se odstupanja povećavaju s povećanjem povratnog perioda.

U radu Cindrić i drugi (2014) ispitane su promjene maksimalnih godišnjih kratkotrajnih količina oborine za trajanja od 10 min do 2 sata u razdoblju od 1955. do 2010. godine na dvije meteorološke postaje koje imaju različite oborinske režime: Split-Marjan (maritimni) i Varaždin (kontinentalni). Analiza je provedena procjenom trenda iz razdoblja 1955. - 2010. te usporedbom procjena očekivanih kratkotrajnih maksimuma primjenom GEV razdiobe iz dva kraća razdoblja: 1955. - 1980. i 1981. - 2010. Rezultati trenda na obje postaje ukazala su na slabo izražene, statistički neznačajne, vremenske promjene kratkotrajnih količina oborine od sredine 20. stoljeća. S druge strane, usporedba dvaju razdoblja ukazuje na slabo izraženu prisutnost pojačanja kratkotrajne oborine u novijem razdoblju na obje postaje.

2. METODOLOGIJA I PODLOGE

Iako podloge o značajkama kratkotrajnih jakih oborina imaju izuzetno široku i učestalu primjenu u hidrotehničkoj praksi (uglavnom vezanoj uz sustave odvodnje površinskih voda) relativno slaba pokrivenost pojedinih područja mjernim postajama, razlike u metodološkim pristupima i razini obrada, kao i vrlo učestale greške u interpretaciji re-

zultata s raspoloživih postaja gdje su praćeni i intenziteti oborina, upućuju na potrebu posvećivanja veće pozornosti tom problemu. U nastavku je dan osnovni prikaz standardnog inženjerskog pristupa takvim obradama. Radi se o metodološkim postupcima koji su već i ranije bili dokumentirani u do sada objavljenim radovima i dokumentima (primjerice Bonacci, 1994; Gajić-Čapka, 2000; Coles, 2001; Rubinić, 2003). Uvriježeni postupak u obradama režima kratkotrajnih jakih oborina u svrhu definiranja PTP (ITP) krivulja za neku odabranu ombrografsku postaju sastoji se u slijedećim karakterističnim koracima: Digitalizacija i primarna obrada ombrografskih zapisa registriranih nizova podataka o izmjerenim količinama oboriname te njihova usporedba s podacima na pripadnom kišomjeru.

Formiranje nizova karakterističnih vrijednosti intenzivnih oborina za različita trajanja i ispitivanje njihove homogenosti, pri čemu se osim nizova maksimalnih godišnjih količina oborina koriste i nizovi prekoračenja te kao mjerodavne odabiru veće rezultirajuće vrijednosti.

Procjene očekivane maksimalne količine/intenziteta oborine različitih trajanja za različite povratne periode, pri čemu se umjesto nekadašnjeg pristupa korištenja različitih teoretskih funkcija raspodjele te testiranja i odabira najprilagodljivije, primjenjuje opća razdioba ekstrema (*eng. Generalized Extreme Value distribution, GEV*).

Tablica 1. Popis ombrografskih postaja na području Zagreba i Istre s raspoloživim dugogodišnjim razdobljem mjerenja prema ombrografu i kišomjeru te rezultirajuće nepouzdana godine ombrografskih mjerenja

Postaja	Nadmorska visina (m n.m.)	Razdoblje rada ombrografa	Nepouzdana godine
Zagrebačko područje			
Zagreb-Maksimir	123	1961.-2016.	Nema nepouzdanih godina.
Zagreb-Grič	157	1961.-2016.	1973., 1988.
Puntijarka	988	1961.-2006., 2008.-2016.	1981., 1984., 1990., 1992., 1993., 1998., 2003.
Zagreb-Bijenik	220	1980.-2012., 2015.-2016.	1993.
Zagreb-Borčec	200	1968.-2007.	1991., 1992., 1993.
Istra			
Poreč	15	1984.-2016.	1986., 1992., 1993.
Pula	43	1961.-2016.	1961., 1962., 1966., 1975., 1977., 1978., 1979., 1980., 1981., 1992., 1993.
Abrami	85	1962.-2016.	1962., 1964., 1973., 1975., 1981.
Pazin	291	1963.-2016.	1971., 1972., 1974., 1975., 1987., 1988., 1989.
Letaj brana	100	1987.-2016.	Nema nepouzdanih godina.
Botonega	50	1987.-2016.	1991., 1992.
Celega	25	1982.-2011.	1985., 1986., 1998., 1999.
Grđinići	425	1985.-2016.	1992.

