

КЛИМА СРБИЈЕ

*Бошко Миловановић, Милан Радовановић,
Горица Станојевић, Милица Пецељ, Југослав Николић*



*Дуја над Кораћницом
фото: М. Миливојевић, 2013*

КЛИМА СРБИЈЕ

Бошко Миловановић, Милан Радовановић*, Горица Станојевић*,
Милица Пецељ*, Јујослав Николић***

* Географски институт „Јован Цвијић“, САНУ

** Републички хидрометеоролошки завод Србије

Апстракт. Клима Србије је представљена кроз проучавање одређених типова атмосферске циркулације, анализу најзначајнијих климатских елемената, израчунавање трендова за поједине климатске елементе и дефинисање, тј. приказивање климатских регија. Кроз неколико примера илустрован је значај који одређене синоптичке ситуације имају за екстремне температурне прилике у Србији. На основу података за период 1961–2010, приказана је просторна расподела температура ваздуха, количина падавина, инсолације, облачности, релативне влажности ваздуха, ветра и снега (средњи датум појаве првог и последњег снега, максимална измерена висина снежног покривача, средњи број дана са снегом и снежним покривачем), при чему није изостављена ни анализа појединих екстремних климатских догађаја. За исти период израчунати су и картирани трендови температуре ваздуха и количине падавина (на годишњем и сезонском нивоу). Вредности климатских елемената у претходно издвојеним климатским целинама (добijenим на основу података за период 1961–1990.), иновирани су на основу података за период 1961–2010. Представљена је методологија израчунавања топлотног баланса између човека и околине, на којој се заснивају новија истраживања из области хумане биоклиматологије. Термофизиолошки биоклиматски индекс, као мера топлотног оптерећења у човеку у најтоплијем месецу, на основу података за период 2000–2010. израчунат је за шест метеоролошких станица.

Кључне речи. синоптичка климатологија, регионална климатологија, промене климе, климатска регионализација, хумана биоклиматологија, Србија

1. УВОД

Србија се, као држава са релативно малом површином, одликује разноврсним климатским типовима и специфичностима. На то утичу у првом реду изложеност струјањима ваздушних маса различитих особина, као и модификовање особина различитих ваздушних маса под утицајем рељефа. Ти утицаји су у овом поглављу приказани кроз мноштво примера и исцрпан опис атмосферске циркулације која утиче на климу Србије.

Климатске промене које су евидентне на читавој

планети свакако да се одражавају и на територији Србије. У научним круговима воде се понекад и жучне расправе о узроку тих промена, као и о могућим сценаријима климатских промена у будућности. Показало се да се на овом нивоу научних сазнања не може са сигурношћу утврдити какве нас временске и климатске прилике могу очекивати у било ком будућем периоду, не само на нашим просторима већ и у глобалу. Стога је у овом поглављу дат приказ промена температуре воде и ваздуха и количине падавина у периоду 1961–2010. и само кратак осврт на могуће пројекције климе у будућности.

У поређењу са развијенијим државама Европе, може се рећи да делатност домаћег становништва у знатно мањој мери модификује метеоролошке и климатске прилике. То свакако не значи да активности на спречавању загађења атмосфере треба занемаривати, напротив, уверени смо да борба за чистији ваздух треба да буде приоритет планетарних размера. Са друге стране, кроз низ биоклиматских показатеља показано је колики је значај и утицај климе на човека, а на основу низа примера показано какви биоклиматски услови владају у Србији.

2. ЦИРКУЛАЦИЈА АТМОСФЕРЕ КАО КЛИМАТСКИ ФАКТОР

На временске и климатске услове у неком месту значајно утиче општа циркулација атмосфере. Она се односи на ваздушна струјања хемисферских размера. Због неједнаког загревања Земље у току године, изражен је сезонски карактер процеса у атмосфери. Један од начина да се сагледају особине атмосферске циркулације је анализа сезонских карата (најчешће за хладнији и топлији део године), добијених на основу вишегодишњих просека ваздушног притиска сведеног на ниво мора, али и на различитим висинама у атмосфери.

Анализом географске расподеле ваздушног притиска сведеног на ниво мора, генерално, уочава се зонални распоред високог и ниског ваздушног притиска на Земљи: екваторијална област ниског притиска, суптропска област високог притиска, умерено ширински појас ниског притиска и поларна област високог притиска. Међутим, ово нису континуирани појасеви, односно свака од ових области се рашчлањује на више подобласти високог и ниског притиска различите постојаности и распрострањења. Нарочито се у појединим сезонама у току године истичу центри ниског и високог притиска, чија постојаност и распрострањеност утиче на премештање мање развијених циклona и различитих ваздушних маса, као и на формирање и ишчезавање фронталних система изнад одређених области (Barry, Chorley, 1992). Такви барички системи се називају акциони центри. Према постојаности они могу бити стални или сезонски. За простор

Европе, односно Србије, велики значај имају стални акциони центри – Азорски антициклон и Исландска депресија над Северним Атлантиком, као и сезонски центри, Сибирски антициклон на истоку Евроазије (у току зиме) и Карачи депресија над Арабијом (у току лета).

У току хладније половине године, на истоку Евроазије настаје поље високог притиска (Сибирски антициклон) под чијим утицајем долази до струјања хладнијег ваздуха ка топлијем Атлантику, тј. Исландској депресији. Планине на Балканском полуострву тада имају релативно висок притисак, док се област Средоземног мора одликује баричким депресијама. Од гребена сибирског антициклона током зиме, из подручја централне Европе ваздух се креће ка југу, па су преовлађујући ветрови из северног квадранта у јужној, југозападној и југоисточној Европи (Дуцић, Радовановић, 2005).

Током лета се формира низак притисак над Арабијом тј. Карачи депресија и висок притисак над Атлантиком. Релативно дугачак гребен Азорског антициклона се простире преко јужне Европе ка истоку. Подручје Медитерана и Јужне Европе тада карактерише мирно и стабилно време. Померање термичног екватора у току године условљава да је у току лета суптропска област високог притиска померена на север, односно долази до премештања умерено ширинског фронта ка северу у току лета, тј. његовог померања ка југу у току зиме.

Наведена географска расподела области високог и ниског притиска, као и ваздушна струјања представљају просечна стања атмосфере. Појединачне ситуације могу и знатно одступати од просека. Током године простор Србије се налази између и под дејством поменутих баричких формација.

Акциони центри су барички системи који се губе већ на висинама средње тропосфере (око 5 km висине), а имајући у виду велики значај ваздушних струјања на већим висинама у атмосфери, уобичајено се анализира и струјање на висини од око 5,5 km (баричка површина од 500 hPa). Према Радиновићу (Radinović, 1981), на висинама од 5 km у току зиме јако је изражен зонални ток (смер запад–исток), са баричком долином изнад Европе, што утиче на преовлађујуће висинско

северозападно струјање у нашим крајевима. Тако се долином која се простира изнад европског континента врше чести и интензивни продори хладног ваздуха. Постојање долине изнад европског континента условљава интензивне и честе продоре хладног ваздуха из северног квадранта. У току лета зонални ток је мање изражен, са долинама помереним на север, па над нашим делом Европе преовлађујуће западно струјање. На већим висинама у атмосфери (8–12 km) присутно је зонално струјање чије се области са највећим брзинама називају млазне струје. У току лета уочава се оса млазне струје изнад наше земље, међутим њена брзина је мања него у току зиме када је она померена ка југу.

Средоземље је по честини циклогенезе област са најчешћим појављивањем циклона на северној хемисфери у хладнијој половини године. Многи истраживачи су уочили да се у западном Средоземљу често образују циклони чије се даље кретање ка истоку условно своди на неколико путања. Просторне димензије ових ваздушних струјних система су од неколико стотина до неколико хиљада километара, односно ради се о процесима синоптичких размера. Постоји неколико циклогенетских области Средоземља при чему се највећи број циклона формира у области Лигуријског мора и изнад северне Италије (Radinović, 1965; Radinović, Lalić, 1959). Центар максимума честине циклогенезе јавља се у Ђеновском заливу. Друга област по честини циклогенезе је Јадранско море са два центра, северни и јужни Јадран. Трећа област повећане циклогенезе је Панонска низија са максимумом честине између Београда и Суботице, односно на простору Војводине. Повећана честина стварања циклона је и у Тиренском, Егејском, Црном мору и Влашкој низији. Интересантно је да Војводина представља активнију циклогенетску област у односу на окружење. Као део простране Панонске низије, фактор рељефа је утицао на процес циклогенезе у овом делу наше земље (Radovanović, Bjeljac, 2004). Генерално, сматра се да су орографски фактори доминантни у процесу настанка циклона у Средоземљу. Области са највећом циклогенезом су пространи водени басени и равнице, ограничени планинским ланцима преко којих се врши пребацивање хладних

ваздушних маса. Са друге стране, циклогенеза одсуствује изнад планинских области, односно овде је изражена појава антициклона. Просторне димензије ових баричких система сразмерне су димензијама орографских целина под чијим утицајем се стварају. Циклони најјачег интензитета су у зимској половини године, при чему у највећем броју случајева њихов животни век износи до 24 часа.

Посебна пажња научника усмерена је на путање кретања, односно премештања циклона из западног Средоземља ка истоку. Може се рећи да је опште прихваћено дасу Лигуријско море и јужни Јадран две области ка којима највише гравитирају циклони. Мишљење које преовладава у научним круговима је да се из северног дела Јадранског мора циклони премештају ка истоку долинама Саве и Дунава. Ови продори нарочито су значајни у касно пролеће и рано лето, и у вези су са плувиометријским режимом падавина у већем делу наше земље, али и падавинским непогодама праћеним олујним временом у ово доба године. У литератури се могу наћи подаци да су на појединим станицама у источној Србији за раније периоде (1931–1960.) утврђени модификовани маритимни режими падавина и да су они последица продора циклона који се крећу од јадранског приморја ка Црном мору (Ракићевић, 1979; Ranković, Radičević, Sokolović, 1984). За време једног оваквог догађаја у новембру 1985. године, на појединим станицама у источној Србији измерене су суме падавина од преко 250 mm (Дуцић, Радовановић, 2005).

У локалним размерама значајно је формирање баричких система просторних димензија од неколико десетина до неколико стотина километара који показују изразиту сезоналност, али и орографску условљеност. У току зиме се манифестују пољима високог притиска изнад планинских области.

Климу неког места одређују особине различитих временских стања, њихова учесталост и динамика развоја. Временска стања се дефинишу на основу одлика макро-атмосферске циркулације тј. типова циркулације атмосфере (Huth *et al.*, 2008). Каталози циркулационих типова омогућавају анализу промене учесталости и постојаности

синоптичких услова изнад неког подручја у току времена, али и анализу утицаја на време и климу неког места (Станојевић, 2010). Постојеће субјективне класификације су замењене компјутерски високо захтевним моделовањем уз примену различитих статистичких метода. Резултат је продуковање релативно великог броја каталога са варијететима типова и просторних обухвата. Основни задатак је постизање оптималног броја циркулационих типова са задовољавајућом сличношћу/различитошћу унутар/између типова.

У другој половини XX века неколико аутора се бавило класификовањем временских стања при којима се испољавају мање или више слични временски услови над већим делом наше земље. Међу њима се истиче рад Чадежа (Čadež, 1964), Лалића (Lalić, 1967) и Радиновића (Radinović, 1981). Генерално, за сваког од ових аутора се везује типологија временских стања, односно типова макро-атмосферске циркулације, који су изведени на основу преовлађујућих ваздушних струјања, продора и адвекције топлих и хладних ваздушних маса и смера циркулације, односно циклонског или антициклонског типа времена на простору некадашње Југославије. Типови су углавном називани према квадрантима из којих се крећу ваздушне масе одређених физичких особина, а при класификацији је разматрана расподела ваздушног притиска на нивоу мора, али и висинска ситуација. Међутим, поменута тематика оптерећена је бројним истраживачким проблемима, првенствено степеном субјективности који је присутан при класификовању мање или више сличних временских стања, али и адекватности самих типова за објашњење локалних временских услова на посматраном простору. Чини се да је ова веома важна научна област од времена поменутих аутора остала без значајнијих и адекватних решења код нас.

Једна од познатијих типологија циркулације атмосфере изведених за европски континент је Хес-Брезовски класификација циркулационих типова. Типови су дефинисани на основу положаја акционих центара на простору европског континента и североисточног Атлантика, као и њиховог утицаја на кретање ваздушних маса и фронтова, односно премештање мањих циркулационих система (антициклона и циклона) на

простору Европе у зоналном, полумеридионалном и меридионалном правцу. Примена овог каталога за простор Србије, указује да је варијабилност температура ваздуха и падавина у току времена у значајној вези са учесталошћу циркулационих типова. Удео циркулације атмосфере у варијанси средње годишње температуре на нивоу целе Србије је 66% (анализиран период 1949–2004.), односно од 53% на југоистоку Србије до 70% на истоку Србије (Дуцић, Станојевић, Иконовић, 2010). За падавине, тај удео је 69%, односно од 29% на југозападу до 86% за станице на југ/југоистоку Србије (Дуцић, Луковић, Станојевић, 2010). Овакви резултати указују на значај атмосферске циркулације као климатског фактора, али и чиниоца регионалне диференцијације климата на простору Србије.

Типологије циркулације атмосфере и временских стања добијају на значају тек код утврђивања повољних синоптичких услова за настанак екстремних климатских догађаја, и то догађаја са температурама ваздуха знатно изнад или испод нормале, као и екстремних падавинских догађаја. Досадашња истраживања су показала да су екстремно топли догађаји забележени за време западних, северозападних и југозападних циркулационих типова који се карактеришу циклонском активношћу изнад централне и западне Европе и високим притиском у области Медитерана, са продором топлог ваздуха из правца југа и југозапада. Северни и источни циркулациони типови су доминантни за екстремно хладне догађаје и настају као последица интензивних продора хладног ваздуха са севера, североистока и истока, као и антициклоналних услова изнад највећег дела Европе (Stanojević, Ducić, 2011).

2.1. ЦИРКУЛАЦИЈА АТМОСФЕРЕ КАО ФАКТОР ЕКСТРЕМНИХ ТЕМПЕРАТУРНИХ ДОГАЂАЈА У СРБИЈИ

Одлике времена у неком месту зависе од физичких особина ваздушних маса које се формирају у различитим географским областима. За време и климу у Србији значајне су арктичке, поларне и тропске ваздушне масе, које у зависности од степена влажности могу бити континенталне или

Табела 1. Вредности максималних дневних температура ($^{\circ}\text{C}$) са датумом појаве у периоду 1961–2010. (прва три максимума, I–III Tmax) и апсолутни максимуми температуре (Tmax) у историјском периоду осматрања времена на станицама у Србији.

Станица	I – Tmax		II – Tmax		III – Tmax		Tmax	
Банатски Карловац*	41,6	24.7.2007.	41,0	4.7.2000.	39,2	6.7.1988.	41,6	24.7.2007.
Београд	43,6	24.7.2007.	40,5	4.7.2000.	40,2	6.7.1988.	43,6	24.7.2007.
Велико Градиште	43,6	24.7.2007.	40,9	4.7.2000.	40,6	11.8.1994.	43,6	24.7.2007.
Ваљево	42,4	24.7.2007.	40,8	11.8.1994. 22.8.2000.	39,8	15.8.1963.	42,5	22.7.1939.
Врање	41,6	24.7.2007.	40,7	5.7.2000.	39,7	11.7.1968.	41,6	24.7.2007.
Вршац	42,2	24.7.2007.	39,6	4.7.2000.	39,5	25.7.1987.	42,2	24.7.2007.
Димитровград	41,4	24.7.2007.	39,6	5.7.2000.	39,3	6.6.1982.	42,0	8.9.1946.
Зајечар	44,7	24.7.2007.	42,7	4.7.2000.	41,9	31.7.1985.	44,7	24.7.2007.
Златибор	35,8	24.7.2007.	34,7	4.7.2000.	34,0	25.7.1987.	35,8	24.7.2007.
Зрењанин	42,9	24.7.2007.	38,9	23.7.1961.	38,7	6.7.1988.	42,9	24.7.2007.
Кикинда	40,0	24.7.2007.	38,9	21.8.2000.	38,4	27.8.2010.	40,0	24.7.2007.
Копоник**	30,0	24.7.2007.	28,6	4.7.2000.	27,6	4.7.2000.	30,3	24.7.2007.
Крагујевац	43,9	24.7.2007.	41,6	4.7.2000.	40,4	6.7.1988.	43,9	24.7.2007.
Краљево	43,6	24.7.2007.	41,0	11.8.1994. 4.7.2000.	40,0	6.7.1988.	44,3	22.7.1939.
Крушевац	43,7	24.7.2007.	42,4	11.8.1994.	42,0	11.8.1994.	43,7	24.7.2007.
Лесковац	43,7	24.7.2007.	42,0	5.7.2000.	41,3	2.7.1998.	43,7	24.7.2007.
Лозница	42,3	24.7.2007.	40,3	3.8.1988.	40,0	2.7.1998.	42,3	24.7.2007.
Неготин	42,6	24.7.2007.	42,0	4.7.2000.	41,2	4.7.2000.	42,6	24.7.2007.
Ниш	44,2	24.7.2007.	42,5	5.7.2000.	42,3	11.8.1994.	44,2	24.7.2007.
Нови Сад	41,6	24.7.2007.	40,0	3.8.1988.	39,5	4.7.2000.	41,6	24.7.2007.
Палић	38,2	19.7.2007.	38,0	20.8.2000.	37,4	6.7.1988.	39,6	15.8.1952.
Пожега	41,0	24.7.2007.	39,7	10.8.2000.	39,4	25.7.1987.	41,0	24.7.2007.
Сремска Митровица	40,7	24.7.2007.	40,0	4.7.2000.	39,8	21.8.2000.	41,0	9.9.1946.
Смедеревска Паланка	44,9	24.7.2007.	42,1	4.7.2000.	41,7	10.8.1961.	44,9	24.7.2007.
Сјеница	36,2	23.8.2007.	34,7	4.7.2000.	34,4	4.8.1998.	36,2	23.8.2007.
Сомбор	40,3	20.7.2007.	39,5	22.8.2000.	38,7	18.7.1973.	40,3	20.7.2007.
Ђуприја	44,6	24.7.2007.	42,7	21.8.2000.	42,4	6.7.1988.	44,6	24.7.2007.
Црни Врх***	36,5	24.7.2007.	35,7	11.8.1994.	33,8	11.8.1994.	36,5	24.7.2007.

* Период 1986-2010; ** Период 1967-1973 и 1980-2010; *** Период 1982-2010.

Ивор података: РХМЗ Србије

маритимне, и свака од њих је у вези са одређеним временским условима (Šegota, 1976). Продори арктичких и поларних континенталних ваздушних маса са севера и истока у наше подручје доносе хладан ваздух, док су тропске континенталне ваздушне масе чије је географско порекло северна Африка, повезане са појавом високих

температура и топлих периода у нашој земљи. Одређени макро-циркулациони услови, уз погодност локалних фактора, главни су чиниоци појаве екстремних климатских догађаја. У већини случајева макро-атмосферска циркулација која погодује појави екстремног догађаја изнад неког подручја је иста или слична (Stanojević, 2014).

У току јула 2007. године на већини станица у Србији забележене су апсолутно максималне температуре ваздуха и оборени су дотадашњи температурни рекорди (табела 1). Температуре ваздуха знатно изнад нормале на подручју Србије трајале су неколико дана, односно простор наше земље био је захваћен интензивним топлим таласом у периоду од 15. до 24. јула 2007. године. Серија високих температура започета је најпре на северу Србије: у Палићу је 19. јула измерено 38,2 °C, а затим је у Сомбору 20. јула измерено 40,3 °C, да би максимуми на осталим станицама били измерени 24. јула. На станици у Смедеревској Паланци 24. јула 2007. измерена је температура ваздуха од 44,9 °C, што представља апсолутни температурни максимум измерен у Србији у инструменталном периоду осматрања времена. Станица у Смедеревској Паланци одликује се специфичним локалним условима, тј. јужном експозицијом терена, која уз то „подсећа на котлински положај, погодан зими за ујезеравање хладног ваздуха, а лети за јако загревање, па се при мирном и стабилном времену често бележе екстремне температуре у односу на шири простор, па и целу Србију“ (Анђелковић, 2007). Међутим, несумњиво је да је циркулација атмосфере у току тоглог таласа који је захватио Србију током лета 2007. године била пресудна за измерене температурне рекорде. Простор Србије и читавог Балкана био је под утицајем тоглог ваздуха из Африке. Анализа синоптичких карата расподеле ваздушног притиска на нивоу мора, као и висинска ситуација (геопотенцијална површина од 500 hPa) указала је на постојање циклona у близини Британских острва који је ослободио продор тоглог и сувог ваздуха југозападном правца са простора северне Африке ка Балканском полуострву (схеме 1 и 2). Овакве ситуације се описују као периоди интензивне адвекције топлоте са југозапада, што и јесте био случај током јула 2007. године, када су измерени дневни температурни максимуми на већини станица у Србији као последица постојаности синоптичких услова.

Претходни максимум од 44,3 °C измерен је у Краљеву 22.7.1939, а у јулу 2007. превазиђен је и на станицама у Зајечару (44,7 °C) и Ђуприји (44,6 °C). Топао период са температурама знатно изнад нормале наставио се и у августу 2007. године, када

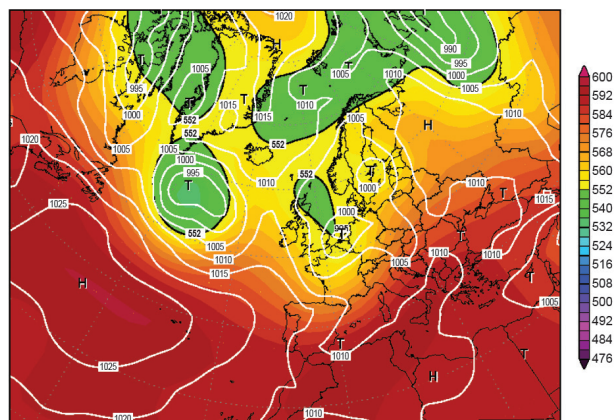


Схема 1. Барички рељеф, приземна и висинска ситуација (500 hPa) у Европи на дан 24.7.2007.

Изолиније беле боје представљају вредности ваздушног притиска сведеног на ниво мора (у hPa) (ознаке: Н – барометарски максимум,

Т – барометарски минимум). Бојама је представљена геопотенцијална висина (у gpm) поља од 500 hPa.

Извор: : www.wetterzentrale.de, преузето 4.10.2013.

је 23. августа забележен апсолутни максимум у Сјеници од 36,2 °C.

Анализа температурних максимума за период од 50 година, у периоду 1961–2010. (табела 1) указује да су овакви циркулациони услови владали и за време других догађаја са температурама знатно изнад нормале. То су 20, 21. и 22. август 2000. године, 11. август 1994. и 6. јул 1988. године. Такође, поред описаних услова циркулације атмосфере, карактеристичне су и ситуације у којима је зонална циркулација изражена изнад западне и у вишим географским ширинама централне Европе и даље ка истоку европског континента, док је за простор јужне Европе и Медитерана карактеристично стабилно време под утицајем гребена Азорског антициклона са силазним струјањем тоглог ваздуха (Domonkos, 2003).

Као пример сличне ситуације може послужити и догађај од 4. јула 2000. године (схема 3) када су су на већини станица у северној и централној Србији регистровани до тада највиши дневни температурни максимуми, да би се дан касније, слична ситуација пренела на југоисток Србије. У Нишу, Димитровграду, Лесковцу и Врању су 5. јула измерене максималне дневне температуре изнад 40 °C. Занимљивост представља и то да се

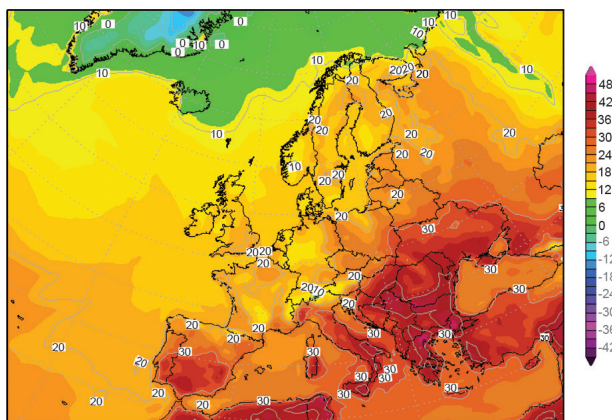


Схема 2. Приземна (2 m висине) температура ваздуха (°C) у Европи на дан 24.7.2007.

Извор: : www.wetterzentrale.de, преузето 4.10.2013.

екстремно високе температуре најпре јављају на северу Србије, односно у делу простране Панонске низије и њеном ободу, а са даном кашњења у крајњим јужним и југоисточним деловима Србије, иако се ради о продору топлог ваздуха са југа односно југозапада.

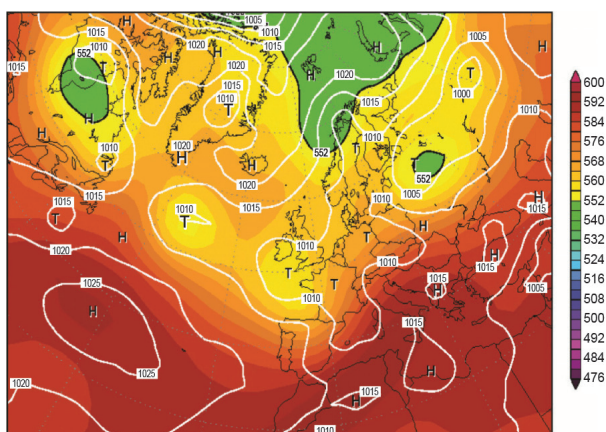


Схема 3. Барички рељеф, приземна и висинска ситуација (500h Pa) у Европи на дан 4.7.2000.

Изолиније беле боје представљају вредности ваздушног притиска сведеног на ниво мора (у hPa) (ознаке: Н – барометарски максимум, Т – барометарски минимум). Бојама је представљена геопотенцијална висина (у gpm) поља од 500 hPa.

Извор: www.wetterzentrale.de, преузето 4.10.2013.

У току хладније половине године могући су продори топлог ваздуха са југа што утиче на појаву

температура ваздуха знатно изнад нормале у нашој Земљи. Овакви догађаји везани су за јаку циклонску активност у нижим ширинама источног дела Северног Атлантика или у западном Средоземљу са развијеним гребеном високог притиска изнад већег дела Европе (Дрљача, Тошић, Ункашевић, 2009). Такође, када је зонална струја померена на север са млазном осом на приближно око 50° N могући су продори топлог ваздуха са југа (Radinović, 1981). Тако су 01. новембра 1990. године на појединим станицама у Србији измерене температуре које су биле изнад 27 °C и 28 °C. Сличан догађај забележен је средином новембра 1963. године (Дуцић, Радовановић, 2005).

Температуре ваздуха знатно испод нормале у хладнијој половини године везане су за продоре хладног ваздуха са севера и истока. Анализом синоптичких карата утврђено је да је у таквим ситуацијама у приземљу развијен антициклон, или се гребен антициклона налази изнад већег дела Европе. На већини станица у Србији апсолутно минималне температуре забележене су током 23, 24. и 25. јануара 1963. (табела 2). На схемама 4, 5 и 6 дат је опис расподеле ваздушног притиска на нивоу мора као и висинска ситуација за време овог догађаја. Уочава се продор хладног ваздуха са североистока који је условио формирање антициклона (вредност ваздушног притиска у приземљу је износила 1040 hPa у центру антициклона) над већим делом Европе и чији се главни гребен простирао преко наше земље.

Овакав развој времена условио је пад температуре и испод -30 °C у северним равничарским деловима Србије. При продорима хладног ваздуха са севера, Динарске планине спречавају даље кретање ваздушних маса ка Медитерану, па се у конкавним облицима рељефа услед дуготаласне радијације ваздух још више расхлађује (Радовановић, 2001). Нагомилавање ваздуха доводи до температурних инверзија на већим надморским висинама. Такође, за ове продоре везане су и појаве првих јесењих и последњих пролећних мразева и слана, а на високим планинама и образовање снежног покривача (Milosavljević, 1984).

Апсолутно минимална температура ваздуха од -39,5 °C у Србији измерена је у Карајукића Бунарима 13.1.1985. (што је за свега пола степена

Табела 2. Вредности минималних дневних температура ($^{\circ}\text{C}$) са датумом појаве у периоду 1961–2010. (прва три минимума, I–III Tmin) и апсолутни минимуми температуре (Tmin) у историјском периоду осматрања времена на станицама у Србији.

Станица	I – Tmin		II – Tmin		III – Tmin		Tmin	
Банатски Карловац*	–23,7	31.1.1987.	–22,6	9.2.2005.	–22,0	26.1.2000.	–23,7	31.1.1987.
Београд	–21,0	24.1.1963.	–18,2	31.1.1987.	–16,2	21.1.1964.	–26,2	8.1.1947. 10.1.1893.
Велико Градиште	–26,4	25.1.1963.	–23,7	13.1.1985.	–23,4	31.1.1987.	–30,6	11.2.1929.
Ваљево	–28,4	24.1.1963.	–26,4	31.1.1987.	–25,0	13.1.1985.	–29,6	8.1.1947.
Врање	–25,0	13.1.1985.	–21,5	13.1.1969.	–20,4	10.1.1987.	–25,0	31.1.1985.
Вршац	–32,6	24.1.1963.	–25,0	26.1.2000. 9.2.2005.	–24,4	13.1.2003.	–32,6	24.1.1963.
Димитровград	–29,3	25.1.1963.	–24,3	13.1.1985.	–23,5	2.2.1991.	–29,3	25.1.1963.
Зајечар	–29,0	13.1.1985.	–27,2	24.1.1963.	–24,5	6.1.1993.	–29,0	13.1.1985.
Златибор	–22,8	23.1.1963.	–22,7	25.1.2006.	–20,5	19.1.1961.	–23,1	26.1.1954.
Зрењанин	–30,4	24.1.1963.	–27,3	31.1.1987.	–24,6	13.1.2003.	–30,4	24.1.1963.
Кикинда	–29,8	23.1.1963.	–27,0	31.1.1987.	–24,5	9.2.2005.	–29,8	23.1.1963.
Копаоник**	–24,8	13.1.1968.	–24,6	3.12.1973.	–24,2	13.2.2004.	–26,6	25.1.1954.
Крагујевац	–27,6	24.1.1963.	–27,4	31.1.1987.	–23,8	14.2.1985.	–30,7	11.2.1929.
Краљево	–24,0	11.1.1967.	–23,8	13.1.1969.	–23,7	13.1.1985.	–27,1	17.2.1956.
Крушевац	–28,1	25.1.1963.	–26,0	13.1.1985.	–25,1	31.1.1987.	–30,0	7.1.1947.
Лесковац	–30,5	25.1.1963.	–30,3	13.1.1985.	–28,6	13.1.1969.	–30,3	13.1.1985.
Лозница	–25,4	24.1.1963.	–21,0	14.1.1985.	–20,5	31.1.1987.	–25,4	24.1.1963.
Неготин	–28,5	24.1.1963.	–26,7	5.1.1993.	–26,6	13.1.1985.	–33,2	8.1.1947.
Ниш	–23,7	25.1.1963.	–23,4	13.1.1985.	–20,9	13.1.1969.	–23,7	25.1.1963.
Нови Сад	–30,7	24.1.1963.	–27,6	31.1.1987.	–25,0	13.1.2003.	–30,7	24.1.1963.
Палић	–25,2	24.1.1963.	–23,5	13.1.2003.	–23,4	31.1.1987.	–26,7	16.2.1954.
Пожега	–30,7	13.1.1985.	–29,6	25.1.1963.	–27,6	15.1.1966.	–30,7	13.1.1985.
Сремска Митровица	–29,5	31.1.1987.	–25,5	23.1.1963.	–22,1	26.1.2000. 13.1.2003.	–29,5	31.1.1987.
Смедеревска Паланка	–30,5	23.1.1963.	–28,9	31.1.1987.	–25,8	11.1.1967.	–32,6	7.1.1947.
Сјеница	–35,6	13.1.1985.	–34,8	26.1.2000.	–32,8	19.1.1967.	–38,0	26.1.1954.
Сомбор	–27,2	24.1.1963.	–26,8	31.1.1987.	–26,5	13.1.2003.	–27,2	24.1.1963.
Ђуприја	–27,1	31.1.1987.	–27,0	15.1.1963.	–25,8	17.2.1985.	–28,4	9.2.1956.
Црни Врх***	–23,2	24.1.2006.	–22,2	13.2.1985.	–20,6	13.1.1987. 18.12.1997.	–23,2	24.1.2006.

* Период 1986–2010; ** Период 1967–1973. и 1980–2010; ***Период 1982–2010.

