

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ГЕОГРАФСКИ ФАКУЛТЕТ

мр Драган Б. Бурић

ДИНАМИКА И МОГУЋИ УЗРОЦИ
ТЕМПЕРАТУРНИХ И ПАДАВИНСКИХ
ЕКСТРЕМА НА ТЕРИТОРИЈИ ЦРНЕ ГОРЕ
У ПЕРИОДУ 1951-2010.

докторска дисертација

Београд, 2014.

UNIVERZITET U BEOGRADU
GEOGRAFSKI FAKULTET

mr Dragan B. Burić

DINAMIKA I MOGUĆI UZROCI
TEMPERATURNIH I PADAVINSKIH
EKSTREMA NA TERITORIJI CRNE GORE
U PERIODU 1951-2010.

doktorska disertacija

Beograd, 2014.

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF GEOGRAPHY

Dragan B. Burić

DYNAMICS AND POSSIBLE CAUSES OF
TEMPERATURE AND PRECIPITATION
EXTREMES IN THE TERRITORY OF
MONTENEGRO FROM 1951 TO 2010

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2014.

Ментор:

Др Владан Дуцић, редовни професор Географског факултет, Београд

Чланови комисије:

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

Датум одбране:

РЕЗИМЕ

Опште је мишљење да се са данашњом климом нешто дешава, да се мења. У дугој половини 20. и почетком 21. века је заиста присутан тренд пораста глобалне температуре ваздуха, и у то нема сумње. Међутим, када је у питању узрок пораста глобалне температуре и колебања климе у новије време, дефинитивног одговора још увек нема. По мишљењу једних човек је главни кривац, по мишљењу других данашњи тренд загревања планете и екстремни временски и климатски догађаји су део природног циклуса, односно доминације утицаја природних фактора.

Ова дисертација је имала два основна циља. Први је утврђивање динамике, а други могућих узрока температурних и падавинских екстрема на територији Црне Горе у периоду 1951-2010. Истраживање у оквиру наведене теме реализовано је детаљном анализом тренда и колебања преко 20 параметара температуре и падавина са 23 метеоролошке станице и испитивањем њихове везе са променама циркулације атмосфере. Овакав приступ потенцира два основна географска принципа: временски и просторни.

Да би се прецизније дефинисала „структура” промена два најважнија климатска елемента, урађена је комплексна анализа неколико индекса, дефинисаних од стране WMO-CCL/CLIVAR, који се користе у последње време у истраживању климатских промена, односно у истраживању промена екстрема насталих услед варијација климе. У циљу утврђивања узрока, са физичке тачке гледишта, у раду је испитана веза између параметара температуре и падавина са 16 телеконекционих образаца, на сезонском и годишњем нивоу.

У посматраном 60-годишњем периоду, тенденција пораста средње годишње температуре на територији Црне Горе, математички посматрано, последица је изразитог раста у топлијем делу године, нарочито од маја до августа. У зимској сезони су промене безначајне, док у јесењој доминира тренд захлађења. Са сезонским и годишњим сумама падавина на територији Црне Горе, у периоду од 1951. до 2010. године, ништа се битније не дешава. Међугодишње варијације, које иначе карактеришу овај елемент, нису повећане у последње време, нити тренд компонента показује значајне промене.

Спуштајући анализу на дневне екстреме, на територији Црне Горе се све чешће јављају максималне и минималне дневне температуре које имају „топлије”

вредности и у већем делу земље постоји тренд пораста броја дана са интензивним падавинама, али је углавном безначајан .

Процена утицаја неколико великих и углавном удаљених телеконекионих образаца је показала да њихова варијабилност утиче на посматране параметре температуре и падавина на територији Црне Горе, како у погледу сезонских средњих вредности, односно сума, тако и на учесталост и интензитет екстремних догађаја приказаних помоћу климатских индекса.

Резултати добијени у овом раду су углавном у складу са општом представом о глобалном отопљавању, али неретко су уочене и одређене нелогичности, које нису у сагласности са моделима IPCC. Истраживања су јасно показала да је погрешно стављати акценат на искључиву и постојану доминацију једног фактора, јер је очигледно да се ради о интеракцијском деловању више утицаја. Истина, у последње време су оборени поједини рекорди и повећана је честина одређених временских и климатских екстрема, али се ништа забрињавајуће не дешава, нити се детектује значајнија погођеност система екологије и човековог живота и рада.

Кључне речи: температурни и падавински екстремни, индекси, тренд, осцилације атмосфере, Црна Гора.

Научна област: Географија

Ужа научна област: Физичка географија

УДК број:

RESUME

The general opinion about the climate today is that something is happening, changing. Undoubtedly, in the second half of the 20th and the beginning of the 21st century the increase in global air temperature is present. Nevertheless, there is still no answer when the increase in temperature and climate fluctuation is in question. Some people think that humans are responsible for that, others believe that planet heating and extreme weather and climate events are a part of a natural cycle, that is, a part of strong influence of natural factors.

This dissertation had two basic aims. The first one is determination of the dynamics, and the second one is determination of possible causes of temperature and precipitation extremes in the territory of Montenegro from 1951 to 2010. The research on the topic was realized by a detailed analyses of trends and fluctuation of over 20 parameters of temperature and precipitation from 23 meteorological stations as well as studying their connections with the changes in atmosphere circulation. This kind of approach emphasizes two basic geographical principles: time and space.

In order to define “the structure” of the two most important climate elements more precisely, a complex analysis of several indexes has been done. They are defined by WMO-CCL/CLIVAR that has been used lately in climate changes research, that is, in the research of the changes of extremes that appeared because of climate variations. In order to define the cause, from a physical point of view, the connection between temperature and precipitation parameters with 16 teleconnection patterns, on seasonal and annual level has been examined.

In the monitored 60-year period, the tendency of increasing average annual temperature in the territory of Montenegro, from the mathematical point of view, is the consequence of a distinct increase during the warm part of the year, especially from May to August. During the winter the changes are insignificant, but in autumn the trend of cooling dominates. There were no significant events in seasonal and annual sums of precipitation in Montenegro during the 1951-2010 period. Interannual variations, that define this element, have not been increased lately and the trend component has not shown significant changes.

By narrowing down the analyses to daily extremes, the maximal and minimal daily temperatures that reach „warmer“ values, in the territory of Montenegro, are more

common. In addition, in a larger area of the country there is an increase of the number of the intensive precipitation days, but it is mostly insignificant.

The evaluation of the influence of large-scale and mostly remote teleconnection patterns showed that their variability influence the monitored parameters of temperature and precipitation in the territory of Montenegro, in seasonal average values, or sums, as well as in frequency and intensity of the extreme events presented with climate indexes.

The results given in this work are mostly in accordance to the general idea about global warming, but also, some inconsistencies, that are not in accordance to IPCC models, have been noticed. These researches clearly state that it is wrong to emphasize the only and consistent domination of one factor, because it is obviously an interaction of many influences. It is true that some records have been broken lately and the frequency of certain weather and climate extremes have been increased. Still, there are no disturbing events and significant impact on ecology and human life and work have not been noticed.

Key words: temperature and precipitation extremes, indexes, trend, atmospheric oscillations, Montenegro.

Scientific area: Geography

Scientific sub-area: Physical geography

UDC number:

САДРЖАЈ

СПИСАК СЛИКА	i
СПИСАК ТАБЕЛА	ii
УВОД	1
БАЗА ПОДАТАКА И МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЊА	2
3. ПРОМЕНЕ ТЕМПЕРАТУРЕ ВАЗДУХА	5
1.1. Осврт на досадашња истраживања	5
1.2. Промене средње температуре на територији Црне горе	13
1.2.1. Колебање и тренд средње зимске температуре	13
1.2.2. Колебање и тренд средње пролећне температуре	16
1.2.3. Колебање и тренд средње летње температуре	19
1.2.4. Колебање и тренд средње јесење температуре	25
1.2.5. Колебање и тренд средње годишње температуре	28
4. ПРОМЕНЕ КОЛИЧИНЕ ПАДАВИНА	34
2.1. Преглед досадашњих истраживања	34
2.2. Промене количине падавина на територији Црне Горе	38
2.2.1. Колебање и тренд зимских сума падавина	39
2.2.2. Колебање и тренд пролећних сума падавина	43
2.2.3. Колебање и тренд летњих сума падавина	47
2.2.4. Колебање и тренд јесењих сума падавина	51
2.2.5. Колебање и тренд годишњих сума падавина	54
3. ИСПИТИВАЊЕ СТАТИСТИЧКЕ ЗНАЧАЈНОСТИ РАЗЛИКЕ ИЗМЕЂУ СРЕДЊЕ ГОДИШЊЕ ТЕМПЕРАТУРЕ И КОЛИЧИНЕ ПАДАВИНА И ЊИХОВИХ ДИСПЕРЗИЈА ПЕРИОДА 1951-1980. И 1981-2010.	59
3.1. Статистичка значајност разлике температуре и падавина два периода	59
3.2. Статистичка значајност разлике дисперзије два периода	62
6. ДИНАМИКА ПРОМЕНА ЕКСТРЕМНИХ ТЕМПЕРАТУРА И ПАДАВИНА... 64	
4.1. Динамика промена средњих екстремних температура	64
4.1.1. Тренд средње максималне температуре	65
4.1.2. Тренд средње минималне температуре	67
6.2. Динамика промена екстремних падавина	71
6. ИНДЕКСИ КЛИМАТСКИХ ЕКСТРЕМА	78
5.1. Увод	78
5.2. Климатски индекси температурних екстрема	81
5.2.1. Хладни температурни индекси	82
5.2.1.1. Мразни дани – FD	82
5.2.1.2. Хладни дани – T _{x10p}	84
5.2.1.3. Хладне ноћи – T _{n10p}	87
5.2.1.4. Ледени дани – ID	90
5.2.2. Топли температурни индекси	92
5.2.2.1. Летњи и тропски дани – SU и TD	92
5.2.2.2. Топли дани – T _{x90p}	95

5.2.2.3. Топле ноћи – Tn90p	98
5.2.2.4. Тропске ноћи – TR	103
7.3. Климатски индекси падавинских екстрема	107
7.3.1. Сушни дани – DD	108
7.3.2. Дневни интензитет падавина по падавинском дану – SDII	111
7.3.3. Умерено влажни дани – R75p	114
7.3.4. Врло влажни дани – R95p	118
7.3.5. Дневни интензитет падавина по врло влажном дану – R95pTOT	122
5.3.6. Учешће дневних количина падавина у врло влажним данима у укупној сезонској и годишњој суми – $\Sigma R95p \Sigma R$	127
7.3.7. Максимална 1-дневна и 5-дневна количина падавина - Rx1d, Rx5d..	132
7. СТАНДАРДИЗОВАНИ ПАДАВИНСКИ ИНДЕКС – SPI	140
8.1. Опште о суши	140
8.2. Методологија прорачуна SPI	142
8.3. SPI за зиму – DJF	146
8.4. SPI за пролеће – MAM	148
8.5. SPI за лето – JJA	150
8.6. SPI за јесен – SON	153
8.7. SPI за годину – J-D	155
9. МОГУЋИ УЗРОЦИ КОЛЕБАЊА ТЕМПЕРАТУРЕ И ПАДАВИНА	157
9.1. Утицај приземних телеконекционих образаца	158
9.1.1. Северноатлантска осцилација – NAO-SLP	158
9.1.2. Атлантска мултидекадна осцилација – AMO	162
9.1.3. Арктичка осцилација – AO	169
9.1.4. Медитеранска осцилација – MO	174
9.1.5. Западномедитеранска осцилација – WEMO	179
9.1.6. Ел Нињо јужна осцилација – ENSO	183
9.2. Утицај висинских телеконекционих образаца	186
9.2.1. Пацифичке телеконекције – PNA, PT, TNH, EPNP, WP	187
9.2.2. Атлантске телеконекције – NAO, EA, EAWR, SCAND, POLEUR	190
9.2.2.1. Северноатлантска осцилација – NAO-500 mb	190
9.2.2.2. Источноатлантска осцилација – EA	192
9.2.2.3. Источноатлантска-Западноруска осцилација – EAWR	196
9.2.2.4. Скандинавска осцилација – SCAND	199
9.2.2.5. Поларна-Евроазијска осцилација – POLEUR	203
9.3. Узроци екстремне температуре и падавина 2007. и 2010.	207
ЗАКЉУЧАК	209
ЛИТЕРАТУРА	214
ПРИЛОЗИ ..	224
БИОГРАФИЈА	244

СПИСАК СЛИКА

1. Локације и надморска висина метеоролошких станица укључених у анализу	3
1.1. Процентуална заступљеност екстремних догађаја у 102 земље света по декадама у периоду 1961-2010. Највећа 24-часовна количина падавина (ступци лево), најнижа минимална температура ваздуха (ступци у средини) и највиша максимална температура ваздуха (ступци десно) (http://www.wmo.int/pages/mediacentre/press_releases/pr_943_en.html)	7
1.2. Прираштај глобалне емиције и концентрације CO ₂ и корелација између ова два параметра за период 1991-2012	13
1.3. Стандардизована одступања (лево) и расподела перцентиала (десно) средње пролећне температуре (МAM) на територији Црне Горе у целини у периоду 1951-2010.	18
1.4. Стандардизована одступања (лево) и расподела перцентиала (десно) средње летње температуре (ЈЈА) на територији Црне Горе у целини у периоду 1951-2010.	21
1.5. Вирпазар – градић уз обалу Скадарског језера и у подножју планине Суторман	23
1.6. Стандардизована одступања (лево) и расподела перцентиала (десно) средње годишње температуре (Ј-Д) на територији Црне Горе у целини у периоду 1951-2010.	29
1.7. Тренд средњих месечних температура на простору Црне Горе у целини по Сененом методу у период 1951-2010.	32
1.8. Расподела тренда средњих сезонских температура на територији Црне Горе у периоду 1951-2010.	33
4.1. Метеоаларм за дан 10.5.2013. године (http://www.meteoalarm.eu/)	73
4.2. Тренд годишњег броја дана са падавинама ≥ 30 mm за период 1951-2010.	76
5.1. Расподела тренда сезонског и годишњег броја хладних дана (Тх10р) на територији Црне Горе у периоду 1951-2010.	86
5.2. Расподела тренда сезонског и годишњег броја хладних ноћи (Тх10р) на територији Црне Горе у периоду 1951-2010.	89
5.3. Тренд годишњег броја мразних дана (ID) у периоду 1951-2010.	91
5.4. Расподела тренда годишњег и сезонског броја топлих дана (Тх90р) на територији Црне Горе у периоду 1951-2010.	97
5.5. Расподела тренда сезонског и годишњег броја топлих ноћи (Тн90р) на територији Црне Горе у периоду 1951-2010.	102
5.6. Тренд годишњег и сезонског броја умерено влажних и врло влажних дана (R75р и R95р) на територији Црне Горе у целини у периоду 1951-2010. и 1981-2010.	121
5.7. Прогнозиране вредности CAPE индекса, показатеља енергије нестабилности, оперативног WRF модела за дан 11. јул 2013.	125
5.8. Тренд учешћа дневних количина падавина у врло влажним данима у укупној сезонској и годишњој суми ($\Sigma R95p\Sigma R$ у %) у периоду 1981-2010.	130
5.9. Дневне вредности ($^{\circ}C$) минималне температуре током 2003. године, 10-ог и 90-ог перцентиала Tn за период 1961-1990. у Подгорици	139
6.1. Изразито сушне године у Европи (http://ec.europa.eu/internal_market/insurance/docs/natural/catastrophes/conference-20111018/jol_en.pdf)	141
6.2. Расподела тренда SPI за август у периоду 1951-2010. (SPI1, SPI3 и SPI6) и 1952-2010. (SPI9 и SPI12)	152
6.3. Расподела тренда SPI за новембар у периоду 1951-2010. (SPI1, SPI3, SPI6 и SPI9) и 1952-2010. (SPI12)	154

7.1. Стандардизована одступања зимских сума падавина на територији Црне Горе и NAO индекса (SLP) за период 1951-2010.	160
7.2. Вредности глобалне температуре и АМО индекса у периоду од 1880. до 2008. године (http://www.climate.gov/search?search=amo)	164
7.3. Промене приземне (NASAGISS) и висинске температуре (MSU) изнад северне хемисфере у целини, односно АМО индекса за период 1981-2010.	168
7.4. Међудекадне промене Арктичке осцилације (АО) и сума падавина (RR), броја сушних дана (DD), умерено влажних дана (R75p) и стандардизованог падавинског индекса (SPI3) за зимску сезону на територији Црне Горе у целини за период 1951-2010.	172
7.5. Корелација између релативне влажности (RH) и АО индекса за зимски период (децембар-март) у приземљу (лево) и на 850 mb површи (десно) у периоду 1951-2010. (Givati and Rosenfeld, 2013)	174
7.6. Изокорелате између зимских вредности индекса Медитеранске осцилације (MOI-1) и параметара падавина (зимских сума –RR, броја умерено влажних дана – R75p, броја сушних дана – DD и стандардизованог падавинског индекса – SPI3) на територији Црне Горе за период 1958-2010.	177
7.7. Позитивна (лево) и негативна (десно) фаза WeMO (http://atomiumculture.eu/content/unknown-western-mediterranean-oscillation)	181
7.8. Региони чија се површинска температура воде користи као показатељ ENSO (http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/lanina/ENSO_evolution-status-fcsts-web.pdf)	184
7.9. Стандардизована одступања NAO-500 mb индекса и параметара падавина за зимску сезону и на годишњем нивоу на територији Црне Горе у целини, за период 1951-2010.	192
7.10. Стандардизована одступања EA индекса и летњих параметара температуре на територији Црне Горе у целини, за период 1951-2010.	195
7.11. Корелација између NAO, АО, EAWR и SCAND и учесталости дана са екстремним падавинама (R95p) за октобар-новембар (а), децембар-јануар (b) и фебруар-март (с), за период 1961-2000. (Krichak et al., 2013)	203
7.12. Структура атмосфере на нивоу мора и AT 500 hPa на дан 24. 8. 2007. (слика лево) и 1. 12. 2010. (слика десно)	208

СПИСАК ТАБЕЛА

1.1. Пројектоване вредности глобалне температуре и нивоа мора до краја 21. века у односу на просек периода 1980-1999. на основу различитих сценарија (IPCC, 2007)	6
1.2. Термичка класификација зима на основу перцентила на станицама ХМЗ мреже у периоду 1951-2010.	15
1.3. Тренд средње зимске температуре на станицама ХМЗ мреже у периоду 1951-2010. по једначини најмањих квадрата (L) и Сененом методу (Q) и његова значајност према t и Z-тесту.....	16
1.4. Термичка класификација пролећа на основу перцентила на ХМЗ станицама у периоду 1951-2010.	17
1.5. Тренд средње пролећне температуре на станицама ХМЗ мреже у периоду 1951-2010. по једначини најмањих квадрата (L) и Сененом методу (Q) и његова значајност према t и Z-тесту.....	19
1.6. Термичка класификација лета на основу перцентила на станицама ХМЗ мреже у периоду 1951-2010.	20

1.7. Тренд средње летње температуре на станицама ХМЗ мреже у периоду 1951-2010. по једначини најмањих квадрата (L) и Сеновом методу (Q) и његова значајност према t и Z-тесту	22
1.8. Пет најтоплијих дана и лета на простору Европе у целини (температура рачуната по гридовима од $0,25^{\circ}$ λ и φ)	24
1.9. Термичка класификација јесени на основу перцентиала на станицама ХМЗ мреже у периоду 1951-2010.	26
1.10. Тренд средње јесење температуре на станицама ХМЗ мреже у периоду 1951-2010. по једначини најмањих квадрата (L) и Сеновом методу (Q) и његова значајност према t и Z тесту	27
1.11. Термичка класификација година на основу перцентиала на станицама ХМЗ мреже у периоду 1951-2010.	29
1.12. Тренд средње годишње температуре на станицама ХМЗ мреже у периоду 1951-2010. по једначини најмањих квадрата (L) и Сеновом методу (Q) и његова значајност према t и Z тесту	30
1.13. Тренд средњих месечних температура на територији Црне Горе у периоду 1951-2010. по Сеновом методу и његова значајност по МК тесту	31
2.1. Класификација зимских сума падавина на основу перцентиала на станицама ХМЗ мреже у периоду 1951-2010.	40
2.2. Тренд коефицијента варијације (Cv) зимских сума падавина за 30-годишње периоде с кораком од једне године у периоду 1951-2010. и 1970-2010. према Сеновом методу и МК тесту.....	41
2.3. Тренд зимских сума падавина на станицама ХМЗ мреже у периоду 1951-2010. по једначини најмањих квадрата (L) и Сеновом методу (Q) и његова значајност према t и МК тесту	42
2.4. Класификација пролећних сума падавина на основу перцентиала на станицама ХМЗ мреже у периоду 1951-2010.	44
2.5. Тренд коефицијента варијације (Cv) пролећних сума падавина за 30-годишње периоде с кораком од једне године у периоду 1951-2010. и 1970-2010.	45
2.6. Тренд пролећних сума падавина на станицама ХМЗ мреже у периоду 1951-2010. по једначини најмањих квадрата (L) и Сеновом методу (Q) и његова значајност према t и МК тесту	46
2.7. Класификација летњих сума падавина на основу перцентиала на станицама ХМЗ мреже у периоду 1951-2010.	48
2.8. Тренд коефицијента варијације летњих сума падавина за 30-годишње периоде с кораком од једне године у периоду 1951-2010. и 1970-2010.	50
2.9. Тренд пролећних сума падавина на станицама ХМЗ мреже у периоду 1951-2010. по једначини најмањих квадрата (L) и Сеновом методу (Q) и његова значајност према t и МК тесту	51
2.10. Класификација јесењих сума падавина на основу перцентиала на станицама ХМЗ мреже у периоду 1951-2010.	52
2.11. Тренд коефицијента варијације јесењих сума падавина за 30-годишње периоде с кораком +1 у периоду 1951-2010. и 1970-2010., према Сеновом методу и МК тесту ...	53
2.12. Тренд јесењих сума падавина на станицама ХМЗ мреже у периоду 1951-2010. по једначини најмањих квадрата (L) и Сеновом методу (Q) и његова значајност према t и Z тесту	54
2.13. Класификација годишњих сума падавина на основу перцентиала на станицама ХМЗ мреже у периоду 1951-2010.	55
2.14. Тренд коефицијента варијације годишњих сума падавина за 30-годишње периоде с кораком од једне године у периоду 1951-2010. и 1970-2010., према Сеновом методу и МК тесту.....	57

2.15. Тренд годишњих сума падавина на станицама ХМЗ мреже у периоду 1951-2010. по једначини најмањих квадрата (L) и Сеновом методу (Q) и његова значајност према t и МК тесту	58
3.1. Статистичка значајност разлике средње (Tsr), средње максималне (Txsr), средње минималне (Tnsr) годишње температуре и годишњих сума падавина периода 1951-1980. (\bar{x}_1) и 1981-2010. (\bar{x}_2)	61
3.2. Статистичке значајности промене дисперзије годишње средње (Tsr), средње максималне (Txsr) и средње минималне (Tnsr) температуре, односно просечних годишњих падавина периода 1951-1980. (Sd_1^2) и 1981-2010. (Sd_2^2)	63
4.1. Тренд средње месечне максималне температуре у Црној Гори за период 1951-2010. ..	65
4.2. Тренд и статистичка значајност промена средње сезонске и годишње максималне температуре у Црној Гори за период 1951-2010.	66
4.3. Тренд средње месечне минималне температуре у Црној Гори за период 1951-2010. ...	68
4.4. Тренд и статистичка значајност промена средње сезонске и годишње минималне температуре у Црној Гори за период 1951-2010.	70
4.5. Тренд годишње честине дана са висином падавина ≥ 30 mm у периоду 1951-1980. и 1981-2010. (број дана по декади)	76
5.1. Индекси температурних и падавинских екстрема (скраћенице и дефиниције дате по стандардизацији WMO-CCL/CLIVAR, Радне групе за утврђивање климатских промена.....	79
5.2. Просечне годишње вредности температурних индекса за период 1961-1990.	81
5.3. Тренд броја мразних дана (FD) у периоду 1951-2010.	83
5.4. Тренд броја хладних дана (Tx10p) у периоду 1951-2010.	85
5.5. Тренд броја хладних ноћи (Tn10p) у периоду 1951-2010.	88
5.6. Тренд броја летњих дана (SU) у периоду 1951-2010.	93
5.7. Основни показатељи годишњег броја тропских дана (TD) – просек, максимална вредност и годишњи тренд за период 1951-2010.	94
5.8. Тренд броја топлих дана (Tx90p) у периоду 1951-2010.	96
5.9. Тренд броја топлих ноћи (Tn90p) у периоду 1951-2010.	100
5.10. Тренд годишњег броја тропских ноћи (TR) у периоду 1951-2010.	104
5.11. Годишње просечне вредности падавинских индекса за период 1961-1990.	107
5.12. Тренд сушних дана (DD) у периоду 1951-2010.	109
5.13. Тренд годишњег броја сушних ($Rd < 1$ mm) и падавинских ($Rd \geq 1$ mm) дана у периоду 1951-2010.	110
5.14. Тренд просечног дневног интензитета падавина по падавинском дану за $Rd \geq 1$ mm (SDII у mm) у периоду 1951-2010.	112
5.15. Тренд просечног дневног интензитета падавина по падавинском дану за $Rd \geq 1$ mm (SDII у %) у периоду 1951-2010.	113
5.16. Годишње и сезонске вредности 75-ог перцентила (у mm) дневних сума падавина за $Rd \geq 1$ mm за период 1961-1990.	115
5.17. Тренд умерено влажних дана (R75p) у периоду 1951-2010.	117
5.18. Тренд умерено влажних дана (R75p) у периоду 1981-2010.	117
5.19. Годишње и сезонске вредности 95-ог перцентила (у mm) дневних сума падавина за $Rd \geq 1$ mm за период 1961-1990.	119
5.20. Тренд врло влажних дана (R95p) у периоду 1951-2010.	120
5.21. Тренд просечног дневног интензитета падавина по врло влажном дану (R95pTOT у mm) у периоду 1951-2010.	124
5.22. Тренд просечног дневног интензитета падавина по врло влажном дану (R95pTOT у %) у периоду 1951-2010.	125
5.23. Тренд годишњег броја врло влажних дана (R95p) и годишњег просечног дневног интензитета падавина по врло влажном дану (R95pTOT) у периоду 1981-2010.	126

5.24. Тренд учешћа дневних количина падавина у врло влажним данима у укупној сезонској и годишњој суми ($\Sigma R_{95p} \Sigma R$ у %) у периоду 1951-2010.	128
5.25. Тренд апсолутно максималних 1-дневних (R_{x1d}), односно 5-днјевних количина падавина у 5 узастопних падавинских (R_{x5d}) и календарских (R_{x5dk}) дана у пњериоду 1981-2010.	135
6.1. Класификација падавинских прилика на основу вредности SPI.....	144
6.2. Тренд SPI за фебруар у периоду 1951-2010. (SPI1), односно 1952-2010. (SPI3, SPI6, SPI9 и SPI12)	147
6.3. Тренд SPI за мај у периоду 1951-2010. (SPI1 и SPI3), односно 1952-2010. (SPI6, SPI9 и SPI12)	149
6.4. Тренд SPI за август у периоду 1951-2010. (SPI1, SPI3 и SPI6), односно 1952-2010.(SPI9 и SPI12)	151
6.5. Тренд SPI за новембар у периоду 1951-2010. (SPI1, SPI3, SPI6 и SPI9), односно 1952-2010. (SPI12)	153
6.6. Тренд SPI за децембар у периоду 1951-2010. (SPI1, SPI3, SPI6, SPI9 и SPI12)	156
7.1. Параметри температуре и падавина коришћени за испитивање везе са телеконекиционим образцима.	157
7.2. Списак коришћених приземних варијабли.....	158
7.3. Матрица корелација између NAO-SLP индекса и параметара температуре и падавина на сезонском и годишњем нивоу на територији Црне Горе у целини, за период 1951-2010.	161
7.4. Матрица корелација између АМО индекса и параметара температуре и падавина на сезонском и годишњем нивоу на територији Црне Горе у целини, за период 1951-2010.	166
7.5. Матрица корелација између АО индекса и параметара температуре и падавина на сезонском и годишњем нивоу на територији Црне Горе у целини, за период 1951-2010.	171
7.6. Матрица корелација између MOI-1 (горњи део табеле), односно MOI-2 (доњи део табеле) индекса и параметара температуре и падавина на сезонском и годишњем нивоу на територији Црне Горе у целини, за период 1958-2010.	178
7.7. Матрица корелација између WeMO индекса и параметара температуре и падавина на сезонском и годишњем нивоу на територији Црне Горе у целини, за период 1951-2009.	183
7.8. Матрица корелација између показатеља ENSO и сезонских параметара температуре и падавина на територији Црне Горе у целини, за период 1951-2010.	185
7.9. Списак коришћених висинских варијабли	187
7.10. Матрица корелација између NAO-500 mb индекса и параметара температуре и падавина на сезонском и годишњем нивоу на територији Црне Горе у целини, за период 1951-2010.	191
7.11. Матрица корелација између EA индекса и параметара температуре и падавина на сезонском и годишњем нивоу на територији Црне Горе у целини, за период 1951-2010.	195
7.12. Матрица корелација између EAWR индекса и параметара температуре и падавина на сезонском и годишњем нивоу на територији Црне Горе у целини, за период 1951-2010.	198
7.13. Матрица корелација између SCAND индекса и параметара температуре и падавина на сезонском и годишњем нивоу на територији Црне Горе у целини, за период 1951-2010.	201
7.14. Матрица корелација између POLEUR индекса и параметара температуре и падавина на сезонском и годишњем нивоу на територији Црне Горе у целини, за период 1951-2010.	205

УВОД

Савремено колебање климе је актуелна и изазовна тема. Често се постављају питања на која научници покушавају да одговоре: да ли се мења данашња клима? Због чега, шта је узрок? У науци су пожељна различита мишљења, али се стиче утисак да у вези ове проблематике постоји доминација две непомирљиве позиције - оних који протежирају став о утицају људи на појачавање ефекта стаклене баште и других који истичу да је у питању доминација природних фактора.

Ова дисертација је имала два основна циља. Први је утврђивање динамике, а други могућих узрока температурних и падавинских екстрема (на сезонском и дневном нивоу) на територији Црне Горе у периоду 1951-2010. Истраживање у оквиру наведене теме реализовано је детаљном анализом тренда и колебања преко 20 параметара температуре и падавина са 23 метеоролошке станице. Такође су презентовани и резултати истраживања који се односе на процену утицаја варијације атмосферске циркулације на колебање разматраних параметара температуре ваздуха и количине падавина.

Материја коју третира дисертација систематизована је у 7 поглавља или глава. У раду је дата детаљна анализа колебања и тренда средње годишње, сезонске и месечне температуре ваздуха (глава 1), а у делу 2 сезонских и годишњих сума падавина на територији Црне Горе. Поглавље 3 се бави испитивањем статистичке значајности разлике између годишњих вредности средње, средње максималне и средње минималне температуре и сума падавина, као и њихових дисперзија, периода 1951-1980. и 1981-2010. У поглављу 4 анализирана је динамика екстремних температура и падавина у посматраном 60-годишњем периоду. Даље, у поглављу 5 разматрани су климатски индекси падавинских и температурних екстрема у Црној Гори. Индекси дневних екстрема су недавно, по препоруци Светске метеоролошке организације (WMO), почели да се користе у проучавању климатских промена. Један од најчешће коришћених показатеља суше је Стандардизовани индекс падавина (SPI). Ради се о релативно новом сушном индексу, који је разматран у поглављу 6. У делу дисертације у коме се говори о могућим узроцима колебања температуре и падавина, односно појаве њихових екстрема (7. глава), разматран је утицај 16 телеконекиционих образаца.

БАЗА ПОДАТАКА И МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЊА

Мађарска метеоролошка служба је развила два софтверска пакета за екстраполацију и испитивање хомогености низова метеоролошких података, MASH и MISH метод. Првобитне верзије (Szentimrey, 2003; Szentimrey, Bihari, 2007) оба софтверска пакета су модификоване, а коначне су аутори презентовали у оквиру обуке „Примена климатолошких метода за интерполацију и хомогенизацију”, која је одржана од 2. до 5. фебруара 2010. године у Будимпешти.

Након тестирања неколико метода за ове намене, а у циљу једнообразности, Светска метеоролошка организација (у даљем тексту WMO - World Meteorological Organization) је препоручила коришћење MASH v3.02 и MISH v1.02, нарочито када се ради са дневним подацима. Коначне верзије софтвера MASH v3.02 и MISH v1.02 се могу преузети на сајту¹.

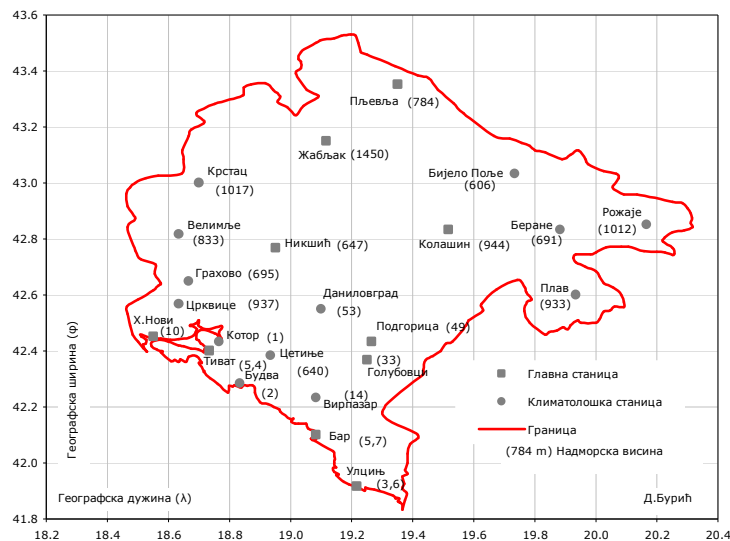
За потребе овог рада примењена су оба метода. Поменути методи користе Кригинг алгоритме за интерполацију и на бази података свих околних станица врши се процена одговарајуће дневне вредности (падавина, средње, мах и мин температуре) у гридовима од по 100 x 100 m.

У финалну анализу синтетизовани су подаци о температури ваздуха и количини падавина (у даљем тексту температура и падавине) са 10 главних и 13 климатолошких станица. При томе, обухваћен је готово читав период инструменталних осматрања, од 1951. до 2010. године (за почетну годину континуираних осматрања у Црној Гори узима се 1949). На слици 1 дате су локације метеоролошких станица укључених у анализу.

Осим општих научних метода (анализа, синтеза, компарација), у поступку истраживања примењена је стандардна математичко-статистичка методологија: тренд компонента, метод диференције, стандардизовано одступање, метод перцентила, клизни средњаци итд.

Категоризација одступања чланова временских серија разматраних параметара температуре и падавина, за период 1951-2010, урађена је помоћу метода перцентила и стандардизованих (нормализованих) аномалија, а као базни коришћен је период 1961-1990. (климатска нормала).

¹ http://www.dmcsee.eu/index.php?option=com_docman&Itemid=26



Слика 1. Локације и надморска висина метеоролошких станица укључених у анализу

Тренд разматраних параметара температуре и падавина прорачунат је једначином најмањих квадрата и Сеновим методом. У суштини, оба метода подразумевају линеарност тренда, пу су резултати слични, некада и индентични. Значајност тренда, који је прорачунат једначином најмањих квадрата, одређен је на основу укупног броја чланова низа умањеног за два ($n - 2$ степени слободe) и коефицијента детерминације (R^2), односно помоћу параметарског Студентовог или t -теста, по формули (Наап, 1977):

$$t = R \sqrt{\frac{n-2}{1-R^2}} = \frac{b_1}{s \sqrt{SS_x}}$$

b_1 – коефицијент линеарне регресије, s – стандардна девијација, SS_x - суме квадрата независно променљиве (време у анализи тренда).

Метод линеарне регресије, иначе најчешће коришћени параметарски модел за детекцију тренда, полази од претпоставке да је расподела нормална (McBean, Motiee, 2008). Међутим, утврђено је да метеоролошке и хидролошке променљиве не задовољавају све критеријуме за нормалну расподелу у низу (Viessman et. al., 1989), посебно када су у питању количински елементи (падавине, осунчавање, испаравање, протицај итд.). Зато многи аутори истичу предност коришћења непараметарских тестова за детекцију и значајност тренда дате временске серије, пре свега *Sen's slope estimates* и *Mann-Kendall* (Olofintoye, Sule, 2010; Šumenjak, Šuster, 2011; Mondal et al., 2012), због мањег броја претпоставки

потребних за њихову имплементацију. Дакле, основна предност Сеновог метода и Мен-Кендаловог теста је у томе што је мање захтеван од t-теста. Мен-Кендал тест се заснива на прорачуну варијансе (S). За $N > 10$, вредност Z статистике се добија (Salmi et al., 2002):

$$Z = \begin{cases} (S-1)/\sqrt{\text{VAR}(S)} \xrightarrow{\alpha} S > 0 \\ 0 \xrightarrow{\alpha} S = 0 \\ (S+1)/\sqrt{\text{VAR}(S)} \xrightarrow{\alpha} S < 0 \end{cases}$$

С обзиром на то да у низовима није било недостајућих података, варијанса нагиба (VAR(S)), рачуната је по формули:

$$\text{VAR}(S) = \frac{n \cdot (n-1) \cdot (2n+5)}{18}$$

n - укупан број временских инстанци датог низа.

Сенов метод подразумева да је тренд линеаран, тј. (Olofintoye, Sule, 2010):

$$f(t) = B + Q \cdot t, \text{ где је: } Q - \text{нагиб, } B - \text{константа и } t - \text{време.}$$

Оцена нагиба тренда (Q) рачуна се по образцу: $Q = \frac{x_j - x_k}{j - k}$

Где индекси j и k означавају временску инстанцу (нпр. године) и $j > k$.

Значајност тренда се оцењује помоћу Z вредности добијене формулом и теријске која је дата у табели двостраног теста за ниво од: $\alpha = 0,10, 0,05, 0,01$ и $0,001$. Позитивна (негативна) вредност Z указује на тренд пораста (пада).

Статистичка значајност разлике између средњих годишњих и сезонских вредности температуре и падавина и дисперзије два 30-годишња периода, 1951-1980. и 1981-2010., проверена је помоћу Студентовог и Фишеровог теста.

Квантификовање повезаности између разматраних параметара температуре и падавина на територији Црне Горе и показатеља варијабилности атмосферске циркулације, урађено је помоћу корелационе анализе. Значајност везе (коефицијента корелације) испитана је помоћу t-теста. Треба истаћи да је мерена корелација између две променљиве (x и y), којом се формално не потврђује узрочно-последични однос.

Просторна дистрибуција тренда појединих температурних и падавинских параметара, урађена је коришћењем рачунарског програма SURFER. Овај програм садржи низ интерполационих техника, а за дисециране и рашчлањене терене, најпоузданији је Кригинг метод (Burrough, McDonnell, 1998), па је интерполација између тачака (станица) мреже урађена помоћу овог метода. О методологији прорачуна SPI и климатских индекса биће речи у наставку.

1. ПРОМЕНЕ ТЕМПЕРАТУРЕ ВАЗДУХА

1.1. Осврт на досадашња истраживања

У Четвртом извештају Међувладиног панел за промену климе (у даљем тексту IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change) се констатује да су нова испитивања климе 20. и почетком 21. века потврдила утицај антропогеног фактора на глобално загревање атмосфере, односно пораст температуре, као и смањење висине и површине снежног и леденог покривача, те пораст нивоа мора. Даље се истиче (документ Радне групе 1, IPCC, 2007) да су атмосферске концентрације гасова са ефектом стаклене баште, посебно угљендиоксида (CO_2), метана (CH_4) и азотсубоксида (N_2O), еномрно увећане у односу на преиндустријски период, односно да су њихове данашње вредности највеће у протеклих 650 000 година.

Процене IPCC говоре да ће пројектована брзина раста температуре ваздуха у 21. веку износити просечно близу $0,3^{\circ}\text{C}$ по декади (сценарио A1B). У извештају се истиче забринутост „да ће таква брзина глобалног загревања у наредним деценијама представљати највећи проблем у процесу адаптације на измењене климатске услове у блиској будућности”. По пројекцијама IPCC, у Северној Европи се највеће загревање очекује зими, а у региону Јужне Европе лети. Пораст глобалне температуре од 2°C , у односу на преиндустријски период, представља критичну вредност. Уколико се овај праг пређе, могу се очекивати неповратне и могуће катастрофичне промене у природним системима.

„Услед антропогених и природних фактора увећан је ефекат стаклене баште за $2,9 \text{ W/m}^2$ у периоду после 1750. године, при чему се само $0,12 \text{ W/m}^2$ приписује промени соларне активности” (IPCC, 2007). Другим речима, повећање атмосферске концентрације гасова стаклене баште, довело је до повећања дуготаласног зрачења које се враћа на површину Земље и њеног загревања у глобалним размерама.

Пројекције климе у будућности базирају се на нумеричким моделима, чија је основна улазна променљива величина концентрација гасова стаклене баште (у даљем тексту GHG - Greenhouse Gases). Атмосферска концентрација стакленичких гасова у будућности ће зависити од више фактора – емисије GHG, динамике броја становника на планети, површине под шумама итд. У табели 1.1 дате су процене глобалне температуре и нивоа мора на основу различитих сценарија.

Табела 1.1. Пројектоване вредности глобалне температуре и нивоа мора до краја 21. века у односу на просек периода 1980-1999. на основу различитих сценарија (IPCC, 2007)

Table SPM.1. Projected global average surface warming and sea level rise at the end of the 21st century. [Table 3.1]

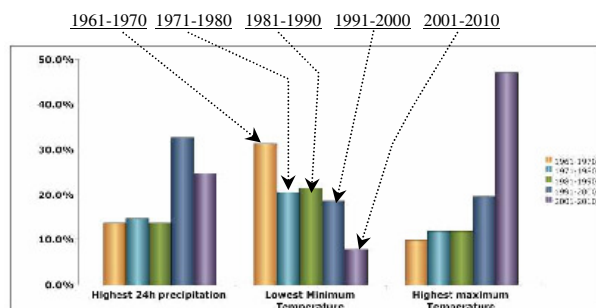
Case	Temperature change (°C at 2090-2099 relative to 1980-1999) ^{a, d}		Sea level rise (m at 2090-2099 relative to 1980-1999)
	Best estimate	Likely range	Model-based range excluding future rapid dynamical changes in ice flow
Constant year 2000 concentrations ^b	0.6	0.3 – 0.9	Not available
B1 scenario	1.8	1.1 – 2.9	0.18 – 0.38
A1T scenario	2.4	1.4 – 3.8	0.20 – 0.45
B2 scenario	2.4	1.4 – 3.8	0.20 – 0.43
A1B scenario	2.8	1.7 – 4.4	0.21 – 0.48
A2 scenario	3.4	2.0 – 5.4	0.23 – 0.51
A1FI scenario	4.0	2.4 – 6.4	0.26 – 0.59

Према оцени WMO, дугорочни тренд пораста глобалне температуре се наставља. Година 2010. рангирана је као најтоплија у периоду инструменталних мерења. Просечна глобална температура 2010. је за 0,53⁰C виша у односу на нормалу периода 1961-1990. (14,0⁰C), што је чини најтоплијом од 1880. године (WMO, 2011). Друга у низу најтоплијих је 2005. година, а трећа 1998., али је разлика у температури између ове три године (од 0,01⁰C) статистички безначајна (WMO, 2012). У најновијем саопштењу WMO² каже се да је декада 2001-2010., на глобалном нивоу, најтоплија у инструменталном периоду, што је и логично, с обзиром на то да је чак 9 година ове декаде међу 10 најтоплијих у инструменталном периоду: 2010, 2005, 1998, 2003, 2002, 2009, 2006, 2007, 2004 и 2001. У истом саопштењу се наглашава да је „стопа раста глобалне температуре током претходне четири деценије (1971-2010), према прелиминарним подацима, била скоро три пута виша у односу на претходни 130-годишњи период”. Наиме, у периоду 1971-2010., тренд пораста декадне средње годишње глобалне температуре износио је 0,166⁰C по декади, а у целом периоду од 1881. до 2010. године свега 0,06⁰C/декади (WMO, Press Release No. 943).

Једна од најистакнутијих карактеристика декаде 2001-2010. је „драматично смањење леденог покривача на Арктику”. Даље се истиче да су у многим регионима света, осим поплава и суша, регистроване и промене у интензитету и учесталости других екстремних временских догађаја, као што су: ерозија земљишта, олујне непогоде праћене градом, топли таласи, јаке краткотрајне кише, пожари итд, узрокујући велике материјалн штете и људске жртве. Посебно се издвајају два топла таласа која су погодила Европу и Русију током лета 2003. и 2010. године, затим поплаве, које су забележене као најчешћи екстремни случај у декади 2001-2010. - дуготрајне поплаве у Источној Европи у 2001. и 2005., у

² http://www.wmo.int/pages/mediacentre/press_releases/pr_943_en.html

Африци у 2008., у Азији, посебно у Пакистану у 2010. и Индији у 2005., као и у Аустралији у 2010. Од 102 земље, њих 48 (47%) је регистровало апсолутне максимуме температуре у овој декади (2001-2010), 20% земаља у периоду 1991-2000, а остале у претходним деценијама (слика 1.1, ступци десно), (Press Release No. 943).



Слика 1.1. Процентуална заступљеност екстремних догађаја у 102 земље света по декадама у периоду 1961-2010. Највећа 24-часовна количина падавина (ступци лево), најнижа минимална температура (ступци у средини) и највиша максимална температура (ступци десно) (http://www.wmo.int/pages/mediacentre/press_releases/pr_943_en.html)

На простору Европе је тренд загревања изразитији од 1979. године, како на сезонском, тако и годишњем нивоу. Изузетак је јесења сезона, која бележи благи тренд пада (Klein-Tank and Konnen, 2003; IPCC, 2007; Della-Marta et al., 2007). Посматрајући регионално, најинтензивније се загрева Јужна Европа, а најмање атлантска фасада континента (Del Río et al., 2005).

Када је у питању Медитеран, уочавају се извесни контрасти. Тако су Del Rio et al. (2011) добили да је на простору Шпаније најизразитији тренд пораста летње и пролећне температуре у периоду 1961-2006. На супротној страни региона, у Турској, за период 1929-1999., Türkeş et al. (2002) уочавају значајан тренд пораста годишње, зимске и пролећне температуре на југу земље, док је у северним и централним деловима присутна тенденција пада у летњој и јесењој сезони. За Грчку, Feidas et al. (2004) су добили негативан тренд зимске температуре за период 1955-2001. Резултати за Италију (Brunetti et al., 2006) указују да је у инструменталном периоду присутан тренд загревања на територији целе земље, али је у другој половини 20. века изразитији пораста максималне, него минималне температуре, док је у целом периоду супротно.

