

ИСТОРИЈСКЕ МАКСИМАЛНЕ ПАДАВИНЕ У БЕОГРАДУ И ЊИХОВ УРБАНИ АСПЕКТ

Сажетак: 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 Кључне речи: падавине, максималне, интензитет, вероватноћа, урбанизација

Abstract: The historical maximal daily precipitations are discussed in this paper. A period of 100 years of Belgrade observations of the maximal daily precipitations is analysed. The conclusion is that the historical daily precipitations are not yet appeared in the instrumental period, and the range of 100 years of observations can't be used for examination of probability of daily maximal precipitations.

Key words: precipitations, maximum, intensity, possibility, urbanization

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, 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 највлажнији период, произилази да се јаки пљускови чешће јављају у сушнијим периодима (већа загревања), па имајући у виду то, у наступајућем сушнијем

* Др Мирослав Оцокољић, Географски институт "Јован Цвијић", САНУ (у пензији)

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 и 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 регистровању 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 $C_v=0,40$ и коефицијента асиметрије од $C_s=1,14$. Анализом киша јаког интензитета, добије су вероватне максималне дневне падавине за 2, 10, 50, 100 и 500 година (Табела 1).

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.

Табела 1. Вероватноћа максималних дневних падавина у Београду

| вероватноћа | године | mm |
|-------------|--------|-----|
| 0,5% | 500 | 120 |
| 1% | 100 | 107 |
| 2% | 50 | 94 |
| 10% | 10 | 65 |
| 50% | 2 | 38 |

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. Произилази 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 осмотрених 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 Дољу (слив Власине), када је 1988. године била катастрофална поплава Власотинца од чак 220 mm (Табела 2).

Табела 2. Осмотрене највеће максималне падавине у неким местима Србије

| Станица | mm | Станица | mm |
|---------------------|-------|-----------|-------|
| Смедеревска Паланка | 129,3 | Таор-доњи | 187,2 |
| Сењски Рудник | 147,1 | Сурчин | 168,4 |
| Гоч | 141,0 | Брежђе | 136,1 |
| Азања | 130,9 | Мратишић | 145,5 |
| Велика Крсна | 136,5 | Лајковац | 170,4 |
| Грошница | 136,8 | Лазаревац | 173,6 |
| Крива Феја | 129,5 | Раков Дол | 220,0 |

Имајући у виду да је република Србија једно хомогено географско подручје када су у питању појаве киша јаког интензитета проузрокованих од познатих облака 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 осмотрене 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 судећим по већ сада осмотреним 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 некад 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 појавом 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.

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 максимална дневна падавина већа је за два пута у Сурчину него у Београду, а 50-годишња за 1,5 пут.

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

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

Закључак би овде могао да следи да је, када су у питању екстреми 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, Кнез Михајловом, Булеваром Краља Александра, Црвеним Крстом и даље до Звездаре подељен на два дела, дунавски и савски, па ће најбржа концентрација великих вода бити у најнижим деловима, поред Саве и Дунава.

У погледу других истраживања интензитета 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 рачено, 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 могу да 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 кумулонибусе 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 плјусковитог карактера (Табела 4).

Табела 4. Најчешћи датуми појављивања максималних дневних падавина у Београду

| Месец | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
|-----------|---|----|-----|----|----|----|-----|------|----|---|----|-----|
| Број дана | 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 истраживања, 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 тим истим резултатима, постоји одређено груписање појава јаких киша 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.

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: алувијане 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. Анализом киша јаког интензитета на ужем подручју град 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

- Ракићевић, Т. (1983). Секуларне промене климе Београда. *Гласник Српског географског друштва*, 63(2)
- *** (1989). *Резултати осматрања метеоролошке опсерваторије у Београду у периоду 1887-1986*. Београд: Републички хидрометеоролошки завод Србије.
- *** (1985). *Метеоролошки годишњаци у периоду 1951-1985*. Београд: Савезни хидрометеоролошки завод
- Зеленхасић, Е. и Бугариниовић, Н. (1979). Учесталост висина падавина у Србији. *Водопривреда*, бр. 62

MIROSLAV OCOKOLJIC

S u m m a r y

THE HISTORICAL MAXIMAL PRECIPITATIONS IN BELGRADE AND THEIR URBAN ASPECT

The historical maximal daily precipitations are discussed in this paper. A period of 100 years of Belgrade observations of the maximal daily precipitations is analyzed. The conclusion is that the historical daily precipitations are not yet appeared in the instrumental period, and the range of 100 years of observations can't be used for examination of probability of daily maximal precipitations.