

## Trajanje kiša jakog intenziteta i njihova raspodela u toku dana u Srbiji

Stevan Prohaska<sup>1</sup>

Branislava Kapor<sup>2</sup>

Aleksandra Ilić<sup>3</sup>

Dragan Đukić<sup>4</sup>

Samir Čatović<sup>5</sup>

Vladislava Bartoš Divac<sup>6</sup>

Srđan Marjanović<sup>7</sup>

Andelija Koprivica<sup>8</sup>

APSTRAKT: U radu su prikazani osnovni statistički pokazatelji i verovatnoće trajanja kiša jakog intenziteta u Srbiji. Definisana je i distribucija najverovatnije pojave kiše unutar jednog dana (24-časa), kao i verovatnoća pojave maksimalnog jednočasovnog intenziteta kiše u toku dana. Na osnovu analize intenziteta kiša na 30 pluviografskih stanica biće izvedeni određeni zaključci o mogućoj regionalizaciji trajanja i distribucije kiša jakog intenziteta u Srbiji. Prikazaće se rezultati konkretnog proračuna verovatnoće trajanja kiša jakog intenziteta i distribucije kiše u toku dana, kao i verovatnoće pojave maksimalnog jednočasovnog intenziteta kiše. Kumulativno za teritoriju Srbije i za njene administrativne celine daće se rezultati izvršenih analiza.

Ključne reči: intenziteti jakih kiša, trajanje kiše, distibucija kiše

## Heavy rainfall duration and its daily distribution in Serbia

APSTRACT: The basic statistics and probability of occurrence of high intensity rain in Serbia are presented in this paper. Also, the most likely daily distribution (24 hour) of occurrence and probability of occurrence of maximum one-hour rainfall intensity during the day are defined. Based on the analysis of the rainfall intensity at 30 pluviograph stations there will be some conclusions about the possible regionalization of the duration and distribution of high intensity rainfall in Serbia. The results of specific calculations of high intensity rainfall probability and daily distribution of rainfall, as well as the probability of occurrence of maximum one-hour rainfall intensity will be shown. A summary of the results will be presented for territory of Serbia and its administrative units.

Keywords: heavy rainfall intensity, rain duration, rain distribution

<sup>1</sup> Prof. Dr Stevan Prohaska, dipl. inž. građ, Institut za vodoprivredu "Jaroslav Černi"

<sup>2</sup> Branislava Kapor, dipl. inž. građ, Republički hidrometeorološki zavod Srbije

<sup>3</sup> Aleksandra Ilić, dipl. inž. građ, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu

<sup>4</sup> Dragan Đukić, dipl. met, Republički hidrometeorološki zavod Srbije

<sup>5</sup> Samir Čatović, dipl. inž. građ, Republički hidrometeorološki zavod Srbije

<sup>6</sup> Vladislava Bartoš Divac, dipl. inž. građ, Institut za vodoprivredu "Jaroslav Černi"

<sup>7</sup> Srđan Marjanović, dipl. inž. građ, Republički hidrometeorološki zavod Srbije

<sup>8</sup> Andelija Koprivica, dipl. geog, Institut za vodoprivredu "Jaroslav Černi"

## 1 Uvodne napomene

Podaci merenja padavina na kišomernima i pluviografskim stanicama se obrađuju radi kvantifikacije ukupnih padavina za različite periode padanja kiše. Tip obrade zavisi od namene. Tako na primer, za potrebe bilansiranja vode na određenom slivnom području neophodni su podaci za duže vremenske periode diskretizacije vremena, kao što su: dan, mesec, sezona ili godina. Međutim, za određivanje merodavnih padavina, koje se koriste za potrebe proračuna maksimalnih protoka manjih prirodnih slivova ili urbanih područja, gde se vremena koncentracije kreću u granicama od nekoliko minuta pa sve do nekoliko časova, neophodni su intenziteti jakih kiša kraćih trajanja. Podaci o intenzitetima kiša kraćih trajanja registruju se na tzv. pluviografima Republičkog hidrometeorološkog zavoda Srbije, koji ima permanentnu službu osmatranja kiša jakog intenziteta na mreži pluviografskih stanica. U Srbiji ukupno postoji 31 pluviografska stanica sa relativno zadovoljavajućom dužinom perioda osmatranja jakih kiša. Najstarija pluviografska stanica (Kraljevo) počela je sa radom 1948. godine. Stanice se redovno održavaju, a podaci (pluviografske trake) se ažurno arhiviraju.

Sve do sada značajnije obrade pluviografskih traka vršene su samo za potrebe vodoprivrede. Hidrolozi iz hidrometeorološkog zavoda i naučnih institucija u Srbiji, u saradnji sa klimatološkim odeljenjem RHMZ Srbije, izvršili su tokom dužeg niza godina nekoliko obimnijih obrada raspoloživih pluviografskih traka. Najnovija, i do sada najsveobuhvatnija obrada pluviografskih traka u Srbiji urađena je tokom 2009.-2010. godine, za potrebe Aktuelizacije hidrometeoroloških podloga za izradu vodoprivrednog bilansa Srbije, u Institutu za vodoprivredu "Jaroslav Černi" i Republičkom hidrometeorološkom zavodu Srbije, kada je izvršena detaljna analiza intenziteta jakih kiša kraćih trajanja na celoj teritoriji Republike Srbije. Analizirani su svi raspoloživi podaci na pluviografskim stanicama Republičkog hidrometeorološkog zavoda. Posebno su identifikovane i analizirane kišne epizode kada su registrovane maksimalne količine padavina u kalendarskim godinama. Obuhvaćeni su periodi od početka rada razmatrane pluviografske stanice do 2008. godine. Za dalje detaljnije analize odabrano je ukupno 30 pluviografskih stanica, koje su imale relativno zadovoljavajući period registrovanja ombrografskih podataka. Pregled odabranih stanica, sa prikazom dužina perioda rada stanice dat je na slici 1.

Kao što se na slici 1 vidi, raspoloživost pluviografskim podacima je različita. Većina stanica raspolaže relativno dugim serijama podataka (više od 50 godina), dok postoje stanice sa relativno kratkim nizovima, kao što je Banatski Karlovac sa 17 godina osmatranja. Kod nekih stanica registrovani su i prekidi u osmatranjima, dok za tri stanice sa Kosova i Metohije podaci posle 1999. godine nisu bili dostupni Republičkom hidrometeorološkom zavodu Srbije.

