

**КЛИМАТСКИ ЕКСТРЕМИ У СРБИЈИ
- дефиниције, врсте и класификација -**

ГОРАН АНЂЕЛКОВИЋ^{*1}

¹Универзитет у Београду – Географски факултет, Студентски трг 3/3, Београд, Србија

Сажетак: Климатски екстреми као неповољне појаве данас се сврставају међу највеће проблеме човечанства. Ипак, недостаје њихово комплексно и систематско проучавање, а не као „привезак“ проблему савремених промена климе. Многи термини се користе произвољно, као климатски екстреми и екстремне климатске појаве. Са аспекта географије постоји потреба прво за дефинисањем екстрема и њиховом класификацијом, а тек онда за успостављањем критеријума за њихово идентификовање, за повезивање проблема са географском основом итд. За сваки простор на Земљи неопходан је специфичан приступ. У раду је издвојена и дефинисана укупно 31 екстремна климатска појава у Србији и све су на основу специфичности и степена штетности сврстане у 5 категорија. Систематска географска проучавања ових појава би могла интензивирати борбу против атмосферских непогода у Србији и помоћи систем осигурања људи и материјалних добара. У оквирима регулатива морале би да се налазе прецизне дефиниције свих непогода са прецизним границама штетности појаве, затим процене могуће угрожености и могућности заштите у појединим регионима и сл.

Кључне речи: клима, екстреми, појаве, Србија, географија, дефиниција, класификација, значај.

Увод

Климатски екстреми, у најширем смислу природне непогоде проузроковане атмосферским процесима, временом постају један од највећих проблема човечанства. Ипак, у вези са њима још увек постоји много нејасноћа. Иако је за међународну заједницу спречавање и ублажавање природних катастрофа постало један од приоритета, недостаје чак њихово прецизно и општеприхваћено дефинисање. Осим тога, свако подручје, зависно од физичкогеографских услова, има своје специфичности, где се манифестују природни процеси и особености непогода. Према томе у сваком простору потребан је адекватан приступ истраживања ових појава (Plana R., 1987). Значи, требало би поћи од регионалног или чак од националног нивоа у истраживањима, и ту започети са прецизним научним „пописивањем“, односно дефинисањем свих неповољних климатских појава и њиховом класификацијом.

* E-mail: goran@gef.bg.ac.rs

Данас се често говори о различитим екстремним појавама, под којима се подразумевају ретки догађаји који знатно одступају од просека. Појављују се различити видови таквих догађаја. Истоврсни се групишу у поједине категорије. Свеукупна терминологија изразито је шаренолика. Атмосферски екстреми се сврставају у временске или метеоролошке и климатске појаве. Најчешће се спомињу температурни и падавински екстреми, али су чести и олујни догађаји, који подразумевају екстремне ударе ветра, електрична пражњења и сл. Уз атмосферске екстреме везују се и поплаве, шумски пожари, ерозија, клизишта, лавине, иако су они другачије природе, без обзира што су им узроци појављивања често атмосферске појаве. Све то указује на произвољна тумачења у сфери проучавања природних екстрема. Утицаји таквих екстремних догађаја задобијају различите облике и у новије време означавају се термином „хумани стрес“ (Oliver J. E., Hidore J. J.; 2002). Од изузетне важности је научно сагледавање проблема екстремних климатских догађаја са различитих аспеката. Нарочито недостаје њихово самостално, комплексно и систематско проучавање, а не као „привезак“ проблему савремених промена климе (Анђелковић Г., 2010).

Србија је доста поштеђена многих опасних и катастрофалних догађаја који погађају велики простор наше планете, односе бројне жртве и разарају материјална и културна добра човечанства. Вероватно због тога су код нас спроведена само малобројна истраживања (Дуцић В., Танасијевић З., 1993; Дуцић В., Смаилагић Ј., 1994; Анђелковић Г., 2006, 2007, 2009; Анђелковић Г., Живковић Г., 2007; Radinović Ђ., Maksimović S., 2002; Unkašević M., Vujić D. i Tošić I., 2005; и сл.) и недостају одговори на многа питања. Нарочито са аспекта географије постоји потреба развоја систематског прилаза проблему.

У суштини сваки простор на нашој планети има своје специфичне климатске екстреме, који се испољавају у неповољном дејству, с обзиром да је становништво увек прилагођено нормалним климатским условима „своје регије“ као уређеног геосистема. Иако се углавном посебно издвајају атмосферске непогоде, треба истаћи да исту групацију обухватају оне непогоде које се дешавају као последица интеракције атмосфере и хидросфере због узајамне тесне повезаности. То су неповољни догађаји, који у основи имају *екстремне метеоролошке, климатске и хидролошке процесе*. Сматра се да је они чине 70 % свих природних непогода (Ђукановић Д., 2000). При дефинисању екстремних климатских појава као неповољних или штетних феномена треба поћи од ове генетске скупине као шире категорије.

Проблем дефинисања климатских екстрема

Ако узмемо све природне екстреме, код неких феномена су јако изражене сличности приликом појављивања; код других су величина, учесталост и интензитет, односно просторне и временске одлике изразито различите. Једни су најчешће краткотрајни, као што је град, други дуготрајни, као суша, али има и таквих који су врло повезани, као што су огромна брзина ветра и низак притисак у центру циклона. Јаке кише су представници посебне врсте јер им много варирају одлике појединачног појављивања. Такве су и варијације величина поплава. Иако се многи екстреми појављују случајно, сви се означавају да су дневног, сезонског или годишњег карактера (што су више неправилног појављивања – насумичног, то им више отежава прогнозу). Учесталост је мера препознатљивости неког догађаја. Она некада бива важнија у анализи него нека друга карактеристика, чак и него јачина. Ипак период осматрања је ретко када довољно дуг. Географска распрострањеност се односи на карактеристике присуства феномена у простору у коме се дешава – ареалу. У једној

крајности је 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.

Комплексна категорија екстремних метеоролошко-климатских и хидролошких појава као скупина узрочно-последично везаних догађаја може се рашчланити¹ на:

- екстремне атмосферске догађаје искључиво метеоролошког карактера (синоптичке појаве): јака топла и хладна адвекција, интензиван фронт, интензивна циклогенеза, јака статичка стабилност и нестабилност атмосфере, капља хладног ваздуха, ниска млазна струја итд;

- екстремне климатске појаве у ужем смислу (статистички): екстремне вредности климатских елемената, град, густа магла, поледица, атмосферска пражњења и сл;

- екстремне метеоролошко-климатске сезоне (синоптички и статистички): врела и хладна лета или зиме, кишни и сушни периоди, дуготрајни мразеви итд;

- атмосферске догађаје који имају екстремни хидролошки исход: нагло топљење снежног покривача, јака киша у сливовима бујичних токова и сл;

- екстремне хидролошке догађаје: пресушивање извора, изливање река, поплавни таласи на узводним токовима који се суперпонирају и сл;

- екстремне везане догађаје: екстремни нивои подземних и површинских вода, изливање бујичних токова, лед на рекама, високи таласи на рекама, лавине итд.

Из ових група се издвајају сви догађаји климатског карактера и називају климатским екстремима. С обзиром да се данас под климатским екстремима у литератури често наводе врло разнолики догађаји, од екстремних температура и падавина до пожара и лавина, намеће се као потреба прецизно дефинисање њиховог односа. У табели 1 се екстремни догађаји који имају везе са климатским условима неког простора деле у три категорије: екстремне климатске појаве у ужем смислу, екстремне климатске сезоне и екстремне климатске последице.

Табела 1. Подела климатских екстрема или екстремних климатских догађаја.

КЛИМАТСКИ ЕКСТРЕМИ		
ЕКСТРЕМНЕ КЛИМАТСКЕ ПОЈАВЕ	ЕКСТРЕМНЕ КЛИМАТСКЕ СЕЗОНЕ	ЕКСТРЕМНЕ КЛИМАТСКЕ ПОСЛЕДИЦЕ
високе и ниске температуре, интензивне падавине, јак ветар, град, поледица ...	суша, поплавна доба, топли таласи, хладни таласи ...	пожари, лавине, ерозија, клизишта, епидемије, најезде штеточина ...

