

ГОРАН АНЂЕЛКОВИЋ
НЕНАД ЖИВКОВИЋ*

ПАДАВИНЕ КАО НЕПОВОЉНА КЛИМАТСКА ПОЈАВА У НЕГОТИНУ

Садржај: Климатологија се традиционално везује за најчешће појављивана стања атмосфере. Међутим, многи догађаји се појављују само повремено у времену и простору. Они носе придев екстремних. Данас је постало важно да се за сваку географску област проуче екстремни догађаји. У овом раду испитан је један сегмент екстремних климатских услова у Источној Србији - неповољне карактеристике падавина. Анализирани су падачи за Неготин, који је представник климе те области. Узето је да екстремне вредности падавина у једном месту представљају опасну појаву. Израчунати су прагови изнад којих дневну количину падавина сматрамо опасном појавом, затим прагови за опасне дужине кишних и сушних периода.

Кључне речи: екстремне појаве, неповољни догађаји, Неготин, опасне падавине, прагови.

Abstract: Climatology is traditionally connected to different conditions of the atmosphere. However, many occurrences appear from time to time. Those occurrences are defined as extreme. Nowadays it is important to study extreme occurrences for every geographical area. In this paper we have investigated one segment of extreme climatic conditions in Eastern part of Serbia - adverse characteristics of precipitation. Data for Negotin were analyzed, as a representative of the climate in this area. Extreme values of precipitation in one place were taken as dangerous occurrences. We have calculated thresholds above which we consider daily amount of precipitation as dangerous. Thresholds for dangerous lengths of rainy and droughty periods were calculated, too.

Key words: extreme phenomenon, negative occurrences, Negotin, dangerous precipitation, thresholds.

Увод

Климатологија се традиционално везује за најчешће појављивана стања атмосфере, а нарочито за средње вредности температуре и падавина током појединих месеци и година. Многи догађаји се ипак појављују само спорадично у времену и простору. Они представљају извесне девијације од нормалних услова. Такве манифестације природних процеса често имају велики значај за људску врсту. Сви оне носе придев екстремних. Низ догађаја спадају у ову категорију. Зовемо их **неповољни догађаји**: непогоде, поплаве, тропски циклони, торнада и друге „жестоке олује“ као *поремећаји* у атмосфери. Они су реакција атмосфере на неуједначене (нагле) прерасподеле енергије.

Данас ти догађаји испуњавају насловне стране новина и часописа и окупирају телевизијске термине. У свету сва та дешавања која се пројектују на човеку почињу да се зову *хазарди*. Утицај таквих екстремних догађаја задобијају различите облике и

* **Мр Горан Анђелковић**, асистент, Географски факултет, Студентски трг 3/3, Београд

Мр Ненад Живковић, асистент, Географски факултет, Студентски трг 3/3, Београд

Овај рад представља резултате истраживање пројекта 146005 које финансира Министарство науке Републике Србије.

означавају се термином *хумани стрес*. Посебан аспект њиховог утицаја су различити облици материјалне штете.

Учесталост је мера препознатљивости неког догађаја. Она је често важнија у анализи од других карактеристика, чак и од јачине. Временске димензије су врло различите код оваквих феномена. Иако се многи појављују случајно, неки могу бити дневног, сезонског или годишњег карактера. Они што су неправилног или насумичног појављивања знатно отежавају прогнозу. Географска распрострањеност се односи на карактеристике присуства феномена у простору у коме се дешава – можемо рећи ареалу. У једном је крајност муња, а у другој суша. Неки имају врло оштре границе, као поплава и лавина. Други ареали као код тропских циклона су много мање јасно ограничени.

Кад је у питању Србија начешће појављивани климатски екстреми су: суша, поплава или јака и дуготрајна киша, непогоде као град и гром уз јаку кишу, мраз, поледица, висок и дуготрајан снег укључујући вејавицу и мећаву, ниска и висока температура, густа магла и ређе тзв. пијавица. Те појаве су и у народу одавно познате, а многе су искусиле и савремене генерације. Суше, поплаве и јаке кише су и у прошлости и у модерно доба били на првом месту. Толико помињане климатске промене, сигурно је, нису промениле структуру неповољних догађаја. Остаје само отворено питање интензитета!

Људски живот и активности су прилагођени уобичајеним климатским условима у сваком делу света. Данас је постало јако важно да се за сваку географску област дефинишу екстремни догађаји, изврши њихова класификација и поставе критеријуми за идентификовање екстремних климатских појава. Овом приликом испитаћемо само сегмент екстремних климатских услова у једном делу Србије - неповољне карактеристике падавина у Источној Србији. Узећемо пример Неготина као представника климе те области, која је у нашој земљи карактеристична по својој изразитој континенталности.

Основне одлике падавина у Неготину

После температуре ваздуха падавине су у класичној климатологији најважнији климатски елемент. Живот на Земљи и човекове активности су директно или индиректно у великој зависности од падавина. О томе говори и чињеница да се прогноза времена углавном своди на њихово предвиђање. Падавинама се називају сви облици излучене водене паре који се на Земљиној површини јављају у течном или чврстом стању. Снег је једна од падавина, али се у климатологији снежни покривач издваја као посебан климатски елемент и заједно са њим се обрађују подаци о снегу као врсти високих падавина. За различите потребе се издваја велики број параметара падавина и тај број никада није коначан; увек се могу издвојити нови показатељи, што знатно отежава комплексну анализу овог климатског елемента.

