

Мирослав ОЦОКОЉИЋ*

ИСТОРИЈСКЕ МАКСИМАЛНЕ ПАДАВИНЕ У БЕОГРАДУ И ЊИХОВ УРБАНИ АСПЕКТ

Извод: У раду су проучене максималне дневне падавине у Београду у периоду за последњих 100 година са аспекта њихове меродавности и примене у процесу даље урбанизације града, имајући у виду хетерогену рељефну структуру ужег градског подручја. Закључено је да се историјске максималне дневне падавине у Београду нису појавиле у инструменталном периоду, па садашњи низ не може да буде меродаван за добијање поузданих вероватних максималних падавина, из чега следи закључак да је нужно користити податке са других станица из ближег окружења.

Кључне речи: падавине, историја, низови, меродавност

Увод

У изучавању плувиометријских режима, посебно место заузимају екстремне вредности које се испољавају у виду јаких киша чије су последице поплаве. По својој јачини и штетном дејству, јаки пљускови се убрајају у елементарне непогоде. Максималне падавине се најчешће везују за временску јединицу, сат или минут; међутим, изучавају се још дводневне и тродневне максималне падавине које узрокују поплаве ширих размера, а у оквиру тога, израчунавају се интензитети падавина, па се анализирају 5-минутне, 10-минутне, 20-минутне, 30-минутне пљусковите падавине. У нашем случају проучене су максималне дневне падавине трајања 24 часа које се у Београду мере од 1888. године. Највећа вредност од 94,0 mm осмотрена је 14.06.1994. и 92,4 mm, 15.07. 1890. године. За њима дођу 1951. са 88,4 mm и 1926. са 87,5 mm. У 10 година су забележене максималне падавине веће од 70,0 mm, а у преко 20 година те вредности су биле ниже од 30,0 mm. Изразито велике дневне падавине су биле у првој половини овог века, тј. до 1950. године. У периоду 1951-1987,

* др Мирослав Оцокољић, виши научни сарадник, Географски институт „Јован Цвијић” САНУ, Београд

само су три године са максималним падавинама већим од 70 mm, 1967. са 84,8 mm, 1985. (75,6 mm), 1971 (72,6 mm). Како су у последње две до три деценије релативно највеће, односно то је навлажнији период, произилази да се јаки пљускови чешће јављају у сушнијим периодима (већа загревања), па имајући у виду то, у наступајућем сушнијем периоду, после 1982. године, могли бисмо да очекујемо већи број дана са максималним вредностима изнад 80 или чак 100 mm.

Вероватноћа максималних дневних падавина

У изучавању режима падавина и решавању бројних водопривредних проблема, на пример код пројектовања отвора канализације, изградње насипа, одбране од поплава, увек се анализирају максималне падавине применом рачуна вероватноће. Ово се чини из разлога што су осмотрени низови кратки, у њима се најчешће не налазе историјске максималне падавине или оне падавине које се ретко јављају, на пример, једном у 100 и више година. Коришћењем краћих низова и неке од метода статистичке расподеле, осмотрени подаци се екстраполирају до највеће вредности, па се утврђују 50-годишње, 100-годишње или 150-годишње падавине. Ово правило важи и за станице које имају дуге низове осматрања уколико се и на њима нису појавиле историјске вредности. За случај Београда, вероватноћа падавина је обрађивана углавном у послератном периоду, где су поред дневних, обухваћене падавине за часове и минуте, обрадом интензитета, што се могло постићи захваљујући непрекидном регистравању падавина помоћу омбрографа после 1950. године. Коришћењем података о максималним дневним падавинама у 100-годишњем периоду (РХМЗ, 1989), урађена је вероватноћа дневних падавина, применом Log-Pearson III расподеле која је показала најбоље прилагођавање осмотреном материјалу. Статистичким прорачунима, добијене су средње максималне дневне падавине од 42,7 mm са природним вредностима коефицијента варијације од 0,40 и коефицијента асиметрије од $C_s=1,14$. Анализом киша јаког интензитета (Скица 1) добијене су вероватне максималне дневне падавине за 2, 10, 50, 100 и 500 година (Табела 1).