Ивор података: РХМЗ Србије

ниже у односу на 26. јануар 2006. када је измерено $-39,0^{\circ}\text{C}$). Тада је у Сјеници измерено $-36,5^{\circ}\text{C}$. Продор хладног ваздуха са североистока условио је формирање антициклона са средиштем изнад Скандинавије, док се над Балканским полуострвом, са центром изнад Карпатско-балканских планина формирао секундарни антициклон, а над

централним Средоземљем изражена област ниског ваздушног притиска (схема 7). Такође, анализа догађаја за време којих су измерене температуре биле знатно испод нормале (табела 2) указује на сличне синоптичке услове који погодују оваквом развоју временских услова. Ово је био случај 13.1.1987. као и 13.1.2003. када су на већем броју

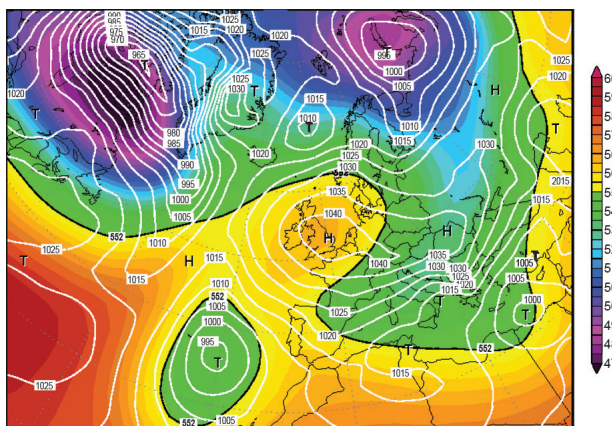


Схема 4. Барички рељеф, приземна и висинска ситуација (500 hPa) у Европи на дан 23.1.1963. Изолиније беле боје представљају вредности ваздушног притиска сведеног на ниво мора (у hPa) (ознаке: Н – барометарски максимум, Т – барометарски минимум). Бојама је представљена геопотенцијална висина (у gpdm) поља од 500 hPa.

Извор: www.wetterzentrale.de, преузето 4.10.2013.

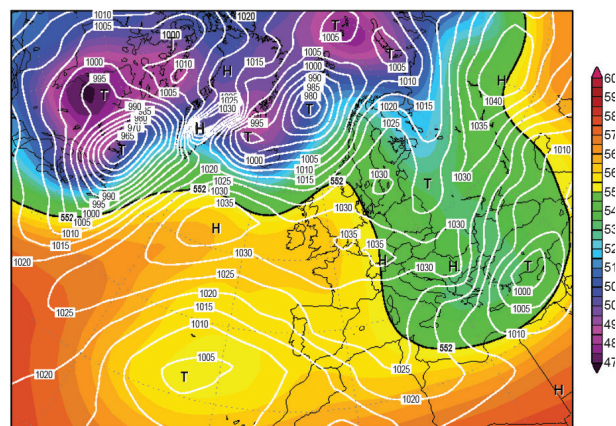


Схема 6. Барички рељеф, приземна и висинска ситуација (500 hPa) у Европи на дан 25.1.1963. Изолиније беле боје представљају вредности ваздушног притиска сведеног на ниво мора (у hPa) (ознаке: Н – барометарски максимум, Т – барометарски минимум). Бојама је представљена геопотенцијална висина (у gpdm) поља од 500 hPa.

Извор: www.wetterzentrale.de, преузето 4.10.2013.

станица у Србији измерене температуре биле знатно испод очекиваних (табела 2). Такође, дневни минимуми знатно испод нормале могу бити условљени и зоналним ситуацијама у току зиме,

док у току лета овакви догађаји могу настати под утицајем гребена високог притиска, али тада се ради о гребену северноатлантског, а не сибирског антициклона (Radinović, 1981).

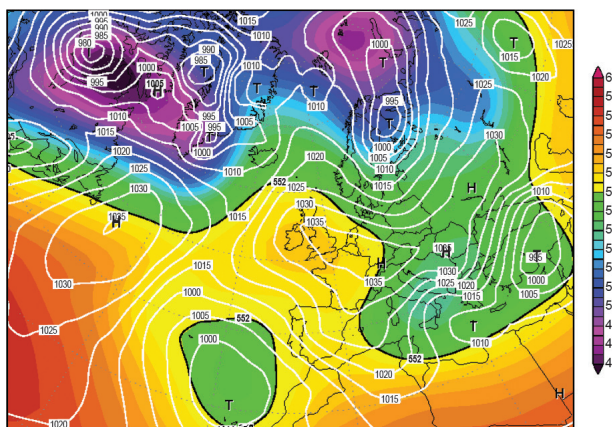


Схема 5. Барички рељеф, приземна и висинска ситуација (500 hPa) у Европи на дан 24.1.1963. Изолиније беле боје представљају вредности ваздушног притиска сведеног на ниво мора (у hPa) (ознаке: Н – барометарски максимум, Т – барометарски минимум). Бојама је представљена геопотенцијална висина (у gpdm) поља од 500 hPa.

Извор: www.wetterzentrale.de, преузето 4.10.2013.

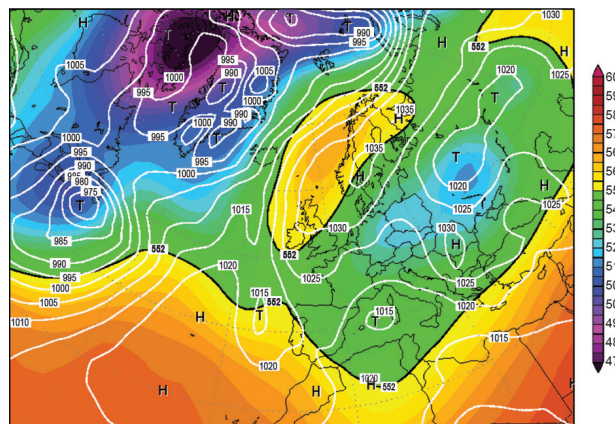


Схема 7. Барички рељеф, приземна и висинска ситуација (500 hPa) у Европи на дан 13.1.1985. Изолиније беле боје представљају вредности ваздушног притиска сведеног на ниво мора (у hPa) (ознаке: Н – барометарски максимум, Т – барометарски минимум). Бојама је представљена геопотенцијална висина (у gpdm) поља од 500 hPa.

Извор: www.wetterzentrale.de, преузето 4.10.2013.

3. ПРОСТОРНА РАСПОДЕЛА КЛИМАТСКИХ ЕЛЕМЕНАТА У СРБИЈИ

Анализа просторне расподеле температура ваздуха и количина падавина на простору Србије извршена је на основу месечних вредности поменутих климатских елемената добијених са 64 климатолошке и 426 падавинских станица (за остале климатске елементе располагали смо подацима са мањег броја климатолошких станица). Изузев простора Косова и Метохије, за који смо располагали подацима са свега пет климатолошких станица, преостали део Србије је релативно добро и равномерно „покривен“ метеоролошким станицама.

Обрађени подаци односе се на период 1961–2010. (препоруча Светске метеоролошке организације – World Meteorological Organization (WMO) је да најкраћи период осматрања треба да има низ од 30 година). Овако дугачак низ је одабран да би се стекла што реалнија слика о просторној расподели температура ваздуха и количина падавина у Србији. Према Вујевићу (1962) што је дужи период осматрања, тим више се смањују екстремне разлике у месечним вредностима неког климатолошког или биоклиматолошког елемента и добијају се његови све правилнији годишњи токови.

У процесу попуњавања недостајућих података, прво се приступило одређивању коефицијента корелације између просторно блиских парова станица. Међутим, коефицијент корелације није установљен на нивоу годишњих вредности, већ је за сваки пар станица коефицијент корелације утврђен појединачно на нивоу месечних вредности.

При попуњавању недостајућих података коришћена је комбинација метода. На првом месту, искоришћен је метод редукције података на исти број година. Због нередовних мерења на одређеним станицама (што се нарочито односи на простор Косова и Метохије, где мерења на скоро свим станицама постоје само до 1999. године) овај метод показао је све своје предности, а у првом реду велику примењивост и задовољавајућу тачност.

Други метод који је коришћен јесте интерполација недостајућих података помоћу матрице. Коришћена је и основна (са осам елемената

матрице) и модификована варијанта овог метода (са најмање 6 елемената матрице).

Трећи коришћени метод је екстраполација заснована на претпоставци константног односа краћих и дужих низова. Радовановић и Миловановић (Radovanović, Milovanović, 2003a) су показали да сваки од поменутих метода има своје добре стране и своја ограничења. Метод редукције на исти период има велику примењивост и солидну тачност; метод интерполације је показао извесна ограничења у примени, али и валидну тачност обрађених података, док је метод екстраполације показао највећа ограничења у примени, али исто тако и највећи степен прецизности. Исти аутори закључују да у зависности од комплетности низова и потреба, комбинација наведених метода може бити адекватан прилаз обради података.

За израду карте средње годишње температуре ваздуха у периоду 1961–2010. искоришћени су подаци о средњим годишњим температурама ваздуха измереним на климатолошким станицама и њиховим надморским висинама. Утврђена је линеарна зависност између ових променљивих по моделу $y = a + bx$.

Анализом односа вредности температуре ваздуха и надморске висине на којој је измерена, утврђено је да је:

$$a = 12,14; b = -0,0043; R^2 = 0,849.$$

Коришћењем растера висина и параметара линеарне регресије урађена је карта температура. Након тога је утврђена величина грешака и урађена просторна интерполација апсолутне величине грешака које су додате температурама ваздуха.

За израду карте средњих годишњих количина падавина у периоду 1961–2010. испитан је однос између висине на којој се налази мерно место и количине падавина. Успостављена веза је израчуната као количник између количине падавина и висине:

$$k = \frac{R}{h} \quad (1)$$

где су:

k коефицијент, R количина падавина израчуната као аритметичка средина годишњих сума за период од 1961–2010, h надморска висина.

Тип модела за интерполацију вредности k је:

$$k' = a \times h^b; a = 375.55; b = -0.8894;$$

k' је вредност коефицијента добијена из модела.

Вредност коефицијента детерминације у овом моделу је $R^2 = 0,955$. На основу приказаног модела извршена је интерполација падавина и утврђена су процентуална одступања мерених од моделованих вредности, која су интерполирана и додата количинама падавина. Детаљан приказ коришћеног модела дао је Штрбац (2014).

Код обе карте треба имати у виду да је простор Косова и Метохије изузетно слабо „покривен“ метеоролошким станицама, као и то да смо располагали подацима са свега неколико станица из окружења, што значајно умањује поузданост карата у рубним подручјима.

3.1. ТЕМПЕРАТУРА ВАЗДУХА

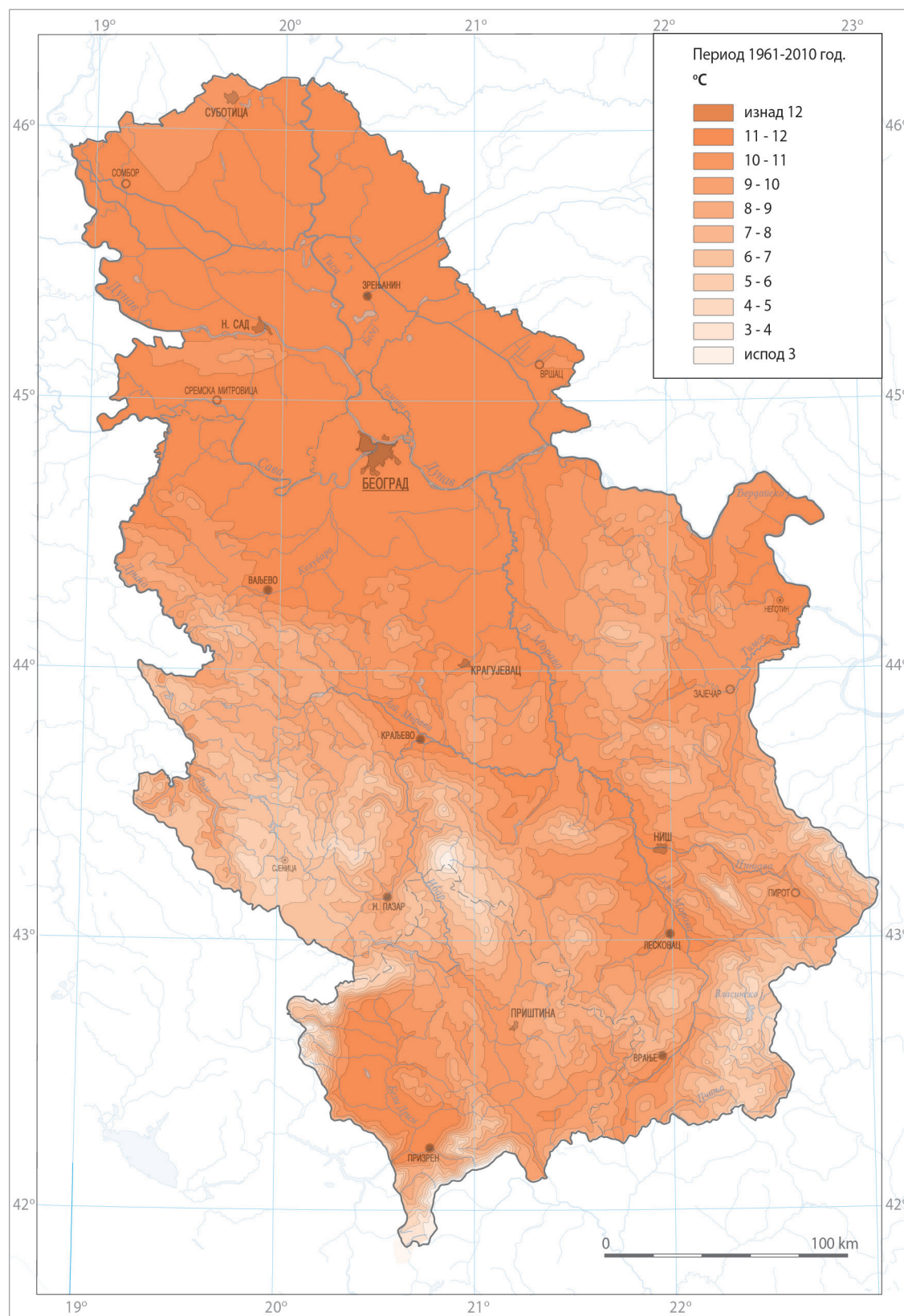
Највиша средња годишња температура ваздуха у Србији, за период од 1961. до 2010. године израчуната је за Београд (44°48' N; 20°28' E; 132 m н.в.) и износи 12,3 °C. У поређењу са станицама које се налазе на приближно истој (или мањој) географској ширини и мањој надморској висини, као што су нпр: Шабац (44°46' N; 19°41' E; 80 m н.в. – средња годишња температура ваздуха 11,3 °C), Лозница (44°33'N; 19°14'E; 121 m н.в. – средња годишња температура ваздуха 11,3 °C) или Смедеревска Паланка (44°22' N; 20°57' E; 121 m н.в. – средња годишња температура ваздуха 11,3 °C), Београд је за око степен топлији од поменутих места. Уважавајући утицај климатских фактора нижег реда (микролокација станица и њихово окружење), може се рећи да је у Београду присутан ефекат урбаног острва топлоте који ову станицу издваја од других. Анђелковић (2005) указујући на за 0,4–1,0 °C више средње годишње температуре ваздуха у Београду у односу на станице у његовом окружењу наводи да урбанизација можда није једини, али је сигурно главни узрок оволиким разликама.

Високим средњим годишњим температурама одликује се и Метохија у којој Призрен са 12,1 °C представља најтоплије место после Београда, док Пећ на безмало 500 m н.в. има средњу годишњу температуру од 11,3 °C. Већ на простору Косова, температуре на овим висинама се спуштају на 10,2–10,4 °C (Приштина и Косовска Митровица). Температуре ваздуха на висинама од 400–700 метара крећу се од 9,5–11,0 °C, док су у појасу од 1000–1250 m н.в. у опсегу од 5,9 °C (Власина – 1190 m н.в.¹) до 8,5 °C (Драгаш – 1 060 m н.в.). Најнижа средња годишња температура ваздуха израчуната је за станицу са највећом надморском висином – Копаоник (1710 m н.в.) где за посматрани период износи 3,2 °C. Само на највишим деловима наших планина (Старе планине, Копаоника, Шар планине, Проклетија) средње годишње температуре ваздуха спуштају се испод 3 °C.

Средњим годишњим температурама ваздуха изнад 11 °C одликују се Војводина (изузев Фрушке горе, Вршачких планина и крајњег севера Бачке), Посавина и нижи терени северозападне Србије, Метохија, Велико Поморавље, Неготинска крајина и Кључ, терени до 250 m н.в. у Шумадији и Западном и Јужном Поморављу (карта 1).

Потребно је поменути да се овде ради о просечним вредностима за читав период, док разлике између појединих година могу бити знатне. Ако се посматра разлика између средње вредности годишње температуре ваздуха за период од 1961–2010. и најнижих средњих годишњих температура у целом низу, као „хладне“ издвајају се 1976, 1978, 1980. и 1985. када су у зависности од станице температуре биле ниже за 1–2,7 °C од просека за цео низ. Ако се посматра разлика између средње вредности годишње температуре ваздуха за исти период и највиших средњих годишњих температура забележених у целом низу, као „топле“ издвајају се 1994, 2000. и 2007. када су у зависности од станице, средње годишње температуре ваздуха биле више за 1–2,4 °C од просека за цео низ.

¹ За ову станицу се од 2008. године наводи надморска висина од 1260 m.



Најтоплија лета су у Призрену² где је средња температура ваздуха 22 °C, Неготинској крајини (21,9 °C) и Београду (21,7 °C). У највећем делу Војводине, Великог Поморавља и доњег тока Тимока, средња температура летњих месеци је око 21,0 °C. Са порастом надморске висине лета постају свежија, тако да се на висини од 1 000–1 250 m н.в. средње летње температуре крећу у опсегу од 14,3 °C на Власини (1 190 m н.в.) до 16,3 °C на Златибору (1 028 m н.в.). Температура летњих месеци на теренима изнад 1500 метара је испод 12 °C (Копаоник – 11,3 °C). Као године у којима су лета била изразито топла издвајају се 2000, 2003. и 2007, док су лета била знатно хладнија од просека 1976, 1978. и 1984.

Најтоплије зиме су у Београду где је средња температура овог годишњег доба 2,1 °C, Призрену са 1,9 °C и Власитинцу где износи 1,8 °C и знатно су више него на свим осталим станицама. Вредности од 1,5 °C и незнатно изнад ове вредности израчунате су још само за Лозницу, Вршац, Ниш, Чумић и Крагујевац. Најхладније зиме су на Копаонику где средња температура у посматраном периоду износи –4,6 °C. Међутим, и станице које се налазе на надморским висинама мањим за око 500–670 метара од Копаоника имају веома ниске вредности температуре ваздуха у зимским месецима. Тако је на Власини (1 190 m н.в.) у посматраном периоду средња зимска температура износила –2,8 °C, а у Сјеници (1 038 m н.в.) –3,1 °C. Овако ниске зимске температуре нису необичне, с обзиром на то да две последње поменуте станице представљају познате, конфигурацијом рељефа условљене половине хладноће у Србији. Ракићевић (1971) наводи да у Србији постоје четири области у којима се апсолутно минималне температуре ваздуха спуштају испод –30 °C: Сјеничка котлина, Власина, Хомоље и околина Вршца. Исти аутор даје подробно објашњење појаве екстремно ниских температура и веома хладних зима у Сјеници и наводи да је Сјеничка котлина као једна од највиших на Балканском полуострву са свих страна окружена планинама: Јавором, Голијом, Јадовником, са којих се расхлађени ваздух у зимским месецима спушта и

„ујезерава“ и у додиру са расхлађеном подлогом прекривеном снегом непрекидно хлади. На овај начин образује се „језеро“ веома хладног и релативно мирног ваздуха, а пример Сјенице показује како један специфичан облик рељефа у зимским месецима ствара услове за појаву веома ниских температура. Дуцић и Радовановић (2005) овоме додају да поред оваквог утицаја, рељеф има снажан утицај и на ваздушне масе при чему се зими расхлађени ваздух (због специфичне тежине) нагомилава у конкавним облицима рељефа. Због тога падине, гребени и врхови који се налазе изнад таквих слојева, не подлежу утицајима, односно термичким одликама ваздуха који се често задржава и по неколико дана. У прилог овој тврдњи наводе да ни једна станица на већим надморским висинама (осим Сјенице) нема измерен минимални екстрем испод –32 °C. И заиста, апсолутно минимална температура ваздуха у посматраном периоду (на некој од главних климатолошких станица) измерена је у Сјеници 13. јануара 1985. и износила је –35,6 °C, док је у Карајукића Бунарима на самој Пештерској висоравни истог датума измерено –39,5 °C. Овако ниска температура у Карајукића Бунарима би се поред тренутне временске ситуације која је осматрена поменутог датума могла објаснити и нешто већом надморском висином Пештерског поља, односно станице Карајукића Бунари у односу на Сјеницу (разлика у надморској висини између поменутих станица износи 127 m), али и специфичним микроположајем ове станице. Наиме, станица у Карајукића Бунарима окружена је густо сађеном боровом шумом, што додатно слаби снагу ветра, односно могућност издувавања и мешања ваздуха. Са друге стране, прстен борове шуме који се налази око станице, фактички гради конкаван облик у профилу, што доприноси лакшем и интензивнијем ујезеравању хладног ваздуха (фото. 1).

Станица на Златибору (практично исте надморске висине као и Сјеница) је насупрот претходно поменутој, на отвореном терену где су тишине ретка појава (табела 7) и стога је овде 13. јануара 1985. забележено „свега“ –18,8 °C. Зиме су биле изразито хладне 1962/1963. и 1984/1985, док су топлије од просека биле 1965/1966, 1976/1977. и нарочито 2006/2007.

2 Уважавајући медитерански утицај који је присутан код ове станице, ипак треба имати у виду да је велики број података интерполисан.



Фото. 1. Климатолошка станица у Карађукића Бунарима. Због специфичне микролокације на овој станици су забележене најниже температуре ваздуха у посматраном периоду (фото Б. Миловановић, 2005).

Овде је поменуто да рељеф (али и микролокација станице) има велики утицај на температуру ваздуха. Међутим, на њену међугодишњу варијабилност пресудан утицај имају ваздушне масе под којима се налази простор Србије. Ракићевић (1976) наводи да када је територија Србије у зимским месецима под већим утицајима атлантских ваздушних маса, зиме су са доста снега и релативно топле, а када је под доминантним утицајима поларних континенталних северних и североисточних ваздушних маса, зиме су са мало снега и веома оштре. Са друге стране, често се смењују жарка и сува са свежим и кишовитим летима.

На већини станица најтоплији месец је јули са највишим температурама у Неготину ($22,8^{\circ}\text{C}$), Призрену ($22,7^{\circ}\text{C}$) и Београду ($22,4^{\circ}\text{C}$). Ни код једне друге станице средња јулска температура не прелази $22,0^{\circ}\text{C}$ и у висинском појасу до 600 метара креће се у опсегу од $19,0$ – $22,0^{\circ}\text{C}$. У планинским и високопланинским теренима, средње температуре најтоплијег месеца крећу се од $14,8^{\circ}\text{C}$ на Власини до $12,1^{\circ}\text{C}$ на Копаонику, тако да се изотерма од $10,0^{\circ}\text{C}$ за коју се често везује горња шумска граница може очекивати на надморским висинама од око 2000 метара.

Интересантно је да на одређеном броју станица август представља или најтоплији месец у години, или су вредности јулских и августовских температура ваздуха изједначене. Ово „померање“

најтоплијег месеца често се наводи као једна од особина планинског климата (Ракићевић, 1976). Август јесте најтоплији на Копаонику, Кукавици и Руднику (топлији је од јула за $0,2$ – $0,4^{\circ}\text{C}$), док су на Златибору средње јулске и средње августовске температуре изједначене. Са друге стране и станице са знатно мањом надморском висином, као што су Бујановац (400 m н.в.), Власотинце (271 m н.в.) или Врање (432 m н.в.) имају изједначене јулске и августовске температуре, док је на Власини (1190 m н.в.) јули топлији за $0,1^{\circ}\text{C}$. Дуцић и Радовановић (2005) анализирајући средње температуре најтоплијих месеци на простору Србије наводе да се у том погледу не може дефинисати критеријум који би био везан за категорију планинског или високопланинског климата.

Најхладнији месец на свим станицама је јануар. Највиша средња јануарска температура је у Београду ($0,9^{\circ}\text{C}$), Власотинцу ($0,6^{\circ}\text{C}$) и Призрену ($0,5^{\circ}\text{C}$). Поред поменутих, позитивну јануарску температуру бележе и станице Вршац, Ваљево, Смедеревска Паланка, Ниш, Лозница, Крагујевац, Чумић и Буковичка бања. На висинама до 500 m н.в. средње јануарске температуре су до $-1,0^{\circ}\text{C}$. Изузетак представљају Ивањица (465 m н.в. $-1,1^{\circ}\text{C}$) и Пожега (310 m н.в. $-2,1^{\circ}\text{C}$) која је и једина станица на овим висинама на којој је израчуната негативна децембарска температуру од $-0,6^{\circ}\text{C}$. Са друге стране, Драгаш, иако на 1060 m н.в. има релативно високе јануарске и фебруарске температуре ($-1,2^{\circ}\text{C}$, односно $-0,1^{\circ}\text{C}$) и позитивне децембарске температуре ($0,3^{\circ}\text{C}$) што би се могло објаснити медитеранским утицајем у зимским месецима.

Остале станице које се налазе у висинском појасу од 800 – 1250 m н.в. имају негативне температуре ваздуха у сва три зимска месеца, при чему је јануар (очекивано) најхладнији у Сјеници $-4,4^{\circ}\text{C}$ и Власини $-3,7^{\circ}\text{C}$. Најнижа јануарска температура је на Копаонику где износи $-5,3^{\circ}\text{C}$, при чему су и фебруарске температуре веома блиске овој вредности ($-5,2^{\circ}\text{C}$). На овој станици негативне температуре ваздуха су заступљене од децембра до марта, док се на теренима изнад 1800 m н.в. могу очекивати и негативне новембарске температуре (на Копаонику средња новембарска температура износи $0,1^{\circ}\text{C}$).

Судећи по амплитудама температуре ваздуха, може се закључити да је најконтиненталнији део Србије Неготинска крајина (Неготин 23,3 °C) и долина Тимока (Зајечар 22,6 °C). Изразитом континенталношћу, односно средњим годишњим амплитудама од преко 22,0 °C одликују се и станице у Бачкој и Банату (Бечеј, Палић, Нови Сад, Сента, Зрењанин, Кикинда). Интересантно је да Призрен у Метохији, као станица изложена утицају Средоземља има веома велику средњу годишњу амплитуду температуре ваздуха (22,2 °C). Ово је пре последица јачег летњег загревања (после Неготина, Призрен има највишу јулску температуру у Србији), него ниских зимских (јануарских) температура. Међутим, на овако релативно велике распоне у температури, највероватније утичу и силазна кретања расхлађених ваздушних маса са Проклетија ка Метохијској котлини. Са порастом надморске висине, амплитуде опадају, тако да се у висинском појасу до 1 250 m н.в. спуштају до 18,5 °C. Најмање амплитуде су на високопланинским теренима (Копаоник 17,5 °C).

3.2. ПАДАВИНЕ

Падавине представљају један од најпроменљивијих елемената у времену и простору. На територији Србије уочљиво је смањивање њихове количине од запада према истоку. Ракићевић (1979) износећи резултате до којих је дошао Дукић (1978) наводи да је поређењем плувиометријских градијената установљено да места на истим надморским висинама и приближно истим упоредницима примају годишње за 1,11 mm мање падавина на сваки километар растојања при кретању од запада ка истоку.

Средња годишња количина падавина од 500–600 mm карактеристична је за велики део Војводине (северни и средњи Банат, највећи део Бачке и источни део Срема). У јужном Банату, западном Срему и на крајњем југу Бачке, количина падавина је између 600 mm и 700 mm, док само највиши делови Војводине (Фрушка гора и Вршачке планине) примају нешто преко 700 mm падавина. Поједини делови Великог и Јужног Поморавља, као и делови долина Великог и Белог Тимока,

Нишаве, Груже, Рашке и Ситнице примају такође 500–600 mm (карта 2). Средња годишња количина падавина од 600–700 mm карактеристична је за Посавину, долину реке Рашке и Косово, највећи део Великог и Јужног Поморавља, као и за ниже терене у Шумадији и Карпатско-балканској Србији.

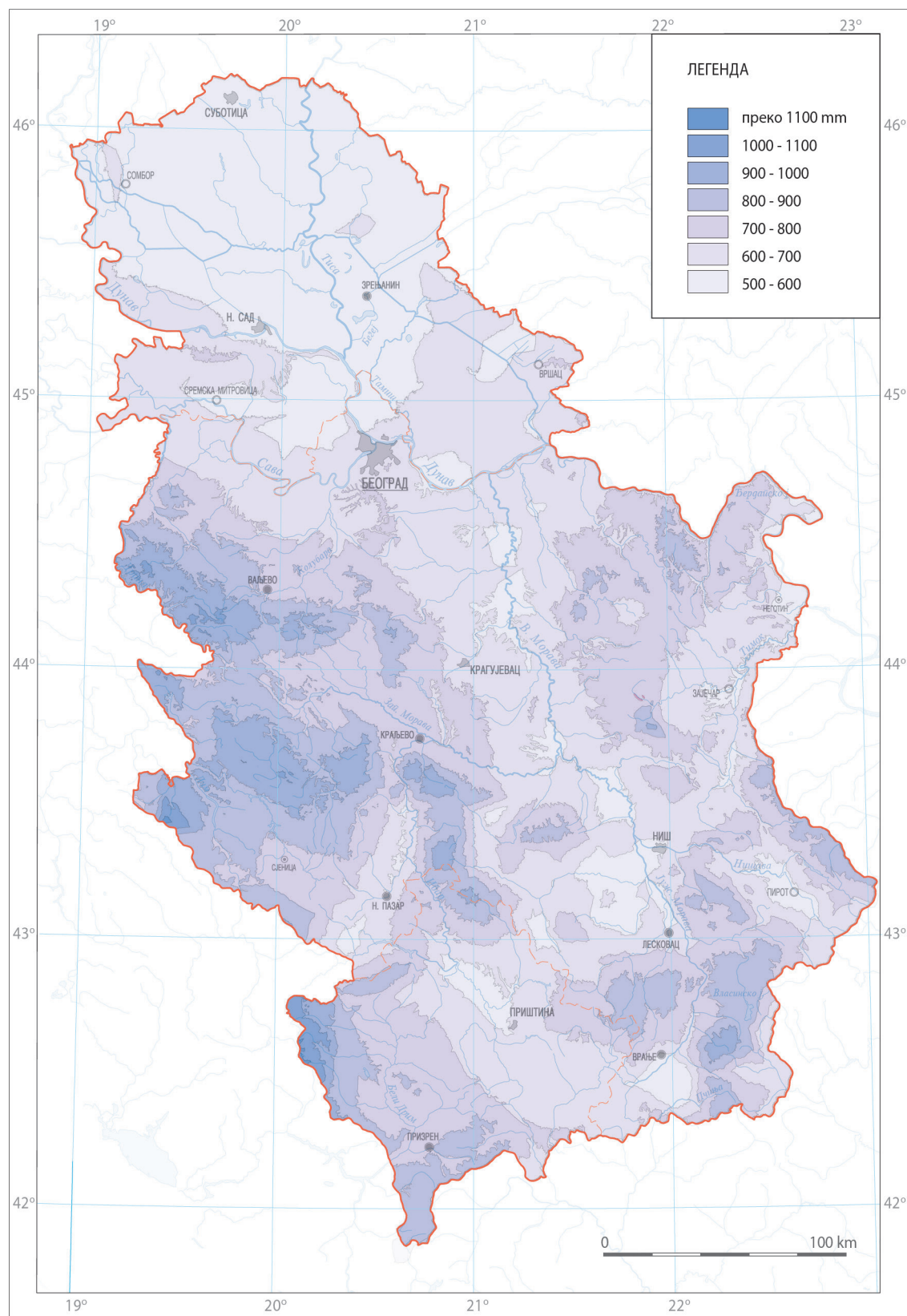
У брдско-планинским теренима северозападне Србије, Западног Поморавља и Шумадије излучи се од 700–800 mm падавина. Ова количина падавина одликује и Пештерску висораван, Рашку, велики део Метохије и север Косова, затим делове нижих планинских терена Карпатско-балканске Србије, Јужног Поморавља, Топлице и Јабланице.

Средња годишња количина падавина од 800–900 mm карактеристична је за Хомољске планине и западни Пореч, горњи ток Црног Тимока и високе планине Балканске Србије, Јужног Поморавља, Топлице и Јабланице. Шар планина, западна Метохија, планински терени северног Косова и Ибарско-копаоничког краја, југозападне, западне, северозападне Србије и Шумадије примају такође 800–900 mm.

Средњу годишњу количину падавина од 900 – 1 000 mm имају Ртањ, Варденик, највиши делови Старе планине, Ибарско-копаоничког краја, Шумадије, северозападне, западне и југозападне Србије, као и планински делови Метохије.