На метеоролошким станицама се бележе сви облици падавина, њихова количина, почетак и трајање. Оне се на тај начин редовно прате, а посебно када по својим карактеристикама улазе у категорију „оперативно“ означену као ванредне појаве, које због јачине или трајања представљају елементарне непогоде. У Неготину се налази метеоролошка станица првог реда, односно синоптичка станица, која обавља сва неопходна мерења и осматрања. То је град у близини ушћа Тимока у Дунав, најниже тачке у Србији, на надморској висини од 42 m, на географској ширини 44° 14', и на географској дужини од 22° 23'.

Ако би све неповољне атмосферске појаве сагласно нивоу деструктивности поделили у три групе (ванредне, опасне и катастрофалне), онда екстремне показатеље падавина у једном месту или осматрачкој станици сврставамо у средњу категорију -

опасне појаве. Као екстремна појава падавине могу бити означене и епитетом катастрофалних, уколико захватају већи простор; на пример, сливове средњих и већих река или више од 90% површине неке територије.

Опште је познато да су падавине изузетно променљив климатски елеменат у времену и простору, јер на њих утичу бројни фактори од којих су неки и уско локалног значаја. Ово је посебно уочљиво код расподеле количине падавина чак и на малом простору, али кад су у питању њени ходови, дневни, сезонски и годишњи, они су ипак карактеристични за шира подручја. То значи да би многи резултати добијени за Неготин могли да покрију и шири простор источне Србије. Испитивање тзв. „виших карактеристика“ падавина као климатског елемента је захвално пре свега из два разлога: прво, има велики апликативни значај; друго, са задовољавајућом тачношћу могу се извести у на временским периодима дугим већ од 10 година (Вујевић П., 1956). Размотрићемо прво опште одлике падавинских услова у Неготину.

По Кепену овај град има Сfa, тј. умерено топлу и „влажну“ климу са жарким летом, као и цела долина Тимока, током нормалног климатског периода 1961-1990. година. Пошто ћемо каснија истраживања спровести на последњих 10 година XX века згодно би било упоредити распоред падавина у тој деценији са претходним климатским периодом. При поређењу се запажа да је зима остала сувља од лета (Сfaw), али се први максимум падавина са раног лета (Сfawx) померио у јесен (Сfawx’), док је крај летње половине године остао сув (чак постао још сувљи). У оба случаја се ради о тзв. подунавској варијанти С климата, што се јасније може запазити из табеле 1. Истакнимо као битну чињеницу за оцену континенталности да је април у оба периода топлији од октобра. Релативно годишње колебање падавина веома добро показује режим падавина. Узето као однос између разлике у падавинама најкишнијег и најсувљег месеца према годишњој суми падавина, оно је порасло са 4,2% на 5,8% и тако указало на мању равномерност годишње расподеле падавина (август остаје најсувљи месец, али је најкишнији уместо маја постао децембар). Средња годишња температура ваздуха је била за 0,7 °C виша у проучаваном него у претходном нормалном климатском периоду, а количина падавина је била нижа чак за 126,9 mm.

Табела 1. Температура ваздуха (°C), падавине (mm), кишни фактор и индексе суше у Неготину током периода 1961-1990. и 1991-2000. година

	Ј	Ф	М	А	М	Ј	Ј	А	С	О	Н	Д	Год.
T_{61-90}	-1,1	1,1	5,5	11,8	16,9	20,2	22,1	21,2	17,3	11	5,7	1,3	11,1
T_{91-00}	0,4	2,6	6,4	12,1	17,4	21,5	23,1	23,1	17,4	11,7	5,1	0,5	11,8
R_{61-90}	41	51,8	56,8	62,6	68,1	67,1	48,8	40,7	40,8	47,8	64,7	55,8	646
R_{91-00}	34,9	21,8	36,3	45,8	43,7	46,4	48,5	34,6	41,0	37,2	64,3	64,5	519,1
KF_{61-90}	-	47,1	10,3	5,3	4,0	3,3	2,2	1,9	2,4	4,3	11,4	42,9	58,3
KF_{91-00}	79,4	8,4	5,7	3,8	2,5	2,2	2,1	1,5	2,4	3,2	12,5	140,2	44,0
IS_{61-90}	-	56,0	44,0	34,5	30,4	26,7	18,2	15,7	17,9	27,3	49,5	59,3	30,6
IS_{91-00}	40,1	20,8	26,5	24,8	19,2	17,7	17,6	12,6	18,0	20,6	51,0	74,0	23,8

Иако наведене чињенице доста говоре, треба бити опрезан и не сме се са сигурношћу закључити да је дошло до отопљавања и пораста сушности у овом делу Србије. Разлог је што се овде ради о периодима различите дужине. Ово поређење основних климатских елемената као и наредно поређење изведених елемената (климатских индекса) има за циљ само да позиционира будуће резултате истраживања у односу на текући нормални период који се навршава 2020. године (1991-2020) и да укаже на потенцијални тренд и потребу да се обрати пажња на две наступајуће декаде до комплетирања потребног низа осматрања. Иако ови резултати морају бити схваћени озбиљно - као „симптоматични“, ми ћемо термине „пораст“ и „опадање“ избегавати или врло опрезно примењивати.