Таб. 1 - Вероватноћа максималних дневних падавина у Београду
Table 1 - Possibility of maximum daily precipitations in Belgrade

Вероватноћа	Године	mm
0.5%	500	120
1%	100	107
2%	50	94
10%	10	65
50%	2	38

Ск. 1- Крива вероватноће максималних дневних падавина у Београду
(Log Pearson расподела)
Fig. 1 – Possibility curve of maximum daily precipitations in Belgrade
(Log Pearson Distribution)

Резултати показују да је досадашња највећа дневна сума од 94,0 mm приближно 50-годишња вредност (2%), међутим, 100-годишње и падавине ређе учесталости појава још се нису појавиле у Београду иако је прошло 100 година непрекидних осматрања и мерења. Не само што се нису појавиле кише ређе учесталости појава, него се још нису појавиле ни историјске максималне падавине, какав је случај са неким другим кишомерним станицама у Србији. Под појмом историјске максималне падавине подразумевамо знатно већу вредност од до сада појављених максималних падавина, обично је то 1,5, 2,0, 3,0 и више пута већа количина падавина. Ако је то у Београду 94,0 mm, онда би историјска била негде између 150 и 200 mm. Када би се она уврстила у рачун вероватноће, вероватне максималне падавине биле би веће него што су приказане у Табели 1. Произлази да вероватноће нису увек мерило стварних максималних падавина, већ само једна оријентација у заштити од штетног деловања атмосферских вода. Да је то тако, показују регионалне анализе осматрених падавина у Србији. Када се упореде подаци м.с. Београд са другим падавинским станицама, резултати говоре да су максималне дневне количине у Београду доста ниске, на пример, дневни максимум је у Смедеревској Паланци 129,3 mm, Сењском Руднику 147,1 mm, Таору (Доњем) 187, 7 mm, Лајковцу 170,4 mm, Лазаревцу 173,6 mm, Сурчину 168,4 mm, или у Раковом Долу (слив Власине), када 1988. године била катастрофална поплава Власотинца од чак 220 mm (Табела 2).

Имајући у виду да је Република Србија једно хомогено географско подручје када су у питању појаве киша јаког интензитета проузрокованих од познатих облика кумулонимбуса, стационарног стања и великог вертикалног развоја, сигурно је да и у Београду треба очекивати јаке пљусковите кише чија би вредност могла да буде далеко већа од оних које су осматрене или добијене по рачуну вероватноће (Табела 1). Стогодишње падавине су 107 mm, а петстогодишње 120 mm. Према томе, закључак би могао да следи: историјске максималне дневне падавине за последњих 100 година у Београду се нису појавиле; оне се могу очекивати у наредним периодима, а судећи по већ сада осматреним вредностима у појединим местима Србије, сигурно је да би та количина могла да достигне бројку од преко 150 mm или чак 200 mm. Ово се свакако односи на уже подручје града где се налази м.с. Београд у којем је хетерогена рељефна конфигурација са урбанизованом средином којом су некада текли потоци и речице, па се рачуна да ће коефицијент отицања у таквим срединама бити јединица. Садашња изграђена кишна канализација је недовољна да прими ни 10-годишње јаке кише (65 mm), па није тешко закључити какве би град све последице доживео са по-

јавом не само кише од 120 mm, него и 150 mm. Ова се научна чињеница мора имати у виду приликом доношења будућих планова развоја Београда са новим пројектима евакуације сувишних атмосферских вода, нарочито у нижим деловима града, поред Саве и Дунава.

Таб. 2 - Осмотрене највеће максималне дневне падавине у неким местима Србије

Table 2 – Observed highest maximum daily precipitations in some places in Serbia

Станица	mm
Смедеревска Паланка	129.3
Сењски Рудник	147.1
Гоч	141.0
Азања	130.9
Велика Крсна	136.5
Грошница	136.8
Крива Феја	129.5
Таор-доњи	187.2
Сурчин	168.4
Брежђе	136.1
Мратишић	145.5
Лајковац	170.4
Лазаревац	173.6
Раков Дол	220.0

Вероватноће максималних падавина у Сурчину

Метеоролошка станица Сурчин основана је 1967. године, на којој се, уз друге елементе, детаљно мере и осматрају и падавине. Од интереса је било упоредити податке ове станице са Београдом, с обзиром да је раздаљина између њих 30 km. У 30-годишњем периоду, највећа осмотрена дневна висина је 168,4 mm која се појавила 28.08.1985. године и за 2,05 пута је већа од претходне појављене максималне дневне количине од 82,0 mm (4.07.1987), а за 1,8 пута већа од исте максималне вредности у Београду (94,0 mm). И за м.с. Сурчин израчунате су вероватне максималне падавине применом Log Pearson III расподеле која је исто тако показала најбоље прилагођавање осмотреним подацима са вредностима $C_v=0,61$, $C_s=2,07$ и $P_0=44,2$. На овај начин добијена је стогодишња максимална висина дневних падавина од 210 mm, 50-годишња од 140 mm, 20-годишња од 95 mm и 10-годишња од 67,0 mm (Табела 3).