Ако прихватимо став да је однос између климатологије и географије однос између посебне дисциплине и матичне науке којој треба пружити сазнања о клими као елементу природне основе географског простора, и да је у крајњем проблематика климатологије у функцији одговора на питања зашто постоје разлике у клими

¹ Ова подела представља доста модификовану поделу коју примењује Саветодавни орган швајцарске академије природних наука за питања климатских промена – ОсСС (<http://www.occc.ch>). Исти извор је узет и за класификацију климатских екстрема (догађаја) приказану у табели 1.

појединих делова географског простора, колика је та разлика и какве су последице утицаја климе на географске структуре у деловима света, онда нас детаљи физичких процеса постанка климе неће много занимати. У том смислу *под климатским екстремима подразумевамо не само екстреме атмосферских појава у ужем смислу, него и екстремне последице климатских процеса, укључујући и сезоне њиховог појављивања и екстреме параметара климатских елемената.*

И када искључимо „физику климатских екстрема“, преостаје велика сложеност „географије климатских екстрема“ па ћемо се (бар за сада) фокусирати само на екстреме атмосферских појава у ужем смислу. Да размотримо шта би обухватале екстремне климатске појаве (ЕКП) ако узмемо квантификацију климатских услова по В. Конраду (Conrad V., 1944) коју је прихватио и наш најбољи познавалац климатолошке статистике Павле Вујевић. У другом делу његове дефиниције климе¹ садржана је одредница „екстремна одступања“. У том случају можемо разликовати следеће екстремне појаве:

- екстремне вредности основних климатских елемената: температуре ваздуха, ваздушног притисака, падавина као измерене величине итд;
- екстремне вредности изведених климатских елемената: честина, вероватноћа, дужина извесних периода као влажног или сувог и сл; и
- екстремне вредности комбинованих климатских елемената: климатских индекса, еквивалентне температуре, еквивалентно-ефективне температуре и сл.

Међувладин панел за промену климе (IPCC, 2001) дефинише „екстремни временски догађај“ као: догађај редак у смислу статистичке расподеле на одређеном месту.“ Додаје се да: „ дефиниције ‚редак‘ варирају, али екстремни временски догађај је нормално редак ако је испод 10% или изнад 90%“. Такође, дефинише се и „екстреман климатски догађај“ као: „просечан број временских догађаја у одређеном периоду времена, када је тај просек сам по себи екстреман“. Ова дефиниција или боље речено ове дефиниције су врло поједностављене и уопштене за све врсте појава и параметара иако су они врло разнородни. Осим тога, користе се проценти као основни критеријум идентификације екстрема без обзира на врсту расподеле којој подлежу поједине појаве, као и што није само честина него и интензитет појаве показатељ екстремности.

Ова дефиниција се преузима врло често у литератури. Користи је и наша метеоролошка служба. Ипак, срећу се и детаљније дефиниције. Боље се сагледавају „екстремни догађаји“ ако се дефинишу одступањем од средње ка ниској фреквенцији, када настаје аномалија јер је догађај знатно изван главног опсега варијација. То подразумева обраду параметара кроз статистичке прорачуне са три главна аспекта: прагови, фреквенција, интензитет. Анализа обухвата још и разлике између појединих региона и промене између различитих временских периода (Dankers R., Niederer R., 2008).

Најшира дефиниција би морала да узме у обзир особености свих екстремних климатских појава (као нпр. код Radinović Đ., Maksimović S.; 2002) и једино она би могла да представља „сигурно“ полазиште за даља изучавања. То значи да неповољне климатске елементе и појаве, сагласно њиховој природи представљају:

- континуирани климатски елементи екстремни када пређу одређене вредности,
- повремене појаве које су екстремне када им интензитет пређе одређени праг и
- климатске појаве неповољне увек када се јаве.

¹ По Конраду клима представља „просечно стање атмосфере изнад одређеног места у одређеном временском раздобљу узимајући у обзир **просечна и екстремна одступања**“.

Када се узме да постоји девет климатских елемената и да сваки од њих има у просеку више од десетине параметара добија се преко сто прецизних климатских показатеља. Теоријски посматрано сваки од њих може својим интензитетом да достигне одређени ниво штетности. Међутим, разликујемо параметре климатских елемената који се појављују у континуитету, непрекидне: температура ваздуха, ваздушни притисак, испаравање и влажност ваздуха; и остале (дисконтинуитетне – прекидне). Ови остали климатски елементи, као и неке климатске појаве понекада изостају или се појављују повремено, као што је случај са Сунчевим зрачењем (условно), ветром, облачности, падавинама и снежним покривачем. Када се јаве они, зависно од интензитета (али и честине), могу имати штетна дејства. И на крају, неки параметри климатских елемената и климатске појаве увек када се појаве изазивају штетна дејства. Они су „по дефиницији“ штетни: суша, град, поледица, тромба и др.

Иако се свака појава у природи може појавити у свом екстремном облику, јасно је да се не могу све климатске појаве разматрати као неповољне. Такође, екстремне вредности неких климатских елемената изостављају се из анализе јер у постојећим климатским условима не изазивају штетна дејства саме по себи већ „одговорност пренесе“ на друге елементе. На пример, испаравање ће изазвати штету само током дугог периода без падавина па је то „одговорност“ сушног периода, релативна влажност ваздуха често достиже (и прелази) 100% али то људи при уобичајеним температурама ваздуха не примете; или, велика облачност смањује количину светлости и топлоте што се опет манифестује изменом температуре ваздуха.

Класификација екстремних климатских појава

Имајући у виду оно што је речено о екстремним климатским појавама и у складу са неким до сада вршеним поделама временских појава у метеорологији (Радиновић Ђ., 1981; Radinović Đ., 1997), а сагласно штети коју изазивају или могу изазвати, тј. нивоу деструктивности, све екстремне климатске појаве разврстаћемо у пет категорија. Без обзира на бројне дилеме термилошке природе издвојићемо: *ванредне, значајне, опасне, јаке и катастрофалне појаве*. Емпиријски, а у складу са лингвистичким принципима да се приликом компарације издвајају три ступња поређења (позитив, компаратив и суперлатив), овде се као основне категорије неповољних појава издвајају: ванредне, опасне и катастрофалне. Значајне појаве су потенцијално опасне, а јаке потенцијално катастрофалне и као такве представљају прелазне ступњеве по нивоу штетности. Њихова потенцијална опасност се истиче фразама „могу довести“ и „могу имати“: порука је да се штетна дејства ових појава, нарочито у новије време, често предупређују различитим технолошким поступцима.

Ванредне климатске појаве представљају најнижи ниво неповољности по човека и његове активности и могу се означити једино као штетне. Оне не угрожавају директно људске животе, нити имају директно разорно дејство на материјална добра. Међутим, таква стања атмосфере имају низ неповољних утицаја на рад и живот људи, које није могуће директно сагледати. Разлог томе је што је живот и рад људи прилагођен просечним и најчешћим (уобичајеним) временским условима означеним као таквим термином повољних, јер не изазивају никакву штету. Само изузетно, код особа са одређеним обољењима, људски живот може бити угрожен ванредним појавама. У ванредне климатске појаве, тако дефинисане, спадали би:

1. температура ваздуха знатно испод нормалне (екстремни минимум),
2. температура ваздуха знатно изнад нормалне (екстремни максимум),
3. међудневни пад температура ваздуха знатно преко нормалног (екстремни пад),

4. међудневни раст температура ваздуха знатно преко нормалног (екстремни раст),
5. притисак ваздуха знатно испод нормалног (екстремни минимум),
6. притисак ваздуха знатно изнад нормалног (екстремни максимум),
7. међудневни пад ваздушног притиска знатно преко нормалног (екстремни пад) и
8. међудневни раст ваздушног притиска знатно преко нормалног (екстремни раст).

Под **потенцијално опасним климатским појавама** (значајне појаве) сматрају се сва она дешавања у атмосфери која *могу довести* до различитих опасних последица у географској средини. Те последице могу бити различите елементарне непогоде или могу имати било какве опасне манифестације на различитим компонентама географске средине. Овде се мисли пре свега на биосферу и хидросферу. Директне последице могу бити највише штетне по биљни свет, самониклу а посебно културну вегетацију, винограде, воћњаке, повртарске и друге културе. Посебно могу бити изазване опасне хидролошке појаве као што су нагли пораст водостаја, изливање речних токова, неуобичајено формирање леда на рекама и сл. Ту би убројали следеће три појаве:

1. рани мразеви,
2. касни мразеви и
3. нагло топљење снежног покривача.