У табели 1 су израчуната два климатска индекса која имају највећи значај за стање влажности у једном месту: кишни фактор и индекс суше. Пошто се они могу рачунати на неколико начина треба истаћи да је први добијан као прост однос количине падавина и температуре ваздуха, а други као однос количине падавина и температуре увећане за 10 – на нивоу године; и исти однос помножен са 12 - код месечног индекса. У табели видимо следеће: кишни фактор који се рачуна на годишњем нивоу и који је познат у литератури као Лангов, показује већу сушност у новије време, али је и даље у границама семиаридности, тј. услова степске вегетације ($40 < KF < 60$). Индекс суше Емануела де Мартона на годишњем нивоу потврђује већу сушност на крају XX века, али не указује да може доћи до значајније промене вегетацијског типа, тј. шумовитих степа ($20 < IS < 30$). Кишни фактор који се рачуна на месечном нивоу као Грачанинов, бележи мање вредности у свим месецима осим у децембру где је пораст драстичан (са 42,9 на 140,2). Али лети је клима и даље аридна, а зими хумидна (изразита перхумидност у децембру испитиване деценије објашњава се великом негативном аномалијом температуре у том периоду). Месечни индекс суше такође има ниже вредности у новије време, али лети „задржава“ степску вегетацију, а зими шумску. И код месечног индекса суше, као и код кишног фактора прелазна годишња доба одговарају прелазним типовима вегетације, с тим што вредности оба индекса показују симптоме спуштања до доње границе интервала за те типове биљног покривача. Запажа се да индекси нису рачунати за јануар са негативном температуром током претходног нормалног периода, јер резултат не би имао смисла.

Табела 2. Честина падавина ($n_d \geq 0,1$ mm), број дана са падавинама преко 10 mm ($n_d \geq 10$ mm), интензитет (i) и вероватноћа падавина (c) у Неготину током периода 1961-1990. и 1991-2000. година

	Ј	Ф	М	А	М	Ј	Ј	А	С	О	Н	Д	Год.
$n_d \geq 0,1$ mm 1961-1990	11,8	12,6	11,6	11,5	13,0	11,5	8,2	7,3	7,2	8,0	12,1	12,1	126,9
$n_d \geq 0,1$ mm 1991-2000	8,5	5,1	7,2	9,0	8,4	7,0	6,2	4,4	6,5	7,6	10,0	10,4	90,3
$n_d \geq 10$ mm 1961-1990	0,9	1,1	2,0	1,6	2,6	2,0	1,4	1,3	1,3	1,7	2,1	1,6	19,4
$n_d \geq 10$ mm 1991-2000	0,8	0,4	1,2	1,1	1,0	1,7	1,6	1,2	1,1	1,1	1,4	2,1	14,7
i_{61-90}	3,5	4,1	4,9	5,4	5,2	5,8	6,0	5,6	5,7	6,0	5,3	4,6	5,1
i_{91-00}	4,1	4,3	5,0	5,1	5,2	6,6	7,8	7,9	6,3	4,9	6,4	6,2	5,7
c_{61-90}	0,38	0,45	0,37	0,38	0,42	0,38	0,26	0,24	0,24	0,26	0,40	0,39	0,35
c_{91-00}	0,27	0,18	0,23	0,30	0,27	0,23	0,20	0,14	0,22	0,25	0,33	0,34	0,25

За разумевање резултата истраживања падавина као екстремне појаве згодно је сагледати и честину падавина у Неготину, њихов просечан интензитет и вероватноћу. Чак и у „општем облику“ они су веома значајни климатски параметри не само за фундаментална научна истраживања него и за разне привредне гране, за саме урбане средине и за бујичне токове. Њихов преглед је дат у табели 2, где су упоређене њихове вредности у последњем нормалном климатском периоду и у истраживаном периоду декаде која је уследила. Број дана са падавинама је значајно мањи у испитиваном периоду, како на годишњем нивоу тако и по месецима. Слична је ситуација и са падавинама преко 10 mm. Прва чињеница може бити опасна, док друга чак може представљати повољност. Интензитет падавина се може рачунати на различите начине, што зависи од временских јединица у којима је мерење вршено, али ми ћемо се овде задовољити једнодневним интензитетом. Занимљиво је да је он порастао са просечних 5,1 на 5,7 mm по падавинском дану. Сезонски пораст се јавља крајем лета и крајем зиме. На потенцијалну опасност би могао указати овај зимски

раст. Вероватноћа падавина као прост однос броја дана са падавинама и укупног броја дана датог периода је мања у свим месецима и то указује на потенцијалну опасност од суше.

Падавине су опасна појава у неком месту уколико им интензитет пређе праг „нормалности“, затим уколико се излучују током више дана узастопно него што је нормално или уколико их нема дуже него што је то нормално за дату област. Као проблем појављује се критеријум нормалности. Њега треба дефинисати за сваку неповољну појаву. Наравно, пре тога и саме појаве треба строго термилошки разјаснити.