Definiranje PTP (ITP) krivulja na temelju analiza prilagođavanja više tipova krivulja prilagodbe, pri čemu se u slučajevima nedovoljno dobre prilagodbe duž cjelokupnog trajanja oborina odabire i primjena dvaju krivulja za trajanja do oko 2 sata, kao i za dulja trajanja.

Usporedba dobivenih vrijednosti maksimalnih količina (intenziteta) oborine odabranih trajanja kako međusobno unutar iste analizirane postaje, tako i s rezultatima eventualnih prethodnih obrada na analiziranoj predmetnoj postaji, kao i na postajama sa šireg regionalnog prostora te njihova verifikacija.

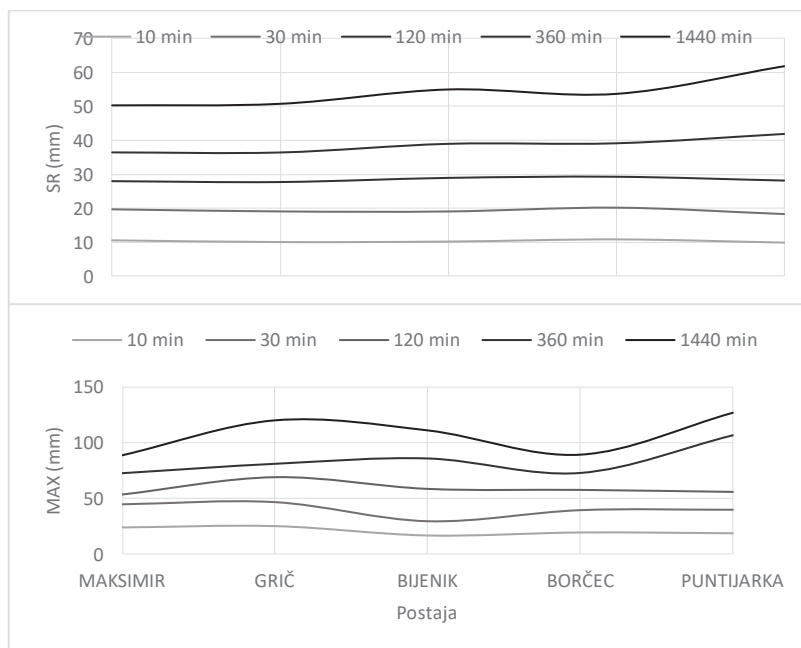
Koristeći se tim pristupom, kao i podlogama s ombrografskih postaja na području Zagreba i Istre (Tablica 1), provedene su daljnje obrade čiji su sumarni rezultati (usporedba rezultirajućih vrijednosti PTP krivulja) dani u predmetnom radu. Zbog nekompletnosti registracije ombrografskih podataka, iz daljnjih su obrada izuzete pojedine nepouzdanе godine. Iz dane je tablice vidljivo da su na raspolaganju nizovi podataka duljine od 30-tak, pa i više godina koji omogućuju pouzdane procjene očekivanih maksimalnih intenziteta oborine.