Средњим годишњим количинама падавина од 1 000–1 100 mm одликују се врхови Медведника, Соколских планина, Јагодње, Звијезде и Мучња, као и делови Побијеника и Проклетија. Највиши делови Побијеника и Проклетија примају знатно преко 1 100 mm падавина годишње.

Ако се посматра укупна сума падавина, излучена на свим станицама у Србији, највлажније године (у растућем редоследу) биле су 1980, 2001, 2005, 1999, 1970. и 2010, док су најсушније биле (у опадајућем редоследу) 1992, 1994, 1961, 1993, 1990 и 2000. Највећа просечна вредност за цео низ забележена је на југозападу централне Србије (станица Крњача на 1 225 m н.в – 1 345,9 mm), а најмања у Војводини (станица Мале пијаце 105 m н.в – 531,7 mm). Највећа количина падавина у једном месецу излучена је на станици Љутице Пожешке у јулу 1999. (404,6 mm).



Карта 2. Средње годишње количине падавина (mm) у Србији (период 1961–2010.)

Иако је у овом поглављу обрађен период 1961–2010, значајно је поменути количине падавина које су се излучиле у мају 2014. године. Према извештају Републичког хидрометеоролошког завода Србије за овај месец (<http://www.hidmet.gov.rs/podaci/meteorologija/ciril/Maj.pdf>) количина падавина се кретала од 92,8 mm у Куршумлији до 317,6 mm у Ваљеву, док је у Београду забележено 278,5 mm (скоро четири пута више од мајског просека). Нарочито интензивне падавине евидентирани су у периоду од 14–16. маја када се на простору западне и северозападне Србије излучило између 200 и 300 mm.

Према Ранковић, Радичевић и Соколовић (Ranković, Radičević, Sokolović, 1981) једно од главних обележја режима падавина је расподела количине падавина у току године. Наиме, да би се одредило ком режиму падавина припада неко подручје, потребно је знати у ком делу године су обилније падавине и како су распоређене месечне вредности. У случају да се већа количина падавина излучи у зимском периоду сматра се да је заступљен маритимни режим, док је код континенталног режима обрнут случај (већа количина падавина је у летњем периоду). Судајући по овом критеријуму, на простору Србије заступљене су три врсте плувиометријског режима (маритимни, прелазни и континентални).

Према Ракићевићу (1979) прави маритимни или медитерански режим одликује се изразито неравномерном расподелом падавина у току године, односно јако израженим максимумом падавина на једној и минимумом на другој страни. Дакле, одликује га већа количина падавина у хладнијем делу године и максимум падавина у неком од зимских месеци. Медитерански плувиометријски режим заступљен је у Метохији и на крајњем југозападу земље (схема 8).

Дуцић и Радовановић (2005) наводе да једине станице у западној и југозападној Србији, изван јужне покрајине, за које би се могло рећи да припадају на овај начин дефинисаном, маритимном плувиометријском режиму јесу: Бродарево, Гошево и Раститште (фото. 2). Они наводе да долине Мораче и Лима омогућавају нешто јаче присуство маритимних маса само у овом малом

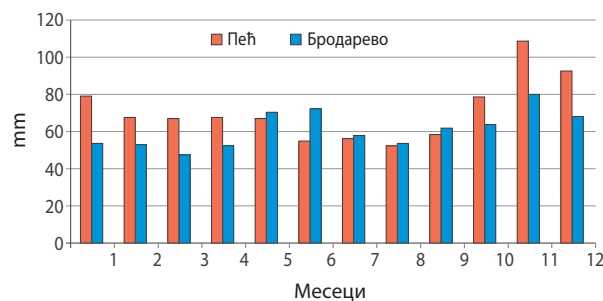


Схема 8. Маритимни плувиометријски режим на станицама Пећ и Бродарево (период 1961–2010.)

југозападном делу централне Србије и да су оваквим утицајима изложени и југозападни обронци Гиљеве. Међутим, њих нема источно од гребена ове планине. Северозападно од Бродарева они слабе и већ у Пријепољу, такође у долини Лима, преовлађује континентални режим. Исти аутори наводе да би линија која раздваја маритимни и континентални плувиометријски режим била између Косова и Метохије.



Фото. 2. Место где се некада налазио кишомер у Раститшту, једном од ретких места у западној Србији са маритимним плувиометријским режимом.

У позадини се види улаз у кањон Дервенте (фото Г. Станојевић, 2012).

Прелазни тип плувиометријског режима заступљен је на Косову, у Неготинској крајини и Кључу. Овде су наиме вредности максимума у новембру/децембру и мају/јуну веома блиске или

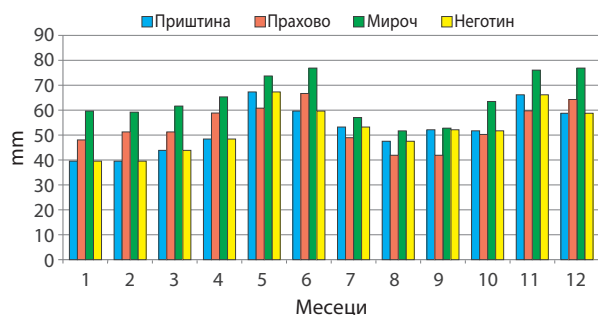


Схема 9. Прелазни плувиометријски режим на станицама Приштина, Мироч, Неготин и Прахово (период 1961–2010.)

практично изједначене³ (схема 9).

Област са оваквом врстом плувиометријског режима наставља се у северозападну Бугарску. Група аутора (1997) издваја прелазни тип плувиометријског режима и у Видинском крају и то доводи у везу са утицајем Vb и Vc путања средоземних циклона, док Радовановић (2001), осврћући се на специфичности плувиометријског режима у овом делу Србије сматра да постоји могућност да су ти резултати у тесној вези са продорима циклона који се одвајају од „главног“ правца који је приближно паралелан са јадранском обалом (van Beberova путања Vd) и да и поред тога што је њихова учесталост свега 4–5 пута у току године (у хладном делу године), изгледа да њихово кретање од црногорског приморја ка Црном мору, има ефекта на режим падавина у назначеном периоду за одређене делове Србије.

Међутим, остаје отворено питање зашто се утицај циклона са путање Vd манифестује управо на поменутом, а не неком другом простору. М. Милосављевић и К. Милосављевић (М. Milosavljević, К. Milosavljević, 1963) анализирајући расподелу падавина у Источној Србији и Поморављу и указујући на повећану вредност падавина у хладнијем делу године, као могуће објашњење наводе да се при ветру из источног квадранта највише падавина излучило у Крајини и долини Тимока, затим у планинској области, а најмање

у Поморављу. Ово указује да се ваздушне масе које продиру из Влашке долине у источну Србију претходно задржавају изнад и у околини Црног мора. Зато такав ваздух поседује довољну количину водене паре, која се при струјању ваздуха на запад излучује у виду падавина. Међутим, док ваздух допре до планинске области у источној Србији он постане сиромашан воденом паром услед излучених падавина.

На свим станицама (изузев на поменутих подручјима) забележена су два максимума (при чему је примарни крајем пролећа, односно почетком лета и секундарни крајем јесени односно почетком зиме) и два минимума падавина (један крајем лета, односно почетком јесени и други у неком од зимских месеци). Живковић (2009) цитирајући Дукића (1978) наводи да је основни, генерални правац наилазак депресија са Атлантског океана на европско копно запад-исток. За Србију је најважнија депресија која долази из Бискајског залива, обнавља се у Ђеновском заливу држећи се претежно путања изнад морских површина, а избегавајући планинске крајеве. Из Тршћанског залива, она се рачва и у Србију улази путањом Vc из смера запад-северозапад и најодговорнија је за пролећно-летњу кишну сезону.

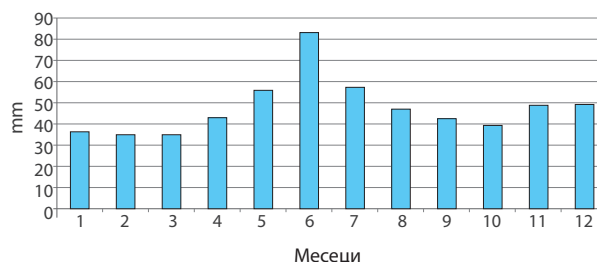


Схема 10. Континентални плувиометријски режим на станици Зрењанин (период 1961–2010.)

Ракићевић (1979) наводи да се прави континентални режим одликује једним максимумом падавина током лета и једним минимумом падавина у зимским месецима тако да би се на основу тога могло закључити да на посматраном простору не постоји прави континентални режим. Међутим, као преиначење које постоји код континенталног режима Вујевић (Vujević, 1953) наводи

3 Оно што представља проблем у одређивању типова плувиометријских режима јесте то што не постоје квантитативне границе, односно квантитативно дефинисане разлике између максимума на основу којих би се одредило да ли је у питању маритимни, континентални или прелазни режим падавина.

подунавску варијанту континенталног плувио-метријског режима коју карактерише најкишови-тије позно пролеће, најчешће месец јуни, најсу-вљи је фебруар, а споредни максимум падавина се појави у октобру. Ракићевић (1979) допуњује ову варијанту континенталног режима истичући поред октобра могући секундарни максимум и у новембру или децембру, тако да се може закључити да је у највећем делу Србије заступљена подунавска варијанта континенталног плувио-метријског режима (схема 10).

3.2.1. СНЕЖНЕ ПАДАВИНЕ

Снежне падавине представљају облик високих падавина и редовна су појава у току хладније половине године на простору Србије. Као последица излучивања снежних падавина образује се снежни покривач који има велики значај као климатски елемент, али је важан и из практичних разлога у свакодневном животу. Постоје бројни снежни параметри. У табели 3 приказане су вредности снежних параметара за 26 станица у Србији

Табела 3. Средњи датум појаве првог и последњег снега (период 1961–2010.), максимална забележена висина снежног покривача (cm) са датумом појаве (период 1961–2010.), просечан број дана са снегом (период 1981–2010.) и просечан број дана са снежним покривачем (период 1981–2010.)

Станица	Средњи датум првог снега	Средњи датум последњег снега	Максимална измерена висина снежног покривача са датумом појаве	Просечан број дана са снегом	Просечан број дана са снежним покривачем
Београд	8.12.	1.03.	80 3.2.1962.	33	39
Ваљево	9.12.	7.03.	63 12.2.1984.	32	43
Велико Градиште	30.11.	28.02.	61 20.2.2009.	31	36
Врање	22.11.	13.03.	55 11.1.1985.	39	40
Димитровград	2.12.	22.03.	79 23.1.1963.	39	53
Зајечар	24.11.	10.03.	66 11.1.1985.	28	46
Златибор	28.10.	24.04.	92 12.2.1984.	66	114
Зрењанин	14.12.	2.03.	50 20.1.1966.	22	31
Киkinda	10.12.	9.03.	40 6.2.1969.	23	35
Копоник	14.10.	12.05.	198 15.2.1984.	94	162
Крагујевац	26.11.	8.03.	60 3.2.1962.	29	38
Краљево	4.12.	15.03.	82 11.2.1984.	37	49
Крушевац	8.12.	5.03.	70 5.12.1980.	31	44
Лесковац	5.12.	11.03.	124 31.1.1963.	35	49
Лозница	3.12.	5.03.	69 13.02.1984.	28	42
Неготин	5.12.	12.03.	75 17.2.1986.	26	44
Ниш	11.12.	7.03.	58 23.1.1963.	37	41
Нови Сад	13.12.	6.03.	61 19.2.1984.	24	39
Палић	15.12.	9.03.	48 6.2.1969.	23	35
Пожега	23.11.	17.03.	55 22.1.1963.	32	58
Сјеница	11.11.	20.04.	72 8.3.2005.	61	103
Смедеревска Паланка	14.12.	2.03.	49 20.1.1966.	32	41
Сомбор	8.12.	10.03.	48 18.3.1962.	24	36
Сремска Митровица	19.12.	7.03.	46 10.1.1985.	26	33
Ђуприја	22.11.	5.03.	58 30.1.1987.	33	46
Црни Врх	10.11.	20.04.	167 25.1.2000.	67	123

Ивор података: Метеоролошки годишњаци, 1961–2010, РХМЗ Србије

и то: средњи датум појаве првог и последњег снега израчунат на основу података у периоду 1961–2010. (друга и трећа колона), максимална измерена висина снежног покривача у периоду 1961–2010. (четврта колона), као и средњи број дана са снегом и снежним покривачем у периоду 1981–2010. (пета и шеста колона табеле 3).

На простору Србије, у највишим планинским пределима, снег се у просеку јавља од друге половине октобра (средњи датум за Копаоник је 14. октобар, за Златибор 28. октобар) и прве половине новембра (средњи датум за Сјеницу је 11. новембар, за Црни врх 10. новембар), док се у осталим крајевима у првој половини децембра уобичајено јављају прве снежне падавине. Средњи датум појаве првог снега у месецу новембру имају Врање (22.11.), Ђуприја (22.11.), Пожега (23.11.), Зајечар (24.11.), Крагујевац (24.11.) и Велико Градиште (30.11.). Средњи датум појаве последњег снега на већини станица у Србији је у току прве половине марта, док је на станицама у вишим деловима Србије крајем априла и почетком маја (средњи датум за Црни Врх је 20. април, Сјеница 20. април, Златибор 24. април, Копаоник 12. мај).

Просечан годишњи број дана са снегом (број дана у којима је пало снега за 0,1 mm и више воденог еквивалента), најмањи је на северу Србије (Зрењанин 31 дан, Сремска Митровица 33 дана, Палић и Кикинда по 35 дана, Сомбор 36 дана), а највећи у највишим деловима Србије (Сјеница 61 дан, Златибор 66 дана, Црни Врх 67 дана, Копаоник 94 дана просечно годишње). Највише дана са снегом је у јануару, а потом у фебруару и децембру. Просечан број дана са снежним покривачем (број дана у којима се на слободној и равној површини образовао слој снега дебљине 1 cm и више)

је у просеку до 40 дана на северу Србије (Сомбор 33 дана, по 35 дана у Зрењанину, Палићу и Кикинди, Нови Сад 39 дана), између 40 и 50 дана у осталим деловима Србије и преко 100 дана у највишим планинским пределима (Сјеница 103 дана, Златибор 114 дана, Црни Врх 123 дана, на Копаонику 162 дана у просеку). У току зима са обилнијим снежним падавинама уобичајена је појава снежног покривача висине неколико десетина центиметара, док су снежни наноси

висине неколико метара карактеристични за високе планинске пределе. Максималне измерене висине снежног покривача су на Копаонику (198 cm, 15.2.1984.) и Црном Врху (167 cm, 25.1.2000.).

Појава снежног покривача у октобру и његово интензивно топљење у мају је одлика снежног режима на планини Шари. Према анализама за раније периоде (1961–1985. и 1961–1990.) средњи број дана са снежним покривачем у Призрену износи 34 дана, у Драгашу 41 дан, у Рестелици 91, у Заплужју 98 дана, а у највишим планинским пределима снежни покривач траје 210 дана. Под утицајем ветра снег је неравномерно распоређен на већим висинама; планински врхови и гребени су без снега, а акумулација снега је у заветрини гребена, у депресијама и циркним удубљењима и нижим деловима падина (Радовановић, 1992; Ракићевић, Радовановић, 1994).

3.3. ИНСОЛАЦИЈА

Број сати сијања Сунца у току године (осунчавање или инсолација) зависи од географског положаја, годишњег доба, али и конфигурације терена и локалних услова. Инсолација је обрнуто пропорционална облачности. Сумирањем дневних вредности инсолације добијају се месечне и годишње вредности у неком месту. У табели 4 дате су средње месечне и годишње вредности инсолације за 32 станице у Србији. За 24 станице израчунати су просеци осунчавања за 50 година (1961–2010.), док су вредности за 8 станица израчунате на основу краћих временских низова података због расположивости мерења (табела 4).

Годишње вредности инсолације у Србији крећу се од 1534,8 часова у Пожеги до 2142,6 часова у Кикинди. Највеће вредности инсолације су у току лета, а најмање у току зиме. На основу вредности из табеле 4 уочава се да је највећа средња месечна вредност у јулу, а најмања у децембру. Децембарске вредности крећу се од само 32,4 часа у Пожеги, до 82 часа на Копаонику. У току зиме дешава се да места на већим надморским висинама имају веће вредности инсолације као последице инверзионе облачности. Јулске вредности крећу се од 227,8 часова у Пожеги, до 309,5 часова у Врању.

Табела 4. Средња месечна и годишња инсолација (у часовима) на станицама у Србији, 1961–2010.

Станица	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Година
Бачки Петровац**	70,0	87,3	137,0	166,1	219,9	245,8	279,3	267,0	201,2	154,8	83,8	53,2	1965,3
Београд	73,0	97,0	149,6	183,2	234,6	255,2	287,0	268,3	202,1	165,7	93,6	62,6	2071,8
Ваљево	71,5	92,4	141,1	168,4	218,9	238,3	281,2	261,3	197,1	155,1	92,7	59,7	1977,9
Велико Градиште	70,4	92,4	149,6	179,4	231,9	252,2	287,4	274,5	204,0	161,2	90,5	56,2	2049,6
Власина**	74,3	96,5	143,3	167,3	219,6	249,8	294,3	282,1	215,6	166,1	95,4	61,6	2066,0
Врање	71,6	98,6	146,9	173,6	223,6	261,7	309,5	292,2	214,0	161,6	89,6	56,2	2099,1
Димитровград	79,1	97,2	144,1	167,7	223,5	256,7	299,6	283,5	217,7	164,3	95,5	63,2	2092,1
Жагубица**	70,0	87,3	137,0	166,1	219,9	245,8	279,3	267,0	201,2	154,8	83,8	53,2	1965,3
Зајечар	71,7	90,1	134,9	171,1	228,1	257,1	295,3	274,4	200,6	140,2	80,2	61,2	2004,8
Златибор	86,2	99,5	140,2	161,5	204,9	225,8	268,1	254,8	195,2	159,1	105,5	72,7	1973,6
Кикинда	68,5	97,7	152,2	192,0	248,7	271,7	305,3	281,7	209,5	169,8	88,7	56,7	2142,6
Копаноник****	99,8	100,2	132	152,9	189	219,2	268,8	260,2	196,4	166,4	113,6	82	1980,5
Крагујевац	72,5	92,0	143,4	177,9	229,5	249,5	287,7	270,9	201,1	156,4	93,5	60,2	2034,5
Краљево	60,2	87,1	138,7	163,6	209,5	224,2	262,4	255,2	186,7	143,8	79,1	45,1	1855,7
Крушевац	54,8	78,3	130,4	156,8	205,5	219,3	263,7	257,4	189,8	141,7	78,1	39,9	1815,6
Куршумлија	62,8	83,4	127,7	149,7	189,8	204,1	254,0	249,9	185,0	142,0	82,2	46,0	1776,6
Лесковац	67,9	89,8	140,8	169,0	220,0	247,2	292,6	283,5	209,5	155,1	86,9	51,3	2013,6
Лозница	64,7	88,9	140,4	175,0	226,3	246,0	290,1	268,5	196,4	149,0	81,7	51,6	1978,6
Неготин	74,9	90,7	139,6	182,0	237,3	273,2	307,4	281,5	208,0	145,9	81,1	63,3	2084,8
Ниш*	66,9	90,6	145,1	171,4	219,6	247,6	287,5	272,2	205,2	156,5	85,8	47,8	1996,5
Палић	68,5	101,1	151,5	190,8	243,8	261,7	295,7	278,0	208,6	166,3	88,1	58,2	2112,4
Пећ***	69,5	93,3	143	172	207,8	257,7	274,3	264,9	206,3	152,6	86,8	55,3	1983,5
Пожега	45,3	70,2	118,8	144,6	178,6	190,0	227,8	215,4	148,8	102,9	60,0	32,4	1534,8
Призрен***	100,2	92	139,4	176,2	224,5	290,7	300,8	285,7	220,7	163,4	89,7	54,1	2137,4
Приштина***	70,8	96	143	184	227,9	246,3	299,3	289,6	225,8	173,5	96,9	70,2	2123,3
Римски Шанчеви	67,8	95,9	152,5	184,6	242,3	263,7	297,3	279,3	205,2	165,4	87,9	56,7	2098,6
Сјеница	83,8	100,0	147,5	165,5	206,5	223,6	259,9	246,2	181,8	149,7	98,6	70,1	1933,2
Смед. Паланка	81,2	103,4	154,1	185,5	238,3	259,4	295,8	277,4	205,6	168,8	101,7	66,9	2138,1
Сомбор	64,0	93,6	149,5	187,7	238,7	259,4	291,9	271,9	201,1	157,8	78,7	53,3	2047,7
Срем. Митровица	64,7	92,0	147,3	180,5	233,0	251,6	288,4	271,4	197,6	157,2	84,7	52,7	2021,1
Ђуприја	70,9	92,3	147,5	178,4	231,2	253,4	293,4	279,4	206,7	159,7	91,9	55,9	2060,6
Црни Врх	76,2	87,7	136,0	170,1	221,6	249,8	287,0	272,4	200,9	151,0	88,2	60,7	2001,4

*Период 1961–2007, **Период 1961–2006, ***Период 1961–1990, ****Период 1981–2010.

Извор података: Метеоролошки годишњаци, 1961–2010, РХМЗ Србије

3.4. ОБЛАЧНОСТ

Облачност представља веома променљив климатски елемент који се осматра 3 пута дневно и изражава (најчешће) у десетинама покривености

неба облацима. Мала облачност значи и интензивније загревање, али и веће излучивање, односно веће дневне температурне амплитуде и обрнуто. У табели 5 дат је приказ средњих месечних и годишњих вредности облачности за 60 станица у Србији. За 44 станице подаци представљају

просеке за 50 година (1961–2010.), док су вредности за 16 станица израчунате на основу краћих временских низова података због расположивости мерења (табела 5).

Карактеристични су за топли део године, поготово од маја до августа, када у склопу циклонске циркулације постоји нестабилна ваздушна маса и прилив хладног ваздуха. Обично се јављају после подне и увече, локалног су карактера, хоризонталних размера од неколико стотина метара до 10–20 km, а висина досеже тропопаузу.

У почетној фази развоја облаци имају форму слабе кумулусне облачности (*Cumulus humilis* и *Cumulus mediocris*), али због велике нестабилности атмосфере врло брзо прерастају у јаку конвективну облачност (*Cumulus congestus* и *Cumulonimbus*) која условљава пљускове, грмљавину и град. Облаци на слици су у фази преласка из *Cumulus congestus* и *Cumulonimbus*.



Фото. 3. Облаци (*Cumulus congestus* у развоју са бочним елементима *Cumulus mediocris*) над тромеђом Србије, Црне Горе и Босне и Херцеговине (детерминација облака Н. Тодоровић; фото М. Миливојевић, 2006).

Карактеристични су за топли део године у склопу проласка хладног фронта. Јављају се у позадини хладног фронта пре подне и средином дана као слаба кумулусна (конвективна) облачност, указују на нестабилност атмосфере и предзнак су могућег слепоподневног развоја јаке конвективне

облачности (*Cumulonimbus*). Настају као кумулуси (*Cumulus humilis*), а уколико атмосфера није јако нестабилна задржавају форму слабе кумулусне облачности која се распада и кида (*Cumulus fractus*). У овој фази развоја из њих нема падавина, а пошто покривају само део неба зову се и кумулуси лепог времена.

Средње годишње вредности облачности у Србији крећу се од 4,7 у Новом Пазару до 6,4 у Пожеги. Места на већим надморским висинама (Сјеница 6,0, Црни врх 6,1, Копаоник 5,8) и у котлинама (Жагубица 6,0, Краљево 5,9, Ваљево 5,9) имају релативно веће вредности средње годишње облачности у односу на остале крајеве Србије. Анализирајући средње месечне вредности, највећа облачност је у децембру, а потом у јануару, док су најмање вредности у августу и јулу. Генерално облачност има правилан годишњи ход: од децембра до августа се смањује, а потом поново повећава. У децембру, на већини станица облачност има



Фото. 4. *Cumulus fractus* и *Cumulus humilis* над Острозубом и Власином (детерминација облака Н. Тодоровић; фото М. Миливојевић, 2006).

релативно веће вредности (више од 7,0), са максималном вредношћу од 8,0 у Пожеги. За већу облачност у Пожеги пресудни су специфични локални услови, односно котлински положај овог места. Интересантно је напоменути да је просечан годишњи број дана са маглом у овом месту 127 дана (1981–2010.), просечан број облачних

Табела 5. Средња месечна и средња годишња облачност (у десетинама) на станицама у Србији, 1961–2010.

Станица	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Година
Александровац	6,7	6,2	5,6	5,2	4,7	4,2	3,3	3,3	4,0	4,8	5,8	6,9	5,1
Бабушница	6,6	6,4	5,8	5,8	5,3	4,8	3,8	3,4	4,1	4,7	5,9	6,9	5,3
Бачки Петровац	6,9	6,2	5,5	5,4	4,9	4,6	3,7	3,4	4,2	4,7	6,5	7,3	5,3
Бела Црква	6,9	6,5	5,6	5,6	5,1	4,8	4,0	3,7	4,5	4,8	6,4	7,5	5,4
Београд	6,8	6,3	5,8	5,8	5,4	4,9	3,9	3,7	4,4	4,8	6,4	7,1	5,4
Босиљград	6,2	6,2	6,0	6,1	5,7	4,8	3,6	3,3	3,9	5,0	6,1	6,5	5,3
Брус	6,8	6,5	6,2	5,8	5,6	5,0	4,1	3,7	4,5	5,1	6,2	7,1	5,6
Бујановац*	6,7	6,1	5,6	5,5	5,0	4,1	3,1	2,9	3,5	4,7	6,3	7,1	5,1
Буковичка бања****	6,8	6,4	5,7	5,8	5,3	4,9	4,0	3,9	4,4	4,8	6,4	7,0	5,4
Ваљево	7,1	6,7	6,3	6,3	6,0	5,5	4,3	4,1	4,9	5,3	6,6	7,4	5,9
Велико Градиште	7,2	6,7	6,0	6,0	5,6	5,2	4,2	3,8	4,6	5,1	6,6	7,5	5,7
Владимирци****	7,2	6,6	5,9	6,0	5,3	4,8	4,0	3,7	4,4	5,1	6,8	7,4	5,6
Власина****	6,5	6,4	6,3	6,2	5,8	5,1	4,2	3,9	4,5	5,1	6,0	6,6	5,5
Власотинце*	6,9	6,5	5,9	5,9	5,4	5,0	4,0	3,7	4,3	4,9	6,2	7,3	5,5
Врање	7,2	6,7	6,3	6,1	5,8	5,0	3,8	3,5	4,3	5,2	6,6	7,5	5,7
Врњачка Бања	7,0	6,7	6,3	6,1	5,7	5,2	4,2	3,9	4,6	5,3	6,5	7,3	5,7
Вршац	6,9	6,5	5,8	5,7	5,4	4,9	4,0	3,7	4,4	4,8	6,4	7,3	5,5
Димитровград	6,8	6,5	6,2	6,0	5,5	4,7	3,7	3,4	4,2	5,0	6,2	7,1	5,4
Жагубица	7,5	7,2	6,4	6,4	5,7	5,1	4,4	4,1	5,0	5,6	6,9	7,7	6,0
Зајечар	7,0	6,8	6,5	6,2	5,7	4,9	3,9	3,7	4,6	5,7	6,9	7,2	5,8
Златибор	6,7	6,7	6,3	6,2	6,0	5,6	4,7	4,5	5,0	5,4	6,2	6,8	5,8
Зрењанин	6,9	6,3	5,8	5,7	5,3	5,0	4,1	3,7	4,5	4,9	6,5	7,2	5,5
Ивањица*	6,8	6,5	6,1	5,9	5,6	5,3	4,4	4,3	5,0	5,4	6,2	7,1	5,7
Јагодина	6,9	6,3	5,6	5,4	4,8	4,4	3,5	3,1	3,9	4,6	6,0	7,1	5,1
Јаша Томић****	7,4	6,9	6,2	6,4	6,0	5,6	4,7	4,4	5,0	5,3	7,0	7,7	6,0
Јошаничка бања	6,5	6,4	6,0	5,9	5,7	5,2	4,3	3,9	4,6	5,1	6,3	6,9	5,6
Киkinda	6,9	6,3	5,7	5,5	5,2	4,9	4,0	3,8	4,5	4,7	6,4	7,2	5,4
Књажевац	7,3	7,0	6,3	5,9	5,3	4,7	3,7	3,4	4,3	5,3	6,9	7,6	5,6
Копаоник*****	6,2	6,6	6,7	6,6	6,2	5,6	4,6	4,2	5,2	5,5	6,1	6,6	5,8
Крагујевац	6,9	6,5	6,1	6,0	5,6	5,1	4,2	3,8	4,6	5,0	6,3	7,2	5,6
Краљево	7,0	6,8	6,3	6,2	5,9	5,4	4,3	4,1	4,9	5,5	6,6	7,4	5,9
Крушевац	6,9	6,5	5,9	5,9	5,6	5,0	4,0	3,6	4,4	5,0	6,3	7,2	5,5
Куршумлија	6,6	6,4	5,9	5,6	5,2	4,6	3,6	3,3	4,1	4,9	6,1	6,9	5,2
Лесковац	7,0	6,6	6,2	6,0	5,5	4,9	3,8	3,4	4,3	5,1	6,4	7,4	5,5
Лозница	7,1	6,6	6,1	6,1	5,6	5,2	4,1	4,0	4,9	5,5	6,8	7,4	5,8
Љубовија*	7,1	6,7	6,1	6,0	6,0	5,9	5,2	5,3	6,0	6,2	6,9	7,6	6,3
Неготин	6,7	6,3	5,9	5,6	5,2	4,5	3,4	3,2	4,1	5,1	6,6	6,8	5,3
Ниш	7,0	6,7	6,2	6,1	5,7	5,0	3,9	3,5	4,4	5,2	6,5	7,4	5,6
Нови Пазар***	5,7	5,3	5,0	4,7	4,6	4,2	3,4	3,2	4,0	4,6	5,7	6,1	4,7
Палић	7,0	6,3	5,9	5,6	5,3	5,1	4,3	3,9	4,6	4,8	6,6	7,3	5,5
Пећ*****	7,1	6,5	6,4	6,2	6,0	5,6	4,4	3,9	4,4	5,1	6,5	7,1	5,8
Пирот	6,9	6,4	6,0	5,9	5,4	4,7	3,8	3,6	4,3	5,1	6,3	7,3	5,5
Пожега	7,6	6,9	6,4	6,2	6,3	6,0	5,1	5,1	6,0	6,4	7,1	8,0	6,4
Предејане****	7,3	6,9	6,3	6,3	5,7	5,1	4,2	3,9	4,6	5,4	6,7	7,4	5,8
Призрен*****	7,3	6,7	6,3	6,1	5,6	4,9	3,6	3,3	3,9	5,0	6,6	7,4	5,6
Приштина*****	7,0	6,6	6,2	5,9	5,7	5,2	3,7	3,4	4,0	4,9	6,3	7,3	5,5
Прокупље	6,5	6,0	5,5	5,4	5,0	4,3	3,5	3,1	3,9	4,7	5,9	6,9	5,1
Рековац	6,5	6,2	5,7	5,5	5,0	4,7	3,8	3,6	4,3	4,7	5,9	6,8	5,2
Римски Шанчеви	7,0	6,3	5,8	5,7	5,4	5,0	4,0	3,7	4,5	4,8	6,5	7,2	5,5
Руник	6,8	6,5	6,0	5,8	5,5	5,2	4,3	4,0	4,6	5,0	6,3	6,9	5,6
Сента**	6,3	5,7	5,3	5,1	4,8	4,5	3,8	3,5	4,0	4,4	6,1	6,7	5,0
Сјеница	6,8	6,7	6,3	6,2	6,0	5,7	4,9	4,7	5,3	5,6	6,4	7,0	6,0
Смедеревска Паланка	7,0	6,3	5,8	5,7	5,3	4,9	3,9	3,7	4,5	5,0	6,6	7,2	5,5
Сокобања	7,0	6,5	6,0	5,6	5,3	4,7	3,8	3,4	4,3	5,1	6,3	7,2	5,4
Сомбор	7,0	6,4	5,9	5,7	5,5	5,2	4,2	3,9	4,6	4,9	6,6	7,3	5,6
Сремска Митровица	7,2	6,6	6,1	6,1	5,7	5,2	4,1	3,8	4,7	5,2	6,6	7,4	5,7
Ђуприја	7,1	6,6	6,2	6,0	5,7	5,0	4,0	3,6	4,5	5,1	6,5	7,4	5,6
Црни Врх	7,2	7,1	6,6	6,4	6,1	5,4	4,5	4,2	5,0	5,8	7,0	7,4	6,1
Чумић	6,9	6,4	6,1	6,2	5,8	5,5	4,6	4,4	4,9	5,3	6,6	7,1	5,8
Шабац****	6,9	6,1	5,2	5,4	4,8	4,5	3,7	3,4	4,1	4,6	6,5	7,2	5,2

*Период 1961–2009, **Период 1961–2008, ***Период 1961–2007, ****Период 1961–2006, *****Период 1981–2010, *****Период 1961–1990.