Napominjemo da se kontinualno registrovanje kiša na teritoriji Republike Srbije vrši samo tokom tople polovine godine, nekada znatno i duže, ali ne u zimskom periodu.



–  $N$  - ukupan broj kalendarskih godina na  $k$ -toj pluviografskoj stanici.

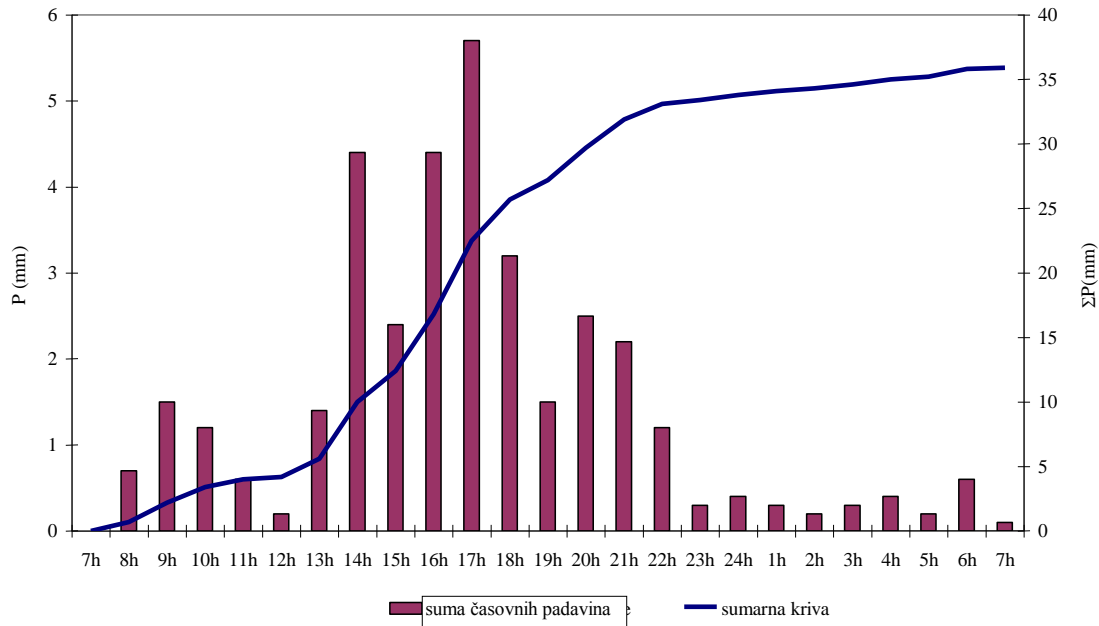
Grafički prikaz hijetograma maksimalne kiše  $i$ -te kalendarske godine (1962. godina) na  $k$ -toj pluviografskoj stanici dat je na slici 2. Na istom crtežu prikazana je i odgovarajuća sumarna kriva (integralna kriva) za istu maksimalnu kišnu epizodu:

$$\sum_{t=0}^{T_k} H_{\Delta t=1sat,k,i}$$

gde je:

$T_k$  – ukupno trajanje maksimalne kišne epizode;

$t$  – tekuće vreme,  $t=0, 1, 2, \dots, T_k$ .



Slika 2. Hijetogram i sumarna kiša 1962. godine

Na osnovu podataka sumarnih krivih maksimalnih kiša, za sve kišne epizode i sve pluviografske stanice definisane su bezdimenzionalne sumarne krive maksimalnih kiša, u funkciji visine kiše i njihovog trajanja:

$$\eta_{k,i} = \frac{H_{\Delta t=1sat,k,i}}{H_{T_k,k,i}} \quad (1)$$

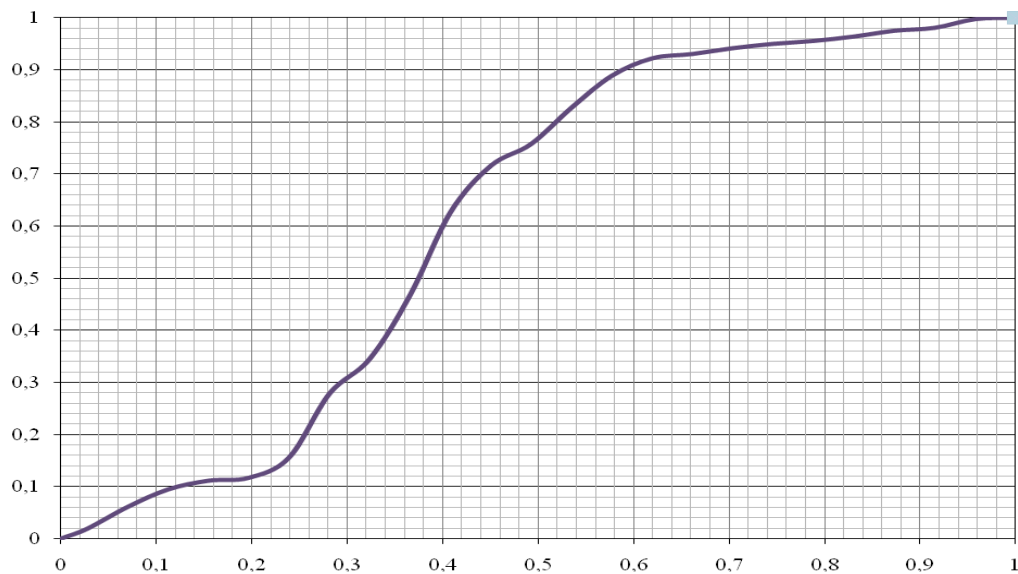
$$\Theta_{k,i} = \frac{t_{k,i}}{T_{K,k,i}} \quad (2)$$

gde su:

$\eta_{k,i}$  - ordinata bezdimenzionalne krive maksimalne kiše na  $k$ -toj pluviografskoj stanici  $i$ -te kalendarske godine,

$\Theta_{k,i}$  - apscisa bezdimenzionalne krive maksimalne kiše na  $k$ -toj pluviografskoj stanici  $i$ -te kalendarske godine.

Primer bezdimenzionalne sumarne krive maksimalne kiše na  $k$ -toj pluviografskoj stanici za  $i$ -tu (1962.) kalendarsku godinu dat je na slici 3.