Опасне су оне климатске појаве које директно угрожавају животе људи и наносе материјалну штету. Дефиниција ове категорије штетних климатских појава може бити најкраћа јер њено термилошко одређење само по себи највише говори. Наравно, свака од доле наведених појава се другачије одражава на појединим компонентама географске средине и различито угрожава човека, његове активности и материјална добра. Опасне климатске појаве су:

1. интензивне падавине,
2. висок снежни покривач,
3. олујни ветар,
4. атмосферска електрична пражњења,
5. град,
6. густа магла и
7. поледица.

Потенцијално катастрофалне климатске појаве (јаке појаве) су све оне распрострањене и екстремно интензивне појаве које се са статистичком значајношћу јављају у атмосфери а које *могу имати* катастрофалне последице у географској средини. То су уништавање вегетације или само појединих култура тако да долази до појаве глади, изливање више бујичних токова, поплаве, подизање или спуштање нивоа подземних вода изнад граничних вредности, пресушивање извора и недостатак пијаће и воде уопште, или у крајњем људске жртве и материјалне штете које имају размере катастрофе. Ипак, човек данас правовременом акцијом може спречити катастрофу. Ту се могу убројати:

1. дуготрајни јаки мразеви,
2. кишни период много дужи од нормалног и
3. сушни период много дужи од нормалног.

Катастрофалне климатске појаве обухватају појаве које на неком месту достижу или прелазе апсолутни максимум свога интензитета и оне опасне појаве које захватају изузетно велику област распрострањења. Оне се, значи, издвајају по два критеријума (интензитету и распрострањености) и толико су неповољне да имају неслагљиве последице. Оне углавном имају смртне последице на одређеном делу

становништва или озбиљне повреде и здравствене проблеме код великог броја људи. Њихово дејство на материјална добра је по правилу разарајуће и уништавајуће. Ту спадају:

1. распрострањене интензивне падавине,
2. распрострањен висок снежни покривач,
3. распрострањен кишни период знатно дужи од нормалног,
4. распрострањен сушни период знатно дужи од нормалног,
5. распрострањен јак ветар,
6. тромба,
7. распрострањено јако електрично пражњење,
8. распрострањен јак град,
9. распрострањена густа магла и
10. распрострањена поледица.

Уопштен опис класификованих појава

Детаљнији опис појединих екстремних појава везан је за методологију одређивања прагова екстремности сваке појаве. У том смислу требало би подвући разлику између два најчешће коришћена термина: **екстреми** су граничне (крајње) вредности, а **праг** је граница нормалности климатског елемента или појаве. Проблем методологије израчунавања прагова је врло сложен због природе неповољних догађаја и комплексности изазивања штетних последица. Предуслови за квантификацију су детаљна метеоролошка осматрања и мерења, дескриптивно и функционално „географско“ посматрање и закључивање на основу искуства и знања (систематским доказивањем и објашњењем), али и картографско сагледавање и компарација (на основу измерених вредности).

Статистички поступци су основни методи за откривање ЕКП. Тип расподеле у основи одређује начин на који се израчунавају прагови за екстремне вредности климатских појава (Radinović Đ., Maksimović S., 2002; Анђелковић Г., 2010). Ако се утврди да нивои података неких климатских елемената „одговарају“ Гаусовом закону (нпр. код температуре и притиска ваздуха) примењује се класификација вредности климатских елемената коју је поставио Чепмен (Charman E. H., 1919). Она на основу тачно одређених бројевних вредности описује степен „нормалности“ неког елемента у климатологији. При томе се за нормалне узимају вредности које леже унутар интервала $\mu \pm \sigma$ (μ представља средњу вредност, σ стандардну девијацију код климатског елемента)¹. Тако се сврставање врши у класе које су ограничене вредношћу стандардне девијације (Анђелковић Г., 2006). Вредности климатског елемента које се налазе врло, знатно или много испод нормалне (испод $\mu - 2\sigma$) и врло, знатно или много изнад нормалне (изнад $\mu + 2\sigma$) представљају екстремну (неповољну) климатску појаву (табела 2).

¹ Вујевић (Вујевић П., 1956) истиче да је боље да се поменуте класе издвајају на основу вредности вероватне девијације (r), која представља $0,6745 \sigma$, па су такви интервали ужи за трећину од оних код стандардне девијације и да границе таквих класа боље одговарају општем осећању човека. Међутим, тада се границе за екстремно неповољне појаве знатно проширују, што не би добро описивало данашње климатске услове било које географске области на Земљи (имајући у виду савремене трендове климатских промена, тј. појачање екстрема).

Табела 2. Класификација климатских појава према степену „нормалности“ и пример код температуре ваздуха

КЛАСЕ	КЛИМАТСКЕ ОДЛИКЕ	ТЕМПЕРАТУРНЕ ОДЛИКЕ
испод $\mu - 3\sigma$	изузетно субнормално	изузетно хладно
од $\mu - 2\sigma$ до $\mu - 3\sigma$	врло субнормално	врло хладно
од $\mu - \sigma$ до $\mu - 2\sigma$	субнормално	хладно
интервал $\mu \pm \sigma$	нормално	нормално
од $\mu + \sigma$ до $\mu + 2\sigma$	изнад нормалног	топло
од $\mu + 2\sigma$ до $\mu + 3\sigma$	много изнад нормалног	врло топло
изнад $\mu + 3\sigma$	изузетно изнад нормалног	изузетно топло

За друге екстремне вредности климатских елемената, када расподела честине његових вредности није нормална већ је карактеристична по шпичевима (нпр. максимуми кише, висина снежног покривача и сл.) користи се метод пикова (Вукмировић В., 1990). Вредност прага одређује се као средња вредност екстремних годишњих величина неког климатског елемента за анализирани климатски период.

Као катастрофалне сматрају се појаве које по својој распрострањености спадају у последњи децил, тј. у категорију врло много изнад нормалног. Број чланова статистичког скупа распоређених по учесталости се дели у десет једнаких делова, по 10%, и тако настају децили. Овај метод детаљно објашњава Вујевић (Вујевић П., 1956), а препоручује Гибс (Gibbs J., 1987).

Остале климатске појаве и њихове статистичке променљиве немају одлике на основу којих би се могли идентификовати прагови за вредности изнад нормалних (поледица, тромба, град итд.). За такве случајеве се користи метод повратног периода, заснован на закону вероватноће. Одређује се интервал унутар којег постоји вероватноћа да се догађај бар једном деси.

Најновија израчунавања показују (Анђелковић Г., 2010), према расположивим подацима за период 1991-2005 година, да се у Србији годишње просечно 30 пута јављају екстремне климатске појаве као неповољни догађаји, што значи да је цео један месец за њих резервисан. Од тога се просечно 18 дана јављају ванредне појаве (60,6%), 1,6 дана потенцијално опасне појаве (5,4%), 6,7 дана опасне појаве изузимајући не тако штетне грмљавину и маглу (22,6%), потенцијално катастрофалне појаве 1,8 дана (6,1%) и катастрофалне појаве без грмљавине и магле 1, 6 дана (5,4%).

Олујне непогоде праћене градом, електричним пражњењима, олујним ветром и пљусковима кише представљају најчешћи облик атмосферских непогода (Максимовић С., 1987). Према поменутом истраживању овакве појаве су се заједно или појединачно јављале у Србији просечно 23 дана, а од места до места су вариране између 15 и 40 дана; по својој природи су изразито локалног карактера па не показују „правилан“ распоред у простору. Све опасне појаве у Србији се, према резултатима поменутог испитивања, јављају између 31 и 213 пута, што је велики распон; то је просечно на синоптичким станицама 72 пута (урачуната је магла, као смањена видљивост испод 1 km, а не густа магла - њено учешће је просечно чак 60 %).

Врло је битно то што се нека друга слична истраживања генерално сасвим слажу са овим: укупна вероватноћа јављања неповољних климатских појава у одређеној тачки у Србији износи 8,2 %. То значи да се у просеку 2,5 дана у једном месецу може очекивати нека неповољна појава (30 дана годишње). Када се изоставе две најчешће, и не тако опасне појаве, као што су магла и атмосферско електрично пражњење, вероватноћа се смањује на приближно половину од наведене (Radinović Ђ., Maksimović S., 2002).