Ивор података: Метеоролошки годишњаци, 1961–2010., РХМЗ Србије

дана у току године (просечна дневна облачност изнад осам десетина) је 129 дана (1981–2010.) и просечан број ведрих дана (просечна дневна облачност испод две десетине) 34 дана (1981–2010.). Поређења ради, на већини синоптичких станица у Србији број дана са маглом је између 20 и 30 дана годишње (период 1981–2010.). Такође, у току зиме облачност је већа на релативно нижим теренима него на планинама као последица утицаја инверзионе облачности. У августу, када је облачност најмања, на већини станица просечна облачност има вредност од 3,0 до 4,0. Најмања месечна облачност је у топлијој половини године када преовлађују антициклонски услови са ведрим и стабилним временом.

3.5. РЕЛАТИВНА ВЛАЖНОСТ

Релативна влажност ваздуха представља значајан климатски елемент који указује на садржај водене паре у атмосфери, односно ниво кондензације и

излучивање падавина, тј. режим влажности у неком месту (Дуцић, Анђелковић, 2004). За простор Србије, анализа месечних и годишњих вредности релативне влажности ваздуха урађена је на основу расположивих временских низова за 60 станица (табела 6). За 44 станице израчунате су просечне вредности за период од 50 година (1961–2010.), док су вредности за 16 станица израчунате на основу краћих временских низова података због расположивости мерења (табела 6).

Годишње вредности релативне влажности крећу се од 68,6% у Београду до 80,5% у Жагубици и 81,2% у Љубовији. Релативно нижа вредност у Београду, и уопштено у већим градским насељима, последица је великог удела изграђених површина и топлотних особина урбаних целина. У котлинама, поред водених површина, као и на већим надморским висинама, релативна влажност је већа. Међутим, изостају детаљнија истраживања која би локалне утицаје на режим влажности у неком месту детерминисала у значајнијој мери. Анализа падавинских режима на простору

Табела 6. Месечна и годишња релативна влажност (%) на станицама у Србији, период 1961–2010.

Станица	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Година
Александровац	80,9	79,1	74,5	72,6	72,5	73,1	70,2	70,0	74,5	78,4	80,6	82,7	75,7
Бабушница	85,6	84,8	80,0	76,3	75,1	74,7	72,5	72,4	77,5	80,8	85,0	87,3	79,3
Бачки Петровац	87,1	83,4	76,6	72,8	72,0	73,7	72,5	73,4	77,7	79,5	85,4	88,0	78,5
Бела Црква	84,6	81,1	72,9	69,7	71,2	73,4	71,5	71,5	74,1	76,1	80,4	85,4	76,0
Беоргад	78,1	72,5	64,1	61,3	62,3	64,2	62,3	63,1	68,1	71,1	75,8	79,9	68,6
Босиљград	79,0	78,7	76,1	73,1	73,8	73,5	71,7	72,0	75,0	77,5	79,5	78,7	75,7
Брус	78,1	75,2	71,7	71,0	74,5	76,0	73,8	73,6	77,7	79,3	80,3	80,9	76,0
Бујановац****	84,9	81,9	77,1	72,4	73,2	72,1	70,1	69,9	75,4	78,9	84,0	86,1	77,2
Буковичка б.****	83,7	80,1	73,3	70,6	71,8	73,6	71,1	71,3	76,0	78,3	82,0	84,9	76,4
Ваљево	81,8	77,0	70,7	68,7	69,5	70,7	68,7	70,3	75,1	78,1	80,3	82,6	74,5
Велико Градиште	81,7	77,8	69,8	67,7	69,4	70,9	69,2	68,9	72,4	74,3	78,8	83,3	73,7
Владимирци****	87,0	84,0	78,0	74,9	75,4	75,8	74,2	74,2	78,9	81,2	84,8	87,5	79,6
Власина****	84,1	83,6	79,8	75,2	76,6	77,5	76,4	75,5	78,7	80,5	82,5	84,8	79,6
Власотинце*	85,4	82,2	75,1	72,2	74,0	74,5	72,3	72,4	76,3	79,0	82,6	86,3	77,7
Врање	81,8	75,9	68,7	64,8	66,2	66,0	61,9	61,4	67,7	73,4	80,0	83,6	71,0
Врњачка бања	84,5	80,7	75,1	72,5	75,2	76,2	73,9	74,4	79,0	82,1	84,0	86,3	78,6
Вршац	79,7	76,0	68,3	65,7	66,6	68,4	66,4	65,6	68,5	70,6	75,7	81,3	71,1
Димитровград	80,3	76,8	69,8	66,6	69,3	70,5	66,8	66,4	70,5	74,0	78,5	81,7	72,6
Жагубица	86,2	84,6	78,9	75,4	76,4	77,7	76,4	76,0	79,6	81,9	84,6	87,8	80,5

Станица	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Година
Зајечар	80,1	77,4	72,8	70,1	71,2	70,8	67,3	68,3	72,8	78,2	81,3	82,5	74,4
Златибор	83,7	80,6	74,7	70,4	71,1	73,6	71,7	71,0	75,3	77,5	80,4	85,4	76,3
Зрењанин	84,6	79,8	71,8	69,2	68,1	69,4	68,2	68,4	72,0	74,8	82,1	86,5	74,4
Ивањица*	86,1	83,0	78,3	74,4	76,2	77,5	76,4	77,9	81,2	83,1	84,6	87,3	80,5
Јагодина	84,3	82,3	75,2	72,2	73,7	74,5	73,4	74,1	78,6	80,7	83,0	85,6	78,1
Јаша Томић****	84,9	81,1	73,7	71,1	70,8	71,4	69,3	69,6	73,4	76,1	83,3	86,9	76,0
Јошаничка бања	85,9	83,1	78,1	73,8	75,3	76,2	74,2	74,6	79,4	81,5	84,5	87,2	79,5
Кикинда	85,4	80,6	71,7	67,3	66,1	67,7	65,6	67,4	71,2	74,9	82,6	87,1	73,9
Књажевац	83,5	81,4	75,7	72,8	73,5	73,7	71,8	72,9	76,7	80,3	82,7	84,4	77,5
Копоник	81	83	82	80	79	79	75	74	80	80	81	84	80
Крагујевац	79,0	75,4	69,3	67,4	69,1	69,5	67,1	68,4	72,5	75,0	77,3	80,5	72,6
Краљево	81,3	76,0	69,3	66,2	69,5	71,0	69,0	69,1	73,9	76,7	79,4	83,0	73,7
Крушевац	84,1	79,9	73,7	71,1	73,0	73,2	71,3	70,8	75,1	78,6	81,7	85,5	76,5
Куршумлија	82,4	79,1	73,8	70,6	73,4	74,6	72,0	72,4	77,1	79,7	81,5	83,6	76,7
Лесковац	82,8	78,6	72,3	69,9	71,2	71,1	67,8	68,5	74,7	78,2	81,5	84,4	75,1
Лозница	82,8	78,0	71,4	69,0	70,0	71,5	70,3	72,1	77,0	79,8	81,6	83,7	75,6
Љубовија*	87,2	83,7	77,7	75,3	77,8	78,9	77,2	78,5	81,4	83,2	84,9	88,2	81,2
Неготин	80,6	77,3	71,2	67,1	66,8	65,1	61,9	63,6	69,1	76,1	80,7	82,4	71,8
Ниш	79,6	74,6	66,8	63,7	65,7	66,1	62,8	62,5	69,0	73,0	77,4	81,1	70,2
Нови Пазар***	84,7	81,6	75,4	70,7	71,6	72,8	71,1	72,0	76,1	79,2	82,5	85,6	77,0
Палић	85,5	80,3	72,1	67,0	65,7	65,7	64,4	66,4	71,2	75,2	83,0	87,0	73,6
Пех*****	81,0	75,0	68,0	63,0	64,0	64,0	60,0	60,0	67,0	73,0	81,0	83,0	70,0
Пирот	82,7	79,7	72,6	69,8	71,2	72,0	69,3	69,1	73,7	76,4	79,8	83,6	75,0
Пожега	85,4	80,2	73,6	70,5	73,3	74,8	74,1	75,6	79,2	81,4	84,3	87,1	78,3
Предејане****	85,4	82,6	77,1	73,5	74,7	74,3	72,9	72,6	77,2	80,4	83,9	86,8	78,4
Призрен*****	81,0	75,0	68,0	64,0	64,0	61,0	58,0	59,0	67,0	74,0	79,0	82,0	69,0
Приштина*****	83,0	77,0	70,0	65,0	67,0	67,0	63,0	62,0	68,0	74,0	80,0	83,0	71,0
Прокупље**	83,4	79,9	73,7	71,2	74,0	73,8	70,3	70,9	76,6	79,6	82,0	84,4	76,7
Рековац	82,8	80,7	75,3	72,6	74,5	75,3	73,4	74,8	78,3	80,7	82,3	84,9	78,0
Римски Шанчеви	85,4	80,4	71,9	68,1	67,5	69,8	68,1	68,8	72,9	75,7	82,6	86,3	74,8
Рудник	82,8	79,3	73,4	69,6	72,0	74,6	72,0	71,9	74,5	77,0	79,7	83,6	75,9
Сента**	87,1	83,3	76,9	72,9	72,2	73,2	71,3	72,8	76,5	79,7	85,0	88,2	78,3
Сјеница	84,1	81,6	77,7	73,1	73,0	74,8	73,8	74,3	78,0	79,4	81,5	84,8	78,0
Смедеревска Паланка	80,7	76,2	68,8	66,7	68,0	69,4	67,2	68,3	72,3	75,4	78,8	82,6	72,9
Сокобања	83,1	81,8	77,0	72,7	73,6	74,9	72,3	72,1	76,7	79,4	81,3	84,1	77,4
Сомбор	84,3	79,1	71,8	67,7	65,7	66,8	66,5	68,5	73,1	75,8	82,6	85,9	74,0
Сремска Митровица	86,8	81,2	73,2	69,9	69,4	72,4	71,8	72,5	76,7	78,6	84,4	87,9	77,1
Ђуприја	81,5	77,5	70,9	68,5	70,0	71,4	69,6	69,6	73,9	76,7	79,7	83,3	74,4
Црни Врх	83,8	82,4	77,7	73,5	73,7	75,0	72,2	71,5	75,9	80,2	83,9	85,7	78,0
Чумић	80,2	77,8	73,0	70,2	71,1	71,7	69,5	69,1	72,5	74,7	78,6	81,9	74,2
Шабац****	85,8	83,2	76,7	74,2	74,8	76,1	75,7	76,1	80,0	82,0	85,4	87,1	79,8

*Период 1961-2009, **Период 1961-2008, ***Период 1961-2007, ****Период 1961-2006, ***** 1961-1990.

Извор података: Метеоролошки годишњаци, 1961-2010, РХМЗ Србије

Националног Парка Ђердап указује да се режим падавина није значајније изменио после изградње бране и Ђердапског језера. Такође, наглашава се утицај синоптичких услова, који су у вези са путањама депресија долинама Дунава и Саве на режим влажности на том простору (Radovanović, Milovanović, 2003b).

Годишњи ход релативне влажности обрнуто је пропорционалан са температуром ваздуха. Највише вредности су у току зиме, и то у децембру и јануару (вредности децембарске релативне влажности крећу се од 78,7% у Босиљграду и 79,9% у Београду, до 88,2% у Љубовији и Сенти). Најниже вредности су у току летњих месеци, и то у јулу и августу. Просечне јулске вредности су најниже на станицама на крајњем југоистоку, 58% у Пећи и 60% Призрену, односно 61,9% у Неготину до 76,4% у Жагубици и 77,2% у Љубовији.

3.6. ВЕТАР

Правац, брзина и честина ветра у неком месту резултат је атмосферске циркулације и баријских односа на ширем простору, али и конфигурације терена. На отвореним местима, без значајнијих орографских препрека, правци ветра се поклапају са доминантним стањима поља ваздушног притиска. Ваздух струји из области високог притиска ка ниском притиску, али се не ради о праволинијском кретању, већ кретању које прати рељеф и условљено је површинским трењем. Тамо где је степен рашчлањености рељефа већи, ваздушно струјање прати облике рељефа у правцу најповољнијих пролаза. Није редак случај и да се ваздушне масе пребацују преко планинских препрека. Тада је њихово кретање повезано са појавом турбулентних струјања. Утицај орографије је нарочито значајан при кретању хладног ваздуха који се због веће густине прилагођава облику терена, па се у котлинама и долинама, као и брдско-планинским теренима, струјања на висини разликују од оних у приземљу, и по брзини и по правцима (Ranković, 1988).

Учесталост ветрова се представља у проценти-ма (%) или промилима (‰), и то најчешће на годишњем или сезонском нивоу. У табели 7 дате су

просечне честине ветрова (%) за 8 праваца на 29 станица у Србији. Просечне вредности су изведене за периоде различите дужине (са минималним трајањем 40 година, друга колона у табели 7), заједно са 2006, односно 1998. годином за станице Пећ, Призрен и Приштина због расположивости података. Ветар као климатски елемент показује релативно малу променљивост у току времена, па се анализе засноване на најмање десетогодишњем периоду осматрања могу сматрати поузданим.

Најпознатији и најдоминантнији ветрови на простору Србије су кошава и етезија. Појава ових ветрова условљена је регионалном циркулацијом атмосфере. Кошава је ветар који је карактеристичан за хладнији део године (најчешће дува у периоду од октобра до априла, а ретко се јавља лети) и настаје при кретању хладног ваздуха са простора источне Европе ка топлијем Медитерану. Дејство кошаве се осећа у највећем делу Војводине, источној Србији, Поморављу, Шумадији. Слаповит је ветар, дува у испрекиданим, наизменично slabим и jakim ударима. Средња брзина кошаве је 5–10 m/s и ретко дува само један дан, најчешће траје 2 до 3 дана, а понекад и дуже (Milosavljević, 1953). Забележени су и догађаји са више од 20 узастопних дана са кошавом: у Београду је кошава у периоду 7–30.12.1934. дувала непрекидно 24 дана, у периоду 1–24.11.1935. 23 дана, у периоду 7.10–2.11.1951. 27 дана, а у периоду 11.10.–10.11.1953. 31 дан (Milosavljević, 1953; Milosavljević, 1972). Јака кошава је 25. и 26. фебруара 1896. разносила велике количине песка из Делиблатске пешчаре и засула целу околину. Наводи се да је железничка пруга између Вршца и Ковина била затрпана 3 m високим слојем песка. У близини Крагујевца удари ветра су избацили путнички воз из шина (Vujević, 1953). Удари кошаве су најјачи у Подунављу, од Беле Цркве и Великог Градишта до Београда, а одатле се смањује јачина, честина и брзина ка западу, северу и југу. Најјачи удари достижу 25–30 m/s. У Београду су поједи-ни удари кошаве у јануару 1972. године достигали и 38 m/s, а приближне брзине достигнуте су у марту 1957. и 1958. (Plaznić, 1985). Такође, између 16–17. октобра 1976. удари кошаве у Београду су достигали 36 m/s.

Струјање хладног ветра из источног квадранта може се раздвојити у две компоненте:

североисточну и југоисточну, односно у нашим крајевима источно висинско струјање се у приземљу (кошава) поларизује око две крајње супротне границе овог квадранта (Dobrilović, 1960). Кретање хладног кошавског ветра прати рељеф, односно пошто се тежи хладнији ваздух тешко пребацује преко планинских превоја, каналисан је речним долинама, клисурама и сужењима и то му одређује правац. Анализа ружа ветрова указује на значај кошавског ветра као климатског елемента у појединим крајевима Србије. У Војводини се кошава јавља као југоисточни и јужни ветар. У Банату, анализа руже ветрова за Вршац указује да су најучесталији јужни (20%) и југоисточни (17%) ветрови. У Зрењанину, највећу учесталост има југоисточни ветар (20,3%). У Кикинди је најучесталији југоисточни ветар (17,3%), док су скоро подједнако учестали и јужни (14,2%) и северозападни ветрови (14,6%). Даље ка северу и северозападу Војводине, учесталост ветрова из југоисточног и јужног правца слаби (премда као климатски елемент не губи на значају у овим крајевима), док ветрови са северном и западном компонентом дувања повећавају учесталост (у Палићу су најучесталија северозападна струјања са 14,8%, у Сомбору је такође северозападно струјање најучесталије са 14,7%). Фрушка гора представља значајну баријеру за кошавски ветар, тако да ваздушна струјања заобилазе ову препреку, крећући се бочном страном овог планинског била, па у Новом Саду поред северозападних (16,7%) и западних (17,9%) ветрова, велику учесталост има и југоисточни ветар (19,4%).

Као југоисточни ветар кошава се јавља и у Великом Градишту, Београду и Смедеревској Паланци. Руже ветрова за ова места показују да су југоисточна ваздушна струјања доминантна у односу на ветрове из других правца (у Београду су најучесталија са 23,6%, у Великом Градишту са 22,9% и Смедеревској Паланци са 19,1%). У другим крајевима Србије, правац кошавског ветра је условљен орографијом терена. Према Делијанић (1976) дешава се да када кошава дува северно и западно од планина источне Србије, у Неготинској крајини дува ветар супротног правца. Као објашњење се наводи утицај орографије, односно на наветринској страни планине образује се вртлог и појава ветра супротног смера у односу на струјање на

нешто већој висини. У Неготину доминантну учесталост имају северозападни (18,1%) и западни (16,3%) ветар.

Етезијско струјање доминира у току лета над читавом Србијом, нарочито у областима које су отворене ка северозападу тј. у Војводини, а потом и у Подунављу и Поморављу. Настаје као последица високог притиска изнад Централне Европе и ниског изнад источног Средоземља. Доноси суво, топло и ведро време, које са мањим изузецима захвата читаву Србију. Северозападни правац из кога преовлађују ово струјање, додатно утиче да одређени делови Србије имају највећу частину ветрова из овог правца. Тамо где је смањен утицај трења тј. рељефа, доминирају ветрови са северозапада (Vujević, 1953). Заступљени су и у источној Србији, при чему планине овог дела имају значајан утицај на падавине при северозападном струјању (М. Milosavljević, К. Milosavljević, 1963).

Утицај рељефа на изглед руже ветрова у појединим местима најпре се увиђа ако се сагледа њихов положај у односу на доминантне правце пружања речних долина, котлина и планинских узвишења. Анализа ружа ветрова за већину станица у Србији (табела 7) показала је одлучујући утицај конфигурације терена на доминантне правце дувања ветрова. Долина Дрине каналише ваздушна струјања у овом делу Србије. Тако су у Лозници најучесталији југозападни (12%), а потом и северни ветар (8,2%). Ружа ветрова за Бању Ковиљачу, такође, указује на утицај долине Дрине на расподелу учесталости ветрова по правцима у овом месту: доминантна су југозападна и североисточна струјања (Билић, 1978). Илустративан је и пример Краљева, у долини Западне Мораве, у коме су доминантни источни (16,1%) и западни ветрови (12,4%). Такође, у Ђуприји (долина Велике Мораве) доминантни су северозападни (18,1%), а потом и јужни (11,3%) и југоисточни ветрови (16,8%). У долини Нишаве, у Нишу најучесталији су северозападни (19%) и источни (14,3%) ветар, док у Димитровграду југоисточни (27,5%) и источни (19,5%) и северозападни (20,4%) ветрови. У долини Јужне Мораве, у Лесковцу, доминантни су јужни (11%) и југозападни (10,4%), а у Врању североисточни (25,8%) ветрови. Непосредни утицај речних долина, увиђа се и у Зајечару, Лесковцу, Пожеги, Куршумлији.

Табела 7. Средње годишње честине и тишине ветрова (%) на станицама у Србији.

Станица	Период	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Тишине
Београд	1946–2006.	7,3	5,1	10,1	23,6	8,7	7,7	16,7	13	7,7
Ваљево	1949–2006.	4,2	6,3	7,6	2,8	1,9	5,9	18,7	8,2	44,4
Велико Градиште	1949–2006.	4,4	3,3	16,9	22,9	2,7	4,4	12,7	13,1	19,6
Врање	1949–2006.	9,2	25,8	12,1	2,1	4,8	9,4	8	3,1	25,5
Вршац	1965–2006.	10,4	8,4	4,8	17	20	7,3	9,4	7,7	14,9
Димитровград	1949–2006.	1	2,3	19,5	27,5	1	1,4	13,1	20,4	13,8
Зајечар	1949–2006.	8,4	14,8	6,5	2,7	7,8	21,6	11,1	7,3	19,8
Златибор	1951–2006.	18,4	13,9	5,1	4,2	13,5	29	3,9	5,2	6,8
Зрењанин	1966–2006.	9,9	5,8	7,8	20,3	12,4	7,7	15,5	14,1	6,5
Киkinda	1949–2006.	12,9	8,6	6,1	17,3	14,2	9,2	11	14,6	6,1
Крагујевац	1949–2006.	6,3	3,8	2,3	7	7,3	10,4	5,1	11,6	46,2
Краљево	1949–2006.	3,4	2,5	16,1	7,7	3,5	4,7	12,4	8,8	40,9
Крушевац	1949–2006.	9	6	10,3	6,2	10,7	3,3	7,6	8,1	38,9
Куршумлија	1961–2006.	12,7	10,8	1,6	4,7	11,7	23,3	1,4	6	27,9
Лесковац	1961–2006.	10,2	3,9	4,7	6,5	11	7,1	4,3	10,4	41,9
Лозница	1952–2006.	8,2	5	4,6	2,1	4,6	12	7,7	7,4	48,6
Неготин	1949–2006.	7,4	7,5	10,4	5,4	2,3	3,6	16,3	18,1	29
Ниш	1946–2006.	5,6	7,3	14,3	4,6	4,2	3,9	6,4	19	34,6
Палић	1949–2006.	12,5	10,9	7,8	10,5	8,9	11,3	11,9	14,8	11,6
Пећ	1949–1998.	6,5	7,9	5,4	5,3	6,9	10,2	10,9	3,3	43,6
Пожега	1961–2006.	7,3	5	8	5,7	2,4	2,8	6,1	15,4	47,3
Призрен	1949–1998.	11,1	14,2	6,1	8,1	7,2	13,8	7,9	6,9	24,7
Приштина	1949–1998.	14,1	14	3,5	5,6	6,2	6	3,9	4,9	41,9
Римски Шанчеви	1949–2006.	8,8	5,2	11,9	19,4	4,6	6,8	17,9	16,7	8,6
Сјеница	1947–2006.	11,3	5,3	5,2	8,6	6	9,7	7,1	13,3	33,6
Смедеревска Паланка	1949–2006.	8	4,8	14,1	19,1	4,8	5,4	15,3	17,1	11,5
Сомбор	1950–2006.	16,1	6,9	8,4	10,7	8,9	8,1	10,4	14,7	15,8
Сремска Митровица	1949–2006.	6,2	9,5	22,6	7,4	3,1	6,1	19,3	14,7	11,1
Ђуприја	1961–2006.	7	1,3	5,9	16,8	11,3	2,4	3,8	18,1	33,2

Ивор података: Метеоролошки годишњаци, 1961–2006, РХМЗ Србије

На простору Косова, у Приштини, најучесталија су струјања са севера (14,1%) и североистока (14%) која су каналисана долином Ситнице. У Пећи, најучесталији су западни (10,9%) и југозападни (10,2%) ветрови због отворености овог места ка Руговској клисури, чији је правац пружања запад-исток. Већа учесталост тишина у току лета, односно већа проветреност у току зиме у Пећи спречава дуже задржавање хладног ваз-

духа, што објашњава више температуре у овом месту у односу на Ђаковицу, која је јужније и нема у залеђу изразитије усечене речне долине (Радовановић, 1996). У Призрену су најчешћи ветрови са југозапада (13,8%) и североистока (14,2%) и севера (11,1%) што је условљено пружањем долине Призренске Бистрице.

Већа учесталост тишина се везује за котлински положај одређених места (Ђуприја 33,2%,

Сјеница 33,6%, Краљево 40,9%, Лесковац 41,9%, Ваљево 44,4%, Крагујевац 46,2%, Пожега 47,3%), док је проценат учесталости тишина на станицама у северном, отвореном делу Србије значајно мањи (Кикинда 6,1%, Зрењанин 6,5%, Нови Сад 8,6%, Палић 11,6%). Такође, станица на Златибору се одликује релативно малим учешћем тишина (6,8%). То је резултат положаја станице на отвореном терену, односно веће проветрености и мањег задржавања ваздуха. У котлинама, у току ведрих зимских ноћи, хладан ваздух се ујезерава и значајно утиче на снижавање температуре ваздуха у односу на околне више терене. Локални термички услови могу утицати на дневни ход ветра, односно појаву локалних дневних ветрова даника и ноћника.

Брзине ветрова на станицама у Србији зависе од сезоне у току године. Снажна струјања се могу очекивати у јесен, зиму и пролеће, а најслабија су крајем лета када етезијско струјање слаби, а циклонска активност није добила јачи развој. Највећу просечну (годишњу) брзину има ветар из јужног правца на Копаонику (5,2 m/s). Такође, средње брзине изнад 3,5 m/s јављају се на Златибору за ветар јужног и југозападног правца, као и у Вршцу за ветар јужног правца. На свим осталим станицама просечне брзине изнад 3,5 m/s су ретка појава (Дуцић и Радовановић, 2005). Поред кошаве као снажног ветра, орканске јачине ветрова забележене су и при висинском југозападном струјању изнад наше земље. Такав случај је био 10. априла 1973. на Златибору када је регистрована брзина ветра од 47,2 m/s. Такође, у току летњих месеци, временске непогоде су најчешће праћене јаким олујним ветром. Тако је било 22–23.7.1973. у Војводини и околини Београда. Потом 22.5.1974. када је ветар олујне јачине забележен у Војводини и северном делу уже Србије. У Нишу је 26. августа 1958. ветар у поподневним часовима достигао брзину од 40 m/s (Plaznić, 1985).

Значајно је напоменути и неколико до сада забележених случајева појаве вртложних кретања ваздушних маса у виду тромбе (пијавице). Премда су размере ових система релативно мале, ипак могу изазвати знатне материјалне штете. Први случај тромбе који је у литератури детаљно описан десио се 10. јула 1977. код Нове Вароши (Анђелковић,

2009). У Ваљевском крају појава тромбе забележена је 10. јула 1992. (Дуцић, Танасијевић, 1993). На простору Инђије регистрована је тромба 6. јуна 2008. (Радовановић, 2009), а у близини Сомбора 12. маја 2010. (Radovanović *et al.*, 2013).

4. ПРОМЕНЕ TEMПЕРАТУРЕ ВАЗДУХА И КОЛИЧИНЕ ПАДАВИНА У СРБИЈИ

Анализом тренда средњих годишњих и средњих сезонских температура ваздуха и средњих годишњих и средњих сезонских количина падавина приказане су промене ових климатских елемената у периоду од 1961. до 2010. године. Трендови температуре ваздуха и количине падавина на свакој станици понаособ тестирали су Ман-Кендаловим тестом, док је због слабе осетљивости на аутлејере (тј. атипичне екстремне вредности), за оцену нагиба тренда одабран Сенов приступ. Према Салми и сар. (Salmi *et al.*, 2002) ова оцена нагиба представља медијану вредности Q_i која се израчунава на следећи начин:

$$Q_i = \frac{x_j - x_k}{j - k} \quad (2)$$

где је: $j > k$

У периоду 1961–2010. практично читав простор Србије бележи статистички значајан пораст (на нивоу поверења од 95%) средњих годишњих температура ваздуха. Изузетак представља југ-југоисток земље (станица Кукавица -0.017 °C/години) и простор око тромеђе са Македонијом и Бугарском (станица Босиљград -0.007 °C/години) где је дошло до незнатног захлађења у посматраном периоду. Највећи пораст је забележен на северу Војводине, на северозападу и југозападу земље (простор између Пештерске висоравни, Копаоника и северног дела Косова и Метохије) и Неготинске крајине, где износи преко 0.03 °C/години. У осталом делу Србије вредности пораста средње годишње температуре ваздуха крећу се од 0.01 – 0.03 °C/години (карта 3). Простор са негативним променама температурама ваздуха сужен је на потез Босиљград–Кукавица.

Пораст средњих пролећних температура ваздуха уочава се на простору скоро читаве Србије (поново са изузетком југ-југоистока земље – станица Кукавица -0.019 °C/години и Босиљград у коме није дошло до промена, односно 0.000 °C/години.) Статистички значајан пораст од преко 0.024 °C/години забележен је практично у читавој Војводини (поново најизраженији на северу ове покрајине), затим у западној и југозападној Србији (простор око Пештерске висоравни, Кopaоника и северног дела Косова и Метохије) и источној Србији (слив Тимока и Нишаве, са највећим порастом у Неготинској крајини – станица Неготин 0.039 °C/години – карта 4).

Највећи пораст температура ваздуха у посматраном периоду бележи се у току летњих месеци. Изузев станице Кукавица (за коју је израчунат силазни тренд од -0.011 °C/години), на територији читаве Србије постоји статистички значајан узлазни тренд температура ваздуха. Максимална вредност пораста је забележена на северозападу и југозападу земље, као и у долини Тимока (вредност од преко 0.05 °C/години на станицама Љубовија, Кopaоник, Нови Пазар, Косовска Митровица, Неготин, Зајечар, Књажевац). Високим вредностима пораста летњих температура ваздуха одликују се и Београд и север Војводине (карта 5).

Јесење температуре ваздуха су у благом порасту у Војводини, Великом Поморављу и Понишављу, северозападу, западу и југозападу Србије (где су позитивне промене најизраженије) и у Неготинској крајини. Са друге стране, у јесењим температурама ваздуха или нема промена или је присутан силазни тренд у западном и јужном Поморављу, на крајњем југу, односно југоистоку земље (станица Кукавица једина бележи статистички значајан силазни тренд), јужном делу Косова и Метохије и североисточном делу централне Србије (карта 6).

Пораст средњих зимских температура ваздуха присутан је на практично читавој територији Србије (једини изузетак је станица Босиљград

за коју је израчунат незнатан негативан тренд од -0.008 °C/години). Просторна расподела пораста средњих зимских температура слична је као и код средњих годишњих температура, тј. највећи пораст забележен је у Војводини, на северозападу, западу и југозападу земље (простор око Пештерске висоравни, Кopaоника и северног дела Косова и Метохије) и на простору Неготинске крајине. Високим вредностима пораста средњих зимских температура ваздуха одликују се и Београд и Косово и Метохија (карта 7), док су у североисточном делу централне Србије, западном и јужном (јужно од Лесковца) Поморављу позитивне промене нешто слабије изражене.

Код годишњих количина падавина у периоду од 1961. до 2010, за највећи део Србије израчунате су промене које су се кретале од -2 mm до $+2$ mm/години. Смањење годишње количине падавина које је нешто израженије (мање од -3 mm/години) присутно је на простору Старе планине и Ибарског Колашина. Смањење годишње количине падавина присутно је и у јужном Поморављу (јужно од Лесковца), највећем делу сливова Тимока и Нишаве, деловима слива Западне Мораве (потез од Ужица до Овчарско-Кабларске клисуре и од Краљева према Прокупљу), северном делу Метохије и у мањим деловима Срема, Баната и Бачке. У осталом делу Србије дошло је до повећања средње годишње количине падавина које је најизраженије на северу Бачке, северозападној Србији (нарочито доњем Подрињу) и југозападној Србији (потез од Сјенице до Баљевца и Рашке) и Шумадији (од Суворора до Космаја – карта 8).

У погледу пролећних количина падавина, у посматраном периоду практично није било промена. Смањење, односно повећање количине падавина кретало се у опсегу од -1 mm/години до $+1$ mm/години, при чему је благо смањење падавина присутно на већем делу територије Србије. Смањење количине падавина је нешто израженије (мање од -1 mm/години) у источном делу Србије (долина Тимока), док је пораст нешто израженији у доњем току Дрине и на крајњем западу Срема (карта 9).

Интензитет промена средњих пролећних количина падавина сличан је ономе у периодима 1949–2006, односно 1949–2008.

Као и код пролећних, и у случају летњих количина падавина није дошло до значајнијих промена. На практично читавој територији Србије, опсег промена се кретао између -1 mm/години до $+1$ mm/години, при чему је, за разлику од промена средњих пролећних количина падавина, на већем делу територије Србије дошло до благог пораста летњих количина падавина. Нешто израженије смањење летњих количина падавина присутно је на Старој планини и у Ибарском Колашину, док је у западном Срему и доњем току Дрине дошло до пораста већег од $+1$ mm/години (карта 10).