Дакле, IPCC и многи научници (нпр. Klein-Tank and Konnen, 2003; Smith and Reynolds, 2005; Brohan et al., 2006) заступају становиште да је доминантан узрок

пораста температуре ваздуха у другој половини 20. и почетком 21. века антропогени фактор, односно пораст атмосферске концентрације CO₂ и других стакленички гасова. И то се стално истиче у извештајима IPCC, дакле, раст емисије и концентрације CO₂, пораст температуре, односно генерално паралелизам између ова три параметра. Другим речима, сматра се да је човек појачао ефекат стаклене баште, односно проузроковао физичко-хемијске промене атмосфере и раст глобалне температуре, па се зато користи термин антропогени ефекат стаклене баште (АЕСБ). Генерални закључак је да ће преовлађивати негативни утицаји на биодиверзитет, продукцију екосистема и живот човека уопште.

У овој дисертацији пошло се од званичних ставовова IPCC, али и резултата истраживања аутора који износе аргументе у корист доминације природних фактора у колебању савременог климата. Без намере потенцирања једног или другог мишљења, потребно је саслушати и другу страну, јер уколико се жели доћи до научног консензуса и научне истине, неопходна је објективност, а не субјективна једностраност, која је често присутна.

Обично се каже да „већина” сматра да је човек главни кривац пораста глобалне температуре у последњим деценијама. Не би било добро да се усвоји консензус сличан оном у средњем веку, када је преовлађавало мишљење да је Земља равна плоча, а Ђордано Бруно је спаљен јер је тврдио да то није, нити је она центар свемира. При томе, помињањем природних фактора ниуком случају не значи потцењивање ставова IPCC, односно утицаја загађујућих супстанци на климу (зар постоји неко ко није за чисту животну средину?).

У разматрању и разумевању данашњег глобалног отопљавања и савремених климатских промена често се користе резултати дендрохролошких истраживања – враћање у прошлост. Дуцић је објавио више радова из дендрохронологије (Дуцић, 1991, 1996, 1999, 2008; Dusić, 1992; Дуцић и др., 2010a). У својим истраживањима, аутор је највећи број узорака дрвећа користио из околине Црног језера на Дурмитору, са локација Змиње језеро, Босача и Млински поток. Након дефинисања клима-сензитивних узорака и математичко-статистичке обраде, аутор издваја финални узорак и то за период од 17 декада. Прорачуни су показали да у периоду од 1821. до 1990. године постоји веза између декадне ширине година и АА индекса, који се користи као показатељ Сунчевог ветра.

У прилог тези о утицају промена Сунчеве активности на климу наше планете су и резултати истраживања Kodera (2002), Thejll et al. (2003), Абдусаматов (2009), Стеванчевић и др. (2010) и других. Такође, Годоровић и др. (2006) истичу да не мали број истраживача, који прате активност Сунца, указују на могућност да је глобално загревање, у потпуности или бар једним делом, узроковано повременим порастом избачене Сунчеве енергије.

Као један од могућих физичких механизма којим се објашњава утицај Сунца на климатске промене, наводи се интеракција соларног ветра у систему магнетосфера-атмосфера (Boberg, Lundstedt, 2002, 2003). И други истраживачи такође истичу да Сунчев ветар има доминантан утицај на многе метеоролошке процесе на Земљи, а самим тим и климу (Bucha and Bucha jr., 1998; Thejll et al., 2003; Ducić и Radovanović, 2005; Courtillot et al., 2007; Mazzarella, 2008). Reid (2000) и Franks (2002) сматрају да истраживање везе између AA индекса и броја Сунчевих пега са једне стране и промене температуре са друге, није можда најбољи начин за испитивање соларног утицаја, вероватно због повратног утицаја других фактора.

Један од главних метеоролошких фактора, ако не и најглавнији, који утиче на време је циркулација атмосфере, односно приземна и висинска струјања ваздуха. „Сада је очигледно да се постојећа колебања климе дешавају под утицајем промена у општој циркулацији атмосфере, која трају деценијама” (Дукић, 1999). У вези циркулационих епоха у којима је доминирао одређени тип циркулације, Дуцић и Радованоћ (2005) закључују да је пораст температуре у Србији у последњој декади 20. века доминантно условљен променом типа циркулације са меридионалног на топлији зонални тип.

Интерактивна веза између атмосфере и океана представља дужи низ година предмет проучавања бројних научника (Миловановић и др., 2009). У новијим радовима се све више разматра утицај циркулационих фактора, тј. појава у систему океан-атмосфера на глобалну и климу мањих територијалних јединица, као што су ENSO, NAO, AMO, AO, MO и друге.

О утицају варијабилности атмосферске циркулације биће више речи у поглављу 7. Овде ћемо поменути утицај још једног спољашњег природног фактора, а то су вулканске ерупције. Анализирајући дендрохролошке низове

података од 1400. године, на узорцима са 380 локација бореалних шума северне хемисфере, Briffa et al. (1998) су утврдили да се у неколико случајева снижавање температуре јавило након великих вулканских ерупција, односно да мировања вулканске активности могу резултирати периодима виших температура на планети. И други аутори указују да се промене висинске температуре (у првих 8 km тропосфере) у великој мери могу објаснити променама концентрације вулканског аеросола (Борисенков и др., 1988; Robock, 2002; Дуцић и др., 2006; Ducić et al., 2007; Бурић и др., 2011).

Процене IPCC несумњиво имају научну вредност, али кредибилитет овог тела, које има водећу улогу у свету за разумевање научних основа и ризика евентуалних антропогених промена климе, све се више доводи у питање. Поједини научници снажно критикују³, а неки су и иступили из IPCC-а, оптужујући ову организацију да је крајње политизована⁴.

Ипак, највећу претњу од стране данашњег човека представља промена животне средине, преко коришћења земљишта, исцрпљивања природних ресурса, загађења и с тим у вези могућих промена климатских услова. Често заборављамо да је човек део природе и да не може без ње. Природа је наш животи простор, који морамо чувати, не смемо га уништавати и загађивати. Лепо је написано да је: „загађење монструм који ће нас све уништити” (Дукић, Гавриловић, 2006), а може се и додати, пре него промена климе. Притисци на животну средину су из дана у дан све већи (урбанизација, индустријализација, ацидификација, еутрофикација водених објеката, претерана експлоатација природних ресурса). Глобално отопљавање може бити додатна кап у чаши препуној других фактора који негативно утичу на биодивезитет и екосистеме. Могло би се закључити да је најефикаснија човекова „борба” против глобалног загревања, хлађења и уопште промене климе, заштита животног простора, јер наше здравље и уопште људско благостање зависи од природе.

Познато је да је CO₂ стакленички гас. Међутим, Caillon et al. (2003) сматрају да CO₂ не треба посматрати као примарни узрок климатских промена, предлажући хипотезу о улози овог гаса као фактора *амплификације* загревања. Ово је тзв. механизам позитивне повратне спреге. Суштина поменутог механизма би требало

³ <http://www.astro.hr/#2>

⁴ <http://www.climategate.com/>

да буде следећа: на почетку температура почиње да расте због утицаја Сунца или другог(их) разлога. Загревање Земље се затим наставља под утицајем CO₂, који се емитује из океана.

Наиме, Абдусаматов (2009) сматра да људи нису у стању да дају значајнији допринос глобалном отопљењу или пак захлађењу климе, и додаје: „познато је да повећање температуре светских океана условљава избацивање у атмосферу великих количина угљендиоксида. У супротном случају, при паду температуре, растворљивост CO₂ расте и тада вода апсорбује овај гас из атмосфере”. Дакле, од еквилибријума јона овог гаса и других елемената и једињења зависи када ће се океани понашати као апсорбери, а када као емитери CO₂. „Уврежено мишљење о кључној улози човекове индустријске делатности у глобалном отопљењу климе је погрешно”. Абдусаматов подсећа да је, на основу узорака леда са Антарктика и Гренланда, установљено да чак ни значајније повећање количине угљендиоксида у атмосфери никада није претходило отопљењу климе на Земљи, већ обрнуто, увек је долазило после повећања температуре. Другим речима, он истиче да пораст атмосферске концентрације CO₂ није узрок, него последица загревања на Земљи, које се дешава због појачане Сунчеве активности

Дакле, повећана концентрација CO₂ амплифицира, тј. појачава иницијално загревање. По овој теорији потребна је иницијална каписла или „окидач загревања”, а онда на сцену ступа угљен-диоксид. Али, поставља се питање: да ли се тај механизам позитивне повратне спреге (виша температура - више CO₂ - виша температура) прекида? Да. Објашњење за овакав одговор налазимо у прошлости, када је концентрација CO₂ била неколико пута већа од данашње, а недвосмислено је утврђено да су се смењивали периоди топлије и хладније климе.

Механизам повратне спреге (*feedback effect*), односно интеракцију између елемената климатског система, можда најбоље објашњавају Lindzen and Rondanelli (2007). Они искључују могућност постојања само позитивне или пак негативне повратне спреге, односно истичу да су у атмосфери оба процеса заступљена. С тим што Lindzen and Rondanelli дају предност механизму негативне повратне спреге, објашњавајући га хипотезом „*Iris effect*” (ефекат зенице) у тропима. Они сматрају да је „повратни ефекат водене паре и облака одлучујући за климатску сензитивност”. Суштина преовладавања негативне повратне спреге у атмосфери је

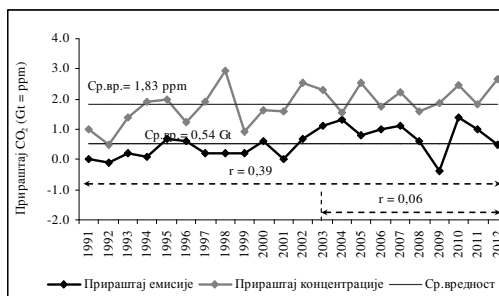
следећа: виша температура - више водене паре - више облака и падавина - нижа температура. Lindzen and Rondanelli не негирају да је температура ваздуха у појединим периодима имала и може имати одређену тенденцију, позитивну или негативну, али захваљујући саморегулацији климатског система равнотежа се релативно брзо успоставља, те је на тај начин укупна температура мање-више константна. Дакле, практично је немогуће да тренд прираштаја глобалне температуре (тренд промена између наредне и претходне године) константно расте у једном или другом правцу чак и у краћем периоду, а по моделима IPCC, односно у условима доминације и јачања антропогеног ефекта стаклене баште, требало би очекивати интензификацију пораста температуре, што аутори негирају.

У недавној студији Olivier et al. (2013) дати су најновији подаци емисије CO₂, на глобалном нивоу и за поједине земље (највеће емитере), за период 1990-2012. На основу тих података прорачунали смо тренд глобалне емисије CO₂. У поменутом периоду (1990-2012) тренд емисије износи 0,59 Gt по години (Gt – гигатона), и значајан је на 99% нивоу поверења. Располагали смо и са најновијим подацима⁵ глобалног прираштаја атмосферске концентрације CO₂, за период 1959-2012. Основни циљ анализе која следи је да се види веза између прираштаја емисије и концентрације овог гаса.

У посматраном 22-годишњем периоду (1991-2012), средња вредност прираштаја емисије CO₂ износи 0,54 Gt, а атмосферске концентрације 1,83 ppm. Тренд ова два параметра је позитиван (око 0,04 Gt, односно ppm по години) и статистички значајан. Међутим, уочене су извесне нелогичности. Прво, укупна емисија CO₂ на глобалном нивоу у 2009. смањила за 0,4 Gt у односу на претходну годину, и то је први и једини пут од 1992. године. Даље, рачунајући тренд прираштаја емисије, утврђено је да се његова позитивна вредност не повећава. Напротив, у периоду 2002-2012. присутна је тенденција смањења прираштаја глобалне емисије CO₂. За посматрани период (1991-2012), такође је значајан тренд пораста атмосферске концентрације CO₂. Али, од 1997. године прираштај атмосферске концентрације CO₂ је готово раван нули, а за период 2002-2012. његова вредност је 0,000 по години, дакле, не повећава се. У 2004. години, која је друга у низу са највећим растом прираштаја емисије CO₂, прираштај концентрације

⁵ <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>

је испод просека. Са друге стране, у години највећег раста концентрације CO₂ (1998), прираштај емисије је испод просека. За период 1991-2012., корелација између прираштаја емисије и концентрације CO₂ је безначајна (0,39). Врло је интересантан податак који говори да је за последњих 10 година (2003-2012) корелација између прираштаја емисије и концентрације CO₂ на глобалном нивоу још слабија и статистички безначајна, свега 0,06 (слика 1.2).



Слика 1.2. Прираштај глобалне емисије и концентрације CO₂ и корелација између ова два параметра за период 1991-2012.

Претходно поменути показатељи указују да се практично не догађа ништа драматично. Штавише, емисија CO₂ се успорава, а то никако не иде у прилог климатским алармистима. И друго, генерално, очигледно је да постоје размимоилажења и пуно непознаница измеђе промене прираштаја емисије CO₂, његове концентрације у ваздуху и апсорбције. Дакле, успоравање, па и најновији пад емисије CO₂, није у складу ни са најблажим пројекцијама IPCC-а, што значи да нема говора ни о каквој антропогеној климатској катастрофи.

1.2. Промене средње температуре на територији Црне Горе

1.2.1. Колебање и тренд средње зимске температуре

У периоду од 1951. до 2010. године, станице Цетиње и Колашин су регистровале по 3 врло хладне зиме, док је у осталим местима њихов број мањи - у Рожајама није регистрована ниједна врло хладна зима. Екстремно хладних зима, у средњој вредности, у већини места није ни било у посматраном 60-годишњем периоду. Ове зиме су регистроване само на 6 од 23 станице – Голубовци, Подгорица, Даниловград, Никшић, Рожаје и Жабљак, и то по једанпут. На свих 6 станица је екстремно хладна била зима 1953/54. Број честина у хипернормалним

(топлим) класама је већи него у субнормалним (хладим). У односу на климатску нормалу периода 1961-1990., највише врло топлих зима било је у Будви, 7 од 60, док их у Никшићу и Грахову није било. Стандардизована одступања су показала да се на 17 станица ниједна зима не карактерише као екстремно топла. Екстремно топла зима, у средњој вредности, забележена је два пута у Бару (1950/51. и 1954/55) и по једанпут у Вирпазару, Грахову, Велимљу, на Цетињу, Жабљаку (1954/55) и у Бијелом Пољу (1950/51).

Загревање Земљине површине и приземног ваздуха зависи, пре свега, од интензитета Сунчевог зрачења, а количина енергије се мења у току године. Други важан фактор загревања је противзрачење атмосфере. Што је Сунце ниже над хоризонтом већи је значај противзрачења атмосфере за загревање ваздуха. У супротном, лети када је Сунце више над хоризонтом, мањи је значај атмосфере.

Дакле, према законима физике, повећана концентрација гасова у атмосфери требало би пре да покаже ефекат ноћу и зими него дању и лети (Alexander et al., 2006). Другим речима, због континуираног пораста концентрације GHG у последњих неколико деценија, требало би очекивати да се ефекат стаклене баште појачава, а то би се морало одразити на класификацију зимских температура и у средњој вредности. Анализа података са ХМЗ мреже је показала да је зима, у средњој вредности, екстремно топла била само на 7 од 23 станице. Али, на свих 7 станица то се догодило почетком (1950/51. и/или 1954/55), а не крајем посматраног периода, како је било за очекивати. Ова чињеница не иде у прилог доминацији антропогеног ефекта стаклене баште.

Применом метода перцентиала добијени су нешто другачији резултати у односу на класификацију помоћу стандардизованог одступања. Та разлика је у честини јављања, јер је опсег класа код перцентиала ужи у односу на претходни метод. Међутим, без обзира који се критеријум примењује, увек ће се добити исти резултат када је у питању термичко рангирање сезона, година или неке друге временске јединице. Али, с обзиром на то да је овај начин осетљивији, разлика постоји у броју опажених честина у појединим класама. Тако су у Улцињу, према овом методу, као екстремно хладне оцењене две зиме (1954. и 1963. године), а као екстремно топле четири (1994, 1955, 2001. и најтоплија 1951. године), док према стандардизованим аномалијама услове ових класа не задовољава ниједна зима.

У табели 1.3 дате су просечне промене средње зимске температуре у периоду од 1951. до 2010. Методом најмањих квадрата добијено је да се средња зимска температура, у 60-годишњем периоду, мењала по стопи од $-0,134^{\circ}\text{C}$ (Грахово) до $0,157^{\circ}\text{C}$ (Беране) по декади. Тренд има позитивну вредност на 16 станица, а негативну на 6, док се промена температуре у Улцињу не уочава – до треће децимале тренд је раван нули.

Табела 1.3. Тренд средње зимске температуре на станицама ХМЗ мреже у периоду 1951-2010. по једначини најмањих квадрата (L) и Сененом методу (Q) и његова значајност према t и Z-тесту

Метеоролошка станица	Метод најмањих квадрата и t-тест					Сенено метод и Z-тест		
	L ($^{\circ}\text{C}/10\text{год}$)	L ($^{\circ}\text{C}/60\text{г}$)	Варијанса R^2 (%)	t-тест	Значај	Q ($^{\circ}\text{C}/10\text{г}$)	Z-тест	Значај
Улцињ	0,000	0,00	0,00	0,000	Не	-0,002	-0,09	Не
Бар	0,030	0,18	0,39	0,477	Не	0,040	0,72	Не
Будва	-0,002	-0,01	0,00	0,000	Не	0,016	0,33	Не
Тиват	-0,098	-0,59	4,14	1,583	Не	-0,090	-1,25	Не
Котор	0,010	0,06	0,05	0,170	Не	0,023	0,38	Не
Х.Нови	0,004	0,02	0,00	0,000	Не	-0,009	-0,11	Не
Вирпазар	-0,035	-0,21	0,27	0,396	Не	0,002	0,03	Не
Голубовци	0,116	0,70	3,46	1,442	Не	0,109	1,19	Не
Подгорица	0,101	0,61	2,61	1,247	Не	0,104	1,18	Не
Даниловград	0,059	0,35	0,81	0,688	Не	-0,104	-1,12	Не
Цетиње	-0,061	-0,37	0,84	0,701	Не	-0,069	-0,65	Не
Црквице	-0,076	-0,46	1,51	0,943	Не	-0,083	-1,04	Не
Грахово	-0,134	-0,80	4,22	1,599	Не	-0,139	-1,48	Не
Велимље	0,070	0,42	1,28	0,867	Не	0,068	0,75	Не
Никшић	0,093	0,56	2,12	1,121	Не	0,075	0,86	Не
Крстац	0,134	0,80	3,29	1,405	Не	0,096	1,01	Не
Колашин	0,019	0,11	0,06	0,187	Не	0,035	0,25	Не
Плав	0,120	0,72	2,29	1,166	Не	0,123	1,14	Не
Рожаје	0,104	0,62	1,45	0,924	Не	0,078	0,58	Не
Беране	0,157	0,94	2,95	1,328	Не	0,156	1,10	Не
Б.Поље	0,042	0,25	0,23	0,366	Не	0,042	0,43	Не
Жабљак	0,142	0,85	3,07	1,355	Не	0,148	1,47	Не
Пљевља	0,121	0,73	1,46	0,927	Не	0,142	0,97	Не
Број станица са +/- трендом	16/6					16/7		

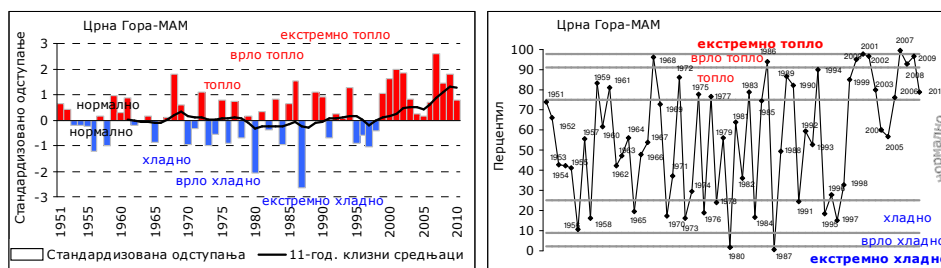
Најизразитији тренд пораста средње зимске температуре региструју Беране, Жабљак, Крстац, Пљевља, Плав, Голубовци, Рожаје и Подгорица, а пада Грахово, док је на осталим станицама тенденција у границама $\pm 0,1^{\circ}\text{C}/\text{декади}$. Слични квантитативни и квалитативни резултати прорачуна тренда и исти сигнификантности добијени су и помоћу Сененовe оцене нагиба и Мен-Кендаловог теста. Дакле, МК статистика је, као и t-тест, показала да је тренд средње зимске температуре безначајан на свим посматраним станицама.

1.2.2. Колебање и тренд средње пролећне температуре

На 17 од 23 станице најтоплије пролеће је регистровано 2007. године, док је друго у низу у Крстацу, Велимљу и на Жабљаку, треће у Тивту и Грахову, а четврто у Вирпазару. Појава екстрема, у средњој вредности, у истим годинама

ни на једној станици средња пролећна температура није била испод уобичајених вредности. Топли период 1999-2010., генерално, прекинут је потпериодом 2004-2006., у којем се уочава доминација класе нормално.

Дакле, од 1999. године присутна је доминација позитивних одступања. Ову чињеницу потврђују клизни 11-годишњи средњаци, који јасно показују да се до закључно са 1998. годином ништа не дешава, односно да не постоји устаљена тенденција у једном или другом правцу. Од 1999. године па до краја анализираних периода присутан је тренд пораста средње пролећне температуре и излазак из опсега нормално, односно тенденција ка топлијем стању. У сваком случају, стандардизована одступања и перцентили показују да су од краја 20. века на територији Црне Горе пролећа топлија, али и да су међугодишње варијације смањене у односу на претходних 5 деценија (слика 1.3).



Слика 1.3. Стандардизована одступања (лево) и расподела перцентила (десно) средње пролећне температуре (МММ) на територији Црне Горе у целини у периоду 1951-2010.

Тренд средње пролећне температуре, у периоду 1951-2010., позитиван је на свим посматраним станица. То показују прорачуни оба метода и добијене су готово индентичне вредности, и по једначини најмањих квадрата и по Сеновом методу (табела 1.5). Кумулативне промене температуре налазе се у интервалу од $0,11^{\circ}\text{C}$ у Тивту до $1,66^{\circ}\text{C}$ на Жабљаку. Тренд средње пролећне температуре је значајан на 16 станица по t-тесту, док услове сигнификантности Z-теста задовољава 17 од 23 станице. Подсетимо, у зимској сезони је за југоисток земље добијен негативан тренд, а на целој територији Црне Горе вредност тенденције је безначајна.

Са друге стране, у пролећној сезони је тренд пораста температуре значајан у већем делу Црне Горе, али се и у овом годишњем добу идући ка северу и истоку вредност тенденције повећава, генерално. Најизразитији и статистички значајан

пораст се јавља у североисточном делу (Беране, Рожаје) и жабљачком крају, где пролећна температура расте око $0,26^{\circ}\text{C}$ по декади.

Табела 1.5. Тренд средње пролећне температуре на станицама ХМЗ мреже у периоду 1951-2010. по једначини најмањих квадрата (L) и Сеновом методу (Q) и његова значајност према t и Z-тесту

Метеоролошка станица	Метод најмањих квадрата и t-тест				Сенов метод и Z-тест			
	L ($^{\circ}\text{C}/10\text{год}$)	L ($^{\circ}\text{C}/60\text{г}$)	Варијанса R ² (%)	t-тест	Значај	Q ($^{\circ}\text{C}/10\text{г}$)	Z-тест	Значај
Улцињ	0,182	1,09	14,58	3,146	**	0,187	3,00	**
Бар	0,229	1,37	21,69	4,008	**	0,231	3,62	***
Будва	0,229	1,37	22,31	4,081	**	0,247	3,67	***
Тиват	0,018	0,11	0,20	0,341	He	0,018	0,23	He
Котор	0,13	0,78	8,12	2,264	‡	0,137	2,24	*
Х.Нови	0,139	0,83	9,26	2,433	*	0,138	2,46	*
Вирпазар	0,042	0,25	0,79	0,68	He	0,041	0,98	He
Голубовци	0,216	1,3	15,16	3,219	**	0,221	3,01	**
Подгорица	0,235	1,41	16,54	3,39	**	0,242	3,35	***
Даниловград	0,103	0,62	3,60	1,472	He	0,11	1,75	+
Цетиње	0,088	0,53	3,04	1,349	He	0,078	1,08	He
Црквице	0,108	0,65	3,33	1,413	He	0,103	1,35	He
Грахово	0,024	0,14	0,20	0,341	He	0,025	0,29	He
Велимље	0,133	0,8	5,47	1,832	+	0,116	1,52	He
Никшић	0,152	0,91	8,52	2,324	*	0,162	2,33	*
Крстац	0,124	0,74	3,37	1,422	He	0,134	1,66	+
Колашин	0,198	1,19	12,08	2,823	**	0,203	2,69	**
Плава	0,231	1,39	15,56	3,269	**	0,238	3,07	**
Рожаје	0,257	1,54	16,47	3,382	**	0,258	3,06	**
Беране	0,266	1,6	15,58	3,272	**	0,272	2,93	**
Б.Поље	0,235	1,41	14,75	3,168	**	0,235	2,83	**
Жабљак	0,276	1,66	15,12	3,214	**	0,269	2,83	**
Пљевља	0,165	0,99	7,91	2,232	*	0,167	2,11	*
Број станица са +/- трендом	23/0				23/0			

Значајност тренда на нивоу: *** - $\alpha = 0,001$, ** $\alpha = 0,01$, ‡ $\alpha = 0,02$, * $\alpha = 0,05$ и + $\alpha = 0,1$.

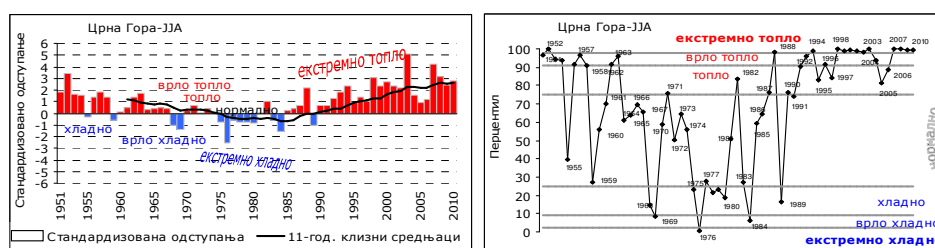
1.2.3. Колебање и тренд средње летње температуре

Класификација појединачних вредности средње летње температуре је показала да ни на једној станици лето није било екстремно хладно у посматраном 60-годишњем периоду. Са друге стране, екстремно топла лета су регистрована на свим станицама, а њихов број се кретао од 1 у Улцињу, Вирпазару и Крстацу до чак 11 у Бијелом Пољу. У Будви, Котору и Вирпазару није било ни врло хладних лета, док су остале станице регистровале свега једно или два у 60-годишњем периоду. Према истој градацији, али супротног знака, услови класе врло топло су били задовољени од 3 (Цетиње) до 11 (Велимље) пута.

Ради стварања очигледније слике температурних прилика у летњој сезони, у табели 1.6 је категоризација помоћу перцентила приказана и методом боја, као и за остала годишња доба. На тај начин се јасно уочава да су почетком периода лета била топла до екстремно топла, углавном. Од 1964. до 1986. године, одступања средње летње температуре су била претежно у границама уобичајених вредности (између 25 и 75 перцентила) или испод доње границе класе нормално. Након 1986.

присутан је тренд пада средње летње температуре, а то је последица, у математичком смислу, виших вредности почетком посматране временске серије.

Ниже вредности непосредно пре и после 1980. године, односно доминација негативних одступања, а апсолутна позитивних након тога, математички је разлог тренда пораста температуре у другом 30-годишњем периоду. Даље се уочава да је у другом периоду изразитији тренд пораста него пада у првом, односно да се од средине 1990-их година изашло из опсега нормално и ушло у опсег топло, а од почетка 21. века чак и у опсег веома (врло) топло (слика 1.4). Основна карактеристика средње летње температуре је постојање само позитивних одступања у последњој трећини обрађеног периода, генерално.



Слика 1.4. Стандардизована одступања (лево) и расподела перцентила (десно) средње летње температуре (ЈЈА) на територији Црне Горе у целини у периоду 1951-2010.

У сваком случају, чињеница да је честина позитивних одступања 3-4 пута већа од негативних, намеће логично питање: да ли је климатска „нормала” 1961-1990., према којој се рачунају одступања, репрезент у смислу дужине периода, без обзира на просторну и временску јединицу? Примера ради, за период 1961-1990., просечна летња температура у Подгорици је $24,8^{\circ}\text{C}$, а стандардна девијација $0,8^{\circ}\text{C}$. За цео период (1951-2010) те вредности су $25,5^{\circ}\text{C}$, односно $1,2^{\circ}\text{C}$. У првом случају је средња летња температура само 14 пута била испод, а 46 изнад нормале. У другом случају, узимајући просек и стандардну девијацију (σ) целог периода, добијамо другачије резултате. Честина негативних одступања је 31, а позитивних 29. Види се да је однос приближно исти. Штавише, број негативних одступања је за 2 већи од позитивних. Даље, расподела честина по класама изван опсега нормале је готово симетрична: екстремно хладних лета нема, екстремно топло је оцењено само 1, по једанпут је регистровано врло хладно и врло топло лето, а такође је и број хладних и топлих исти, по 7. Дакле, у првом случају је хладних, врло хладних и екстремно хладних лета добијено 6, а у другом 8. Тај однос је

изразитији када се посматрају одступања изнад горње границе нормалног опсега. Тако је у првом случају, када је коришћен просек и σ периода 1961-1990., екстремно топлих, веома топлих и топлих лета добијено укупно 22, а у другом, када је коришћен просек и σ периода 1951-2010., свега 9. Шта се овим хтело рећи? Наиме, претходна компарација је показала да квалитативне карактеристике умногоне зависе од периода за који се рачуна просек и стандардна девијација. У вези оптималног периода за утврђивање „климатских норми” у умереном појасу, Дроздов и Рубинштейн (1966) и Ракићевић (1994) истичу да је представа о аномалијама „потпунија и тачнија што је период осматрања дужи”.

У табели 1.7 дате су просечне вредности тренда средње летње температуре . И у овом случају су вредности тренда сличне. Нешто већа разлика у прорачунима тренда добијена је за Котор ($0,051^{\circ}\text{C}/\text{декади}$). У овом месту, тренд пораста средње летње температуре по једначини најмањих квадрата (L вредност у табели) износи $0,162^{\circ}\text{C}/\text{декади}$, а по Сеновом методу (Q вредност у табели) $0,111^{\circ}\text{C}/\text{декади}$.

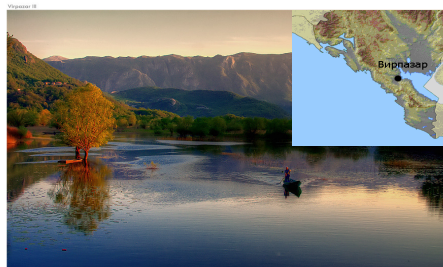
Табела 1.7. Тренд средње летње температуре на станицама ХМЗ мреже у периоду 1951-2010. по једначини најмањих квадрата (L) и Сеновом методу (Q) и његова значајност према t и Z-тесту

Метеоролошка станица	Метод најмањих квадрата и t-тест					Сенов метод и Z-тест		
	L ($^{\circ}\text{C}/10\text{год}$)	L ($^{\circ}\text{C}/60\text{г}$)	Варијанса R ² (%)	t-тест	Значај	Q ($^{\circ}\text{C}/10\text{г}$)	Z-тест	Значај
Улцињ	0,216	1,296	19,07	3,697	**	0,216	3,49	***
Бар	0,336	2,016	33,62	5,420	**	0,313	3,96	***
Будва	0,378	2,268	44,13	6,768	**	0,360	5,37	***
Тиват	0,122	0,732	6,27	1,970	+	0,095	1,57	Не
Котор	0,162	0,972	8,94	2,386	*	0,111	1,93	+
Х.Нови	0,170	1,020	11,00	2,677	‡	0,135	2,23	*
Вирпазар	-0,128	-0,768	3,05	1,351	Не	-0,111	-1,12	Не
Голубовци	0,270	1,620	18,23	3,596	**	0,261	3,23	**
Подгорица	0,290	1,740	17,91	3,557	**	0,265	3,26	**
Даниловград	0,122	0,732	3,41	1,431	Не	0,110	1,18	Не
Цетиње	0,041	0,246	0,45	0,512	Не	0,064	0,81	Не
Црквице	0,155	0,930	6,31	1,976	+	0,171	2,06	*
Грахово	0,103	0,618	3,30	1,407	Не	0,108	1,40	Не
Велимље	0,207	1,242	7,29	2,136	*	0,185	1,76	+
Никшић	0,249	1,494	15,93	3,315	**	0,245	2,88	**
Крстац	0,126	0,756	4,17	1,589	Не	0,138	1,67	+
Колашин	0,279	1,674	27,47	4,687	**	0,289	3,74	***
Плав	0,387	2,322	29,30	4,903	**	0,385	3,79	***
Рожаје	0,332	1,992	22,61	4,116	**	0,333	3,34	***
Беране	0,330	1,980	22,48	4,101	**	0,333	3,31	***
Б.Поље	0,326	1,956	23,18	4,183	**	0,333	3,28	**
Жабљак	0,284	1,704	17,92	3,558	**	0,281	2,97	**
Пљевља	0,232	1,392	14,91	3,188	**	0,276	2,88	**
Број станица са +/- трендом	22/1					22/1		

Значајност тренда на нивоу: *** - $\alpha = 0,001$, ** $\alpha = 0,01$, ‡ $\alpha = 0,02$, * $\alpha = 0,05$ и + $\alpha = 0,10$.

Најмање промене добијену су за Цетиње (L = $0,041^{\circ}\text{C}$; Q = $0,064^{\circ}\text{C}$ по декади), а највеће за Плав ($0,39^{\circ}\text{C}/\text{декади}$), док само на једној станици тренд има негативну вредност. Тенденција пада средње летње температуре у Вирпазару је вероватно последица специфичног положаја овог места (слика 1.5), али не треба

занемарити ни несавршеност метода за процену хомогености и недостајућих података. Наиме, ниједан поступак процене недостајућег податка у низу не може заменити измерену вредност, подразумевајући да су сви предуслови испуњени. Вирпазар је градић у црмничком крају, који се налази уз југозападну обалу Скадарског језера, односно у северном подножју приморске планине Суторман (1183 m), чији венци окружују ово насеље са западне, јужне и источне стране. Језерска вода лети делује расхлађујуће, а орографија утиче на циркулацију ваздуха. Ипак, треба истаћи да је тренд пада летње температуре у Вирпазару безначајан.



Слика 1.5. Вирпазар – градић уз обалу Скадарског језера и у подножју планине Суторман

Статистички значајан тренд пораста средње летње температуре регистрован је на 18 станица. И у овом случају су најмање и безначајне промене средње летње температуре у југозападном делу Црне Горе, као и за зимску и пролећну сезону. Сличност са претходне две сезоне се уочава и када је у питању највећа вредност тренда. Најизразитији и значајан тренд пораста јавља се дуж Паштровићког приморја (примоје од Бара до Будве) и на североистоку земље (Плав, Бијело Поље, Беране и Рожаје). Кумулативни тренд пораста летње температуре у овим крајевима износи од $1,9^{\circ}\text{C}$ до $2,3^{\circ}\text{C}$ за 60-годишњи период.

У посматраном 60-годишњем периоду, на простору Црне Горе у целини, средња летња температура је расла просечним интензитетом око $0,02^{\circ}\text{C}$ од године до године или кумулативно око $1,20^{\circ}\text{C}$. Оба теста (Студентов и Мен-Кендалов) показују значајност пораста летње температуре на нивоу вероватноће ризика прихватања хипотезе од 0,01 (ниво поверења 99%).

Лето 2003. године било је најтоплије и на подручју Европе. Рекордно висока максимална температура забележена је 4. августа 2003. године. Тог дана је просечна максимална температура, на простору Европе у целини, износила $28,2^{\circ}\text{C}$. Иста просечна максимална температура забележена је 29. јула 2002. Лето 2006.

године, са просечном температуром од 24,4⁰С, друго је у низу најтоплијих на простору Европе у целини, после 2003. (табела 1.8)⁶.

Табела 1.8. Пет најтоплијих дана и лета на простору Европе у целини (температура рачуната по гридovima од 0,25⁰ λ и φ)

Бр.	Најтоплији дани	T _{xsr} (°C)	Најтоплија лета	T _{xsr} (°C)
1.	4. август 2003.	28.2	2003.	24.7
2.	29. јул 2002.	28.2	2006.	24.4
3.	3. август 2003.	28.1	2002.	24.2
4.	4. август 1994.	28.0	2007.	24.2
5.	3. август 1994.	28.0	1999.	24.1

Trigo et al. (2006) истичу да су на простору Медитерана 20. век обележили позитивни трендови температуре у свим сезонама, посебно зими и лети. Међутим, у последње 3-4 деценије позитиван тренд карактерише летњу сезону, нарочито западни део Медитерана, а негативни пролеће. Физички процеси одговорни за ове трендове се у великој мери могу објаснити променама циркулације атмосфере, али и локалним и регионалним утицајима, који су детерминисани људским активностима. Ипак, аутори наглашавају да још увек постоје нејасноће и многа питања захтевају даља истраживања и реанализу трендова и температурних и падавинских прилика.

Rahmstorf and Coumou (2011) су проценили, са вероватноћом од 80%, да се јулски топли талас 2010. године у Москви не би десио да није присутно глобално загревање. И Hansen et al. (2012) истичу да су се аномалије средњих сезонских температура драматично промениле у последње три деценије, а посебно су лета топлија. Важна промена је појава екстремно топлих лета, која се сврставају у категорију изнад 3 стандардне девијације у односу на базни период 1951-1980. Аутори сматрају да је глобално загревање последица људских активности. Овако екстремно топла лета, која су покривала мање од 1% површине Земље током базног периода, сада покривају „око 10% наше планете”. На основу тога „са високим степеном поверења можемо рећи да су екстремне летње врућине, као што су оне које су регистроване у Москви 2010. и Тексасу и Оклахоми 2011. године, последица глобалног загревања. Вероватноћа појаве екстремних аномалија у недостатку глобалног загревања је изузетно мала” (Hansen et al., 2012).

Рад Hansen et al. (2012) несумњиво има велику научну вредност. Међутим, уочавају се извесне контрадикторности. Прво, они не користе нумеричке моделе,

⁶ http://www.ecad.eu/maxtemp_EOBS.php

односно баве се само анализом реалних података за период 1951-2010. Дакле, нејасно је на основу чега тврде да се екстремне аномалије не би дешавале у одсуству глобалног загревања. Друго, аутори истичу да се велике позитивне аномалије температуре током 1930-их и 1940-их година могу упоредити са оним које су регистроване у последњих неколико година, како у САД, тако и на глобалном нивоу. Изразите летње врућине и суше током 1930-их година, које су посебно погодиле Велике Равнице, аутори такође објашњавају људским активностима (деградација земљишта – орање, смањење вегетационог покривача, повећање албеда и земљишне прашине, аеросола, пропадање усева).

Али, Cook et al. (2009) су утврдили да су велике аномалије 1930-их година делом узроковане и променама циркулације атмосфере, насталих поремећајем у систему океан-атмосфера, а не само људским активностима. Даље, Hansen et al. у раду нигде не помињу енормну концентрацију дима изнад Москве, као последица незапамћених пожара, који су регистровани током целог лета 2010. NASA је 4. августа 2010. године објавила да се облак дима простирао на дужини од око 3000 km од истока до запада Русије⁷.

Посебно је интересантно да Hansen et al. у раду готово да и не помињу синоптичку ситуацију. Наиме, на основу наше анализе синоптичких карата за прву декаду августа поменуте године, запазили смо да је егзистирало стационарно поље високог притиска (изразита блокинг ситуација), које је погодновало ширењу пожара. Генерелано, могло би се закључити следеће. Стабилно време, пожари, повећана концентрација гасова и аеросола, без сумње је имало утицаја на летњу температуру 2010. у Москви, посебно ноћну (због повећаног противзрачења атмосфере).

1.2.4. Колебање и тренд средње јесење температуре

Резултати анализе средњих температура по годишњим добима, у посматраном 60-годишњем периоду, показују да су најмања колебања код јесење сезоне. Наиме, у периоду од 1951. до 2010. године ни на једној станици није регистрована екстремно хладна и екстремно топла јесен. Интересантно је да је врло хладних јесени регистровано на већем броју станица него врло топлих, што

⁷ <http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=45046>

станицама вредности средње јесење температуре не задовољавају услове ове класе ни у једној години од посматраних 60. Даље се уочава да је на већем броју станица јесен била хладна до екстремно хладна, у средњој вредности, током следећих година: 1959, 1971., 1972, 1978, 1981, 1983, 1988, 1989, 1994, 1995. и 2007.

У табели 1.10 дате су вредности тренда средње јесење температуре у периоду од 1951. до 2010. Према једначини најмањих квадрата, тренд промена јесење температуре се налази у интервалу од $-0,152^{\circ}\text{C}$ у Вирпазару до $0,131^{\circ}\text{C}$ по декади у Плаву. Или, у посматраном 60-годишњем периоду, укупан пад у Вирпазару износи $-0,91^{\circ}\text{C}$, а пораст у Плаву $0,79^{\circ}\text{C}$. Међутим, ни на једној станици нису задовољени услови t-теста, што значи да су промене безначајне.

Сеновим методом у Улцињу је тренд раван нули (до треће децимале), на 11 станица је позитиван и на исто толико негативан. И у овом случају је најизразитији тренд пада у Вирпазару ($-0,170^{\circ}\text{C}/\text{декади}$), а пораста у Плаву ($0,135^{\circ}\text{C}/\text{декади}$). По МК тесту, тренд промена средње јесење температуре је безначајан на 19 станица, а значајан је у Вирпазару, на Цетињу (пада), у Бару и Плаву (пораста).

Табела 1.10. Тренд средње јесење температуре на станицама ХМЗ мреже у периоду 1951-2010. по једначини најмањих квадрата (L) и Сеновом методу (Q) и његова значајност према t и Z тесту

Метеоролошка станица	Метод најмањих квадрата и t-тест				Сенов метод и Z-тест			
	L ($^{\circ}\text{C}/10\text{год}$)	L ($^{\circ}\text{C}/60\text{г}$)	Варијанса R ² (%)	t-тест	Значај	Q ($^{\circ}\text{C}/10\text{г}$)	Z-тест	Значај
Улцињ	0,011	0,07	0,05	0,170	Не	0,000	0,04	Не
Бар	0,103	0,62	4,54	1,661	Не	0,113	1,91	+
Будва	0,079	0,47	2,77	1,285	Не	0,088	1,42	Не
Тиват	-0,073	-0,44	2,64	1,254	Не	-0,078	-1,40	Не
Котор	-0,008	-0,05	0,02	0,108	Не	-0,012	-0,28	Не
Х.Нови	-0,007	-0,04	0,02	0,108	Не	-0,013	-0,24	Не
Вирпазар	-0,152	-0,91	4,20	1,595	Не	-0,170	-2,00	*
Голубовци	0,021	0,13	0,17	0,314	Не	0,034	0,50	Не
Подгорица	0,028	0,17	0,27	0,396	Не	0,025	0,41	Не
Даниловград	-0,121	-0,73	3,40	1,429	Не	-0,118	-1,44	Не
Цетиње	-0,099	-0,59	2,88	1,311	Не	-0,110	-1,69	+
Црквице	-0,102	-0,61	3,59	1,470	Не	-0,108	-1,61	Не
Грахово	-0,119	-0,71	3,96	1,546	Не	-0,102	-1,43	Не
Велимље	-0,010	-0,06	0,05	0,170	Не	-0,019	-0,33	Не
Никшић	-0,039	-0,23	0,60	0,592	Не	-0,040	-0,73	Не
Крстац	-0,114	-0,68	4,35	1,624	Не	-0,102	-1,47	Не
Колашин	0,050	0,30	0,90	0,726	Не	0,053	0,90	Не
Плав	0,131	0,79	4,50	1,653	Не	0,135	1,82	+
Рожаје	0,033	0,20	0,26	0,389	Не	0,045	0,53	Не
Беране	0,070	0,42	0,95	0,746	Не	0,074	0,94	Не
Б.Поље	0,005	0,03	0,00	0,000	Не	0,019	0,28	Не
Жабљак	0,064	0,38	1,13	0,814	Не	0,068	0,91	Не
Пљевља	0,005	0,03	0,00	0,000	Не	0,010	0,13	Не
Број станица са +/- трендом	12/11				11/11			

Значајност тренда на нивоу: * $\alpha = 0,05$ и + $\alpha = 0,10$.

Сличност са претходне три сезоне у погледу расподеле тренда је издвајање југозападних крајева Црне Горе. У том пределу је присутан тренд пада средње јесење температуре. Подсетимо, и за претходне три сезоне овај просрор се издваја

са падом или најмањим трендом пораста средње температуре. Ипак, код јесење сезоне негативан тренд не карактерише само југозапад, већ и западни и делимично средишњи део Црне Горе. Највећи пораст средње јесење температуре јавља се у источном делу, Паштровићком приморју и подручју Жабљака.

Дакле, на 50% станица тренд јесење температуре је негативан и има веће вредности него у местима са позитивном тенденцијом. Сходно томе, на простору Црне Горе у целини, у посматраном 60-годишњем периоду присутан је безначајан тренд пада средње јесење температуре (око $-0,01^{\circ}\text{C}/\text{декади}$).

1.2.5. Колебање и тренд средње годишње температуре

Према вредностима стандардизованих аномалија, у посматраном 60-годишњем периоду није било екстремно хладних година ни на једној станици. Ретко су се јављале и врло хладне године – до 3 од 60, а у појединим местима их није ни било (Будва, Даниловград, Крстац и Плав). Број година у топлим класама је знатно већи него у хладни. Тако је, у односу на број врло хладних, број врло топлих година већи - од 2 у Тивту и Крстацу до 11 у Велимљу. Екстремно топле године нису регистроване само у Тивту и Даниловграду. Ових година је највише било на Жабљаку. Од 11 екстремно топлих година на Жабљаку, 9 је регистровано у последње две декаде. И на осталим станицама су екстремно топле године регистроване у последњих 10-20 година, углавном.

У табели 1.11 дата је термичка класификација година, у средњој вредности, помоћу перцентиала. Почетком и нарочито крајем анализираног периода, доминирају топле класе. Даље се уочава да су у периоду 1964-1975. температурне аномалије биле углавном у границама уобичајених вредности (25-75 перцентиала). После 1975. следи период од неколико хладних до веома хладних година, генерално. У овом периоду се јављају и две најхладније године – 1976. и 1980., када је средња годишња температура на свим станицама била испод 25-ог перцентиала. Након 1985. све чешће се јављу топлије године. Тако је 1994. година, према расподели перцентиала, на свим станицама оцењена као екстремно топла. Доминација екстремно и врло топлих година је уочљива у последњој декади анализираног периода. Ова анализа указује о већој честини јављања топлијих година крајем посматране временске серије.

Методом најмањих квадрата добијено је да тренд средње годишње температуре има позитивну вредност на 19 станица, а негативну на 4. Најизразитији раст је на следећим станицама: Плав, Беране, Жабљак, Рожаје, Бар и Будва. На 19 станица са позитивним знаком, тренд је безначајан само на 3 (табела 1.12).