Улога географије у препознавању климатских екстрема

Истраживање ЕКП значи боље сагледавање проблематике неповољних климатских дешавања у нашој земљи, али представља и један помак у смеру међународних токова актуелних проучавања екстремних догађаја. Бројне „струке“ се позивају на „надлежност“ за проучавање неповољних природних дешавања. Извесно је да има много простора за различита научна виђења ове проблематике. Ту се не ради само о сазнајним вредностима него и о практичној применљивости и општој хуманој вредности.

Географија може дати допринос разрешавању нејасноћа везаних за сложен динамичан климатски систем: дефиницијама, класификацијом, проналажењем критеријума за идентификовање таквих појава у сваком простору - регији на Земљи (географској области), као и постављању теоријских основа и адекватних критеријума за процену нивоа њихове штетности. Она мора имати удела и у области откривања и праћења промена у екстремним климатским појавама и у пројекцијама будућих екстремних дешавања. Својом ширином истраживања може понудити смернице у ефикасном планирању заштите од природних непогода. Уосталом географски приступ обухвата „све“ компоненте животног простора и аспекте људског живота.

У жељи за бољим животом човек је развио многе технолошке поступке за које се испоставило да више штете него што користе. Али, и они су научни резултати. Због тога је данас више него икад раније потребно наћи меру за све делатности човека, а посебно у области односа према окружењу.

У науци се траже одговори на нека питања (научне проблеме) углавном када у животу и раду човека настане потреба да се неки проблем реши. Територија Србије је релативно мала, бројно становништво „циркулише“ скоро с краја на крај земље: израчунајмо просечни праг неке екстремне појаве за целу земљу и избројмо екстремне случајеве изнад тог прага у различитим местима. Добићемо карту вероватноће изложености неповољним појавама. Слично се може урадити са интензитетом. Још је Хипократ (460-377 година п. н. е.) писао да свака болест има своју природу и да произилази из спољашњих узрока. Вековима се медицина удаљавала од оваквог становишта (Кајзер М., 2003). Данас је можда више него раније потребно имати у виду да човеково тело није машина и да је често за „мале“ промене климатских услова неопходна дуга аклиматизација.

Многе екстремне климатске појаве су међусобно повезане што доприноси појачању штетног ефекта. Тада се заправо чак добија један нови климатски екстрем. Најчешћи случај је појава температуре ваздуха знатно изнад нормалне уз међудневни раст температуре знатно изнад нормалног и суви период знатно дужи од нормалног. Другим речима: топле таласе обично прати суша. Интензивно испаравање доводи до несташице воде, а истовремено је потражња за водом повећана. Биљке вену на сунцу. Стока доживљава топлотни стрес. Температура воде у језерима и рекама расте, а рибе и водени инсекти су јако осетљиви на температурне промене. Али има и оних који воле топло време: алге. Висока температура воде утиче на цветање алги. Оне се брзо умножавају и загушују језера и реке до „умирања“. Топлота може и да прекине транспорт. Кварови на возилима су тада чешћи. Деформише се омекшали асфалт, чак се и бетон криви, челичне шине се шире и криве. Топао ваздух је разређен и ствара мањи потисак на крилима авиона, тако да је неопходно смањити број путника или терет. Клима уређаји драстично повећавају потрошњу струје. Тада су генератори у електранама преоптерећени, хидроелектране су због спуштања нивоа воде у акумулацијама угрожене. На високим температурама се електрични водови шире и

угибају, што може да проузрокује кратке спојеве. Шумски и други пожари су наставак „приче“ итд. Добијамо једну сложену појаву од две ванредне и једне јаке. Овоме се могу придружити и друге појаве. Могућности су разноврсне. Сигурно је да као посебна тема остаје проучавање комбинованих климатских екстрема - новог квалитета у проблематици неповољних атмосферских збивања.

Ради илустрације такве сложености проблема поменимо само две најекстремније године новијег доба у нашим крајевима: снежну 1929. годину и врелу 2007. годину. Годину 1929. Европа памти по великој снежној зими која са правом може понети епитет „зима XX века“. Била је то права „бела мора“ која је готово два и по месеца спутавала живот села и градова. У земљи је завладала велика глад. Људи су умирали од хладноће, биле су прекинуте телеграфске и железничке линије. У Београду је 11. фебруара те године забележена најнижа фебруарска температура ваздуха (-25,5 °C). Отопило је тек средином марта, али је уследило најхладније пролеће до сада са просечном температуром од 9,5 °C у Београду (нормална је 11,8 °C). Те зиме снег се задржао у Београду 81 дан (просечан је 39,1 дан).

Године 2007. у Европи се појављује неколико изузетних екстремних климатских догађаја. Централна Европа тада бележи најтоплију зиму и пролеће у инструменталном периоду, северну и западну Европу погађа јака олуја (Кирил) са ударима ветра преко 170 km/h, а југоисточну Европу и део Медитерана јак топли талас који је у многим земљама оборио температурне рекорде и изазвао смртне исходе као и стотине пожара. Крајем јула 2007. године средства јавног информисања у нашој земљи су се утркивала да најаве „најтоплији дан у Србији од када постоје мерења“. Био је то уторак 24. јули, када су на 22 станице у Србији превазиђени сви јулски максимуми температура, а на 20 станица су превазиђени и дотадашњи апсолутни максимуми. У Смедеревској Паланци тада је измерена температура ваздуха од 44,9 °C. Она је постала апсолутни максимум за Србију.

Систематска проучавања уз континуирана осматрања чине базу података за **процену ризика** од природних опасности. Сваки систем и стратегија за борбу против разних опасности има користи и могао би да се надгради на постојеће структуре за издавање упозорења од неповољних појава и осигурање људи и материјалних добара. Међутим, у Србији је већи проблем људска савест и немарност. Иако упозорења на извесне екстремне појаве не захтевају велику материјалну базу, људске ресурсе и посебна истраживања и мерења, врло често изостају адекватна упозорења и мере заштите.

Дискусија и закључак

Проблем екстремних климатских појава као „хроничан“ постоји одавно, међутим, можемо слободно рећи, као „акутан“ изучава се тек последњих година. Деведесете године прошлог века су пример истицања екстрема у односу на цео инструментални период осматрања времена. Природне непогоде уопште, а посебно примери најтоплијих година од кад постоје мерења, у том периоду као и на преласку у XXI век, представљају жижу научног и медијског интересовања. Све то почиње да добија јаку политичку ноту, а последњих година се истиче свест о наводним несагледивим глобалним економским последицама и последицама на појединим „малим“ људским заједницама и на обичном човеку. Наравно, постоји и друга страна у научној и стручној јавности где опстају супротни ставови, који говоре да је таквих климатских екстрема било одувек, тј. да је „цела прича“ предимензионирана из превеликог страха или изрежирана из интереса извесних политичких и економских групација. Без обзира на ставове, чињенице се не смеју тумачити произвољно, а

термини се морају прецизно дефинисати (као климатски екстреми и екстремне климатске појаве).

Географија својом ширином приступа може обезбедити класификацију неповољних догађаја и успоставити критеријуме за њихово идентификовање. То је добрим делом условљено повезаношћу проблема са геопростором. Односно, захтева специфичан приступ за сваки простор на Земљи. Величина територије Србије, њен прилично компактан облик са меридионалним и упоредничким протезањем од свега 4°, као и географски положај, не истичу утицај било којег спољашњег фактора на климу само једног дела територије (осим делимично случаја Метохија и Тимочке крајине). Зато се климатске различитости Србије свде највише на утицај унутрашњих фактора, пре свих рељефа. Продор континенталних утицаја долинама великих река ка југу додатно уједначава климу Србије у меридијанском правцу. Без тога би клима Србије имала много веће разлике у својим крајњим тачкама. У таквим условима средња стања атмосфере и просечне вредности климатских елемената „постају слична“ на целој територији, а климатски екстреми добијају на значају. Климатска диференцијација „фаворизује“ утицај рељефа са два своја елемента, надморском висином и обликом (удубљења, узвишења), док чак и експозиција падина има мањи значај. Све то оправдава јединствен приступ изучавању екстремних климатских појава у Србији.