Интензитет падавина је горе одређен у својим просечним вредностима. Међутим, он као такав не представља параметар који на било који начин може одредити падавине интензивније од нормалних. Само детаљнијом статистичком анализом се може доћи до доњих граница екстремности. За то треба применити посебан метод.

Као резултат великих просторних и временских колебања падавина појављују се кишни и сушни периоди. У стварности је њих доста тешко окарактерисати. У литератури се они различито дефинишу, а често и другачије термилошки описују. Често се влажни периоди разликују од кишних, а сушни од сувих. Посебно се издваја суша; чак се разликују више типова суше (неки истраживачи игноришу тзв. безначајне падавине током дугог сувог периода, а уз то у разматрање узимају и друге елементе, као влажност ваздуха). Ми ћемо и кишни и сушни период посматрати овом приликом строго статистички, као континуиране периоде са падавинама, односно без падавина.

Интензивне падавине као неповољна појава

Расподела честине вредности количине падавина сходно њеној природи као климатског елемента не повинује се нормалној или Гаусовој расподели као код већине климатских параметара, већ је карактеристична по шпигевима или по тзв. парцијалном трајању. У таквим случајевима приликом климатолошких испитивања екстремних вредности требало би користити метод шпигева изнад прага или парцијалних серија, који се већ дуго користи у хидрологији (Chow W. T, 1964; Вукмировић В., 1990). У тим случајевима праг екстремних вредности се добија из средњих годишњих максимума вредности параметра (за неке показатеље из средњих годишњих минимума).

Количина падавина се знатно мења из године у годину па зато изгледа вема тешко одредити шта је јака киша у неком месту. Као меру за интензивне падавине треба користити максималне дневне количине падавина (R_{dmax}), тј. интензитет треба одређивати на дневном нивоу. Разлози за ово су не само доступност података (код нас веома битна чињеница) него и последичне природе (у пракси се јака киша изражава као дневни максимум падавина). Максимална дневна количина падавина у једној години у нашим крајевима може се појавити у било којем месецу. Зато се за израчунавање прага преко којег ћемо дневну количину падавина сматрати опасном појавом може користити максимална дневна количина падавина осматрана у једној години. Међутим, имајући у виду одлике плувиометријских режима у нашем поднебљу, као и сезонска колебања других елемената битних за режим влажности, пре свих температуре ваздуха, од практичне важности би било да се одреде и прагови по месецима.

Када се за изабрани климатски период узме дневни максимум падавина сваке године добија се низ од n дневних максимума (n - број година):

$$R_{dmax1}, R_{dmax2}, R_{dmax3} \dots R_{dmaxn}$$

Када из тог низа израчунамо средњу вредност (као аритметичку средину) добићемо средњи дневни максимум падавина за тај климатски период ($R_{d \max p}$ или само R_p - праг за дневни максимум падавина). Из практичних разлога као праг за опасну појаву узимају се дневне количине падавина осмотрене у једном климатском периоду. Иако се у климатолошкој литератури разна израчунавања изводе за овај интервал, истакли смо да би и десетогодишњи период (најмање) био релевантан. Тако би формула за израчунавање прага за интензивне падавине изгледала (i представља поједине године):

$$R_p = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} R_{d \max i} .$$

У табели 3 су приказане максималне дневне падавине по месецима и за године у току изучаваног периода 1991-2000. година, као и просечне вредности по месецима и за цео период. Када се зна да средњи дневни максимум падавина ($R_{d \max p}$) представља праг за интензивне падавине онда је јасно да све дневне падавине које прелазе израчунате вредности представљају **опасне падавине** као екстремну појаву. Те вредности су највише у касно пролеће и у касну јесен. То је очекивано имајући у виду плувиометријски режим Неготина који се одликује максимумима падавина у наведеним сезонама, што значи да се максималне количине падавина поклапају са максимумима интензитета. Другим речима, велике месечне количине падавина излучују се у виду јачих киша. И не само то, први максимум се поклапа са најинтензивнијим кишама. Обрнуто је са минимумима падавина и кишама слабијег интензитета, крајем зиме и крајем лета. Разумљиво је да пошто најјача киша може ипак да се излучи у било којем делу године, највећи значај имају годишњи дневни максимуми за тражени праг опасних падавина. Годишњи максимуми, као што се види, колебали су се од 30 mm до близу 90 mm. То је велики распон, што не треба да изненађује знајући да се и саме годишње суме падавина колебају на сличан начин (то је позната карактеристика свих наших крајева). Израчуната просечна вредност максималних дневних максимума по годинама, наравно представља праг за интензивне падавине. То је вредност од 48,6 mm и треба узети да су све кише које се у већем износу излуче у једном дану опасна климатска појава.