Тренд средње годишње температуре је прорачунат и Сеновим методом, а значајност утврђена помоћу Мен-Кендаловог теста (Z-тест). Резултати прорачуна су слични као и у претходном случају. У погледу знака тренда, разлика постоји за станицу Цетиње. По овом методу Цетиње региструје тренд пораста годишње температуре у периоду 1951-2010. Када је значајност у питању, разлика се јавља код две станице. Наиме, Z-тест не показује значајност тренда пораста годишње температуре у Котору и Велимљу, а по t-тесту она постоји.

Табела 1.12. Тренд средње годишње температуре на станицама ХМЗ мреже у периоду 1951-2010. по једначини најмањих квадрата (L) и Сеновом Сеновом методу (Q) и његова значајност према t и Z тесту

Метеоролошка станица	Метод најмањих квадрата и t-тест					Сенов метод и Z-тест		
	L ($^{\circ}$ C/10год)	L ($^{\circ}$ C/60г)	Варијанса R ² (%)	t-тест	Значај	Q ($^{\circ}$ C/10г)	Z-тест	Значај
Улицњ	0,104	0,62	11,90	2,799	**	0,109	2,56	*
Бар	0,177	1,06	27,37	4,675	**	0,163	3,42	***
Будва	0,173	1,04	31,73	5,192	**	0,169	3,93	***
Тиват	-0,008	-0,05	0,09	0,229	He	-0,018	-0,52	He
Котор	0,074	0,44	6,86	2,067	*	0,065	1,55	He
Х.Нови	0,078	0,47	7,23	2,126	*	0,071	1,68	+
Вирпазар	-0,067	-0,40	2,72	1,273	He	-0,052	-0,78	He
Голубовци	0,157	0,94	22,53	4,107	**	0,167	3,48	***
Подгорица	0,167	1,00	22,42	4,094	**	0,183	3,53	***
Даниловград	0,012	0,07	0,08	0,215	He	0,031	0,44	He
Цетиње	-0,004	-0,02	0,01	0,076	He	0,034	0,55	He
Црквине	0,020	0,12	0,34	0,445	He	0,012	0,28	He
Грахово	-0,031	-0,19	0,91	0,730	He	-0,040	-0,84	He
Велимље	0,095	0,57	6,01	1,926	+	0,074	1,40	He
Никшић	0,116	0,70	14,56	3,144	**	0,127	2,81	**
Крстац	0,067	0,40	3,42	1,433	He	0,047	1,00	He
Колашин	0,141	0,85	17,57	3,516	**	0,147	3,04	**
Плав	0,218	1,31	25,85	4,497	**	0,229	3,74	***
Рожаје	0,184	1,10	17,27	3,480	**	0,194	2,97	**
Беране	0,208	1,25	18,43	3,620	**	0,221	2,89	**
Б.Поље	0,161	0,97	13,80	3,047	**	0,136	2,49	*
Жабљак	0,192	1,15	19,62	3,763	**	0,189	3,18	**
Пљевља	0,138	0,83	12,77	2,914	**	0,157	2,70	**

Број станица

са +/- трендом 19/4

20/3

Значајност тренда на нивоу: *** - $\alpha = 0,001$, ** $\alpha = 0,01$, * $\alpha = 0,05$ и + $\alpha = 0,1$.

Да би се, математички посматрано, утврдила последица промена температуре за поменуте временске јединице (сезоне и годину), било је потребно спустити анализу на месечном нивоу. Зато су у наставку дати резултати тренда за сваки месец посебно, односно станицу укључену у разматрање (табела 1.13).

У посматраном 60-годишњем периоду, пад средње јануарске температуре регуструју само Тиват и Даниловград, док је у осталим местима тенденција

позитивног знака. Прорачуни су даље показали да у фебруару месецу температура има тенденцију пада на 7 станица, а у марту и априлу на 2 (Тиват и Грахово), док је на осталим тренд позитиван. Све станице, укључене у анализу, региструју тренд пораста средње мајске температуре, а само једна пада у јуну, јулу и августу (Тиват). Интересантни резултати су добијени за септембар, јер овај месец постаје хладнији чак на 15 од 23 станице, што није било за очекивати. У Колашину, Рожајама и Бијелом Пољу промене средње септембарске температуре не постоје, до треће децимале тренд је раван нули. Позитивна вредност тренда је добијена, дакле, само за 4 станице (Бар, Будва, Плав и Беране). У октобру, осим Вирпазара, све остале станице региструју тренд пораста температуре у периоду 1951-2010. Међутим, за новембар и децембар је опет приметна доминација негативног тренда.

Табела 1.13. Тренд средњих месечних температура на територији Црне Горе у периоду 1951-2010. по Сеновом методу и његова значајност по МК тесту

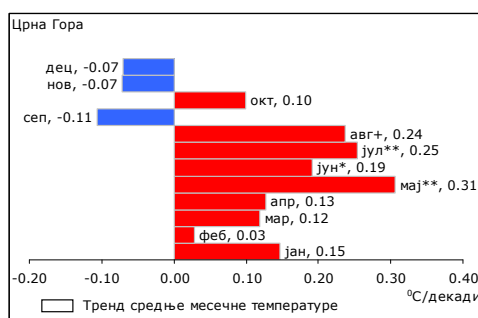
Станица	Месец											
	јан	феб	мар	апр	мај	јун	јул	авг	сеп	окт	нов	дец
Улцињ	0,09	0,00	0,11	0,15	0,31**	0,20*	0,23**	0,18 ⁺	-0,05	0,08	0,00	-0,13
Бар	0,12	0,04	0,13	0,20*	0,35***	0,25**	0,35***	0,36***	0,13 ⁺	0,17 ⁺	0,02	0,00
Будва	0,13	0,00	0,12	0,17*	0,42***	0,34***	0,36***	0,38***	0,08	0,15 ⁺	0,00	-0,06
Тиват	-0,04	-0,09	-0,06	-0,03	0,18 ⁺	0,06	0,12	0,13	-0,16 ⁺	0,00	-0,07	-0,18*
Котор	0,11	-0,01	0,10	0,08	0,26*	0,12	0,17 ⁺	0,11	-0,12	0,05	0,02	-0,05
Х.Нови	0,08	0,00	0,08	0,09	0,26**	0,14	0,19*	0,13	-0,10	0,06	0,02	-0,07
Вирпазар	0,05	-0,01	0,11	0,00	0,06	-0,14	-0,10	-0,15	-0,40**	-0,06	-0,10	-0,18
Голубовци	0,16	0,12	0,17	0,13	0,36**	0,23*	0,33***	0,25 ⁺	-0,07	0,09	0,02	0,00
Подгорица	0,17	0,11	0,17	0,17	0,38***	0,26*	0,33***	0,28 ⁺	-0,08	0,13	0,00	0,00
Даниловград	-0,02	-0,02	0,07	0,04	0,27*	0,09	0,19 ⁺	0,09	-0,25*	0,04	-0,17	-0,18
Цетиње	0,06	-0,06	0,07	0,06	0,19 ⁺	0,12	0,11	0,00	-0,26*	0,04	-0,08	-0,17
Црквице	0,04	-0,05	0,07	0,12	0,20 ⁺	0,11	0,22*	0,20 ⁺	-0,19	0,00	-0,13	-0,24*
Грахово	0,00	-0,11	-0,08	-0,03	0,25*	0,14	0,17 ⁺	0,04	-0,17	0,00	-0,20	-0,27*
Велимље	0,23	0,06	0,07	0,06	0,28*	0,14	0,25*	0,21	-0,16	0,08	-0,06	-0,10
Никшић	0,25 ⁺	0,07	0,11	0,10	0,30**	0,21*	0,32***	0,24	-0,16	0,07	-0,03	-0,03
Кретац	0,20	0,15	0,15	0,07	0,25*	0,14	0,25*	0,11	-0,35*	0,04	0,00	-0,05
Колашин	0,16	0,05	0,14	0,17	0,32**	0,27**	0,32***	0,30**	0,00	0,23	-0,09	-0,08
Плав	0,28 ⁺	0,12	0,14	0,23*	0,41***	0,35**	0,41***	0,39**	0,14	0,27*	-0,06	0,00
Рожаје	0,31 ⁺	0,07	0,23	0,23	0,34**	0,35**	0,38**	0,35**	0,00	0,22*	-0,10	-0,03
Беране	0,31 ⁺	0,15	0,22	0,25*	0,39**	0,31**	0,38***	0,33*	0,03	0,26 ⁺	-0,07	0,06
Б.Поље	0,24	0,02	0,20	0,20	0,39***	0,29**	0,38***	0,38**	0,00	0,20*	-0,17	0,04
Жабљак	0,32 ⁺	0,15	0,26	0,26*	0,41**	0,28*	0,36***	0,27 ⁺	-0,05	0,23 ⁺	0,00	-0,05
Пљевља	0,25	0,15	0,16	0,13	0,29*	0,23*	0,30**	0,25 ⁺	-0,05	0,18 ⁺	-0,10	0,07
Црна Гора	0,15	0,03	0,12	0,13	0,31**	0,19*	0,25**	0,24 ⁺	-0,11	0,10	-0,07	-0,07

Значајност тренда на нивоу: *** - $\alpha = 0,001$, ** $\alpha = 0,01$, * $\alpha = 0,05$ и $\alpha = 0,1$.

Шта ови прорачуни показују? Прво, 9 месеци постају све топлији, а септембар, новембар и децембар хладнији. Друго, тренд пораста средње мајске температуре упућује на то да се летње вредности све чешће јављају у овом месецу, односно да пролеће постаје краће. Или, лето постаје дуже на рачун маја, односно дуже траје. Треће, тренд пада средње септембарске температуре указује на то да постоји тенденција изразитијег (наглијег) прелаза из лета у јесен, као и пролећа у лето. Даље, тренд пада средње новембарске и децембарске температуре имплицира на то да јесен постаје све краћа, односно да зима раније почиње.

Тренд пораста средње мајске температуре је безначајан само у Вирпазару, док је на осталим станицама значајан на различитим нивоима поверења. Значајност раста температуре присутна је на већини станица и током три летња месеца (јун, јул и август). У осталим месецима су промене температуре, у средњој вредности, на већем броју станица безначајне.

На слици 1.7 дате су вредности тренда средњих месечних температура на територији Црне Горе у целини, за период 1951-2010. У складу са резултатима на станичном нивоу, тренд је статистички значајан у мају, јуну, јулу и августу, док су у осталим месецима промене средње температуре несигнификантне.



Слика 1.7. Тренд средњих месечних температура на простору Црне Горе у целини по Сеновом методу у периоду 1951-2010. (значајно на нивоу: ** - $\alpha = 0,01$; * - $\alpha = 0,05$ и + - $\alpha = 0,1$)

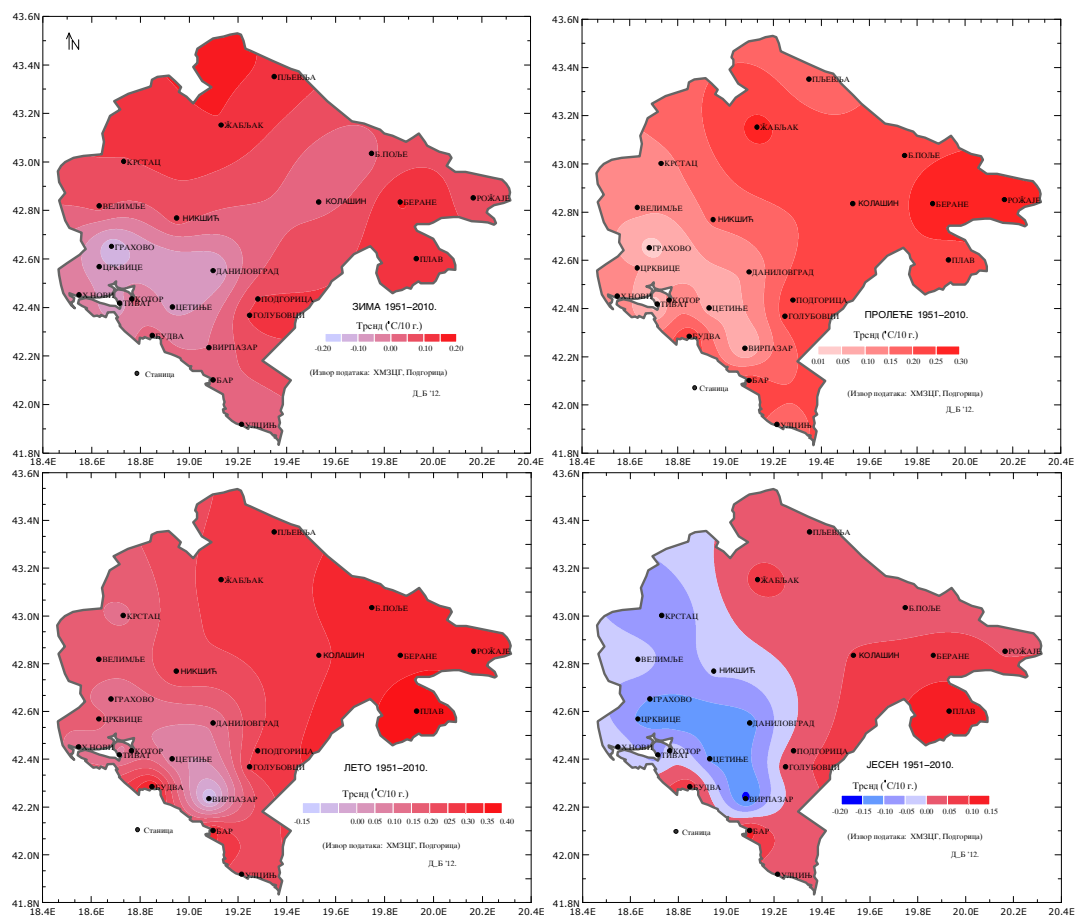
Дакле, математички посматрано, тренд пораста средње зимске температуре, у посматраном 60-годишњем периоду, последица је тенденције раста јануарских и донекле фебруарских вредности, јер децембар показује незнатно захлађење. Незнатан пад средње јесење температуре, када се територија Црне Горе посматра као јединствено поље, последица је већег укупног пада у септембру и новембру. Значајан тренд пораста средње летње температуре је, у математичком смислу, резултат сигнификантног раста у сва три летња месеца. Пораст средње пролећне температуре, такође значајан, последица је тренда раста температуре у сва три месеца, а пре свга у мају.

Детаљна анализа средње температуре на територији Црне Горе, за период 1951-2010., показала је следеће:

➤ Најизразитији је тренд пораста средње летње температуре и готово у свим местима је статистички значајан. Нешто је мањи пораст средње пролећне температуре, али је такође на већем броју станица значајан. Међутим, у зимској и јесењој сезони су промене температуре безначајне. Штавише, тренд средње зимске

температуре је негативан на 7 од 23 станице, а јесење чак на 11. У већини места је присутан тренд пораста средње годишње температуре и углавном је значајан.

➤ Резултати тренд анализе су показали да се могу издвојити подручја са сличним термичким променама. На југозападу Црне Горе присутан је благи тренд пада или незнатан пораст средње температуре, зависно која се сезона посматра, док се најизразитији раст јавља у северним и североисточним крајевима (Плав, Беране, Рожаје, Жабљак), затим на подручју Подгорице и Паштровићком приморју (приморје од Бара до Будве), слика 1.8.



Слика 1.8. Распореда тренда средњих сезонских температура ($^{\circ}\text{C}/\text{декади}$) на територији Црне Горе у периоду 1951-2010.

➤ Генерално, у посматраном 60-годишњем периоду, тенденција пораста средње годишње температуре на територији Црне Горе, математички посматрано, последица је изразитог раста у топлијем делу године, нарочито од маја до августа. У зимској сезони су промене безначајне, док јесење вредности температуре показују углавном тренд захлађења.

2. ПРОМЕНЕ КОЛИЧИНЕ ПАДАВИНА

2.1. Преглед досадашњих истраживања

Према извештају Европске агенције за заштиту природе (ЕЕА – European Environment Agency, 2001), ако се посматра 20. век у целини, запажа се контраст између Северне и Јужне Европе, јер су се у првој регији повећале годишње количине падавина за 10-40%, а у другој смањиле до 20%. Према поменутом извору, у већем делу Европе највеће промене биле су зими.

Ову констатацију потврђује и ИРСС у посебној публикацији⁸, где се каже да су се током 20. века у региону Северне Европе годишње суме падавина повећале у интервалу 10-50% за 100 година, у односу на нормалу периода 1961-1990., док негативан тренд у Јужној Европи износи до 20% по веку. Мада се истиче да је тешко одредити значајност тренда годишњих падавина када се посматра Европа у целини, нарочито после 1950. године, као и то да је амплитуда падавина мања у другој него у првој половини 20. века. Међутим, међугодишња варијабилност се значајно разликује на регионалном и локалном нивоу. Сличне податке даје ИРСС у свом Четвртом извештају, објављеном 2007.

У саопштењу WMO из 2012. године (Press Release No. 943)⁹, каже се да је глобална количина падавина у декади 2001-2010. друга у низу највећих од 1901. (прва је 1951-1960), али и да су осмотрене велике регионалне и међугодишње разлике. Значајни делови северне хемисфере били су влажнији у овој декади у односу на уобичајено стање, а посебно исток САД, северни и источни делови Канаде, многи делови Европе и Централне Азије. Влажније је било и на већем делу Јужне Америке, Јужне Африке, Индонезије и Северне Аустралије. Са друге стране, количина падавина у декади 2001-2010. била је испод нормале у западном делу САД и Канаде, затим на Аљасци, већем делу Јужне Азије, Централне Африке, као и деловима Јужне и Западне Европе и Источне Аустралије.

Вакер (2004) у свом раду полази од становишта ИРСС да ће глобално загревање интензивирати хидролошки циклус, односно условити пораст падавина на глобалном нивоу и да то може имати бројне негативне последице, нарочито у виду учесталих поплава. Ипак, на основу историјских и палео записа, аутор

⁸ http://www.grida.no/publications/other/ipcc_sr/?src=/climate/ipcc/regional/097.htm

⁹ http://www.wmo.int/pages/mediacentre/press_releases/pr_943_en.html

закључује да су „много веће поплаве идентификоване у прошлости, када је било знатно хладније”.

Dery and Wood (2005), испитујући могуће узроке смањења падавина и протицаја река у Северној Канади у периоду 1964-2003., статистички значајну везу су добили са Арктичком осцилацијом (АО), ENSO и Пацифичком декадном осцилацијом (PDO). На крају закључују да ништа не указује на последице глобалног загревања и да су трендови падавина и протицаја река узроковани варијацијама природних фактора.

Kiktev et al. (2007) су добили да модели IPCC показују умерене способности када је реч о показатељима ескремних температурних догађаја и слабо или потпуно одсуство за падавинске екстреме. Stephens et al. (2010) указују да климатски модели подцењују падавинске интензитете за 1,3 до 1,9 пута у односу на мерењима утврђене вредности, док кад је реч о учесталости падавина, модели показују двоструко веће вредности.

Када је Медитеран у питању, генерално се може закључити да се у другој половини 20. века количина падавина смањила, али су те промене углавном безначајне (Reiser and Kutiel, 2010). Ипак, Хорlаки (2006) је утврдила значајно смањење зимских сума падавина у већем делу Италије, Албаније, Хрватске, Кипра, на западу Грчке, затим у Израелу и Румунији, док је за Либију, Египат, Тунис и медитеранску обалу Шпаније добила безначајан тренд пораста. Feidas et al. (2007) истичу да су се годишње суме падавина на простору Грчке, у периоду 1955-2001., значајно смањиле. Изузетак је јужни део, где су промене статистички безначајне. Del Rio et al. (2011) су утврдили да и на Пиринејском полуострву постоји негативан тренд падавина у периоду 1961-2006.

Rodó et al. (1997) су анализирали падавинске прилике током 20. века на Пиринејском полуострву, Балеарским острвима и Северној Африци, на основу података са 17 метеоролошких станица. Аутори су утврдили да постоји јак сигнал између падавина, са једне и Ел Нињо јужне осцилације (ENSO) и Северноатлантске осцилације (NAO), са друге стране, али уочавају и разлике у времену и простору. Зими је већи део полуострава под утицајем NAO, осим истока Шпаније за који је добијена висока корелација са ENSO.

Rodrigo et al. (2001) сматрају да су „садашње позитивне температурне аномалије за Западну Европу и сушни услови за Јужну Европу и Медитеран у јакој

вези са позитивном фазом NAO (Северноатлантска осцилација), почев од 1980-те”. Такође истичу да је најјачи сигнал падавина са циркулацијом за зимску сезону и да се под утицајем NAO феномена може објаснити 40% варијабилности зимских падавина на југу Шпаније (Андалузија). Сличне резултате дају Tomozeiu et al. (2002), који за подручје северне Италије (Емилија – Ромања), у периоду 1960-1995., проналазе значајно смањење зимских падавина, истичући да забележене промене могу бити последица интензивне позитивне фазе NAO.

Дуцић и Луковић (2005) сматрају да би механизам везе између падавина и ENSO вероватно требало тражити у општој атмосферској циркулацији. Аутори за анализу евентуалне везе ENSO и падавина на територији Србије користе декадне податке за глобални SST-ENSO индекс и годишње суме падавина за период 1951-2000. Резултати истраживања до којих су дошли указују да постоји веза између ENSO и промене количине падавина у Србији на декадном нивоу.

Истраживања Дуцић и др. (2010б) и Ducic et al. (2012) такође показују да постоји веза између варијабилности циркулације атмосфере и падавинских прилика на простору Србије, односно Црне Горе. Ducic et al. (2007) истичу да се на простору Србије „утицаји NAO могу приметити на станицама са континенталним плувиометријским режимом, док се утицај ENSO може приметити на станицама са медитеранским, односно прелазним медитеранским режимом”.

Дуцић и др. (2011) су утврдили да се са акумулираним падавинама у Подгорици, за период 1951-2010., ништа битније не дешава, како на сезонском тако и годишњем нивоу, а Бурић и др. (у штампи) су за слив Мораче добили значајну везу између падавина и NAO, односно температуре и АМО.

Бурић и др. (2012) су утврдили да је протицај Колубаре, за период 1958-2008., превасходно под утицајем падавина, односно природних фактора. Од анализираних фактора, аутори су најбоље везе са протицајем ове реке и падавинама у њеном сливу добили са АМО, NAO и SST-ENSO индексом.

Tošić (2004) је истраживала просторне и временске варијације падавина у зимској и летњој сезони на 30 станица у Србији и Црној Гори, за период 1951-2000. Применом емпиријске ортогоналне функције и користећи *Mann-Kendall* тест и спектралну анализу, ауторка је добила негативан безначајан тренд падавина у зимском периоду године. Резултати до којих је дошла Станојевић (2012) показују

да се на североистоку, истоку, југу и југоистоку Србије смањују годишње суме падавина у периоду 1951-2010. Највеће повећање је добила за западни и југозападни део Србије.

Gajić-Čarka and Cindrić (2011) су утврдили смањење годишњих падавина дуж Хрватске обале Јадрана, у периоду 1901-2008. Њихови резултати указују да је негативан годишњи тренд, математички посматрано, последица изразитог смањења падавина током зиме и пролећа.

Падавине су превасходно под утицајем природних фактора. У научној јавности присутне су сумње да евентуални антропогени ефекат стаклене баште условљава и промене атмосферске циркулације. Међутим, многи истичу, позивајући се и на друге истраживаче, да је циркулација ваздуха под доминантним утицајем осцилација природних фактора, пре свега Арктичке осцилације (нпр. Дуцић, 2008; Baldwin and Thompson, 2009).

Моделирање промене количине падавина је знатно комплексније у односу на температуру ваздуха. Реченица из извештаја IPCC¹⁰ могла би да послужи као генерални закључак када су пројекције падавина у питању: „Постоји много неизвесности у вези са будућим трендовима падавина”.

Институт за животну средину и одрживост, при Заједничком истраживачком центру за науку Европске комисије (JRC – Joint Research Centre: Dankers and Niederer, 2008), дао је пројекцију промене падавина за 21. век. У датој публикацији се разматрају промене варијабилности температуре и падавина у Европи до краја овог века, на основу регионалног климатског модела HIRHAM, високе резолуције (12 km). Када су падавине у питању, на југу Европе се очекује, генерално, смањење годишњих сума падавина, повећање ризика од суша и ширење аридних и семиаридних области. За Северну Европу се предвиђа пораст падавина, нарочито у зимском периоду. Између ове две регије је појас где се очекују мале промене годишњих падавина. На простору Европе у целини, просечни пораст зимских сума падавина процењен је на око 21% до краја века. Међутим, у појединим деловима Јужне Европе зими се може очекивати смањење падавина. Лети се очекује смањење падавина у већем делу Европе, за цео континент око 11%, а на подручју Медитерана око 22% до краја века.

¹⁰ <http://www.ipcc.ch/ipccreports/sres/regional/index.php?idp=98>

По овим пројекцијама (Dankers and Niederer, 2008, стр. 44), може се закључити да се у Црној Гори очекује изразито смањење падавина током лета, од 20% до преко 40% у односу на нормалу периода 1961-1990. И јесење количине ће се смањити, али знатно мање у односу на летње. У пролеће се не очекују битније промене (незнатан раст), док ће се зимске суме повећати до 10%. У сваком случају, смањење током лета и јесени је знатно веће од повећања падавина током зиме и делимично пролећа, па ће годишње суме у Црној Гори имати негативну тенденцију.

2.2. Промене количине падавина на територији Црне Горе

На територији Црне Горе, велика разлика у количини између падавинама најбогатијег (Црквице) и најсиромашнијег (Пљевља) места, која у просеку износи близу 4000 mm на годишњем нивоу, детерминисана је, у првом реду, орографским карактеристикама и дејством влажних ваздушних маса при њиховом присилном узлазном кретању. Због овако изразите просторне неуједначености, релативна променљивост (у %) је много квалитетнија мера промене. Примера ради, промена годишње количине падавина по линији тренда од 20 mm за 10 година у Пљевљима и Црквицама је иста у квантитативном смислу, али је квалитативна разлика огромна. У конкретном примеру, променљивост од 20 mm у Црквицама може се готово у потпуности пренебрегнути. Из тог разлога, тренд падавина се даје у %, и то углавном у процентима нормале за 10 година (%N/10г). У овом раду је тенденција падавина на територији Црне Горе прорачуната и у mm и у %, у односу на нормалу последњег стандардног климатског периода (1961-1990).

Дисперзија сезонских и годишњих сума падавина у току посматране временске серије, за сваку станицу посебно, анализирана је помоћу коефицијента варијације (C_v), а он претставља однос стандардне девијације и просечне вредности. Основни циљ ове анализе је утврђивање промена варијабилности количине падавина. С обзиром на то да се ради о веома променљивом елементу, није пожељно разматрати колебање падавина за краће временске јединице. Зато је варијабилност сезонских и годишњих количина падавина прорачуната за 30-годишње периоде с помаком од једне године. Дакле, било је потребно израчунати средњу вредност, стандардну девијацију и коефицијент варијације за сваки клизни

30-годишњи период (корак + 1, укупно 31 временска серија), а затим помоћу тренд компоненте видети да ли је у периоду 1951-2010. дошло до повећања или смањења варијабилности укупних падавина на сезонском и годишњем нивоу. Тренд коефицијента варијације (C_v) је прорачунат Сеновим методом, а значајност испитана помоћу МК-теста.

2.2.1. Колебање и тренд зимских сума падавина

Просечне вредности зимских сума падавина на територији Црне Горе крећу се у широком опсегу, од 173 mm у Пљевљима до 1820 mm у Црквицама. Места са медитеранским плувиометријским режимом, посебно она која су на удару влажних ваздушних маса у склопу циклонске циркулације, углавном из јужног квадранта, примају далеко више падавина него крајњи север и североисток земље. У периоду од 60 година, у Црквицама је само у 17,7% случајева (10 година) зимска сума падавина била мања од 1000 mm. Највећа зимска количина падавина у овом месту, од 4415 mm, регистрована је 2010., а најмања, од 255 mm, 1993. године. Овако велики однос (за Црквице 17,3 пута) добијен је и за остале станице, а указује да су хладни месеци богати падавина, као и то да постоји изражена променљивост у количинама, посебно у пределима са медитеранским плувиометријским режимом. То је последица изражене нестабилности времена у хладнијим месецима.

Ход зимских сума падавина на станицама ХМЗ мреже, у периоду 1951-2010., дат је у табели 2.1. Зима 2009/2010. била је екстремно влажна (кишна) у већини места. Према расподели перцентила, примера ради, у Улцињу је екстремно сушних зима било 3, исто толико врло сушних и врло кишних, сушних 10, у границама нормале 29, кишних 11 и екстремно кишних 1. На исти начин се може коментарисати категоризација и за остале станице. Да су падавине један од најпроменљивијих елемената, говори чињеница да се, у посматраном 60-годишњем периоду, не може издвојити дужи потпериод у коме су зимске суме биле у опсегу уобичајених вредности, без већих колебања. Ипак, треба истаћи да је крајем 1980-их и током последње декаде 20. века било сушно, јер су на свим станицама зимске суме падавина биле углавном испод просека. Тај дефицит је, могло би се рећи, надокнађен у последњој декади посматраног периода (2001-2010), када су у већини случајева зимске суме биле изнад просека, нарочито током последње две зиме (2008/2009. и 2009/2010).

варијабилности падавина у овом месту него у Рожајама. Важно је истаћи да је тренд повећања варијабилности, осим у Рожајама, на свим осталим станицама значајан на различитим нивоима ризика прихватања хипотезе.

Ако отопљавање, односно доминација антропогеног ефекта стаклене баште, заиста има утицаја на падавинске прилике, по моделима IPCC је за очекивати повећање варијабилности падавина. Међутим, у последњих 12 покретних временских серија (1970/1999, 1971/2000,...1981/2010), готово на свим станицама је присутан тренд смањења варијабилности зимских сума падавина. У овом периоду (1970-2010) је једино у Пљевљима и даље присутан тренд пораста варијабилности падавина, али статистички безначајан. У Никшићу и Плаву (местима где је у периоду 1951-2010. присутан највећи тренд пораста варијабилности падавина), у периоду 1970-2010. тренд C_v падавина за клизне 30-годишње периоде, раван је нули до четврте децимале. На осталих 20 станица тренд је негативан, а на 8 је и значајан (Подгорица, Вирпазар, Голубовци, Даниловград, Колашин, Бијело Поље, Бар и Крстац).

Табела 2.2. Тренд коефицијента варијације (C_v) зимских сума падавина за 30-годишње периоде с кораком од једне године у периоду 1951-2010. и 1970-2010. према Сеновом методу и МК тесту

Метеоролошка станица	Период 1951-2010		Период 1970-2010	
	Q (C_v30+1)	Значајност	Q (C_v30+1 у %)	Значајност
Улцињ	0,004	**	-0,001	Не
Бар	0,003	*	-0,005	**
Будва	0,003	**	-0,001	Не
Тиват	0,003	***	-0,001	Не
Котор	0,003	**	-0,002	Не
Х.Нови	0,004	***	-0,004	Не
Вирпазар	0,003	**	-0,004	*
Голубовци	0,003	***	-0,005	*
Подгорица	0,003	***	-0,003	+
Даниловград	0,001	*	-0,005	*
Цетиње	0,003	***	-0,003	Не
Црквице	0,002	*	-0,005	Не
Грахово	0,003	***	-0,003	Не
Велимље	0,004	***	-0,003	Не
Никшић	0,003	**	0,000	Не
Крстац	0,003	***	-0,006	**
Колашин	0,003	***	-0,006	*
Плав	0,007	***	0,000	Не
Рожаје	0,000	Не	-0,001	Не
Беране	0,003	**	-0,001	Не
Б.Поље	0,002	+	-0,002	*
Жабљак	0,004	***	-0,001	Не
Пљевља	0,001	*	0,002	Не

Значајност тренда на нивоу: *** - $\alpha = 0,001$, ** $\alpha = 0,01$, * $\alpha = 0,05$ и + $\alpha = 0,1$.

Резултати колебања зимских сума падавина на територији Црне Горе, на основу C_v , у складу су са теоријом IPCC када се посматра цео период (1951-2010).

Међутим, у периоду 1970-2010., тренд варијабилности падавина је готово на свим станицама негативан, што није у складу са концептом IPCC, који предвиђа опште повећање варијабилности овог метеоролошког елемента. На основу ове анализе могло би се закључити да разлоге тренда промена варијабилности зимских сума падавина, треба тражити у осцилацијама природних фактора.

Међугодишње осцилације не могу показати да ли је у посматраном периоду дошло до повећања или смањења падавина. Према једначини најмањих квадрата, тренд има позитивну вредност у Бијелом Пољу, на Цетињу и Жабљаку, а износи до занемарљивих 3,2 mm/10 година или до 0,8% по декади. На осталим станицама (20 од 23) је дошло до смањења зимских сума падавина у периоду 1951-2010. Највеће и значајно (95% ниво поверења) смањење падавина добијено је за Крстац, 36,5 mm по декади, што чини 6,0% нормале на 10 година, док је на осталим станицама негативна вредност тренда мања и безначајна (табела 2.3).

Табела 2.3. Тренд зимских сума падавина на станицама ХМЗ мреже у периоду 1951-2010. по једначини најмањих квадрата (L) и Сененом методу (Q) и његова значајност према t и МК тесту

Метеоролошка станица	Метод најмањих квадрата и t-тест			Сенено метод и Z-тест		
	L (mm/10г)	L (%/10г)	Значај	Q (mm/10г)	Q (%/10г)	Значај
Улцињ	-16.0	-3.6	Не	-22.2	-4.9	+
Бар	-13.3	-2.8	Не	-12.1	-2.5	Не
Будва	-18.5	-4.0	Не	-22.0	-4.8	+
Тиват	-14.3	-2.7	Не	-11.4	-2.2	Не
Котор	-16.5	-2.6	Не	-18.7	-3.0	Не
Х.Нови	-15.4	-2.3	Не	-19.9	-3.0	Не
Вирпазар	-20.3	-2.2	Не	-14.7	-1.6	Не
Голубовци	-10.4	-2.0	Не	-9.4	-1.8	Не
Подгорица	-9.5	-1.6	Не	-10.0	-1.7	Не
Даниловград	-9.7	-1.2	Не	-7.5	-1.0	Не
Цетиње	1.7	0.1	Не	8.9	0.7	Не
Црквице	-38.7	-2.3	Не	-41.1	-2.4	Не
Грахово	-27.1	-2.4	Не	-47.4	-4.3	Не
Велимље	-18.9	-3.6	Не	-26.4	-5.1	Не
Никшић	-14.0	-2.2	Не	-18.3	-2.8	Не
Крстац	-36.5	-6.0	*	-40.3	-6.6	*
Колашин	-13.1	-1.8	Не	-12.2	-1.7	Не
Плав	-11.2	-3.4	Не	-13.7	-4.2	Не
Рожаје	-0.8	-0.4	Не	2.5	1.2	Не
Беране	-4.7	-1.9	Не	-1.5	-0.6	Не
Б.Поље	0.7	0.3	Не	3.8	1.6	Не
Жабљак	3.2	0.8	Не	1.2	0.3	Не
Пљевља	-1.4	-0.8	Не	0.6	0.3	Не

Број станица

са +/- трендом

3/20

5/18

Значајност тренда на ниво: * $\alpha = 0,05$ и + $\alpha = 0,10$.

По Сененом методу и МК тесту, осим у Бијелом Пољу, на Цетињу и Жабљаку, тренд има позитивну вредност и у Пљевљима и Рожајама, али је, такође, безначајан. На осталих 18 станица тренд има негативну вредност, а једино је у Крстацу, Улцињу и Будви дошло до значајног смањења зимских сума. Дакле, у

периоду 1951-2010., како је већ поменуто, зимске суме падавина показују тенденцију смањења готово на целој територији Црне Горе, али треба истаћи да се ради о малим променама, које се крећу у распону од -6,6% до 1,6% нормале по декади и које су на 20 од 23 станице статистички безначајне.

Резултати тренд анализе су показали да постоји разлика у интензитету, а некада и знаку промена. Примера ради, уочљива је разлика у знаку и интензитету тренда између Плава и Рожаја. Ова два места, која се налазе на релативно малом растојању, деле високи планински венци - Жљеб (2381 m), Хајла (2043 m), Мокра планина, Виситор (2211 m). Тако да при доминацији источних и североисточних ваздушних струја у склопу циклонске циркулације, Рожаје су на наветреаној страни и богатије падавина него Плав. Са друге стране, при доминацији ваздушних маса са југа и југозапада, више падавина се излучује у Плаву, јер су Рожаје тада у заветрини. Дакле, са високим степеном сигурности се може тврдити да су промене падавина у вези са променом циркулације атмосфере, односно учесталости ваздушних маса у одређеним периодима.

2.2.2. Колебање и тренд пролећних сума падавина

Ради очигледности, расподела перцентила пролећних сума падавина приказана је методом боја (табела 2.4), као и за остале сезоне. На овај начин се јасно уочава доминација сушних пролећа током првих 7 година посматраног периода, а посебно је изразита 1952. и 1955. У овом периоду (1951-1957) је једино пролеће 1954. године било влажно до екстремно влажно у већем делу Црне Горе. Током 1958, 1970. и 1978. су пролећне суме падавина на свим станицама биле изнад просека, а у већем делу Црне Горе и 1961. и 1964. После 1980. године, следи 15-годишњи период током којег се не уочавају већа међугодишња колебања пролећних сума падавина. Пролеће 1996. године је на већини станица било влажно до екстремно влажно, а након тога следи сушни период, кога прекида 2004. година.

Ако антропогени ефекат стаклене баште заиста има утицаја на падавинске прилике, онда је за очекивати да се уочи одређени сигнал, без обзира на променљивост овог елемента. Међутим, у посматраном 60-годишњем периоду се не уочава никаква законитост у погледу промене пролећних сума падавина. То јасно потврђује и чињеница да је најсушнија декада на територији Црне Горе била прва (1951-1960), а највлажнија друга и трећа (1961-1970. и 1971-1980).

станациа. То другим речима значи да се смањује променљивост пролећних сума падавина у периоду 1951-2010., односно да постоји тенденција стабилизације количине падавина у погледу колебања. При томе, 15 од 19 станица бележи значајан тренд смањења варијабилности. Највеће смањење варијабилности падавина добијено је за Грахово, Никшић, Колашин и Жабљак, 0,004 по кораку +1. У Голубовцима је тренд C_v падавина, за клизне 30-годишње периоде, раван нули до четврте децимале. Позитивну вредност, односно повећање варијабилности пролећних сума падавина, региструју само 3 станице, при чему је у Велимљу и Крстацу статистички значајно на 90% нивоу поверења, а у Рожајама безначајно (табела 2.5).

Табела 2.5. Тренд коефицијента варијације (C_v) пролећних сума падавина за 30-годишње периоде с кораком од једне године у периоду 1951-2010. и 1970-2010.

Метеоролошка станица	Период 1951-2010		Период 1970-2010	
	Q (C_v30+1)	Значајност	Q (C_v30+1)	Значајност
Улцињ	-0,002	***	0,000	Не
Бар	-0,002	***	-0,001	Не
Будва	-0,001	*	0,000	Не
Тиват	0,000	Не	0,002	Не
Котор	-0,001	Не	0,003	+
Х.Нови	-0,001	Не	0,000	Не
Вирпазар	-0,002	**	0,001	+
Голубовци	0,000	Не	0,002	+
Подгорица	-0,002	+	0,003	+
Даниловград	-0,002	***	0,001	Не
Цетиње	-0,002	***	-0,001	Не
Црквице	-0,002	**	0,000	Не
Грахово	-0,004	***	0,002	Не
Велимље	0,001	+	0,002	Не
Никшић	-0,004	***	-0,001	Не
Крстац	0,001	+	0,004	+
Колашин	-0,004	***	0,001	Не
Плав	-0,001	Не	0,012	***
Рожаје	0,001	Не	-0,002	*
Беране	-0,003	***	0,001	+
Б.Поље	-0,002	***	0,006	***
Жабљак	-0,004	***	-0,002	Не
Пљевља	-0,003	***	0,002	**

Значајност тренда на нивоу: *** - $\alpha = 0,001$, ** $\alpha = 0,01$, * $\alpha = 0,05$ и + $\alpha = 0,1$.

Другачији резултати тренда су добијени за последњих 12 временских серија (1970/1999, 1971/2000,...1981/2010). За разлику од зимских сума падавина, које у овом периоду показују смањење варијабилности готово на целој територији Црне Горе, тренд C_v пролећних количина има позитивну вредност на 14 станица, што је у складу са моделима ИРСС, који предвиђају повећање варијабилности, генерално.

Оба метода (једначина најмањих квадрата и Сенцов метод) показују да се са пролећним сумама падавина ништа посебно не дешава. Тренд је на 15 станица позитивног, а на 8 негативног знака по једначини најмањих квадрата, односно на 14 станица се пролећне суме повећавају, а на 9 смањују по Сенцовом методу, али су

те промене безначајне. По методу најмањих квадрата, тренд промена се креће у интервалу од -3,8% (Будва) до 2,7% (Рожаје) по декади. Тај опсег је нешто мањи по Сеновом методу, $\pm 2,6\%$ по декади (табела 2.6).

Табела 2.6. Тренд пролећних сума падавина на станицама ХМЗ мреже у периоду 1951-2010. по једначини најмањих квадрата (L) и Сеновом методу (Q) и његова значајност према t и МК тесту

Метеоролошка станица	Метод најмањих квадрата и t-тест			Сенов метод и Z-тест		
	L (mm/10r)	L (%/10r)	Значај	Q (mm/10r)	Q (%/10r)	Значај
Улцињ	-3,0	-1,0	Не	-1,0	-0,3	Не
Бар	-5,7	-1,7	Не	-4,1	-1,2	Не
Будва	-13,7	-3,8	Не	-9,3	-2,6	Не
Тиват	-8,5	-2,2	Не	-8,3	-2,1	Не
Котор	-6,4	-1,5	Не	-8,3	-2,0	Не
Х.Нови	-9,1	-2,0	Не	-10,9	-2,4	Не
Вирпазар	6,4	1,2	Не	6,0	1,1	Не
Голубовци	3,9	1,1	Не	4,9	1,4	Не
Подгорица	4,8	1,2	Не	7,5	1,9	Не
Даниловград	4,1	0,8	Не	3,9	0,8	Не
Цетиње	9,1	1,2	Не	13,7	1,7	Не
Црквице	-8,7	-0,8	Не	2,8	0,3	Не
Грахово	5,0	0,7	Не	13,0	1,9	Не
Велимље	5,7	1,5	Не	3,3	0,9	Не
Никшић	4,1	0,9	Не	8,8	1,9	Не
Крстац	-4,8	-1,1	Не	-7,0	-1,6	Не
Колашин	11,5	2,3	Не	11,9	2,3	Не
Плав	-5,5	-2,1	Не	-3,4	-1,3	Не
Рожаје	6,1	2,7	Не	5,8	2,6	Не
Беране	1,3	0,6	Не	3,2	1,5	Не
Б.Поље	3,8	1,8	Не	5,6	2,6	Не
Жабљак	4,8	1,4	Не	5,6	1,7	Не
Пљевља	0,4	0,2	Не	-0,2	-0,1	Не
Број станица са +/- трендом	15/8			14/9		

По моделима ИРСС и Европске агенције за заштиту животне средине, Панонски басен представља прелазно подручје између виших ширина, где се очекује повећање падавина и нижих (Јужна Европа), где се очекује редукција падавина, нарочито у топлијем делу године. Ако предпоставимо да антропогени ефекат стаклене баште има утицаја на падавинске прилике, онда је за очекивати да на територији Црне Горе постоји једноличност у погледу знака тренда, тим пре што се налази прилично јужније од поменутог прелазне зоне. Међутим, поменуто је да постоје разлике у погледу знака и интензитета промена пролећних сума падавина. Ово је још један индикатор који упућује на то да промене циркулације атмосфере имају примарни утицај на падавинске прилике.

Анализа је даље показала да се интензитет и знак тренда промена пролећних сума падавина мења у правцу североисток-југозапад. Ово су доминантна висинска струјања изнад ових предела, а она имају далеко већи утицај на падавинске прилике него приземна. Дакле, у посматраном 60-годишњем периоду, на територији Црне Горе се у пролећној сезони не уочава сигнал аридности или хумидности, јер се са акумулираним падавина ништа не дешава.

И у овој сезони се уочава разлика у интензитету, а некада и знаку тренда између блиских станица. Ова појава се може објаснити израженом рашчлањеношћу и вертикалном дисецираношћу рељефа, па су нека места у тзв. кишној сенци у односу на окружење, док су пак друга директно на удару влажних ваздушних маса. Орографски ефекат се огледа и у каналисању ваздушних маса, односно промени приземне циркулације ваздуха, а као последица тога могу се јавити и разлике у количини падавина између релативно блиских места. Као пример претходној констатацији могу послужити Улцињ и Бар. При ветру јужних смерова, који је богат воденом паром, често се дешава да у Улцињу падне значајно мање кише него у Бару. На пример, количина падавина за 6.1.2008. и 15.4.2010. у Улцињу је износила 15,8 и 1,5 mm, а у Бару 40,2 и 38,0 mm. Наиме, Улцињско поље је отворено према северу и у оваквим ситуацијама (при тзв. јужини) су услови за падавине много неповољнији изнад овог места него изнад Бара, где се ваздух присилно уздиже уз падине планине Румије. Аутор ове дисертације, на основу вишегодишњег искуства као осматрач на главној метеоролошкој станици у Подгорици и прогностичар у Одељењу анализе и прогнозе времена ХМЗ Црне Горе, наглашава да разлике у временским приликама на овом малом простору нису реткост, посебно када су падавине у питању.

2.2.3. Колебање и тренд летњих сума падавина

На основу поменутих извора (IPCC, 2007; JRC, Dankers and Hiederer, 2008), на територији Црне Горе се најзразитије промене (смањење) падавина очекују у летњој сезони, од 20% до преко 40% у односу на нормалу периода 1961-1990. Редукција падавина у овом износу могла би имати озбиљне последице у многим областима човековог живота и рада. Ако се обистине пројекције, то би значило да треба очекивати значајно смањење расположивости воде, хидроенергетског потенцијала, погоршање услова у пољопривреди, туризму итд.

У табели 2.7 дата је расподела перцентила за сваку станицу посебно, а добијени резултати су приказани и методом боја, ради очигледности. Другим речима, на основу вредности количине падавина дате су оцене у односу на нормалу периода 1961-1990., односно сврстана поједина лета за сваку годину посебно у посматраном 60-годишњем периоду. Оцена одступања на основу

анализа је показала да сумње како ће отопљавање повећати честину екстремности, пре свега у правцу сушности, како истиче IPCC, не стоје. Када су у питању колебања, да се са летњим сумама падавина ништа посебно не дешава потврђује и чињеница да је готово на свим станицама приближно исти број са позитивним и негативним одступањима укупних падавина у односу на нормалу. Просечна разлика се креће око 5, али у корист позитивних одступања (суфицит падавина).