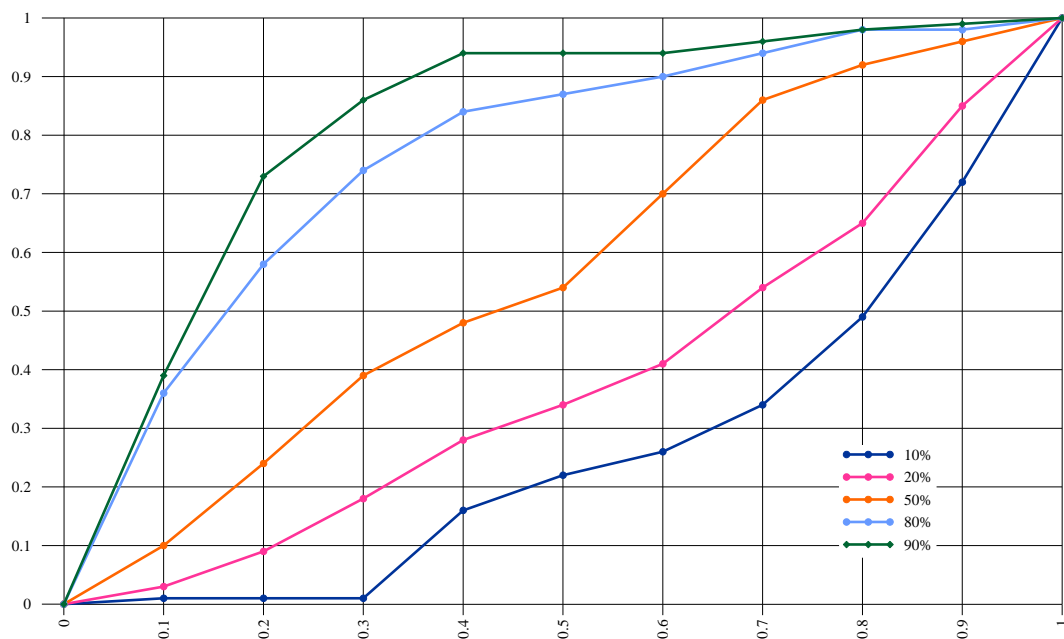
Slika 3. Bezdimezionalna sumarna kriva maksimalnih kiša 1962. godine

Bezdimezionalne sumarne krive maksimalnih kiša sračunate su za sve kišne epizode ( $i=1, \dots, N$ ) i sve pluviografske stanice ( $k=1, \dots, 30$ ). Korišćenjem svih ( $N$ ) serija bezdimezionalnih krivih maksimalnih kiša, primenom klasične probablističke procedure, za svako relativno trajanje ( $\theta=0.1, 0.2, \dots, 1.0$ ) sračunate su teorijske vrednosti bezdimezionalne funkcije prevazilaženja  $F(\eta, \theta)$ , sa bezimezionalnim slučajnim promenljivim ( $\eta, \tau$ ), primenom Pearson III zakona raspodele verovatnoće, a za verovarnoće pojave 10, 20, 50, 80 i 90%, po formuli:

$$F(\eta, \theta) = P(\hat{\eta} > \eta, \Theta > \theta) \quad (3)$$

Rezultati proračuna za k-tu pluviografsku stanicu prikazani su na slici 4.

Period 1957-2008

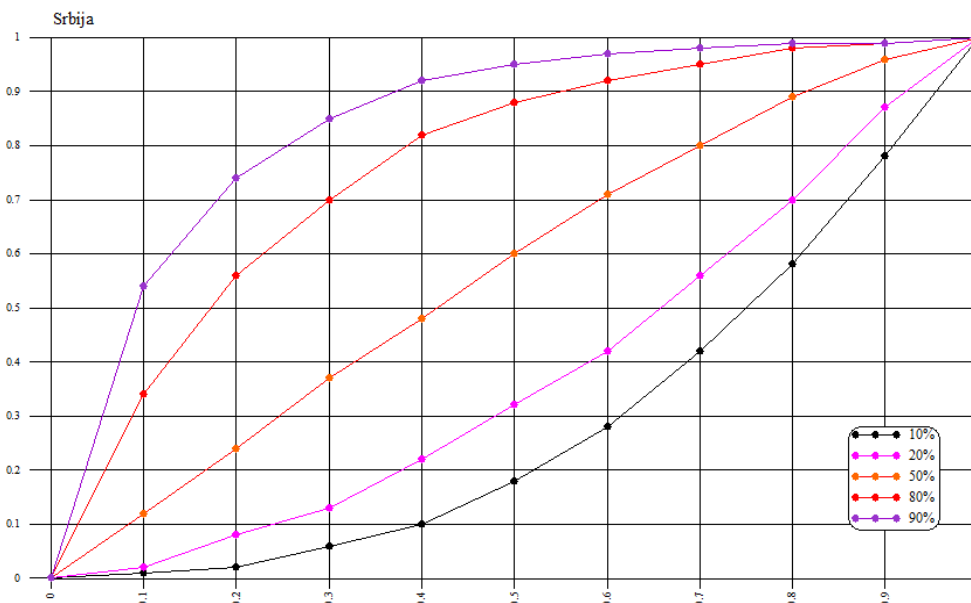


Slika 4. Bezdimezionalna funkcija prevazilaženja  $F(\eta, \theta)$  za različite verovatnoće

### 3 Generalizacija rezultata osnovnih obrada pluviografskih traka na teritoriji Srbije

Na osnovu rezultata osnovnih obrada za konstantne jednočasovne periode diskretizacije vremena izvršena je generalizacija rezultata za celu teritoriju Republike Srbije u smislu objedinjavanja svih podataka u jedan jedinstveni niz podataka. Na ovaj način svesno su zanemarene sve prostorne i vremenske neravnomernosti i heterogenosti koje se mogu pojaviti kod analiziranih karakteristika kiša jakog intenziteta na pojedinim lokalitetima.

Kao što je već rečeno, bezdimenzionalne sumarne krive maksimalnih kiša sračunate su za sve kišne epizode ( $i=1, \dots, N$ ) i sve pluviografske stanice ( $k=1, \dots, 30$ ). Korišćenjem svih ( $N$ ) serija bezdimenzionalnih krivih maksimalnih kiša, primenom klasične probablističke procedure, za svako relativno trajanje kiše ( $\theta=0,1; 0,2; \dots; 1,0$ ) sračunate su teorijske vrednosti (Pearson III zakon raspodele verovatnoća) za verovarnoe pojave 10, 20, 50, 80 i 90%. Na osnovu ovako definisanih bezdimenzionalnih sumarnih krivih maksimalnih kiša na svim pluviografskim stanicama sračunate su prosečne bezdimenzionalne sumarne krive za teritoriju Republike Srbije, kao i za njene administrativne celine, a za sve navedene verovatnoće pojave. Ovi rezultati prikazani su na slici 5.