Види се да су вредности неупоредиво веће у Сурчину него у Београду у којем је обрађен 100-годишњи низ. Стогодишња макси-

мална дневна падавина већа је за два пута у Сурчину него у Београду, а 50-годишња за 1,5 пут. Закључак би овде могао да следи да је, када су у питању екстремн падавина, исправније користити падавине м.с. Сурчин него Београда што важи и за многа друга места у Републици у којима се још нису појавиле историјске максималне падавине. Да би се званично потврдило о којим се срединама ради, нужно је сачинити регионалну студију појављених максималних дневних падавина у Србији која би, осим научне, имала и велику практичну примену. Уз то, када је реч о неповољном деловању атмосферских вода и њима проузрокованим поплавама, неопходно је проучити и ефекат рељефа који може да повећава ово неповољно дејство својом енергијом, какав је случај код Београда који је вододелницом која иде од Калемегдана, Булеваром Револуције, Црвеним Крстом и даље до Звездаре подељен на два дела, дунавски и савски, па ће најбржа концентрација великих вода бити у најнижим деловима, пред Саве и Дунава.

Таб. 3. Вероватноћа максималних дневних падавина у Београду и Сурчину (mm)

Table 3 – Possibility of maximum daily precipitations in Belgrade and Sur-in (mm)

Вероватноћа	1%	2%	5%	10%
Београд	107,0	94,0	80,0	65,0
Сурчин	210,0	140,0	95,0	67,0

У погледу других истраживања интензитета јаких киша за краће периоде, на пример, за часове и минуте, постоји више расправа које разматрају ову научну проблематику. Аутори Зеленхасић Е. и Бугариновић Н. (1979) проучили су вероватне максималне кише за Београд за период 1951-1977. Издвојене су падавине за временске јединице од 10 до 50 минута, 1, 2, 6 и 24 часа, као и дводневне и тродневне падавине. Када се једнодневне падавине упореде са раније одређеним за Београд, добијају се мале разлике; у првом случају падавине су 113 mm, а у другом 107 mm. Према подацима за Неготин, 100-годишње једнодневне падавине су 180 mm, а за Београд, као што је речено, само 107 mm. И овом приликом треба истаћи да су и Београд и Неготин у једном истом плувиометријском режиму, па се и овде потврђује правило да се историјске максималне падавине у инструменталном периоду у Београду нису појавиле. Може се још истаћи да оне у Београду буду веће него у другим местима јер је у питању велико урбано подручје са јаким загревањем, па су услови веома повољни за развој облака великог вертикалног развоја.

Најчешћи датуми појаве максималних падавина

Осим проучавања режима падавина, пре свега њихове количине и распореда, у климатологији се проучавају и датуми појаве јаких киша. Познато је да је њихово штетно деловање највеће у вегетационом периоду, када се пољопривреди наносе највеће штете. Јаке кише могу да захвате један шири регион, па је осим просторног распореда, значајно проучити и у којем се делу године оне јављају. На овај начин се могу давати упозорења о појави поплава када треба спасавати људство и имовину. Кише јаког интензитета, осим за кумулонимбусе локалног развоја, могу да се појаве и уз фронталне кише, при чему неке путање циклона у томе имају посебан значај. Користећи датуме појаве максималних дневних падавина, урађена је статистика појављивања по месецима и пентадама за проучавани период, па се за београдско подручје може рећи да се дневни максимуми најчешће јављају у пролеће и лето, из чега произилази да су пљусковитог карактера (Табела 4).