Учешће летњих падавина у укупној годишњој суми је мало у већем делу Црне Горе. Углавном су то падавине конвективног порекла, некада праћене и локалним краткотрајним пљуском са грмљавином. На крајњем северу и североистоку земље значајан удео имају и фронталне падавине, као последица циклонских активности. Приморска места су лети најсиромашнија падавина. У Улцињу се током три летња месеца излучи просечно 125,2 mm воденог талога, што чини свега 10% годишње суме. И у осталим местима на приморју, као и у централном делу Црне Горе, летње падавине учествују од 7% до 12% у годишњој суми. Црквике су и лети најбогатије падавина у Црној Гори, око 315 mm, али је то свега 7% годишњег просека. У северним и североисточним крајевима Црне Горе, удео летњих падавина у годишњој суми је већи: на Жабљаку 17%, у Плаву 18%, Беранама 20%, Бијелом Пољу 21%, Рожајама 26% и Пљевљима 27%.

Да би проверили да ли се варијабилност повећава или пак смањује, применили смо исту статистику као и за претходне две сезоне, односно прорачунали тренд коефицијента варијације за 30-годишње периоде с помаком од једне године. Да би се избегли бројеви са више децимала и стекао реалнији увид у промене, тренд је прорачунат у % по кораку +1, а не у апсолутним вредностима.

Утврђено је да између блиских места постоје разлике у интензитету, али и знаку тренда. Примера ради, у Улцињу се варијабилност падавина повећава (0,56% по кораку +1), док је у Бару тренд Cv, за клизне 30-годишње периоде, негативан (-0,26%), што значи да се колебање летњих сума падавина у овом месту смањује. Да отопљавање нема утицаја на варијабилност падавина, посебно када је у питању летња сезона, потврђује чињеница да је тренд овог показатеља колебања негативног знака на 11 станица, а позитивног на 12 (табела 2.8).

Слични резултати су добије и за последњих 12 покретних временских серија (1970/1999, 1971/2000... 1981/2010). С тим што је у овом периоду (1970-

2010) тренд коефицијента варијације за клизне 30-годишњаке негативан на 15 станица, што значи да се у већем делу Црне Горе смањује варијабилност летњих сума падавина, а по моделима IPCC требало би очекивати супротно, генерално. Другим речима, осим са циркулацијом ваздуха, варијабилност летњих сума падавина је у вези и са локалном конвекцијом и орографијом.

Табела 2.8. Тренд коефицијента варијације летњих сума падавина за 30-годишње периоде с кораком од једне године у периоду 1951-2010. и 1970-2010.

Метеоролошка станица	Период 1951-2010		Период 1970-2010	
	Q (Cv30+1 у %)	Значајност	Q (Cv30+1 у %)	Значајност
Улцињ	0,56	***	0,51	*
Бар	-0,26	**	-1,28	**
Будва	0,11	Не	0,14	Не
Тиват	0,15	***	-0,13	Не
Котор	-0,14	**	-0,20	Не
Х.Нови	0,02	Не	-0,54	**
Вирпазар	-0,60	***	0,52	**
Голубовци	0,30	***	0,48	*
Подгорица	-0,03	Не	-0,10	Не
Даниловград	0,02	Не	-0,25	*
Цетиње	-0,34	***	-0,44	Не
Црквице	0,37	***	0,20	Не
Грахово	-0,01	Не	0,14	Не
Велимље	0,11	Не	-0,26	Не
Никшић	0,02	Не	-0,02	Не
Крстац	-0,47	**	-1,25	***
Колашин	0,30	***	0,07	Не
Плав	0,14	+	-0,13	Не
Рожаје	-0,14	*	-0,79	***
Беране	0,09	*	0,14	*
Б.Поље	-0,04	Не	-0,24	**
Жабљак	-0,24	***	-0,63	***
Пљевља	-0,14	***	-0,44	**

Значајност тренда на нивоу: *** - $\alpha = 0,001$; ** $\alpha = 0,01$; * $\alpha = 0,05$ и + $\alpha = 0,1$.

Сува лета су једна од основних климатских карактеристика већег дела Црне Горе. У извештајима IPCC се каже да је у медитеранској Европи аридизација већ присутна у последњих 5-6 декада и да ће се у летњој сезони, по моделима, такав тренд наставити и у будућности.

Прорачуни тренда летњих сума падавина, у посматраном 60-годишњем периоду, показали су да и у овом случају нема једнообразности у погледу знака тенденције. Према једначини најмањих квадрата, промене се крећу од -7,7% (Вирпазар) до 4,5% (Улцињ) по декади, а по Сеновом методу од -3,5% (Вирпазар) до 3,6% (Рожаје) по декади, у односу на нормалу периода 1961-1990. Међутим, тренд промена летњих количина падавина је безначајан на свим посматраним станицама. То су потврдили и Студентов и Мен-Кендалов тест (табела 2.9).

Анализа тренда летњих сума падавина на територији Црне Горе је у потпуности показала просторну варијабилност овог елемента. Лети се, као

последица локалне нестабилности, јављају и конвективне падавине, па је највероватније то и главни разлог што се код појединих блиских станица уочава разлика у знаку и интензитету тренда.

Табела 2.9. Тренд летњих сума падавина на станицама ХМЗ мреже у периоду 1951-2010. по једначини најмањих квадрата (L) и Сененом методу (Q) и његова значајност према t и МК тесту

Метеоролошка станица	Метод најмањих квадрата и t-тест			Сенов метод и Z-тест		
	L (mm/10г)	L (%/10г)	Значај	Q (mm/10г)	Q (%/10г)	Значај
Улцињ	5,7	4,5	Не	3,4	2,7	Не
Бар	0,2	0,2	Не	1,2	0,8	Не
Будва	2,7	1,7	Не	0,0	0,1	Не
Тиват	-0,2	-0,1	Не	-1,9	-1,1	Не
Котор	4,5	2,2	Не	3,3	1,6	Не
Х.Нови	3,7	1,9	Не	2,3	1,2	Не
Вирпазар	-18,1	-7,7	Не	-8,2	-3,5	Не
Голубовци	-0,9	-0,6	Не	-1,5	-0,9	Не
Подгорица	-3,4	-2,0	Не	-2,3	-1,4	Не
Даниловград	4,2	2,0	Не	4,7	2,2	Не
Цегинье	1,1	0,4	Не	2,8	1,0	Не
Црквице	-13,8	-3,9	Не	-11,9	-3,4	Не
Грахово	0,5	0,2	Не	0,6	0,2	Не
Велимље	-1,9	-0,9	Не	-1,5	-0,7	Не
Никшић	-3,8	-1,6	Не	-1,9	-0,8	Не
Крстац	-9,7	-4,0	Не	-7,2	-3,0	Не
Колашин	2,2	0,8	Не	1,8	0,7	Не
Плав	-6,0	-3,0	Не	-4,6	-2,3	Не
Рожаје	7,8	3,2	Не	8,7	3,6	Не
Беране	-2,7	-1,4	Не	-1,5	-0,8	Не
Б.Поље	2,7	1,3	Не	2,5	1,2	Не
Жабљак	-2,3	-0,9	Не	-1,3	-0,5	Не
Пљевља	1,6	0,7	Не	4,7	2,0	Не
Број станица са +/- трендом	14/9			12/11		

2.2.4. Колебање и тренд јесењих сума падавина

Најизразитија колебања јесењих сума падавина регистрована су у првој половини 1950-их година. Након овог 5-годишњег периода не уочава се ниједан други, ни краћи ни дужи, са овако изразитим колебањима јесењих сума. У последњој декади посматраног 60-годишњег периода, дакле од 2001. до 2010. године, ни на једној станици јесен није оцењена као екстремно сушна (табела 2.10). Године 2006. и 2008. су јесење сума падавина биле испод просека, а 2003, 2009. и 2010. изнад просека, углавном. Ипак, у овом 10-годишњем периоду су у највећем броју случајева укупне падавине биле у границама нормале.

Дакле, претходна анализа је показала две битне чињенице. Прво, у већем делу Црне Горе најизразитија колебања јесењих сума падавина регистрована су почетком посматраног периода, а у условима отопљавања, односно доминације антропогеног ефекта стаклене баште, по меделима ИПСС требало би очекивати

Прорачуни тренда варијабилности јесењих сума падавина, за клизне 30-годишње периоде, указују да се у већем делу Црне Горе колебање јесењих сума падавина смањује. У периоду 1951-2010., тренд C_v је негативан на 15, а позитиван на 8 станица. Највеће повећање варијабилности добијено је за Црквице, 0,56%, а смањење у Голубоцима, 0,32% по кораку +1. На 20 станица промене варијабилности су значајне, али се углавном ради о смањењу (таб. 2.11).

Табела 2.11. Тренд коефицијента варијације јесењих сума падавина за 30-годишње периоде с кораком +1 у периоду 1951-2010. и 1970-2010., према Сененом методу и МК тесту

Метеоролошка станица	Период 1951-2010		Период 1970-2010	
	Q (Cv30+1 у %)	Значајност	Q (Cv30+1 у %)	Значајност
Улцињ	-0,16	**	0,00	Не
Бар	-0,15	***	0,02	Не
Будва	-0,26	***	-0,17	Не
Тиват	-0,09	+	-0,11	Не
Котор	0,12	**	-0,10	Не
Х.Нови	0,14	**	0,10	Не
Вирпазар	-0,08	***	-0,07	*
Голубовци	-0,32	***	-0,17	*
Подгорица	-0,14	***	-0,08	Не
Даниловград	0,05	+	0,11	Не
Цетиње	0,02	Не	0,28	*
Црквице	0,56	***	0,29	**
Грахово	0,19	***	-0,06	Не
Велимље	0,07	Не	-0,01	Не
Никшић	-0,15	***	-0,19	*
Крстац	0,18	***	0,14	Не
Колашин	-0,04	Не	0,02	Не
Плав	-0,21	***	-0,20	Не
Рожаје	-0,19	***	-0,11	*
Беране	-0,15	***	-0,03	Не
Б.Поље	-0,20	***	-0,44	**
Жабљак	-0,10	**	-0,12	Не
Пљевља	-0,15	***	-0,05	Не

Значајност тренда на нивоу: *** - $\alpha = 0,001$, ** $\alpha = 0,01$, * $\alpha = 0,05$ и $\alpha = 0,1$.

У периоду 1970-2010., дакле за последњих 12 временских серија (1970/1999, 1971/2000....1981/2010), у Црквицама је повећање варијабилности падавина (0,29%) скоро дупло мање него у целом периоду (0,56%). Значајност тренда варијабилности јесењих сума падавина, у периоду 1970-2010., добијена је за 7 станица, при чему је на 5 негативног, а на 2 позитивног знака.

Резултати оба метода (једначина најмањих квадрата и Сенено метод) су потпуно исти у квалитативном смислу. У посматраном 60-годишњем периоду, тренд смањења јесењих сума падавина присутан је само на 5 станица (Будва, Тиват, Котор, Херцег Нови и Крстац), али су те промене, које не прелазе 3,3% нормале по декади, статистички безначајне. На 18 станица тренд има позитиван знак, што значи да се јесење сума падавина повећавају, интензитетом до 5,9% по првом (L), односно до 5,8% по другом (Q) методу по декади у односу на нормалу.

Осим у Бијелом Пољу, где је тренд повећања падавина највећи, услове значајности Студентовог и МК теста задовољавају и Рожаје и Колашин. На свим осталим станицама тенденција јесењих сума падавина је безначајна (табела 2.12).

Табела 2.12. Тренд јесењих сума падавина на станицама ХМЗ мреже у периоду 1951-2010. по једначини најмањих квадрата (L) и Сененом методу (Q) и његова значајност према t и Z тесту

Метеоролошка станица	Метод најмањих квадрата и t-тест			Сенено метод и Z-тест		
	L (mm/10г)	L (%/10г)	Значај	Q (mm/10г)	Q (%/10г)	Значај
Улцињ	4,1	1,0	Не	4,4	1,1	Не
Бар	7,1	1,7	Не	8,4	2,0	Не
Будва	-11,0	-2,4	Не	-12,5	-2,8	Не
Тиват	-8,0	-1,6	Не	-8,4	-1,7	Не
Котор	-16,8	-2,8	Не	-18,8	-3,2	Не
Х.Нови	-19,9	-3,3	Не	-19,7	-3,3	Не
Вирпазар	19,1	2,8	Не	16,1	2,3	Не
Голубовци	14,9	2,9	Не	15,3	3,0	Не
Подгорица	18,2	3,5	Не	19,9	3,8	Не
Даниловград	20,6	2,9	Не	24,5	3,4	Не
Цетиње	30,3	3,1	Не	19,1	2,0	Не
Црквце	19,5	1,3	Не	5,2	0,4	Не
Грахово	42,0	3,8	Не	43,1	3,9	Не
Велимље	2,5	0,5	Не	3,2	0,6	Не
Никшић	16,1	2,5	Не	14,3	2,2	Не
Крстац	-0,4	-0,1	Не	-6,3	-1,2	Не
Колашин	32,2	5,0	+	37,2	5,8	*
Плав	7,8	2,8	Не	6,0	2,1	Не
Рожаје	11,3	5,4	+	10,4	5,0	+
Беране	5,4	2,1	Не	7,3	2,8	Не
Б.Поље	15,1	5,9	+	14,8	5,8	*
Жабљак	17,7	3,7	Не	21,3	4,4	Не
Пљевља	7,3	3,3	Не	7,3	3,3	Не
Број станица са +/- трендом	18/5			18/5		

Значајност тренда на ниво: * $\alpha = 0,05$ и $\alpha = 0,10$.

Дакле, у периоду 1951-2010., уочава се извесни парадокс, а то је смањење јесењих сума падавина у крајевима која су најближа изворима влаге (Медитеран и Атлантук). Од ових крајева, негативан тренд не само да се смањује ка унутрашњости земље, већ и мења знак, па је позитивна вредност све већа ка истоку и североистоку. Слично је уочено и на годишњем нивоу. Анализа је показала да се аридизација и повећање варијабилности падавина у овом годишњем добу не уочава, а требало би очекивати и једно и друго по моделима IPCC.

2.2.5. Колебање и тренд годишњих сума падавина

Према расподели перцентила, екстремно сушних година, у посматраном 60-годишњем периоду, није било једино у Грахову и Пљевљима, док се на осталим станицама њихов број кретао од 1 до 7. Екстремно кишних година није било на 3 станице, а у осталим местима њихов број се кретао до 5 (Котор). Врло сушних година било је на свим станица, од 2 у Подгорици до 10 у Велимљу и Плаву.

закључно са 2003., знатно је већа заступљеност сушних него кишних година. У овом периоду се издваја једино средина 1990-их година, пре свега 1996, која је готово на свим станицама оцењена као врло до екстремно кишна. Међутим, овај несумњиво сушни период се не наставља, јер су уследиле 4 године са укупним падавинама углавном изнад просека (2004, 2005, 2009. и 2010). Готово на свим станицама је годишња сума падавина у 2009. и 2010. била изнад просека. Највећи суфицит падавина, у целом 60-годишњем периоду, регистровала је станица Црквице, и то 2010. године. Током ове године укупна висина воденог талога у Црквицама била је већа од нормале (1961-1990) за чак 4512,2 mm или 98,2%, што чини близу 5 стандардизованих аномалија.

Разлика у вредностима показатеља времена између блиских места постоји не само за падавине, мада је најизраженија, већ се уочава и код температуре ваздуха, правца и брзине ветра, а тиме и других елемената. Примера ради, јужни ветар зими подиже температуру ваздуха у свим местима, али више у вишим него у нижим пределима, па се дешава да Подгорица и Жабљак имају исту терминску температуру (истина ретко). Изузетак је једино Никшић, где јужни ветар смањује температуру. Са друге стране, при дувању буре (североисточни, северни ветар) дешава се, углавном зими, да је температура ваздуха у Бару и до 5 степени виша него у Улцињу (због фенског ефекта који ствара плананина Румија). Ови и слични примери указују на различитост и сложеност временских услова на овако малом простору.

Најмањи однос између максималне и минималне годишње суме, за период 1951-2010., имају Пљевља (2,0), а највећи Црквице (4,1). У периоду од 1951. до 2010., годишње суме падавина показују повећање варијабилности у већем делу Црне Горе. Смањење варијабилности годишњих падавина добијено је за 4 станице - статистички је значајно у Даниловграду и на Жабљаку (99,9% ниво поверења), а безначајно у Никшићу и Беранама. У Подгорици и Колашину се не уочавају промене S_v , тренд је раван нули до треће децимале. Остале станице региструју позитиван тренд, што значи да се повећава колебање годишњих сума падавина, дато у виду S_v за 30-годишње периоде с кораком +1. Највеће повећање варијабилности годишњих сума падавина добијено је за Плав, 0,33% по кораку +1. При томе, тренд повећања варијабилности годишњих падавина је безначајан само

у Рожајама, а на осталих 16 станица значајан, и то углавном на највишем нивоу поузданости, 99,9% ниво поверења (табела 2.14, период 1951-2010).

Међутим, у последњих 12 временских серија (1970-2010), на 14 станица је вредност тренда смањена у односу на цео период. То другим речима значи да се у већем делу Црне Горе не наставља повећање варијабилности, напротив. У односу на цео у овом периоду повећање варијабилности годишњих сума падавина региструје 8 станица, а у Даниловграду је вредност тренда иста као и у периоду 1951-2010. (-0,08%). Разлика овог у односу на цео период је и повећање броја станица са безначајним променама. Наиме, у периоду 1951-2010. тренд је безначајан на 5, а у овом (1970-2010) на 10 станица. Статистички значајан тренд повећања варијабилности падавина добијен је за 8 станица: Котор, Вирпазар, Голубовци, Цетиње, Грахово, Никшић, Плав и Бијело Поље. Смањење тренда S_v годишњих сума падавина је значајно у Даниловграду, Крстацу, Рожајама, Беранама и на Жабљаку (друге део табеле 2.14, период 1970-2010).

Табела 2.14. Тренд коефицијента варијације годишњих сума падавина за 30-годишње периоде с кораком +1 у периоду 1951-2010. и 1970-2010., према Сененом методу и МК тесту

Метеоролошка станица	Период 1951-2010		Период 1970-2010	
	Q (Cv30+1 у %)	Значајност	Q (Cv30+1 у %)	Значајност
Улцињ	0,24	***	-0,01	Не
Бар	0,20	***	-0,09	Не
Будва	0,12	***	0,09	Не
Тиват	0,20	***	0,11	Не
Котор	0,24	***	0,08	+
Х.Нови	0,26	***	0,01	Не
Вирпазар	0,18	***	0,11	**
Голубовци	0,06	***	0,08	+
Подгорица	0,00	Не	0,08	Не
Даниловград	-0,08	***	-0,08	**
Цетиње	0,05	***	0,06	+
Црквице	0,14	***	-0,06	Не
Грахово	0,08	***	0,09	+
Велимље	0,19	***	0,09	Не
Никшић	-0,01	Не	0,09	+
Крстац	0,09	+	-0,38	***
Колашин	0,00	Не	0,04	Не
Плав	0,33	***	0,58	***
Рожаје	0,05	Не	-0,08	**
Беране	-0,02	Не	-0,08	*
Б.Поље	0,10	***	0,16	**
Жабљак	-0,12	***	-0,27	***
Пљевља	0,05	***	-0,05	Не

Значајност тренда на нивоу: *** - $\alpha = 0,001$, ** $\alpha = 0,01$, * $\alpha = 0,05$ и + $\alpha = 0,1$.

Остало је још да се провери да ли тренд годишњих количина падавина указује на сигнал евентуалног антропогеног ефекта стаклене баште. У посматраном периоду, постоје крајеви и са позитивним и са негативним трендом. Опсег тренда се креће од -2,7% до 2,8% по једначини најмањих квадрата, односно

од -3,6% до 2,8% по Сеновом методу (табела 2.15). Негативна вредност тенденције добијена је за 11 станица по првом (L), односно 13 по другом (Q) методу. Међутим, вредност тренд је на 19 станица безначајна, што значи да се са годишњим сумама падавина ништа карактеристично не дешава. У расподели тренда је уочен одређени парадокс. У крајевима који су најближи изворима влаге годишње падавине се смањују, а у најудаљенијим повећавају.

Табела 2.15. Тренд годишњих сума падавина на станицама ХМЗ мреже у периоду 1951-2010. по једначини најмањих квадрата (L) и Сеновом методу (Q) и његова значајност према t и МК тесту

Метеоролошка станица	Метод најмањих квадрата и t-тест			Сенов метод и Z-тест		
	L (mm/10г)	L (%/10г)	Значај	Q (mm/10г)	Q (%/10г)	Значај
Улцињ	-7.1	-0.6	Не	-23.4	-1.8	Не
Бар	-9.6	-0.7	Не	-20.1	-1.4	Не
Будва	-34.1	-2.4	Не	-51.4	-3.6	+
Тиват	-28.1	-1.8	Не	-45.4	-2.8	Не
Котор	-29.7	-1.6	Не	-42.5	-2.3	Не
Х.Нови	-34.6	-1.8	Не	-48.9	-2.5	Не
Вирпазар	-11.4	-0.5	Не	-11.0	-0.5	Не
Голубовци	11.7	0.8	Не	2.3	0.1	Не
Подгорица	12.9	0.8	Не	3.4	0.2	Не
Даниловград	22.1	1.0	Не	11.5	0.5	Не
Цетиње	56.7	1.8	Не	22.3	0.7	Не
Црквице	-23.6	-0.5	Не	-94.9	-2.1	Не
Грахово	31.4	1.0	Не	-9.3	-0.3	Не
Велимље	-8.0	-0.5	Не	-20.0	-1.2	Не
Никшић	11.0	0.6	Не	-7.7	-0.4	Не
Крстац	-49.0	-2.7	+	-52.1	-2.8	+
Колашин	41.4	1.9	Не	27.8	1.3	Не
Плав	-12.8	-1.2	Не	-28.0	-2.6	Не
Рожаје	24.8	2.8	‡	24.5	2.8	*
Беране	0.3	0.0	Не	3.4	0.4	Не
Б.Поље	23.3	2.6	+	19.0	2.1	+
Жабљак	30.4	2.1	Не	28.8	2.0	Не
Пљевља	8.7	1.1	Не	10.4	1.3	Не
Број станица са +/- трендом	12/11			10/13		

Значајност тренда на ниво: : ‡ $\alpha = 0,02$; * $\alpha = 0,05$ и + $\alpha = 0,1$.

Када су у питању годишње суме падавина, очигледно је да се о аридизацији не може говорити, напротив. То је потврдила анализа за последње три декаде (1981-2010). У периоду 1981-2010. и 1991-2010. готово на целој територији Црне Горе тренд годишњих падавина је позитиван.

Очигледно је да се са сезонским и годишњим сумама падавина на територији Црне Горе, у периоду од 1951. до 2010. године, ништа битније не дешава. Међугодишње варијације, које иначе карактеришу овај елемент, нису повећане у последње време, нити тренд компонента показује значајне промене. Дакле, када је у питању територија Црне Горе, досадашњи резултати истраживања падавинских прилика се не уклапају у моделе IPCC, који предвиђају опште смањење количине падавина у нашим крајевима и повећање варијабилности.

3. ИСПИТИВАЊЕ СТАТИСТИЧКЕ ЗНАЧАЈНОСТИ РАЗЛИКЕ ИЗМЕЂУ СРЕДЊЕ ГОДИШЊЕ ТЕМПЕРАТУРЕ И КОЛИЧИНЕ ПАДАВИНА И ЊИХОВИХ ДИСПЕРЗИЈА ПЕРИОДА 1951-1980. И 1981-2010.

У досадашњем делу анализе указано је о доминацији позитивних одступања температуре у другој половини посматраног периода. Дакле, ако период од 60 година поделима на два истодобна, сви показатељи указују да је други (1981-2010) топлији од првог 30-годишњег периода (1951-1980). Осим тога, и у извештају IPCC (IPCC, 2007) се истиче да је последње отопљавање у 20. веку почело у другој половини 1970-их година. У суштини, основни циљ ове анализе је добијање одговора на следеће питање: да ли је разлика између два 30-годишња периода статистички значајна? Прорачуни су урађени за средњу, средњу максимални и средњу минималну температуру, као и количину падавина, на годишњем нивоу.

3.1. Статистичка значајност разлике температуре и падавина два периода

Статистичка значајност разлике између средњих годишњих вредности температуре и количине падавина периода 1951-1980. и 1981-2010., проверена је помоћу t-теста. Концепт Студентове расподеле је основа за све тестове значајности којима се упоређују две средње вредности. Дакле, тестираће се нулта (H_0 - средње вредности два анализирана периода су једнаке: $\bar{x}_1 = \bar{x}_2$) с алтернативном хипотезом (H_1 , $\bar{x}_1 \neq \bar{x}_2$). За низове са 30 и више чланова ($n \geq 30$), за испитивање статистичке значајности (t) њихових средњих вредности користити се апроксимативан метод стандардизован са нормалном расподелом, тј. образац (Вукадиновић, 1981, стр. 358):

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\delta \cdot (\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}$$

Именилац у претходном образцу добија се по формули: $\delta \cdot (\bar{x}_1 - \bar{x}_2) = \sqrt{\frac{Sd_1^2}{n_1} + \frac{Sd_2^2}{n_2}}$

\bar{x}_1 (\bar{x}_2) - средња вредност првог (другог) низа;

Sd_1 (Sd_2) - стандардна девијација првог (другог) низа;

n_1 (n_2) - број чланова првог (другог) низа;

Критичне вредности за величину t дате су у облику табеле за различите нивое вероватноће (t_α). Као граница за прихватање или одбацивање нулте хипотезе најчешће се користи таблична вредност величине t_α за вероватноћу 0,05 и 0,01,

односно двострани тест. Хипотезу прихватамо са прагом значајности α ако се вредност t израчуната по формули налази у интервали $\pm\alpha$: $t \in \pm\alpha$. Супротно, ако је вредност t израчуната по формули већа од табличне (t_α) за вероватноћу 0,05 (или 0,01), тада се нулта хипотеза одбацује, односно разлика између две средње вредности је статистички значајна. Добијени резултати су приказани у табели 3.1.

На 16 станица је друга половина посматраног периода била значајно топлија од прве. То другим речима значи да се одбацује хипотеза H_0 с ризиком од 5% у Велимљу, односно од 1% на осталих 15 станица, јер је пораст температуре значајан с поузданошћу од 95% и 99%. Највећи пораст средње годишње температуре присутан је у Беранама, Плаву ($0,7^{\circ}\text{C}$), Подгорици и на Жабљаку ($0,6^{\circ}\text{C}$).

Прорачуни су урађени и за годишњу средњу максималну ($T_{\text{хsr}}$) и средњу минималну ($T_{\text{нsr}}$) температуру, за сваку станицу посебно. Средња годишња максимална температура је на свим станицама виша у другој половини 30-годишњег периода (1981-2010) него у првој (1951-1980). При томе, разлика у средњој максималној температури између два посматрана периода је значајна на нивоу вероватноће ризика прихватања хипотезе од 1% (99% ниво поверења), и то на свим станицама. На основу ових показатеља, загревање је најизразитије у Подгорици, Беранама и на Жабљаку ($1,1^{\circ}\text{C}$), док је најмањи пораст средње годишње максималне температуре забележен у Херцег Новом ($0,4^{\circ}\text{C}$).

Када је у питању средња годишња минимална температура, друга половина посматраног периода је значајно топлија од прве на 12 станица. Пораст средње годишње минималне температуре у Колашину ($0,3^{\circ}\text{C}$) и Будви ($0,4^{\circ}\text{C}$), по Студентовом тесту задовољава услове значајности на 95%, а на осталих 10 станица на 99% нивоу поверења. Највећи пораст средње минималне температуре региструју места на северу и североистоку земље: Рожаје ($1,2^{\circ}\text{C}$), Беране ($0,9^{\circ}\text{C}$), Бијело Поље, Жабљак, Пљевља, као и станица Бар ($0,7^{\circ}\text{C}$).

Претходна анализа је показала да се средња годишња максимална температура, на свим посматраним станицама, значајно променила у другом 30-годишњем периоду у односу на вредности из периода 1951-1980. У већем делу Црне Горе значајно се променила и средња и екстреми средње минималне температуре. Дакле, на годишњем нивоу, сва три параметра температуре, нарочито

максималне вредности, показују да је период 1981-2010. значајно топлији у односу на претходне три деценије.

За већи део Црне Горе (20 станица) је добијена редукција падавина у периоду 1981-2010. у односу на период 1951-1980. У Колашину, Рожајама и Бијелом Пољу је годишњи просек падавина безначајно већи у другом него у првом 30-годишњем периоду. Мања просечна годишња количина падавина у другом (1981-2010) у односу на први период (1951-1980), статистички је значајна само на 7 станица (Улцињ, Бар, Будва, Тиват, Котор, Херцег Нови и Крстац). То другим речима значи да значајне промене средње годишње количине падавина између два посматрана периода постоје на приморју, с поузданошћу исправности хипотезе од 95% и локално у западном делу земље (Крстац), на нивоу поверења од 99%.

Табела 3.1. Статистичка значајност разлике средње (Tsr), средње максималне (Txsr), средње минималне (Tnsr) годишње температуре и годишњих сума падавина (RR) периода 1951-1980. (\bar{x}_1) и 1981-2010. (\bar{x}_2)

Станица	Tsr			Txsr			Tnsr			RR		
	\bar{x}_1	\bar{x}_2	$\bar{x}_2 - \bar{x}_1$	\bar{x}_1	\bar{x}_2	$\bar{x}_2 - \bar{x}_1$	\bar{x}_1	\bar{x}_2	$\bar{x}_2 - \bar{x}_1$	\bar{x}_1	\bar{x}_2	$\bar{x}_2 - \bar{x}_1$
Улцињ	15,5	16,0	0,5**	19,6	20,3	0,6**	11,9	12,5	0,6**	1330,0	1182,5	-147,5*
Бар	15,6	16,1	0,5**	19,9	20,6	0,7**	11,2	11,9	0,7**	1455,9	1312,7	-143,2*
Будва	15,8	16,3	0,5**	20,2	20,9	0,7**	11,8	12,2	0,4*	1540,9	1320,1	-220,8*
Тиват	15,0	14,9	-0,1	20,4	20,9	0,6**	9,4	9,5	0,1	1685,1	1482,7	-202,3*
Котор	15,5	15,8	0,3**	20,1	20,7	0,6**	11,7	11,9	0,1	1931,8	1733,8	-198,0*
Х.Нови	15,8	16,2	0,3**	20,3	20,7	0,4**	11,8	12,4	0,6**	2002,2	1760,8	-241,4*
Вирпазар	14,3	14,2	-0,1	19,3	20,3	0,9**	8,2	8,4	0,1	2489,4	2267,5	-221,9
Голубовци	14,7	15,2	0,5**	19,8	20,7	0,9**	10,1	10,3	0,1	1570,7	1504,4	-66,3
Подгорица	15,3	15,9	0,6**	20,4	21,5	1,1**	10,8	11,1	0,3	1696,1	1631,8	-64,2
Даниловград	14,5	14,6	0,1	20,2	21,1	0,9**	8,6	9,2	0,5**	2209,6	2142,6	-67,0
Џетиње	10,1	10,1	0,1	16,3	17,3	1,0**	4,3	4,2	-0,1	3296,3	3275,8	-20,5
Црквице	9,1	9,3	0,1	14,0	14,9	0,9**	5,0	4,8	-0,2	4948,8	4393,7	-555,1
Грахово	9,7	9,6	-0,1	15,9	16,7	0,8**	3,0	3,0	-0,1	3240,3	3050,9	-189,4
Велимље	9,6	10,0	0,4*	15,3	16,1	0,8**	3,4	3,5	0,1	1601,1	1462,0	-139,1
Никшић	10,8	11,2	0,4**	15,8	16,6	0,8**	6,1	6,3	0,2	2008,7	1878,4	-130,3
Крстац	8,7	8,8	0,1	13,9	14,6	0,8**	4,1	4,2	0,1	1891,2	1529,7	-361,5**
Колашин	7,1	7,5	0,4**	13,4	13,9	0,5**	2,0	2,3	0,3*	2092,8	2101,3	8,5
Плав	7,8	8,5	0,7**	14,3	14,9	0,6**	1,9	2,6	0,7**	1030,1	960,9	-69,2
Рожаје	6,4	6,9	0,6**	13,3	13,9	0,6**	0,1	1,3	1,2**	862,1	900,0	37,9
Беране	8,9	9,6	0,7**	15,3	16,5	1,1**	2,9	3,8	0,9**	930,2	895,6	-34,6
Б.Поље	8,9	9,4	0,5**	15,5	16,1	0,5**	3,5	4,2	0,7**	894,8	920,8	26,0
Жабљак	4,8	5,4	0,6**	9,8	10,9	1,1**	0,0	0,7	0,7**	1477,8	1435,8	-41,9
Пљевља	8,2	8,7	0,5**	14,4	15,3	0,8**	2,6	3,3	0,7**	798,4	774,2	-24,2

Значајност разлике на нивоу ризика: ** $\alpha = 0,01$ и * $\alpha = 0,05$.

*Поједине вредности диференције се не поклапају због заокруживања на једну децималу

Посматрајући промене годишњих сума падавина на овај начин, као разлику између два 30-годишња периода, могло би се закључити да блага аридизација постоји, осим на крајњем североистоку земље, али је то смањење падавина у већем делу Црне Горе безначајно. Ипак, треба подсетити да је у периоду 1981-2010. готово на целој територији Црне Горе тренд годишњих падавина позитиван.

3.2. Статистичка значајност разлике дисперзије два периода

Одступања појединачних чланова у датом низу, у односу на оговарајућу средњу вредност, могу послужити као показатељ стабилности синоптичких услова, тачности инструмената итд. У томе је и највећи значај дисперзије, која се користи као показатељ растурања података око просека. Тестирање је извршено помоћу Фишерове расподеле (F-тест), с ризиком од 0,05 и 0,01, односно с поузданошћу од 0,95 и 0,99, по образцу (Ивковић, 1976, стр. 99):

$$F = \frac{n_1 \cdot Sd_1^2(n_2 - 1)}{n_2 \cdot Sd_2^2(n_1 - 1)} \approx \frac{Sd_1^2}{Sd_2^2}$$

Ознаке су исте као у претходној формули, с тим што величину F треба рачунати тако да бројилац у формули буде већи, па је на тај начин F увек веће од 1. Уколико је вредност добијена по формули већа од теоријске, дате у табlici Фишерове расподеле, за степен слободe $n_2 - 1$ и $n_1 - 1$ и одређени ниво значајности, тада хипотезу о једнакости варијанси ($\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ или $Sd_1^2 = Sd_2^2$) одбацујемо, тј. добијено одступање сматрамо значајним ($F > F_\alpha$), и обратно ($F < F_\alpha$).

Резултати прорачуна за посматране параметере температуре ваздуха, показују да је у периоду 1981-2010. у већем делу Црне Горе дошло до пораста дисперзије у односу на претходни 30-годишњи период (1981-2010). Међутим, пораст дисперзије (варијансе) средње годишње температуре у другој половини посматраног периода је значајан само у Бару и Будви (2,7 и 2,3 пута). Статистичка значајност постоји и у Вирпазару, али је у овом месту варијанса била већа у првом него у другом 30-годишњем периоду, и то за 2,2 пута. На осталим станицама је разлика варијанси средње годишње температуре између два посматрана периода безначајна.

Осим на Цетињу, однос варијанси средње годишње максималне температуре је на свим осталим станицама већи од јединице, што значи да је дошло до пораста дисперзије у другом 30-годишњем периоду (1981-2010). На основу $n_2 - 1$ и $n_1 - 1$ степени слободe, одговарајућих вредности варијанси и дужине низова, утврђено је да пораст дисперзије средње годишње максималне температуре, у другом 30-годишњем периоду, задовољава услове F теста на 13 станица, и то на 5 на нивоу од 99%, а на 8 на 95% нивоу поверења. То значи да је у већем делу Црне Горе дошло до значајног пораста варијансе (табела 3.2), па нулту хипотезу ($H_0, Sd_1^2 = Sd_2^2$) одбацујемо.

Када је у питању средња годишња минимална температура, разлика у дисперзији између два посматрана периода је безначајна на 20 станица. Пораст дисперзије у Бару и Рожајама у другом у односу на први 30-годишњи период, од 2,8 и 2,5 пута, значајна је на 99%, односно 95% нивоу поверења. Услове F теста задовољавају резултати и за Грахово, на нивоу од 95%, али је у овом месту дисперзија података била већа у првом периоду - за 2,2 пута.

Табела 3.2. Статистичка значајност промене дисперзије годишње средње (T_{sr}), средње максималне (T_{xsr}) и средње минималне (T_{nsr}) температуре, односно просечних годишњих падавина периода 1951-1980. (Sd_1^2) и 1981-2010. (Sd_2^2)

Метеоролошка Станица	T_{sr} Sd_2^2/Sd_1^2	T_{xsr} Sd_2^2/Sd_1^2	T_{nsr} Sd_2^2/Sd_1^2	RR Sd_2^2/Sd_1^2
Улцињ	1,1	2,0*	1,5	1,5
Бар	2,7**	3,7**	2,8**	1,3
Будва	2,3*	4,2**	1,5	1,7
Тиват	1,2	3,2**	0,8 (1,3)	1,5
Котор	1,3	2,2*	1,0	1,4
Х.Нови	1,2	3,9**	1,0	1,3
Вирпазар	0,5(2,2)*	3,0**	1,5	1,2
Голубовци	1,6	2,5*	1,8	1,1
Подгорица	1,4	2,4*	1,4	0,9 (1,1)
Даниловград	0,6(1,7)	1,4	0,6 (1,5)	0,7 (1,4)
Цетиње	0,5(1,8)	1,0	0,9 (1,1)	1,4
Црквице	1,0	1,8	1,3	1,8
Грахово	0,8(1,2)	2,2*	0,4 (2,2)*	1,5
Велимље	1,4	1,8	0,9 (1,1)	1,3
Никшић	1,4	1,1	1,5	1,0
Крстац	1,8	3,5**	0,6 (1,6)	0,8 (1,3)
Колашин	1,6	1,6	1,1	0,7 (1,5)
Плав	1,7	1,5	2,0	1,7
Рожаје	1,7	1,6	2,5*	0,9 (1,1)
Беране	1,2	1,6	0,8 (1,3)	0,5 (2,0)*
Б.Поље	1,8	2,1*	1,0	1,2
Жабљак	1,7	2,6*	1,2	0,7 (1,5)
Пљевља	1,1	1,6	0,9 (1,2)	1,0

Значајност промене дисперзије на нивоу ризика: ** $\alpha = 0,01$ и * $\alpha = 0,05$,

*Поједине вредности се не поклапају због заокруживања на једну децималу; вредности у заградама указују да је варијанса била већа у првом 30-годишњем периоду, односно представљају однос Sd_1^2/Sd_2^2 .

Вредности варијанси између два 30-годишња периода се разликују готово на свим станицама, и то није ништа неуобичајено. Основно питање је: да ли та разлика задовољава услове значајности? Када је у питању средња годишња и средња годишња минимална температура, варијансе два посматрана периода се безначајно разликују у већем делу Црне Горе, тј. на 20 од 23 станице. Резултати показују да се варијансе просечних годишњих сума падавина два посматрана периода, такође безначајно разликују. Значајна разлика у варијансама падавина постоји само у Беранама (95% ниво поверења), али је дисперзија већа у првом него у другом 30-годишњем периоду, за 2,0 пута. Највећи и на 13 станица значајан пораст дисперзије, у периоду 1981-2010. у односу на 1951-1980., добијен је за средњу годишњу максималну температуру.

4. ДИНАМИКА ПРОМЕНА ЕКСТРЕМНИХ ТЕМПЕРАТУРА И ПАДАВИНА

Клима Црне Горе један је од најдрагоценијих природних ресурса и огроман потенцијал за свеукупни развој. У готово свим документима и плановима развоја, туризам се помиње као стратешка грана економије и то поткрепљује, између осталог, изузетним климатским повољностима.

Одступања просечних вредности температуре, количине падавина и других климатских елемената, у односу на одговарајућу нормалу, не могу у потпуности указати на неповољне климатске услове. Такав увид пружа анализа екстремних вредности климатских елемената (Вујевић, 1956), пре свега температуре ваздуха и количине падавина. Анализа екстремних вредности климатских елемената омогућава детаљније упознавање поднебља неког места или подручја.

У склопу савремених климатских промена, у последње време се истраживачка делатност интензивира управо у правцу екстремних климатских појава, да би се утврдило да ли се честина и интензитет таквих догађаја повећава или не. То је и основни предмет овог дела рада. Прорачунавање тренда апсолутних екстрема се не практикује, јер се ради о појединачном догађају (један податак у месецу, сезони), па добијени резултати могу створити погрешну слику. Зато је тренд прорачунат за средње екстреме, на месечном, сезонском и годишњем нивоу.

А шта је екстремна климатска појава? Анђелковић (2006, 2007) истиче да је екстремна или неповољна климатска појава она која много одступа у интензитету, учесталости или просторној распрострањености у односу на одговарајућу нормалу. У том смислу, може се говорити о екстремним климатским догађајима за различите временске јединице (дан, месец, сезона...).

4.1. Динамика промена средњих екстремних температура

Анђелковић (2009) је све климатске екстремне појаве, према штети коју изазивају или могу изазвати и у складу са неким већ вршеним поделама, сврстао у три основне категорије: ванредне, опасне и катастрофалне. Екстремне температуре ваздуха које могу имати неповољан утицај на живи свет, поменути аутор сврстава у категорију ванредних климатских појава, а оне представљају „најнижи ниво неповољности по човека и његове активности и могу се означити једино као штетне”.

4.1.1. Тренд средње максималне температуре

У посматраном 60-годишњем периоду, у септембру је вредност тенденције средње месечне максималне температуре негативна на 14 станица, у новембру на 3 и у децембру на 12. За остале месеце, средња максимална температура има тенденцију раста на свим станицама (табела 4.1). Најинтензивнији је пораст средње максималне мајске температуре, од $0,27^{\circ}\text{C}$ у Х. Новом до $0,64^{\circ}\text{C}$ по декади у Беранама, а значајан је на свим посматраним станицама. Значајност на свим станицама, на различитим нивоима поверења прихватања хипотезе, постоји и за јул месец, док је тренд промена средње максималне јунске температуре безначајан само у Х. Новом.

Табела 4.1. Тренд средње месечне максималне температуре у Црној Гори за период 1951-2010.

Станица	Тренд ($^{\circ}\text{C}/\text{декади}$)											
	јан	феб	мар	апр	мај	јун	јул	авг	сеп	окт	нов	дец
Улцињ	0,26*	0,15	0,22*	0,19*	0,38**	0,22*	0,22**	0,19	0,03	0,23*	0,23*	-0,02
Бар	0,20*	0,07	0,19*	0,26*	0,45***	0,32**	0,36***	0,36**	0,17*	0,23*	0,13	0,01
Будва	0,22*	0,12	0,20*	0,25*	0,45***	0,32**	0,44***	0,36**	0,17*	0,18*	0,09	-0,04
Тиват	0,15	0,10	0,16	0,16*	0,42***	0,33**	0,43***	0,35**	0,06	0,10	0,07	-0,09
Котор	0,16*	0,06	0,12	0,11	0,40**	0,28*	0,37***	0,31*	0,02	0,11	0,07	-0,10
Х.Нови	0,27*	0,11	0,11	0,06	0,27*	0,10	0,17*	0,07	-0,02	0,14	0,18*	0,01
Вирпазар	0,45***	0,35*	0,33*	0,22*	0,43**	0,31**	0,36***	0,35*	0,06	0,30**	0,25**	0,10
Голубовци	0,41**	0,29*	0,27*	0,21*	0,42**	0,23*	0,43***	0,31*	0,00	0,25*	0,24*	0,07
Подгорица	0,40**	0,29*	0,29*	0,25*	0,48**	0,28*	0,37***	0,38*	0,05	0,30*	0,27*	0,06
Даниловград	0,32*	0,21	0,25*	0,19	0,49***	0,31**	0,43***	0,35	-0,02	0,16	0,15	-0,03
Цетинје	0,39**	0,30*	0,34*	0,17	0,46**	0,46***	0,49***	0,37*	0,05	0,26*	0,18*	-0,02
Црквице	0,23	0,08	0,21	0,18	0,49**	0,37**	0,52***	0,40*	-0,07	0,20	0,22*	-0,16
Грахово	0,33*	0,11	0,21	0,20	0,47**	0,22*	0,31**	0,19	-0,10	0,19	0,21*	-0,10
Велимље	0,42*	0,19	0,12	0,09	0,34*	0,24*	0,28*	0,28	-0,14	0,23*	0,14	0,02
Никшић	0,40*	0,20	0,12	0,10	0,35*	0,25*	0,36**	0,27	-0,11	0,13	0,10	-0,06
Крстац	0,47**	0,30	0,18	0,08	0,40**	0,25*	0,30**	0,30	-0,13	0,30*	0,25*	0,03
Колашин	0,24	0,15	0,19	0,19	0,42**	0,21*	0,29**	0,24	-0,22	0,16	0,12	-0,20
Плав	0,24	0,21	0,23	0,19	0,52**	0,39**	0,47***	0,39*	-0,29	0,13	-0,07	-0,15
Рожаје	0,24	0,18	0,35*	0,19	0,51**	0,40**	0,49***	0,38*	-0,22	0,10	-0,16	-0,14
Беране	0,46**	0,40*	0,39*	0,30	0,64***	0,43**	0,56***	0,45*	-0,11	0,25	0,08	0,16
Б.Поље	0,37*	0,21	0,30	0,20	0,47**	0,26*	0,33**	0,22	-0,26	0,14	-0,06	0,07
Жабљак	0,62**	0,36	0,41*	0,31*	0,50**	0,31*	0,41***	0,31	-0,18	0,31*	0,25	0,07
Пљевља	0,43*	0,38	0,34*	0,24	0,55**	0,31*	0,41**	0,26	-0,29*	0,22	0,05	0,04

Значајност тренда на нивоу: *** $\alpha = 0,001$, ** $\alpha = 0,01$, * $\alpha = 0,05$ и $\alpha = 0,10$

Са друге стране, тенденција промена средње максималне температуре за децембар месец, безначајна је на свим станицама. У већем делу Црне Горе тренд промена је безначајан и током три јесења месеца, као и средње максималне фебруарске и априлске температуре.

На основу претходних резултата, очигледно је да и средње максималне сезонске вредности температуре региструју тенденцију пораста у посматраном 60-годишњем периоду и да је значајна у пролећној и летњој сезони. Прорачуни су то и потврдили (табела 4.2). Тренд средње максималне пролећне и летње температуре налази се у интервалу од $0,16^{\circ}\text{C}$ до $0,41^{\circ}\text{C}$, односно од $0,11^{\circ}\text{C}$ до $0,46^{\circ}\text{C}$ по декади, а

у оба годишња доба граничне вредности су регистровани у Херцег Новом (најмањи пораст) и Беранама (највећи пораст). Пораст средње максималне температуре у ова два годишња доба је значајан у већем делу Црне Горе, док су у јесењој сезони промене углавном безначајне. Тренд зимске средње максималне температуре је позитивног знака на свим станицама, а промене су безначајне на 17. На годишњем нивоу, тренд има позитивну вредност и статистички је значајан на целој територији Црне Горе.