Табела 3. Максималне дневне падавине у Неготину (mm) у периоду 1991-2000. година

	Ј	Ф	М	А	М	Ј	Ј	А	С	О	Н	Д	Год.
1991	5,0	11,9	23,9	15,0	20,1	32,0	30,0	32,0	1,0	17,0	82,3	10,9	82,3
1992	5,1	7,1	1,0	23,9	20,1	10,2	6,1	0,5	9,9	9,9	5,1	41,9	41,9
1993	7,1	1,5	30,0	8,9	31,0	14,0	1,0	11,9	16,0	6,1	20,1	17,0	31,0
1994	10,9	7,9	2,0	10,9	22,1	23,9	20,1	30,0	23,9	17,0	11,9	20,3	30,0
1995	13,0	11,9	10,9	13,2	9,9	47,0	23,9	16,0	16,0	3,1	88,9	38,1	88,9
1996	22,1	13,0	23,9	4,3	26,9	1,0	1,0	15,0	25,9	3,1	16,0	22,1	26,9
1997	4,1	3,1	26,9	20,1	8,9	14,0	20,1	40,0	9,9	14,2	4,6	27,9	40,0
1998	45,0	11,9	2,0	14,2	32,0	9,9	21,1	15,0	24,9	23,1	18,0	5,1	45,0
1999	9,1	5,1	5,1	18,0	4,8	23,1	14,5	4,1	17,8	39,9	53,1	25,9	53,1
2000	16,0	5,1	2,5	27,7	6,1	8,9	47,0	1,0	9,9	1,0	8,9	8,9	47,0
Сред.	13,7	7,9	12,8	15,6	18,2	18,4	18,5	16,6	15,5	13,4	30,9	21,8	48,6

Када се ово зна може се одредити колико пута у току године се појављују случајеви преласка прага за интензивне падавине; посебно се одређује највећи и најмањи број појављивања интензивних падавина изнад прага за поједине месеце у току истраживаног периода. Случајеви опасних падавина се јављају просечно 0,3 пута годишње. Пошто смо ми анализирали десетогодишњи период, то значи да је три пута

било падавина изнад израчунаог прага од 48,6 mm. То значи да је вероватноћа њиховог појављивања на годишњем нивоу 30%. Треба истаћи да су у сва три случаја опасне падавине забележене у новембру, једном од најкишовитијих месеци како у испитиваном периоду тако и у претходном нормалном климатском периоду. Запажа се да је неколико изузетно јаких киша „подигло просек“ том месецу и утицало на величину прага за опасне падавине у Неготину. Те кише су забележене у најкишовитијим годинама 1991, 1995. и 1999. године. Посматрано по месецима новембар је опет карактеристичан јер има највиши праг интензивних падавина, што је разумљиво имајући у виду поменуће шпиглице кише. Месечна вредност прага од 30,9 mm пређена је само у три поменућа случаја јаких киша. Ситуација је ипак другачија у осталим кишним месецима: осам пута је пређен праг у септембру, а по седам пута у мају, јулу и децембру и то неких година и у два случаја (дана). У осталим деловима године на месечном нивоу је три до пет пута прелажен праг. У месецу са најнижим прагом, фебруару, четири пута је слабо прелажен праг и једном само достигнут, што је у складу са плувиометријским режимом у коме се мале количине падавина у овом месецу излучују у виду снега.

Кишни периоди као неповољна појава

Под кишним периодом подразумевамо број узастопних дана са количином падавина $\geq 0,1$ mm, јер се та вредност у савременој метеоролошкој пракси узима за најмању мерљиву количину падавина. У метеорологији и њеним примењеним дисциплинама, а то значи за свакодневни живот људи, њихове делатности, биљни и животињски свет, изузетно је значајна појава кишног периода, ма колико износило његово трајање. У климатолошком, или статистичком смислу, просечни и најдужи број узастопних дана са кишом додатно утиче и на формирање уобичајеног начина живота и рада људи и оставља последице у целој географској средини. У Србији су нарочито изражене последице у долинама великих и нерегулисаних речних токова, ратарским рејонима, крајевима који се одликују другим људским активностима зависним од лепог времена и уопште сиромашнијим деловима наше земље.

Појава кишних периода (а такође са друге стране и сушних) у неком месту одређена је његовим плувиометријским режимом, који је условљен пре свега особинама опште циркулације атмосфере, а затим регионалним и локалним факторима. Услед нарушавања опште циркулације атмосфере или извесних интервенција човека у простору долази до аномалија у уобичајеном трајању кишних и сушних периода.

За истраживање кишних периода израђује се статистички приказ низова дана са узастопним излучивањем падавина. На основу таквог приказа за изабрани вишегодишњи период одређује се максимална дужина кишног периода у једној години, а затим се израчуна средњи максимални број дана са падавинама за цео период. Сви кишни периоди који имају дуже трајање од ове средње вредности представљаће неповољну појаву и сматраће се опасним. То значи да је поступак аналоган одређивању интензивних падавина. Пошто се под кишним периодом подразумева број узастопних дана са падавинама, из статистичких разлога морамо и усамљен дан са падавинама посматрати као једнодневни кишни период.

За сваки месец једне године рачунају се два параметра: просечно и најдуже трајање кишног периода. Просечно трајање кишног периода у некој години одређеног месеца добија се када се узастопни број дана са кишом подели бројем кишних периода. Ако влажни (или суви период) почиње у једном, а престаје у идућем месецу, тада се укупни број дана периода месецу са дужим трајањем овог периода (ако је трајање периода дуже од два узастопна месеца поступа се на исти начин). У

случајевима када је подједнак број дана у оба месеца, дужина кишног периода се уписује у месец у коме се тај период завршава, тј. у други. Тако се дошло до табеле 4.