3. REZULTATI I RASPRAVA

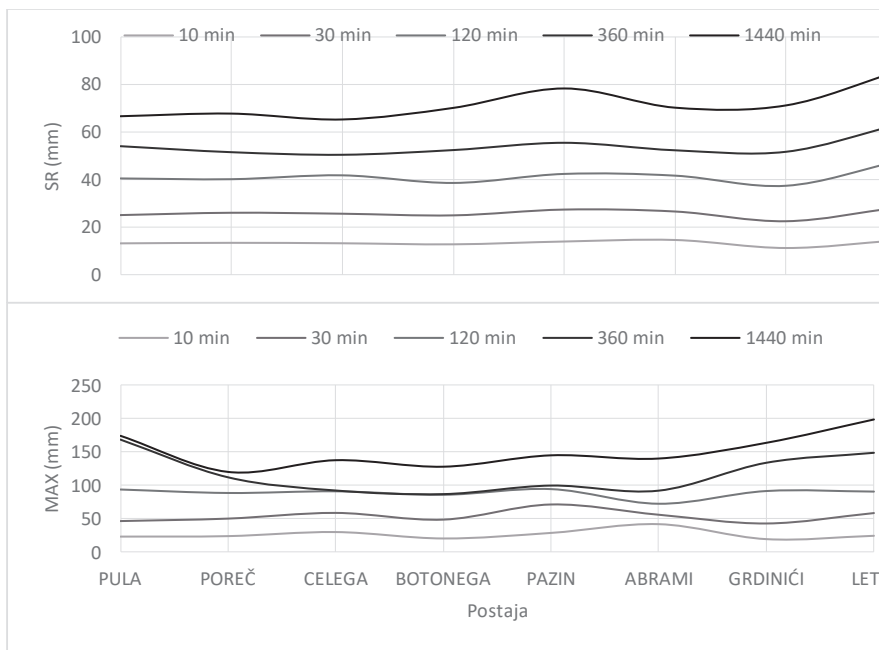
Sumarni rezultat osnovnih statističkih pokazatelja iz nizova godišnjih maksimuma kratkotrajnih količina oborine, uključujući srednjak i najveće i najmanje registrirane vrijednosti s pojedinih analiziranih postaja na odabranim pilot područjima dani su u Tablici 2. Iz nje je vidljivo da, neovisno o duljini raspoloživih nizova podataka, kao i položaju samih postaja unutar pojedinih pilot područja, područje Istre karakteriziraju i veće i varijabilnije kratkotrajne oborine nego li područje Zagreba. Na Slikama 1 i 2 prikazane su, po pojedinim pilot područjima, srednje te maksimalne vrijednosti količina oborine po pojedinim postajama za odabrana trajanja u rasponu između 10 minuta i 24 sata. Iz tih je prikaza vidljivo da ne postoje naglašenije razlike između karakterističnih vrijednosti zabilježenih oborina po pojedinim pilot područjima. Vidljivo je blago i neizraženo povećanje srednjih količina kratkotrajnih jakih oborina kod postaja na većim nadmorskim visinama ili bliže lociranim planinskim masivima Medvednice i Učke (Puntijarka na području Zagreba, Pazin i Letaj na području Istre), no ekstremne vrijednosti oborina javljaju se i na ostalim postajama.

Tablica 2. Osnovna statistika godišnjih maksimuma kratkotrajnih količina oborina (mm) (Sr-srednjak, σ -standardna devijacija, cv-koeficijent varijacije, Max-najveća srednja količina oborine, Min-najmanja srednja količina oborine, MAX - najveća registrirana količina oborine)

TRAJANJE (min)	ZAGREB					ISTRA				
	10	30	120	360	1440	10	30	120	360	1440
Sr	10,3	19,3	28,4	38,5	54,3	13,5	26,0	41,4	54,0	71,9
σ	0,39	0,71	0,67	2,26	4,6	1,07	1,74	3,07	4,01	6,74
Cv	0,037	0,037	0,023	0,059	0,085	0,079	0,067	0,074	0,074	0,094
Max	10,9	20,2	29,3	41,8	61,8	14,8	28,4	47,7	63,1	85,5
Min	9,9	18,3	27,7	36,4	50,2	11,4	22,6	37,5	50,5	65,4
MAX	25,4	46,9	69,3	106,9	127,1	42,1	71,5	94,5	168,5	198,6



Slika 1. Prikaz karakterističnih vrijednosti oborina za različita trajanja (10, 30, 120, 360 i 1440 min) na postajama na području Zagreba: srednja vrijednost (gore) i maksimalna vrijednost (dolje)

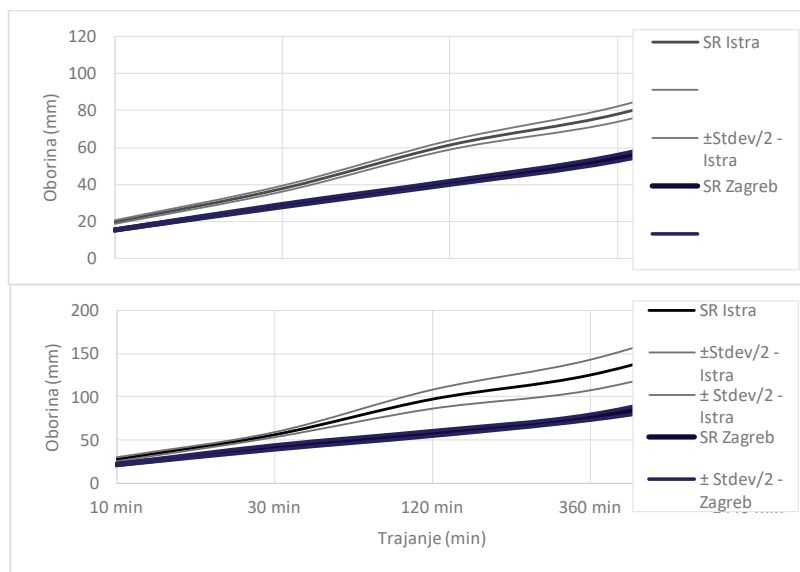


Slika 2. Prikaz karakterističnih vrijednosti oborina za različita trajanja (10, 30, 120, 360 i 1440 min) na postajama na području Istre: srednja vrijednost (gore) i maksimalna vrijednost (dolje)