Табела 4.2. Тренд и статистичка значајност промена средње сезонске и годишње максималне температуре у Црној Гори за период 1951-2010.

Станица	Тренд (°C/декади)				
	Зима	Пролеће	Лето	Јесен	год
Улцињ	0,09	0,26*	0,18*	0,17	0,21***
Бар	0,10	0,28***	0,35***	0,17**	0,21***
Будва	0,12	0,30***	0,35***	0,16	0,21***
Тиват	0,05	0,23	0,37*	0,09	0,18***
Котор	0,04	0,21	0,32*	0,05	0,24***
Х.Нови	0,13	0,16*	0,11***	0,10	0,13**
Вирпазар	0,30	0,34	0,29**	0,21	0,29***
Голубовци	0,23	0,31*	0,32**	0,16	0,19**
Подгорица	0,25	0,34**	0,34**	0,18	0,29***
Даниловград	0,17	0,32**	0,34***	0,10	0,24***
Цетиње	0,21	0,33	0,45	0,16	0,30***
Црквице	0,09	0,30	0,44	0,09	0,22***
Грахово	0,13	0,27	0,22	0,07	0,21***
Велимље	0,22	0,18*	0,26*	0,08	0,22***
Никшић	0,16	0,20+	0,30***	0,02	0,18***
Крстац	0,22	0,20	0,25*	0,11	0,20***
Колашин	0,07	0,25*	0,20***	0,00	0,14*
Плав	0,05*	0,29**	0,39***	-0,09**	0,19**
Рожаје	0,04*	0,33***	0,39***	-0,04***	0,19**
Беране	0,34*	0,41**	0,46***	0,08*	0,32***
Б.Поље	0,19*	0,30***	0,23***	-0,05**	0,15*
Жабљак	0,32*	0,39***	0,32***	0,15*	0,29***
Пљевља	0,25	0,34*	0,27***	0,02*	0,22***

Значајност тренда на нивоу: *** $\alpha = 0,001$, ** $\alpha = 0,01$, * $\alpha = 0,05$ и + $\alpha = 0,10$.

У свим разматраним временским јединицама, углавном се издвајају три подручја са најизразитијим порастом средње максималне температуре, а то су: крајњи север (Жабљак, Пљевља) и североисток земље (Беранска котлина), затим Зетско-Бјелопавлићка равница (Подгорица, Даниловград и Голубовци, укључујући и Вирпазар), али лети и подручје Цетиња и Црквица. Дакле, тенденција пораста средње максималне температуре је најизразитија у лето и пролеће, док су у зиму и нарочито током јесени, промене мање и углавном безначајне.

Зими се највише вредности максималне температуре јављају када се Црна Гора налази у предњем делу циклона, чији је центар обично у западном Медитерану (углавном у Ђеновском заливу, Јонском или Јадранском мору). Максималне температуре зими се јављају и при јакој југозападној струји по висини у склопу простране баричке долине, али и при високом ваздушном притиску, када

су и највећа дневна колебања. У топлијем делу године, посебно лети, дневни максимуми температуре се региструју при тзв. блокирајућим ситуацијама, када долази до јачања термобаричког гребена у висинској југозападној струји, односно адвекције топлог ваздуха. По таквим ситуацијама су нарочито познате 2003. и 2007. година. Када је у питању просторна расподела максималне температуре (месечне и годишње), она је у функцији близине мора и рељефних карактеристика (надморска висина, котлински карактер места, експозиција, ефекат фена и сл.), али не треба занемарити и утицај урбаног острва топлоте.

Све посматране станице најнижу апсолутно максималну температуру ваздуха забележиле су у јануару месецу, и то углавном 23.1.1963. и 25.1.1954. Са друге стране, у већем делу Црне Горе је највиша апсолутно максимална температура регистрована 23. и 24. августа 2007. Углавном исти датуми појаве апсолутно максималне температуре, несумњиво указују да су регистровани при истим синоптичким условима. Али, треба истаћи и да, на пример, краткотрајна поподневна нестабилност локалног карактера лети или дуже задржавање магле у појединим котлинским местима у хладнијем делу године, представљају главне разлоге ниже дневне максималне температуре у тим тачкама у односу на блиска места која не региструју поменуте појаве датог дана.

4.1.2. Тренд средње минималне температуре

Према подацима за последњи климатски период (1961-1990), јануар је најхладнији месец, док највишу средњу месечну минималну температуру има јул. Најхладније место у Црној Гори су Рожаје - средња минимална јануарска температура износи $-9,6^{\circ}\text{C}$, а јулска $8,0^{\circ}\text{C}$. То је последица котлинског карактера Рожаја, односно формирања „језера” хладног ваздуха, нарочито зими. Ипак, у периоду фебруар-јун средња месечна минимална температура је нешто нижа на Жабљаку него у Рожајама. Највишу средњу јулску минималну температуру има Подгорица, $20,3^{\circ}\text{C}$.

Даниловград и Голубовци, места са истим климатским карактеристикама као и Подгорица, региструју нижу минималну температуру током целе године. Ово је најидикативнији показатељ да Подгорица има карактер острва топлоте (Бурић и др., 2011).

Средња новембарска минимална температура, у посматраном 60-годишњем периоду, има негативан тренд готово на свим станицама. Слично је и за средњу минималну децембарску температуру. Осим у новембру и децембру, негативна тенденција доминира и у септембру - на 13 од 23 станице. У фебруару је тренд негативног знака на 11 станица, што значи да средња минимална температура пада у тим местима (табела 4.3). У јануару и марту негативну тенденцију бележе по 3 станице, у априлу 2, а у периоду мај-јул само Грахово. Са друге стране, у августу и октобру све станице региструју тренд пораста средње минималне месечне температуре, од 0,08⁰С у Грахову до 0,72⁰С по декади у Рожајама, односно од 0,01⁰С у Црквицама до 0,59⁰С у Рожајама. Међутим, тренд средње новембарске и децембарске минималне температуре, који углавном има негативан знак, безначајан је на свим станицама. Промене су безначајне и за фебруар месец на свим станицама. Услове значајности не задовољава већи број станица и за јануар, март, април и септембар. Са друге стране, за мај, три летња месеца и октобар, на већем броју станица тренд пораста средње минималне температуре је значајан на различитим нивоима поверења. Другим речима, ни на једној станици која бележи пад средње месечне минималне температуре не постоји значајност тренда.

Табела 4.3. Тренд средње месечне минималне температуре у Црној Гори за период 1951-2010.

Станица	Тренд (°С/декади)											
	јан	феб	мар	апр	мај	јун	јул	авг	сеп	окт	нов	дец
Улцињ	0,17	0,04	0,14	0,07	0,22*	0,13	0,18*	0,18+	-0,04	0,11	0,00	-0,09
Бар	0,25*	0,09	0,18*	0,25**	0,37***	0,30**	0,38***	0,44***	0,23**	0,27**	0,06	0,08
Будва	0,08	-0,04	0,12	0,23**	0,41***	0,36***	0,43***	0,45***	0,21*	0,22*	-0,04	-0,09
Тиват	-0,03	-0,14	-0,07	-0,01	0,08	-0,02	0,10	0,17*	-0,09	0,12	-0,12	-0,14
Котор	0,01	-0,11	-0,01	0,02	0,15*	0,03	0,17*	0,25*	-0,09	0,17	-0,07	-0,14
Х.Нови	0,14	0,01	0,13	0,18*	0,28**	0,21*	0,25**	0,26**	0,00	0,14	0,03	-0,04
Вирпазар	-0,01	-0,02	0,04	0,10	0,22**	0,08	0,22**	0,18*	-0,09	0,08	-0,13	-0,07
Голубовци	0,04	0,01	0,08	0,07	0,28***	0,09	0,28**	0,19*	-0,08	0,07	-0,15	-0,02
Подгорица	0,03	0,06	0,09	0,11	0,32***	0,12	0,26**	0,19	-0,08	0,11	-0,13	0,00
Даниловград	0,01	0,05	0,13	0,15	0,29**	0,23*	0,29*	0,28**	-0,05	0,24*	-0,12	-0,06
Цетиње	0,01	-0,10	0,06	0,11	0,03	0,10	0,11	0,14	-0,11	0,20*	-0,10	-0,18
Црквице	-0,03	-0,16	0,03	0,07	0,11	0,04	0,20*	0,13	-0,13	0,01	-0,17	-0,19
Грахово	0,02	-0,13	-0,11	-0,12	-0,05	-0,04	-0,03	0,08	-0,14	0,18	-0,11	-0,16
Велимље	0,09	-0,09	0,12	0,08	0,22*	0,18*	0,24*	0,24*	-0,07	0,10	-0,11	-0,15
Никшић	0,18	-0,04	0,06	0,10	0,22**	0,20*	0,29**	0,27**	-0,04	0,14	-0,14	-0,04
Крстац	0,09	-0,04	0,10	0,07	0,19*	0,15	0,23*	0,15	-0,18	0,12	-0,12	-0,14
Колашин	0,21	-0,03	0,12	0,15*	0,21*	0,17*	0,25**	0,36***	0,24**	0,27*	-0,15	-0,06
Плава	0,38*	0,13	0,24	0,29**	0,34**	0,29**	0,53***	0,60***	0,40***	0,44**	-0,03	0,19
Рожаје	0,59**	0,22	0,41*	0,42***	0,49***	0,52***	0,61***	0,72***	0,60***	0,59***	0,11	0,35
Беране	0,45*	0,09	0,21	0,29**	0,34***	0,28**	0,36**	0,55***	0,36***	0,39**	-0,04	0,27
Б.Поље	0,39*	0,08	0,24	0,26**	0,37***	0,31***	0,42***	0,55***	0,42***	0,46***	-0,06	0,21
Жабљак	0,34*	0,22	0,33*	0,28*	0,35***	0,23**	0,36***	0,41***	0,21*	0,28*	-0,03	0,12
Пљевља	0,39*	0,07	0,20	0,14	0,21*	0,28***	0,34***	0,38***	0,30**	0,29*	-0,08	0,18

Значајност тренда на нивоу: *** $\alpha = 0,001$, ** $\alpha = 0,01$, * $\alpha = 0,05$ i + $\alpha = 0,10$

На сезонском нивоу, тренд пораста средње минималне летње температуре региструју све станице, а безначајан је само у Грахову, Црквицама и на Цетињу. Опсег промена у овој сезони креће се у интервалу од 0,03⁰С у Грахову до 0,63⁰С по

декади у Рожајама. Тренд пролећне минималне температуре је негативног знака у Грахову, док је на осталима станицама тенденција позитивна. Значајан тренд пораста пролећне температуре бележи 16 станица. Током зиме и јесени по 8 станица региструје безначајан пад средње минималне температуре. Међутим, тренд пораста средње зимске минималне температуре је значајан само у Плаву, Рожајама, Беранама, Бијелом Пољу и на Жабљаку, а јесење и у Пљевљима и Бару.

Дакле, тренд промена овог параметра температуре ваздуха постоји и углавном је позитивног знака у већем делу године. То значи да и на годишњем нивоу средња минимална температура расте (табела 4.4). Једино је у Црквицама и Грахову тенденција негативна ($-0,03^{\circ}\text{C}$ по декади), док је у Тивту раван нули до треће децимале. Вредност тренда је безначајна на 8, а значајна на 15 станица, и на свим је позитивног знака. Тренд пораста средње годишње минималне температуре је, математички посматрано, пре свега последица изразитог раста у мају и током три летња месеца, исто као и средње максималне, што значи да ови месеци постају све топлији.

Упоређујући вредности тренда средње максималне и средње минималне годишње температуре, уочено је да 6 станица региструје интензивнији пораст минималне него максималне температуре – Бар, Колашин, Плав, Рожаје, Бијело Поље и Пљевља. То другим речима значи да се на поменутих станицама смањује разлика између годишњих екстрема, генерално. Ипак, на већем броју станица је већа брзина пораста средње годишње максималне него минималне температуре, а највећа разлика је добијена за Цетиње.

И на сезонском нивоу се интензивније промене, углавном раст, уочавају код максималне него минималне температуре. Највећи број станица (укупно 9) са интензивнијим порастом минималне температуре него максималне добијен је за летњу сезону, и то: Бар, Будва, Херцег Нови, Колашин, Плав, Рожаје, Бијело Поље, Жабљак и Пљевља. То другим речима значи да је на овим станица присутна тенденција смањења разлике између екстрема (тренд смањења амплитуде лети).

Анализа је даље показала да постоји извесна законитост. Генерално, у југозападном делу Црне Горе присутан је тренд пада или незнатан пораст средње минималне температуре. Од југозападних и западних ка североисточним и северним деловима земље, позитиван тренд је све интензивнији.

Табела 4.4. Тренд и статистичка значајност промена средње сезонске и годишње минималне температуре у Црној Гори за период 1951-2010.

Станица	Тренд (°C/декади)				
	Зима	Пролеће	Лето	Јесен	Година
Улцињ	0,06	0,13*	0,17*	0,01	0,11*
Бар	0,13	0,30***	0,37***	0,21**	0,24***
Будва	0,00	0,25***	0,43***	0,12	0,21***
Тиват	-0,09	0,00	0,09+	-0,02	0,00
Котор	-0,07	0,05	0,16*	0,02	0,03
Х.Нови	0,05	0,18*	0,25***	0,04	0,13*
Вирпазар	0,01	0,11	0,21**	-0,04	0,07
Голубовци	0,03	0,13*	0,21**	-0,03	0,08
Подгорица	0,05	0,17**	0,22**	-0,01	0,11*
Даниловград	-0,04	0,16**	0,25***	0,05	0,17*
Цетиње	-0,11	0,05	0,11	0,00	0,02
Црквце	-0,15	0,07	0,12	-0,09	-0,03
Грахово	-0,10	-0,10	0,03	-0,03	-0,03
Велимље	-0,04	0,14*	0,20*	-0,01	0,11*
Никшић	0,04	0,12*	0,26***	0,00	0,10*
Крстац	-0,04	0,11	0,17*	-0,06	0,09
Колашин	0,05	0,18*	0,26***	0,13	0,17***
Плав	0,21*	0,28**	0,49***	0,28**	0,30***
Рожаје	0,39*	0,49***	0,63***	0,46***	0,48***
Беране	0,24*	0,29**	0,39***	0,22*	0,30***
Б.Поље	0,20*	0,29***	0,44***	0,26**	0,27***
Жабљак	0,20*	0,31***	0,34***	0,15*	0,27***
Пљевља	0,24	0,19*	0,35***	0,19*	0,25***

Значајност тренда на нивоу: *** = 0,001, ** = 0,01, * = 0,05, + = 0,10.

Ако заиста доминира антропогени ефекат стаклене баште на данашњу климу, онда би он требало да се уочи управо на минималној температури ваздуха, пре свега зимској. Да бисмо потврдили или демантовали претходну констатацију, прорачунали смо тренд средње минималне температуре за последњу декаду посматраног периода. Међутим, у последњој анализираној декади (2001-2010), тренд је негативног знака на годишњем нивоу на 4 станице, у пролећној сезони чак на 13, у јесењој на 6, док 4, односно 3 станице региструју пад средње минималне летње и зимске температуре.

Основни циљ анализе за последњи 10-годишњи период био је утврђивање знака и значајности тренда. У овом периоду је готово на целој територији Црне Горе тренд безначајан, како на сезонском, тако и годишњем нивоу. У погледу знака, како је већ поменуто, једнообразност не постоји. С тим у вези, поставља се логично питање: како то да CO₂ и други гасови стаклене баште негде повећавају, а само неколико километара даље смањују температуру ваздуха? Другим речима, ако је CO₂ главни узрок пораста температуре ваздуха током последњих неколико деценија, по присталицама ове теорије испада да атмосфера није јединствени „организам”.

Зими се најнижи дневни минимуми региструју при адвекцији хладног ваздуха са севера или североистока и ведром времену. У таквим синоптичким

ситуацијама, при високом ваздушном притиску, односно када је над Црном Гором антициклон или његов гребен, у котлинама се формира „језеро хладног ваздуха”. Зато су Рожаје зими хладније од Жабљака. Ниске температуре зими региструју и друга котлинска места: Пљевља, Колашин, Плав, Беране, Бијело Поље. У летњим месецима се најниже температуре јављају при другачијој синоптичкој ситуацији, а најчешће при циклонској или зоналној циркулацији, која условљава појаву кише и освежење.

У погледу просторне расподеле, ниски дневни минимуми температуре јављају се при истој синоптичкој ситуацији, углавном. Просторна разлика у вредностима минималне температуре је узрокована удаљеношћу од мора и локалним утицајима, пре свега рељефним карактеристикама и острвом топлоте.

Човек је на уобичајену (средњу) температуру прилагођен и свој живот организује према тим вредностима. Другим речима, на живот човека и његове активности највећи утицај имају апсолутне вредности температуре ваздуха, максималне и минималне. Најнижи дневни апсолутни минимуми температуре измерени су у јануару, од $-32,0^{\circ}\text{C}$ у Рожајама до $-4,2^{\circ}\text{C}$ у Котору. Једино је у Тивту, Подгорици и Грахову нижа температура измерена у фебруару него у јануару ($-8,2^{\circ}\text{C}$, $-9,7^{\circ}\text{C}$ и $-28,8^{\circ}\text{C}$). У периоду новембар-фебруар и током јула и августа најнижа измерена температура ваздуха на територији Црне Горе регистрована је у Рожајама. Месечни рекорд у периоду март-јун држи Жабљак, а за септембар и октобар Грахово. Од 23 станице укључене у анализу, једино је у Рожајама током свих месеци регистрована температура испод нуле, дакле и у јулу и августу.

У највећем броју случајева најнижа температура је измерена 12. или 13. јануара 1985. године. Највећа апсолутно минимална температура је регистрована у јулу или августу, углавном 1998. и 2007. године. Разлика између највише и најниже измерене температуре (апсолутно колебање: $T_{\text{макс}} - T_{\text{мин}}$) је најмања у Котору ($43,2^{\circ}\text{C}$), а највећа у Беранама ($68,7^{\circ}\text{C}$). Углавном је на свим мерним местима на северу земље апсолутно колебање веће од 60°C .

4.2. Динамика промена екстремних падавина

По свој природи падавине спадају у групу повремених појава. Да ли ће или не имати штетно дејство зависи од њиховог интензитета (количине), трајања и

распрострањености, али и не јављања у дужем периоду (суше). Неповољне карактеристике падавина су углавном везане за јаке кише, поплаве и суше. Према ПСС, у условима отопљавања требало би очекивати повећање интензитета и учесталости екстремних временских појава. Када су падавине у питању, то би значило повећање интензитета и честине суша и поплава, обарање рекорда, као и других појава везаних за овај елемент (олујне непогоде праћене градом, јаке краткотрајне кише итд).

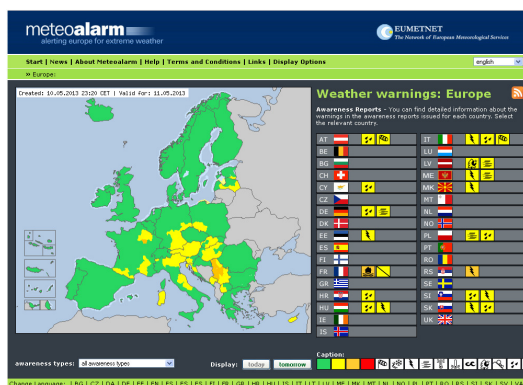
У претходном поглављу је разматрано колебање и тренд сезонских и годишњих сума падавина на територији Црне Горе, а овде ћемо се фокусирати само на дневне количине (Rd). У периоду од 1951. до 2010., максималне дневне количине падавина на територији Црне Горе варирају у веома широком опсегу. Најмања апсолутно максимална дневна количина падавина забележена је у местима на крајњем северу и североистоку Црне Горе, углавном су то Пљевља, Рожаје и Плав. Опсег највећих дневних сума у јануару месецу креће се од 39,3 mm у Пљевљима до 415,0 mm у Црквицама. Највећи опсег је у децембру, од 54,5 mm у Рожајама до 452,5 mm у Црквицама, а најмањи у јулу, од 45,7 mm у Плаву до 105,6 mm у Тивту. На годишњем нивоу, најмања апсолутно максимална дневна сума падавина забележена је у Плаву, 89,4 mm, а највећа у Црквицама, 452,5 mm.

Овако велике дневне суме падавине, посебно у југозападном делу Црне Горе, могу нанети озбиљне последице, у виду активирања или интензивирања ерозивних процеса, урвина, одрона и сличних појава. Међутим, управо у тим крајевима где се јављају интензивне падавине је и највећа моћност кречњака. То је најтипични холокрас у Европи, а због великих количина падавина подземна циркулација воде је интензивна. Да нема ове хидрографске противречности, која се огледа у готово потпуној безводности на површини, односно богатству воде у подземљу, последице од интензивних дневних падавина биле би много учесталије.

Велике дневне количине падавина јављају се при развијеном дубоком циклону западно од ових крајева, посебно у условима када се таква циркулација поклопи у приземљу и по висини, односно када се подручје Црне Горе налази у предњем делу депресије или простране висинске баричке долине. Треба истаћи да велики утицај има и орографија, а лети и термичка конвекција, при којој се јавља локална нестабилност. То другим речима значи да се интензивне дневне падавине

могу јавити у било којем делу године. Ипак, на већини станица је апсолутни максимум дневних падавина регистрован током јесни.

Организација која окупља Националне метеоролошке службе у Европи – EUMETNET (The Network of European Meteorological Services), развила је програм за обавештавање јавности о могућим метеоролошким опасностима, под називом METEOALARM. Ова заједничка иницијатива чланица EUMETNET-а је почела да се реализује на Светски метеоролошки дан (23. март) 2007. године. У суштини, Метеоаларм је сервис најаве неповољних временских догађаја за текући и наредни дан. Националне метеоролошке службе дају прогнозу опасних временских појава на државној територији за текући и наредни дан, које се на карти Европе кодирају симболима (појава) и бојом (јачина појаве), слика 4.1. Методологија кодирања прогнозираних појава и интензитета је једнообразна, лако разумљива и доступна јавности¹¹. Упозорења се дају за низ појава: високе и ниске температуре, јаке кише с могућношћу поплава, висок снежни покривач, грмљавински процеси, олујни ветар, жестоке грмљавинске олује, високи таласи на мору итд.



Слика 4.1. Метеоаларм за дан 10.5.2013. године (<http://www.meteoalarm.eu/>)

После успостављања критеријума (прагова) и једногодишњег тестирања, крајем 2012. године у Хидрометеоролошком заводу Црне Горе почео је рад на Метеоаларму, односно израда упозорења за три регије: северну, централну и приморску. За већи број елемената и појава (ветар, количина падавина, грмљавински процеси, поједини параметри температуре итд.) су исти критеријуми за све три регије Црне Горе. Примера ради, ако се на простору дате регије очекују удари ветра преко 11 m/s, симболом је приказана појава, а бојом (жута боја) јачина,

¹¹ http://www.meteoalarm.eu/terms.php?lang=en_UK

односно степен приправности. За ударе ветра преко 17 m/s даје се наранцасти, а за преко 25 m/s црвени ниво упозорења. Када су падавине у питању, уколико се очекује најмање 30 mm за 24 часа, даје се жути ниво упозорења, за 50 mm наранцасти, а за преко 80 mm дневно црвени (највиши ниво упозорења).

Највећи упозорења на опасне временске појаве је у томе што се на тај начин даје јасан однос између метеоролошких појава, могућих негативних последица и предлажу одређена понашања, како би се штете ублажиле или избегле.

Међутим, поједини прагови, који су усвојени за територију Црне Горе, заслужују озбиљан критички осврт. Прагови за екстремну температуру ваздуха су исти за сва годишња доба. На пример, када се за северну регију прогнозира највиша дневна температура ваздуха од 20 и више степени, даје се жути ниво упозорења. Температура ваздуха од око 20⁰C је сасвим пријатна за човека и тешко да може представљати било какву опасност у природној средини. Уколико постоји снежни покривач, овако висока температура у пролеће може убрзати његово топљење и повећати ризик од поплава, ако је хидролошки систем већ оптерећен, али за могуће поплаве постоји посебан симбол и ниво опасности. Или, уколико се за приморје прогнозира минимална температура виша од 19⁰C, такође се даје упозорење. На Црногорском приморју и у Зетско-Бјелопавлићкој равници, лети се тропске ноћи редовно јављају, односно сасвим су уобичајена појава, па је претерано током целог лета, а често и дуже, давати упозорење за нешто што се карактерише као климатска нормала.

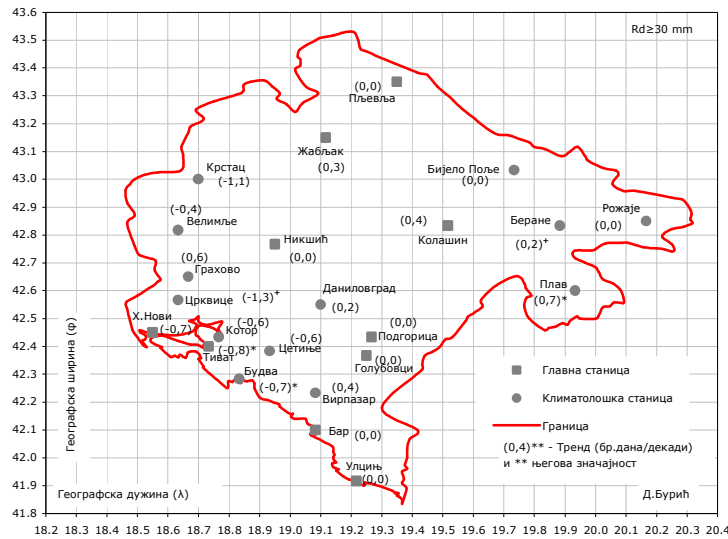
Дакле, прагови су фиксни за сваки дан у години, а поједине би требало дефинисати, ако не на месечном, барем на сезонском нивоу. Друго, прагови за дневну количину падавина, осим што су исти током целе године, исти су и за све три регије. Али, литолошки састав централне и приморске регије се значајно разликује од северног и североисточног дела Црне Горе. При истим условима (иста дневна количина падавина и трајање кишног периода), велике дневне количине падавина у североисточном и крајњем северном делу Црне Горе (слив Ибра, Лима и Тихотине), који је изграђен од полупропустљивих и вододрживих стена (кластичне стене – шкриљци, језерски седименти, еруптиви итд), значајно су опасније него у југозападном кречњачком делу земље, типичном холокрасу. Зато би прагови за падавине требало да се дефинишу посебно за сваку регију. Осим

тога, требало би размислити о издвајању најмање још једне или две регије, јер северна обухвата више од половине територије Црне Горе. Можда би унутар ове регије требало издвојити котлинско-долинску и планинску субрегију.

Која је дневна количина падавина опасна, то зависи од низа фактора, о којима је већ било речи. Ипак, статистички посматрано, од неке границе се мора поћи и прихватићемо да су потенцијално опасне дневне количине падавина ≥ 30 l/m². Интересантно је видети шта се дешава са бројем дана са интензивним падавинама. Зато је прорачунат њихов тренд у периоду 1951-2010., за сваку станицу посебно. Када је у питању интензитет падавина, не постоји јединствено мишљење које кише треба сматрати јаким, а које slabим. Обично се кише преко 5 mm на дан сматрају јаким, а преко 10 mm врло јаким (Милосављевић, 1963; Дукић, 1999). У сваком случају, дневне суме ≥ 30 су велике и потенцијално опасне, односно могу имати негативне ефекте у географској средини, нарочито када је већ оптерећен хидролошки систем, земљиште презасићено влагом и уколико се овим интензитетом излучују више дана.

У периоду од 1951. до 2010., тренд броја дана са падавинама ≥ 30 mm је позитивног знака на 8 станица, негативног на исто толико, а до друге децимале (прецизније до треће) раван је нули на 7 станица. Међутим, вредност тенденције задовољава услове значајности само на 7 станица. Значајно смањење је присутно у Будви, Тивту, Црквицама и Крстацу, а повећање броја ових дана у Плаву, Беранама и Бијелом Пољу (слика 4.2). На основу добијених резултата, може се констатовати да се са бројем дана у којима се излучују велике количине падавана (≥ 30 mm) не дешава ништа драматично. Напротив, на значајном броју станица се не уочавају никакве промене. Томе у прилог чињеница да је вредност тренда само у Крстацу и Црквицама већа од 1 дан по декади са дневним сумама ≥ 30 mm, али је на обе станице тенденција негативног знака.

Прорачунат је тренд броја дана са падавинама ≥ 30 mm за два истодобна периода: 1951-1980. и 1981-2010. (табела 4.5). Зашто? У условима доминације и јачања антропогеног ефекта стаклене баште, требало би очекивати повећање честине екстремних временских догађаја. Дневне суме падавине преко 30 mm су интензивне, тим пре што њихов укупан број јављања укључује и дане са количинама преко 40, 50, ... литара.



Слика 4.2. Тренд годишњег броја дана са падавинама ≥ 30 mm за период 1951-2010. (Значајност тренда на нивоу: * $\alpha = 0,05$ и + $\alpha = 0,10$)

Табела 4.5. Тренд годишње честине дана са висином падавина ≥ 30 mm у периоду 1951-1980. и 1981-2010. (број дана по декади)

Станица	1951-1980 (А)	1981-2010 (Б)	А-Б
Улцињ	2,5*	1,3	1,2
Бар	1,7*	1,3+	0,4
Будва	0,0	1,7	-1,7
Тиват	0,0	0,0	0,0
Котор	1,3	1,0	0,3
Х.Нови	1,2	2,0*	-0,8
Голубовци	1,4	0,9	0,6
Подгорица	2,0*	1,3	0,8
Даниловград	3,6*	1,2	2,4
Цетиње	0,0	2,6	-2,6
Црквице	0,0	5,0*	-5,0
Грахово	3,8**	5,0**	-1,3
Велимље	4,1**	-0,8	4,9
Никшић	2,0	1,3	0,7
Крстац	2,5*	0,0	2,5
Колашин	3,5*	0,7	2,9
Плав	-1,3+	3,3***	-4,6
Рожаје	0,0	0,0	0,0
Беране	0,0	0,0	0,0
Б.Поље	1,1***	0,0	1,1
Жабљак	2,9*	1,4*	1,5
Пљевља	0,6*	0,0	0,6

Значајност тренда на нивоу: ** $\alpha = 0,01$, * $\alpha = 0,05$ и + $\alpha = 0,10$.

Ако прихватимо да у првом 30-годишњем периоду (1951-1980) није постојала доминација утицаја АЕСБ на климу, а да током 1981-2010. постоји тај ефекат и при том је све јачи, онда је за очекивати да се број дана са интензивним падавинама повећава, генерално. У оба периода, на по једној станици је присутан тренд смањења броја дана са падавинама ≥ 30 mm (Плав, односно Велимље), на по б се промене не уочавају, док је у осталим крајевима тенденција позитивна.

Упоредна анализа вредности тренда за период 1951-1980. и 1981-2010., показала је да је на већем броју станица тренд повећања броја дана са падавинама ≥ 30 mm био изразитији у првом него у другом 30-годишњем периоду. Једино је у југозападном делу Црне Горе (Цетиње, Црквице, Грахово, Будва и Херцег Нови) и локално у Плаву, веће повећање броја дана са интензивним падавинама у периоду 1981-2010.

Закључујући овај сегмент анализе, може се констатовати следеће:

➤ У периоду 1951-2010., тенденција пораста средње годишње максималне и минималне температуре је, математички посматрано, пре свега последица изразитог раста у топлијем делу године, нарочито у мају и током три летња месеца. На већем броју станица је већа брзина пораста средње годишње максималне него минималне температуре.

➤ Упоређујући вредности тренда средње максималне и средње минималне температуре за посматрани 60-годишњи период, на сезонском нивоу, у већем делу Црне Горе се интензивније промене, углавном раст, уочавају код максималне температуре. Највећи број станица (укупно 9) са интензивнијим порастом минималне температуре него максималне добијен је за летњу сезону, и то: Бар, Будва, Херцег Нови, Колашин, Плав, Рожаје, Бијело Поље, Жабљак и Пљевља. То другим речима значи да је на овим станица присутна тенденција смањења разлике између екстрема (тренд смањења амплитуде током лета).

➤ У периоду 1951-2010., у већем делу Црне Горе постоји тренд пораста броја дана са интензивним падавинама ($R_d \geq 30$ mm), али је углавном безначајан. Досадашња анализа је показала да су падавине далеко осетљивије на сложене орографске услове Црне Горе и локалну циркулацију него температура, па је то највероватније главни разлог разлика између суседних станица у погледу променљивости овог елемента.

5. ИНДЕКСИ КЛИМАТСКИХ ЕКСТРЕМА

5.1. Увод

На територији Црне Горе је у последње време дошло до обарања појединих рекорда, као што су: нови апсолутни максимуми температуре ваздуха (август 2007. године), највећи удари ветра до сада регистровани (236 km/h у Херцег Новом, 4. 12. 2008. године)¹², позитивна одступања готово свих параметара температуре, интензивне падавине (крајем 2010. године) итд.

Да би се прецизније дефинисала „структура” промена два најважнија климатска елемента (температуре и падавина), Експертски тим за детекцију климатских промена и индекса (ETCCDI - Expert team on Climate Change Detection and Indices) WMO и Комисија за климатологију (WMO-CCL), на основу истраживачког програма климатских промена и предвидљивости (CLIVAR), предложио је листу температурних и падавинских индекса (Peterson et al., 2001; WMO, 2004; Groisman et al., 2005). Предложени индекси климатских промена односе се на дане у којима температура, односно количина падавина, прелази одређене прагове.

Другим речима, климатски индекси, дефинисани од стране WMO-CCL/CLIVAR, који се користе у последње време у истраживању климатских промена, односно у истраживању промена екстрема насталих услед климатских промена, представљају тзв. карактеристичне дане. Радна претпоставка је да је отопљавање и незнатна аридизација на територији Црне Горе, последица промена у учесталости температурних, односно и интензитету падавинских екстрема.

Анализа климатских екстрема је актуелна и изазовна тема, мада се у Црној Гори овој проблематици није довољно поклањала пажња. У овом раду је највећи број показатеља климатских екстрема коришћен са листе која садржи 27 индекса¹³. Међутим, постоје листе и са 35, па и преко 50 индекса¹⁴.

За анализу температурних екстрема коришћено је 9 индекса – четири хладна и пет топлих. Падавински екстреми су разматрани на основу 8 индекса (табела 5.1). Прорачуни тренда су урађени на сезонском и годишњем нивоу, помоћу Сеновог метода, а статистичка значајност је испитана МК тестом (Z-тест).

¹² <http://195.66.163.23/klimatologija/godisnji/2008-CG-klima.pdf>

¹³ <http://www.climdex.org/indices.html>

¹⁴ <http://eca.knmi.nl/documents/ETCCDIIndicesComparison.pdf>

Анализирајући дневне екстреме за Подгорицу, Burić (2011) у разматрање укључује падавински индекс $\Sigma R95p\Sigma R$. Овај индекс се не налази на листи, а ценећи значај његовог разматрања, дефинисан је као учешће дневних количина падавина које падну у врло влажне дане у укупној сезонској и годишњој суми.

Табела 5.1. Индекси температурних и падавинских екстрема (скраћенице и дефиниције дате по стандардизацији WMO-CCL/CLIVAR, Радне групе за утврђивање климатских промена)*

Бр.	Индекс	Јединица	Дефиниција
Хладни температурни индекси			
1.	FD	Бр. дана	Број мразних дана у јединици времена - дневна $T_n < 0^\circ\text{C}$
2.	T_x10p	Бр. дана	Број хладних дана - дневна $T_x < 10$ -ог перцентила
3.	T_n10p	Бр. дана	Број хладних ноћи - дневна $T_n < 10$ -ог перцентила
4.	ID	Бр. дана	Број ледених дана - дневна $T_x < 0^\circ\text{C}$
Топли температурни индекси			
1.	SU	Бр. дана	Број летњих дана у јединици времена - дневна $T_x > 25^\circ\text{C}$
2.	TD	Бр. дана	Број тропских дана у јединици времена - дневна $T_x > 30^\circ\text{C}$
3.	T_x90p	Бр. дана	Број топлих дана - дневна $T_x > 90$ -ог перцентила
4.	T_n90p	Бр. дана	Број топлих ноћи - дневна $T_n > 90$ -ог перцентила
5.	TR	Бр. дана	Број тропских ноћи - дневна $T_n > 20^\circ\text{C}$
Индекси падавинских екстрема			
1.	DD	Бр. дана	Број сушних дана у јединици времена - дневна $R_d < 1 \text{ mm}$
2.	SDII	$\text{mm} \cdot \text{дан}^{-1}$ ($\% \cdot \text{дан}^{-1}$)	Просечни дневни интензитет падавина по падавинском дану - однос укупне суме падавина и укупног броја падавинских дана за $R_d \geq 1 \text{ mm}$
3.	R75p	Бр. дана	Број умерено влажних дана - $R_d > 75$ -ог перцентила дневне расподеле за дане са $R_d \geq 1 \text{ mm}$
4.	R95p	Бр. дана	Број врло влажних дана - $R_d > 95$ -ог перцентила дневне расподеле за дане са $R_d \geq 1 \text{ mm}$
5.	R95pTOT	$\text{mm} \cdot \text{дан}^{-1}$ ($\% \cdot \text{дан}^{-1}$)	Просечни дневни интензитет падавина по врло влажном дану - однос укупне суме падавина и укупног броја падавинских дана за $R_d > 95$ -ог перцентила
6.	$\Sigma R95p\Sigma R$	(%)	Учешће дневних количина падавина које падну у врло влажне дане у укупној суми
7.	Rx1d	mm	Максимална 1-одневна количина падавина
8.	Rx5d	mm	Максимална 5-одневна количина падавина

*Падавински индекс $\Sigma R95p\Sigma R$ дефинисао Бурић Д.

С обзиром на то да температурни и падавински екстремни могу узроковати велике штете у природној средини и човековом животу и раду, предмет су истраживања многих студија (Zolina et al., 2008; Durao et al., 2010; Ceasar et al., 2011; El Kenawy et al., 2011). Klein-Tank and Können (2003) тврде да је тренд пораста индекса минималне температуре у Европи последица глобалног загревања. Исто износе и Frich et al. (2002) за планету у целини.

У бројним студијама се истиче да је у региону Медитерана присутно повећање учесталости и трајања топлих индекса. Постоји општа сагласност да ће топлији услови у овом региону негативно утицати на животну средину и додатно погоршати економску ситуацију (Klein-Tank and Können, 2003; Kostopoulou and Jones, 2005; Della-Marta et al., 2007; Kuglitsch et al., 2010; Efthymiadis et al., 2011).

Истраживања су често фокусирана на поједине земље. Тако је за Шпанију утврђено да је током 20. века интензивнији пораст топлих температурних индекса него хладних (Brunet et al., 2007). До сличних резултата су дошли и El Kenawy et

al. (2011) за североисточну Шпанију. Истражујући промене екстремних температура у Италији, Torreti and Desiato (2008) су утврдили да је до краја 1970-их био присутан тренд хлађења, а у наредних 25 година тенденција загревања. Аутори истичу да је нарочито интензиван тренд пораста броја летњих дана и тропских ноћи (SU и Tn90p).

У већини случајева Црна Гора и земље у окружењу нису укључене у студијама које се баве анализом екстремних температура и падавина на простору Европе. У том смислу, значајни су резултати истраживања домаћих аутора.

Користећи податке о максималној температури са 3 метеоролошке станице у Србији, Unkašević and Tošić (2009) су утврдили да су најтоплија лета у погледу интензитета и трајања топлих таласа регистрована 1951-1952., 1987-1998. (посебно 1994) и 2000-2007.

Године 2007. Србију је погодио још један изразит топли талас, од 14. до 24. јула, а у Смедеревској Паланци је регистрована температура од 44,9⁰С. То је апсолутни максимум икад забележен у Србији. Ипак, највише повећање те године, у односу на дотадашњи апсолутни максимум, који датира од 1888., забележено је у Београду (3,1⁰С), где је измерена температура од 43,6⁰С. Узрок топлог таласа током јула 2007. године је постојећа синоптичка ситуација, односно прилив топлог и сувог ваздуха са севера Африке ка Југоисточној Европи и адиабатско загревање (Unkašević and Tošić, 2011a). У периоду 1949-2007. све се чешће јављају и интензивне падавине (Unkašević and Tošić, 2011b).

Кнежевић и др. (2011) су утврдили да у периоду 1949-2009. постоји тренд пораста апсолутно минималне температуре у Београду и Нишу. Резултати су показали да се број хладних ноћи (Tn10p) смањује у оба места, нарочито током пролећа и лета. Много брже смањење броја хладних ноћи у Београду него у Нишу, аутори повезују са утицајем градског острва топлоте.

Прорачуни тенденције апсолутних екстрема температуре и падавина се не практикују при анализи климатских варијација, јер се ради о ретким догађајима. Због тога се процене трендова базирају на индексима који узимају у обзир нешто умереније екстреме (10-ти и 90-ти перцентил), али са јасним последицама (Peterson et al., 2001.; Klein-Tank and Konnen, 2003; WMO, 2004; Lucie-Vincent and Mekis, 2006; Gajić-Čapka, 2009; WMO, 2009; Caesar et al., 2011).

5.2. Климатски индекси температурних екстрема

Просечне годишње вредности разматраних температурних индекса, рачунате за период 1961-1990., дате су у табели 5.2. Сви индекси су изражени бројем дана на годишњем нивоу. Просечни годишњи број мразних дана (FD) креће се од 4,4 у Будви до 167,4 дана на Жабљаку. Вредности индекса који су дефинисани помоћу перцентила су прилично уједначене, зато што су они одређени према истој емпиријској расподели. На годишњем нивоу, на територији Црне Горе има просечно око 35 хладних и топлих дана (Tx10p и Tx90p), односно хладних и топлих ноћи (Tn10p и Tn90p). Ледени дани (ID) су ретка појава на Црногорском приморју, али и на подручју Зетско-Бјелопавлићке равнице, док их на Жабљаку има у просеку 44,5 годишње. Супротно је са бројем летњих (SU), а посебно тропски дани (TD). Ови дани су ретки на Жабљаку, а чести у Подгорици, где их има просечно 127,3, односно 63,1 дан годишње. Исто је и са бројем тропских ноћи (TR) - највише их има у Подгорици, Голубовцима и на приморју, док у појединим местима на северу земље нису регистроване.

Табела 5.2. Просечне годишње вредности температурних индекса за период 1961-1990.

Станица	Температурни индекси (број дана)								
	FD	Tx10p	Tn10p	ID	SU	TD	Tx90p	Tn90p	TR
Улцињ	9,5	35,0	35,2	0,3	107,2	27,8	34,9	34,9	42,6
Бар	6,9	34,8	34,7	0,1	94,8	11,8	35,5	35,4	14,7
Будва	4,4	34,7	34,5	0,0	103,6	21,6	34,6	34,6	26,4
Тиват	25,8	34,8	34,5	0,1	110,6	29,7	34,0	34,3	5,8
Котор	8,0	36,2	36,0	0,1	109,5	32,9	36,1	36,7	30,2
Х.Нови	5,0	34,6	34,7	0,1	106,8	30,0	33,8	34,6	28,1
Вирпазар	44,6	36,6	35,4	0,9	113,1	49,4	35,4	36,6	2,9
Голубовци	35,8	36,4	36,4	0,9	121,7	56,6	35,6	36,3	29,4
Подгорица	26,7	35,1	34,6	0,5	127,3	63,1	35,0	34,4	40,8
Даниловград	46,3	34,5	34,3	0,3	124,9	59,2	34,2	34,0	6,6
Цетиње	105,5	35,0	35,1	2,6	70,3	16,7	34,5	34,9	0,0
Црквице	89,9	34,3	33,2	7,2	28,0	2,0	33,7	32,6	0,0
Грахово	110,9	34,5	34,5	4,4	60,9	10,2	33,9	34,6	0,0
Велимље	113,1	34,2	33,8	4,6	51,0	7,9	34,1	33,7	0,0
Никшић	69,2	34,9	34,8	5,9	64,4	14,6	35,0	34,7	0,2
Крстац	112,6	36,3	36,4	13,8	39,1	4,9	36,4	36,1	0,1
Колашин	129,2	34,7	35,2	21,1	34,9	3,8	34,7	34,4	0,0
Плав	128,9	36,0	36,0	22,2	43,1	5,9	36,2	36,4	0,0
Рожаје	164,2	34,8	35,3	30,6	33,6	3,5	34,6	34,9	0,0
Беране	117,2	35,3	35,6	23,8	64,9	15,0	35,9	35,4	0,0
Б.Поље	107,5	35,6	35,6	21,3	70,1	15,0	35,4	34,9	0,0
Жабљак	167,4	35,7	35,1	44,5	6,9	0,1	35,1	35,3	0,1
Пљевља	125,5	35,4	35,3	29,3	53,9	9,5	34,7	34,8	0,0
Мин	4,4	34,2	33,2	0,0	6,9	0,1	33,7	32,6	0,0
Мах	167,4	36,6	36,4	44,5	127,3	63,1	36,4	36,7	42,6

Перцентилни прагови су рачунати за сваки календарски дан у периоду 1961-1990. из 5-дневног прозора чији је централни члан дати дан. На тај начин се, на пример за Tn10p за 5. јануар добија 150 података на основу којих се израчунава 10-

ти перцентил за поменути календарски дан (WMO, 2009). Када се израчуна праг, броје се дани са минималном температуром нижом од добијене вредности (10-ог перцентила) у периоду 1951-2010. Исти поступак је примењен за сваки календарски дан од 1. јануара до 31. децембра, за све станице укључене у анализу. На исти начин су одређени прагови и за T_{n90p} , T_{x10p} и T_{x90p} – за T_n се користе дневни минимуми, а за T_x дневни максимуми температуре. Дакле, за сваку станицу је израчунато 365 (366) прагова.

5.2.1. Хладни температурни индекси

Од хладних температурних индекса одабрана су четири: мразни дани, хладни дани, ледени дани и хладне ноћи. Сва четири индекса се изражавају бројем дана. Мразни (FD - Frost days) и ледени (ID – Ice days) су дани са минималном, односно максималном температуром нижом од 0°C ($T_n < 0^{\circ}\text{C}$ и $T_x < 0^{\circ}\text{C}$). Хладни дани и хладне ноћи (T_{x10p} - Cold days, T_{n10p} - Cold nights) су дефинисани помоћу 10-ог перцентила. Први индекс подразумева број дана са максималном температуром нижом од 10-ог перцентила ($T_x < 10p$), а други број дана са минималном температуром нижом од 10-ог перцентила ($T_n < 10p$).

5.2.1.1. Мразни дани – FD

У периоду 1951-2010., тренд годишњег броја мразних дана има негативан знак на 13, а позитиван на 6 станица (табела 5.3). У Будви, Херцег Новом, Подгорици и Даниловграду се промене не уочавају, јер је тренд раван нули до друге децимале. Опсег промена се креће од -7,8 (Рожаје) до 2,3 (Црквице) дана по декади. Ови подаци јасно показују да се у већем делу Црне Горе смањује број мразних дана. При томе, смањење броја ових дана је значајно на 5 станица (Бар, Плав, Рожаје, Беране и Жабљак). Тренд повећања броја мразних дана, на годишњем нивоу, највећи је у Црквицама, али је значајан само у Тивту (1,4 дана/декади).