Овде је издвојена и дефинисана укупно 31 екстремна климатска појава и све су на основу степена штетности разврстане у 5 категорија. Следећи је задатак израчунати прагове као граничне вредности за препознавање екстрема. У Закону о заштити од елементарних непогода Републике Србије, старим преко 30 година, (Службени гласник СРС, бр.20/77) не постоји никаква јасна одредба према којој је постављена граница која енормно висока температура ваздуха прелази у стање елементарне непогоде. Закон изриче само дефиницију описног карактера, без конкретних климатских параметара и мера којима би се заштитило здравље и животи грађана.

Све више се увиђа да климатологија као наука мора да постане „активна климатологија“. То значи да се из науке која прати, бележи и анализира промене трансформише у науку која упозорава, усмерава и кад год је то могуће, спречава (Крmpотић Т., i dr., 2005). Постало је јасно колико је важно „развијати технологију“ истраживања неповољних услова животне средине, а посебно појављивања екстремних климатских догађаја.

Литература

- Анђелковић Г. (2006). Методологија одређивања екстремних температура ваздуха на примеру јануара и јула месеца у Неготину. *Гласник Српског географског друштва*, 86 (1).
- Анђелковић Г., Живковић Н. (2007). Падавине као неповољна климатска појава у Неготину. *Гласник Српског географског друштва*, 87 (1).
- Анђелковић Г. (2007). Температурне прилике у јулу 2007. године као екстремна климатска појава у Србији. *Гласник Српског географског друштва*, 87 (2).
- Анђелковић Г. (2010). Грмљавинске непогоде као екстремна климатска појава у Србији. *Гласник Српског географског друштва*, 89 (4).
- Ађелковић Г., (2009). *Екстремне климатске појаве у Србији*. Београд: Географски факултет, докторска дисертација.
- Вукмировић В. (1990). *Анализа вероватноће појаве хидролошких величина*. Научна књига, Београд.
- Вујевић П. (1956). *Климатолошка статистика*. Научна књига, Београд.
- Дуцић В., Смаилагић Ј. (1994). Појава поледице у Србији у новембру 1993. године. *Гласник Српског географског друштва*, 74 (1).
- Дуцић В., Танасијевић З. (1993). Појава тромбе у ваљевском крају. *Гласник Српског географског друштва*, 83 (1).
- Ђукановић Д. (2000). *Клима Ваљевског краја*. Скупштина општине Ваљево, Ваљево.

- Кајзер М. (2003). *Како време утиче на здравље*. Драганић, Београд.
- Chapman E. H. (1919). On the use of the normal curve of errors in classifying observations in Meteorology. Meteorological Office London, *Professional Notes*, No. 5, London.
- Conrad V. (1936). Die klimatischen Elemente und ihre Abhängigkeit von terrestrischen Einflüssen. *Handbuch der Klimatologie*, B. I. T. B., Berlin.
- Dankers R., Hiederer R. (2008). *Extreme Temperatures and Precipitation in Europe: Analysis of a High-Resolution Climate Change Scenario*. European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, Luxembourg.
- Gibbs J. (1987). *Defining Climate*. WMO, Bulletin 36.
http://www.occc.ch
- Krmpotić T., Ivančević S., Musanić G., Stevanović S. (2005). *Meteorologija sa klimatologijom*. Megatrend univerzitet primenjenih nauka, Beograd.
- Oliver J. E., Hidore J.J. (2002). *Climatology - An Atmospheric Science*. Prentice Hall, New Jersey.
- Pllana R. (1987). Fizičkogeografski aspekti elementarnih nepogoda sa osvrtom na neke pojave u SAP Kosovo. *Zbornik radova sa prvog jugoslovenskog savetovanja „Elementarne nepogode i katastrofe“*, Beograd.
- Radinović Đ. (1981). *Vreme i klima Jugoslavije*. IRO Građevinska knjiga, Beograd.
- Radinović Đ. (1997). The basic concept of the methodologies of Mediterranean cyclones and adverse weather phenomena studies. *INM-WMO International Symposium on Mediterranean cyclones and hazardous weather phenomena*, Palma de Mallorca.
- Radinović Đ., Maksimović S. (2002). *Proposal for methodology detecting and researching of extreme weather and climate events*. Urbanistički zavod Republike Srpske, Banja Luka.
- Unkašević M., Vujović D., Tošić I. (2005). Trends in extreme summer temperatures at Belgrade. *Theoretical and Applied Climatology*, 82.
- *** (1977). *Службени гласник СРС*, бр 20/77, Београд.
- *** (2001). *Third Assessment Report Glossary*. Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC, Working Group I, Synthesis Report.

CLIMATIC EXTREMES IN SERBIA - definitions, types and classification-

GORAN ANĐELKOVIĆ*¹

¹ *University of Belgrade – Faculty of Geography, Studentski trg 3/III, Belgrade, Serbia*

Abstract: Climatic extremes as negative events are named to be one of the major problems of humankind today. Still, their complex and systematic study is missing – they are studied only as an “attachment” to the problem of contemporary climate changes. Number of terms is used arbitrarily, such as climatic extremes and extreme climate events. From the geographical perspective, there is a need to define extremes and classify them at first, and only then to establish criteria for their identification, to link the problem to the geographical base, etc. There should be a specific approach for every area on Earth. In this work 31 extreme climate events have been isolated and defined, and all of them, according to their specific characteristics and their harmfulness, have been classified into 5 categories. Systematic geographical studies of these events could intensify the fight against atmospheric hazards in Serbia and help the system of insurance of people and material goods. There should be regulations that would include precise definitions of all hazards with precise borders of the harmfulness of the event, then the assessment of the possible endangerment and the possibility of protection in certain regions, etc.

Key words: climate, extremes, events, Serbia, geography, definition, classification, importance.

Introduction

Climatic extremes, in the broadest sense natural hazards caused by atmospheric processes, have become one of the greatest problems of humankind through time. Still there are a lot of obscurities related to them. Although the prevention and mitigation of natural catastrophes have become one of the priorities for the international community, even their precise and widely accepted definition is missing. Besides, every region, depending on its physical-geographical conditions, has its own specific characteristics, where natural processes and particularities of the hazards are manifested. Thus, every region needs an adequate approach to the study of these events (Pllana R., 1987). Therefore, the studies should start from the regional or even national level, with precise scientific “registration” – **definition** of all negative climatic events and their **classification**.

Today, it is often spoken about various extreme events, under which are considered rare events that notably deviate from the average. Different manifestations of these events occur. Those of the same kind are grouped into certain categories. Overall terminology is notably diverse. Atmospheric extremes are classified into weather or meteorological or climate events. Temperature and precipitation extremes are noted most often, but also thunderstorms that imply extreme gusts of wind and electrical discharges, etc. Often, floods, forest fires, erosion, slides, avalanches are related to atmospheric extremes, although the causes of their occurrence often are atmospheric events. All these point to diverse interpretations in the field of natural extreme studies. Influences of such extreme events acquire various forms and have been recently related to as “human stress” (Oliver J. E., Hidore J. J.; 2002). It is extremely important to view the problem of extreme climate events scientifically from various aspects. Their independent, complex and systematic study is especially missing - they should not be studied as an “attachment” to the problem of contemporary climate changes (Andjelkovic G, 2010).

* E-mail: goran@gef.bg.ac.rs

The paper contains the research results of the project No146005 supported by the Ministry of Science and Technological Development of the Republic of Serbia

Serbia is quite safe from numerous dangerous and catastrophic events that hit the vast space of our planet, kill a lot of people and destroy material and cultural goods of humankind. That is probably the reason why in our country only few studies have been conducted (Ducic V, Tanasijevic Z., 1993; Smailagic J., 1994; Andjelkovic G., 2006, 2007, 2009., Zivkovic G., 2007; Radinović Đ., Maksimović S., 2002; Unkašević M., Vujović D. i Tošić I., 2005; etc.) and why answers to many questions are missing. There is a need for the development of systematic approach to the problem, especially from the geographical aspect.