Na osnovi provedenih obrada prema opisanoj metodologiji, definirane su PTP krivulje po pojedinim postajama (Rainman, 2019), na osnovu kojih su provedene usporedbe rezultirajućih vrijednosti proračunatih količina oborina po pojedinim povratnim periodima i trajanjima (Slika 3). Iz slike je vidljivo da se rezultati provedenih obrada vjerojatnosti pojave maksimalnih oborina postaja s odabranih pilot područja grupiraju u uskom rasponu vrijednosti oko vrijednosti prosjeka po pojedinim pilot područjima. Nešto je veća varijabilnost ipak izražena na području Istre. Isto tako, veće su razlike kod duljih trajanja. Iz danih je prikaza vidljivo da na svakom od analiziranih pilot područja postoji velika podudarnost kako u značajkama osmotrenih nizova podataka, tako i proračunatih vjerojatnosti pojave kratkotrajnih jakih oborina, i to gotovo neovisno o položaju samih ombrografskih postaja na temelju čijih su podataka provedene usporedne analize. I na zagrebačkom području, kao i na području Istre, postoji naznaka blagoga povećanja oborina s njihovim trajanjem na postajama koje su na višim nadmorskim visinama ili im je pak zaleđe takvo (Letaj u Istri, Puntijarka kod Zagreba). No, ne samo srednje vrijednosti, nego i njihove standardne devijacije, koeficijenti varijacija pa čak i maksimalne zabilježene vrijednosti, kao i proračunate vrijednosti maksimalnih oborina za određena trajanja i povratne periode, pokazuju vrlo veliku ujednačenost unutar analiziranih pilot područja, tako da se unutar tih područja i ne iskazuje potreba nekih dodatnih prostornih regionalnih obrada.

Generalno, na područje Istre javljaju se značajniji intenziteti kratkotrajnih jakih obori-

na nego li su na području Zagreba, ali s vrlo sličnim koeficijentima varijacija njihovih prosječnih vrijednosti za pojedina trajanja. Kod kraćih trajanja (10-30 minuta) su i manje razlike između značajka pojava jakih oborina na različitim lokacijama unutar istoga pilot područja, dok se te razlike donekle povećavaju kod oborina za trajanja od 6 do 24 sata. No, i to povećanje vrlo često ujednačeno unutar cjelokupnog raspona promatranih trajanja, tako da kod nekih trajanja najveće vrijednosti pokazuju podaci s jedne od postaja, a kod bliskim im trajanja vrlo često najveće vrijednosti pokazuju podaci s drugih postaja, čak i onih koje su prethodno imale najmanje vrijednosti. Dakle, na razini pilot područja iskazana je prostorna varijabilnost jakih oborina, ali bez naglašenih razlika u smislu nekih pravilnosti u njihovim varijacijama u ovisnosti o mogućim uzročnicima tih varijabilnosti (prostorni položaj, nadmorska visina i slično).



Slika 3. Prikaz hoda oborina za različita trajanja (10, 30, 120, 360 i 1440 min) na postajama na području Zagreba i Istre za različite povratne periode: 10 (gore) i 100 godina (dolje)

ZAKLJUČAK

Regionalne analize, provedene s ujednačenim kriterijima odabira ulaznih podataka i njihovom provedbom po istim metodološkim postavkama, pokazale su da ne postoji izražena prostorna izdiferenciranost značajki kratkotrajnih jakih oborina unutar pojedinih pilot područja. No, takve su razlike naglašeno prisutne ukoliko se usporede rezultati s pojedinih pilot područja. Unutar pojedinih pilot područja postoje naznake među utjecaja količina oborina, posebno duljih trajanja s udaljenošću lokacije od gorskoga masiva, ali zbog premalog broja raspoloživih ombrografskih postaja po pojedinim pilot područjima za provedbu analiza takvih među utjecaja, isti nisu mogli biti kvantificirani. Da bi se

osigurale primjerene podloge za hidrološke proračune vršnih protoka, nužna je sveobuhvatnija analiza kratkotrajnih jakih oborina u Hrvatskoj. Pritom takvu obradu nužno je provesti na njenom cjelokupnom prostoru, uzimajući u obzir sve ombrografske postaje za koje postoje na raspolaganju raspoloživi nizovi ombrografskih podataka duljine od najmanje 30 godina.