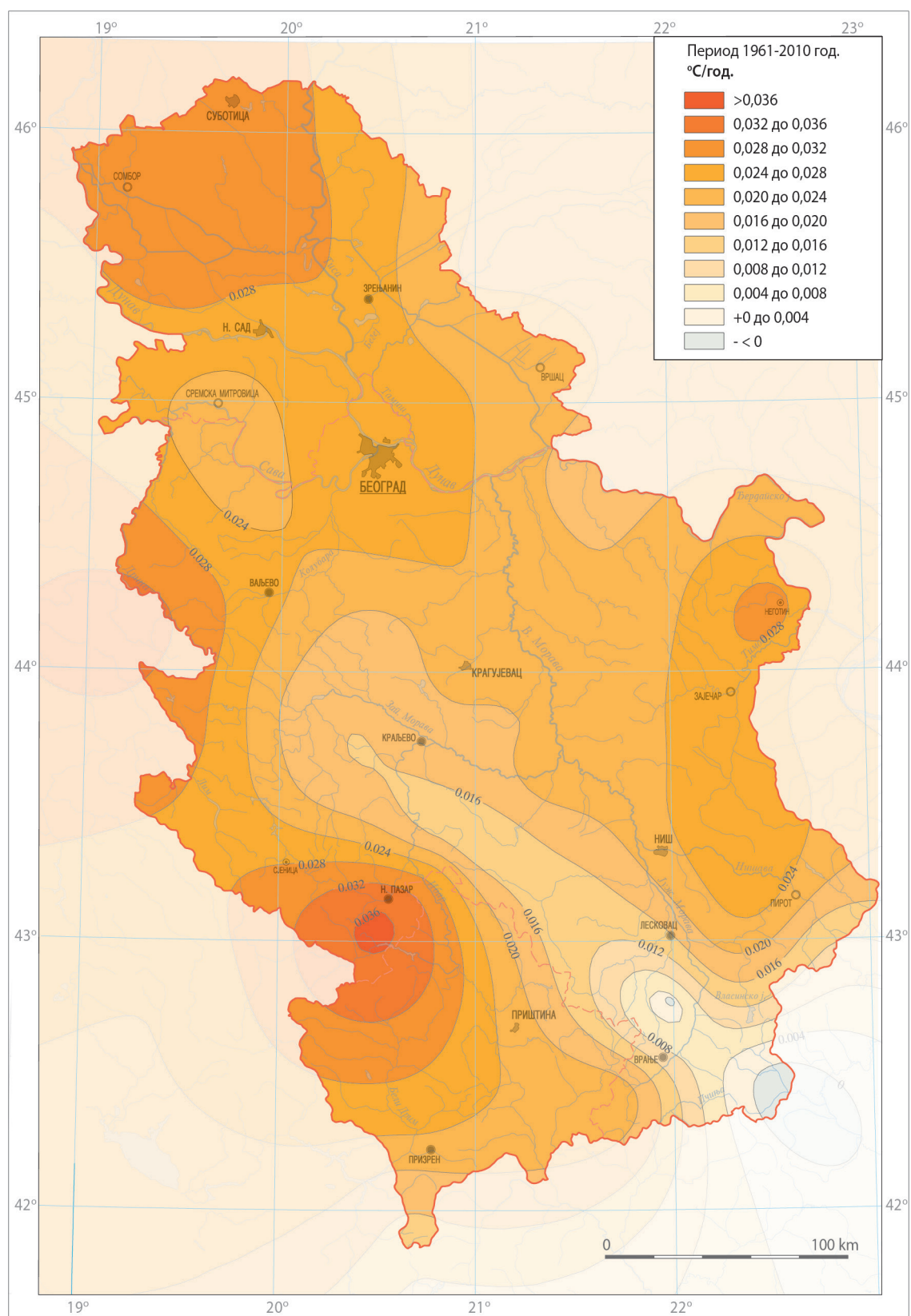
Јесење количине падавина су у благом порасту на практично читавој територији Србије, при чему је у посматраном периоду до најизраженијег повећања (већег од $+1.5$ mm/години и статистички значајног) дошло у јужној Бачкој, западном Срему и доњем току Дрине, Ваљевским планинама и Шумадији, као и у западној и југозападној Србији. Без промена, или са незнатним негативним трендом је простор Старе планине и Ибарског Колашина, као и мањи делови југа Србије (карта 11).

Насупрот јесењим, код зимских количина падавина израчунат је благи силазни тренд који

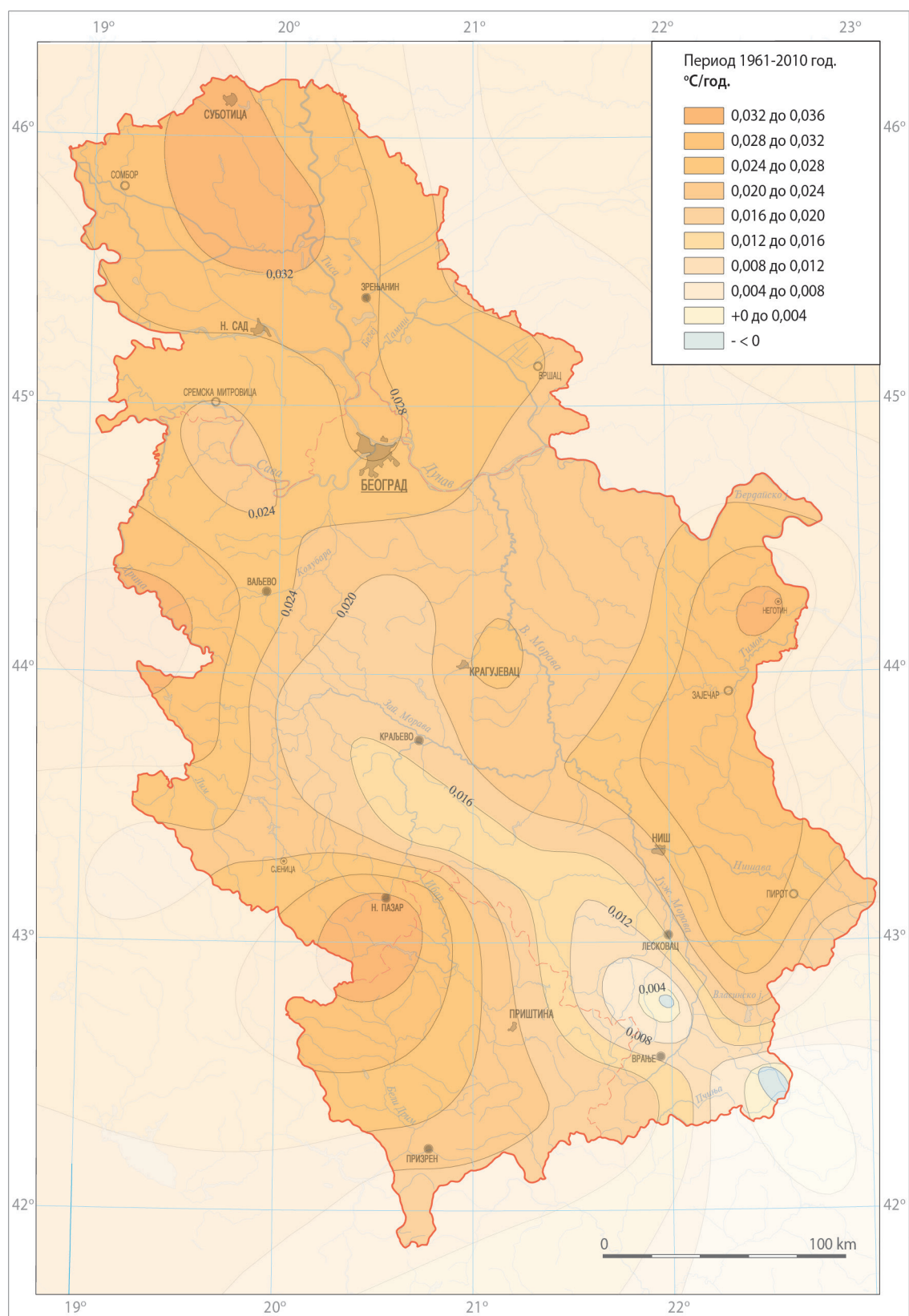
се на скоро читавој територији Србије креће до -1 mm/години. Смањење зимских количина падавина најизраженије је на Хомољским планинама, Старој планини, на простору између Пештерске висоравни, Копаоника и северног дела Косова и Метохије и деловима јужног Поморавља (мање од -1 mm/години). Делове Шумадије и југозападне Србије одликује незнатно повећање зимских количина падавина, док је пораст нешто израженији у доњем току Дрине и западном Срему (карта 12). Интензитет промена средњих зимских количина падавина сличан је ономе у периодима 1949–2006, односно 1949–2008. година.

Уважавајући регионалне разлике и посматрано на годишњем нивоу, генерално, може се закључити да је у периоду од 1961. до 2010. највећи део Србије постао топлији, али без изразитијих промена у примљеној количини падавина. Исто важи и за пролећа, лета и зиме, док су јесени постале влажније и топлије, односно хладније у зависности од посматране регије.

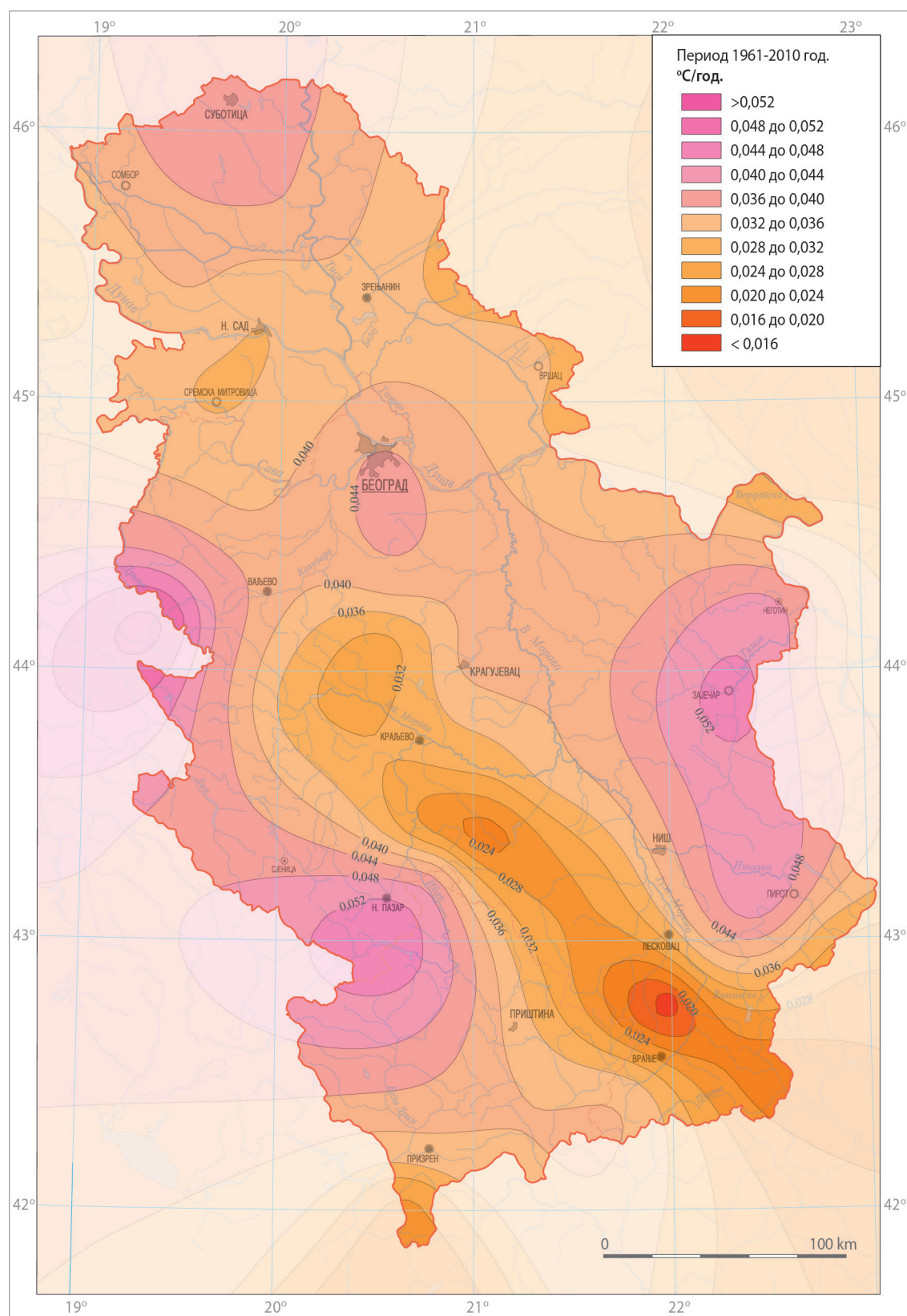
У погледу промена климе у будућности, у зависности од одабира доминатних климатских фактора, предвиђања варирају од знатно топлије и сушније (<http://www.seevccc.rs>) до хладније и влажније климе (Radovanović, 2012; Abudssamatov, 2015).

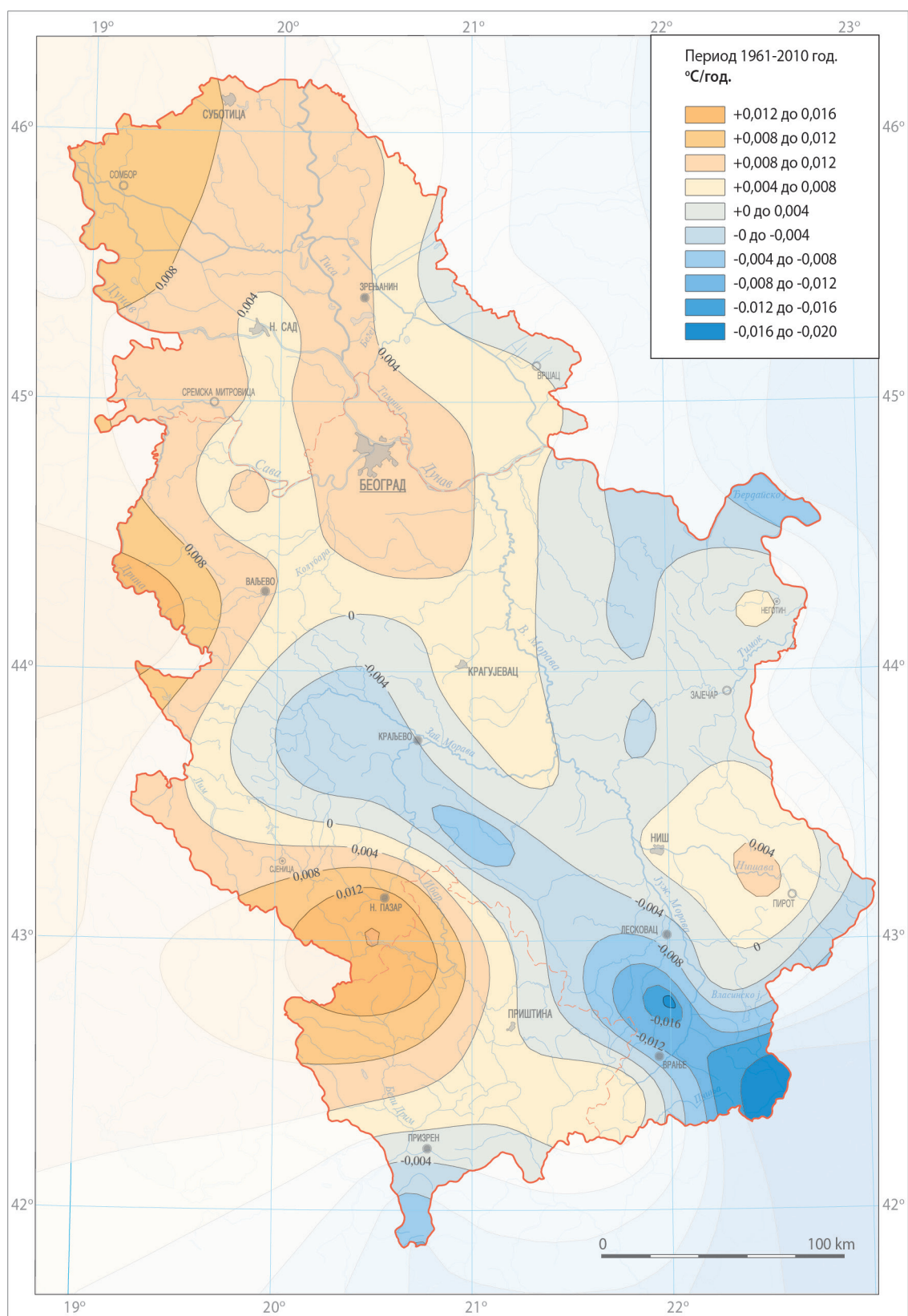


Карта 3. Промене средњих годишњих температура ваздуха у Србији (°C/год.)

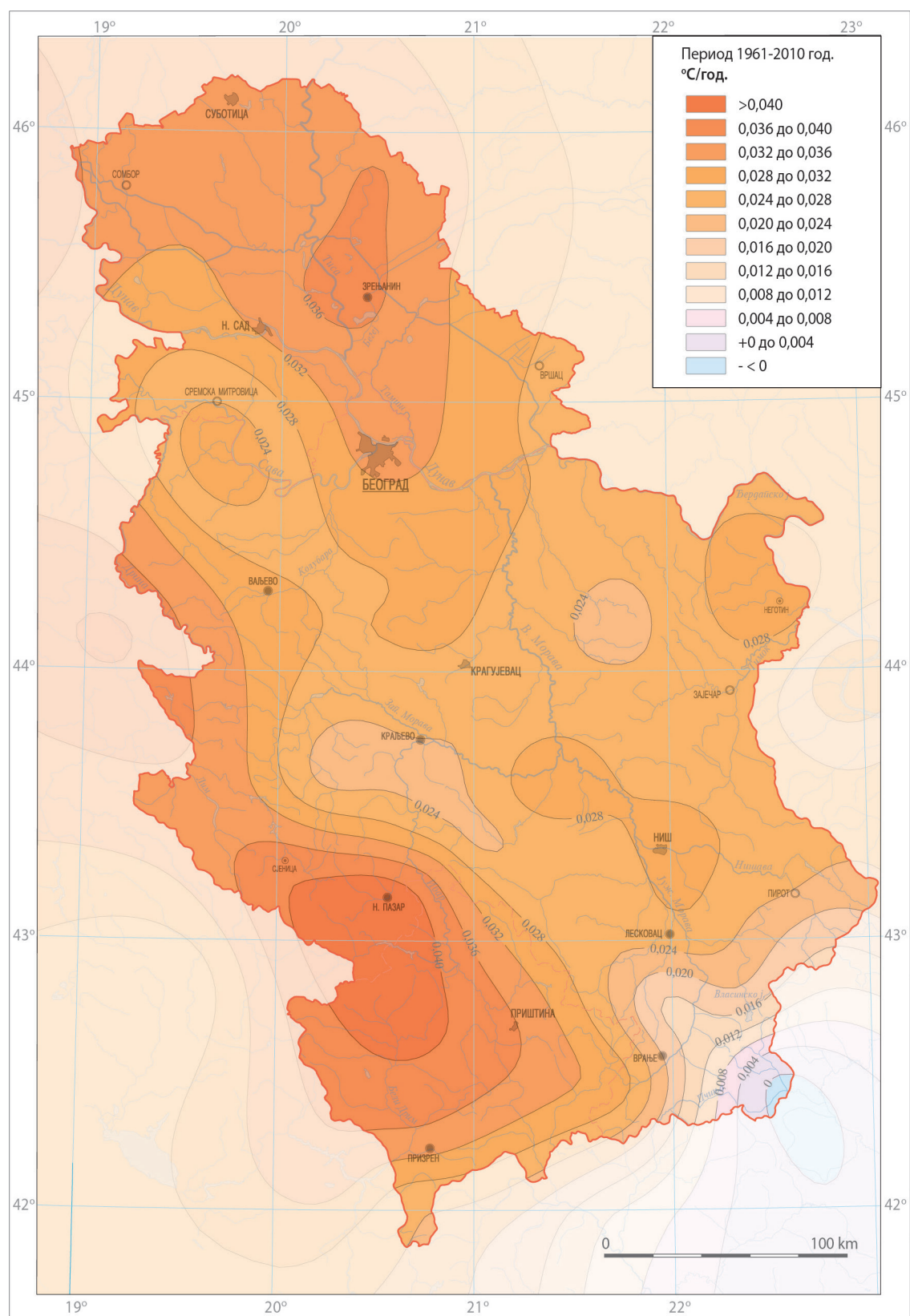


Карта 4. Промене средњих пролећних температура ваздуха у Србији

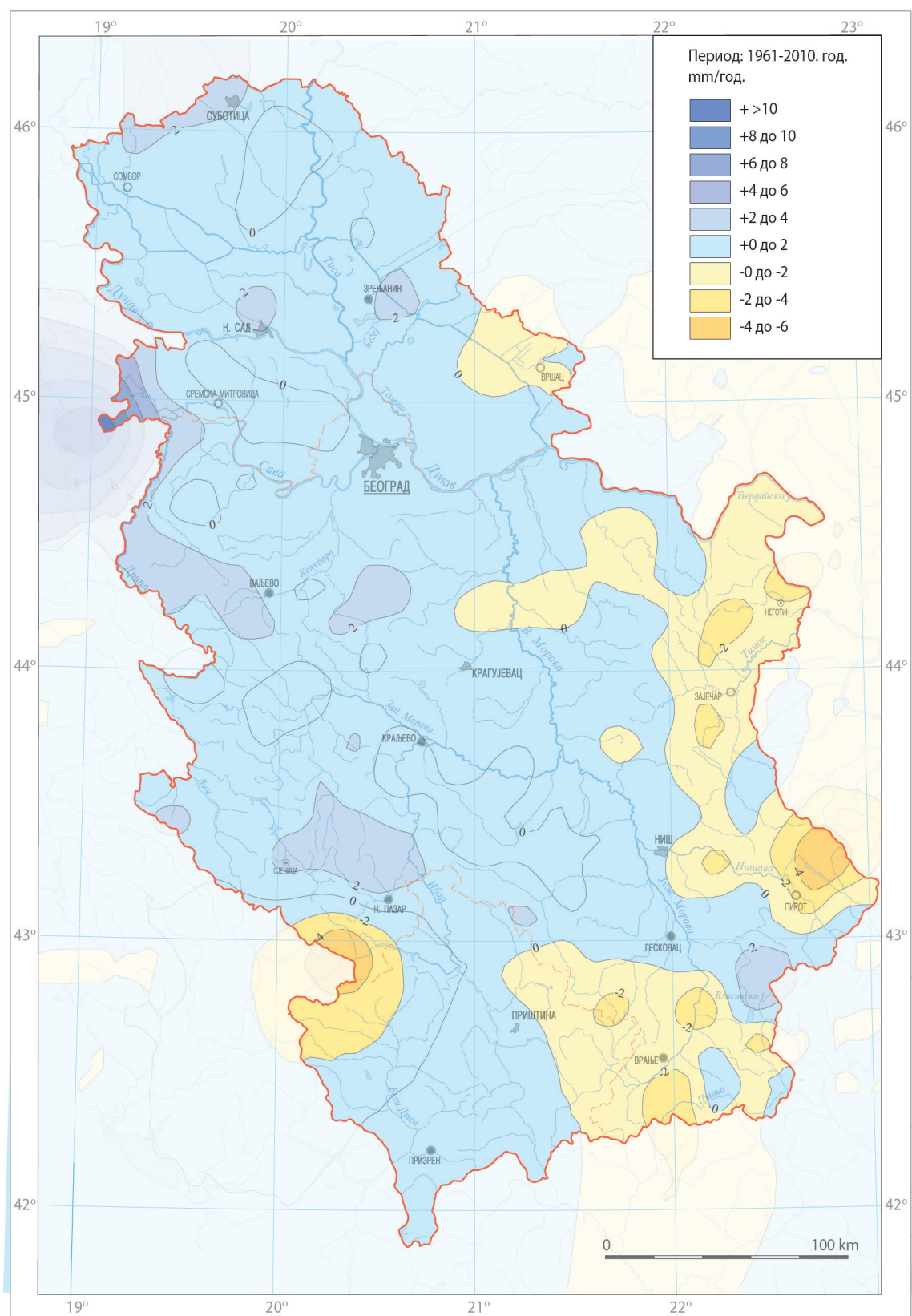


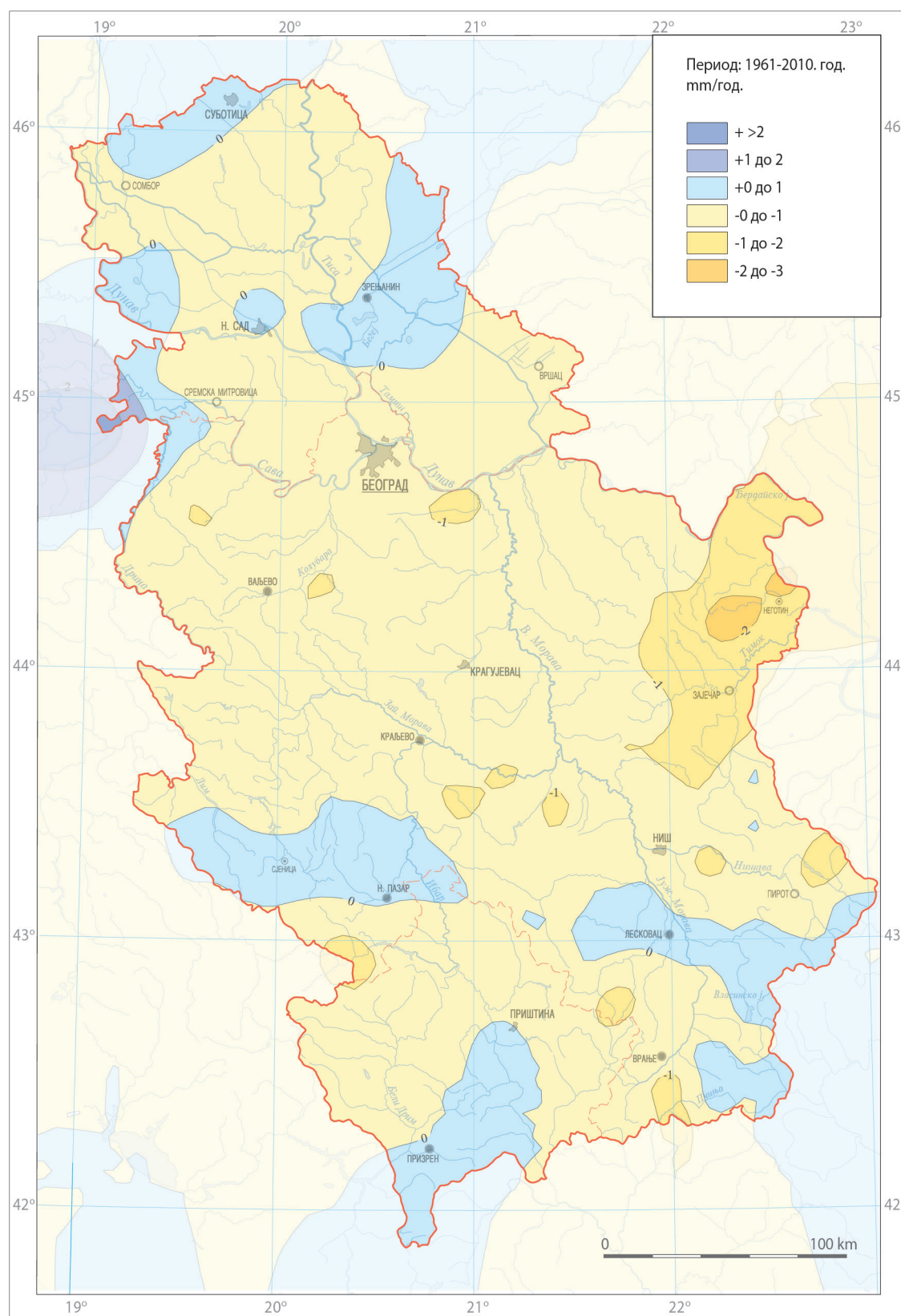


Карта 6. Промене средњих јесењих температура ваздуха (°C/год.) у Србији

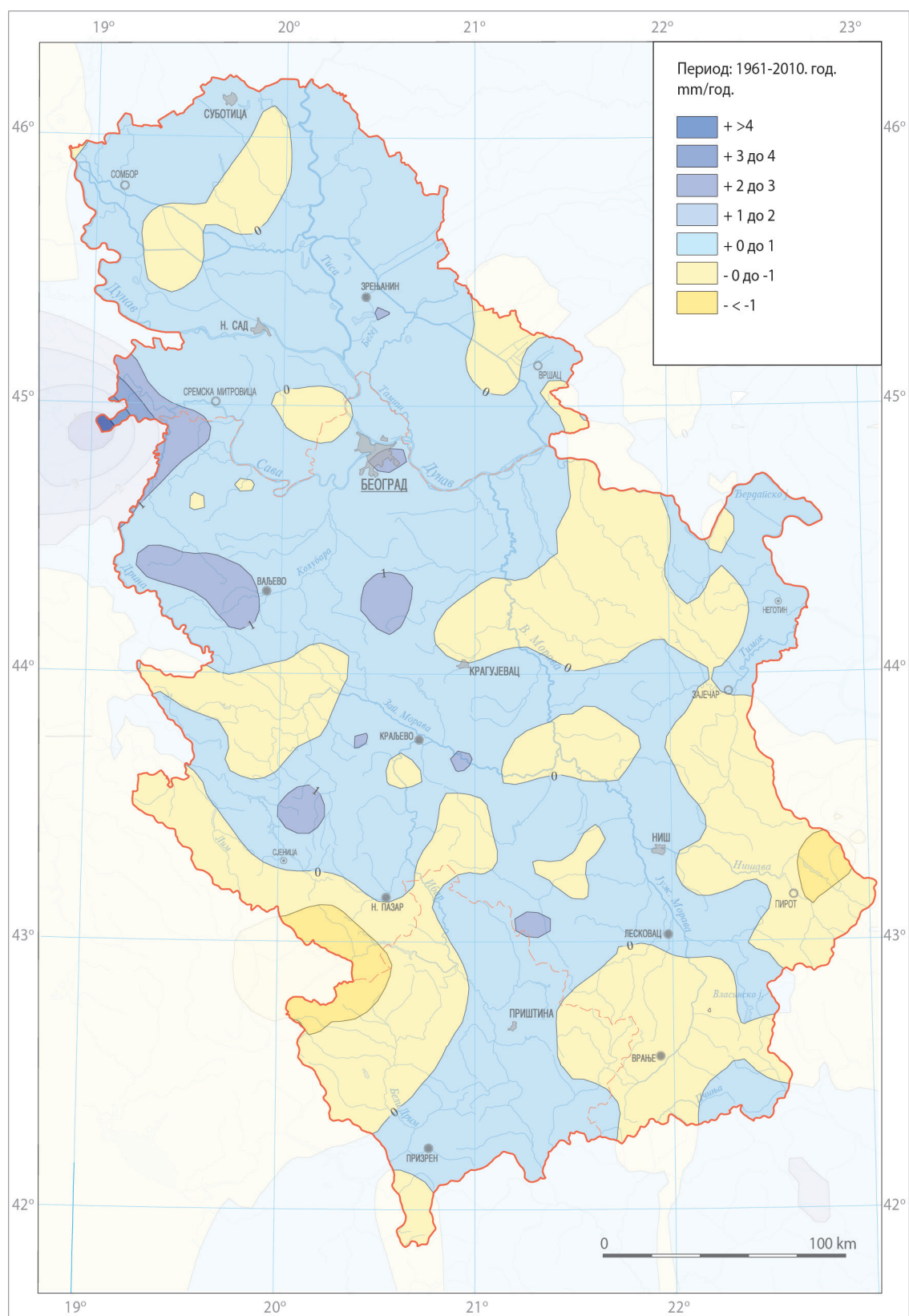


Карта 7. Промене средњих зимских температура ваздуха (°C/год.) у Србији



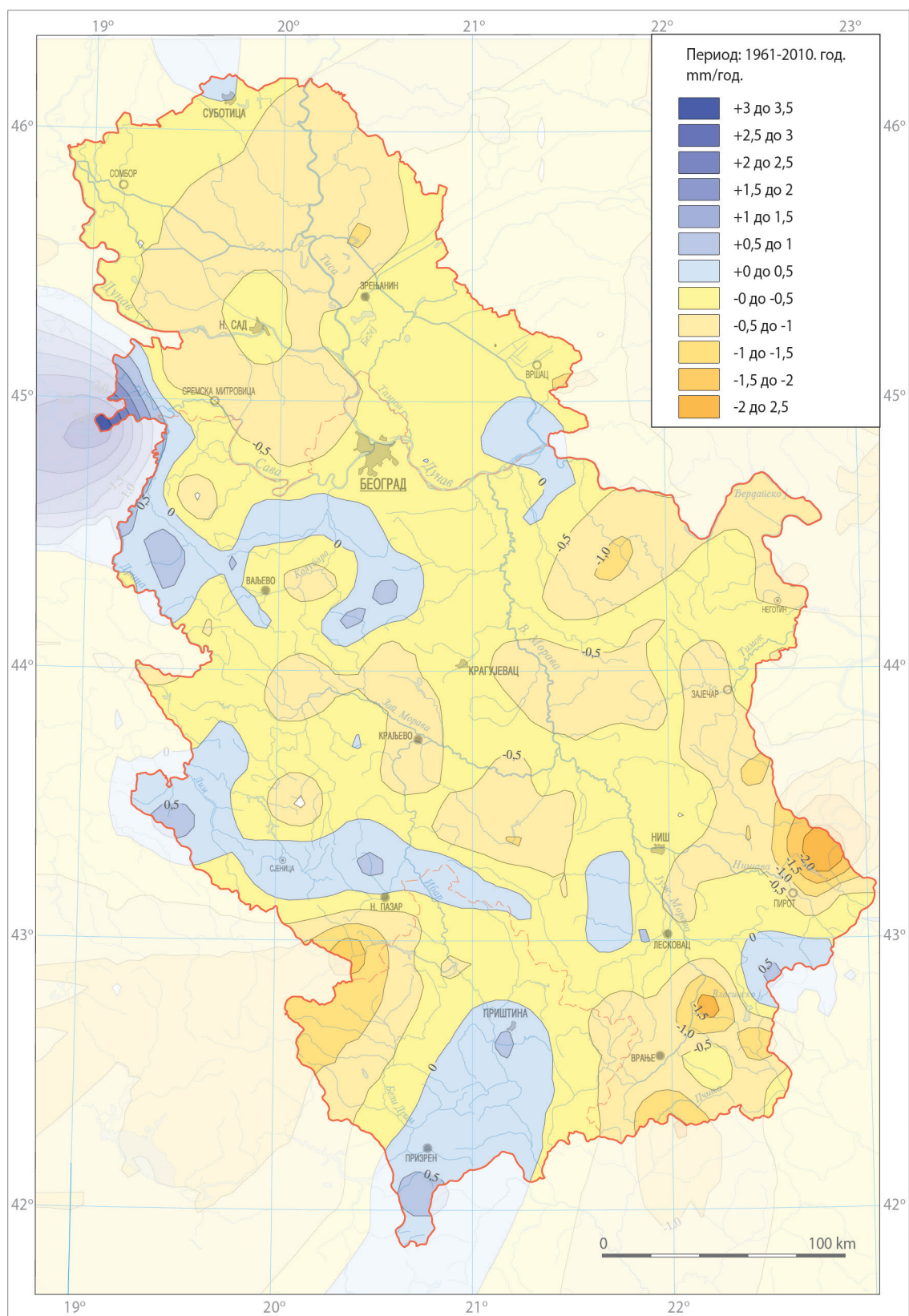


Карта 9. Промене средњих пролећних количина падавина (mm/год.) у Србији



Карта 10. Промене средњих летњих количина падавина (mm/год.) у Србији





Карта 12. Промене средњих зимских количина падавина (мм/год.) у Србији

5. ТИПОВИ КЛИМАТА СРБИЈЕ

Типологија климата приказана у овој књизи преузета је из Дуцић и Радовановић (2005) који су на основу података за период 1961–1990. у Србији издвојили три основне климатске целине (карта 13). Вредности приказаних климатских елемената иновирани су за скоро сваку од њих, односно израчунате су за период 1961–2010. Изузетак представља простор Косова и Метохије, где су осим за главне климатске елементе, приказане вредности за период 1961–1990.