Basically, every region on our planet has its own specific climate extremes that are negatively manifested, concerning the fact that the population of a certain region is accustomed to the normal climate conditions of “its region” as an ordered geosystem. Although atmospheric hazards are noted separately, it should be pointed that the same group includes those hazards that occur as the consequence of the interaction of atmosphere and hydrosphere due to their close connection. Those are negative events based on *extreme meteorological, climate and hydrological processes*. It is evaluated that they represent 70% of all natural hazards (Djukanovic D.,2000). When defining extreme climate events as negative or harmful phenomena this genetic group as a broader category should be taken as the starting point.

The problem of defining climatic extremes

If we take into consideration all natural extremes, there are notable similarities for the occurrence of certain phenomena, while others have significant differences concerning their size, frequency and intensity, in other words their spatial and temporal characteristics. Some of them are short-term in most of the cases, such as hail, for example, others are long-term, such as drought, but some of them are significantly related, such as high wind velocity and low pressure in the centre of a cyclone. Strong rains are representatives of a special type since characteristics of their separate occurrence vary a lot. Floods are characterized by suchlike variations as well. Although many extremes occur by chance, all of them are marked to have daily, seasonal or annual character (the more they occur irregularly – randomly, the harder it is to predict them). Frequency is a sign for recognition of an event. Sometimes, it is more important in the analysis of an event than any other characteristic, even more important than the strength of the event. Still, the period of observation is rarely long enough. Geographical distribution refers to the characteristics of the presence of a phenomenon in the area in which it occurs - range. At one extremity is lightning, and at the other drought. Some of them have very sharp borders, such as flood or avalanche. Other ranges, as those of tropical cyclones, are marked with notably less clear borders.

The complex category of extreme meteorological-climatic and hydrological events as a group of cause-consequence related events can be divided into:

- Extreme atmospheric events solely of meteorological character (synoptic events): strong warm and cold advection, intense front, intense cyclogenesis, strong static stability and instability of atmosphere, cold drop, low flow current, etc.
- Extreme climatic events in a narrow sense (statistically viewed): extreme values of climatic elements, hail, dense fog, frost, atmospheric discharges, etc.
- Extreme meteorological-climatic seasons (from synoptic and statistic point of view): hot or cold summers or winters, rainy and arid periods, long-lasting frosts, etc.
- Atmospheric events which have extreme hydrological consequence: abrupt melting of snow layer, strong rain in the basins of torrential flows, etc.
- Extreme hydrological events: drying up of water springs, outflows of rivers, flood waves on upstream flows in superposition, etc.

- Extreme related events: extreme levels of underground and surface waters, outflow of torrential flows, ice on rivers, high waves on rivers, avalanches, etc.

All events of climatic character are isolated from these groups and are called climatic extremes. Taking into consideration that today in literature under the entry climatic extremes we can often find quite diverse events, from extreme temperatures and precipitation to fires and avalanches, there is the need for precise defining of their relations. Extreme events related to climatic conditions of a certain region are divided into three categories in chart 1: extreme climatic events in narrow sense, extreme climatic seasons and extreme climatic consequences.

Chart 1. Division of climatic extremes or extreme climatic events

CLIMATIC EXTREMES		
EXTREME CLIMATIC EVENTS	EXTREME CLIMATIC SEASONS	EXTREME CLIMATIC CONSEQUENCES
high and low temperatures, intense precipitation, strong wind, hail, frost ...	drought, flood seasons, heat waves, cold waves ...	fires, avalanches, erosions, slides, epidemics, incursion of noxious species ...

If we accept the point of view according to which the relation between climatology and geography is the relationship between a separate discipline and original science, which should be provided with the acknowledgements about climate as an element of the natural base of a geographical area, and that at the end point climatology is concerned with the answers to the questions why differences in climate of certain geographical regions exist, how big those differences are and what the consequences of the influence of climate to the geographical structures in different parts of the world are, than we will not be much concerned with the details of physical processes of the climate genesis. In that sense, *under climatic extremes we consider not only the extremes of the atmospheric events in narrow sense, but also the consequences of climatic processes, including the seasons of their occurrence and extremes of the parameters of climatic elements.*

Even when we exclude “the physics of climatic extremes”, the great complexity of “the geography of climatic extremes” remains, so we will focus (at least for now) only on the extremes of atmospheric events in narrow sense. Let us consider what extreme climatic events (ECE) would include if we take the quantification of climatic conditions by V. Conrad (Conrad V., 1994) which was accepted by our best expert in climatology statistics Pavle Vujevic. In the second part of his climate definition there is a phrase “extreme deviation”. In that case we can differentiate following extreme climatic events:

- Extreme values of the basic climatic elements: air temperature, air pressure, precipitation as measured value, etc.
- Extreme values of the derived climatic elements: frequency, probability, duration of certain periods (wet or dry, for example), etc.
- Extreme values of combined climatic elements: climatic indexes, equivalent temperature, equivalent-effective temperature as the mark of humidity, etc.

International Panel for Climate Change (IPCC, 2001) defines “extreme weather event” as “a rare event concerning its statistical distribution on a certain spot”. It is added that: “definitions ‘rare’ vary, but extreme weather event is normally rare if it is below 10% or above 90%”. Also, “extreme climatic event” is defined as: “average number of weather events in certain period of time, when that average value is itself extreme”. These definitions are quite simplified and generalized for all types of events and parameters although they are very different. Besides, percents are used as the main criterion for the identification of extremes regardless the type of the categorization of certain events. Also, not only the frequency, but the intensity of an event as well is the indicator of the extremity.

This definition is often accepted in literature. It is used by our meteorological service as well. Still, some other definitions can also be found. “Extreme events” are perceived better if they are defined by their deviation from average towards low frequency, when anomaly arises because the event is notably out of the main scope of variations. It implies processing of the parameters through statistical calculations under three main aspects: thresholds, frequency, intensity. The analysis also involves differences among certain regions and changes among various time periods (Dankers R., Hiederer R., 2008).

The broadest definition would have to take into consideration distinctive characteristics of all extreme climatic events (as, for example, by Radinović Đ., Maksimović S.; 2002) and only that definition could represent “reliable” starting point for further studies. That means that negative climatic elements and events, according to their nature represent:

- continual climatic elements extreme when they exceed certain values,
- periodical events which are extreme when their intensity exceeds certain threshold and
- climatic events negative every time they appear.

When we take into consideration that there are nine climatic elements and that each of them has at average more than dozens of parameters, we get over one hundred precise climatic indicators. Theoretically, the intensity of each of them can reach certain level of harmfulness. But, we make the difference between parameters of the climatic elements that occur in continuity, incessant: air temperature, air pressure, evaporation and air humidity; and the others (discontinuous - intermittent). These other climatic elements, as well as some climatic events, do not occur sometimes, or they occur occasionally, as it is the case with Sun radiation (conditional), wind, cloudy sky, precipitation, and snow cover. When they occur depending on their intensity (but, also their frequency) they can have harmful effects. And at the end, some parameters of climatic elements and climatic events have harmful effects every time they occur. They are “defined” as harmful: drought, hail, frost, tornado and etc.

Although every event in nature can occur in its extreme form, it is clear that we cannot refer to all climatic events as unfavourable. Also, extreme values of certain climatic elements are left out of the analysis because in certain climatic conditions they do not cause harmful consequences on their own, but they “pass the responsibility for them to” other elements. For example, evaporation will cause damage only during the long period with no precipitation, thus it is “the responsibility” of the dry period. The relative air humidity often reaches (and exceeds) 100%, but people do not notice it under usual air temperatures; or dense clouds reduce the quantity of light and warmth, but that is again manifested in the change of air temperature.

Classification of the extreme climatic events

Having in mind what has been said about extreme climatic events and according to some divisions of weather events in meteorology made until now (Radinovic, Dj., 1981; Radinovic, Dj., 1997), and taking into consideration damage they cause or can cause, in

other words, the level of destructiveness, we will classify all extreme climatic events into five categories. Regardless numerous dilemmas of terminological nature we will separate: *exceptional, important, dangerous, strong and catastrophic events*. Empirically, and in accordance with linguistic principles that there are three levels of comparison (positive, comparative and superlative), the following can be isolated as the basic categories of negative events: exceptional, dangerous and catastrophic. Important events are potentially dangerous and strong potentially catastrophic and as such represent intermediate levels according to the level of harmfulness. Their potential danger is noted with phrases “can lead to” and “can have”: the message is that harmful effects of these events, especially in recent time, have often been prevented by various technological actions.