LITERATURA

- [1] Bonacci, O. (1981): *Kiše jakih intenziteta slivnog područja grada Zagreba*, Građevinar 33/8, 347-354.
- [2] Bonacci, O. (1994): *Oborine - glavna ulazna veličina u hidrološki ciklus*, Geing, Split, 341 str.
- [3] Coles S. (2001): *An Introduction to Statistical Modeling of Extreme Values*, Springer, 208 str.
- [4] Gajić-Čapka, M., Sokol Jurković, R., Nikolić, D., Čapka, B. (2012): *Floods in Croatia - Societal and economic impacts and responses in the newspapers*, 6th HyMeX workshop: abstracts. Primošten, Hrvatska.
- [5] Gajić-Čapka, M. (2000): *Metode klimatološke analize kratkotrajnih oborina velikog intenziteta*, disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno matematički fakultet, Zagreb, str 131.
- [6] Gajić-Čapka, M., Horvat, B. (2009): *Regionalne razlike jakih kratkotrajnih oborina u Istri*, Hrvatske vode, 17, 68, 87-101.
- [7] Gajić-Čapka, M. (2002): *Regionalna analiza učestalosti ekstremnih oborina*, Zbornik radova okruglog stola Urbana hidrologija, Split 25. i 26.4.2002., 91-99.
- [8] Ivančan-Picek, B., Horvath, K., Strelec Mahović, N., Gajić-Čapka, M. (2014): *Forcing mechanisms of a heavy precipitation event in the southern Adriatic area*, Natural hazards, 72, 2; 1231-1252.
- [9] Patrčević, V. (1980): *Analiza kiša jakog intenziteta*, Magistarski rad na Fakultetu građevinskih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, nepublicirano.
- [10] RAINMAN (2019): *Analiza oborina na pilot područjima u Istri i Zagrebu (projekt RAINMAN)*, (voditelj studije: Rubinić, J.), Građevinski fakultet u Rijeci i Državni hidrometeorološki zavod, Rijeka-Zagreb, nepublicirano.
- [11] Rubinić, J. (2003): *Inženjerska obrada kratkotrajnih intenziteta oborina*, Zbornik radova seminara Praktična hidrologija, Zagreb 20. i 21.03.2003., Društvo građevnih inženjera i Hrvatsko hidrološko društvo, Zagreb, 37-60.
- [12] Rubinić, J., Barbalić, D., Ožanić, N. (2003): *Analiza pristupa inženjerskoj obradi kratkotrajnih jakih kiša u Hrvatskoj na primjeru Pule*, Zborniku radova Hrvatske vode u 21 stoljeću (Ur: Gereš, D.). Hrvatske vode, Zagreb, 113-121.
- [13] Rubinić, J., Gajić-Čapka, M., Milković, J., Ožanić, N. (1995): *Intenziteti oborine - problemi obrade i interpretacije u praksi*, Zbornik radova sa Okruglog stola Uloga hidrologije u strukturi gospodarstva Hrvatske (Ur: Bonacci, O), Hrvatsko hidrološko društvo, Zagreb, 53-69.

- [14] SHMZ (1983): *Okrugli stol o metodološkim aspektima obrade i analize intenziteta kiša*, Materijali Jugoslovenskog simpozijuma o inženjerskoj hidrologiji, Split, 9-12.11.1983., 83 str.
- [15] Srebrenović, D. (1960): *Kišni intenziteti i njihova primjena u određivanju maksimalnih vodnih količina*, Građevinska knjiga, Beograd.
- [16] Srebrenović, D. (1962): *Učestalost dnevnih kiša i jaki kišni intenziteti u relaciji s godišnjom oborinom*, Građevinar 9.

AUTORI

dr. sc. Josip Rubinić, dipl. ing. građ. ^a

mr. sc. Ksenija Cindrić Kalin, dipl. ing. fiz. ^b

Maja Radišić, mag. ing. aedif. ^a

dr. sc. Ivan Güttler, dipl. ing. fiz. ^b

dr. sc. Nino Krvavica, dipl. ing. građ. ^a

^a Građevinski fakultet u Rijeci, Radmile Matejčić 3, 51000 Rijeka, Hrvatska, jrubic@uniri.hr, maja.radisic@uniri.hr, nino.krvavica@uniri.hr

^b Državni Hidrometeorološki zavod, Grič 3, 10000 Zagreb, Hrvatska, cindric@cirus.dhz.hr, ivan.guettler@cirus.dhz.hr