У склопу сваке, условно назване, климатске области, издвојене су посебне јединице нижег ранга, односно подобласти. Прва обухвата Војводину и Перипанонски обод, Поморавље и источну Србију до Нишаве. Ова климатска област, у свом највећем делу, по Ракићевићу (1980) имала би одлике континенталне климе. Јужна граница везује се за ток Нишаве и Западне Мораве до Дрине (северозападно од Ужица). У осталим деловима климатске области, која је означена као А, граница се поклапа са административном границом Србије према Босни, Хрватској, Мађарској, Румунији и Бугарској. У оквиру ње се налазе две посебно издвојене подобласти нижих терена (Војводина, Перипанонски обод, Поморавље А-1-а и Неготинска Крајина А-1-б) и три подобласти планинских целина (ваљевско залеђе и јужна Шумадија А-2-а, планине од Дунава до Ниша А-2-б и на крајњем истоку Стара планина и Сврљишке планине А-2-в).

Друга климатска област, означена као Б, налази се јужно од претходне области, условно речено до границе са Метохијом. Због немогућности прецизног дефинисања типова климата у долинама и котлинама (Б-1) и на планинама (Б-2), није било могуће извести детаљнију регионализацију ове области. Посебно издвајање целина са нижом надморском висином, довело би до уситњавања делова са скромном мрежом осматрачких станица. Бројност издвојених подобласти би одударала од остале две области, с тим што би потенцирање индивидуалности сваке од њих појединачно, захтевало примену показатеља које би тешко било могуће уклопити у друге просторне јединице. На планинама је ситуација

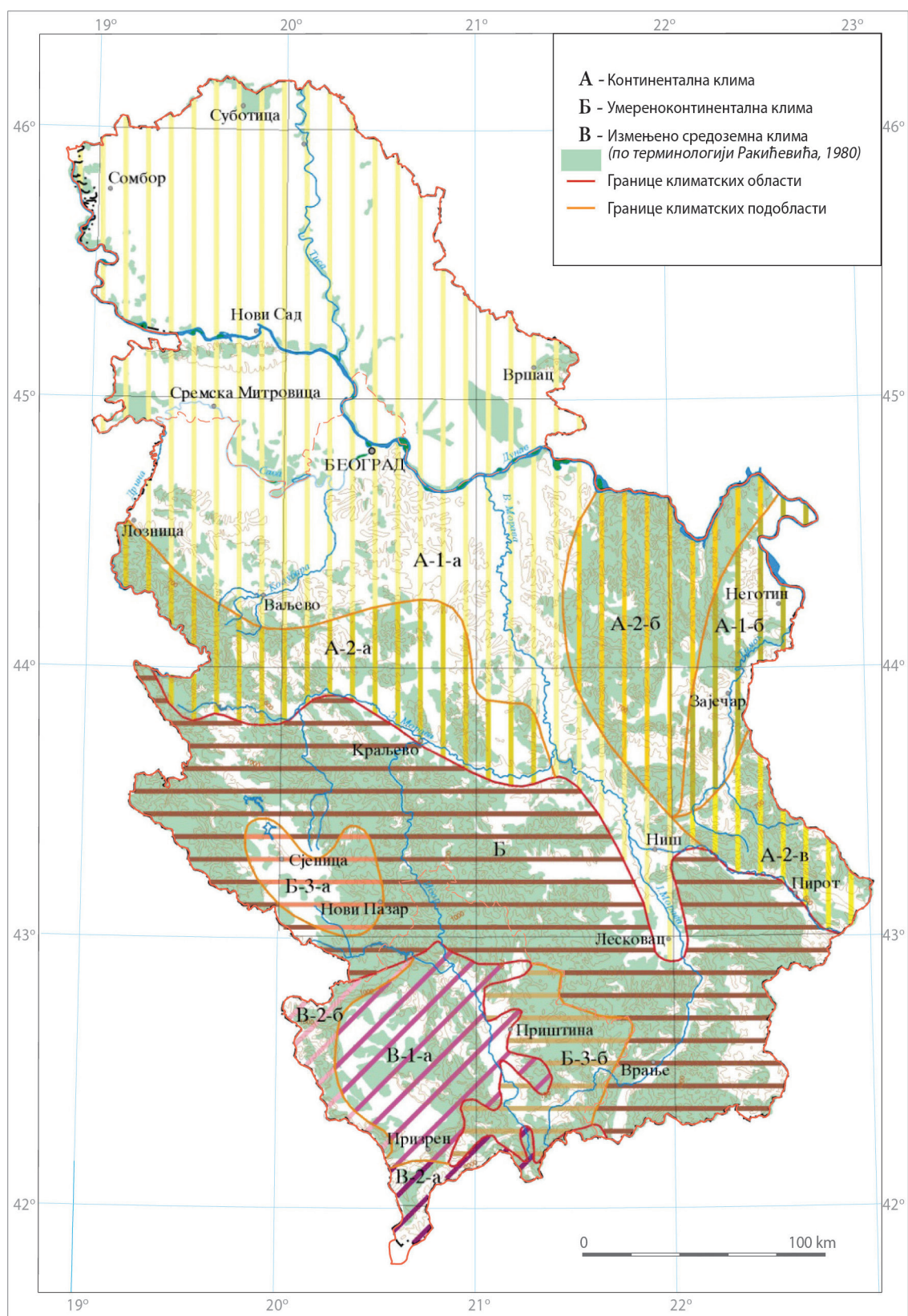
још компликованија. Услед немогућности прецизног утврђивања висинске зоналности, у овој области јављају се најкрупнији проблеми одређивања појединих типова климата.

Висинско зонирање климата у Србији један је од суштинских проблема у климатологији, који у овом тренутку није могуће решити на задовољавајући начин. Осим тога, може се запазити да је међу издвојеним климатским областима, покривеност шумским комплексима највећа управо у области Б. Ради се о целинама које обухватају десетине и стотине квадратних километара, па као такве представљају значајан фактор формирања климатских обележја. У склопу ове области, као подобласти посебно су издвојени Пештерска висораван (Б-3-а) и Косово (Б-3-б).

Трећа климатска област В приближно се поклапа са регионално-географском границом између Косова и Метохије. Ка североистоку, ниже побрђе Дренице омогућава утицај маритимних ваздушних кретања и на делу северног Косова. У овој области посебно је издвојена метохијска котлина (В-1-а), док су, као подобласти, планина Шара (В-2-а) и Проклетије (В-2-б) означене као посебне територијалне јединице.

Позиционирање граничних линија на овим потезима настало је комбиновањем утицаја рељефа и атмосферске циркулације на одређене климатске елементе. Подлога за карту климатских области Србије, која се односи на шумски покривач, преузета је из Просторног плана Републике Србије (Група аутора, 1996).

Површински, највећи део подобласти А-1-а односи се на равничарске терене Војводине и Перипанонског обода (са ниским острвским планинама и побрђем), као и део тока Јужне Мораве, односно Лесковачку котлину. У скоро целој подобласти средње годишње температуре ваздуха су изнад 11,0 °C (у Београду и преко 12,0 °C, док су на острвским планинама ове подобласти испод 11,0 °C). Апсолутни екстреми температуре ваздуха крећу се од –32,6 °C (Вршац 24. 01. 1963. г) до 44,9 °C (Смедеревска Паланка, 24. 07. 2007. г.). Све регистроване вредности годишње амплитуде температуре ваздуха изнад 22,0 °C односе се на



Карта 13. Климатске области Србије (Дуцић, Радовановић, 2005)

терене са ознаком А (укључујући и припадајуће подобласти). Средња зимска температура креће се и изнад 1°C (вредности од $1,5^{\circ}\text{C}$ и незнатно изнад ове вредности израчунате су за Лозницу, Вршац, Ниш, Чумић и Крагујевац, док је у Београду као урбаном острву топлоте средња зимска температура ваздуха $2,1^{\circ}\text{C}$). Током лета температуре су у просеку изнад 20°C . Средња годишња сума падавина креће се од 500–700 mm (осим на острвским планинама где прелази 800 mm). Заступљена је поднавска варијанта континенталног плувиометријског режима. Средња годишња облачност креће се од 5/10 у Сенти и 5,1/10 у Јагодини до 5,9/10 у Ваљеву и 6/10 у Јаши Томићу (за период 1981–2010.). Најмања средња годишња инсолација је у Бачком Петровцу (1965,3 часова у периоду 1961–2006.) и Ваљеву (1977,9) док је највећа у Кикинди (2142,6) и Смедеревској Паланци (2138,1). У овој климатској подобласти, најмања средња годишња релативна влажност је у Београду 68,6%, док је највећа у Јагодини (78,1%), Владимирцима и Шапцу (79,6% односно 79,8%, али у периоду 1961–2006.). Према доступним подацима, у овој климатској подобласти најранији средњи датум појаве првог снега је 22. новембар (Ђуприја), док је средњи датум појаве последњег снега 11. март (Лесковац).

Климатска подобласт А-1-б обухвата долину Тимока од Књажевца до Неготина и Кладова. Основне карактеристике ове подобласти су следеће:

- највеће вредности измереног ваздушног притиска (Неготин 1 011,8 mb);
- средња годишња температура ваздуха нагло расте ка североистоку ове подобласти (у Зајечару је $10,7^{\circ}\text{C}$, а у Неготину $11,5^{\circ}\text{C}$);
- апсолутно екстремне температуре ваздуха крећу се од $-29,0^{\circ}\text{C}$ (Зајечар 13.01.1985.) до $44,7^{\circ}\text{C}$ (Зајечар 24.07.2007.);
- ова подобласт има највиши степен континенталности на територији читаве Србије (термодромски коефицијент за Неготин је $-3,4$, Књажевац $-3,2$ и Зајечар $-3,1\%$) (Радовановић, Милошевић, Белиј, 2003), као и највеће годишње амплитуде температуре ваздуха (Неготин $23,3^{\circ}\text{C}$; Зајечар $22,6^{\circ}\text{C}$);

- Средња годишња сума падавина креће се од 500–700 mm, при чему је у северном делу ове подобласти заступљена прелазна варијанта плувиометријског режима, а у јужном поднавска варијанта континенталног плувиометријског режима;
- Средња годишња инсолација креће се од 2004,8 (Зајечар) до 2084,8 часова годишње у Неготину, што представља једну од највећих вредности на територији Србије;
- Средња годишња облачност креће се од 5,3/10 у Неготину до 5,8/10 у Зајечару;
- Средња годишња влажност ваздуха креће се од 71,8% у Неготину до 77,5% у Књажевцу;
- Средњи датум појаве првог снега је 24. новембар (Зајечар), односно 5. децембар (Неготин), док је средњи датум појаве последњег снега 10. март (Зајечар), а у Неготину 12. март.

Климатска подобласт А-2-а обухвата планине јужно од Ваљева (Соколске планине, Повлен, Маљен, Суворор) и планине јужног дела Шумадије (Рудник, Котленик и Гледићке планине). Једина станица у овој подобласти на којој се осматрају температуре ваздуха на вишим теренима – Рудник, захтева додатна теренска испитивања, због учених инверзија. Имајући у виду изложена ограничења, може се истаћи следеће:

- просечна температура ваздуха креће се од $9,0$ – $11,0^{\circ}\text{C}$, при чему се само на највишим деловима планина ове подобласти спушта до $7,0^{\circ}\text{C}$;
- просечне температуре ваздуха најтоплијег месеца на планинама не прелазе $18,5^{\circ}\text{C}$, а годишње амплитуде су испод 20°C (изузетак је станица Љубовија где је просечна температура јула $20,1^{\circ}\text{C}$, а температурна амплитуда износи $20,3^{\circ}\text{C}$);
- апсолутно екстремне температуре ваздуха крећу се од $-30,7^{\circ}\text{C}$ (Пожега 13.01.1985.) до $43,7^{\circ}\text{C}$ (Крушевац 24.07.2007.);
- стиче се утисак да ни у једном другом делу Србије, није у толикој мери дошао до изражаја утицај рељефа на регионална атмосферска кретања, односно на величину измерених падавина. Известан број станица на висинама

испод 1 000 па чак и испод 500 m н.в. добија просечну суму падавина од преко 1 000 mm (Поћута, Растиште). Подсетимо да је према Дуцић и Радовановић (2005) у периоду 1961–1990, на локацији Кућиште (1115 m н.в.) на Проклетијама, која је много ближе мору од Ваљевских планина, измерено у просеку 1131,6 mm, а да је на станици Планина (560 m н.в.) у истом периоду измерено 1137,6 mm. У овој климатској подобласти заступљена је подунавска варијанта континенталног плувиометријског режима.

- средња годишња инсолација се креће од 1534,8 часова годишње у Пожеги (што је уједно и најмања вредност на територији Србије) до 1855,7 часова годишње у Краљеву;
- средња годишња облачност креће се од 5,5/10 у Крушевцу до чак 6,4/10 у Пожеги (што је највећа вредност на територији Србије);
- средња годишња влажност је најмања у Краљеву (73,7%), а највећа у Пожеги (78,3%);
- Средњи датум појаве првог снега је 23. новембар (Пожега), док је средњи датум појаве последњег снега 17. март (такође у Пожеги);

Климатска подобласт А-2-б обухвата зону млађих веначних планина, почев од Ђердапа на северу до Нишке котлине на југу. Ђердапска клисура није посебно издвојена, зато што се показало да је утицај вештачког језера на основне климатске елементе ограничен на уско приобаље и има микроклиматски значај (Дуцић, Радовановић, 2002; Radovanović, Milovanović, 2003b). На годишњем нивоу, у највећем делу ове подобласти температуре су ниже од 10 °C, док се на највишим врховима крећу од 7–8 °C. Апсолутно минимална температура ваздуха на Црном Врху забележена је 24.01.2006. и износила је –23,2 °C, док је апсолутно максимална износила 36,5 °C (забележена 24.07.2007.). Средња годишња количина падавина је 700–800 mm (на планинским врховима и преко ове вредности). Заступљена је подунавска варијанта континенталног плувиометријског режима. Средња годишња инсолација креће се од 1965,3 у Жагубици до 2001,4 часова годишње на Црном врху. Облачност се креће од 6,0/10 у Жагубици до 6,1/10 на Црном врху, док је средња

годишња влажност ваздуха у опсегу од 77,4% у Сокобањи до 80,5% у Жагубици. Средњи датум појаве првог снега на станици Црни врх је 10. новембар, док је средњи датум појаве последњег снега на овој станици 20. април.

Климатска подобласт А-2-в обухвата Сврљишке планине и Стару планину. Врх Миџор (2168 m н.в.) на Старој планини највиши је у Србији изван покрајина. Према Белиј, Дуцић и Радовановић (Belij, Ducić, Radovanović, 2002) у зони 1200–1800 m је појас хладне и снежне бореалне планинске климе са средњим годишњим температурама 4–7 °C и преко 900 mm падавина, док се изнад горње шумске границе простире прелазни субалпски појас (1700–2000 m). То је појас субалпске климе са средњим годишњим температурама 2,5–4 °C и око 1000 mm падавина, дуготрајним снежним покривачем, великим бројем дана са мразом и скраћеним вегетационим периодом. Поменути аутори наводе и да су велике крашке увале Вртибог и Понор одувек биле јака мразишта, по чијем су дну и ободу присутни бројни облици периглацијалних процеса, посебно травне хумке, мразно вреће тла и солифлукциони језици. У Димитровграду, у подножју Старе планине, екстремне температуре ваздуха се крећу од –29,3 °C (25.01.1963.) до 41,4 °C (24.07.2007.). У нижим деловима Старе планине и на Сврљишким планинама средња годишња количина падавина је 700–800 mm, док у вишим деловима прелази 900 mm. У овој климатској подобласти заступљена је подунавска варијанта континенталног плувиометријског режима. Средња годишња инсолација у Димитровграду износи 2092,1, док се средња годишња облачност креће од 5,4/10 у Димитровграду до 5,5/10 у Пироту. Релативна годишња влажност ваздуха је у Димитровграду 72,6%, а у Пироту 75%. Средњи датум појаве првог снега у Димитровграду је 02.12., а средњи датум појаве последњег снега је 22.03. Миловановић (2010) наводи да се на висини од 1 000 m н.в. први снежни покривач појављује у првој половини новембра, на висинама од 1400 m до 1500 m у другој половини октобра, док се на висинама изнад 1700–1800 m први снежни покривач појављује у првој декади октобра. По Ракићевићу (1980) просечно трајање снежног покривача у високим деловима овог рејона износи преко 200 дана.

Климатска област Б обухвата простор од границе са Македонијом и Бугарском на истоку и југоистоку до границе са Босном и Херцеговином и Црном Гором на западу. На северу је ограничена долином Западне Мораве и Нишаве, а на југозападу са климатском области В. Планински масиви, најчешће покривени густом шумом, рашчлањени су многобројним речним долинама и котлинама, тако да се релативно често смењују различити видови климата. У Врању је средња годишња температура ваздуха 11,0 °С, Босиљграду 8,5 °С, Златибору 7,5 °С, Кукавици 6,3 °С, Власини 5,9 °С, Копаонику 3,2 °С итд. Код ових станица, осим Врања, регистроване су негативне средње месечне температуре и у фебруару, а на Копаонику и у марту. Екстремне температуре ваздуха крећу се од -25,0 °С (Врање, 13.01.1985.) до 41,6 °С (Врање 24.07.2007.). Средње годишње количине падавина се крећу од 500–600 mm у околини Врања до 900–1 000 mm на планинама у источном делу ове климатске подобласти. Планине у западном делу подобласти примају 1000–1100 mm, а поједине (нпр. Побијеник) и преко ове вредности (Крњача – 1225 m н.в. близу границе са Црном Гором, са 1345,9 mm просечне годишње суме, представља једно од најкишовитијих места у Србији). На крајњем западу и југозападу ове области заступљен је маритимни pluviометријски режим, док је у осталом делу ове подобласти заступљена подунавска варијанта континенталног pluviометријског режима.

Ракићевић (1980) наводи да Тара, која припада овој климатској подобласти представља место са највећом влажношћу ваздуха у Србији (83%). Нажалост, за Тару не располажемо подацима за наведене елементе у оквиру проучаваног временског периода. Највећа просечна годишња релативна влажност такође се налази у овој подобласти, али се односи на Ивањицу (80,5%). У погледу облачности, највеће вредности су забележене на Златибору и Копаонику (5,8/10), а највећа средња годишња инсолација је у Врању (2099,1 часова). На Копаонику, станици на највећој надморској висини у овој климатској подобласти (и Србији уопште), средњи датум првог снега је 14.10. а средњи датум последњег снега је 12.05. док је просечно трајање снежног покривача 162 дана.

Климатска подобласт Б-3-а – На Пештерској висоравни измерене су најниже температуре ваздуха у Србији (Сјеница, 13. 01. 1985. -35,6 °С, истог датума у Карајукића Бунарима -39,5 °С), а према Ракићевић (1980) 26. јануара 1954. године у Сјеници је забележена температура од -38 °С. У овом месту је апсолутно максимална температура забележена 23.08.2007. и износила је 36,2 °С. Лета су у Новом Пазару (18,5 °С) за 3,2 °С топлија него у Сјеници (15,3 °С). Просечне децембарске температуре имају негативан предзнак (Сјеница -2,4 °С, Нови Пазар -0,1 °С). И поред знатне надморске висине, због силазних ваздушних кретања, количина падавина на околним гребенима је већа (преко 800 mm) него на самој површи (Сјеница 738,6 mm). Заступљена је подунавска варијанта континенталног pluviометријског режима. Средња годишња инсолација у Сјеници износи 1933,2 часа, док се облачност креће од 4,7/10 (Нови Пазар) до 6,0/10 (Сјеница). Средња годишња релативна влажност је од 77–78%. Средњи датум појаве првог снега у Сјеници је 11. новембар, а средњи датум појаве последњег снега је 20. април, док је у просеку преко 100 дана са снежним покривачем.

Климатска подобласт Б-3-б – обухвата косовску висораван. Као и код претходне подобласти, и у овом случају је шумски покривач углавном уклоњен. Средње годишње температуре су нешто преко 10 °С (Приштина 10,2 °С). Због нешто веће висине терена просечна летња температура ваздуха је око 19,5 °С (Приштина 19,6 °С). Интересантно је да се у анализираном периоду апсолутни негативни екстреми ниједном нису спустили испод -30 °С. Јесен је у просеку топлија од пролећа. Количина падавина се спушта и испод 600 mm, али је у већем делу ове подобласти између 600–700 mm (Приштина 626,3 mm). Заступљена је прелазна варијанта pluviометријског режима. Средња годишња инсолација у Приштини је 2123,3 часа, а средња годишња облачност износи 5,5/10. Релативна годишња влажност ваздуха на годишњем нивоу је 71%.

Климатска подобласт В-1-а – обухвата Метохијску котлину, а карактеришу је најниже годишње вредности ваздушног притиска (за Пећ 498 m н.в. је израчунато 954,3 mb). Уколико изузмемо

средње годишње вредности температуре ваздуха за Београд, због урбаног ефекта, онда се највише температуре односе на Призрен (12,1 °C), док су у највећем делу ове подобласти изнад 11,0 °C. Занимљиво је да је у Ђаковици, која је за 140 m на нижој надморској висини од Пећи, према подацима за период 1961–1990. средња годишња температура ваздуха нижа за 0,3 °C. То се може објаснити већом проветреношћу Пећи од Ђаковице, односно успешнијим разбијањем „језера“ хладног ваздуха струјањима каналисаним Руговском клисуром (Радовановић, Васиљевић, 2003). Нигде у Србији, као у овој подобласти нису тако оштро изразити прелази на релативно малом хоризонталном растојању између климе високих планина и климе котлине.

Пролећни месеци су у просеку хладнији од јесењих. Зимске температуре су позитивне (Пећ 1,3 °C; Призрен 1,9 °C), док су летње преко 20 °C (Пећ 20,8 °C; Призрен 22,0 °C). Већ је речено да се у овом делу наше земље налази јединствена просторна целина, у којој се максимум падавина јавља у једном од зимских или јесењих месеци, односно где преовлађује маритимни плувиометријски режим. И док западни обод котлине прима преко 800 mm, дотле се према Косову оне смањују на испод 600 mm. Средња годишња инсолација варира од 1983,5 часова у Пећи до чак 2137,4 у Призрену (што је и највећа вредност на територији Србије). Средња годишња облачност се креће од 5,6/10 (Призрен) до 5,8/10 (Пећ), а релативна влажност ваздуха је од 69–70%.

Климатска подобласт В-2-а – Ракићевић и Радовановић (1994) наводе да у суподини Шаре, у Средској, до висине од око 700 m, само јануар има негативну просечну температуру (до –0,5 °C). На висинама 1 000–1 100 m, просечне негативне температуре имају два зимска месеца (јануар и фебруар), а на висинама 1 700–1 800 m већ четири месеца (децембар–март). Поменути аутори цитирају Ђукић (1983) који наводи да у највишим зонама Шаре, изнад 2300 m просечне негативне температуре трају шест месеци у години, од новембра до априла. У овим, највишим деловима Шаре, средња годишња температура се спушта испод 3 °C. Шара је падавинама сиромашнија у односу на суседне Проклетије. Израчунато је

(Оцокољић и сар., 1994) да се на гребену ове планине просечно излучи око 1 300 mm падавина, а у Драгашу (1 060 m н.в.) „свега“ 807,4 mm падавина. што показује како изложеност влажним ваздушним струјама може да утиче на количину падавина. За разлику од суседних Проклетија, највећи део Шаре је без шумског покривача.

Климатска подобласт В-2-б – обухвата Проклетије. Радовановић и Васиљевић (2003) наводе да се у литератури могу наћи прорачуни температура ваздуха, које су на основу недовољно поуздано утврђених термичких градијената вршили други истраживачи, за локалитет Кућиште (1115 m н.в.) и Балијине рупе (2 120 m н.в.) при чему је средња годишња вредност температура ваздуха неочекивано висока и износи 8,2 °C а на другом месту 1,8 °C. Радовановић (1996) наводи да су на релативно малим растојањима скоковите температурне промене, а конкретних измерених вредности нема. Наравно, заступљене су у извесној мери и површине где се температурне прилике у већој мери уједначене, као што су на пример простране пашњачки комплекси. Исти аутор указује да се температурне прилике и клима уопште може сматрати недовољно проученом док се не буде располагало измереним подацима и релевантним информацијама. Уз изнета ограничења, у истој студији, дата је и упрошћена шема, према којој се издвајају: субпланински (600–1 150 m н.в.), планински (1150–1750 m н.в.), високопланински (1750–2 250 m н.в.) и субнивални климатски рејон (изнад 2 250 m н.в.). Према карти 1 средња годишња температура на највишим деловима ове планине је испод 3 °C, а средња годишња количина падавина је преко 1100 mm (карта 2).

6. КЛИМА И ЧОВЕК

Хумана биоклиматологија је грана биоклиматологије која проучава различите односе између човека и вишегодишњег стања атмосфере тј. хумана биоклиматологија или хумана биометеорологија проучава утицај времена и климе и на здраве и на болесне људе. У досадашњим биоклиматским анализама користили су се стандардни биоклиматски

индекси и величине које се заснивају углавном на комбинацији два или више метеоролошких параметара. У овом делу рада представљена је методологија топлотног баланса између човека и околине на којој се заснивају новија истраживања из области хумане биоклиматологије. Као резултат тога израчунат је термофизиолошки биоклиматски индекс топлотног оптерећења у човеку у најтоплијем месецу јулу у току једанаестогодишњег периода осматрања (2000–2010.). Индекс је израчунат за шест метеоролошких станица у Београду, Новом Саду, Лозници, Нишу, Врању и Златибору.

У овом делу поглавља биће представљени:

- кратак преглед истраживања из области хумане биоклиматологије,
- методолошки приступ у биоклиматској анализи,
- анализа размене топлотне енергије између човека и околине,
- резултати и дискусија.

6.1. КРАТАК ПРЕГЛЕД ИСТРАЖИВАЊА ИЗ ОБЛАСТИ ХУМАНЕ БИОКЛИМАТОЛОГИЈЕ

Човеков организам се налази у константној интеракцији са околином. Велики ауторитет на пољу биоклиматологије и хумане биоклиматологије Тромп сматра да је највећа заслуга брзог развоја ове научне дисциплине прихватање уверења о интеракцији између физиолошких процеса у човеку и временских и климатских услова у атмосфери који се непрекидно мењају (Tromp, 1963).

Утицај времена на човека бележи се почетком XIX века, када је Кноглер (Knogler, 1803) објавио књигу „Die Meteorologie“, у којој је наглашено проучавање утицаја времена на људско здравље. У периоду између тридесетих и шездесетих година XX века ова научна дисциплина првобитно се развија као медицинска метеорологија где се проучава осетљивост човека на време и утицај времена на одређене болести код људи. Овакав приступ је био присутан највише у немачкој научној пракси захваљујући ауторима који су на том пољу највише истраживали (Sauberer, 1948;

Faust, 1977; Tromp, 1963; Tromp, 1980.) Од 1956. године, након одржаног првог биометеоролошког конгреса у Паризу, медицинска метеорологија се развија у посебну научну дисциплину, хуману биометеорологију.

Према Битнеру (Büttner, 1951), главни акценат у проучавању хумане биоклиматологије базиран је на: топлотној равнотежи између човека и различитих услова околине у којој се налази, утицају радијације на човека и утицају атмосферских услова на менталну снагу или болести човековог организма (схема 11). Под променом атмосферских услова подразумевају се промене времена у краћем временском интервалу или промена климе у дужем временском интервалу.

Битнер је проучавајући енергетску интеракцију између човека и околине (Büttner, 1938) у поглављу „Основе топлотне равнотеже човековог тела“ изнео постулат: „Уколико желимо да објаснимо ефекат климе на човеково тело, онда је потребно утврдити све компоненте размене топлоте између тела и околине.“ Другим речима, било је потребно поставити једначину енергетског баланса. Овај став одржао се до данас и основа је свих биоклиматских модела енергетског биланса који функционишу на принципу топлотне размене између човековог тела и околине у којој се налази.

Седмдесетих и осамдесетих година XX века употребљавају се први модели који детаљније описују баланс топлотне енергије између човековог тела и околине. Са моделима су изведени бројни биоклиматски индекси за топлотни стрес и топлотно оптерећење који су главни предмет проучавања модерне хумане биоклиматологије. Најистакнутији иницијатор у примени овог тренда у хуманој биоклиматологији био је Фангер (Fanger, 1970) који је у својој књизи „Thermal Comfort“ први пут описао практичну примену модела размене топлоте човековог тела са околином. Као резултат Фангерове једначине која дефинише комфор изведен је индекс *PMV* (*Predicted Mean Vote*) који ће убрзо у литератури постати највише примењиван биоклиматски индекс. Фангеров модел био је ограничен на затворен простор, јер је изостављен утицај радијације. Међутим, Јендрицки и сар. (Jendritzky, Sönning, Swantes, 1979) врше параме-

Према Битнеру (Büttner K. J. K., 1951) основни приступ у проучавању хумане биоклиматологије темељи се на:

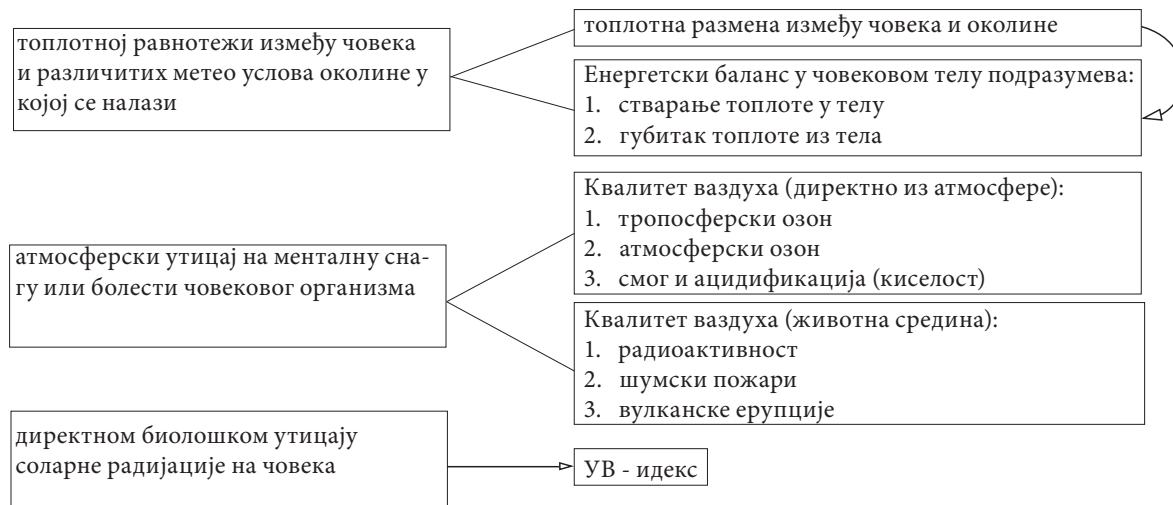


Схема 11. Аспекти у проучавању хумане биоклиматологије
(ауторски приказ рађен је према дефиницији Битнера)

тризацију комплекса радијационих флуксева и на тај начин оспособљавају Фангеров модел за ширу употребу. Такав модел се користи под именом „Klima-Michel-Modell“ (за овај модел је замишљен човек од 35 година, висине 175 cm и тежине 75 kg). Касније, на темељима већ постављене методологије од стране Фангера и Јендрицког, представљено је више модела (Höppe, 1993; Matzarakis, Rutz, Mayer, 2006; de Freitas, 1990; de Freitas, 2003; Blazejczyk, 1994; Blazejczyk, 2004), који се и данас примењују у истраживањима хумане биоклиматологије. Неки од њих су: *hebidexandstebidex* (de Freitas, 1990), *Man Environmental Heat Exchange – MENEX* (Blazejczyk, 1994; Blazejczyk, 2004), модел који је нашао примену у рекреативном туризму и просторном планирању, *RayMan* (Matzarakis, Rutz, Mayer, 2006) који се примењује за потребе урбане биоклиматологије, *UTCI индекс* (*Universal Thermal Climate Index*), *CTIS* (*Climate-Tourism-Information-Scheme*) и други.