Extraordinary climatic events represent the lowest level of negative effects to a man and his activities and can be noted only as harmful. They do not jeopardize human lives directly, nor they have direct destructive effects on material goods. But, suchlike atmospheric conditions have numerous negative effects on the work and life of people, and they are not directly observable. The reason for this is that the life and work of people are accustomed to average and most frequent (usual) weather conditions and hence notified as positive, since they do not cause any harm. Only exceptionally, with persons suffering from certain diseases, a human life can be endangered by exceptional climatic events. Extraordinary climatic events would include:

- 1.air temperature significantly below normal (extreme minimum),
- 2.air temperature significantly above normal (extreme maximum),
- 3.day-to-day fall of air temperatures significantly over normal (extreme fall),
- 4.day-to-day rise of air temperatures significantly over normal (extreme rise),
- 5.air pressure significantly below normal (extreme minimum),
- 6.air pressure significantly above normal (extreme maximum),
- 7.day-to-day decrease of air pressure significantly over normal (extreme decrease),
- 8.day-to-day increase of air pressure significantly over normal (extreme increase).

As **potentially dangerous climatic events** (important events) are considered all those events in atmosphere which can lead to various dangerous consequences in geographical environment. Those consequences can be in the form of bad weather conditions or can have dangerous manifestations on various components of geographical environment, above all biosphere and hydrosphere. Direct consequences can be most harmful for flora, wild and especially cultivated vegetation, vineyards, fruit and vegetable gardens, etc. Dangerous hydrological events can also be caused, such as abrupt increase of water level, outflow of the rivers, unusual formation of ice on rivers, etc. Three climatic events can be included in this category:

- 1.early frosts,
- 2.late frosts and
- 3.abrupt melting of snow.

Dangerous climatic events are those which directly endanger human lives and cause material damage. The definition of this category of harmful climatic events can be the shortest one since its terminological determination gives the best explanation. Still, each of the events listed below is differently manifested in certain components of geographical environment and endangers a man, his activities and material goods in different ways. Dangerous events are:

- 1.intense precipitation,
- 2.high level of snow,
- 3.stormy wind,
- 4.atmospheric electrical discharges,
- 5.hail,
- 6.dense fog,

7.frost.

Potentially catastrophic climatic events (strong events) are all those wide-spread and extremely intense events which occur in atmosphere with statistic significance and which *can have* catastrophic consequences in geographical environment. Those are destruction of vegetation or only some cultures so that it causes hunger, outflow of several torrential flows, floods, rise or fall of the level of underground waters over limited values, drying of springs and deficiency of drinking or any water, or eventually human casualties or material damages that are catastrophic. Still, today a man can prevent a catastrophe by acting on time. The following can be included here:

- 1.long-lasting strong frosts,
- 2.periods of rain much longer than normal,
- 3.dry periods much longer than normal.

Catastrophic climatic events include those events which at certain place reach or exceed the absolute maximum of their intensity and those dangerous events which are spread over significantly wide space. Thus they are differentiated according to two criteria (intensity and distribution) and are so negative that they have inconceivable consequences. They usually have deathly consequences for certain portion of the population or serious injuries and health problems for large number of people. As a rule, they have destructive and devastating effect on material goods. They are:

- 1.wide-spread intensive precipitation,
- 2.wide-spread high level of snow,
- 3.wide-spread period of rain significantly longer than normal,
- 4.wide-spread dry period significantly longer than normal,
- 5.wide-spread strong wind,
- 6.tornado,
- 7.wide-spread strong electric discharge,
- 8.wide-spread strong hail,
- 9.wide-spread dense fog,
10. wide-spread frost.

General description of the classified events

More detailed description of certain extreme events is related to the methodology of determining the thresholds of extremity of each event. Here we should note the difference between the two most used terms: **extremes** are bordering (endmost) values and a **threshold** is the limit of the normality of a climatic element or event. The problem of methodology of calculating the thresholds is very complex due to the nature of negative events and the complexity of causing harmful consequences. Preconditions for quantification are detailed meteorological observations and measurements, descriptive and functional “geographical” observation and conclusion based on the experience and knowledge (by systematic proving and explanation), but also cartographical insight and comparison (based on the measured values).

Statistical procedures are basic methods for detecting ECE. The type of classification is basically determined by the way of calculating the thresholds for extreme values of extreme events (Radinović Đ., Maksimović S., 2002; Анђелковић Г., 2010). If it is confirmed that the sequences of data of some climatic elements “correspond” to Gauss law (for example, air temperature and pressure) the classification of the values of climatic elements established by Chapman (Chapman E. H., 1919) is applied. It describes the level of “normality” of a certain element in climatology on the basis of punctually determined numeral values. For normal values are taken those values which lie inside the interval $\mu \pm \sigma$

(μ represents the average value, σ the standard deviation of the climatic element)¹. In that way the classes are determined by the value of standard deviation (Andjelkovic G., 2006). The values of a climatic element which are extremely, significantly or very much below normal (below $\mu - 2\sigma$) and extremely, significantly or very much above normal (above $\mu + 2\sigma$) represent extreme (negative) climatic event (chart 2).

Chart 2. Classification of climatic events according to the level of “normality” and the example with air temperature

CLASSES	CLIMATIC CHARACTERISTICS	TEMPERATURE CHARACTERISTICS
below $\mu - 3\sigma$	extremely subnormal	extremely cold
from $\mu - 2\sigma$ to $\mu - 3\sigma$	very subnormal	very cold
from $\mu - \sigma$ to $\mu - 2\sigma$	subnormal	cold
interval $\mu \pm \sigma$	normal	normal
from $\mu + \sigma$ to $\mu + 2\sigma$	above normal	warm
from $\mu + 2\sigma$ to $\mu + 3\sigma$	much above normal	very warm
above $\mu + 3\sigma$	extremely above normal	extremely warm

For other extreme values of climatic elements, when distribution of the frequency of their values is not normal but characteristic at peaks (e.g. the maximums of rain, the height of the snow level, etc.), the method of peaks is used (Vukumirovic V., 1990). The value of a threshold is determined as the average value of extreme annual values of a certain climatic element for the analyzed climatic period.

For catastrophic are taken those events which, according to their distribution, belong to the last decile, i.e. to the category of “very much above normal”. The number of members of a statistical group sorted according to frequency is divided into ten equal parts, 10% each, and that is how decile is created. This method is explained in details by Vujevic (Vujevic P., 1956), and recommended by Gibbs (Gibbs J., 1987).

Other climatic events and their statistical variables do not have characteristics according to which the thresholds for the values above normal (frost, tornado, hail, etc.) could be identified. For these cases the method of the reoccurrence period is used, based on the law of probability. The interval within which there is a probability for the event to occur at least once is determined.

The latest calculations show (Andjelkovic, G., 2010), according to the available data for the period 1991-2005, that in Serbia extreme climatic events as negative events occur at average 30 times annually, which means that the whole one month is reserved for them. In that period extraordinary events occur at average for 18 days (60.6%), potentially dangerous events for 1.6 days (5.4%), dangerous events, not including not so dangerous thunder and fog, for 6.7 days (22.6%), potentially catastrophic events for 1.8 days (6.1%) and catastrophic events without thunder and fog for 1.6 days (5.4%).

Stormy events followed by hail, electrical discharges, stormy wind and rain showers represent the most frequent form of atmospheric negative events (Maksimovic S., 1987). According to the mentioned study these events have occurred in Serbia together or separately at average for 23 days, and from place to place they have varied between 15 and 40 days; they have significantly local character and thus they do not show “regular”

¹ Vujevic (Vujevic P, 1956) emphasizes that it is better to separate mentioned classes according to the values of probable deviation (r), which represents $0,6745 \sigma$, and thus those intervals are for a third narrower than those of standard deviation and that the borders of suchlike classes correspond better to the general feeling of a human. But, in that case the limits for extremely negative events are significantly broadened, and that would not describe accurately contemporary climatic conditions of any geographic area on Earth (taking into consideration contemporary trends of climatic changes, i.e. reinforcement of extremes).

distribution in space. All dangerous events in Serbia occur, according to the results of the mentioned study, between 31 and 213 times, which is significant span; that is 72 times at average at synoptic stations (fog is included as reduced visibility under 1 km, not as dense fog – its portion is even 60% at average).