Табела 4. Просечно (d_{sr}) и просечно најдуже трајање кишних периода (d_{sr-max}) у данима, за Неготин токком периода 1991-2000. година

	Ј	Ф	М	А	М	Ј	Ј	А	С	О	Н	Д	Год.
d_{sr}	2,4	1,8	2,3	1,9	1,9	1,4	1,4	1,5	2,2	1,9	2,5	2,4	2,0
d_{sr-max}	4,4	2,7	3,2	3,2	2,9	2,3	2,2	1,8	3,1	3,6	4,3	4,2	6,5

Из ове табеле видимо да је просечно трајање кишног периода у Неготину токком последњих 10 година XX века само два дана. Кишни периоди се сматрају као неповољна појава када су знатно дужи од нормалног. У истој табели се види да је просечно најдуже трајање кишног периода у Неготину 6,5 дана, а то је један од података који су били циљ овог истраживања. То је праг изнад кога ћемо све кишне периоде сматрати неповољном појавом. Ситуација се може посматрати и на месечном нивоу. У табели се види да оба параметра имају максимум у зимском, а минимум у летњем делу године (сезонски однос је око 1:2). Са становишта потреба вегетације такво стање није повољно имајући у виду годишњи ток температуре ваздуха, испаравања и других елемената који умањују влажност баш када је биљкама најпотребнија. Наравно, интензивније падавине токком лета, концентрисане у мањи број дана ублажавају ову чињеницу. Оно што је овде важније јесте чињеница да су у зимском делу године вероватнији кишни периоди који по дужини могу бити апсолутно екстремних вредности (d_{max} у табели 5).

Табела 5. Број кишних периода изнад просечног трајања (n_{kp}) и апсолутно најдуже трајање кишних периода (d_{max} , дани) у Неготину токком периода 1991-2000. година

	Ј	Ф	М	А	М	Ј	Ј	А	С	О	Н	Д	Год.
n_{kp}	4	6	7	4	8	5	3	10	5	6	6	3	5
d_{max}	8	7	6	5	7	4	4	3	6	7	7	11	11

Када се зна која је „граница неповољности“ могу се избројати периоди са кишом који су прешли тај праг (таб. 5). У овом десетогодишњем периоду било их је 5. То значи да се просечно сваке друге године могу очекивати неповољни кишни периоди. У стварности њихов распоред може бити другачији. Показало се да године са великом количином падавина не морају обавезно имати и најдуже кишне периоде на годишњем нивоу, а неких година се могу јавити и више њих. Ипак се учача боља веза са зимским кишним периодима него са летњим. Тако да су се 4 од 5 екстремних периода појавили баш у зимском делу године (један се јавио у мају). Апсолутно најдужи кишни период знатно прелази праг (скоро дупло). Он се јавио у децембру 1996. године која је по количини кише била тек на трећем месту. Занимљиво је да је месечни праг највише пута пређен у августу. Разлог томе је врло низак праг, свега 1,8 дана, што је и разумљиво с обзиром на јаку израженост континенталности климе у Неготину, а самим тим и „свођење“ падавина на краткотрајне конвективне кише.

Сушни периоди као неповољна појава

Под сушним периодом подразумевамо број узастопних дана без падавина (ако их има падавине су $\leq 0,1$ mm). Са сушним периодом се често поистовећује појава суше, а требало би ове две појаве разликовати, јер је за појаву суше неопходно да се испуне и додатни услови као што су температура, ветар, одређена вредност испаравања са тла и евапорациона способност ваздуха, особине и стања земљишта и

биљног покривача, ниво подземних вода и низ других фактора. Због тога не постоји комплетна унифицирана дефиниција суше, а зависно од објекта на који се односи она чак има различито значење и дели се у више група: метеоролошка, хидролошка, пољопривредна, затим атмосферска и земљишна суша (Оторепец С., 1980). Зато је са друге стране знатно лакше дефинисати сушни или суви период. Остаје, међутим, у примењеној климатологији дилема како ограничити тај период, тј. где је његова доња граница трајања. Наиме, познато је да су сушни периоди уопште доста дужи од кишних периода (са изузетком неких тропских крајева). Затим, без обзира што је суша једна од најштетнијих климатских појава која у многим деловима света угрожава животе људи и уништава привреду, два-три дана без кише неће нанети никакву штету без обзира какви били остали метеоролошки услови. Због тога, на пример, П. Вујевић препоручује да се за доњу границу сувог периода узме пет узастопних безкишних дана (Вујевић П, 1956). На тај начин се тзв. безначајна киша у том међувремену (≤ 1 mm) не узима у обзир.

Без обзира на све дилеме, за истраживање прагова неповољности сушних периода мора се поступити као и код кишних. И овде је сачињена статистика низова узастопних дана без излучивања падавина. На основу таквог приказа за изабрани десетогодишњи период одређена је максимална дужина сушног периода у свакој години, а затим је израчунат средњи максимални број дана без падавина за цео период. Сви сушни периоди који имају дуже трајање од ове средње вредности сматраће се неповољним и представљаће опасну појаву. Резултати су дати у табели 6.