Биоклиматолошка истраживања код нас почињу пре око пола века са радом Павла Вујовића „Прилози за биоклиматологију области Копаоника“. Од тада па до данас у нашој литератури се с времена на време појављују радови из ове области.

Користећи метеоролошке податке за Копаоник, Врњачку Бању, Куршумлију, Александровац и Рашку, Павле Вујевећ даје основне термичке, плувиометријске и хигричне карактеристике, а комплексним климатским везама температуре, брзине ветра и напона водене паре одредио је еквивалентне температуре, ваздушну моћ хлађења и моћ сушења.

На основу Фјодоров-Чубакове методе, Анић (1972) је израдио биоклиматску рејонизацију Србије. Рејонизација је изведена на основу „Релативне честине повољних и неповољних климатских услова, односно честине временских стања у години са здравственог гледишта“ и рађена за једну календарску годину, што је њен основни недостатак.

Осамдесетих година XX века у Југословенској литератури анализама из хумане биометеорологије су се бавили највише Нада Плешко и Ксенија Заниновић. Плешко (Pleško, 1979; Pleško, 1983) је анализирала ваздушне моћи хлађења на Јадрану као и термички комфор човека у околини Загреба на основу биометеоролошких индекса као што су: индекс охлађивања, енталпија

ваздуха, еквивалентна температура ваздуха, коефицијенти енталпије и индекса охлађивања. Заниновић (Zaninović, 1983) је такође анализирао подручје Загреба користећи терминске вредности метеоролошких параметара за поједине биометеоролошке индексе. У истом периоду, Радмило Милосављевић (1983) је на основу еквивалентних температура урадио биоклиматску рејонизацију Босне и Херцеговине за потребе човека.

Деведесетих година XX века рађене су биоклиматске анализе Пећке бање (Пецељ, 1996а) Буковичке бање (Пецељ, 1996б), Косова и Метохије (Пецељ, 1997) и Подунавља (Пецељ и сар., 1997) на основу еквивалентних температура и запаре. Запапа је представљана климограмом Шарлоа (Scharlau, 1950).

Детаљна истраживања климе бања Србије, обавио је Мађејка (2003) при чему су теме из дома на биоклиматологије обрађене кроз поглавље. „Здравствени значај климе“. Аутор се у посебним целинама (климатофизиологија, климатопатологија, климатотерапија, хидротерапија, ландшафтотерапија, специфичности рекреативног значаја климе, еквивалентне температуре, комплексни метод климатских услова и климатско лечење у бањама Србије) бави биоклиматским анализама које су од значаја за бањски туризам Србије. Анализама је обухватио 38 бања што је подигло ниво познавања биоклиматских карактеристика наших бања.

На основу климатског индекса трајања топлотног таласа (Heat Wave Duration Index – HWDI), одређена је дужина и јачина топлотних таласа за Београд и Ниш у летњој и зимској сезони (Дрљача, Тошић, Ункашевић, 2009). Анализа која је рађена на основу дневних максималних вредности температуре ваздуха показала је да је у Нишу забележен већи број топлотних таласа (и зими и лети) у односу на Београд. Од средине 80-тих година топлотни таласи имају већу честину, јављају се у просеку сваке године, док су се пре 80-тих топлотни таласи просечно јављали једном у две године (Ниш лети), или чак једном у три године (Београд лети).

6.2. МЕТОДОЛОШКИ ПРИСТУП

Као што је напред споменуто, хумана биометеорологија проучава више методолошких приступа у односу између човека и атмосфере, где као резултат имамо различите групе индекса као што су стандардни (обични) биоклиматски индекси који се рачунају комбинацијом два или више метеоролошких параметара и термофизиолошки биоклиматски индекси који се рачунају комбинацијом метеоролошких параметара и термофизиолошких параметара.

Анализа биоклиматских услова подразумева скуп метеоролошких фактора који утичу на људско тело и изазивају различиту адаптивну (терморегулација) реакцију на различите временске услове. Овај концепт је познат као човекова топлотна равнотежа (Human Heat Balance) и за његову примену је конципиран модел MENEX који подразумева размену топлоте између човека и околине (Blazejczyk, 1994). Као резултат примене овог модела може се издвојити низ такозваних термофизиолошких биоклиматских индекса као што су субјективна температура, физиолошко напрезање, физиолошка субјективна температура, топлотно оптерећење у човеку, ризик дехидрације, ризик прехлађивања, ризик од хипотермије, ризик од хипертермије као и биоклиматска временска класификација.

6.2.1. АНАЛИЗА РАЗМЕНЕ ТОПЛОТЕ ИЗМЕЂУ ЧОВЕКА И ОКОЛИНЕ

Модел топлотног баланса између човека и околине подразумева механизам топлотне размене који као крајњи циљ има одржавање терморегулације у телу. Механизам топлотне размене односи се на узајамно деловање топлотних флуксева као што су метаболичка производња топлоте, размена топлоте зрачењем и конвекцијом, проводљивост топлоте и испаравање. У схеми¹² је представљен методолошки приступ биоклиматских истраживања на коме је базиран модел MENEX.

Основне компоненте човекове топлотне равнотеже произилазе из непосредног контакта са околином и представљене су формулом (3) (Blazejczyk, 1994):



Схема 12. Шематски приказ методологије која је коришћена за биоклиматску анализу (ауторски приказ је урађен према методологији Блажејчика)

$$M + Q + C + E + Res = S \quad (3)$$

где је:

- метаболичка топлотна енергија M , биланс зрачења у човеку Q (збир апсорбованог сунчевог зрачења R и нето дуготаласног зрачења човека L),
- губитак топлоте испаравањем E ,
- размена топлоте конвекцијом C ,
- губитак топлоте дисањем Res и
- акумулација топлоте у телу S .

Да би механизам човекове топлотне равнотеже функционисао неопходно је узајамно деловање топлотних флукса (акумулација топлоте у телу S (W/m^2), биланс зрачења Q (W/m^2), метаболичка производња енергије M (W/m^2), размена топлоте конвекцијом C (W/m^2), губитак топлоте испаравањем E (W/m^2) и губитак топлоте дисањем Res (W/m^2)) са једне стране и њихова интеракција са метеоролошким параметрима. Поменути топлотни флуксеви су резултат комбинације физиолошких параметара (температура коже човека, метаболичка продукција топлоте, изолација одеће, алbedo одеће и брзина кретања човека) и метеоролошких параметара

(температура ваздуха, брзина ветра, влажност ваздуха, радијација, облачност).

Коришћени су метеоролошки подаци за средње дневне вредности метеоролошких параметара који су преузети из метеоролошких годишњака Хидрометеоролошког завода Србије за једанаестогодишњи период осматрања (2000–2010.). Идеја је да се анализом и комбиновањем метеоролошких и физиолошких параметара израчуна термофизиолошки биоклиматски индекс, топлотно оптерећење у човеку. Како би се утврдило топлотно оптерећење у човеку, коришћени су подаци метеоролошких параметара за најтоплији месец у години, јул. Физиолошки параметри као и њихова комбинација са метеоролошким параметрима израчунати су помоћу компјутерског програма „BioKlima 2.6“ (<http://www.igipz.pan.pl/geoeoklimat/blaz/BioKlima.htm>).

MENEX модел решава једначине у два корака. У првом кораку модел рачуна компоненте једначине које се јављају непосредно после контакта са околином. Температурни рецептори се активирају и дају физиолошки одговор организма како би задржао хомеотерму (способност одржавања сталне телесне температуре путем

терморегулације). Ако су временски услови хладнији, процес адаптације не мења битно температуру коже, тако да рецептори у кожи региструју стварну температуру коже због актуелног процеса у атмосфери. У топлијим условима, услед интензивног испаравања зноја, након 15–20 минута почиње хлађење коже, тако да рецептори у кожи региструју нову, мању температуру коже ($0,066\text{ }^{\circ}\text{C}$ за сваки 1 W/m^2 испаравања, Fanger, 1970). У другом кораку, модел рачуна једначину топлотне равнотеже узимајући у обзир температуру коже услед процеса постизања терморегулације. Другим речима, компоненте једначине топлотне равнотеже представљају ниво размене топлоте између човека и животне средине након 15–20 минута од процеса адаптације.

6.3. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Као резултати модела добијају се одређени топлотни флуksеви (као што су апсорбовано сунчево зрачење, конвекција, испаравање, дисање, дуготаласно зрачење) као и различити термофизиолошки биоклиматски индекси. Крајњи резултат биоклиматске анализе, топлотног баланса између човека и околине је термофизиолошки биоклиматски индекс топлотно оптерећење у човеку HL (Heat Load). Овај индекс (бездимензионална величина) описује оптерећење централног терморегулационог система због процеса адаптације на средину у којој се човек налази. За његово израчунавање користи се комбинација три главна топлотна флуksа: укупна топлотна акумулација (S), апсорбована соларна радијација (R) и губитак топлоте испаравањем (E). У табели 8 се налази опсег индекса топлотног оптерећења и степен удобности.

Применом модела MENEX представљени су резултати дневних вредности индекса топлотног оптерећења за 6 станица. Физиолошки параметри који су узети као константе, представљају човека метаболичке топлоте 135 W/m^2 , који се креће брзином $1,1\text{ m/s}$ и који је обучен у пословно одело 1 clo, где је топлотна изолација одеће 1 clo („clo“ представља јединицу којом се изражава топлотна

Табела 8. Опсег топлотног оптерећења и степен удобности

топлотно оптерећење у човеку HL	
$\leq 0,250$	веома хладно
0,251-0,820	хладно
0,821-0,975	прохладно
0,976-1,025	угодно
1,026-1,180	топло
1,181-1,750	вруће
$> 1,751$	екстремно вруће

изолација од стране одеће. С обзиром да clo није стандардна међународна јединица, усвојено је да је 1 clo еквивалентно човеку обученом у пословно одело (панталоне, сако, кошуља).

У табели 9, индекс топлоте оптерећења у Београду показује доминацију непријатног степена удобности екстремно вруће и вруће. У мањој мери је присутан степен удобности топло. Када се анализира свака година посебно, уочава се да 2000, 2006, 2007, 2008. година имају више од пола месеца број дана са топлотним оптерећењем екстремно вруће, 16, 15 дана и 22 дана, респективно. Највише дана са топлотним оптерећењем топло има у 2004. и то 11 дана. Остале године имају мање од десет дана ово топлотно оптерећење. Треба приметити да се у доминантном неповољном топлотном оптерећењу уочава пет дана са топлотним оптерећењем угодно. Разлог томе су нешто ниже температуре ваздуха тих дана и јача брзина ветра.

Када се израчунају средње дневне вредности индекса за поменути једанаестогодишњи период осматрања, уочава се доминација топлотног оптерећења вруће од 26 дана док осталих 5 дана има топлотно оптерећење екстремно вруће.

У табели 10, индекс топлотног оптерећења на Златибору показује доминацију пријатнијег степена удобности које је дефинисано као топло. У мањој мери је присутан неповољни степен удобности и то у 2000, 2006 и 2007. где се уочава 6, 14 и 9 дана са топлотним оптерећењем екстремно вруће и 10, 15 и 11 дана са топлотним оптерећењем вруће.

Табела 9. Дневне вредности индекса топлотног оптерећења у човеку у јулу у Београду (2000-2010)

дан	HL_10	HL_09	HL_08	HL_07	HL_06	HL_05	HL_04	HL_03	HL_02	HL_01	HL_00	HL_sr
1	1,418	1,123	1,738	1,613	1,167	1,493	1,332	2,574	1,502	1,222	2,127	1,574
2	1,544	1,139	2,072	2,185	1,115	1,071	1,453	1,798	2,101	1,045	2,260	1,617
3	1,522	1,136	1,990	1,943	1,312	1,071	1,257	1,832	3,064	1,098	2,734	1,723
4	1,409	1,127	1,928	1,785	1,485	1,132	1,423	1,172	1,779	1,269	3,228	1,612
5	1,433	1,296	1,518	1,148	1,680	1,445	1,507	1,216	1,391	1,110	2,670	1,492
6	1,425	1,215	1,706	1,346	1,881	1,055	1,670	1,375	1,850	1,336	2,109	1,543
7	1,173	1,160	3,041	1,802	2,121	1,312	1,624	1,530	1,248	1,769	2,548	1,757
8	1,314	1,653	1,535	2,186	1,870	1,877	1,708	1,542	1,343	1,581	2,289	1,718
9	1,495	1,250	1,666	2,507	1,632	1,164	1,847	1,570	1,543	1,359	1,017	1,550
10	1,584	1,180	1,595	1,215	1,782	1,316	2,855	1,601	1,699	1,527	1,755	1,646
11	1,541	1,038	2,139	1,040	1,775	1,079	1,474	1,066	1,913	1,599	1,965	1,512
12	1,618	1,117	2,701	1,236	1,775	1,104	1,045	1,579	1,766	1,674	1,498	1,556
13	1,712	1,163	3,449	1,283	1,325	1,091	1,059	1,063	1,895	1,582	1,151	1,525
14	1,808	1,334	2,428	1,662	1,329	1,074	1,045	1,177	1,871	2,000	1,327	1,550
15	1,883	1,505	1,057	1,962	1,607	1,386	1,039	1,402	1,975	2,709	1,107	1,603
16	1,836	1,623	1,365	2,399	1,349	1,592	1,112	1,938	2,095	3,070	1,048	1,766
17	2,182	1,459	1,821	2,751	1,494	1,663	1,233	2,211	1,707	1,268	1,333	1,738
18	1,895	1,643	1,309	2,699	1,435	2,061	1,382	1,102	1,090	1,452	1,255	1,575
19	1,372	1,184	1,521	3,412	1,765	1,450	1,603	1,143	1,137	2,078	1,438	1,646
20	1,460	1,200	2,196	3,999	1,834	1,293	1,710	1,485	1,321	2,286	1,037	1,802
21	1,658	1,232	1,604	2,760	2,241	1,323	1,559	1,816	1,581	1,011	1,335	1,647
22	1,705	1,448	1,031	4,053	2,191	1,610	1,749	2,076	1,672	1,022	1,320	1,807
23	1,895	1,626	1,008	2,414	2,018	1,099	1,732	1,583	1,463	1,077	1,757	1,607
24	1,567	1,812	1,079	4,540	1,916	1,173	1,626	1,409	2,171	1,108	2,234	1,876
25	1,005	1,766	1,077	1,837	1,777	1,646	1,579	1,317	1,077	1,354	2,581	1,547
26	1,051	1,384	1,122	2,144	1,947	1,787	1,143	1,315	1,342	1,360	2,436	1,548
27	1,124	1,306	1,422	2,010	2,020	1,815	1,133	1,616	1,086	1,338	1,891	1,524
28	1,302	1,496	1,520	2,568	1,945	2,005	1,067	1,976	1,335	1,378	2,324	1,720
29	1,829	1,551	1,617	2,161	1,677	2,043	1,056	1,214	1,321	1,488	1,538	1,590
30	2,097	1,609	1,900	1,407	1,593	2,078	1,098	1,171	1,154	1,699	1,460	1,570
31	1,131	1,604	1,903	1,025	1,640	2,182	1,082	1,133	1,224	1,471	1,513	1,446

Остатак овог периода се односи на топлотно оптерећење топло. Треба поменути присуство од укупно 8 дана топлотног оптерећења угодно који су неравномерно распоређени.

Што се тиче средње дневне вредности индекса за поменути једанаестогодишњи период осматрања

учава се доминација топлотног оптерећења екстремно вруће са изузетком од три дана где се учавва топлотно оптерећење вруће (схема 13).

Индекс топлоте оптерећења у Лозници, за једанаест година, показује доминацију не баш пријатног степена удобности које се дефинише

Табела 10. Дневне вредности индекса топлотног оптерећења у човеку у јулу на Златибору (2000–2010)

дан	HL_10	HL_09	HL_08	HL_07	HL_06	HL_05	HL_04	HL_03	HL_02	HL_01	HL_00	HL_sr
1	1,082	1,063	1,139	1,118	1,167	1,123	1,123	1,496	1,095	1,039	1,309	1,159
2	1,072	1,128	1,192	1,489	1,115	1,038	1,161	1,187	1,250	1,047	1,524	1,200
3	1,104	1,120	1,141	1,293	1,312	1,063	1,100	1,311	2,308	1,067	2,081	1,354
4	1,090	1,126	1,233	1,426	1,485	1,094	1,083	1,073	1,219	1,083	2,465	1,307
5	1,109	1,127	1,116	1,028	1,680	1,065	1,151	1,100	1,061	1,045	2,002	1,226
6	1,074	1,114	1,131	1,063	1,881	1,069	1,259	1,074	1,166	1,082	1,358	1,207
7	1,038	1,121	1,796	1,293	2,121	1,103	1,123	1,076	1,042	1,513	1,968	1,381
8	1,048	1,139	1,130	1,295	1,870	1,103	1,580	1,011	1,112	1,173	2,216	1,334
9	1,052	1,110	1,087	1,467	1,632	1,081	1,821	1,081	1,148	1,081	1,048	1,237
10	1,117	1,105	1,107	1,134	1,782	1,095	1,384	1,083	1,287	1,124	1,167	1,217
11	1,133	1,052	1,274	1,068	1,775	1,055	1,109	1,063	1,340	1,079	1,735	1,244
12	1,091	1,072	1,594	1,041	1,775	1,102	1,066	1,075	1,220	1,126	1,310	1,225
13	1,146	1,096	1,806	1,050	1,325	1,101	1,038	1,062	1,188	1,133	1,000	1,177
14	1,184	1,291	1,580	1,136	1,329	1,029	1,017	1,053	1,102	1,134	1,022	1,170
15	1,322	1,292	1,057	1,357	1,607	1,098	1,061	1,075	1,504	1,598	1,035	1,273
16	1,316	1,175	1,060	1,451	1,349	1,106	1,096	1,225	1,465	1,740	1,095	1,280
17	1,203	1,175	1,138	1,983	1,494	1,107	1,134	1,441	1,081	1,176	1,063	1,272
18	1,125	1,490	1,123	1,939	1,435	1,327	1,273	1,104	1,089	1,078	1,038	1,275
19	1,131	1,070	1,112	1,921	1,765	1,295	1,295	1,114	1,106	1,266	1,086	1,287
20	1,111	1,083	1,327	1,989	1,834	1,076	1,362	1,125	1,082	1,810	1,027	1,348
21	1,095	1,097	1,122	1,989	2,241	1,083	1,306	1,215	1,129	0,997	1,028	1,300
22	1,185	1,334	1,027	2,444	2,191	1,063	1,195	1,463	1,099	1,043	1,064	1,373
23	1,411	1,719	1,014	2,081	2,018	1,077	1,343	1,306	1,082	1,037	1,243	1,394
24	1,084	1,417	1,053	2,592	1,916	1,112	1,105	1,125	1,287	1,053	1,494	1,385
25	1,045	1,191	1,105	1,093	1,777	1,102	1,125	1,141	1,099	1,098	2,218	1,272
26	1,064	1,062	1,080	1,317	1,947	1,338	1,127	1,078	1,080	1,081	2,000	1,289
27	1,070	1,063	1,132	1,445	2,020	1,280	1,078	1,161	1,073	1,057	1,224	1,237
28	1,073	1,279	1,110	1,886	1,945	1,337	1,025	1,358	1,064	1,128	1,435	1,331
29	1,096	1,152	1,106	1,394	1,677	1,330	1,024	1,103	1,121	1,107	1,072	1,198
30	1,241	1,168	1,171	1,071	1,593	1,452	1,074	1,085	1,094	1,089	1,115	1,196
31	1,104	1,136	1,174	1,056	1,640	1,592	1,072	1,088	1,090	1,091	1,109	1,196

као топлотно оптерећење вруће. Највише везаних дана са овим топлотним оптерећењем је у 2006. и 2010. док се у осталим годинама појављује највише у комбинацији са топлотним оптерећењем топло. У Лозници је у мањој мери присутан екстреман степен неудобности и он

доминира у 2000. и 2007. где се уочава осам и девет дана са топлотним оптерећењем екстремно вруће. У 2001, 2003, 2008. и 2009. се ово топлотно оптерећење јавља 2, 3 и по 1 дан, респективно. Топлотно оптерећење топло се највише у континуитету јавља 2004. са 12 везаних дана и

Табела 11. Дневне вредности индекса топлотног оптерећења у човеку у јулу у Лозници (2000-2010.)

дан	HL_10	HL_09	HL_08	HL_07	HL_06	HL_05	HL_04	HL_03	HL_02	HL_01	HL_00	HL_sr
1	1,249	1,144	1,339	1,469	1,2	1,181	1,444	2,595	1,239	1,086	1,607	1,414
2	1,258	1,168	1,374	1,881	1,122	1,082	1,239	1,668	1,27	1,086	1,927	1,37
3	1,494	1,148	1,422	1,293	1,108	1,083	1,125	1,732	1,693	1,136	2,143	1,398
4	1,204	1,15	1,387	1,429	1,237	1,104	1,286	1,147	1,104	1,14	2,469	1,333
5	1,185	1,479	1,209	1,176	1,257	1,205	1,37	1,111	1,11	1,149	1,874	1,284
6	1,42	1,367	1,245	1,309	1,473	1,082	1,476	1,36	1,415	1,258	1,554	1,36
7	1,132	1,191	2,565	1,533	1,373	1,127	1,294	1,355	1,179	1,351	2,05	1,468
8	1,273	1,071	1,357	1,538	1,417	1,248	1,673	1,444	1,254	1,417	1,665	1,396
9	1,258	1,136	1,283	1,858	1,328	1,137	1,588	1,503	1,387	1,218	1,006	1,337
10	1,408	1,166	1,362	1,045	1,318	1,114	1,479	1,381	1,407	1,243	1,394	1,302
11	1,367	1,084	1,411	1,103	1,529	1,085	1,261	1,196	1,517	1,375	1,666	1,327
12	1,608	1,282	1,707	1,135	1,4	1,063	1,098	1,462	1,443	1,398	1,289	1,353
13	1,52	1,296	2,069	1,209	1,192	1,113	1,074	1,059	1,432	1,333	1,145	1,313
14	1,55	1,537	1,357	1,355	1,355	1,108	1,083	1,154	1,288	1,364	1,27	1,311
15	1,661	1,463	1,066	1,557	1,405	1,203	1,13	1,478	1,253	1,806	1,083	1,373
16	1,594	1,505	1,258	1,629	1,183	1,389	1,146	1,537	1,548	1,841	1,038	1,424
17	1,504	1,431	1,437	1,904	1,195	1,285	1,425	1,823	1,222	1,149	1,241	1,42
18	1,382	1,527	1,148	1,828	1,265	1,345	1,608	1,181	1,12	1,203	1,088	1,336
19	1,218	1,184	1,149	2,083	1,447	1,206	1,574	1,269	1,121	1,48	1,148	1,353
20	1,334	1,259	1,478	2,114	1,501	1,159	1,617	1,449	1,225	1,743	1,074	1,45
21	1,451	1,334	1,282	2,107	1,603	1,148	1,687	1,64	1,289	1,046	1,26	1,441
22	1,38	1,682	1,057	2,896	1,718	1,147	1,661	1,973	1,244	1,048	1,303	1,555
23	1,614	1,936	1,05	1,965	1,56	1,114	1,67	1,375	1,214	1,101	1,594	1,472
24	1,36	1,619	1,078	3,691	1,567	1,147	1,532	1,348	1,4	1,131	1,885	1,614
25	1,002	1,6	1,133	1,379	1,52	1,215	1,312	1,246	1,087	1,292	2,163	1,359
26	1,067	1,28	1,136	1,463	1,576	1,438	1,146	1,447	1,107	1,315	2,048	1,366
27	1,129	1,162	1,156	1,612	1,713	1,441	1,08	1,444	1,101	1,344	1,61	1,345
28	1,261	1,375	1,277	1,898	1,566	1,421	1,05	1,75	1,104	1,408	1,755	1,442
29	1,332	1,465	1,308	1,74	1,357	1,402	1,075	1,162	1,145	1,473	1,34	1,345
30	1,266	1,557	1,334	1,067	1,335	1,437	1,123	1,126	1,185	1,265	1,291	1,271
31	1,095	1,661	1,358	1,076	1,453	1,398	1,126	1,154	1,162	1,429	1,225	1,285

2005. са 16 дана. У 2001. и 2002. топлотно оптерећење топло се јавља 11 дана. У осталим годинама се јавља у мањем броју од 10 дана. Свега 2 дана топлотног оптерећења угодни распоређени су у 2000. и 2010. (табела 11). Што се тиче средње дневне вредности индекса за поменути

једанаестогодишњи период осматрања уочава се топлотно оптерећење вруће (схема 13).

Индекс топлоте оптерећења у Врању, за једанаест година, такође показује доминацију степена удобности које се дефинише као топлотно оптерећење

Табела 12. Дневне вредности индекса топлотног оптерећења у човеку у јулу у Врању (2000-2010.)

дан	HL_10	HL_09	HL_08	HL_07	HL_06	HL_05	HL_04	HL_03	HL_02	HL_01	HL_00	HL_sr
1	1,153	1,123	1,565	1,659	1,385	1,181	1,332	1,542	1,385	1,963	1,597	1,444
2	1,123	1,139	1,623	1,775	1,341	1,082	1,458	1,899	1,492	1,03	2,025	1,453
3	1,283	1,136	1,533	1,733	1,02	1,083	1,246	2,035	1,778	1,01	2,101	1,451
4	1,163	1,127	1,089	2,103	1,324	1,104	1,419	1,832	2,152	1,329	2,868	1,592
5	1,328	1,296	1,116	1,127	1,274	1,205	1,502	1,305	1,747	1,775	1,99	1,424
6	1,199	1,215	1,285	1,255	1,356	1,082	1,665	1,233	1,533	1,385	1,707	1,356
7	1,312	1,16	1,655	1,645	1,382	1,127	1,609	1,426	1,29	1,608	2,16	1,489
8	1,061	1,653	1,396	1,851	1,109	1,248	1,674	1,336	1,372	2,049	2,067	1,529
9	1,092	1,25	1,425	1,931	1,045	1,137	1,867	1,334	1,592	1,974	0,999	1,422
10	1,364	1,18	1,317	2,042	1,122	1,114	3,19	1,28	1,632	1,642	1,426	1,574
11	1,305	1,038	1,353	1,239	1,132	1,085	1,419	1,212	2,018	1,249	1,379	1,312
12	1,148	1,117	1,656	1,236	1,091	1,063	1,05	1,292	2,041	1,618	1,436	1,341
13	1,338	1,163	1,84	1,384	1,13	1,113	1,059	1,369	1,435	1,753	1,205	1,344
14	1,615	1,334	2,139	1,441	1,292	1,108	1,024	1,244	1,71	1,529	1,216	1,423
15	1,596	1,505	1,202	1,711	1,325	1,203	1,051	1,341	1,89	1,686	1,059	1,415
16	1,559	1,623	1,186	2,061	1,328	1,389	1,109	1,626	2,13	2,226	1,003	1,567
17	1,554	1,459	1,355	2,187	1,135	1,285	1,239	1,865	1,979	1,715	1,189	1,542
18	1,389	1,643	1,707	2,231	1,293	1,345	1,39	1,671	1,38	1,839	1,307	1,563
19	1,292	1,184	1,463	2,338	1,378	1,206	1,608	1,519	1,75	1,63	1,206	1,507
20	1,361	1,2	1,857	2,24	1,55	1,159	1,715	1,765	1,28	2,45	1,08	1,605
21	1,392	1,232	1,882	2,388	1,552	1,148	1,529	2,04	1,408	1,268	1,185	1,548
22	1,559	1,448	1,038	2,549	1,586	1,147	1,785	1,962	1,606	1,122	1,331	1,558
23	1,681	1,626	1,04	2,265	1,689	1,114	1,75	2,104	1,744	1,132	1,654	1,618
24	1,425	1,812	1,07	2,538	1,608	1,147	1,636	1,502	1,539	1,078	2,351	1,61
25	1,224	1,766	1,079	1,84	1,332	1,215	1,564	1,499	1,07	1,12	2,093	1,437
26	1,054	1,384	1,132	1,811	1,149	1,438	1,116	1,522	1,04	1,278	2,247	1,379
27	1,085	1,306	1,114	1,957	1,444	1,441	1,13	1,581	1,062	1,395	1,699	1,383
28	1,079	1,496	1,112	1,971	1,532	1,421	1,064	1,841	1,268	1,497	1,924	1,473
29	1,306	1,551	1,317	2,225	1,58	1,402	1,056	1,601	1,083	1,458	1,363	1,449
30	1,533	1,609	1,337	1,677	1,233	1,437	1,093	1,383	1,22	1,743	1,43	1,427
31	1,484	1,604	1,486	1,285	1,373	1,398	1,071	1,335	1,219	1,707	1,326	1,39

вруће. Највише везаних дана са непријатним топлотним оптерећењем екстремно вруће је у 2001, 2002. и 2007. и то по 10, 12 и 19 дана, респективно. У осталим годинама ово непријатно топлотно оптерећење појављује се по 10 дана у 2000, 2001. и 2003. Топлотно оптерећење вруће које

доминира скоро је равномерно распоређено по годинама осим у 2005. где се топлотно оптерећење топло појављује 16 дана у месецу. У 2008, 2009. и 2010. се топлотно оптерећење топло јавља по 9 дана, у 2006. се јавља 8 пута. Топлотно оптерећење топло се јавља 3 односно 4 дана у 2000. и 2004. док

Табела 13. Дневне вредности индекса топлотног оптерећења у човеку у јулу у Нишу (2000-2010.)