Slika 5. Bezdimezionalna sumarna linija maksimalnih kiša za različite verovatnoće pojave za teritoriju Republike Srbije

Kao što se na slici vidi na teritoriji Republike Srbije ravnomerno su zastupljene kiše sa veoma izraženim intenzitetima na početku, odnosno na kraju trajanja kišne epizode, kao kišne epizode sa približno ravnomernim rasporedom intenziteta unutar ukupnog trajanja maksimalnih kiša.

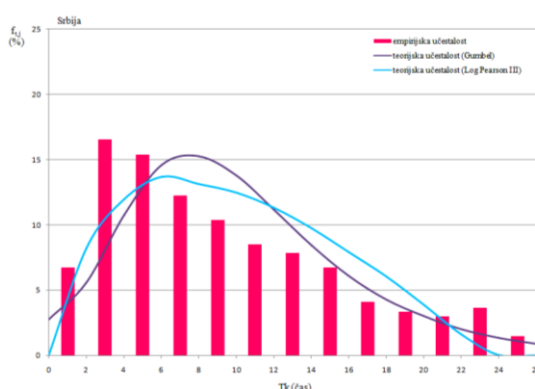
Sledeća karakteristika kiša jakog intenziteta bitna za hidrološku praksu je njihovo trajanje i učestalost različitih trajanja kiša jakog intenziteta -  $T_k$ . Neophodno je podvući da su najučestalija trajanja jakih kiša, znatno kraća od 24 časa, tzv. dnevnih kiša koje se registruju na kišomernim stanicama.

U cilju analize tih trajanja i učestalosti izvršena je probablistička analiza svih raspoloživih serija na svim razmatranima pluviografskim stanicama. U konkretnom

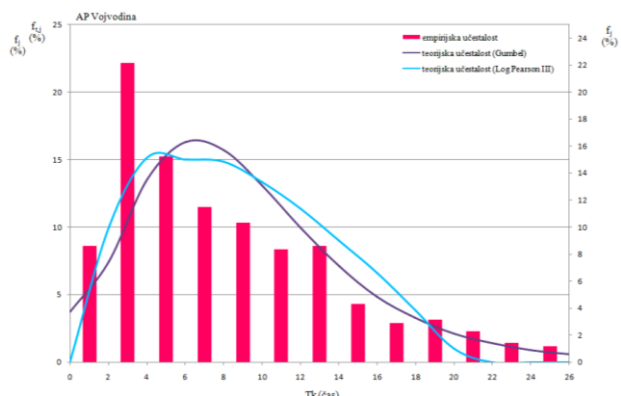
slučaju primenom teorijskih zakona raspodela verovatnoća: Log-Pearson III i Gumbel, sračunate su teorijske vrednosti trajanja jakih kiša za različite verovatnoće pojave  $p$ , za sve razmatrane pluviografske stanice  $k$  ( $1, 2, \dots, N$ ) –  $T_{k,p,K}$ , kao i odgovarajuće funkcije učestalosti –  $f_{t,K}$ . Rezultati proračuna teorijske funkcije raspodele i učestalosti trajanja jakih kiša, za sve razmatrane pluviografske stanice, preuzeti za teorijsku krivu koja je pokazala najbolje slaganje empirijskih i teorijskih verovatnoća, prikazane su u vidu krivih učestalosti i verovatnoće trajanja jakih kiša [5]. Na osnovu tih rezultata formirane su krive empirijske i teorijske učestalosti trajanja jakih kiša za celu teritoriju Republike Srbije, Vojvodinu i Kosovo i Metohiju, koje su prikazane na slikama od 6 – 8. Prosečne učestalosti trajanja kiša jakog intenziteta  $T_k$  (u časovima) date su u tabeli 1.

Tabela 1. Prikaz prosečne učestalosti trajanja kiša jakog intenziteta  $T_k$  (čas) u Srbiji i njenim administrativnim celinama

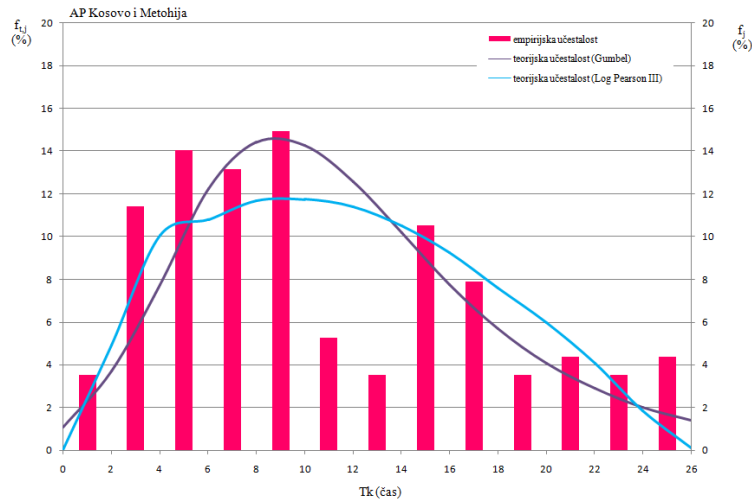
Trajanje kiše $T_k$ (časova)	Republika Srbija	Uža Srbija	AP Vojvodina	AP Kosovo i Metohija
0-2	6,7	6,4	8,6	3,5
2-4	16,5	14,9	22,1	11,4
4-6	15,4	15,6	15,2	14,0
6-8	12,3	12,4	11,5	13,2
8-10	10,4	9,8	10,3	14,9
10-12	8,5	9,0	8,3	5,3
12-14	7,8	8,1	8,6	3,5
14-16	6,7	7,2	4,3	10,5
16-18	4,1	4,1	2,9	7,9
18-20	3,4	3,4	3,2	3,5
20-22	3,0	3,1	2,3	4,4
22-24	3,7	4,6	1,4	3,5
24-26	1,5	1,3	1,1	4,4