Дани са минималном температуром мањом од 0°C се најчешће јављају зими. Осим у крајевима са медитеранском климом (приморје и Зетско-Бјелопавлићка равница), број мразних дана није занемарљив и током пролећа и јесени. За она места где се ови дани веома ретко јављају током датог годишњег доба, тренд није

рачунат, јер добијена вредност може створити погрешну слику. У крајевима са медитеранском климом ови дани су ретка појава и на годишњем нивоу (у суштини зими). Примера ради, од укупног броја дана у посматраном 60-годишњем периоду (21 915 дана) у Херцег Новом је регистровано свега 252 мразна дана, што чини 1,1%. Максимум од 16 дана је забележен 1956., а током 9 година у Херцег Новом није било дана са минималном температуром ваздуха испод 0⁰С.

Табела 5.3. Тренд броја мразних дана (FD) у периоду 1951-2010.

Станица	Тренд (број дана/декали)				
	Година	Зима	Пролеће	Лето	Јесен
Улцињ	-0,3	0,0	/	/	/
Бар	-1,3***	-0,8**	/	/	/
Будва	0,0	0,0	/	/	/
Тиват	1,4 ⁺	1,4 ⁺	/	/	/
Котор	-0,3	-0,1	/	/	/
Х.Нови	0,0	0,0	/	/	/
Вирпазар	0,3	0,5	/	/	/
Голубовци	-0,4	0,0	/	/	/
Подгорица	0,0	0,0	/	/	/
Даниловград	0,0	0,4	/	/	/
Цетиње	1,1	0,0	0,0	/	0,0
Црквице	2,3	0,7	0,0	/	0,8 ⁺
Грахово	1,5	0,0	1,2	/	0,6
Велимље	-1,1	-0,3	-0,9	/	0,3
Никшић	1,4	0,7	-0,2	/	0,0
Кретац	-1,4	-0,8	-0,9	/	0,3
Колашин	-1,0	0,0	-0,8	/	-0,4
Плав	-7,0***	-1,6**	-2,9***	/	-2,0*
Рожаје	-7,8***	-1,3***	-3,5***	/	-2,5**
Беране	-3,6*	-1,6*	-1,0	/	-0,4
Б.Поље	-2,0	-1,1	-1,1	/	-0,5
Жабљак	-2,5**	0,0	-2,4***	/	-0,6
Пљевља	-1,6	0,0	-0,9	/	-0,6

Значајност тренда на нивоу: *** $\alpha = 0,001$, ** $\alpha = 0,01$, * $\alpha = 0,05$ и + $\alpha = 0,10$.

Током три зимска месеца, на 10 станица се не уочавају промене броја мразних дана (0,0 дана по декади). Тенденција је негативна на 8 станица, а смањење зимског броја мразних дана значајно је у Бару, Плаву, Рожајама и на Жабљаку. У осталим местима (Тиват, Вирпазар, Даниловград, Црквице и Никшић) се број ових дана повећао по линији тренда, до 1,4 дана по декади, али је значајно само у Тивту. У посматраном 60-годишњем периоду, смањење пролећног броја мразних дана је значајно у Плаву, Рожајама и на Жабљаку, док је у осталим местима тенденција безначајна. И у јесењој сезони је тенденција смањења значајна на 3 станице: Плав, Рожаје и Црквице.

Дакле, углавном се мразни дани јављају на северу Црне Горе, док се на приморју, па и у Подгорици, минимална температура зими ретко спушта испод 0⁰С. Ипак, резултати показују да се на територији Црне Горе све чешће јављају минималне дневне температуре које имају „топлије” вредности. Ово је први

показатељ који имплицира на загревање, генерално. Тренд смањења годишњег броја мразних дана (FD), математички посматрано, последица је пре свега значајног ређега јављања ових дана током пролећа. Зимски и јесењи број ових дана се такође смањује на територији Црне Горе, али безначајним интензитетом, па је њихов допринос негативном годишњем тренду мањи.

5.2.1.2. Хладни дани – T_{x10p}

Значај индекса који су одређени помоћу перцентилних прагова је и у томе што узимају у обзир нешто умереније екстреме, па се на тај начин, уместо једног са апсолутном вредношћу, може идентификовати више потенцијално опасних појава у посматраној временској јединици (месец, сезона, година). Индекс T_{x10p} представља број хладних дана у којима је максимална температура (T_x) нижа од вредности 10-ог перцентила (дневни праг) дневних максимума за базни период.

Годишњи број хладних дана има тенденцију пада готово на свим станицама и на већем броју је значајан. Једино се у Котору не уочава тренд промена у посматраном 60-годишњем периоду (0,0 дана по декади). Најинтензивније смањење ових дана добијено је за Вирпазар - интензитет тренда износи 5,6 дана за 10 година, затим за Голубовце (-4,0 дана/декади) и Подгорицу (-3,1 дан/декади). Осим у Котору, тренд промена је безначајан и у Никшићу, Крстацу и Колашину.

Просечан број хладних дана је доста уједначен током сва четири годишња доба и креће се око 8,8 дана. Упоредјујући вредности трендова сезонског броја хладних дана за период 1951-2010., најмање промене десиле су се током јесени. Тенденција је чак на 16 станица равна нули до друге децимале, а значајно смањење јесењег броја хладних дана региструје једино Вирпазар (-1,1 дан по декади). И током зиме су промене ових дана безначајне у већем делу Црне Горе (табела 5.4).

Значајне промене десиле су се током пролећа, а у јужним крајевима Црне Горе и лети. Наиме, пролећни број хладних дана се смањује по линији тренда на свим посматраним станицама, а услове значајности по МК тесту не испуњава свега њих 4 (Котор, Никшић, Колашин и Рожаје). Опсег промена, за посматрани 60-годишњи период, креће се од -1,7 дана у Вирпазару до -0,2 дана по декади у Котору. У већем делу земље се број хладних дана смањује и током лета, а тренд промена је безначајан претежно у северним крајевима.

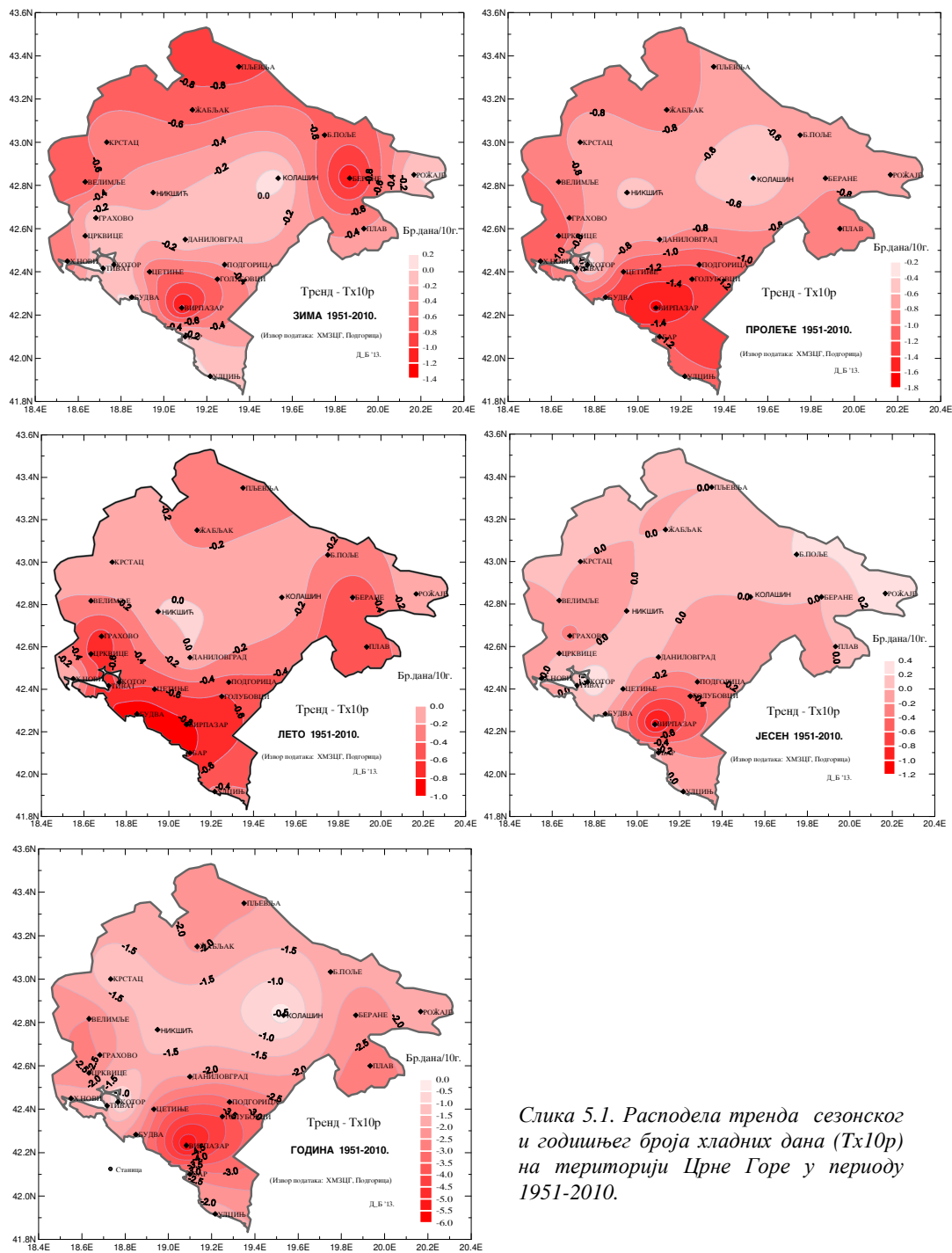
Табела 5.4. Тренд броја хладних дана (Тх10р) у периоду 1951-2010.

Станица	Тренд (број дана/декади)				
	Година	Зима	Пролеће	Лето	Јесен
Улцињ	-1,7*	0,0	-1,2**	-0,3	0,0
Бар	-2,5**	0,0	-1,2**	-0,8**	0,0
Будва	-2,4**	0,0	-1,3**	-1,0**	0,0
Тиват	-1,7*	0,0	-0,8**	-0,9**	0,0
Котор	0,0	0,0	-0,2	-0,5	0,4
Х.Нови	-1,7*	-0,6	-1,0**	0,0	0,0
Вирпазар	-5,6***	-1,3**	-1,7***	-0,8**	-1,1**
Голубовци	-4,0***	-0,6 ⁺	-1,4***	-0,6*	-0,5
Подгорица	-3,1***	-0,4	-1,2**	-0,5 ⁺	-0,2
Даниловград	-2,0*	0,0	-0,8*	0,0	0,0
Цетиње	-2,8**	-0,5	-1,2**	-0,6 ⁺	0,0
Црквице	-2,5*	-0,3	-1,2**	-0,7 ⁺	0,0
Грахово	-2,5**	0,0	-1,0*	-0,7 ⁺	-0,3
Велимље	-2,5**	-0,8*	-0,9**	-0,2	0,0
Никшић	-1,3	-0,3	-0,6	0,0	0,0
Крстац	-1,2	-0,4	-0,7*	0,0	0,0
Колашин	-0,2	0,1	-0,4	0,0	0,0
Плав	-2,8**	-0,4	-1,0*	-0,5 ⁺	0,0
Рожаје	-1,5*	0,0	-0,6	0,0	0,3
Беране	-2,4**	-1,2**	-0,8*	-0,6*	0,0
Б.Поље	-1,7*	-0,6 ⁺	-0,7 ⁺	-0,2	0,2
Жабљак	-2,1**	-0,7 ⁺	-0,9*	-0,3	0,0
Пљевља	-2,1**	-0,9**	-0,8*	-0,3	0,0
ЦГ	-2,1**	-0,4	-0,9**	-0,5	0,0

Значајност тренда на нивоу: *** $\alpha = 0,001$, ** $\alpha = 0,01$, * $\alpha = 0,05$ и $\alpha = 0,10$

Када се Црна Гора посматра у целини, као један грид сегмент, прорачуни тренда потврђују претходно добијене резултате. И на сезонском и на годишњем нивоу се број хладних дана смањује. Просечни годишњи интензитет смањења износи 2,1 дан по декади, зимски 0,4, пролећни 0,9, летњи 0,5, док је тенденција јесењег броја ових дана готово равна нули (-0,03 дана по декади). МК тестом је утврђена статистичка значајност негативне тенденције годишњег и пролећног броја хладних дана, док је током зиме, лета и јесени тренд смањења безначајан.

Како је већ поменуто, углавном је у све четири сезоне, а самим тим и на годишњем нивоу, присутан тренд смањења броја хладних дана (Тх10р). У већини места је смањење броја ових дана значајно у пролеће, на годишњем нивоу и лети у јужним крајевима Црне Горе. Уочљиво је да постоји извесна рејонизација, али и неуједначеност у погледу интензитета промена код појединих блиских станица. Генерално, највеће смањење ових дана присутно је на подручју Зетско-Бјелопавлићке равнице (Вирпазар, Подгорица, Голубовци), крајњем северу (Жабљак, Пљевља), зими у беранском крају и током пролећа и лета на приморју од Бара до Будве (слика 5.1). И овај индекс показује да у периоду од 1951. до 2010. године постоји тенденција загревања на територији Црне Горе, јер је чињеница да се смањује број дана са максималном температуром нижом од 10-ог перцентила дневне расподеле базног периода.



Слика 5.1. Распoдела тренда сезонског и годишњег броја хладних дана (Tx10r) на територији Црне Горе у периоду 1951-2010.

Дакле, током сва четири годишња доба, готово на свим посматраним станицама се све ређе јављају максималне дневне температуре које имају ниже вредности. Највећи допринос смањења годишњег броја хладних дана (Tx10r) дају промене током пролећа.

5.2.1.3. Хладне ноћи – Tn10p

Овај индекс се дефинише и рачуна на исти начин као и претходни, с тим што се уместо максималних узимају минималне дневне температуре (Tn). У просеку, број хладних дана и ноћи је готово исти, како на годишњем тако и сезонском нивоу. На територији Црне Горе у целини, просечан годишњи број хладних ноћи износи око 35,1 а хладних дана 35,2. Током стандардног климатског периода (1961-1990), највећи средњи годишњи број хладних ноћи регистрован је у Крстацу (36,4), а најмањи у Црквицама (33,2). Уједначеност је још изразитија на сезонском нивоу, јер је разлика у средњем броју хладних ноћи око 1. У просеку, сезонски број хладних ноћи износи око 8,7 дана.

Прорачуни тренда, за посматрани 60-годишњи период, показали су да се у већем делу Црне Горе, осим зими, годишњи и сезонски број хладних ноћи смањује. На годишњем нивоу, тенденцију пада ових ноћи региструје 15 станица, у Бару, Вирпазару, Велимљу и Крстацу се промене не уочавају. У Тивту, Црквицама, Грахову и на Цетињу тренд је позитиван, што значи да се хладне ноћи чешће јављају. Тренд смањења годишњег броја хладних ноћи је значајан на 10 станица, а повећања у Тивту и Грахову. На осталим станицама тенденција промена је безначајна (табела 5.5).

У складу са трендом броја хладних ноћи на посматраним станицама, на територији Црне Горе у целини су најмање промене регистроване зими и током јесењих месеци. Тренд броја зимских и јесењих хладних ноћи износи 0,1 дан по декади или укупно за посматрани 60-годишњи период безначајних 0,8 дана. Треба истаћи да се у овом случају, посматрајући Црну Гору као јединствено поље, просечан број зимских хладних ноћи повећава, а јесењих смањује. Смањење броја хладних ноћи током летње и пролећне сезоне, од 0,8 и 0,9 дана по декади (кумулативно -5,2 и -4,9 дана), значајно је на 99%, односно 95% прагу поузданости. На годишњем нивоу, интензитет тренда је већи (-1,6 дана по декади), што је и логично, јер се ради о кумулативном броју дана (ноћи).

На сезонском нивоу, најмање промене броја хладних ноћи забележене су зими, а највеће током пролећа и лета. Током три зимска месеца, на 7 станица је до друге децимале тренд раван нули и на исто толико је негативног знака. На осталих 9 станица тренд је позитиван, што значи да се број хладних ноћи повећао по линији

тренда у периоду 1951-2010., а то није било за очекивати. Тенденција зимског броја хладних ноћи је значајна на 4 станице – пада у Бару и Пљевљима, а пораста у Тивту и Црквицама, док су на осталим станицама промене безначајне.

Табела 5.5. Тренд броја хладних ноћи (Тn10р) у периоду 1951-2010.

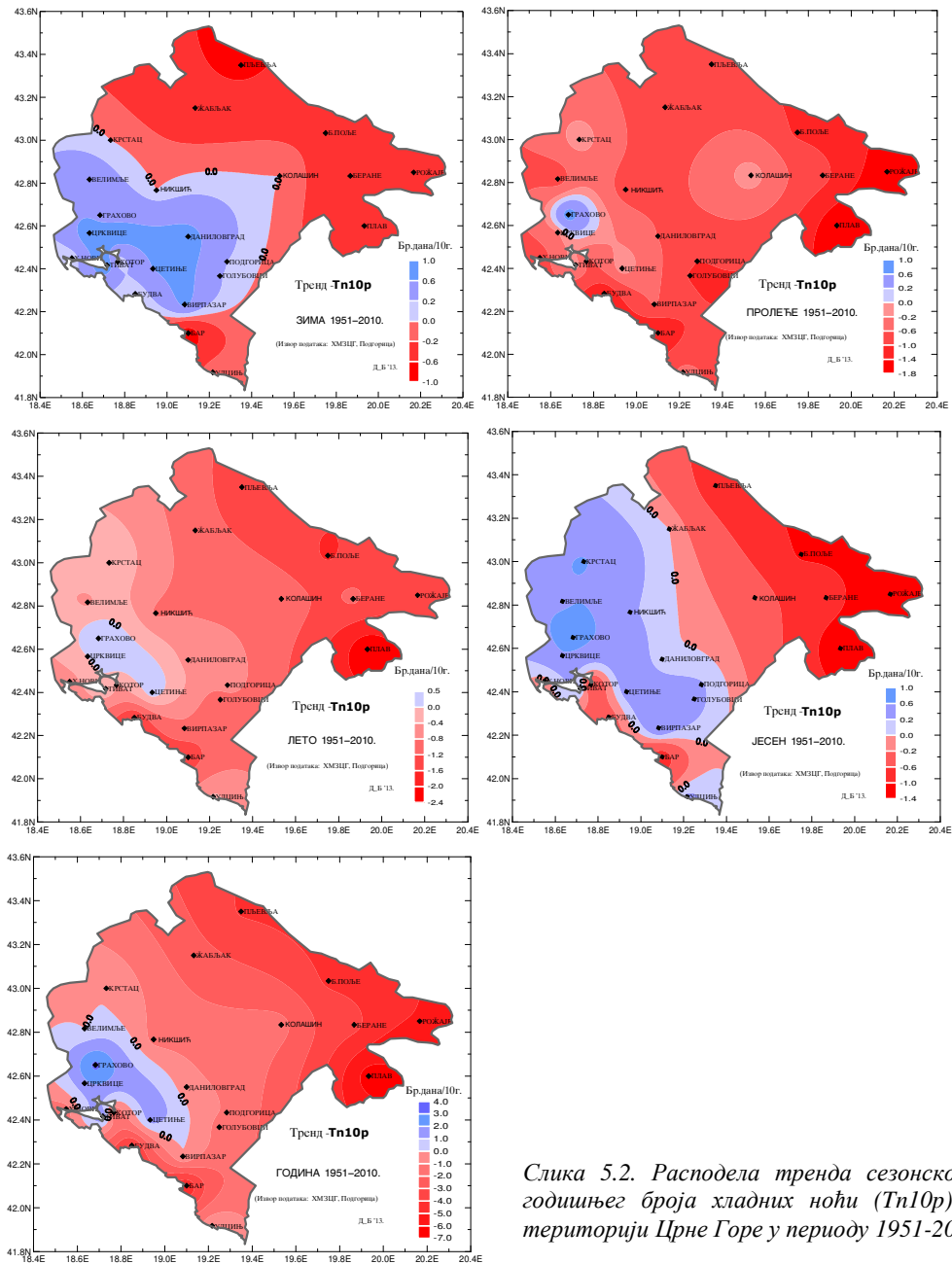
Станица	Тренд (број дана/декади)				
	Година	Зима	Пролеће	Лето	Јесен
Улцињ	0,0	0,0	-0,5	-0,3	0,3
Бар	-5,0***	-0,9*	-1,4***	-1,5***	-0,9**
Будва	-4,3***	0,0	-1,4**	-1,7***	-0,4
Тиват	2,1*	0,9*	0,0	0,0	0,3
Котор	-2,0*	0,0	-0,7*	-0,4	-0,6*
Х.Нови	-1,4	0,0	-0,8*	-0,6*	-0,1
Вирпазар	0,0	0,7	-0,6	-0,9**	0,6
Голубовци	-1,4	0,2	-1,0**	-1,1**	0,3
Подгорица	-1,1	0,2	-1,0*	-0,6*	0,2
Даниловград	-0,6	0,8	-0,6*	-0,6*	0,0
Цетиње	1,5	0,6	0,0	0,3	0,4
Црквице	1,7	0,9*	-0,2	0,0	0,6*
Грахово	3,3**	0,5	0,9*	0,5	0,8*
Велимље	0,0	0,5	-0,9*	-0,5*	0,5
Никшић	-1,3	0,0	-0,8*	-0,9*	0,2
Крстац	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6
Колашин	-1,7*	0,0	0,0	-1,0**	-0,4
Плава	-6,5***	-0,6	-1,7***	-2,4***	-1,3***
Рожаје	-5,1***	-0,3	-1,6***	-1,3***	-1,3***
Беране	-3,7***	-0,5	-0,9*	-1,1***	-0,8*
Б.Поље	-4,2***	-0,3	-1,1*	-1,7***	-1,1*
Жабљак	-2,6**	-0,4	-1,0*	-1,0**	0,0
Пљевља	-4,1***	-0,7*	-0,9*	-1,4***	-0,8*
ЦГ	-1,6*	0,1	-0,9*	-0,8**	-0,1

Значајност тренда на нивоу: *** $\alpha = 0,001$, ** $\alpha = 0,01$, * $\alpha = 0,05$ и + $\alpha = 0,10$

У пролеће и лето је тренд позитиван само у Грахову, односно и на Цетињу, док се у осталим местима број хладних ноћи углавном смањује. Током обе сезоне су промене значајне на по 16 станица.

У јесен се број хладних ноћи смањује на 11 станица, повећава на 10, а у Даниловграду и на Жабљаку је раван нули до друге децимале. Промене су значајне на 9 станица - пораста у Црквицама и Грахову, односно пада на осталих 7 станица.

Дакле, и на сезонском и на годишњем нивоу доминира смањење броја хладних ноћи. У зимској сезони вредност тренда се креће од -0,9 у Бару до 0,9 дана по декади у Црквицама. У југозападном и делимично средишњем делу Црне Горе, број ових ноћи се повећава, а идући ка северу, североистоку и југу смањује. Током пролећа и лета опсег промена износи од -1,7 до 0,9, односно од -2,4 до 0,5 дана по декади, а у оба годишња доба најнижа и највиша вредност тренда је регистрована у Плаву (смањење) и Грахову (повећање броја хладних ноћи). У овом делу године (пролеће+лето) југозападни крајеви земље и даље бележе пораст броја хладних ноћи, али је територијална распрострањеност значајно ужа него у зимској сезони (слика 5.2).



Претходна анализа тренда годишњег и сезонског броја хладних ноћи, за посматрани 60-годишњи период, показала је да постоји одређена законитост. У југозападном делу земље (Катунска нахија и северни део Боке) број хладних ноћи се повећава, а најизразитије смањење се јавља на крајњем северу и североистоку, као и дуж Паштровићког приморја (приморје од Бара од Будве). Одређена одступања постоје, али картографски прикази јасно показују да је генерално стање заиста такво, односно да субрегионални трендови броја хладних ноћи постоје.

Зубаков (1986) и Будыко и др. (1992) истичу да се као аналог климе будућности може узети Атлантски оптимум холоцена. По њиховом мишљењу, за време Атлантског оптимума у овим ширинама су веће промене температуре биле зими него лети. Зимска температура је тада била виша за 1°C до $1,8^{\circ}\text{C}$, док су позитивна одступања летње температуре износила око $0,5-1^{\circ}\text{C}$. Такође, Дуцић и Радовановић (2005) истичу: „Опште је познато да би антропогени ефекат стаклене баште требало да буде најизраженији зими, када је противзрачење атмосфере значајније у радијационом билансу у односу на остале факторе”.

Међутим, на територији Црне Горе, посматрајући температуру ваздуха преко броја хладних ноћи (T_{n10p}), најмање промене догодиле су се зими. Штавише, у најхладнијем делу године, али и током јесени, на скоро половини територије Црне Горе присутан је тренд повећања броја хладних ноћи, а најизразитији је у југозападним крајевима. Ови резултати указују да се не може говорити о загревању на целој територији Црне Горе. На основу овог показатеља, могло би се рећи да је у југозападном делу присутно чак и благо захлађење.

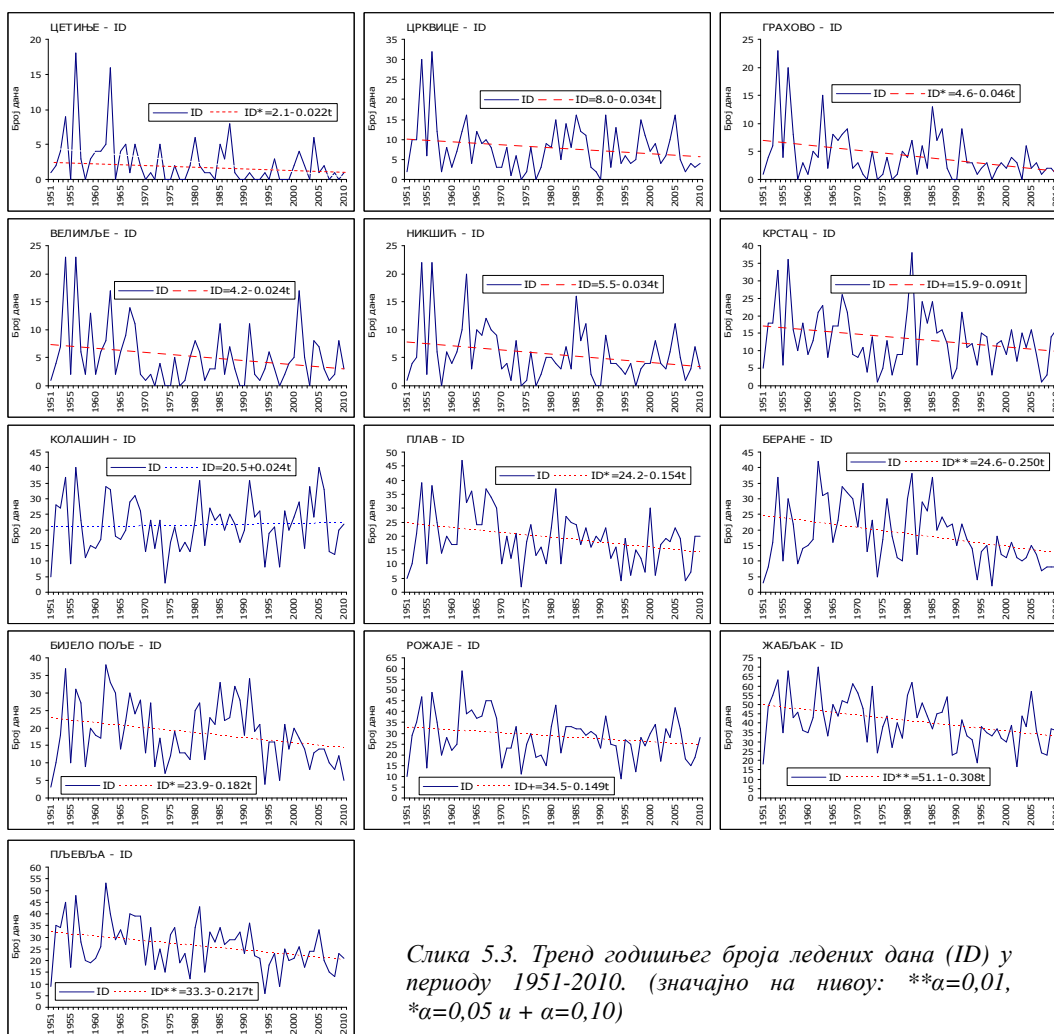
5.2.1.4. Ледени дани – ID

Просечан број ледених дана креће се од 0,03 у Будви до 44,5 дана на Жабљаку. То значи да је у Будви вероватноћа појаве дана са максималном температуром нижом од 0°C свега 3,33% у току године, а да ће се овакав један дан појавити у периоду од 10 година је 33,3%. Дакле, ледени дани су изузетно ретка појава на приморју, али и у Зетско-Бјелопавлићкој равници, па тренд на тим станицама није ни разматран (укупно 10 станица).

Од посматраних 13 станица, једино је у Колашину присутан тренд пораста броја ледених дана, и то по стопи од 0,2 дана на 10 година или за цео посматрани 60-годишњи период безначајних 1,4 дана (слика 5.3). На осталих 12 од 13 станица број ових дана се смањује, а на 9 је интензитет тренда значајан. Најинтензивније смањење броја ледених дана региструје Жабљак, 3,1 дан по декади, што чини кумулативни износ од 18,5 дана за 60 година. Осим на Жабљаку, статистичка значајност тренда на 99% нивоу поверења присутна је и у Беранама (2,5 дана по декади) и Пљевљима (2,2 дана по декади).

На приморју и у Зетско-Бјелопавлићкој равници ледени дани су искључиво везани за зиму, али се и тада веома ретко јављају. Примера ради, у Будви је, од

укупног броја дана у посматраном 60-годишњем периоду, забележен само један дан са максималном дневном температуром нижом од 0°C ($-1,4^{\circ}\text{C}$, 13.1.1968. године). У периоду инструменталних осматрања, у Херцег Новом су регистрована 3 ледена дана (сва 3 у јануару), у Тивту 4 (јануар), у Бару и Котору по 5 (јануар, децембар), а у Улцињу укупно 17 (јануар, фебруар, децембар).



На осталим станицама се ледени дани чешће јављају, али је њихова честина највећа током три зимска месеца. Осим на Жабљаку, у периоду мај-септембар ниједна станица није регистровала ледене дане. На Жабљаку ови дани нису забележени током лета и у септембру. У сваком случају, током пролећа и јесени на осталим станицама су ледени дани веома ретка појава, а у већини места нису ни регистровани у априлу и октобру. У сваком случају, прорачуни тренда разматраног индекса указују да се све ређе јављају максималне дневне температуре ваздуха

ниже од 0°C (ID). Негативна вредност тренда, последица је већег броја ледених дана почетком посматраног периода. Међутим, треба истаћи да станица Колашин, иако једина од 13 разматраних, бележи благи тренд повећања броја ледених дана, што се не уклапа у потпуности са општом представом о глобалном загревању.

5.2.2. Топли температурни индекси

Три топла индекса су дефинисана помоћу фиксних, а два променљивих (дневних) прагова. Летњи (SU – Summer days) и тропски (TD – Tropical days) су дани са максималном дневном температуром вишом од 25°C , односно 30°C , а тропске ноћи (TR - Tropical nights) када је дневни минимум изнад 20°C . Топли дани (Tx90p - Warm days) и топле ноћи (Tn90p - Warm nights) су дефинисани помоћу 90-ог перцентила, на исти начин као и два претходна перцентилна индекса, само што у овом случају важи правило $\text{Tx} > 90\text{p}$, односно $\text{Tn} > 90\text{p}$. Дакле, када се, на основу базног периода (1961-1990), израчунају прагови за сваки календарски дан у години, броје се дани за период 1951-2010. са максималном, односно минималном температуром вишом од добијене вредности (одговарајућег дневног прага).

5.2.2.1. Летњи и тропски дани – SU и TD

У просечној години, најмање летњих дана има Жабљак (6,9), а највише Подгорица (127,3). Осим Бара (94,8), сва остала места на приморју и у Зетско-Бјелопавлићкој равници имају у просеку преко 100 летњих дана годишње. Њихова учесталост је највећа током три летња месеца, са максимумом у јулу и августу. Током посматраног 60-годишњег периода, једино се у Подгорици годишњи број ових дана није спуштао испод 100, односно кретао се у интервалу од 105 (1959. године) до 161 дан (2000. године). У Подгорици је практично сваки јулски и августовски дан летњи (просек је 30 дана). Са друге стране, летњи дани се најређе јављају на Жабљаку, где је максимални број регистрован 2003. године (33 дана), а ово је и једина станица која у појединим годинама (укупно 5) није регистровала ни један овакав дан.

На сезонском нивоу, у периоду од 1951. до 2010. године, зими је по један летњи дан забележен у Улцињу (24.2.1995.), Котору (22.2.1990.) и Даниловграду (23.2.1990.), док их на осталим станицама није било у овом годишњем добу. У

пролеће је на Жабљаку регистровано само 7 летњих дана, а забележени су у последњој декади анализираниог периода (по 2 дана 2003. и 2006. и 3 дана 2008. године). Такође, број ових дана на Жабљаку је редак и током јесени. Зато тренд зимског броја летњих дана на свим станицама, а на Жабљаку и пролећног и јесењег, није рачунат.

Као што се може видети у табели 5.6, током пролећа и лета све анализирани станице бележе тренд пораста броја дана са $T_x > 25^{\circ}\text{C}$ (SU). При томе, позитивна тенденција је значајна готово на целој територији Црне Горе, нарочито током лета. Опсег промена у пролеће се креће од 0,1 у Никшићу до 1,3 дана по декади у Подгорици, а у лето од 0,4 у Даниловграду до 5,0 дана по декади у Црквицама. Током три јесења месеца, готово све станице на северу земље бележе смањење броја летњих дана, укључујући и Црквице, док је на југу Црне Горе тренд позитиван. Ипак, промене јесењег броја летњих дана су углавном безначајне.

Табела 5.6. Тренд броја летњих дана (SU) у периоду 1951-2010.

Станица	Тренд (број дана/декади)				
	Година	Зима	Пролеће	Лето	Јесен
Улцињ	2,4**	/	1,0*	0,4	0,9
Бар	4,4***	/	0,9*	1,9**	1,6*
Будва	4,0***	/	1,2**	1,6**	1,6**
Тиват	2,1*	/	1,1*	0,8*	0,7
Котор	2,2*	/	1,1*	0,7*	0,6
Х.Нови	1,3	/	0,5	0,7*	0,5
Вирпазар	1,8*	/	0,8	0,7*	0,4
Годубовци	2,0*	/	0,7	0,9*	0,7
Подгорица	3,3**	/	1,3*	0,6*	1,6*
Даниловград	2,0*	/	1,2*	0,4	0,7
Цетиње	4,2**	/	0,8*	3,3***	0,4
Црквице	5,5**	/	0,5**	5,0***	-0,2
Грахово	2,1*	/	0,7*	2,0*	-0,4
Велимље	2,2	/	0,4	2,4*	-0,5
Никшић	2,3*	/	0,1*	2,3**	-0,6
Крстац	3,1*	/	0,5*	3,0**	-0,2
Колашин	2,8*	/	0,3	2,8*	-0,3
Плав	3,3*	/	0,4	3,1**	-0,5
Рожаје	3,3*	/	0,4*	3,2**	-0,4
Беране	4,9***	/	1,2**	3,3***	0,0
Б.Поље	1,6	/	0,9*	1,5*	-0,5
Жабљак	1,7**	/	/	1,6**	/
Пљевља	2,5*	/	0,7*	2,2**	-0,5

Значајност тренда на нивоу: *** $\alpha = 0,001$, ** $\alpha = 0,01$, * $\alpha = 0,05$ и $\alpha = 0,10$

На годишњем нивоу, на целој територији Црне горе летњи дани се све чешће јављају, а тренд промена је безначајан само у Херцег Новом, Велимљу и Бијелом Пољу. Строго математички посматрано, тренд повећања годишњег броја летњих дана, последица је значајног чешћег јављања ових дана током лета и пролећа, док су промене у јесен углавном занемарљиве.

Треба истаћи чињеницу да је, без обзира што постоји тренд повећања летњих дана, у топлијем делу године на приморју и у Зетско-Бјелопавлићкој

равници максимална дневна температура виша од 25⁰С редовна појава, али и у нижим деловима на северу земље. Из тог разлога, а у циљу прецизнијег утврђивања величине промена, прорачунат је тренд годишњег броја тропских дана (Тх>30⁰С)¹⁵, који су овде означени са ТD. Ови дани су везани готово искључиво за лето, али се у топлијим местима јављају у периоду април-октобар, а негде су регистровани и током марта и новембра, зато су прорачуни урађени само на годишњем нивоу.

Нормални број тропских дана, рачунат за период 1961-1990., највећи је у Подгорици, 63,1 дан, док су они ретка појава на Жабљаку. У посматраном 60-годишњем периоду, максимални годишњи број тропских дана кретао се у интервалу од 6 на Жабљаку до 120 у Подгорици (табела 5.7).

Табела 5.7. Основни показатељи годишњег броја тропских дана (ТD) – просек, максимална вредност и годишњи тренд за период 1951-2010.

Станица	Број тропских дана		
	Просек (1961-1990)	Мах (1951-2010)	Тренд 1951-2010 (бр.дана/10г.)
Улцињ	27,8	68	2,8*
Бар	11,8	75	3,7***
Будва	21,6	79	5,0***
Тиват	29,7	85	5,5***
Котор	32,9	79	4,6***
Х.Нови	30,0	77	1,3
Вирпазар	49,4	95	1,8
Голубовци	56,6	105	2,5*
Подгорица	63,1	120	3,8**
Даниловград	59,2	116	3,6**
Цетиње	16,7	62	4,3***
Црквце	2,0	22	0,6*
Грахово	10,2	38	1,3 ⁺
Велимље	7,9	68	1,4 ⁺
Никшић	14,6	46	3,1**
Крстац	4,9	41	1,0*
Колашин	3,8	22	0,9*
Плав	5,9	34	1,4*
Рожаје	3,5	29	1,3**
Беране	15,0	64	3,9***
Б.Поље	15,0	55	2,3*
Жабљак	0,1	6	/
Пљевља	9,5	40	1,8*

Значајност тренда на нивоу: *** $\alpha = 0,001$, ** $\alpha = 0,01$, * $\alpha = 0,05$ и $\alpha = 0,10$

Преко 100 дана са максималном температуром вишом од 30⁰С регистровано је још само у Голубовцима и Даниловграду. На 6 станица је највише тропских дана забележено 2008. године (Улцињ, Котор, Цетиње, Никшић, Беране и Бијело Поље), у Грахову 1994. (38 дана) у Пљевљима 1998. (40 дана), а у осталим местима (15 станица) 2003. или 2007. У Подгорици је 2003. године било 120 тропских дана, а у периоду од 28. маја до 1. септембра дневни максимуми су прелазили 30-ти подеок

¹⁵ У стручној литератури се под летњим подразумева дан са Тх ≥ 25⁰С, а под тропским са Тх ≥ 30⁰С. Међутим, на листи индекса летњи су дани са Тх>25⁰С. Водећи се тим правилом, овде је тропски дан дефинисан са Тх>30⁰С.

Целзијусове скале. Те године је достигнут рекорд и на Жабљаку – 6 тропских дана. Преко 100 тропских дана је забележено још три пута само у Подгорици – по 101 тропски дан 1994, 1999. и 2007. године.

Чињеница да су рекордне вредности регистроване крајем посматраног периода, указује да је на територији Црне Горе присутна тенденција повећања броја тропских дана. Прорачуни тренда за период 1951-2010., показали су да је на свим станицама присутна тенденција повећања броја тропских дана, а безначајна је само у Херцег Новом и Вирпазару. Број ових дана се повећава интензитетом од 0,6 у Црквицама до 5,5 дана по декади у Тивту. Дакле, ово је још један показатељ који указује да је присутан тренд загревања.

5.2.2.2. Топли дани – Тх90р

Дани са максималном температуром вишом од 90-ог перцентила, рачунатог за период 1961-1990. (дневни праг), дефинисани су као топли. Када је максимална температура ваздуха у питању, овај индекс је, изражен преко броја дана, један од најбољих показатеља да ли она расте или се пак снижава.

У периоду 1951-2010. јесењи број топлих дана у Плаву, а зимских и у Рожајама, безначајно се смањује по линији тренда. На осталим станицама током ова два годишња доба, а у пролећној и летњој сезони на целој територији Црне Горе, као и на годишњем нивоу, број ових дана се повећава. У већини случајева је позитиван тренд значајан до веома значајан, јер се ради углавном о највишем 99,9% нивоу поверења (праг значајности 0,001). Нарочито је значајно повећање броја топлих дана током лета (табела 5.8).

Зимски број ових дана се смањује по линији тренда само у Плаву и Рожајама, интензитетом од 0,4, односно 0,3 дана по декади, али су те промене безначајне. На осталим станицама тенденција је позитивна, а број ових дана најбрже се повећава на Жабљаку, 1,9 дана по декади или укупно 11,2 дана за посматрани 60-годишњи период. Повећање зимског броја топлих дана је значајно на 16 станица. У пролећној сезони тенденција има позитиван знак на свим станицама. Опсег промена се креће од 0,8 у Плаву, Никшићу и Херцег Новом до 2,1 дан по декади у Бару, Беранама и на Жабљаку. Осим у Плаву, у осталим местима је повећање пролећног броја топлих дана статистички значајно.

Табела 5.8. Тренд броја топлих дана (Tx90p) у периоду 1951-2010.

Станица	Тренд (број дана/декади)				
	Година	Зима	Пролеће	Лето	Јесен
Улцињ	8,0***	1,5**	1,8***	2,0***	1,5***
Бар	9,7***	1,5*	2,1***	4,3***	2,0**
Будва	8,6***	1,7***	2,0***	3,6***	1,3*
Тиват	7,2***	0,7 ⁺	1,4**	4,4***	0,8 ⁺
Котор	9,0***	1,4***	1,7**	3,7***	1,0*
Х.Нови	5,6***	1,7***	0,8*	1,5*	0,9*
Вирпазар	6,8***	1,8***	1,2*	2,2**	0,8
Голубовци	7,5***	1,7**	1,2*	3,1***	1,0 ⁺
Подгорица	10,0***	1,7**	1,8**	3,6***	1,7**
Даниловград	8,6***	1,3**	1,7**	3,6***	1,0 ⁺
Цетиње	8,3***	1,7**	1,3*	3,6***	1,0*
Црквице	7,0***	0,5	1,4*	4,1***	0,5
Грахово	4,6**	0,4	1,3*	1,9**	0,4
Велимље	5,6**	1,0*	1,1 ⁺	2,4**	0,4
Никшић	6,2***	1,1*	0,8 ⁺	2,9***	0,6
Крстац	7,0***	0,9 ⁺	1,3*	2,9***	1,2*
Колашин	5,6***	0,7	1,2*	2,7***	0,8 ⁺
Плав	2,5 ⁺	-0,4	0,8	2,7***	-0,4
Рожаје	3,3 ⁺	-0,3	1,0*	2,9***	0,0
Беране	8,3***	1,5**	2,1***	3,6***	0,8
Б.Поље	3,9**	0,6	1,1*	2,0**	0,0
Жабљак	7,8***	1,9**	2,1**	2,4**	1,3*
Пљевља	5,6***	0,9	1,5**	2,3**	0,7
ЦГ	7,2***	1,1**	1,4**	3,8***	0,9*

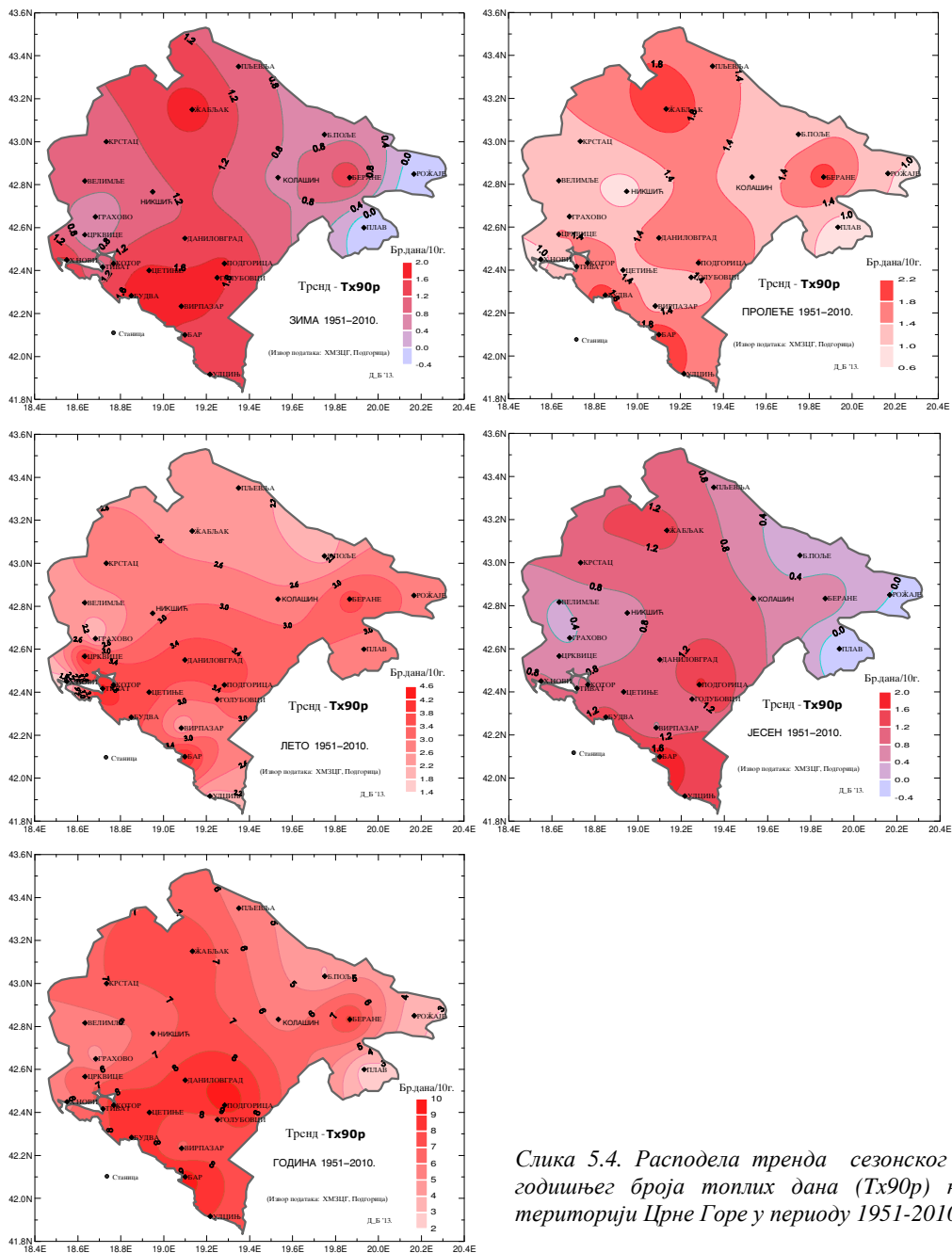
Значајност тренда на нивоу: *** $\alpha = 0,001$, ** $\alpha = 0,01$, * $\alpha = 0,05$ и $\alpha = 0,10$

Јесењи број топлих дана се смањује само у Плаву (-0,4 дана по декаду), док се у Рожајама и Бијелом Пољу промене не уочавају, тренд је раван нули до друге децимале. На осталим станицама број ових дана се повећава. У јесењој сезони, значајно повећање броја ових дана бележи 13 станица, а најинтензивније је у Бару (2,0 дана по декади). Током три летња месеца, у периоду 1951-2010., на целој територији Црне Горе је присутно значајно повећање броја топлих дана, а интензитет промена се креће од 1,5 у Херцег Новом до 4,4 дана по декади у Тивту. Примећује се да су граничне вредности регистроване у блиским местима (Тиват и Херцег Нови). Вероватно је ово последица облика Боке которске.