It is very important that the results of some other similar studies generally coincide with this one: the overall probability of the occurrence of negative climatic events at a certain point in Serbia is 8.2%. It means that at average a certain negative event can be expected to occur for 2.5 days in a month (30 days a year). When the two most frequent, and not so dangerous, events such as fog and atmospheric electrical discharge, are excluded, probability is reduced to approximately a half of the mentioned (Radinović Đ., Maksimović S., 2002).

The role of geography in the recognition of climatic extremes

The study of ECE means better insight in the problems of negative climatic events in our country, but it also represents a step forward to the international tendencies of the contemporary studies of extreme events. Numerous “disciplines” consider themselves “competent” for the study of negative events in nature. It is obvious that there is a lot of room for different scientific views of these problems. They do not involve only knowledge, but also practical applicability and general human value.

Geography can give a contribution to clarifying obscurities related to the complex dynamic climatic system by: definitions, classification, finding criteria for identification of those events in every area – region on Earth (geographic area), as well as establishing theoretical basis and adequate criteria for estimation of the level of their harmfulness. It must take part in the field of detecting and monitoring the changes of extreme climatic events and in projections of future extreme events. Thanks to the wide range of its studies it can offer the guidelines for the effective planning of the protection from negative events in nature. Geographical approach involves “all” the components of the environment and aspects of human life.

In the want of better life a man developed numerous technological procedures which turned out to be more harmful than useful. But, they are also scientific results. That is why today it is more important than ever to find the right measure for all human activities, especially in the field of human relation to the environment.

Science seeks the answers to some questions (scientific problems) generally when in the life and work of a man emerges a need for the solution of a certain problem. The territory of Serbia is relatively small, numerous population “circulates” almost from one to the other end of the country: let us calculate the average threshold of a certain extreme event for the whole country and count extreme cases above that threshold at different places. We will get the chart of probable exposure to negative events. Similar can be done with the intensity. Even Hippocrates (460-377 BC) wrote that every disease has its own nature and that it arises from external causes. For centuries medicine have been going away from this stand point (Kaiser M., 2003). Today, maybe more than ever we need to keep in mind that a human body is not a machine and that often for some “small” changes of climatic conditions we need a long period of acclimatization.

Numerous extreme climatic events are related, which contributes to the formation of the stronger harmful effect. In that case a new climatic extreme is actually formed. The most common case is the occurrence of air temperature significantly above normal together with day-to-day rise of temperature significantly above normal and dry period significantly longer than normal. In other words: heat waves are usually followed by drought. Intense evaporation leads to the lack of water and at the same time the need for water is increased. Plants wither in sun. Cattle experience high temperature stress. The temperature of water in

lakes and rivers rises, and fish and water insects are very sensitive to temperature changes. But there are some which like warm weather: algae. High water temperature influences the blooming of algae. These conditions accelerate their reproduction and they swamp lakes and rivers to their “death”. High temperatures can also stop the transport. Vehicles break down more frequently in these conditions. Plasticized asphalt deforms, even concrete curves, steel strips widen and curve. Warm air is thinned and it produces less pressure on the wings of an airplane so it is necessary to reduce the number of passengers or luggage. Air conditioners significantly increase the consumption of electricity. In that case generators in electric power plants are over-driven, hydro-power plants are endangered because of the lowering of water level in accumulation capacities. On high temperatures electric lines widen and curve, which may cause short circuit. Forest and other kinds of fires are the continuation of the story, etc. We get one complex event from one exceptional and one strong. Other events can accompany these. Possibilities are diverse. It is certain that studying of combined climatic extremes – a new quality in the field of negative atmospheric events, stays as a separate theme.

For the sake of illustration of such complexity of the problem let us mention only the two most extreme years in the recent period in our region: snowy 1929 and hot 2007. Europe remembers the year 1929 thanks to the long snowy winter that can deservedly bear the epithet “the winter of the 20th century”. It was the real “white nightmare” which restrained the life of towns and villages for almost two and a half months. Huge hunger ruled the country. People died from freezing, telegraphic and railway lines were cut. The lowest February air temperature was noted in Belgrade on February 11, that year (-25.5 °C). It warmed up no sooner but in the middle of March, but was followed by the coldest spring up to now with the average temperature of 9.5°C in Belgrade (normal is 11.8 °C). Snow stayed in Belgrade for 81 days that winter (average is 39.1 days).

Several exceptionally extreme climatic events occurred in Europe in 2007. The Central Europe notes the warmest winter and spring ever in the instrumental period, strong storm (Kirill) with wind gusts of over 170 km/h hits the northern and western Europe, and strong warm wave, which beats the temperature records and causes death consequences as well as hundreds of fires in many countries, hits the southeastern Europe and the part of the Mediterranean. At the end of July 2007 public media in our country raced to announce “the warmest day in Serbia from the beginning of measuring”. It was Tuesday, July 24, when at 22 stations in Serbia all July maximum temperatures were beaten, and at 20 stations even, up to then, absolute maximums. The air temperature of 44.9 °C was measured in Smederevska Palanka that day. It became the absolute maximum for Serbia.

Systematic studies together with continual observation make the data base for the **estimation of risk** from natural dangers. Every system and strategy for the fight against various dangers is useful and can build up the already existing structures for the warning on the negative events and insurance of people and material goods. But, in Serbia the bigger problem is human conscience and neglect. Although warnings on certain extreme events do not demand large material base, human resources or special studies and measurements, very often adequate warnings and protection measures are missing.

Discussion and conclusion

The problem of extreme climatic events has existed for a long time as “chronic”, but, we can freely say, that as “acute” it has been studied only for the last few years. 90s of the last century are an example of emphasizing extremes more than the rest of the whole instrumental period of the weather observation. Negative natural events in general, and especially the examples of the warmest years since the beginning of measuring, in that period, as well as at the beginning of the 21st century, represent the focus of scientific and

media interest. All this starts to acquire strong political tone, and in the past few years the awareness of certain inconceivable global economic consequences and effects on separate “little” human communities and an ordinary man have been pointed out. Naturally, there is also the other side in scientific and expert public with opposing stands, which note that suchlike climatic extremes have existed forever, i.e. that “the whole story” has been augmented due to huge fear or directed due to interests of certain political and economic groups. Regardless all these stands, the facts must not be optionally interpreted, and terms must be precisely defined (as climatic extremes and extreme climatic events).

Thanks to the width of its approach geography can provide the classification of negative events and establish criteria for their identification. That is, greatly, conditioned by the problem’s link to the geo space, i.e. the problem demands separate approach for each region on Earth. The size of the territory of Serbia, with its quite compact shape with only 4° of latitude and longitude, as well as its geographical position, do not emphasize the influence of any external factors to the climate of any separate parts of the territory (except, partly Metohija and Timocka krajina). Due to all these facts the climatic differences in Serbia are reduced to the influence of internal factors, above all its relief. Breakthrough of the continental influences down the valleys of the great rivers in Serbia towards the south additionally evens the climate of Serbia in meridian direction. Without that the climate of Serbia would have much greater differences at its end points. In these situations average conditions of atmosphere and average values of climatic elements “become similar” on the whole territory, and climatic extremes gain their significance. Climatic differentiation “favours” the influence of the relief with two of its elements, altitude and configuration (elevations and cavities), while even the exposition of slopes has less influence. All of this speaks in favour to the unique approach to the studying of extreme climatic events in Serbia.

Altogether 31 extreme climatic events have been singled out and defined here and all of them have been classified into five categories according to their level of harmfulness. The next task is to calculate the thresholds as bordering values for the recognition of the extremes. In the Law for the negative weather events protection of The Republic of Serbia, which is more than 30 years old, (Sluzbeni Glasnik SRS, 6p.20/77 – Official Gazette of RS) there is no clear act which regulates the limit when the extremely high air temperature becomes the harmful event. The law provides only descriptive definition, without actual climatic parameters and measures for the protection of the health and lives of the citizens.

It is more and more evident that climatology as a science has to become “active climatology”. It means that as the science which monitors, notes and analyzes changes, climatology has to transform into the science which warns, directs and, whenever it is possible, prevents (Krpmotić T., and others, 2005). It has become evident how important it is to “develop technology“ of studying the negative conditions of the environment, and especially the occurrence of extreme climatic events.

References

See References on page 135