Slika 6. Prikaz učestalosti verovatnoće trajanja jakih kiša u Srbiji

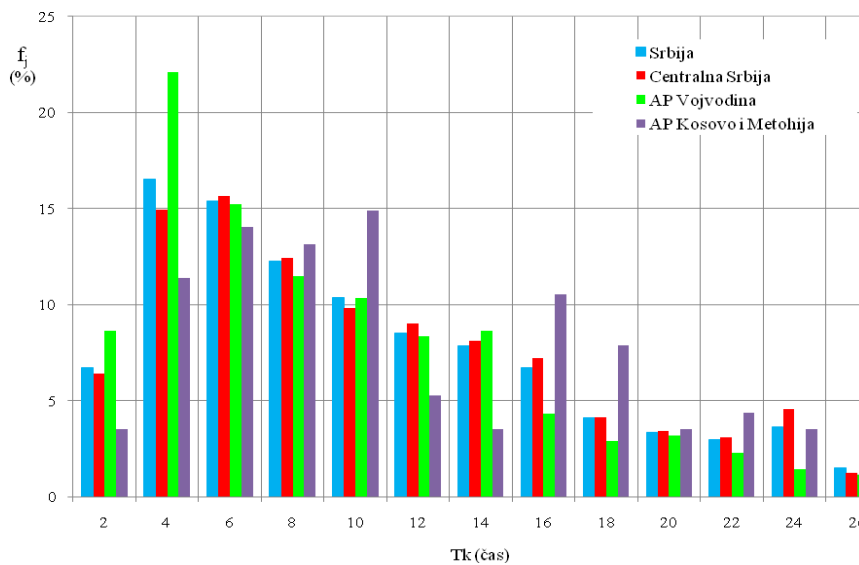


Slika 7. Prikaz učestalosti verovatnoće trajanja jakih kiša u AP Vojvodini



Slika 8. Prikaz učestalosti verovatnoće trajanja jakih kiša u AP Kosovo i Metohiji

Usporedni pregledi učestalosti verovatnoće trajanja jakih kiša za teritoriju Republike Srbije i njene administrativne jedinice prikazani su garfički na slici 9.



Slika 9. Usporedni pregled učestalosti verovatnoće trajanja jakih kiša za teritoriju Republike Srbije i njene administrativne jedinice

Kao što se iz tabele 1 i na grafiku 9 vidi najučestalije kišne epizode na teritoriji Srbije traju od 2 do 4 časa. Po teritoriji Republike Srbije ova slika se znatno menja. Tako na primer, u Vojvodini najčešća trajanja jakih kiša su od 2 do 4 časa, u Centralnoj Srbiji od 4 do 6, a na Kosovu i Metohiji od 8 do 10 časova.

Na osnovu prikazanih rezultata u tabeli 1 i na slikama od 6 do 9 definisani su opsezi najučestalijih trajanja jakih kiša na teritoriji Republike Srbije i na njenim administrativnim celinama, za različite verovatnoće. Ovi rezultati prikazani su u tabeli 2.



Tabela 2. Prikaz opsega trajanja najučestalijih jakih kiša po administrativnim celinama i za Republiku Srbiju

Verovatnoća	Opseg trajanja jakih kiša od- do u časovima			
	Republika Srbija	Uža Srbija	AP Vojvodina	AP Kosovo i Metohija
50 %	2,5 – 7,5	2,5 - 7,5	2,0 – 6,0	4,5 – 9,5
80 %	2,0 – 10,0	2,0 – 10,0	1,5 – 9,0	2,0 – 11,0
90 %	2,0 – 12,0	2,0 – 12,0	1,0 – 10,0	2,0 - 12,0

Na osnovu podataka prikazanih u tabeli 2 može se zaključiti da se rasponi ukupnog trajanja jakih kiša kreću u veoma uskim intervalima. Tako na primer sa verovatnoćom 50% može se tvrditi da se rasponi ukupnog trajanja jakih kiša kreću u dužinama od 4 časa u AP Vojvodina (od 2 do 6 časova), do 5 časova za ostala područja i to Centralna Srbija i Republike Srbija (od 2,5 do 7,5 časova), kao i na teritoriji AP Kosovo i Metohija (od 4,5 do 9,5 časova). Sa verovatnoćom od 80% može se zaključiti da se ovi rasponi kreću od 7,5 časova za teritoriju AP Vojvodine (od 1,5 do 9 časova), do 8 časova za celu teritoriju Republike Srbije i Centralnu Srbiju (od 2 do 10 časova), odnosno 9 za teritoriju AP Kosovo i Metohija (od 2 do 11 časova). Analogni rezultati ukazuju da se sa verovatnoćom od 90% može tvrditi da se rasponi ukupnog trajanja jakih kiša kreću u intervalu od 9 časova za teritoriju AP Vojvodine (od 1 do 20 časova), do 10 časova za ostale razmatrane teritorije i to Republika Srbija, Centralna Srbija i AP Kosovo i Metohija, od 2 do 12 časova.

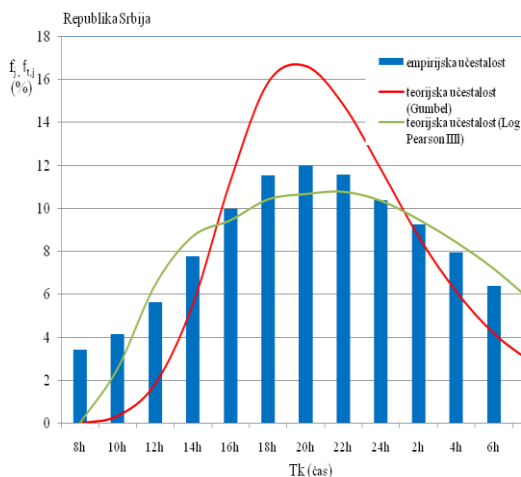
Verovatnoće pojave ukupnog trajanja kiša jakog intenziteta definisani su za sve razmatrane pluviografske stanice. Pregled osnovnih statističkih pokazatelja, kao što su prosečne i ekstremne vrednosti teorijskih trajanja, za celu teritoriju Republike Srbije i njene autonomne jedinice, dat je u tabeli 3.