Тренд смањења јесењег броја топлих дана у Плаву, односно зимског и у Рожајама, није битније утицао на годишњем нивоу, јер се укупан број ових дана повећава на целој територији Црне Горе. Повећање годишњег броја топлих дана је значајно на свим станицама, на различитим нивоима поверења, а опсег промена се креће од 2,5 у Плаву до 10,0 дана по декади у Подгорици. На слици 5.4 дата је просторна расподела тренда годишњег и сезонског броја топлих дана.

Иначе, у просечној години, на територији Црне Горе има око 35 топлих дана, од 33,7 у Црквицама до 36,4 у Крстацу. Стварни годишњи број ових дана варира у доста широким границама. Максимални број топлих дана креће се од 81 у Никшићу (2003. године) до 154 дана у Крстацу (2007. године). Готово на целој

територији Црне Горе максимални годишњи број топлих дана регистрован је у последњој декади посматраног периода: 2003. године (5 станица), 2007. (7 станица), 2008. (6 станица), 2001. (1), 2009 (1).



Слика 5.4. Расподела тренда сезонског и годишњег броја топлих дана (Tx90p) на територији Црне Горе у периоду 1951-2010.

Велика су годишња колебања и на једној станици. Тако је, на пример, у Подгорици 1964. регистровано свега 4 топла дана, а 2007. године чак 129. Слично

је и на сезонском нивоу, дакле, просечан број је доста уједначен и износи око 8,8 дана, а максимални варира у прилично широким границама, како између појединих места, тако и на једној истој станици.

Подаци указују да се у последње две декаде све чешће региструју екстремне максималне температуре. Од 23 посматране станице, њих 8 је регистровало температуру 40 и више степени – Улцињ, Херцег Нови, Подгорица, Голубовци, Даниловград, Вирпазар, Никшић и Беране. Места у Зетско-Бјелопавлићкој равници су рекордан број дана са температуром $\geq 40^{\circ}\text{C}$ регистровала 2007. године. Тако је у Подгорици, у посматраном 60-годишњем периоду било 42 дана са температуром $\geq 40^{\circ}\text{C}$. При том, 29 дана је регистровано у периоду 1998-2010., а рекордних 11 у поменутој 2007. години. У Подгорици је током јула и августа те године готово сваки дан био тропски, а од 16. јула 8 дана узастопно су дневни максимими прелазили 40. подеок.

У периоду 1951-2010., Даниловград је имао 30 дана са температуром 40 и више степени, а 10 је регистровао 2007. године. Исти је случај са Голубовцима и Вирпазаром. Од укупно 14 дана у Голубовцима, односно 12 у Вирпазару, оба места су те 2007. регистровала по 7 дана са температуром $\geq 40^{\circ}\text{C}$. У периоду инструменталних осматрања, 2007. године је у Никшићу и Беранама први пут измерена температура ваздуха преко 40°C , а пре тога (од 1949., односно 1950. године) никада није достигла ту вредност. Управо температура око 40-ог подеока представља „црвени” ниво опасности и такве појаве се могу карактерисати као веома опасне. У суштини, често се вредност температуре од 40°C помиње као критична за увођење ванредног стања у неком месту или регији.

Резултати, дакле, несумњиво показују да је на територији Црне Горе присутан тренд загревања. Другим речима, у периоду од 1951. до 2010. године, све чешће се јављају максималне дневне температуре које имају „топлије” вредности. Највећи допринос повећања годишњег броја топлих дана дају промене током лета, а најмањи јесење вредности.

5.2.2.3. Топле ноћи – Tn90p

Годишњи просек топлих ноћи (Tn90p) креће се од 32,6 у Црквицама до 36,7 у Котору. За исти период (1961-1990), у току једне сезоне топле ноћи се јављају у

просеку 8,8 пута. Међутим, за посматрани 60-годишњи период, апсолутно колебање годишњег и сезонског броја топлих ноћи је велико, као и код остала три перцентилна индекса. Готово на свим станицама је највише топлих ноћи регистровано у последњој декади посматраног периода (углавном 2003, 2007, 2009, 2010. и 2002 године). Примера ради, у Подгорици је најмање топлих ноћи било 1980. године, укупно 5, док је 2003. имала чак 103 дана са минималном температуром вишом од 90-ог перцентила дневне расподеле. У Бару је та разлика још већа и износи 123 дана – од 6 топлих ноћи 1974. до 129 регистрованих 2009. године. Током зиме 1953/1954. године у Подгорици није забележена топла ноћ, али је зато наредне (1954/1955. године) регистровано 26 и то је апсолутни зимски максимум за посматрани 60-годишњи период у овом месту.

У периоду од 1951. до 2010. године, осим у Котору, све остале станице бележе тренд повећања годишњег броја топлих ноћи, а безначајан је само у Црквицама. Ове ноћи се најбрже повећавају у Рожајама, 14,2 дана по декади, док се у Котору не уочавају промене, тренд је раван нули до друге децимале. Рожаје су једино место са тенденцијом преко 10 дана, јер друга станица у низу са највећом вредношћу тренда (Бар) бележи скоро душло мањи пораст топлих ноћи, 7,9 дана по декади.

На нивоу сезона, најмање промене по линији тренда добијене су за зиму, а највеће за лето (табела 5.9). Тренд зимског броја топлих ноћи је негативног знака у Будви и Котору, на 6 станица је тенденција равна нули до друге децимале (Бар, Црквице, Никшић, Крстац, Колашин и Пљевља), док се у осталим местима њихов број повећава. Међутим, те промене су значајне само на две станице: пада у Котору (на 90% нивоу поверења) и пораста у Рожајама (на 99,9% нивоу поверења). Котор задржава негативну тенденцију и током пролећа, али је вредност безначајна по МК тесту. У Црквицама и Грахову се не уочавају промене, док остале станице бележе пораст броја топлих ноћи у пролеће, а значајан је на 18. Летњи број топлих ноћи се повећава на целој територији Црне Горе, а вредност тренда је безначајна само у Црквицама и Грахову. У Котору се и јесењи број топлих ноћи смањује, као и у Црквицама, али су на обе станице те промене безначајне. На 5 станица се промене не уочавају, док 16 бележи тренд повећања јесењег броја топлих ноћи, а вредност позитивне тенденције је значајна на 10. Интервал вредности тренда броја

сезонских топлих ноћи на територији Црне Горе, за посматрани 60-годишњи период, износи: зими од -0,9 у Котору до 1,7 у Рожајама, током пролећа од -0,2 у Котору до 3,2 у Рожајама, у лето од 0,9 у Грахову до 6,7 у Рожајама и у јесен од -0,7 у Котору до 3,0 дана по декади у Рожајама.

Табела 5.9. Тренд броја топлих ноћи (Тп90р) у периоду 1951-2010.

Станица	Тренд (број дана/декади)				
	Година	Зима	Пролеће	Лето	Јесен
Улцињ	4,5**	0,3	1,2*	2,0**	0,0
Бар	7,9***	0,0	1,8**	3,9***	1,5*
Будва	6,4***	-0,5	1,4**	4,0***	1,0*
Тиват	2,7*	0,4	0,5	1,2**	0,0
Котор	0,0	-0,9 ⁺	-0,2	1,8**	-0,7
Х.Нови	6,6**	0,4	1,6**	2,9***	0,7
Вирпазар	4,5***	0,8	0,8*	1,0 ⁺	1,0 ⁺
Голубовци	4,0**	0,6	1,3*	1,8**	0,2
Подгорица	5,4***	0,6	1,7**	2,3**	0,6
Даниловград	6,7***	0,9	2,0***	2,5**	0,3
Цетиње	5,0**	0,4	1,2*	1,7**	1,2*
Црквице	1,3	0,0	0,0	1,3	-0,3
Грахово	2,9*	0,3	0,0	0,9	0,7
Велимље	6,2*	0,3	1,2	3,0*	0,0
Никшић	3,9**	0,0	0,9*	2,5***	0,0
Крстац	3,6*	0,0	1,0 ⁺	2,3**	0,0
Колашин	4,3***	0,0	1,0*	2,5***	1,1*
Плав	5,6**	0,5	1,1 ⁺	3,3***	1,0*
Рожаје	14,2***	1,7***	3,2***	6,7***	3,0***
Беране	7,7***	0,5	2,0***	3,6***	1,5***
Б.Поље	7,8***	0,4	2,0***	3,9***	1,9***
Жабљак	6,5***	0,6	1,9***	2,9***	0,8 ⁺
Пљевља	4,4***	0,0	0,8*	2,7***	0,5
ЦГ	5,4***	0,3	1,2**	2,6***	0,7

Значајност тренда на нивоу: *** $\alpha = 0,001$, ** $\alpha = 0,01$, * $\alpha = 0,05$ и + $\alpha = 0,10$

Разлика у вредности тренда између Рожаја и следеће станице у опадајућем низу је значајна. Зато је на годишњем нивоу, како је већ поменуто, за Рожаје добијен дупло већи тренд пораста броја топлих ноћи него у Бару, која је друга станица у низу са највећом вредношћу тенденције. У оваквим случајевима било је неопходно вратити се на почетак, на базу поатака, односно проверу процењених и измерених вредности. Након контроле и исправки, добијена је нешто мања вредност тренда за Рожаје, која је презентована овде, али је разлика и даље евидентна. Ова нелогичност би могла да буде у вези са орографским утицајем на температуру. Та специфичност је посебно изражена код падавина, где се на малом међусобном растојању бележе значајне разлике у вредности овог елемента, али је несумњиво да постоји и код температуре. Други разлог велике разлике у вредности тренда броја топлих ноћи између Рожаја и осталих станица могао би да буде методолошке природе. Наиме, мађарска метеоролошка служба је развила софтверске пакете за интерполацију, редукуцију и испитивање хомогености низова метеоролошких података за своје потребе, пре свега. Држећи се препоруке Светске

метеоролошке организације, MASH и MISH метод су коришћени за потребе овог рада. Али, поставља се питање, колика је успешност примене поменутих метода за дисециране и вертикално рашчлањене терене као што је црногорски. Овај пример указује на сложеност процене хомогености и недостајућих података у датом низу, тј. на проблематику којој се све више придаје пажња.

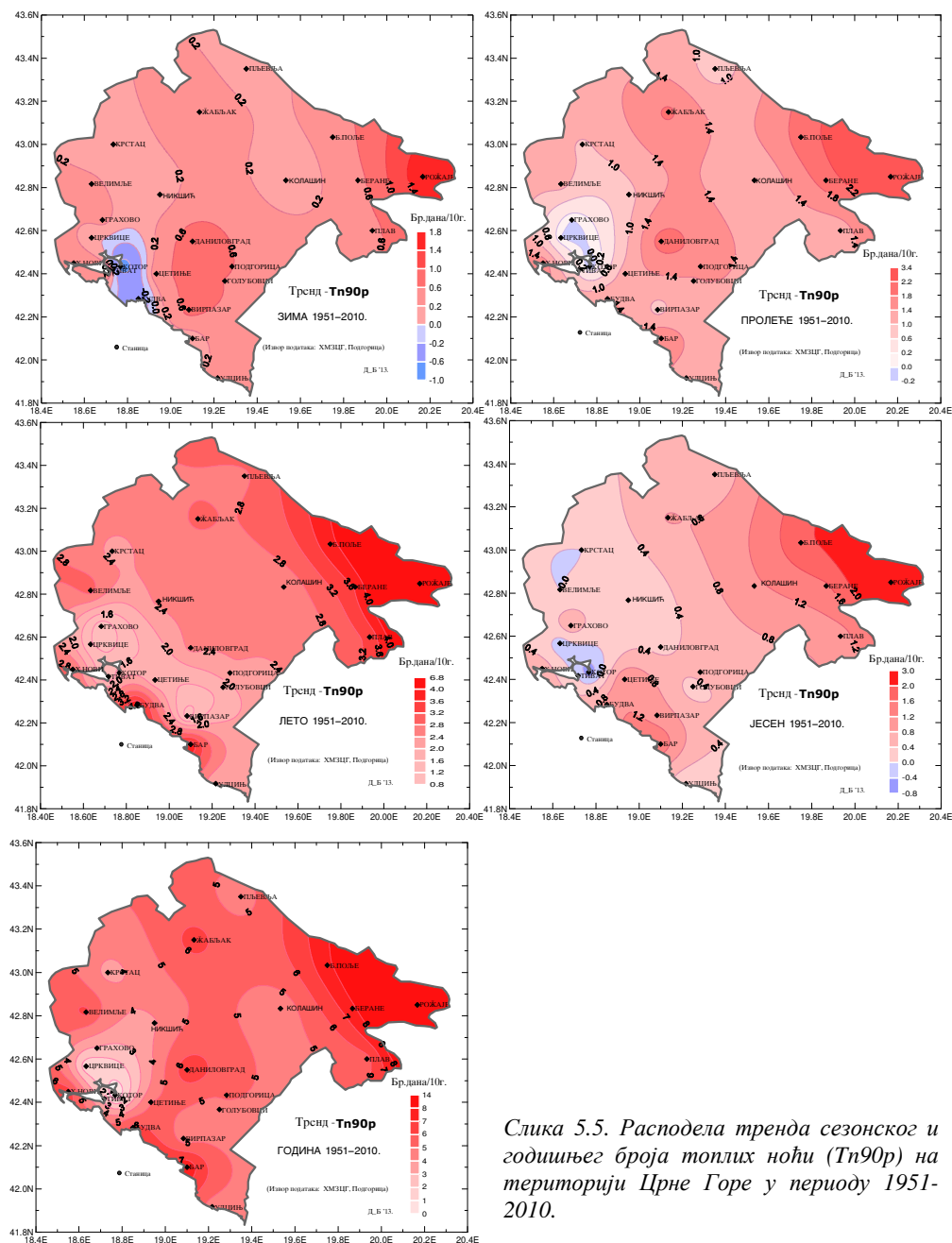
У сваком случају, промене постоје, дефинисане су одређеним вредностима и неопходно је прокоментарисати и просторну расподелу (слика 5.5). Просторном расподелом тренда се настојало видети да ли постоји одређена законитост или не. Детаљна анализа карата је показала да се могу издвојити подручја са сличним променама броја топлих ноћи. Генерално, у југозападном делу Црне Горе присутан је тренд пада или незнатан пораст броја топлих ноћи, зависно која се сезона посматра, а најизразитији раст се јавља у североисточном делу, Паштровићком приморју, Зетско-Бјелопавлићкој равници и локално жабљачком крају.

Посматрајући у глобалу, на територији Црне Горе у целини присутан је тренд повећања сезонског броја топлих ноћи, а тиме и на годишњем нивоу. Током посматраног 60-годишњег периода, зимски број ових ноћи се повећао за безначајних 0,3 дана по декади или укупно 1,6 дана за 60 година. Нешто је већи пораст у јесењој, а још интензивнији у пролећној сезони. Тенденција јесењег броја топлих ноћи износи 0,7 дана по декади или кумулативно 4,2 дана за 60 година, али су и те промене безначајне. У пролећној сезони се број ових ноћи повећава по стопи од 0,122 дана од године до године (1,2 дана по декади), односно укупно 7,3 дана по линији тренда.

Највеће промене бележи летња сезона, као одраз промена на појединим станицама. Повећање летњег броја топлих ноћи на територији Црне Горе у целини, од 2,6 дана по декади, значајно је на 99,9% нивоу поверења. Осим у летњој, значајне су промене и у пролећној сезони, али на вишем нивоу ризика прихватања хипотезе од 0,01 (нижи ниво поверења од 99%). На годишњем нивоу, тенденција повећања броја топлих ноћи износи 5,4 дана по декади или 32,2 дана за 60 година, а задовољава услове МК теста на 99,9% нивоу поверења.

И овај индекс ($Tn90p$) показује да у периоду 1951-2010. постоји тенденција загревања на територији Црне Горе, јер је чињеница да се повећава број топлих ноћи. Међутим, треба указати на следеће. У условима антропогеног ефекта

стаклене баште, логично је очекивати интензивније повећање броја топлих ноћи у хладнијем него у топлијем делу године. Ова логика произилази из чињенице да, при осталим истим условима, противзрачење атмосфере има већи удео у радијационом билансу ноћу и зими. Али, зимски број топлих ноћи се занемарљиво повећава, а у југозападном делу Црне Горе чак и смањује, док је позитивна тенденција лети скоро 10 пута већа, генерално.



Слика 5.5. Расподела тренда сезонског и годишњег броја топлих ноћи (Tn90p) на територији Црне Горе у периоду 1951-2010.

Друго, у условима доминације антропогеног ефекта стаклене баште, требало би очекивати интензивније повећање броја топлих ноћи (T_n90p) него броја топлих дана (T_x90p). На територији Црне Горе дешава се супротно – интензивније је повећање топлих дана од топлих ноћи. Ове и многе друге чињенице указују на неопходност разматрања и утицаја природних фактора, пре свега промена атмосферске циркулације.

5.2.2.4. Тропске ноћи – TR

Дани са минималном температуром вишом од 20°C се ретко јављају у северним и централним крајевима земље. Током периода опсервације (1951-2010), у Грахову, Колашину, Плаву и Рожајама није регистрована ниједна тропска ноћ. У Беранама и на Цетињу је забележена само по једна ова ноћ, у Бијелом Пољу и Пљевљима по 2, Црквицама и Велимљу по 3, на Жабљаку 4, у Крстацу 13 и у Никшићу 28 од укупног броја дана у посматраном 60-годишњем периоду (21 915 дана). Од 4 тропске ноћи на Жабљаку, две су забележене 2007. године, а по једна 1982. и 1987. И на осталим поменутиим станицама ове ноћи су углавном регистроване у другој половини посматраног периода, а највише у последњој декади (2001-2010).

У јужним нижим крајевима (приморје и Зетско-Бјелопавлићка равница) тропске ноћи су везане за летњу сезону, док је њихов број током јесени и нарочито пролећа занемарљив. Зато је тренд промена броја тропских ноћи разматран само на годишњем нивоу, а за места у којима нису регистроване или су ретка појава, тенденција се није могла рачунати. Другим речима, тренд годишњег броја тропских ноћи је прорачунат за 10 станица – за 6 приморских и 4 које се налазе у Подгоричко-Скадарској котлини и Бјелопавлићкој равници.

Са бројем тропских ноћи се ништа не дешава у Вирпазару, јер је тренд раван нули до друге децимале. На осталих 9 станица, број ових ноћи се повећавао по линији тренда, а најинтензивније у Будви, 7,5 дана по декади (табела 5.10). Да се са годишњем бројем тропских ноћи ништа посебно не дешава, може се рећи и за Улцињ, јер вредност тренда не задовољава услове значајности по МК тесту ни на једном нивоу поверења. На осталим станицама су промене (повећање) броја тропских ноћи значајне.

Табела 5.10. Тренд годишњег броја тропских ноћи (TR) у периоду 1951-2010.

Станица	Тренд (број дана/декади)
Улцињ	2,4
Бар	5,6***
Будва	7,5***
Тиват	0,7*
Котор	2,6**
Х.Нови	5,0***
Вирпазар	0,0
Голубовци	2,5*
Подгорица	3,2**
Даниловград	1,7**

Значајност тренда на нивоу: *** $\alpha = 0,001$, ** $\alpha = 0,01$, * $\alpha = 0,05$

Дакле, у периоду 1951-2010., на посматраним станицама (приморје и Зетско-Бјелопавлићка равница) се све чешће јављају тропске ноћи (TR), а то је још један показатељ загревања, прецизније нижих јужних делова земље, јер за остала места тренд није рачунат.

Иначе, у просечној години Подгорица има 40,4 тропске ноћи, а у периоду од 1951. до 2010. године њихов број се кретао од 21 (1968. и 1980. године) до 87 (2003. године). У Голубовцима и Даниловграду у просеку се јавља око 29, односно 7 тропских ноћи годишњи. Већа честина јављања ових ноћи у Подгорици него на две оближње станице (Голубовци и Даниловград), последица је утицаја урбаног острва топлоте.

Закључујући сегмент анализе температурних индекса, за период 1951-2010., може се констатовати следеће:

➤ Спуштајући анализу на дневне екстреме, на територији Црне Горе се све чешће јављају максималне и минималне дневне температуре које имају „топлије” вредности. То значи да је тренд повећања средње годишње и средњих сезонских температура, математички посматрано, последица повећања учесталости дневних температурних екстрема у позитивном смислу (ка топлијим условима).

➤ У већини случајева је тренд температурних екстрема значајан, посебно на годишњем нивоу и током лета и пролећа. Генерално, тренд промена топлих температурних индекса је већи од хладних, што је у складу са ранијим истраживањима за Црногорско приморје (Luković et al., 2012, Burić et al., 2014).

➤ Промене разматраних климатских индекса су показале да извесна регионализација постоји, односно да се могу издвојити подручја са сличним трендовима. Најмање вредности трендова су у југозападном делу Црне Горе, а

највеће у североисточном, Паштровићком приморју, Зетско-Бјелопавлићкој равници и локално жабљачком крају. Истина, извесна одступања постоје, али просторна расподела трендова јасно показује да је општа слика заиста таква.

➤ Уопштено посматрајући, тренд промена температурних индекса упућује на сагласност са моделима доминације антропогеног ефекта стаклене баште. Међутим, током истраживања су уочене и неке нелогичности. Према палеоклиматским записима, али и теорији доминације антропогеног ефекта стаклене баште, у условима отопљавања требало би очекивати веће температурне промене зими него лети. На територији Црне Горе се дешава супротно, јер су промене разматраних температурних индекса веће у летњој него у зимској сезони. Најпоузданији показатеље за ово тврђење су индекси дефинисани помоћу перцентила. Зимски број топлих ноћи ($Tn90p$) се занемарљиво повећава, док је позитивна тенденција лети скоро 10 пута већа. Слично је и са трендом промена топлих дана ($Tx90p$) – интензивније је повећање лети него зими, и генерално у топлијем него у хладнијем делу године. Штавише, у југозападном делу земље се зимски број топлих ноћи, али и пролећни и јесењи, благо смањује.

➤ Нелогичност је посебно уочљива код броја хладних ноћи ($Tn10p$). Наиме, ако предпоставимо да постоји доминација антропогеног ефекта стаклене баште на данашњу климу и да се тај утицај појачава, онда би то требало да се одрази, када је температура у питању, пре свега код броја хладних ноћи, у смислу њиховог смањења. На територији Црне Горе, посматрајући температуру ваздуха преко броја хладних ноћи, најмање промене догодиле су се зими. Осим тога, у најхладнијем делу године, али и током јесени, на скоро половини територије Црне Горе присутан је тренд повећања броја хладних ноћи, а најизразитији је у југозападним крајевима. Разумљиво је да постоји несавршеност математичких модела, као и метода за процену недостајућих података у низу, али на основу ових и других контрадикторности могло би се закључити да има много непознаница и нејасноћа, односно да ствари у природи још увек нису довољно јасне, а многе се и не дешавају по теорији доминације антропогеног ефекта стаклене баште.

Резултати за Црну Гору су углавном у складу са истраживањима за регион Метитерана (Klein-Tank and Können, 2003; Kostopoulou and Jones, 2005; Hertig et al., 2010), посебно када је у питању тренд повећања топлих температурних индекса.

Frich et al. (2002) су утврдили да се на глобалном нивоу, у периоду 1946-1999., значајно повећава број топлих ноћи (Tn90p), нарочито лети, а смањује број мразних дана (FD), као и амплитуда између екстремних температура. И Alexander et al. (2006) истичу да су се у свету догодиле значајне промене топлих температурних екстрема. Њихови резултати показују да је, у периоду 1951-2003., на преко 70% посматраног светског копна значајан тренд пораста Tn90p.

Efthymiadis et al. (2011) су истраживали трендове екстремне температуре у медитеранској Европи, за период 1958-2008. Аутори су утврдили да у посматраном периоду хладни температурни индекси показују тенденцију смањења, а топли пораста, што је у складу са глобалним стањем, генерално. Ова правилност посебно важи за западни део Медитерана, где се уочавају израженије промене температурних екстрема од средине 1970-их година.

Unkašević and Tošić (2013) су разматрали трендове шест климатских индекса на основу максималних и минималних дневних температура у периоду 1949-2009. Анализа екстремних температурних индекса је показала да клима Србије има тенденцију да постане топлија у последњих 61. годину. Најзначајнији трендови су добијени за летњу сезону. Утицај променљивих варијабли испитивале су помоћу емпиријске ортогоналне функције и корелације. Аутори су утврдили да Источноатлантска осцилација (EA) доминира током зиме, пролећа и лета, док је за јесен добијена веза са Источноатлантским-Западноруским (EAWP) индексом. Јак сигнал је добијен и између зимских температурних екстрема у Србији и Северноатлантске осцилације (NAO).

Branković и др. (2009) су добили сличне резултате за пет метеоролошких станица у Хрватској, лоцираних у различитим климатским подручјима: Осијек, Загреб-Грич, Госпић, Цриквеница и Хвар. За период 1901-2008, топли температурни индекси (SU, Tx90p и Tn90p) имају позитиван, а хладни (FD, Tx10p и Tn10p) негативан тренд. Изузетак су мразни дани (FD) у Осијеку, хладне ноћи (Tn10p) у Хвару и летњи дани (SU) у Госпићу, чији су трендови супротног знака у односу на остале станице.

El Kenawy et al. (2011) истичу да су промене температурних екстрема израженије уз Средоземно и Кантабријско (јужни део Бискајског залива) море, док је загревање мање у унутрашњости копна, што није у складу са моделима IPCC

(2007), који предвиђају супротно. Позивајући се на резултате истраживања других научника, аутори наводе да постоји јака веза између екстремних температура и површинске температуре мора. По њиховом мишљењу, летњи топли талас 2003. био је повезан са варијацијама површинске температуре воде Средоземног мора и Индијског океана.

5.3. Климатски индекси падавинских екстрема

Добар показатеље промена падавинских прилика је тенденција интензитета и учесталости падавинских екстрема. У овом раду је разматрано 8 индекса. Просечне годишње вредности (период 1961-1990) дате су у табели 5.11.

Табела 5.11. Годишње просечне вредности падавинских индекса за период 1961-1990.

Станица	DD (бр,д)	SDII (мм/д)	R75p (бр,д)	R95p (бр,д)	R95pTOT (мм/д)	ΣR95pΣR (%)	Rx1d (мм/д)	Rx5d (мм/5д)	Rx5dk (мм/5д)
Улцињ	272,5	13,6	24,0	4,8	63,3	23,2	87,7	145,5	157,4
Бар	269,6	14,4	23,7	4,8	68,2	23,0	95,5	149,5	168,5
Будва	264,7	14,1	25,1	5,0	66,6	22,5	94,8	155,0	170,3
Тиват	260,9	15,2	26,0	5,2	71,2	22,5	98,8	172,4	180,9
Котор	257,0	17,2	30,0	6,0	79,8	25,1	114,4	200,0	211,8
Х.Нови	257,8	17,8	26,8	5,4	90,1	25,0	140,4	214,7	233,9
Вирпазар	261,1	22,7	28,9	5,8	114,7	26,4	153,3	270,3	282,7
Голубовци	264,9	15,6	28,3	5,6	68,0	24,5	100,0	173,4	182,0
Подгорица	264,1	16,3	25,2	5,0	72,6	21,5	100,0	178,5	187,9
Даниловград	255,0	20,0	27,5	5,4	99,3	23,1	133,5	257,0	271,8
Цетиње	243,0	26,2	30,6	6,1	135,4	25,4	189,1	346,3	364,9
Црквце	243,6	37,6	30,0	6,0	200,1	25,8	281,3	525,5	545,1
Грахово	260,3	29,8	26,3	5,3	158,3	26,3	208,5	415,7	439,1
Велимље	268,2	17,4	24,2	4,9	69,5	21,0	102,1	194,3	185,3
Никшић	249,3	17,0	28,9	5,8	87,3	24,5	129,1	232,0	245,8
Крстац	267,4	19,3	25,0	5,0	91,0	23,7	96,3	159,3	233,6
Колашин	231,4	15,8	33,4	6,7	82,8	24,8	122,8	243,1	246,7
Плава	269,6	10,2	31,5	6,3	48,3	27,7	54,2	116,8	123,9
Рожаје	256,6	8,1	29,9	6,0	35,0	23,2	55,2	75,0	85,8
Беране	259,9	8,6	26,9	5,4	37,7	21,7	51,2	90,6	97,9
Б.Поље	262,3	8,7	25,7	5,1	38,1	21,2	54,2	81,5	97,1
Жабљак	229,2	10,7	33,9	6,8	56,2	25,4	88,1	161,8	173,6
Пљевља	259,2	7,4	26,3	5,3	35,1	22,2	52,0	72,7	83,6
Мин	229,2	7,4	23,7	4,8	35,0	21,0	51,2	72,7	83,6
Мах	272,5	37,6	33,9	6,8	200,1	27,7	281,3	525,5	545,1

Методологија добијања перцентилних прагова за падавине је једноставнија, јер се они рачунају из узорка свих падавинских дана за дату временску јединицу. Коришћењем исте дефиниције екстрема, односно анализе података на стандардизован начин, могуће је упоредити резултате из различитих места и тиме добити реалну слику промена на регионалном и глобалном нивоу. У томе је највећи значај анализе екстрема који су одређени помоћу перцентилних прагова.

Најуједначеније су вредности индекса који су дефинисани помоћу перцентила, као и код температуре, јер су они рачунати према истој емпиријској расподели. О просечним вредностима падавинских индекса биће речи у наставку.

5.3.1. Сушни дани – DD

Овај индекс (DD - dry days) смо дефинисали као укупан број дана са падавинама мањим од 1 mm у току посматране временске јединице (сезона и година). Дакле, није узета у обзир узастопност ових дана (CDD - Consecutive dry days), односно разматран је тренд промена укупног броја сушних дана на сезонском и годишњем нивоу са $Rd < 1$ mm.

Годишњи просек сушних дана (DD), са падавинама мањим од 1 mm, креће се од 229,2 на Жабљаку до 272,5 дана у Улцињу, што је од 63% до 75% од укупних дана у просечној години. На сезонском нивоу, разлика између максималног и минималног броја сушних дана највећа је лети, али не прелази 20 дана. У просеку, летњи број сушних дана износи око 72 - најмањи је на Жабљаку (61,2 дана дана), а највећи у Улцињу (81,2 дана). У осталим сезонама просечни број ових дана на територији Црне Горе у целини, за исти период (1961-1990), креће се око 58 зими (од 51,8 на Цетињу до 66,6 у Плаву), 63 током три пролећна месеца (54,5 у Колашину до 66,6 у Плаву) и 65 у јесен (59,8 на Жабљаку до 67,3 дана у Плаву).

За посматрани 60-годишњи период, готово све приморске станице, затим Подгорица, Голубовци, Црквице, Цетиње, Никшић, Плав и Бијело Поље су најмање ових дана забележиле 2010. године. Те године је Подгорица имала 229 сушних дана, што је за 68 мање од рекордног броја из 1953. (297 дана).

На годишњем нивоу, тренд броја сушних дана има негативну вредност само у Рожајама, а смањење од 2,8 дана по декади је значајно на 99% нивоу поверења. У Бијелом Пољу и Плаву је вредност тренда нула, док се на свим осталим станицама годишњи број ових дани повећава, интензитетом од 0,4 у Крстацу до 5,0 дана по декади у Вирпазару. Повећање годишњег броја сушних дана је значајно на 14 станица, на различим нивоима прихватања хипотезе (табела 5.12).

У зимској сезони се тренд сушних дана креће од 0,0 у Рожајама до 2,1 дан по декади у Вирпазару. Промене су безначајне на 8 станица и то углавном у северном делу земље. Током остала три годишња доба, у већем делу Црне Горе промене се не уочавају, јер је до друге децимале тренд раван нули, и то у пролеће на 7, а лети и у јесен чак на 16, односно 15 станица. Значајно повећање пролећног броја сушних дана бележе само две станице, Вирпазар и Грахово (1,2 и 1,0 дана по декади), а смањење Рожаје (-0,8 дана по декади). И током три летња месеца

промене су значајне на три станице - повећања у Црквицама и Грахову (0,9 и 0,7 дана по декади) и смањења броја ових дана у Рожајама (-0,9 дана по декади). Тренд јесењег броја сушних дана је безначајан на свим станицама, а износи од -1,0 у Рожајама до 0,7 дана по декади у Вирпазару.

Табела 5.12. Тренд сушних дана (DD) у периоду 1951-2010.

Станица	Тренд (број дана/декади)				
	Година	Зима	Пролеће	Лето	Јесен
Улцињ	2,1*	1,6*	0,0	0,0	0,0
Бар	2,1*	1,4*	0,0	0,0	0,0
Будва	2,7*	1,3*	0,1	0,0	0,0
Тиват	3,3**	1,7*	0,6	0,4	0,0
Котор	2,7*	1,7*	0,3	0,0	0,0
Х.Нови	2,9*	1,7*	0,5	0,0	0,2
Вирпазар	5,0***	2,1**	1,2*	0,5	0,7
Голубовци	2,0*	1,5*	0,3	0,0	0,0
Подгорица	2,4*	1,6*	0,5	0,0	0,0
Даниловград	1,5	1,5*	0,4	0,0	0,0
Цетиње	1,1	1,1*	0,0	0,0	0,0
Црквице	3,3*	1,7*	0,5	0,9*	0,0
Грахово	4,6***	1,8**	1,0*	0,7*	0,6
Велимље	0,5	0,9	-0,8	0,0	-0,9
Никшић	2,7*	1,6*	0,0	0,0	0,0
Крстац	0,4	0,8	-1,0	0,0	-0,4
Колашин	2,0*	0,8	0,0	0,4	0,0
Плав	0,0	1,4*	-0,3	-0,4	-0,9
Рожаје	-2,8**	0,0	-0,8*	-0,9*	-1,0
Беране	1,4	0,7	0,3	0,0	0,0
Б.Поље	0,0	0,5	-0,3	0,0	-0,6
Жабљак	1,4	0,6	0,0	0,0	0,0
Пљевља	1,4	0,8+	0,0	0,0	0,0

Значајност тренда на нивоу: *** $\alpha = 0,001$, ** $\alpha = 0,01$, * $\alpha = 0,05$ и + $\alpha = 0,10$

Ови резултати показују да је тренд промена, углавном повећања, годишњег броја сушних дана (DD), у периоду 1951-2010., математички посматрано, последица претежно значајне позитивне тенденције током зиме. Промене броја ових дана по линији тренда у остале три сезоне су безначајне.

Знак тенденције промена броја сушних дана је инверзан броју падавинских дана. Другим речима, повећање годишњег броја сушних дана готово на целој територији Црне Горе (осим у Рожајама), значи да је у посматраном периоду присутна тенденција смањења броја падавинских дана са $Rd \geq 1$ mm. Дакле, знак тенденције је различит, а вредности су индентичне, како на годишњем, тако и сезонском нивоу. Разлика у вредности тренда на појединим станицама, од 0,1 дан по декади, јавља се због заокруживања на једну децималу (табела 5.13).

У сваком случају, једино Рожаје бележе повећање годишњег броја дана са падавинама од 1 и више милиметара, у Плаву и Бијелом Пољу се промене не уочавају, док је на осталим станицама тренд негативан. Иначе, кишовитост изражена бројем падавинских дана у којима падне барем 1 mm падавина, показује

да нпр. Подгорица има у просеку 101 падавински дан годишње, што чини око 28% дана у години. У просеку, најмање дана са падавинама ≥ 1 mm има Улцињ (око 93), а највише планински предели: Жабљак (136), Колашин (134), Црквивице и Цетиње (122 дана годишње).

Табела 5.13. Тренд годишњег броја сушних ($Rd < 1$ mm) и падавинских ($Rd \geq 1$ mm) дана у периоду 1951-2010.

Станица	Тренд (број дана/декади)	
	$Rd < 1$ mm	$Rd \geq 1$ mm
Улцињ	2,1*	-2,1*
Бар	2,1*	-2,2*
Будва	2,7*	-2,7*
Тиват	3,3**	-3,2**
Котор	2,7*	-2,8*
Х.Нови	2,9*	-3,0*
Вирпазар	5,0***	-5,0***
Голубовци	2,0*	-2,1*
Подгорица	2,4*	-2,4*
Даниловград	1,5	-1,5
Цетиње	1,1	-1,0
Црквивице	3,3*	-3,3*
Грахово	4,6***	-4,5***
Велимље	0,5	-0,6
Никшић	2,7*	-2,6*
Крстац	0,4	-0,3
Колашин	2,0*	-2,0*
Плав	0,0	0,0
Рожаје	-2,8**	2,7**
Беране	1,4	-1,6
Б.Поље	0,0	0,0
Жабљак	1,4	-1,3
Пљевља	1,4	-1,4

Значајност тренда на нивоу: *** $\alpha = 0,001$, ** $\alpha = 0,01$, * $\alpha = 0,05$ и $\alpha = 0,10$

Повећање годишњег броја сушних дана, односно смањење падавинских, имплицира да је на територији Црне Горе присутна тенденција аридности. Уједно, ово је први показатељ, строго математички посматрано, објашњења незнатне тенденције смањења годишњих сума падавина у посматраном 60-годишњем периоду, али не и довољан. Сушни дани су све чешћи и то је у складу са моделима ИРСС, који предвиђају аридизају овог предела. Ако је већ прихваћено да доминантан утицај на данашњу климу имају људске активности, онда би по моделима ИРСС требало очекивати све већу учесталост сушних дана, и супротно – смањење падавинских дана у истом износу. Али, у последњем 30-годишњем периоду (1981-2010) на територији Црне се дешава супротно, јер се број сушних дана смањује, нарочито током јесени, а то значи да нема ни говора о аридизацији посматраног простора.

Ипак, током 60-годишњег периода дани са падавинама од 1 и више mm су ређи. Поставља се питање у ком правцу се мењају дневне суме падавина, односно шта се дешава са тенденцијом дневног интензитета падавина (SDII).

5.3.2. Дневни интензитет падавина по падавинском дану – SDII

Нешто детаљнију слику о промени падавина на датој територији даје просечни дневни интензитет по падавинском дану. Овај индекс (SDII) се добија као однос укупне суме падавина ($\sum RR$) и броја падавинских дана (W) за дату временску јединицу (j), при чему се за обе величине узимајући у обзир само дани са количином од 1 и више mm ($Rd \geq 1$ mm):

$$SDII_j = \frac{\sum_{w=1}^w RR_{wj}}{W} \text{ (mm / dan; \% / dan)}$$

Дакле, ово је једноставни дневни интензитет падавина по падавинском дану (SDII – Simple daily intensity index), а за потребе овог рада прорачунат је на годишњем и сезонском нивоу. У просечној години, током једног дана са падавинама ≥ 1 mm излучи се од 7,4 mm у Пљевљима до 37,6 mm у Црквицама. У пределима са континенталним режимом падавина (крајњи север и североисток) просечни дневни интензитет не прелази 10 mm, док је у осталом делу земље преко 15 mm, а максималне вредности достиже у југозападним крајевима.

Интензитет падавина је велики и по годишњим добима, јер се у релативно малом броју падавинских дана излучи прилична количина падавина. Током зиме и пролећа, просечни интензитет се креће од 6,2 mm у Пљевљима до 44,2 mm, односно 33,0 mm по падавинском дану у Црквицама. У лето и јесен најмањи је интензитет у Беранама и Рожајама, 7,5 и 8,7 mm по падавинском дану, а највећи у Црквицама, 16,6 mm (лети) и 49,0 mm (у јесен). Дакле, очигледно је да је најмањи, али и најједначенији просечни интензитет падавина на крајњем северу и североистоку земље, што је у складу са плувиометријским режимом.

У периоду од 1951. до 2010., овај индекс (SDII) има углавном позитивну вредност тренда. На годишњем нивоу, прорачуни тренда су показали да су се дневне количине падавина у падавинским данима мењале по стопи од -0,51 mm у Крстацу до 1,38 mm по декади у Грахову. Од 17 станица које бележе позитивну тенденцију, на 10 је тренд повећања просечног дневног интензитета статистички значајан. Са друге стране, на 6 станица са негативном тенденцијом, промене су безначајне.

На сезонском нивоу, најмање промене просечног интензитета падавина по падавинском дану добијене су за лето и пролеће, док су током зиме и јесени

вредности тенденције веће. Опсег промена у три зимска месеца креће се од -1,16 mm у Крстацу до 1,13 mm у падавинском дану по декади у Вирпазару. Зими 4 станице бележе значајне промене - Крстац смањења, а Вирпазар, Подгорица и Даниловград повећања интензитета падавина, док су на осталим станицама промене безначајне. У суштини, зими је једино у Вирпазару и Крстацу вредност тренда већа од 1 mm по декади (табела 5.14).

Табела 5.14. Тренд просечног дневног интензитета падавина по падавинском дану за $Rd \geq 1$ mm (SDII у mm) у периоду 1951-2010.

Станица	Тренд (mm·дан ⁻¹ /декади)				
	Година	Зима	Пролеће	Лето	Јесен
Улцињ	0,04	-0,06	0,06	0,35	0,21
Бар	0,14	0,11	0,12	0,27	0,31
Будва	-0,15	-0,06	-0,25	0,16	-0,23
Тиват	0,02	0,24	-0,03	-0,01	-0,08
Котор	-0,15	0,35	-0,16	-0,40	-0,25
Х.Нови	0,15	0,33	0,14	0,55	-0,33
Вирпазар	0,88**	1,13*	1,27**	-0,06	1,44**
Голубовци	0,20	0,20	0,18	-0,14	0,56
Подгорица	0,41*	0,47*	0,47*	-0,15	0,64*
Даниловград	0,61**	0,71*	0,43	0,27	0,58
Цетиње	0,45 ⁺	0,86	0,46	-0,13	0,48
Црквице	0,25	0,35	0,70	-0,24	0,10
Грахово	1,38***	0,94	1,24**	0,43	2,04*
Велимље	-0,25	-0,71	-0,12	-0,12	-0,41
Никшић	0,40*	0,48	0,53*	-0,12	0,78*
Крстац	-0,51	-1,16*	-0,63*	-0,49	-0,37
Колашин	0,51**	0,19	0,32	0,16	1,13*
Плав	-0,17	-0,12	-0,29	-0,35*	-0,11
Рожаје	-0,09	-0,15	-0,03	-0,18 ⁺	0,04
Беране	0,14	-0,10	0,25 ⁺	0,08	0,21
Б.Поље	0,17*	0,15	0,01	0,14	0,41*
Жабљак	0,27 ⁺	0,12	0,15	-0,22	0,50
Пљевља	0,16*	0,14	0,05	0,24 ⁺	0,26

Значајност тренда на нивоу: *** $\alpha = 0,001$, ** $\alpha = 0,01$, * $\alpha = 0,05$ и + $\alpha = 0,10$

И у пролеће је једино на две станице вредност тренда преко 1 mm у падавинском дану по декади, али је на обе позитивног знака: у Вирпазару 1,27 mm и Грахову 1,24 mm по декади. Осим на ове две станице, тенденција је позитивна још на 13, док је негативног знака на 8. Значајне промене пролећног просечног дневног интензитета падавина, осим Вирпазар и Грахово, бележе и Подгорица (0,47 mm по декади), Никшић (0,53 mm), Крстац (-0,63 mm) и Беране (0,25 mm).

Опсег промена је најмањи током лета, од -0,49 mm у Крстацу до 0,55 mm у падавинском дану по декади у Херцег Новом. Међутим, на овбе станице су те промене безначајне, јер нису задовољени услови МК теста ни на једном нивоу поверења. Иако су вредности тренда мање, промене летњег просечног дневног интензитета падавина су значајне на 3 станице, и то у: Плаву (-0,35 mm/дан/декади), Рожајама (-0,18 mm) и Пљевљима (0,24 mm). У односу на остала годишња доба, лето се разликује и по томе што постоји блага доминација негативног тренда, јер се на 13 станица просечни дневни интензитет смањује, а на 10 повећава.

У јесен се промене крећу у интервалу од -0,41 mm у Велимљу до 2,04 mm у падинском дану по декди у Грахову. Током ове сезоне 7 станица има негативан тренд. Од 16 станица на којима се просечни дневни интензитет падавина повећава, на 6 су промене значане, на различитим нивоима поверења.

Количина падавина на територији Црне Горе варира у веома широком опсегу. Разлика између падавинама најбогатијих (југозападни део земље) и најсиромашнијих крајева (крајњи север и североисток) достиже у просеку и преко 3500 mm. Такође је уочљива разлика и у броју падавинских дана. Из ових разлога, изражавање тенденције дневног интензитета падавина у апсолутним вредностима (mm) не даје реалну слику промена. Примера ради, на Цетињу је тренд повећања зимског просечног дневног интензитета падавина од 0,86 mm по декади безначајан, а у Подгорици, иако скоро дупло мањи (0,47 mm/дан/декади) значајан. Дакле, исти квантитативни изос тренда у нпр. Црквицама и Пљевљима (иста вредност промена), нема и исто квалитативно значење, односно значај, јер је на првој станици просечни дневни интензитет за 5,1 пут већи него на другој. Зато је код падавина меродавнији показатељ промена релативна мера, у %/дан по декади. За потребе овог рада, тенденција је прорачуна и у % у односу на нормалу последњег стандардног климатског периода (1961-1990). Важно је истаћи да је знак и значајност тренда у % потпуно иста као и у mm, али се на овај начин, како је већ поменуто, добија јаснија слика промена (табела 5.15).

Табела 5.15. Тренд просечног дневног интензитета падавина по падавинском дану за $Rd \geq 1$ mm ($SDII$ у %) у периоду 1951-2010.