Табела 6. Просечно (d_{sr}) и просечно најдуже трајање сушних периода (d_{sr-max}) у данима, за Неготин током периода 1991-2000. година

	Ј	Ф	М	А	М	Ј	Ј	А	С	О	Н	Д	Год.
d_{sr}	8,7	9,7	10,0	4,6	5,2	8,8	6,4	9,7	12,2	6,5	6,1	4,5	7,7
d_{sr-max}	16,4	13,4	15,7	9,4	9,6	13,4	12,7	16,4	16,8	12,8	12,3	9,4	30,4

Суви периоди су у умереном климатском појасу уопште много дужи од кишних. У нашој земљи би требало очекивати најдуже сушне периоде у крајевима са најизразитијом континенталношћу климе. То је у првом реду случај са источном Србијом. Просечно трајање сувих доба у Неготину током посматраног периода 1991-2000. година, као што се види у табели 6, износи 7,7 дана. Месечни максимуми су крајем зиме и лета. Треба имати у виду да су то доба године са минимумима падавина - карактеристичном континенталног кишног режима. То представља двоструку опасност, пре свега за биљке: мале количине воде и дуги периоди без влаге. Циљ овог испитивања је био, ипак, израчунавање просечно најдужег трајања сушних периода као прага екстремности. Тај праг износи 30,4 дана, тј. сушни периоди се сматрају као неповољна појава када су дужи од месец дана, што би у овом случају била граница нормалне појаве. Месечни прагови су знатно нижи и дуги су највише до пола месеца. Највиши су у месецима крајем зиме и лета. Остаје да се преброје карактеристични суви периоди (таб. 7).

Табела 7. Број сушних периода изнад просечног трајања (n_{sp}) и апсолутно најдуже трајање сушних периода (d_{max} , дани) у Неготину током периода 1991-2000. година

	Ј	Ф	М	А	М	Ј	Ј	А	С	О	Н	Д	Год.
n_{sp}	5	5	4	5	3	2	3	5	4	4	3	3	4
d_{max}	32	31	28	14	21	40	23	25	44	29	27	18	44

Број сушних периода који су прешли праг неповољности је 4 (мањи је од броја неповољних влажних периода). И они се, као и код случаја влажних периода, не

поклапају са најсувљим годинама у потпуности, али показују нешто већу правилност. Најдужи суви периоди се јављају лети, мада су чак два пала у зиму, али су једва прешли границу неповољности. Апсолутно најдужи период је забележен у септембру 1992. године која није имала најмању количину падавина, али је била друга по томе. Запажа се да су месечни прагови више пута прелажени крајем зимског и крајем летњег дела године, тј. да се поклапају са минимумима падавина и високим месечним праговима. Уопштено посматрано, с обзиром на велику дужину сушних периода у односу на дужину месеца не треба очекивати да имамо више од једног сувог периода узнад месечног прага у једном месецу неке године. Овде се то није десило ни једном.

Закључак

Падавине су неповољна, односно опасна појава у неком месту уколико им интензитет пређе праг „нормалности“, затим уколико се излучују током више дана узастопно него што је нормално или уколико их нема дуже него што је то нормално за дату област

Пошто је расподела честине падавина карактеристична по шпигевима или по тзв. парцијалном трајању, приликом испитивања екстремних вредности користи се метод шпигева изнад прага или парцијалних серија. Праг екстремних вредности се добија из средњих годишњих максимума вредности параметара.

Годишњи дневни максимуми падавина у Неготину колебали су се у последњој декади XX века од 30 mm до близу 90 mm. То је велики распон, што не треба да изненађују знајући да се и саме годишње суме падавина колебају на сличан начин. Израчуната просечна вредност максималних дневних максимума по годинама представља праг за интензивне падавине. То је вредност од 48,6 mm. Случајеви опасних падавина, изнад овог прага, у Неготину се јављају просечно 0,3 пута годишње.

Просечно трајање кишног периода у Неготину током последњих 10 година XX века је само два дана. Кишни периоди се сматрају као неповољна појава када су знатно дужи од нормалног. Просечно најдуже трајање кишног периода у Неготину износи 6,5 дана, и то је праг изнад кога све кишне периоде сматрамо неповољном појавом. Када се зна која је „граница“ могу се избројати периоди са кишом који су прешли праг неповољности. У овом десетогодишњем периоду било их је 5. То значи да се просечно сваке друге године десио неповољни кишни период. У стварности њихов распоред је другачији, тј. неравномеран.

Суви периоди су у умереном климатском појасу уопште много дужи од кишних. У нашој земљи су очекивани најдужи сушни периоди у крајевима са најконтиненталнијом климом. Просечно трајање сувих доба у Неготину током посматраног периода 1991-2000. година износи 7,7 дана. Месечни максимуми су крајем зиме и лета. Треба имати у виду да су то доба године са минимумима падавина - карактеристиком континенталног кишног режима. То представља двоструку опасност. Циљ је био, ипак, израчунавање просечно најдужег трајања сушних периода као прага за неповољни суви период. Тај праг износи 30,4 дана, тј. сушни периоди се сматрају као неповољна појава када су дужи од месец дана. Број сушних периода који су прешли праг неповољности је 4 (мањи је од броја неповољних влажних периода). И они се, као и код случаја влажних периода, не поклапају са најсувљим годинама у потпуности, али показују нешто већу правилност.