Tabela 3. Prikaz osnovnih statističkih parametara serija trajanja kiša u časovima za teritoriju Republike Srbije i njene autonomne pokrajine

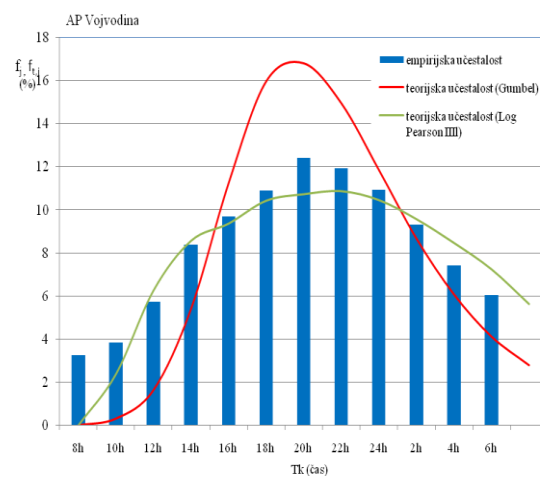
Teritorija	Statistika	Verovatnoća pojave p(%)								
		1	5	10	20	50	80	90	95	99
Republika Srbija	prosek	29,0	24,7	22,3	19,2	13,0	7,2	4,3	2,1	0,4
	minimum	24,2	21,6	18,7	15,3	9,5	4,4	2,3	0,0	0,0
	maksimum	32,7	28,5	25,5	22,0	16,4	10,5	7,4	5,0	2,3
Centralna Srbija	prosek	28,2	24,3	22,1	19,3	13,5	7,6	4,7	2,4	0,4
	minimum	24,2	21,6	18,7	15,3	9,5	4,6	2,3	0,7	0,0
	maksimum	31,0	28,0	25,5	22,0	16,4	10,5	7,4	5,0	2,3
Vojvodina	prosek	30,3	24,9	21,9	18,3	11,6	5,8	3,2	1,3	0,3
	minimum	28,1	22,6	19,8	16,4	9,7	4,4	2,4	0,0	0,0
	maksimum	31,6	26,9	24,8	21,6	14,2	7,4	4,7	3,0	1,1
Kosovo i Metohija	prosek	30,8	26,9	24,1	20,8	14,0	7,7	4,7	2,4	0,2
	minimum	29,9	25,9	23,4	20,6	12,2	5,3	3,0	1,6	0,0
	maksimum	32,7	28,5	25,4	21,0	15,0	9,4	6,5	3,9	0,6

Na osnovu podataka iz tabele 3 može se zaključiti da su najduža trajanja jakih kiša na teritoriji AP Kosovo i Metohija. AP Vojvodina, u poređenju sa Centralnom Srbijom, ima duža trajanja jakih kiša samo za događaje veoma retkih verovatnoća pojave (za povratne periode veće od 100 godina). U konkretnom slučaju, prema podacima registrovanim na pluviografskim stanicama za celu teritoriju Republike Srbije prosečno trajanje jakih kiša stogodišnjeg povratnog perioda iznosi 24,7 časova, s tim da najkraće registrovano stogodišnje trajanje iznosi 21,6, a najduže 28,5 časova. Situacija po administrativnim celinama je sledeća: u AP Kosovo i Metohija prosečno stogodišnje trajanje jakih kiša iznosi 26,9, najkraće 25,9, a najduže 28,5 časova, u AP Vojvodini prosečno stogodišnje trajanje jakih kiša iznosi 24,9, najkraće 22,6, a najduže 26,9 časova, a na teritoriji Centralne Srbije prosečno stogodišnje trajanje jakih kiša iznosi 24,3, najkraće 21,6, a najduže 28 časova.

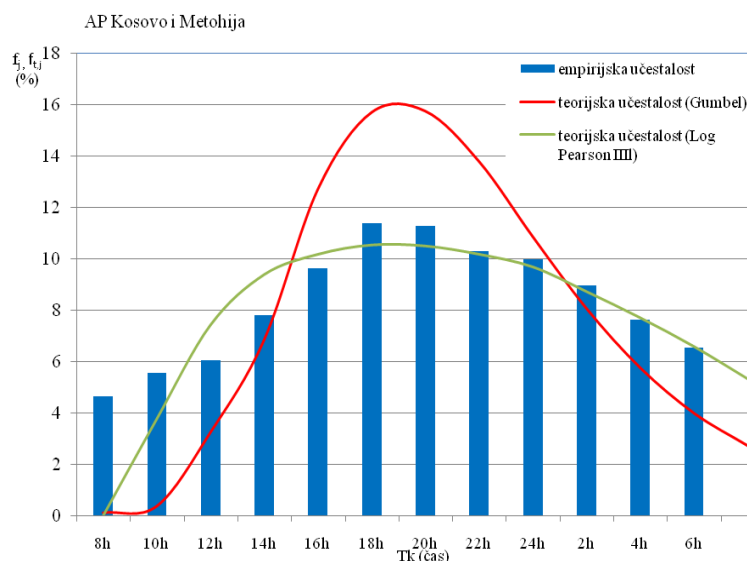
Jedna od veoma interesantnih karakteristika kiša jakog intenziteta za širu javnost je verovatnoća pojave jakih kiša u toku jednog dana, odnosno unutar 24-časa. U tu svrhu izvršena je analiza učestalosti i verovatnoće pojave kiša tokom dana, korišćenjem raspoloživih podataka o časovni vrednostima kiša registrovanih maksimalnih kišnih epizoda. Rezultati ovih analiza prikazani su u vidu tabelarnog pregleda učestalosti i verovatnoće pojave jakih kiša u određenom satu (tabela 4), kao i odgovarajućih grafičkih prikaza analizirane učestalosti. Analogno ovim analizama izvršen je i proračun učestalosti i verovatnoće pojave maksimalnog jednočasovnog inteziteta tokom trajanja maksimalnih kišnih epizoda. Kumulativni pregledi rezultata analize učestalosti verovatnoće pojave kiša jakog intenziteta tokom dana za celu teritoriju Srbije i njene autonomne pokrajine dati su na slikama 10-12.



Slika 10. Prikaz učestalosti verovatnoće pojave kiše jakog intenziteta tokom dana u Srbiji



Slika 11. Prikaz učestalosti verovatnoće pojave kiše jakog intenziteta tokom dana u AP Vojvodini



Slika 12. Prikaz učestalosti verovatnoće pojave kiše jakog intenziteta tokom dana u AP Kosovo i Metohija

Kvantitativni pokazatelji prosečne učestalosti pojave jakih kiša u toku dana za teritoriju Republike Srbije i njene autonomne pokrajine prikazani su u tabeli 4.