Таб. 4. Најчешћи датуми појављивања максималних дневних падавина у Београду

Table 4 – Most frequent dates of maximum daily precipitations occurrence in Belgrade

м.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
б.д.	0	1	2	11	16	14	13	14	12	5	6	1

Ретко се појаве у зиму, свега два случаја, док је пролећни месец мај са највише појава (16), затим су то јуни и август са по 14 дана, септембар са 12, април са 11. Изузетно максималне падавине, њих преко 10 по величини (од 70-92 mm) осмотрене су: 15.VII, 22.IV, 5. VI, 10.VIII, 21.V, 30.IV, 4. IX, 12.IX, 3.VI, 31.VII. Осим за месеце, време појављивања екстремних падавина посматрана је и по пентадама којих је било укупно 73 у години. Овим прилазом долазимо до прецизнијих података о датумима појаве изузетно јаких киша, што је са аспекта давања прогноза и упозорења веома битно.

Према резултатима са Скице 2, највећи број дана са максималним дневним падавинама је у 32 пентади године (156-160 дани), или од 5.VI-9.VI, затим су то пентаде од 141-145 дана, 146-150, 186-190, 226-230 дана у години. Према подацима са исте скице, постоји одређено груписање тачака током године, најчешће између 120-160 дана у години, затим између 180-200 дана и од 220-250-ог дана (19.VII-23.VII) само по један случај, док је у јесен то период од 260-280-ог дана, такође са по једном појавом. Чешће максималне падавине се Још јављају између 106-110 дана, 136-140, 151-155, 191-195-ог дана.

Ск. 2- Датуми појављивања максималних дневних падавина у Београду -
Врачар за пентоде у периоду 1889-1986. год.
Sk. 2 - Dates appearing of the maximal daily percipitation at Belgrade

Општи закључак

Београд као велико урбано подручје, посебно његово уже градско језгро, изложено је дејству многих елементарних непогода, међу којима јаке пљусковите кише заузимају посебно место. Њихово штетно деловање поспешено је рељефом града кога чине две основне целине: алувијалне равни поред Дунава и Саве просечне висине од 75-80 m и шумадијско побрђе са издуженим косама, повијама,

брдима и брежуљцима, просечне висине око 200 m. Анализим киша јаког интензитета на ужем подручју града дошло се до закључка да се историјске максималне дневне падавине нису појавиле у инструменталном периоду, осмотрене вредности су доста ниже у односу на падавине других места у околини или Републици Србији. Стога није тешко закључити какве би град доживео штете појавом једне јаке кише од, на пример, 150 или чак 200 mm. Ова се научна чињеница мора да има у виду приликом доношења будућих планова развоја Београда са новим пројектима евакуације сувишних атмосферских вода, нарочито у нижим деловима града, поред Саве и Дунава.

Литература

- Ракичевић, Т. (1983): *Секуларне промене климе Београда*, Гласник СГД, св. LXIII/2, Београд;
- РХМЗ (1989): *Резултати осматрања метеоролошке опсерваторије у Београду у периоду 1887-1986*, Београд;
- Зеленхасић, Е., Бугариновић, Н. (1979): *Учесталост висина падавина у Србији*, Водопривреда, бр. 62, Београд;
- СХМЗ (1985): *Метеоролошки годишњаци у периоду 1951-1985*, Београд.

Summary

Miroslav OSOKOLJIC

MAXIMUM HISTORICAL PRECIPITATIONS IN BELGRADE AND THEIR URBAN ASPECT

Bearing in mind the exact relief structure of the proper city area, maximum daily precipitations in Belgrade in the course of the last century are analysed in the paper from the point of view of their validation and implementation in further urbanization of the town. As a large urban area, Belgrade is exposed to the influence of many natural disasters among which heavy rainfalls occupy a special place. The town relief composed of the following two basic entities speeds up their harmful effect: alluvial plains along the Danube and Sava rivers of the average 75-80 cm height, and the hillsides of [umadija with slopes, hills, and hillocks of the average 200 m. approximate height. The analysis of high intensity rainfalls in the proper town area leads to the conclusion that maximum historical daily precipitations were not recorded in the course of the instrumental period in spite of the 100 yearlong never-ending observations and measurements. The observed values are significantly lower in comparison with the values of precipitations in other nearby places or in the Republic of

Serbia. Therefore, it would not be difficult to imagine what damage the heavy rainfalls of 150 or even 200 mm. could produce. This piece of scientific evidence should be borne in mind in the elaboration of the plans for future development of Belgrade and the new projects for evacuation of surplus atmospheric waters, especially in the lower parts of the town besides the Sava and Danube rivers. The conclusion is that the present set of values cannot be taken as a valid source of information on the reliable and credible maximum precipitations and that data from other stations in the closer vicinity should necessarily be used.