У другој половини XX века годишња количина падавина у Неготину се смањивала за просечно 42,7 mm између декада. Разлика између прве 1951-1960. година и последње 1991-2000. година износи чак 195 mm. Занимљиво је да су сличне вредности изабележене и на другој синоптичкој станици у долини Тимока, у Зајечару,

који лежи 20 ширинских минута јужније од Неготина. Анализирајући мрежу од 20 станица у Србији Дуцић В. и Радовановић М. (2005), истичу да су поменути падови највећи у Србији (иначе на свима станицама је забележен пад). Исти аутори наводе и пораст температурае ваздуха годишњих доба између наведених декада; и то зимске за 0,6 °C, пролећне за 1,1 °C, летње за 0,8 °C, док је просечна јесења температура остала иста. Наводе се такође сличне промене и у Зајечару, с тим што је јесења температура у овом граду опала (за 0,2 °C). Слични су и резултати испитивања Живковића и сарадника (Живковић Љ., Живковић Н., Јанић-Сириџански М., 2005).

Доведимо у везу ове промене са стањем сушних периода по сезонама, чији се значај данас највише истиче у јавности и у научним круговима. Полазне чињенице су: годишња количина падавина се смањује; температура ваздуха расте; и највећи пораст је у пролеће и лето. Овде се у раду показало да је просечно и просечно најдуже трајање сувих периода крајем зиме и крајем лета. Ако први максимум може и да се „занемари“ у контексту наведених чињеница (али се не сме заборавити да је влага биљкама важна и после дугог мразног периода), за овај други се мора рећи да је крајње неповољан. Иста је ситуација и са бројем сушних периода који прелазе месечне прагове нормалности, док ситуација код апсолутно најдужих периода указује на још већу опасност: током лета они су *превише дуги*. Примарно упозорење је на пољу агротехнике: планирање наводњавања (које је у целој Србији данас запостављено). Ово потврђују и резултати испитивања дужине кишних периода по месецима; да се подсетимо да минимум долази управо у летњем добу године.

Наравно, закључци се не смеју сводити само на агроклиматолошки аспект, јер последице су општег економског карактера. Међутим, превасходно се стање целокупне природне средине, изглед пејзажа и живот човека доводе у везу са порастом сушности. Повремене интензивне падавине опасног карактера повећавају „поларизацију“, и доводе до већег „сезонског контраста“ у географској средини и опомину човека да прихвати и једну и другу крајност. То је уосталом и цивилизацијско искуство савременог човека (тако је било и у прошлости) које треба да га спречи да се не уљуска у технолошку удобност којој стреми и да не изгуби из вида да је он ипак део природе од које зависи па да ће тако и остати још дуго у будућности.

ЛИТЕРАТУРА

- Вујевић, П. (1956). *Климатолошка статистика*. Београд: Научна књига.
- Вукмировић, В. (1990). *Анализа вероватноће појаве хидролошких величина*. Београд: Научна књига.
- Дуцић, В. и Радовановић, М. (2005). *Клима Србије*. Београд : Завод за уџбенике и наставна средства.
- Живковић, Љ., Живковић, Н., Јанић-Сириџански, М. (2005). Термички режим Неготинске крајине. *Гласник Српског географског друштва*, 85 (1), 39-48.
- Оторепец, С. (1980). *Агрометеорологија*. Београд: Полит.
- Ракићевић, Т. (1976). Климатске карактеристике источне Србије. *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“*, vol. 28, стр. 41-67.
- Chow, W. T. (1964). *Handbook of applied hydrology*. New York: McGraw Hill Book Comp.
- Radinović, Đ. (1990). Extraordinary, severe and hazardous weather phenomena – definitions, forecasts and warnings. U *Fifth International Youth School on Meteorology and Hydrology* (Vol. 2). Sofia: Bulgarian Academy of Sciences.
- *** (1961-2000). *Метеоролошки годишњаци*. Београд: републички хидрометеоролошки завод Србије.
- <http://www.tutiempo.net>.
- <http://www.hidmet.sr.gov>.

GORAN ANĐELKOVIĆ
NENAD ŽIVKOVIĆ

S u m m a r y

PRECIPITATION AS ADVERSE CLIMATIC PHENOMENON IN NEGOTIN

Many occurrences in geographical environment appear from time to time. They are sort of deviation from normal condition and usually have great importance for human being. Those occurrences are defined as extreme. Many occurrences are in this category we call *adverse occurrences*. Nowadays, it is important to study extreme occurrences for every geographical area. We have investigated negative characteristics of precipitation in Negotin, which is representative of climate in Eastern Serbia. Situation in last decade of XX century is investigated.

If we divide all adverse atmospheric phenomenon according to its level of destructivity into three groups (extraordinary, dangerous and catastrophic) then extreme parameters of precipitation in one place on the Earth are classified in category - *dangerous phenomenon*.

The average value of maximal daily maximum calculated per years presents thresholds for intensive precipitation. This is a value of 48,6 mm. Occurrences above this threshold in Negotin were happened average 0,3 times per year. Rainy periods are considered as adverse if they are longer then normal. The average longest rainy period in Negotin was 6,5 days. This value is a threshold above which all rainy periods we consider as adverse phenomenon. In investigated period there were 5 of them. Droughty periods are generally longer then rainy periods. The average longest droughty period as a threshold for droughty period was 30,4 days. Number of droughty periods that are above threshold of 4 is lower then number of adverse rainy periods.