Tabela 4. Prikaz prosečne učestalosti pojave jakih kiša u toku dana u Srbiji i njenim administrativnim celinama

od-do (časova)	Republika Srbija	Uža Srbija	AP Vojvodina	AP Kosovo i Metohija
7-9	3,4	3,3	3,3	4,7
9-11	4,2	4,1	3,9	5,6
11-13	5,6	5,5	5,7	6,1
13-15	7,8	7,5	8,4	7,8
15-17	10,0	10,1	9,7	10,0
17-19	11,5	11,8	10,9	11,4
19-21	12,0	11,9	12,4	11,3
21-23	11,6	11,6	11,9	10,3
23-1	10,4	10,2	11,0	10,0
1-3	9,2	9,2	9,3	9,0
3-5	7,9	8,2	7,4	7,7
5-7	6,4	6,5	6,1	6,6

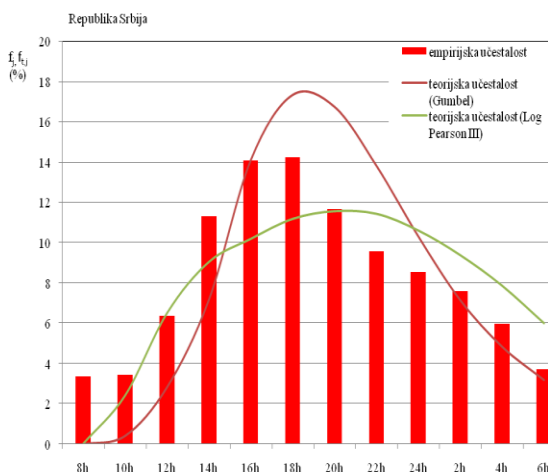
Na osnovu prikazanih rezultata u tabeli 4 i na slikama od 10 do 12 definisani su opsezi najučestalijih pojava jakih kiša u toku dana na teritoriji Republike Srbije i njenim administrativnim celinama, za različite verovatnoće. Ovi rezultati prikazani su u tabeli 5.

Tabela 5. Prikaz opsega pojave najučestalijih jakih kiša u toku dana po administrativnim celinama i za Republiku Srbiju

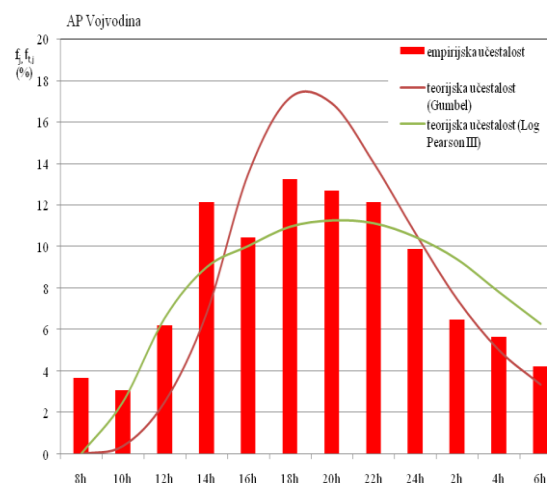
Verovatnoća	Opseg pojave jakih kiša u toku dana od- do u časovima			
	Republika Srbija	Uža Srbija	AP Vojvodina	AP Kosovo i Metohija
50 %	$16^{30} - 1^{00}$	$16^{30} - 1^{00}$	$16^{30} - 1^{00}$	$16^{00} - 24^{00}$
80 %	$12^{00} - 4^{00}$	$12^{00} - 4^{00}$	$12^{00} - 4^{00}$	$11^{00} - 4^{00}$
90 %	$10^{30} - 5^{30}$	$10^{30} - 5^{30}$	$10^{30} - 5^{30}$	$9^{30} - 5^{30}$

Za razliku od ukupnog trajanja kiše, dužine opsega moguće pojave kiše jakog intenziteta u toku dana na teritoriji Republike Srbije su znatno veće i veoma su ujednačene. Tako na primer sa verovatnoćom 50% može se tvrditi da dužina raspona moguće pojave kiše u toku dana za teritoriju Republike Srbije, zatim Centralnu Srbiju i Vojvodinu iznosi 8,5 časova (od 16:30 do 1:00), a za AP Kosovo i Metohiju iznosi samo 8 časova (od 16:00 do 24:00). Sa verovatnoćom od 80% može se zaključiti da ovaj raspon iznosi 16 časova za celu teritoriju Republike Srbije, Centralnu Srbiju i Vojvodinu (od 12:00 do 4:00), odnosno 17 časova za AP Kosovo i Metohija (od 11:00 do 4:00). Analogni rezultati ukazuju da se sa verovatnoćom od 90% može tvrditi da se rasponi moguće pojave jakih kiša kreću u intervalu od 19 časova za teritoriju Republike Srbije, Centralnu Srbiju i AP Vojvodinu (od 10:30 do 5:30), a za AP Kosovo i Metohiju 20 časova (od 9:30 do 5:30).

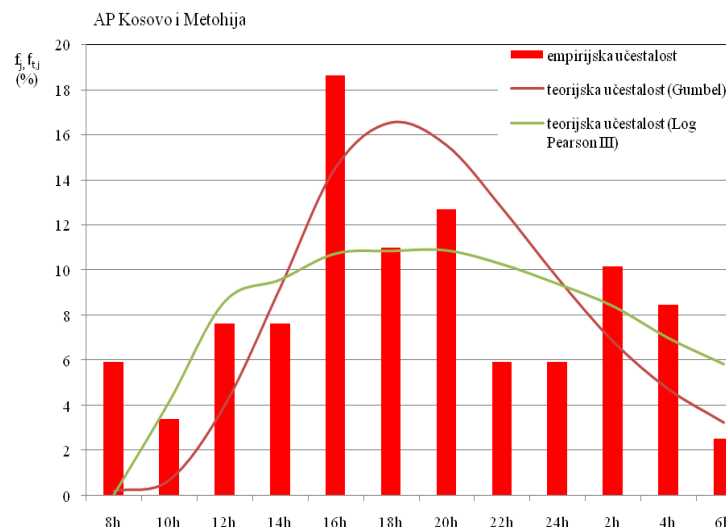
Analogni kumulativni pregledi rezultata analize učestalosti verovatnoće pojave maksimalnih jednočasovnih intenziteta u toku dana za celu teritoriju Srbije i njene autonomne pokrajine dati su na slikama od 13-15.