дан	HL_10	HL_09	HL_08	HL_07	HL_06	HL_05	HL_04	HL_03	HL_02	HL_01	HL_00	H_sr
1	1,252	1,143	1,455	1,753	1,18	1,173	1,441	2,238	1,115	1,252	1,599	1,418
2	1,138	1,167	1,684	2,24	1,151	1,115	1,624	2,023	1,399	1,098	1,949	1,508
3	1,214	1,188	1,708	2,173	1,273	1,059	1,191	2,163	1,666	1,099	2,316	1,55
4	1,157	1,152	1,268	2,329	1,358	1,082	1,463	1,466	1,527	1,356	2,479	1,512
5	1,278	1,196	1,243	1,078	1,399	1,295	1,51	1,112	1,133	1,56	2,96	1,433
6	1,227	1,276	1,379	1,249	1,374	1,083	1,89	1,266	1,152	1,235	2,202	1,394
7	1,201	1,178	1,815	1,612	1,675	1,13	1,589	1,444	1,099	1,628	1,933	1,482
8	1,087	1,406	1,476	1,995	1,357	1,456	1,753	1,253	1,002	1,959	3,106	1,623
9	1,276	1,302	1,328	2,258	1,233	1,493	2,219	1,333	1,277	1,735	1,256	1,519
10	1,298	1,248	1,34	2,101	1,183	1,175	2,29	1,323	1,398	1,409	1,375	1,467
11	1,372	1,057	1,465	1,072	1,206	1,13	1,361	1,089	1,495	1,263	2,351	1,351
12	1,213	1,1	1,839	1,138	1,253	1,191	1,1	1,352	1,337	1,629	2,495	1,422
13	1,474	1,155	2,08	1,37	1,239	1,143	1,091	1,242	1,069	1,762	1,002	1,33
14	1,417	1,319	2,824	1,593	1,184	1,093	1,089	1,083	1,475	2,382	1,18	1,513
15	1,525	1,486	1,116	1,76	1,31	1,127	1,08	1,25	1,645	2,359	1,073	1,43
16	1,568	1,529	1,227	2,433	1,223	1,3	1,121	1,647	1,736	2,16	1,109	1,55
17	1,748	1,435	1,409	2,368	1,174	1,309	1,328	1,835	1,35	1,8	1,122	1,534
18	1,658	1,683	1,806	2,832	1,236	1,609	1,485	1,403	0,993	1,426	1,342	1,588
19	1,23	1,132	1,335	2,993	1,403	1,454	1,637	1,251	1,152	1,691	1,106	1,489
20	1,338	1,167	1,64	3,139	1,675	1,325	1,773	1,746	1,012	2,6	1,096	1,683
21	1,539	1,28	1,831	2,689	1,729	1,282	1,639	1,891	1,054	1,122	1,08	1,558
22	1,488	1,371	1,06	2,712	1,604	1,321	1,598	2,098	1,176	1,093	1,194	1,52
23	1,609	1,74	1,097	2,555	1,579	1,214	1,648	2,233	1,025	1,14	1,46	1,573
24	1,291	1,749	1,103	3,26	1,626	1,123	1,696	1,42	1,372	1,14	1,68	1,587
25	1,088	1,786	1,106	1,848	1,585	1,401	1,386	1,344	0,957	1,182	2,493	1,471
26	1,087	1,381	1,131	1,893	1,345	1,593	1,168	1,368	0,942	1,155	2,881	1,449
27	1,133	1,303	1,146	2,012	1,413	1,581	1,108	1,7	0,932	1,249	1,877	1,405
28	1,103	1,382	1,144	2,049	1,55	1,733	1,113	2,192	0,981	1,388	1,898	1,503
29	1,278	1,487	1,311	2,131	1,773	1,72	1,111	1,471	0,985	1,497	1,42	1,471
30	1,728	1,643	1,409	1,973	1,462	1,976	1,089	1,368	1,022	1,424	1,388	1,498
31	1,22	1,669	1,436	1,181	1,45	1,919	1,113	1,245	0,999	1,39	1,442	1,369

се у 2001, 2002. и 2003. не појављује. Топлотно оптерећење угоднo се јавља по 1 дан у 4 године, 2000, 2001, 2004. и 2006. (табела 12). Као и у претходна 2 случаја Лознице и Враћа, средње дневне вредности индекса топлотно оптерећење човека, показују топлотно оптерећење вруће (схема 13).

У Нишу, као и у Лозници и Враћу, индекс показује доминацију топлотног оптерећења вруће у свим годинама осим 2007. и 2000. када доминирају топлотно оптерећење екстремно вруће и топло. Екстреман степен неудобности у 2007. бељежи 22 дана, а у 2000. 13 дана. 7 дана са истим

Табела 14. Дневне вредности индекса топлотног оптерећења у човеку у јулу у Новом Саду (2000-2010.)

дан	HL_10	HL_09	HL_08	HL_07	HL_06	HL_05	HL_04	HL_03	HL_02	HL_01	HL_00	HL_sr
1	1,324	1,066	1,352	1,289	1,14	1,348	1,567	2,549	1,178	1,239	1,597	1,423
2	1,423	1,034	1,523	1,652	1,213	1,016	1,079	1,559	1,102	1,051	2,025	1,334
3	1,27	1,029	1,437	1,258	1,179	1,045	1,183	1,773	1,006	1,081	2,101	1,306
4	1,211	1,062	1,443	1,297	1,293	1,182	1,274	1,124	1,128	1,194	2,868	1,371
5	1,115	1,069	1,211	1,107	1,424	1,19	1,467	1,211	1,21	1,147	1,99	1,286
6	1,165	1,421	1,353	1,173	1,52	1,095	1,758	1,295	1,287	1,153	1,707	1,357
7	1,049	1,323	2,048	1,274	1,667	1,119	1,432	1,511	1,359	1,4	2,16	1,486
8	1,152	1,327	1,225	1,542	1,517	1,233	1,651	1,506	1,302	1,536	2,067	1,46
9	1,255	1,551	1,247	1,637	1,276	1,145	2,083	1,573	1,238	1,27	0,999	1,389
10	1,36	1,617	1,362	1,078	1,567	1,093	1,488	1,459	1,024	1,325	1,426	1,345
11	1,434	1,225	1,427	1,082	1,466	1,106	1,142	1,239	1,153	1,423	1,379	1,28
12	1,446	1,163	2,07	1,057	1,334	1,093	1,098	1,612	1,133	1,282	1,436	1,339
13	1,539	1,111	2,232	1,126	1,164	1,084	1,162	1,063	1,251	1,329	1,205	1,297
14	1,491	1,334	1,343	1,456	1,152	1,076	1,188	1,059	1,49	1,529	1,216	1,303
15	1,571	1,716	1,013	1,645	1,339	1,194	1,048	1,456	1,683	1,794	1,059	1,411
16	1,645	1,852	1,158	1,723	1,242	1,36	1,214	1,611	1,772	2,459	1,003	1,549
17	1,676	1,116	1,477	2,052	1,323	1,376	1,443	1,744	1,513	1,084	1,189	1,454
18	1,344	1,281	1,203	2,017	1,361	1,444	1,8	1,06	1,66	1,215	1,307	1,427
19	1,197	1,601	1,231	2,063	1,544	1,156	1,809	1,157	1,672	1,451	1,206	1,462
20	1,238	1,136	1,524	2,077	1,715	1,271	1,876	1,318	1,884	1,702	1,08	1,529
21	1,348	1,063	1,209	1,878	1,653	1,098	2,128	1,636	2,028	1,031	1,185	1,478
22	1,381	1,039	1,044	2,945	1,837	1,174	1,888	2,105	1,992	1,044	1,331	1,616
23	1,468	1,101	1,038	1,896	1,743	1,083	1,984	1,39	1,918	1,07	1,654	1,486
24	1,24	1,084	1,087	2,191	1,437	1,122	1,492	1,239	2,213	1,062	2,351	1,502
25	1	1,093	1,069	1,347	1,662	1,192	1,602	1,209	1,324	1,106	2,093	1,336
26	1,034	1,095	1,115	1,374	1,6	1,382	1,109	1,193	1,253	1,217	2,247	1,329
27	1,074	1,135	1,274	1,498	1,466	1,417	1,059	1,468	1,512	1,263	1,699	1,351
28	1,179	1,121	1,252	1,899	1,56	1,432	1,021	1,742	1,498	1,344	1,924	1,452
29	1,273	1,112	1,352	1,61	1,508	1,51	1,047	1,098	1,118	1,34	1,363	1,303
30	1,312	1,114	1,41	1,047	1,411	1,534	1,065	1,064	1,319	1,245	1,43	1,268
31	1,086		1,347	1,046	1,48	1,58	1,083	1,093	3,568	1,488	1,326	1,51

топлотним оптерећењем забележено је 2001. и 2003., док је 2008. забележено 6 дана. Остале године имају мање од 6 дана појаве екстремног топлотног оптерећења. Топлотно оптерећење топло има највише дана у 2002. 16. Затим, по 11 дана у 2004. и 2005. 9 дана у 2009., по 8 дана у 2000. и 2008, по

7 у 2001. и 2010. и по 3 дана у 2001, 2006. и 2007. За разлику од осталих градова, топлотно оптерећење угодни у Нишу се издваја по томе што се укупно 4 дана за цео низ, појављују у истој 2002. години (табела 13). Средња дневна вредност индекса показује топлотно оптерећење вруће (схема 13).

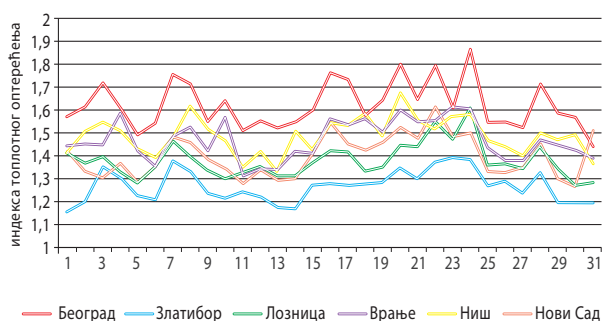


Схема 13. Средње јулске вредности индекса топлотног оптерећења у човеку у периоду 2000–2010.

Што се тиче доминантног топлотног оптерећења вруће у Новом Саду (табела 14), слична је ситуација као и у Врању, Нишу и Лозници. Ову доминацију индекса неравномерно распоређује појава топлотног оптерећења екстремно вруће и топло. Екстремно вруће оптерећење не прелази 10 дана у месецу. У 2000. се јавља 10 дана, затим у 2007. 9 дана, у 2004. 8 дана и 2006. 6 дана са екстремним топлотним оптерећењем. Топлотно оптерећење топло је значајније присутно у Новом Саду у односу на претходна три града, Ниш, Врање и Лозница. Само се у 2009. јавља 19 дана са топлотним оптерећењем топло, у 2005. се појављује 14 дана, у 2010. се појављује 12 дана, у 2001. и 2004. се појављује по 10 дана. У осталим годинама се јавља мање од 10 дана. Када је топлотно оптерећење угодно у питању, оно се јавља укупно 6 дана у читавом низу за месец јули и неравномерно је распоређено по годинама. Средње дневне вредности индекса за поменути једанаестогодишњи период осматрања показује доминацију топлотног оптерећења вруће.

На крају, средње месечне вредности индекса за поменути период показују топлотно оптерећење екстремно вруће у 2000, 2006, 2007. и 2008. у Београду, у 2000. и 2007. у Нишу и у 2007. у Врању. У осталим годинама поменутих градова као и Лозници и Новом Саду присутно је топлотно оптерећење вруће. Средње месечне вредности индекса на Златибору показују комбинацију топлотног оптерећења вруће у 2000, 2002, 2004, 2006, 2007, 2008. и топло у 2001, 2005, 2009. и 2010. (схема 13).

7. ЗАКЉУЧАК

На временске и климатске услове на простору Србије значајно утичу ваздушна струјања хемисферских размера, положај акционих центара (Азорски антициклон, Исландски циклон, Сибирски антициклон, Карачи депресија), циклогенетска активност у Средоземљу и путање кретања циклона, барички системи условљени локалним орографским факторима и особеностима терена. Арктичке, тропске и поларне ваздушне масе, које у зависности од степена влажности могу бити континенталне или маритимне, значајно утичу на временске прилике у нашој земљи. Постојани продори хладног ваздуха из Северне и Источне Европе или топлог ваздуха са простора Северне Африке, могу условити температуре ваздуха знатно изнад или испод нормале.

У периоду 1961–2010. година, распон средњих годишњих температура ваздуха у Србији кретао се од испод 3 °C на највишим деловима наших планина па до преко 12,0 °C у Београду у коме је присутан и ефекат урбаног острва топлоте. Уз Призрен са 1,9 °C и Власотинце са 1,8 °C, Београд са 2,1 °C има и најтоплије зиме. Најниже температуре у току овог годишњег доба има Копаоник са –4,6 °C. Средње летње температуре крећу се од испод 12 °C на теренима изнад 1 500 метара па до скоро 22 °C (у Призрену, Београду и Неготинској крајини). Апсолутно минималне температуре забележене су на Пештерској висоравни која представља један од најизраженијих полова хладноће у Србији (–39,5 °C у Карајукића бунарима измерено је 13.1.1985. године), док је апсолутно максимална температура ваздуха од 44,9 °C забележена 24.7.2007. године у Смедеревској Паланци.

У поменутом периоду, средња годишња количина падавина кретала се од 500–600 mm у највећем делу Војводине до преко 1 100mm на највишим деловима планина Побигеник и Проклетије. У највећем делу Србије заступљен је континентални плувиометријски режим (са два максимума и два минимума). Медитерански плувиометријски режим је заступљен у Метохији и на крајњем југозападу земље, а прелазни тип на Косову, у Неготинској крајини и Кључу.

Годишње вредности инсолације крећу се од 1534,8 часова у Пожеги до 2142,6 часова у Кикинди. Највећа средња месечна вредност инсолације је у јулу, а најмања у децембру. У односу на инсолацију, годишњи ход облачности је супротан, највећа облачност је у децембру и јануару, док су најмање вредности у августу и јулу. Просечна годишња облачност креће се од 4,7 у Новом Пазару до 6,4 у Пожеги. Већа облачност је карактеристична за места у котлинама и на већим надморским висинама, док је у току зиме могућа појава инверзионе облачности тј. облачност је већа на релативно нижим теренима у односу на планинске пределе.

Годишњи ток релативне влажности, као показатеља засићености ваздуха воденом паром, обрнут је у односу на годишњи ток температуре ваздуха. Највише вредности су у току зиме, и то у децембру и јануару, док су најниже вредности у току летњих месеци, и то у јулу и августу. У већим градовима, као последица изграђености и великог удела бетонских површина, релативна влажност има ниже вредности, док је у котлинама, поред водених површина, као и на већим надморским висинама, релативна влажност већа. Годишње вредности релативне влажности крећу се од 68,6% у Београду до 81,2% у Љубовији.

Доминантни ветрови на простору Србије су кошава и етезија. Кошава је ветар који је карактеристичан за хладнији део године и настаје при кретању хладног ваздуха са простора источне Европе ка топлијем Медитерану. Дејство кошаве се осећа у највећем делу Војводине, источној Србији, Поморављу и Шумадији. Етезија доминира у току лета над читавом Србијом. Настаје када је висок притисак изнад Централне Европе и низак изнад источног Средоземља, па се утицај етезијског струјања нарочито осећа у областима које су отворене ка северозападу тј. у Војводини, а потом и у Подунављу и Поморављу.

У току хладније половине године, снежне падавине су редовна појава на простору Србије. У највишим планинским пределима, у просеку, прве снежне падавине се јављају крајем октобра и почетком новембра, док у осталим крајевима у првој половини децембра. На већини станица у Србији, средњи датум појаве последњег снега је

у току прве половине марта, док је на станицама у вишим деловима Србије крајем априла и почетком маја. Просечан годишњи број дана са снегом најмањи је на северу Србије (31 дан у Зрењанину), а највећи у највишим деловима Србије (94 дана на Копаонику). У просеку, број дана са снежним покривачем је 40 на северу Србије, између 40 и 50 дана у осталим деловима Србије и преко 100 дана у највишим планинским пределима.

У погледу промена температуре ваздуха и количине падавина, може се закључити да постоје регионалне разлике и да је на годишњем нивоу у периоду од 1961. до 2010. највећи део Србије постао топлији, али без изразитијих промена у примљеној количини падавина. Исто се може закључити и када се анализирају пролећне, летње и зимске вредности ових климатских елемената, док су јесени постале влажније и топлије, односно влажније и хладније у зависности од посматране регије.

Анализа комбинованог утицаја атмосферске циркулације и рељефа на климатске елементе резултирала је издвајањем три климатске области и у оквиру сваке од њих већег броја подобласти. За сваку је дат прегледан приказ расположивих климатских елемената.

Основно полазиште на коме се заснива методологија биоклиматске анализе је топлотна равнотежа између човека и околине на основу које се анализирају адаптациони процеси у топлим и хладном режиму. Као резултат тога представљен је термофизиолошки биоклиматски индекс топлотно оптерећење у човеку, израчунат помоћу MENEX модела, у најтоплијем месецу јулу у току једанаестогодишњег периода осматрања 2000–2010. Индекс је израчунат за шест метеоролошких станица.

Резултати показују јасно изражену неповољну биоклиматску слику у јулу месецу у Београду са доминацијом топлотног оптерећења екстремно вруће и вруће. У Врању је такође присутна биоклиматска неповољност са израженим топлотним оптерећењем екстремно вруће и вруће. У Нишу, Лозници и Новом Саду је нешто другачији однос топлотних оптерећења, где доминирају вруће и топло. На Златибору је нешто повољније, утолико што доминира топлотно оптерећење топло. Топлотна оптерећења екс-

тремно вруће и вруће су присутни али у мањој мери у односу на остале градове. Различите географске целине којима припадају метеоролошке станице свакако доприносе разлици метеоролошких параметара. Када се ови параметри упореде са добијеним резултатом може се наћи веза између температуре ваздуха и њихов директан утицај на резултат индекса.

Различите примене биоклиматских индекса су могуће за идентификацију специфичних области са неповољним биоклиматским стањима (топлот-

ни таласи). Нарочито би могла бити од користи примена за идентификацију специфичних области са повољним биоклиматским стањима (бањска и климатска туристичка места). Такође могу наћи своју примену у одређивању критеријума за постојање одговарајућих, прихватљивих или неприхватљивих услова за рекреацију у здравствено-рекреативним центрима, бањским и климатским местима.

8. ЛИТЕРАТУРА

- Анђелковић, Г. (2005). *Београдско урбано острво ђојлоше*. Београд: Географски факултет Универзитета у Београду.
- Анђелковић, Г. (2007). Температурне прилике у јулу 2007. године као екстремна климатска појава у Србији. *Гласник Српској географској друштва*, 87(2), 51–62.
- Анђелковић, Г. (2009). *Екстремне климатске појаве у Србији* (Необјављена докторска дисертација). Географски факултет, Београд.
- Анић, Б. (1972). Биоклиматска рејонизација СР Србије. (У) VII саветовање климатолога Југославије, Будва (стр. 47–73). Београд: СХМЗ.
- Билић, В. (1978). *Клима и људска активност: на примеру Лознице*. Београд: Туристичка штампа.
- Вујевић, П. (1962). Прилози за биоклиматологију Копаоника. *Зборник радова Географској института „Јован Цвијић“ САНУ*, 18, 1–91.
- Група аутора (1996). *Просјорни план Републике Србије, планска и аналитичко-документациона основа*. Београд: Службени гласник.
- Група аутора (1997). *Географија на Блџарија – Физическа географија и социално-економическа географија*. Софија: Географски институт, БАН.
- Делијанић, И. (1976). *Оштра метеорологија*. Београд: Завод за уџбенике и наставна средства.
- Дрљача, В., Тошић, И., и Ункашевић, М. (2009). Анализа топлотних таласа помоћу климатског индекса у Београду и Нишу. *Зборник радова Географској института „Јован Цвијић“ САНУ*, 59(1), 47–60.
- Дукић, Д. (1978). Водни ресурси СР Србије. Вода и санитарна техника, 8(3), 7–18.
- Дуцић, В., и Анђелковић, Г. (2004). *Климатологија – Практикум за географије*. Београд: Географски факултет Универзитета у Београду.
- Дуцић, В., Луковић, Ј., и Миловановић, Б. (2008). Промене температура и падавина у Србији у другој половини XX века у склопу глобалних климатских промена. *Заштитна природа*, 60(1–2), 641–653.
- Дуцић, В., Луковић, Ј., и Станојевић, Г. (2010). Циркулација атмосфере и колебање падавина у Србији у периоду 1949–2004. *Гласник Српској географској друштва*, 90(2), 85–107.
- Дуцић, В., и Радовановић, М. (2002). Ђердап – Климатске особености Националног парка и његовог непосредног окружења. *Гласник Географској друштва Републике Српске*, 7, 139–146.
- Дуцић, В., и Радовановић, М. (2005). *Клима Србије*. Београд: Завод за уџбенике и наставна средства.
- Дуцић, В., Станојевић, Г., и Иконовић, В. (2010). Циркулација атмосфере и колебање температуре ваздуха у Србији у периоду 1949–2004. *Зборник радова Географској факултета Универзитета у Београду*, 58, 11–28.
- Дуцић, В., и Танасијевић, З. (1993). Појава тромбе у Ваљевском крају. *Гласник Српској географској друштва*, 73(1), 25–32.
- Живковић, Н. (2009). *Просечни годишњи и сезонски отицаји река у Србији*. Београд: Географски факултет Универзитета у Београду.
- Мађејка, М. (2003). *Клима и њен здравствени значај у бањама Србије*. Београд: Српско Географско Друштво.
- Миловановић, Б. (2010). *Клима Старе Јланине*. Београд: Географски институт „Јован Цвијић“ САНУ.
- Миловановић, Б. (2012). *Утицај савремених климатских фактора на колебање климе у Србији*. (Необјављена докторска дисертација). Географски факултет Универзитета у Београду, Београд.
- Милосављевић, М. (1953). *Метеорологија*. Београд: Научна књига.
- Милосављевић, Р. (1983). Биоклиматска рејонизација Босне и Херцеговине за потребе човека. *Зборник радова XI Конгреса географа Југославије*, (стр. 120–124).
- Оцокољић, М., Јовановић, В., Радовановић, М., и Вемић, М. (1994). Водни ресурси и режим вода шарпланинских жупа Горе, Опља и Средске. У Р. Лазаревић (Ур.), *Посебна издања Географској института „Јован Цвијић“ САНУ*. Београд: Географски институт „Јован Цвијић“ САНУ.
- Пецељ, Р. М. (1996а). Биоклиматске карактеристике Пећке бање. У Р. Илић (Ур.), *Зборник радова Физичко-географски процеси на Косову и Метохији* (стр. 31–39). Приштина: Универзитет у Приштини, ПМФ Одсек за географију.
- Пецељ, Р. М. (1996б). Биоклиматске карактеристике Буковичке бање. У П. Радичевић (Ур.), *Зборник реферата и закључака Научно-стручног скупа Минералне, термалне и изворске воде* (стр. 299–305). Београд: Екологија (Научно-стручно друштво за заштиту животне средине Србије).

- Пецељ, М., Попара, С., Јовић, Г. и Стевановић, В. (1997). Биоклиматске карактеристике Подунавља. У Б. Деррић, Б. Стојков, и Д. Ђорђевић (Ур), *Зборник радова научној скупштини „Подунавље у Србији“ – Уређење, заштити и развој* (стр. 182–185). Београд: Удружење урбаниста Србије.
- Радовановић, М. (1992). Климатске предиспозиције развоја Горе, Опоља и Средске. *Зборник радова Географског факултета Универзитета у Београду*, 40, 177–186.
- Радовановић, М. (1996). *Климатска регионализација Метихије*. Београд: Географски институт „Јован Цвијић“ САНУ.
- Радовановић, М. (2001). *Утицај рељефа и атмосферске циркулације на диференцијацију климата у Србији* (Необјављена докторска дисертација). Географски факултет Универзитета у Београду, Београд.
- Радовановић, М. (2009). Тромба код Инђије – Анализа случаја 06. јуна 2008. године. *Гласник Српског географског друштва*, 8(4), 295–304.
- Радовановић, М., и Васиљевић, Б. (2003). *Климатске одлике Метихијских Проклеђија*. Метихијске Проклеђије. Београд: Завод за заштиту природе Србије.
- Радовановић, М., Милошевић, М., и Белиј, С. (2003). Анализа просторне заступљености комбинованих климатских елемената у Србији. *Заштити и природе*, 54(1–2), 7–16.
- Ракићевић, Т. (1971). Утицај рељефа на доњу границу температуре на примеру Сјенице и Златибора. *Зборник радова ПМФ у Београду*, 18, 5–14.
- Ракићевић, Т. (1976). Климатске карактеристике источне Србије. *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“ САНУ*, 28, 41–60.
- Ракићевић, Т. (1979). Основне законитости у географском распореду падавина на територији СР Србије. *Зборник радова Географског института ПМФ*, 26, 5–18.
- Ракићевић, Т. (1980). Климатско рејонирање СР Србије. *Зборник радова Географског института ПМФ*, 27, 29–42.
- Ракићевић, Т., и Радовановић, М. (1994). Климатски услови и ресурси шарпланинских жупа Горе, Опоља и Средске. *Посебна издања Географског института „Јован Цвијић“ САНУ*, 40(1), 213–238.
- Станојевић, Г. (2010). Класификације циркулације атмосфере. *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“ САНУ*, 60(2), 27–37.
- Ђукић, Д. (1983). *Туристичка валоризација природних, етнографских и других културних јошеницијала Шар-планине*. Београд: Српско Географско друштво.
- Штрбац, Д. (2014). Одређивање количине и просторне расподеле падавина на територији Србије. *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“ САНУ*, 64(3), 267–277.
- * * *
- Abudssamatov, H. (2015). Current long-term negative average annual energy balance of the earth leads to the new little ice age. *Thermal Science*, 19 (Suppl. 2), 279–S288.
- Barry, R. G., & Chorley, R. J. (1992). *Atmosphere, weather and climate*. (6th Ed.). London and New York: Routledge.
- Belij, S., Ducić, V., & Radovanović, M. (2002). A contribution to the study of upper forest line on Stara Planina mountain, Serbia. *Development and state of environment*. International Scientific Conference in Memory of Prof. Dimitar Yaranov, Varna (pp. 276–286). Sofia: Šumenski univerzitet „Episkop Konstantin Preslavski“.
- Blazejczyk, K. (1994). New climatological-and-physiological model of the human heat balance outdoor (MENEX) and its applications in bioclimatological studies in different scales. *Zeszyty IgiPZ PAN*, 28, 27–58.
- Blazejczyk, K. (2004). Radiation Balance in Man in Various Meteorological and Geographical Conditions. *Geographia Polonica*, 77(1), 63–76.
- Büttner, K. (1938). *Physikalische Bioklimatologie: Probleme und Methoden*. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft.
- Büttner, K. (1951). Physical aspects of human Bioclimatology. In T. F. Malone (Ed.), *Compendium of Meteorology* (pp. 1112–1125). Boston, Massachusetts: American Meteorology Society.
- Čadež, M. (1964). *Vreme u Jugoslaviji*. Beograd: PMF, Meteorološki zavod.
- de Freitas, C. R. (1990). Recreation climate assessment. *International Journal of Climatology*, 10(1), 89–103.
- de Freitas, C. R. (2003). Tourism Climatology: evaluating environmental information for decision making and business planning in the recreation and tourism sector. *International Journal of Biometeorology*, 48(1), 45–54.
- Dobrilović, B. (1960). *Visinsko strujanje vazduha iznad Jugoslavije i prizemni karakteristični vetrovi*. Beograd: Meteorološki zavod, PMF u Beogradu.

- Domonkos, P., Kysely, J., Piotrowicz, K., Petrović, P., & Likso, T. (2003). Variability of extreme temperature events in South-Central Europe during the 20th century and its relationship with large-scale circulation. *International Journal of Climatology*, 23(9), 987–1010.
- Fanger, P. O. (1970). *Thermal Comfort – Analysis and Applications in Environmental Engineering*. Copenhagen: Danish Technical Press.
- Faust, V. (1977). *Biometeorologie*. Stuttgart: Hippokrates.
- Höppe, P. (1993). Heat balance modelling. *Experientia*, 49, 741–746.
- Huth, R., Beck, C., Philipp, A., Demuzere, M., Ustrnul, Z., Cahynova, M., Kysely, J., & Tveito, O. E. (2008). Classifications of Atmospheric Circulation Patterns. Recent Advances and Applications. *Trends and Direction in Climate Research: Ann. N.Y. Acad. Sci.* 1146, 105–152.
- Jendritzky, G., Sönnig, W., & Swantes, H. J. (1979). *Ein objektives Bewertungsverfahren zur Beschreibung des thermischen Milieus in der Stadt – und Landschaftsplanung (Klima-Michel-Model)*. Hannover: Beiträge d. Akad. f. Raumforschung u. Landesplanung 28.
- Knogler, G. (1803). *Die Meteorologie-Zum Gebrauch bey seinen Vorlesungen*. Landshut: Hagen.
- Lalić, D. (1967). Makro-tipovi atmosferske cirkulacije nad Jugoslavijom. Zbornik radova povodom proslave 20 godina rada i razvoja hidrometeorološke službe Jugoslavije, 271–300.
- Matzarakis, A., Rutz, F., & Mayer, H. (2006). Modelling the thermal bioclimate in urban areas with the RayMan Model. *PLEA 2006*, 2, 449–453.
- Milosavljević, M. (1972). *Meteorologija*. Beograd: Naučna knjiga.
- Milosavljević, M. (1984). *Klimatologija*. Beograd: Naučna knjiga.
- Milosavljević, M., & Milosavljević, K. (1963). Raspodela padavina u Istočnoj Srbiji pri vetrovima iz SZ kvadranta. RHMZ, Zbornik meteoroloških i hidroloških radova, 1.
- Plaznić, S. (1985). *Tehnička meteorologija*. Beograd: Naučna knjiga.
- Pleško, N. (1979). Turističko-zdravstveni aspekti klimatskih prilika na Jadranu. Zbornik referata. Druga konferencija o zaštiti Jadrana (srt. 203–212). Hvar.
- Pleško, N. (1983). Biometeorološki indeksi u ocjeni termičkog komfora Zagreba za vrijeme različitih sinoptičkih situacija. *Hrvatski meteorološki časopis*, 18(18), 3–16.
- Radinović, Dj. (1965). On forecasting of cyclogenesis in the West Mediterranean and other areas bounded by mountain ranges by baroclinic model. *Arch. Met. Geoph. Biokl., A* 14, 279–299.
- Radinović, Đ. (1981). *Vreme i klima Jugoslavije*. Beograd: Građevinska knjiga.
- Radinović, Đ., & Lalić, D. (1959). Ciklonska aktivnost u zapadnom Sredozemlju. Beograd: SHMZ.
- Radovanović, M. (2012). Basic Assumptions of the Heliocentric Climate Model. In V. M. Plusnin (Ed.), *Abstract book: Regional Responses to Global Environmental Change in North-East and Central Asia* (Tom 1, pp. 52–54). Irkutsk: Russian Academy of Sciences, Russian Geographical Society.
- Radovanović, M., & Bjeljic, Ž. (2004). A supplement to the knowledge of the atmospheric processes over Vojvodina. *Geografski Vestnik*, 76(1), 61–65.
- Radovanović, M., & Milovanović, B. (2003a). Methods to Complete the Missing Data on Precipitation in the Mountains of Serbia – Testing and Application. In J. L. Pyka, M. Dubicka, A. Szczepankiewicz-Szmyrka, M. Sobik, & M. Blas (Eds.), *Studia Geograficzne 75: No 2542. Man and climate in the 20th Century* (pp. 593–598). Wrocław: Institute of Geography, University of Wrocław and Polish Geophysical Society of Marshall of the Voivod of Lower Silesia.
- Radovanović, M., & Milovanović, B. (2003b). Influence of Artificial Lake on the Regime of Precipitation in the National Park Djerdap. In J. L. Pyka, M. Dubicka, A. Szczepankiewicz-Szmyrka, M. Sobik, & M. Blas (Eds.), *Studia Geograficzne 75: No 2542. Man and climate in the 20th Century* (pp. 421–428). Wrocław: Institute of Geography, University of Wrocław and Polish Geophysical Society of Marshall of the Voivod of Lower Silesia.
- Radovanović, M., Milovanović, B., Pavlović, M., Radivojević, A., & Stevanović, M. (2013). The Connection between the Solar Wind Charged Particles and the Tornado – Case Analysis. *Nuclear Technology & Radiation Protection*, 28(1), 52–59.
- Ranković, S. (1988). *Opšte karakteristike raspodele relativne vlažnosti vazduha, pritiska vazduha i vetra u Jugoslaviji. Prilog uz karte Atlasa klime Jugoslavije*. Beograd: SHMZ.

- Ranković, S., Radicević, D., & Sokolović, G. (1981). *Opšte karakteristike raspodele padavina u Jugoslaviji. Prilog uz karte Atlasa klime Jugoslavije*. Beograd: SHMZ.
- Salmi, T., Määttä, A., Anttila, P., Airola, T., & Amnell, T. (2002). *Detecting trends of annual values of atmospheric pollutants by the Mann-Kendall test and Sen's slope estimates-the excel template application MAKESENSE*. Retrieved from <http://en.ilmatieteenlaitos.fi/makesens>
- Sauberer, F. (1948). *Wetter, Klima und Leben: Grundzüge der Bioklimatologie*. Wien: Brüder Hollinek.
- Stanojević, G., & Ducić, V. (2011). *The Large-Scale Atmospheric Circulation and Extreme Temperature Events in Serbia*. Poster presented at 11th EMS/10th ECAM, Berlin. Retrieved from <http://meetingorganizer.copernicus.org/EMS2011/EMS2011-736.pdf>
- Stanojević, G. (2014). *The study of climate variability in Serbia using atmospheric circulation types*. Poster presented at 14th EMS/10th ECAC, Prague. Retrieved from <http://meetingorganizer.copernicus.org/EMS2014/EMS2014-21.pdf>
- Scharlau, K. (1950). Einführung eines Schwülemasstabes und Abgrenzung von Schwülezeiten durch Isohygrothermen. *Erdkunde*, 4, 188–201.
- Šegota, T. (1976). *Klimatologija za geografe*. Zagreb: Školska knjiga.
- Tromp, W. S. (1963). Human biometeorology. *International Journal of Biometeorology*, 7(2), 145–158.
- Tromp, W. S. (1980). *Biometeorology*. London Philadelphia Rheine: Heyden and Son.
- Vujević, P. (1953). Podneblje FNRJ. *Arhiv za poljoprivredne nauke*, 6(12), 3–46.
- Zaninović, K. (1983). Bioklimatske karakteristike Zagreba. *Hrvatski meteorološki časopis*, 18(18), 17–27.