Slika 13. Prikaz učestalosti verovatnoće pojave maksimalnog jednočasovnog intenziteta kiše tokom dana u Srbiji



Slika 14. Prikaz učestalosti verovatnoće pojave maksimalnog jednočasovnog intenziteta kiše tokom dana u AP Vojvodini



Slika 15. Prikaz učestalosti verovatnoće pojave maksimalnog jednočasovnog intenziteta kiše tokom dana na Kosovu i Metohiji

Kvantitativni pokazatelji rezultata proračuna učestalosti pojave maksimalnih jednočasovnih intenziteta u toku dana na teritoriji Republike Srbije i njenim administrativnim celinama prikazani su u tabeli 6.

Tabela 6. Prikaz prosečne učestalosti pojave maksimalnih jednočasovnih intenziteta u toku dana na teritoriji Republike Srbije i njenim administrativnim celinama

od–do (časo-va)	Republika Srbija	Uža Srbija	AP Vojvodina	AP Kosovo i Metohija
7-9	3,4	2,9	3,7	5,9
9-11	3,4	3,6	3,1	3,4
11-13	6,4	6,3	6,2	7,6
13-15	11,3	11,5	12,2	7,6
15-17	14,1	15,0	10,4	18,6
17-19	14,3	15,1	13,3	11,0
19-21	11,7	11,2	12,7	12,7
21-23	9,6	9,0	12,2	5,9
23-1	8,6	8,4	9,9	5,9
1-3	7,6	7,7	6,5	10,2
3-5	6,0	5,8	5,7	8,5
5-7	3,7	3,4	4,2	2,5

Na osnovu prikazanih rezultata u tabeli 6, kao i na slikama od 13 do 15 definisani su opsezi najučestalijih pojava maksimalnih jednočasovnih intenziteta jakih kiša u toku dana na teritoriji Republike Srbije i na njenim administrativnim celinama, za različite verovatnoće. Ovi rezultati prikazani su u tabeli 7.

Tab 7. Prikaz opsega pojave maksimalnih jednočasovnih intenziteta jakih kiša u toku dana po administrativnim celinama i za Republiku Srbiju

Verovatnoća	Opseg pojave maksimalnih jednočasovnih intenziteta jakih kiša u toku dana od- do u časovima			
	Republika Srbija	Uža Srbija	AP Vojvodina	AP Kosovo i Metohija
50 %	14 <sup>00</sup> – 22 <sup>00</sup>	14 <sup>00</sup> – 22 <sup>00</sup>	16 <sup>00</sup> – 24 <sup>00</sup>	14 <sup>00</sup> – 22 <sup>00</sup>
80 %	12 <sup>30</sup> – 2 <sup>30</sup>	12 <sup>30</sup> – 2 <sup>30</sup>	12 <sup>30</sup> – 2 <sup>30</sup>	12 <sup>30</sup> – 5 <sup>00</sup>
90 %	10 <sup>00</sup> – 5 <sup>00</sup>	10 <sup>00</sup> – 5 <sup>00</sup>	10 <sup>00</sup> – 5 <sup>00</sup>	10 <sup>00</sup> – 5 <sup>00</sup>

Generalno se može reći da su dužine opsega pojave maksimalnih jednočasovnih intenziteta u toku dana na teritoriji Republike Srbije veoma slični dužinama opsega moguće pojave jakih kiša i da su, takođe, veoma ujednačeni po prostoru. Tako na primer sa verovatnoćom 50% može se tvrditi da dužina raspona moguće pojave maksimalnih jednočasovnih intenziteta jakih kiša u toku dana za celu teritoriju Republike Srbije iznosi 8 časova, s tim što se vremena pojave menjaju. Tako se za teritoriju Republike Srbije, zatim Centralnu Srbiju i AP Kosovo i Metohiju mogućnost pojave maksimalnih jednočasovnih intenziteta kreće od 14:00 do 22:00, a za teritoriju AP Kosovo i Metohiju u periodu od 16:00 do 24:00. Sa verovatnoćom od 80% može se zaključiti da ovi rasponi iznose 14 časova za celu teritoriju Republike Srbije, Centralnu Srbiju i Vojvodinu (od 12:00 do 4:00), odnosno 16,5 sati za AP Kosovo i Metohiju (od 12:30 do 5:00). Analogni rezultati ukazuju da se sa verovatnoćom od 90% može tvrditi da raspon moguće pojave maksimalnih jednočasovnih intenziteta jakih kiša za celu teritoriju Republike Srbije iznosi 19 časova (od 10:00 do 5:00).

## 4 Zaključak

U radu su definisana trajanja kiša jakog intenziteta, zatim verovatnoća pojave jakog intenziteta u toku dana (24 časa) kao i verovatnoća pojave maksimalnih jednočasovnih intenziteta u toku 24 časa. Definisani su opsezi (vremenski intervali) kada će se analizirane karakteristike jakih kiša javiti i sa kojim verovatnoćama. Sve ove analize rađene su za sve postojeće pluviografske stanice koje su u nadležnosti Republičkog hidrometeorološkog zavoda Srbije.

## Zahvalnost

Istraživanje predstavljeno u ovom radu je sprovedeno za potrebe naučnog projekta: „Ocena uticaja klimatskih promena na vodne resurse Srbije“, koji je finansiralo Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (TR-37005) za period 2011-2014.

## Literatura

1. Janković D., (1994), *Karakteristike jakih kiša na teritoriji Srbije*, Građevinski kalendar, Beograd.
2. Petković T., (1976): *Određivanje računskih karakteristika kiša*, Savetovanje o hidrologiji malih slivova;JDH, Budva.
3. Prohaska S., Vesna Ristić V., (2002): *Hidrologija kroz teoriju i praksu*, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko- geološki fakultet, Beograd.
4. Prohaska S., (2003): *Hidrologija I deo*, Rudarsko-geološki fakultet, Institut "Jaroslav Černi", Republički hidrometeorološki zavod, Beograd.
5. Prohaska S., Kioprivica A., Bartoš Divac V., Ilić A., Četović S., Đukić D., Kapor B., (2012): *GIS prezentacija hidrometeoroloških parametara bitnih za zštitu voda*, 41. Konferencija o aktuelnim problemima korišćenja i zaštite voda VODA 2012, Divčibare.