Станица	Тренд (%·дан ⁻¹ /декади)				
	Година	Зима	Пролеће	Лето	Јесен
Улцињ	0,3	-0,5	0,5	3,0	1,2
Бар	1,0	0,8	0,9	2,3	1,8
Будва	-1,1	-0,5	-2,0	1,4	-1,3
Тиват	0,1	1,6	-0,2	-0,1	-0,4
Котор	-0,9	2,0	-1,1	-3,0	-1,2
Х.Нови	0,9	1,8	0,9	4,6	-1,5
Вирпазар	3,9**	4,2*	6,9**	-0,4	5,6**
Голубовци	1,3	1,2	1,4	-1,2	2,8
Подгорица	2,5*	2,7*	3,4*	-1,4	3,2*
Даниловград	3,0**	3,1*	2,6	2,4	2,3
Цетиње	1,7*	2,7	2,0	-1,0	1,5
Црквице	0,7	0,8	2,1	-1,4	0,2
Грахово	4,6***	2,7	5,2**	3,2	5,0*
Велимље	-1,5	-3,4	-0,8	-1,1	-1,9
Никшић	2,4*	2,6	3,7*	-1,2	3,4*
Крстац	-2,6	-4,7*	-3,7*	-3,9	-1,7
Колашин	3,2**	1,0	2,4	1,7	5,4*
Плав	-1,7	-1,1	-3,0	-4,0*	-1,0
Рожаје	-1,1	-1,9	-0,4	-2,0*	0,5
Беране	1,6	-1,2	3,3*	1,0	2,0
Б.Поље	2,0*	1,9	0,2	1,7	4,0*
Жабљак	2,5*	1,2	1,6	-2,5	3,3
Пљевља	2,2*	2,3	0,8	2,8*	2,9

Значајност тренда на нивоу: *** $\alpha = 0,001$, ** $\alpha = 0,01$, * $\alpha = 0,05$ и $\alpha = 0,10$

На већем делу територије Црне Горе просечни дневни интензитет падавина се повећава, осим лети. Анализа SDII индекса је показала да постоји неуједначеност промена понекад и код блиских станица, не само по интензитету већ и по знаку тенденције. Примера ради, током све четири сезоне, а самим тим и на годишњем нивоу, Грахово бележи тренд повећања просечног дневног интензитета падавина. Са друге стране, две најближе станице Грахову, Велимље и Црквице, углавном региструју негативну тенденцију. Ова различитост је највероватније последица локалне нестабилности, нарочито у топлијем делу године, али и орографских карактеристика (нпр. Грахово је смештено у пољу), те су нека места у тзв. кишној сенци у односу на окружење.

Подсетимо, када је у питању укупна годишња и сезонска количина падавина, на територији Црне Горе се ништа посебно не дешава. Али, с обзиром на то да се број дана са падавинама ≥ 1 mm смањује у периоду 1951-2010., логично је било за очекивати да се количина падавина по падавинском дану повећава. Анализа SDII индекса је показала да је, без обзира што се не може говорити о великим променама, генерално, заиста тако, осим у летњој сезони. То другим речима значи да је важније доћи до одговора на следеће питање: да ли постоји пораст великих дневних количина падавина које могу имати нежељене ефекте? Осим тога, анализа која следи показаше у којој се мери утврђено смањење годишњих количина падавина, затим смањење броја падавских дана и повећање дневног интензитета падавина, може приписати промени R75p и R95p индекса.

5.3.3. Умерено влажни дани – R75p

Значај падавинских индекса, који су одређени помоћу перцентилних прагова, исти је као и код температуре ваздуха, али је методологија прорачуна другачија. Наиме, код температурних екстрема прво треба израчунати перцентилни праг за сваки календарски дан у години. Код падавина, перцентилни праг (вредност 75-ог и 95-ог перцентила) се рачуна на основу дневних сума од најмање 1 mm ($R_d \geq 1$ mm) за дату временску јединицу (месец, сезона, година) током базног периода 1961-1990. На тај начин су одређени годишњи и сезонски прагови за сваку станицу посебно (табела 5.16), а затим бројани дани са падавина изнад добијене вредности у посматраном 60-годишњем периоду.

Вредности прагова за R75p су у складу са количином падавина и плувиометријским режимом. Највеће су у Црквицама, где годишњи праг износи 48,0 mm. У Црквицама је највећи јесењи праг (70,0 mm), а најмањи летњи (20,0 mm). И на осталим станицама је највећа вредност јесењег, а најмања летњег прага. Изузетак су места са континенталним и прелазним медитеранским режимом падавина, где су сезонски прагови прилично уједначени. У Пљевљима и Рожајама је највећи летњи праг (око 11 mm), док зимски и пролећни износе око 8-9 mm.

Дакле, умерено влажни су дани са дневном количином већом од 75-ог перцентиала дневне расподеле периода 1961-1990. за $R_d \geq 1$ mm. У просечној години, највише ових дана се јавља у планинским пределима - на Жабљаку и у Колашину (33,9 и 33,4 дана), а најмање на приморју - у Улцињу и Бару (око 24 дана годишње). У већем делу Црне Горе, посебно на приморју и у Зетско-Бјелопавлићкој равници, летњи број умерено влажних дана у просеку не прелази 5. Лети су ови дани нешто учесталији на северу земљу, пре свега у вишим планинским пределима. Тако их лети на Жабљаку просечно има 7,7 дана, у Рожајама и Плаву 7,2, а у Колашину 6,8 дана. Просечни број умерено влажних дана ($R_d \geq 75$ -ог перцентиала) током три зимска месеца се креће од 6,6 у Пљевљима и Велимљу до 10,1 дан у Котору. Пролећни просек износи од 6,2 у Велимљу до 9,4 дана у Колашину, а јесењи од 6,0 у Пљевљима, Бијелом Пољу и Велимљу до 7,8 на Жабљаку.

Табела 5.16. Годишње и сезонске вредности 75-ог перцентиала (у mm) дневних сума падавина за $R_d \geq 1$ mm за период 1961-1990.

Станица	Година	Зима	Пролеће	Лето	Јесен
Улцињ	17,5	18,9	14,4	13,3	21,7
Бар	18,8	18,9	17,3	14,7	23,3
Будва	18,0	17,7	16,9	15,0	22,1
Тиват	20,4	21,0	18,6	13,1	26,4
Котор	21,2	22,7	17,9	13,0	27,0
Х.Нови	23,4	24,7	20,0	15,6	27,8
Вирпазар	26,3	34,1	20,4	14,0	30,0
Голубовци	18,7	20,2	16,0	11,1	24,4
Подгорица	22,2	24,9	19,0	12,5	28,0
Даниловград	27,0	32,8	22,0	14,1	34,5
Цетиње	34,4	40,8	30,5	15,6	42,4
Црквице	48,0	61,0	38,0	20,0	70,0
Грахово	39,9	48,2	32,2	15,8	58,4
Велимље	23,1	27,7	20,4	14,3	28,3
Никшић	22,3	26,5	18,5	12,9	30,7
Крстац	23,8	28,8	20,1	13,8	28,8
Колашин	20,2	25,1	16,9	12,0	27,7
Плав	10,6	12,5	9,1	8,2	13,0
Рожаје	9,6	9,2	8,6	10,6	10,4
Беране	10,8	11,1	9,6	9,3	13,6
Б.Поље	11,5	11,0	10,4	11,7	13,8
Жабљак	12,8	12,3	11,0	11,2	19,3
Пљевља	9,3	8,0	8,2	11,4	11,3
Мин	9,3	8,0	8,2	8,2	10,4
Мах	48,0	61,0	38,0	20,0	70,0

Претходни подаци указују да су, у просеку, умерено влажни дани ретка појава, посебно у нижим пределима земље. Међутим, њихов стварни број варира у доста широком опсегу. На пример, у Подгорици и Црквицама од 11 (на првој станици забележени 1953., а на другој 1994. године) до 40, односно 52 дана, а у оба места су максимуми регистровани 2010. године. Те 2010. године је на већем броју станица забележен максимални број умерено влажних дана: у Плаву 60, на Жабљаку и у Никшићу 55, Цетињу, Голубовцима и Котору 48 итд.

У сваком случају, дневне суме падавина веће од 75-ог перцентила су умерено екстремне. Тренд компонента је показала да се у посматраном 60-годишњем периду са годишњим бројем умерено влажних дана ништа посебно не дешава. Статистички значајно смањење годишњег броја ових дана региструју само 4 станице: Котор (-1,2 дана по декади), Херцег Нови (-0,9 дана), Велимље (-1,0 дана по декади) и Крстац (-1,2 дана по декади). Смањење годишњег броја ових дана региструје још 9 станица, а највеће је у Црквицама, -1,25 дана по декади.

Међутим, с обзиром на то да се умерено влажни дани нешто чешће јављају у Црквицама него у местима која бележе значајан пад, смањење на овој станици је безначајно. У Бару, Вирпазару, Колашину и на Жабљаку је тренд годишњег броја умерено влажних дана до друге децимале раван нули. На осталих 6 станица тенденција је позитивна, али нигде не прелази 0,6 дана по декади. Ни на сезонском нивоу се не уочавају значајне промене, јер је на већини станица тенденција равна нули, чак и са преко три децимале.

Током три зимска месеца само 7 станица бележи смањење R75p индекса, али нигде не прелази 0,6 дана по декади, а статистички је значајно у Велимљу и Крстацу (табела 5.17). У пролеће је тенденција негативна у Крстацу (-0,4 дана по декади) и Плаву (-0,5 дана по декади) и на обе станице је значајна на 5%-ом нивоу ризика прихватања хипотезе.

У летњој сезони једино Рожаје бележе промене броја умерено влажних дана, а то повећање од 0,3 дана по декади је значајно на 90%-ом нивоу поверења према МК тесту. На свим осталим станицама (22) тенденција летњег броја умерено влажних дана, у периоду 1951-2010., равна је нули чак и са преко три децимале. Јесењи број умерено влажних дана значајно се променио једино у Херцег Новом (-0,5 дана по декади) и Рожајама (0,4 дана по декади).

Табела 5.17. Тренд умерено влажних дана (R75p) у периоду 1951-2010.

Станица	Тренд (број дана/декади)				
	Година	Зима	Пролеће	Лето	Јесен
Улцињ	-0,4	-0,3	0,0	0,0	0,0
Бар	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Будва	-0,9	0,0	0,0	0,0	0,0
Тиват	-0,7	0,0	0,0	0,0	-0,2
Котор	-1,2*	-0,4	0,0	0,0	0,0
Х.Нови	-0,9*	-0,2	0,0	0,0	-0,5*
Вирпазар	0,0	0,0	0,1	0,0	0,2
Голубовци	-0,2	-0,3	0,0	0,0	0,2
Подгорица	-0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Даниловград	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Цетиње	-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Црквице	-1,3	-0,6	0,0	0,0	0,0
Грахово	0,5	0,0	0,3	0,0	0,3
Велимље	-1,0*	-0,4*	0,0	0,0	0,0
Никшић	-0,6	-0,5	0,0	0,0	0,2
Крстац	-1,2*	-0,6*	-0,4*	0,0	0,0
Колашин	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
Плав	-0,5	0,0	-0,5*	0,0	0,2
Рожаје	0,6	0,0	0,0	0,3*	0,4*
Беране	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Б.Поље	0,2	0,0	0,0	0,0	0,3
Жабљак	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
Пљевља	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0

Значајност тренда на нивоу: * $\alpha = 0,05$ и + $\alpha = 0,10$

У другој половини обрађеног периода (1981-2010) се годишњи број умерено влажних дана повећава готово на целој територији Црне Горе (табела 5.18). Током 1980-их и почетком 1990-их година, у већини случајева је годишњи број умерено влажних дана био испод просека.

Табела 5.18. Тренд умерено влажних дана (R75p) у периоду 1981-2010.

Станица	Тренд (број дана/декади)				
	Година	Зима	Пролеће	Лето	Јесен
Улцињ	1,9	1,2	0,0	0,7	0,0
Бар	2,7*	2,0*	0,0	0,0	0,5
Будва	5,0**	2,3**	0,0	0,0	1,7*
Тиват	1,7	0,9	0,0	0,7	0,0
Котор	2,1	1,3	0,0	0,0	0,0
Х.Нови	2,4	1,7*	0,0	0,0	0,0
Вирпазар	4,3**	1,8*	1,2	0,0	1,1
Голубовци	2,5	0,9	0,0	0,5	1,1
Подгорица	1,7	0,6	-0,6	0,0	0,4
Даниловград	2,1	0,9	0,0	0,7*	0,5
Цетиње	2,5	2,0*	0,0	0,0	0,6
Црквице	4,6**	2,5**	0,6	-0,8	0,9
Грахово	4,0**	2,5*	0,7	0,0	0,6
Велимље	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Никшић	2,1	0,8	0,0	0,3	0,7
Крстац	1,6	0,0	0,0	0,4	0,0
Колашин	1,7	0,6	-0,5	-0,4	0,9
Плав	-4,4*	-1,3	-2,0**	-1,2	-0,6
Рожаје	1,6	0,0	0,0	0,0	1,0*
Беране	2,0*	0,9	0,0	-0,6	0,3
Б.Поље	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Жабљак	2,9*	1,2	0,0	0,0	1,5
Пљевља	2,0	0,5	0,0	0,0	0,5

Значајност тренда на нивоу: * $\alpha = 0,05$ и + $\alpha = 0,10$

Та несумњиво дефицитарна фаза 1980-их и почетком 1990-их, у погледу броја умерено влажних дана, прекинута је са 1995. и 1996. годином, када је ових дана било више од просека. Након тога следи потпериод до закључно са 2003.

годином када је ових дана било нешто мање, али углавном у границама нормале. Од 2004. године до краја анализираних периода, годишњи број умерено влажних дана био је око просека 2007. и 2008., док су све остале године имале већи број ових дана. Дакле, у периоду 1981-2010. тренд повећања годишњег броја умерено влажних дана последица је мањег броја ових дана почетком периода. На сезонском нивоу, најзначајније повећање умерено влажних дана забележено је зими, док су промене у осталим годишњим добима углавном безначајне.

Анализа R75p индекса је показала да се у периоду од 1951. до 2010. године са умерено влажним данима ништа посебно не дешава, како на сезонском тако и годишњем нивоу. Промене по линији тренда на неколико станица постоје, али су оне занемарљиве. Међутим, у последњем 30-годишњем периоду се број ових дана повећава готово на целој територији Црне Горе, а најинтензивније у Будви и Црквицама – годишње до 5 дана по декади. Мада су и у овом периоду промене у већини места безначајне.

5.3.4. Врло лажни дани – R95p

Дани са количином падавина изнад 95-ог перцентиала дневне расподеле базног периода (1961-1990) за $R_d \geq 1$ mm, дефинисани су као врло влажни дани (R95p). Као што се може видети у табели 5.19, годишњи и сезонски прагови су велики. Наравно, највећи су у Црквицама, падавинама најбогатијем месту у Црној Гори. Годишњи праг у Црквицама износи 143,0 mm, док је јесењи за скоро 24 mm већи (166,7 mm). У овом месту је летњи праг, од 62,0 mm, већи него годишњи и сезонски на већем броју станица.

У значајном делу Црне Горе сезонски прагови, тј. вредности 95-ог перцентиала, доста су уједначени, што значи да се интензивне кише могу јавити у било које доба године. У крајевима са најнижим праговима, на крајњем северу и североистоку земље, разлика између највећег и најмањег прага је мања него у осталом делу. Тако је у Рожајама разлика између пролећног (најмањег) и летњег (највећег) прага свега 3,3 mm.

Дани са дневном количином падавина већом од 95-ог перцентиала се ретко јављају. Годишњи просек се креће од 4,8 дана у Улцињу и Бару до 6,8 дана на Жабљаку. С обзиром на то да су ови дани, као и умерено влажни, дефинисани

према истој емпириској расподели екстрема, њихов просечан број током годишњих доба је уједначен. Зими се просечан број врло влажних дана креће од 1,3 у Пљевљима, Крстацу и Велимљу до 2,0 дана на Цетињу. Сличан је распон и у осталим годишњим добима. У пролеће се просечно јавља од 1,3 врло влажна дана у Улцињу, Бару, Велимљу и Бијелом Пољу до 1,9 дана на Жабљаку и у Колашину, лети од 0,6 у Улцињу и Бару до 1,5 дана на Жабљаку и у Плаву, а током три јесења месеца од 1,2 дана у Бару, Велимљу, Крстацу, Бијелом Пољу и Пљевљима до 1,6 дана на Жабљаку. Максимални годишњи број дана са падавинама већим од 95-ог перцентила забележен је у Црквицама 2010. године (18 дана), а од тога у јесен 8, зиму 6 и у пролеће 4 дана.

Табела 5.19. Годишње и сезонске вредности 95-ог перцентила (у мм) дневних сума падавина за $Rd \geq 1$ мм за период 1961-1990.

Станица	Година	Зима	Пролеће	Лето	Јесен
Улцињ	42,8	41,6	35,5	37,8	53,0
Бар	48,9	47,5	39,0	44,2	59,1
Будва	47,4	44,2	42,9	37,1	58,2
Тиват	48,9	47,4	45,3	41,4	61,5
Котор	54,6	54,1	49,0	48,2	66,7
Х.Нови	59,9	60,6	49,4	43,7	76,4
Вирпазар	79,5	82,9	61,6	57,6	93,8
Голубовци	49,3	47,2	40,8	39,5	61,7
Подгорица	53,0	51,8	50,3	40,2	65,7
Даниловград	70,0	71,9	59,0	40,7	82,0
Цетиње	93,9	110,3	79,2	45,0	110,9
Црквице	143,0	162,1	120,0	62,0	166,7
Грахово	104,6	108,9	78,7	51,4	156,4
Велимље	50,3	56,6	40,5	34,1	57,5
Никшић	58,1	60,1	48,4	38,4	75,7
Крстац	56,2	64,8	47,5	40,9	66,1
Колашин	57,2	66,2	49,7	30,5	66,6
Плав	31,5	35,1	30,8	23,8	34,7
Рожаје	24,0	23,4	22,4	25,7	25,5
Беране	27,1	28,0	23,5	22,4	31,4
Б.Поље	27,8	25,4	25,6	25,1	32,9
Жабљак	38,2	37,2	31,6	29,4	53,3
Пљевља	24,2	20,6	19,4	25,4	30,1
Мин	24,0	20,6	19,4	22,4	25,5
Мах	143,0	162,1	120,0	62,0	166,7

Тренд годишњег броја врло влажних дана креће се у интервалу од -0,4 дана у Будви до 0,6 дана по декади у Колашину и на Цетињу. Међутим, на 12 од 23 станице тренд је нула, што значи да не постоје промене броја ових дана. На 9 станица је тенденција годишњег броја врло влажних дана значајна, и то у Будви и Крстацу смањења, а у осталим местима пораста (табела 5.20).

У зимској сезони је тренд броја ових дана на 11 станица раван нули, често и са преко три децимале, на 8 је позивног знака, а на 4 негативног. При томе, тренд промена је значајан на 5 станица - повећања броја зимских дана у Подгорици,

Даниловграду и на Цетињу, од 0,2 дана по декади, односно смањења у истом износу у Крстацу и Плаву. Опсег промена у пролећној сезони креће се у интервалу $\pm 0,1$ дан по декади, али ни на једној станици тенденција не задовољава услове МК теста. За посматрани 60-годишњи период, током три летња месеца највеће и значајне промене по линији тренда бележи станица Крстац, -0,2 дана по декади. На свим осталим станицама промене су безначајне, а на 11 је тренд летњег броја врло влажних дана раван нули, чак и са преко три децимале. У јесењој сезони се промене не уочавају на 8 станица, на 11 је тенденција позитивна, а на 4 негативна. Значајне промене од 0,2 дана по декади у јесен, бележе три станице: Колашин, Рожаје и Бијело Поље.

Табела 5.20. Тренд врло влажних дана (R95p) у периоду 1951-2010.

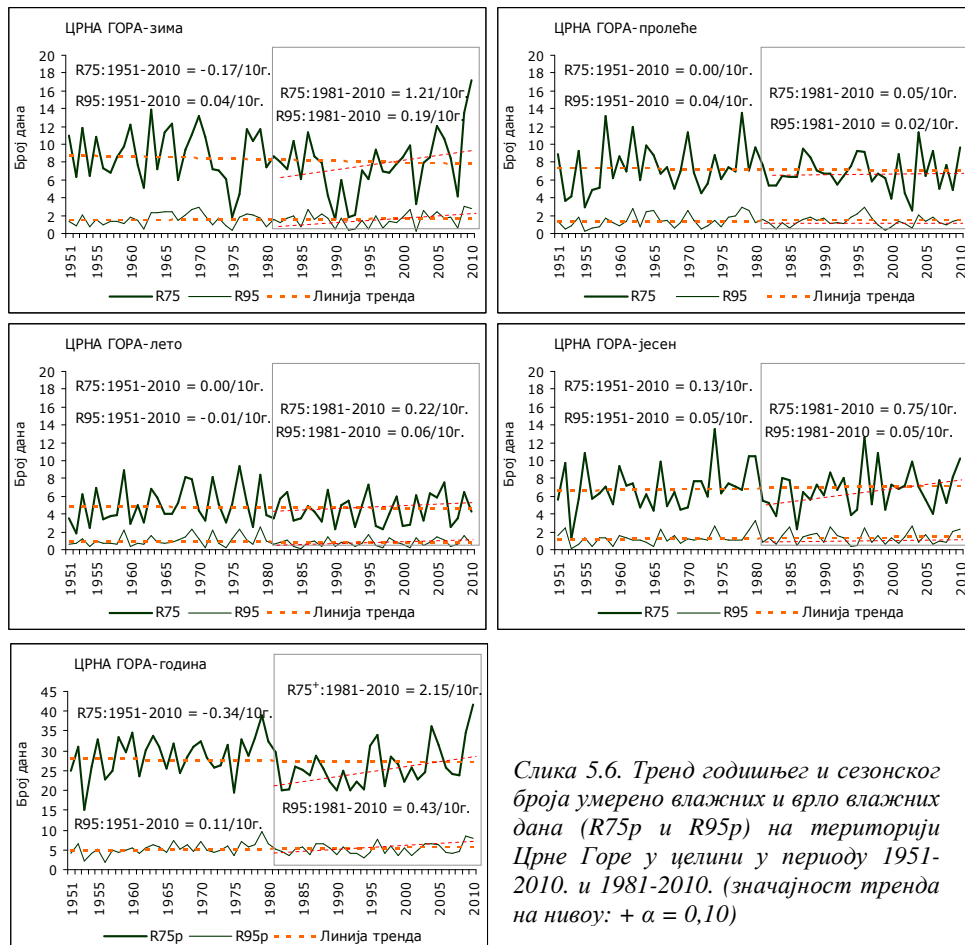
Станица	Тренд (број дана/декади)				
	Година	Зима	Пролеће	Лето	Јесен
Улцињ	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
Бар	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,0
Будва	-0,4*	-0,1	-0,1	0,1	0,0
Тиват	0,0	0,0	-0,1	0,0	-0,1
Котор	0,0	0,0	-0,1	-0,1	-0,1
Х.Нови	0,0	0,1	0,0	0,1	-0,1
Вирпазар	0,0	0,1	0,0	-0,1	0,1
Голубовци	0,0	0,0	-0,1	0,0	0,0
Подгорица	0,4**	0,2*	0,0	0,0	0,1
Даниловград	0,4*	0,2*	0,1	0,0	0,1
Цетиње	0,6**	0,2*	0,1	0,0	0,2
Црквце	0,0	0,0	0,1	-0,1	0,1
Грахово	0,4*	0,1	0,1	0,0	0,1
Велимље	0,0	0,0	0,1	-0,1	-0,1
Никшић	0,4*	0,2	0,1	0,0	0,1
Крстац	-0,3*	-0,2*	-0,1	-0,2**	0,0
Колашин	0,6*	0,0	0,1	0,1	0,2*
Плав	0,0	-0,2*	0,0	-0,1	0,0
Рожаје	0,0	-0,1	-0,1	0,0	0,2*
Беране	0,4*	0,0	0,1	0,0	0,0
Б.Поље	0,2	0,0	0,1	0,0	0,2*
Жабљак	0,3	0,1	0,1	-0,1	0,1
Пљевља	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0

Значајност тренда на нивоу: * $\alpha = 0,05$ и $+\alpha = 0,10$

Посматрајући Црну Гору у целини, као јединствено поље, у периоду од 1951. до 2010. године, годишњи број умерено влажних дана (R75p) се смањује по стопи од 0,34 дана по декади или укупно 2,1 дан за 60 година. Међутим, тренд годишњег броја врло влажних дана (R95p) је позитиван (0,11 дана по декади, укупно 0,7 дана), али то повећање је за скоро 4 пута мање него смањење умерено влажних дана. Слични квалитативни резултати су добијени и за зимску сезону: умерено влажни дани се брже смањују (-0,17 дана по декади), него што се повећава број врло влажних (0,04 дана по декади). У пролећној и летњој сезони се са умерено влажним данима ништа не дешава, тренд је до треће децимале раван нули (слика 5.6). Са друге стране, број врло влажних дана се повећава током пролећа

(0,04 дана по декади), а смањује у лето (-0,01 дан по декади). Током три јесења месеца, на територији Црне Горе у целини, оба индекса бележе позитиван тренд: $R75p = 0,13$ дана по декади, $R95p = 0,05$ дана по декади. Дакле, без обзира на знак, промене умерено влажних дана су веће током зиме и јесени него врло влажних, док је у пролеће и лето обратно, али је та разлика много мања.

Међутим, у периоду 1981-2010., када се Црна Гора посматра као један грид, према статистици осредњавања по времену и простору, оба индекса имају позитиван тренд, али је у овом случају током све 4 сезоне, а тиме и на годишњем нивоу, изразитији пораст броја умерено влажних него врло влажних дана (уоквирени део слике 5.6). Повећање годишњег броја умерено влажних дана у последњем 30-годишњем периоду, од 2,1 дан по декади, значајно је на 90% нивоу поверења. На сезонском нивоу, а за цео период и на годишњем, промене ова два индекса су безначајне.



Слика 5.6. Тренд годишњег и сезонског броја умерено влажних и врло влажних дана ($R75p$ и $R95p$) на територији Црне Горе у целини у периоду 1951-2010. и 1981-2010. (значајност тренда на нивоу: $+ \alpha = 0,10$)

Претходни резултати прорачуна су показали да су промене врло влажних дана минорне. На годишњем нивоу не прелазе 0,6 дана по декади, а на сезонском 0,2 дана по декади. Иако мале, а с обзиром на чињеницу да се ови дани ретко јављају, на неколико станица су промене значајне.

На први поглед могло би се закључити да промене броја врло влажних дана (R95p), као и умерено влажних (R75p), нису значајније утицале на годишње и сезонске количине падавина и број падавинских дана у периоду 1951-2010. Са друге стране, анализа SDII индекса је показала да је, у посматраном 60-годишњем периоду, на већем броју станица присутан тренд повећања интензитета падавина по падавинском дану. Другим речима, то значи да се повећавају дневне суме (интензитети) превасходно до вредности 75-ог, односно 95-ог перцентила, јер је тренд броја умерено влажних и врло влажних дана занемарљив (дани са $Rd > 75$ -ог и $Rd > 95$ -ог перцентила). Међутим, у последњем 30-годишњем периоду, оба индекса имају позитиван тренд, што значи да се повећава број и умерено влажних и врло влажних дана, а то би требало да има утицаја и на просечни дневни интензитет падавина по падавинском дану. Прорачуни су то и потврдили, јер се готово на свим станицама повећава просечни дневни интензитет падавина у периоду 1981-2010. Ово је најиндикативнији показатељ повећања годишњих сума падавина у поменутом периоду.

Подсетимо, индекс SDII се односи на просечни дневни интензитет за $Rd \geq 1$ mm, а R95p на број врло кишних дана. Међутим, добијени резултати за два поменута индекса не могу показати шта се дешава са дневним падавинама које падну у врло влажне дане (R95pTOT).

5.3.5. Дневни интензитет падавина по врло влажном дану – R95pTOT

Индекс R95pTOT треба да покаже шта се дешава са дневним интензитетом падавина у врло влажним данима. Осим тога, овај индекс падавинских екстрема може указати у којој се мери утврђене промене годишњих и сезонских количина падавина на територији Црне Горе, могу приписати променама дневних сума које падну у врло влажне дане. R95pTOT се добија као однос укупне суме падавина ($\Sigma RR95p$) и броја врло влажних дана (R95p) за дату временску јединицу (j), при чему се за обе величине узимају у обзир само дани $Rd > 95$ -ог перцентила:

$$R95_{pTOTj} = \frac{\sum_{w=1}^w RR95_{pwj}}{R95_p} \text{ (mm / dan; \% / dan)}$$

Овај индекс је одабран да би се испитало да ли постоји пораст или пак смањење великих дневних количина падавина које могу изазвати поплаве, ерозију земљишта и друге немиле догађаје, каквих је било почетком и крајем 2010. године (Barjaktarović et al., 2011; Burić et al., 2012).

На годишњем нивоу, просечни дневни интензитет падавина у врло влажним данима се креће од 35,0 mm у Рожајама до чак 200,1 mm у Црквицама. И на сезонском нивоу просечни дневни интензитет падавина по врло влажном дану варира у широком опсегу, што је у складу са количином падавина и плувиометријским режимом. Најмањи интензитети падавина су на крајњем северу и североистоку Црне Горе (најконтиненталнији крајеви), а највећи на југозападу.

У једном зимском врло влажном дану у просеку се излучи од 24,0 mm падавина у Пљевљима до 174,3 mm у Црквицама. Највећи просечни дневни интензитет падавина у врло влажним данима, током пролећа, лета и јесени је, такође, у Црквицама: у пролеће 146,0 mm, лети 63,9 mm и у јесен 174,7 mm. Најмањи пролећни дневни интензитет је у Пљевљима (21,8 mm), летњи у Беранама (22,1 mm), а јесењи у Рожајама (21,6 mm).

Дневне суме веће од 95-ог перцентиала су, по генези, превасходно последица фронталних и орографских падавина, јер су конвективне кише, иако пљусковите, краткотрајне. Другим речима, ако постоји доминација антропогеног ефекта стаклене баште на падавинске прилике, онда би требало очекивати да се она уочи баш на велике дневне интензитете, у смислу знака промена. Међутим, ни у овом случају се та једнообразност у погледу знака тренда не уочава, јер постоје крајевни и са позитивном и са негативном тенденцијом.

За посматрани 60-годишњи период, тренд промена на годишњем нивоу се креће од -3,1 mm у Плаву до 4,5 mm по декади у Црквицама или укупно од -18,9 mm до 27,1 mm. На 12 од 23 станице је тренд промена годишњег просечног дневног интензитета падавина по врло влажном дану значајан - у Плаву смањења, а у осталим местима пораста. Дакле, на већем делу територије Црне Горе су дневни интензитети падавина већи од 95-ог перцентиала све већи (табела 5.21), што значи да се чешће јављају интензивне падавине.

Табела 5.21. Тренд просечног дневног интензитета падавина по врло влажном дану (R95pTOT у mm) у периоду 1951-2010.

Станица	Тренд (mm·дан ⁻¹ /декади)				
	Година	Зима	Пролеће	Лето	Јесен
Улцињ	-0,9	-0,4	0,6	1,6	-1,3
Бар	-0,7	-0,3	1,2	-0,3	-1,5
Будва	0,7	-0,9	0,0	2,9	-3,3
Тиват	1,9*	1,5	0,0	-1,2	4,1
Котор	1,1	0,0	0,5	-2,2	3,7
Х.Нови	0,4	2,1*	0,0	3,3	3,2
Вирпазар	0,0	0,7	2,4	-6,0	-2,6
Голубовци	0,1	0,0	0,0	-4,6	0,9
Подгорица	1,4*	1,1	0,0	0,0	5,4*
Даниловград	3,4**	4,0**	3,0*	1,7	0,0
Цетиње	4,4**	2,3	6,6*	1,6	6,0
Црквице	4,5*	3,3	3,8	-5,7	-6,3
Грахово	2,5*	2,0	7,8*	4,2	13,7*
Велимље	1,5*	0,0	0,9	-0,5	1,4
Никшић	2,4*	2,8*	4,1**	0,7	1,2
Крстац	-0,3	-1,0	0,0	-6,5**	-3,8
Колашин	2,4**	1,0	4,6***	3,4*	6,6
Плав	-3,1***	-7,3***	0,0	-3,1*	-2,2
Рожаје	-0,6	-0,3	0,0	-4,1*	1,1
Беране	0,1	-0,8	1,6**	1,2	1,3
Б.Поље	0,9*	0,2	0,0	-0,4	2,6
Жабљак	2,0**	0,5	2,6*	-1,8	4,6
Пљевља	0,6	0,5	0,0	1,1	2,5

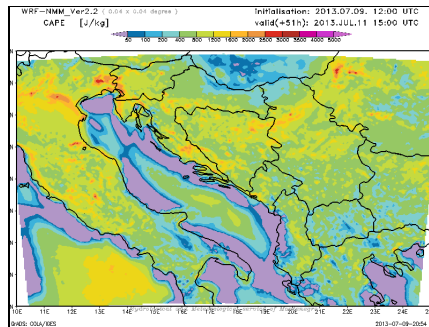
Значајност тренда на нивоу: *** $\alpha = 0,001$, ** $\alpha = 0,01$, * $\alpha = 0,05$ и $\alpha = 0,10$

Промене сезонских дневних интензитета су најмање у пролеће. У овом годишњем добу је чак на 12 станица тренд раван нули до треће децимале. Пролеће је, у односу на остале сезоне, карактеристично и по томе што ниједна станица не региструје смањење интензитета падавина по врло кишном (влажном) дану. Статистичка значајност позитивног тренда присутна је на 7 станица, а најинтензивније повећање интензитета падавина бележи Грахово, 7,8 mm по декади.

Опсег промена у зимској сезони се креће од -7,3 mm у Плаву до 4,0 mm по декади у Даниловграду. Осим у Плаву, промене су значајне и у Никшићу, Даниловграду и Херцег Новом, али је у овим местима присутна позитивна тенденција R95pTOT индекса.

У летњој и јесењој сезони је најочљивија разлика у знаку и интензитету тренда између блиских места. Лети се тренд промена креће у интервалу од -6,5 mm у Крстацу до 4,2 mm по декади у Грахову, а током јесени од 6,3 mm у Црквицама до 13,7 mm по декади у Грахову. Ова различитост је вероватно последица конвективних падавина у топлијем делу године, а оне имају локални карактер. Појачана енергија нестабилности је најчешћа управо у западном делу земље (Жабљак, Крстац, Никшић, Велимље, Грахово, Црквице и Бока), нарочито у топлијем делу године, слика 5.7. У условима појачане енергије нестабилности формирају се кумулонимбуси, који условљавају често и краткотрајне пљускове

праћене грмљавином, па се дешава да се на датом локалитету излучи прилична количина падавина, а да најближа станица не региструје чак ни трагове кише.



Слика 5.7. Прогнозиране вредности CAPE индекса, показатеља енергије нестабилности, оперативног WRF модела ХМЗЦГ за дан 11. јул 2013.

За посматрани 60-годишњи период, пролећна вредност тренда у нпр. Беранама, где је дневни просек R95pTOT индекса 23,5 mm, износи 1,6 mm по декади и значајна је на 99% нивоу поверења. У Црквицама је стопа дневног интензитета R95pTOT у пролеће више него дупло већа у односу на Беране, 3,8 mm по декади, али је та промена безначајна. Из ових разлога је тенденција интензитета падавина по врло кишном дану прорачуната и у % нормале, јер је релативна мера меродавнији показатељ промена падавина (табела 5.22). Овде треба подсетити да без обзира у којим јединицама се изражава тенденција (mm или %), знак и значајност тренда је увек исти.

Табела 5.22. Тренд просечног дневног интензитета падавина по врло влажном дану (R95pTOT у %) у периоду 1951-2010.

Станица	Тренд (% дан ⁻¹ /декади)				
	Година	Зима	Пролеће	Лето	Јесен
Улцињ	-1,5	-0,8	1,5	7,1	-2,5
Бар	-1,0	-0,6	2,9	-0,8	-2,5
Будва	1,3	-1,7	0,0	9,7	-5,7
Тиват	2,7*	2,6	0,0	-3,7	6,3
Котор	1,4	0,0	0,9	-5,9	5,3
Х.Нови	0,5	3,3*	0,0	8,6	3,4
Вирпазар	0,0	0,7	3,4	-11,4	-3,0
Голубовци	0,2	0,0	0,0	-11,9	1,2
Подгорица	2,0 ⁺	2,0	0,0	0,1	7,8*
Даниловград	3,4**	5,2**	5,3*	4,4	0,0
Цетиње	3,2**	1,8	6,8*	4,6	6,3
Црквице	2,3*	1,9	2,6	-8,9	-3,6
Грахово	1,6 ⁺	1,6	9,0*	11,4	10,2 ⁺
Велимље	2,2*	0,0	2,1	-1,8	2,3
Никшић	2,7*	4,2*	8,4**	1,8	1,3
Крстац	-0,3	-1,1	0,0	-20,7**	-4,8
Колашин	2,9**	1,5	7,7***	10,0 ⁺	9,3
Плав	-6,5***	-16,3***	0,0	-9,4 ⁺	-6,4
Рожаје	-1,7	-1,0	0,0	-14,3*	5,0
Беране	0,3	-2,4	6,8**	5,5	4,8
Б.Поље	2,4 ⁺	0,7	0,0	-1,6	8,9
Жабљак	3,6**	1,1	7,1*	-5,7	7,7
Пљевља	1,7	2,3	0,0	3,7	8,7

Значајност тренда на нивоу: *** $\alpha = 0,001$, ** $\alpha = 0,01$, * $\alpha = 0,05$ и $\alpha = 0,10$

IPCC тврди да се у последње 3 декаде повећала учесталост екстремних временских догађаја. Када је овај индекс у питању, то би значило да треба очекивати да интензивне падавине буду све интензивније, али не само по интензитету већ и у погледу броја дана. Зато је прорачунат годишњи тренд R95p и R95pTOT индекса за период 1981-2010., за сваку станицу посебно. Значајно је напоменути да за овај период готово да и није било недостајућих података.

Међутим, очекивана једнообразност се ни у овом периоду не уочава. Штавише, на већем делу територије Црне Горе не уочавају се значајне промене годишњег броја врло влажних дана и просечног интензитета у тим данима. На 11 станица се са годишњим бројем врло влажних дана ништа не дешава, јер је тренд раван нули (табела 5.23), чак и до четврте децимале. У Даниловграду и Плаву се R95p индекс смањује, а на 10 станица повећава. Значајно смањење броја ових дана региструје Плав, а повећање Улцињ, Цетиње, Црквице, Грахово, Рожаје и Жабљак.

Са друге стране, у овом периоду (1981-2010) је тренд промена интензитета падавина по врло влажном дану (R95pTOT) значајан само на 5 станица, смањења у Вирпазару и Плаву, а повећања у Будви, Црквицама и на Жабљаку. При томе, на 9 од 23 станице се смањује дневни интензитет падавина, у Грахову је тренд нула, а у осталим местима је позитивног знака.

Табела 5.23. Тренд годишњег броја врло влажних дана (R95p) и годишњег просечног дневног интензитета падавина по врло влажном дану (R95pTOT) у периоду 1981-2010.

Станица	R95p (бр./дана/декади)	R95pTOT (%/дан/декади)
Улцињ	0,9*	-0,1
Бар	0,0	4,7
Будва	0,0	6,7*
Тиват	0,6	4,6
Котор	0,0	3,1
Х.Нови	0,7	-6,1
Вирпазар	0,0	-4,7*
Голубовци	0,0	-0,3
Подгорица	0,0	-0,4
Даниловград	-0,6	3,0
Цетиње	1,1*	2,5
Црквице	1,3**	9,3**
Грахово	1,4*	0,0
Велимље	0,0	1,0
Никшић	0,8	0,1
Крстац	0,0	1,3
Колашин	0,0	-0,1
Плав	-1,7*	-10,4***
Рожаје	0,8*	-1,0
Беране	0,7	-1,8
Б.Поље	0,0	3,8
Жабљак	1,4*	5,3*
Пљевља	0,0	2,1

Значајност тренда на нивоу: *** $\alpha = 0,001$, ** $\alpha = 0,01$, * $\alpha = 0,05$ и + $\alpha = 0,10$

Даље се може закључити да између промена броја врло влажних дана и интензитета падавина у тим данима не постоји јасна веза. Примера ради, у Улцињу се број врло влажних дана повећава (0,9 дана по декади), а интензитет смањује (-0,1% по декади). У Даниловграду је супротно, дакле, број врло кишних дана има тенденцију смањења, али се интензитет падавина у тим данима повећава. Или, у поменутом периоду (1981-2010), од 11 станица на којима је тренд броја врло влажних дана нула, интензитет падавина у тим данима се повећава на 8, а смањује на 3 (Вирпазар, Подгорица и Колашин).

Промене броја врло влажних дана и интензитета падавина у тим данима, не показују јасно шта се дешава са учешћем великих дневних количина падавина (ΣR_{95p}) у укупној годишњој, односно сезонској суми (ΣR). Из тог разлога је дефинисан $\Sigma R_{95p} \Sigma R$ индекс.

5.3.6. Учешће дневних количина падавина у врло влажним данима у укупној сезонској и годишњој суми – $\Sigma R_{95p} \Sigma R$

Индекс $\Sigma R_{95p} \Sigma R$ је дефинисан као однос укупних дневних сума падавина већих од 95-ог перцентила у укупној суми за дату временску јединицу (сезона, година). У суштини, ово је показатељ учешћа дневних количина изнад дефинисаног прага (95-ог перцентила) у укупној суми, тј. указује да ли се оне повећавају или смањују.

Просечно учешће дневних количина падавина већих од 95-ог перцентила у укупној суми за дату временску јединицу је доста уједначено на годишњем и сезонском нивоу. У просеку, учешће великих дневних сума у укупној годишњој креће се од 21,0% у Велимљу до 27,7% у Плаву. За исти период (1961-1990), у Велимљу је и зими и лети најмање просечно учешће (17,7%), док је највеће на Жабљаку (25,7%), односно у Голубовцима (29,1%). Просечно учешће великих дневних количина ($R_d > 95$ -ог перцентила) у укупној средњој пролећној суми падавина износи од 17,7% у Бару до 26,6% у Плаву. У јесењој сезони просечни опсег учешћа креће се од 17,1% у Беранама до 25,0% у Херцег Новом.

Стварне вредности варирају у широком опсегу. Примера ради, у Црквицама је 2009. године учешће дневних сума већих од 95-ог перцентила у укупној годишњој суми те године износило 52,0%, а 1991. само 6,2%. Или, у Подгорици је најмање учешће великих дневних сума у укупној годишњој забележено 1954.

године (4,5%), а највеће 1979. (38,5%). С обзиром на то да је на 8 станица било година без иједног влажног дана (највише у Бару, 3 од 60 година: 1992-1994), у таквим случајевима је вредност $\Sigma R95p\Sigma R$ индекса нула, што значи да су дневни интензитети били мањи од 95-ог перцентила дневне расподеле за последњи стандардни климатски период.

Основни циљ анализе овог индекса је да се утврди шта се дешава са интензивним падавина, које могу изазвати ерозију земљишта, поплаве и друге немиле догађаје, тј. да ли се њихово учешће у укупној суми смањује или повећава. Прорачуни су урађени за сваку станицу посебно, на сезонском и годишњем нивоу.

Једнообразност у погледу знака тренда не постоји ни код овог индекса, како на сезонском тако и годишњем нивоу. Наиме, учешће великих дневних количина, које падну у врло влажне дане, у укупној сезонској, односно годишњој суми, у неким крајевима се повећава, а у неким смањује. На годишњем нивоу, тренд промена се креће од -2,1% у Плаву до 2,7% по декади на Цетињу. Осим Плава, тенденција смањења учешћа укупних дневних сума изнад 95-ог перцентила у годишњој количини се смањује и у Будви, Котору, Крстацу и Рожајама. У Бару се промене не уочавају, док је на осталих 17 станица тренд позитивног знака. Значајност негативног тренда је присутна у Плаву и Рожајама, а позитивног на 10 од 17 станица (табела 5.24).

Табела 5.24. Тренд учешћа дневних количина падавина у врло влажним данима у укупној сезонској и годишњој суми ($\Sigma R95p\Sigma R$ у %) у периоду 1951-2010.

Станица	Тренд (%/декади)				
	Година	Зима	Пролеће	Лето	Јесен
Улцињ	0,5	0,0	2,8	0,6	0,0
Бар	0,0	0,0	2,2	-0,7	0,0
Будва	-1,0	-0,2	0,0	2,1	0,0
Тиват	0,4	0,7	0,0	-2,4	0,9
Котор	-0,1	1,1	-0,5	-5,1*	0,0
Х.Нови	0,7	1,3*	0,1	3,0	0,0
Вирпазар	0,8	1,8	0,0	-2,7	0,0
Голубовци	0,1	0,0	0,0	-3,0	0,0
Подгорица	2,4***	2,5*	0,0	-0,5	1,8*
Даниловград	2,0**	3,5**	2,4*	0,8	0,0
Цетиње	2,8***	3,2**	1,6	0,0	0,9
Црквице	1,0	2,3*	1,8	-2,9*	0,0
Грахово	1,9*	1,8*	2,1*	0,7	0,0
Велимље	0,2	0,0	1,2	-1,4	0,0
Никшић	2,5***	3,3*	1,3*	0,6	0,6
Крстац	-1,2	-0,7	0,0	-4,4**	0,0
Колашин	2,7***	0,4	2,3*	3,2*	2,8*
Плав	-2,1*	-4,3***	0,0	-3,0*	-1,4
Рожаје	-1,2*	-1,5*	-0,5	-3,1*	0,0
Беране	1,6*	-0,1	2,9*	0,5	0,0
Б.Поље	1,3*	0,0	0,0	0,1	2,1*
Жабљак	1,9*	1,6	1,5	-4,7	1,9*
Пљевља	1,2*	0,1	0,0	1,6	0,0

Значајност тренда на нивоу: *** $\alpha = 0,001$, ** $\alpha = 0,01$, * $\alpha = 0,05$ и $\alpha = 0,10$

И током зиме је тренд негативног знака на 5 станица, углавном у истим местима као и на годишњем нивоу (Будва, Крстац, Плав, Рожаје и Беране), док је до четврте децимале раван нули у Улцињу, Бару, Голубовцима, Велимљу и Бијелом Пољу. Највеће смањење учешћа укупних дневних количина у врло влажним данима у зимској суми бележи Плав (-4,3% по декади), као и на годишњем нивоу. Даниловград и Цетиње региструју највеће повећање учешћа великих дневних сума током зиме, 3,5% и 3,2% по декади. Дакле, на већем делу територије Црне Горе (на 13 станица) тренд је позитивног знака, што значи да се повећава учешће укупних великих дневних сума у зимској количини падавина.

Опсег промена у пролеће се креће од -0,5% у Рожајама до 2,9% по декади у Беранама. У овом годишњем добу тренд је негативног знака и у Котору, на 9 станица је нула. Од 12 станица које бележе повећање великих дневних сума у укупној пролећној количини падавина, на 7 је тенденција значајна - на 90% и 95% нивоу поверења. У летњој сезони доминира негативан тренд (на 12 станица), а најинтензивније смањење учешћа укупних дневних сума у врло влажним данима у количини падавина током овог годишњег доба бележи Котор, -5,1% по декади. Осим у Котору, негативан тренд је значајан и у Црквицама, Крстацу, Плаву и Рожајама. На Цетињу се промене не уочавају (тренд је нула до четврте децимале), док највеће и значајно повећање учешћа региструје Колашин, 3,2% по декади.

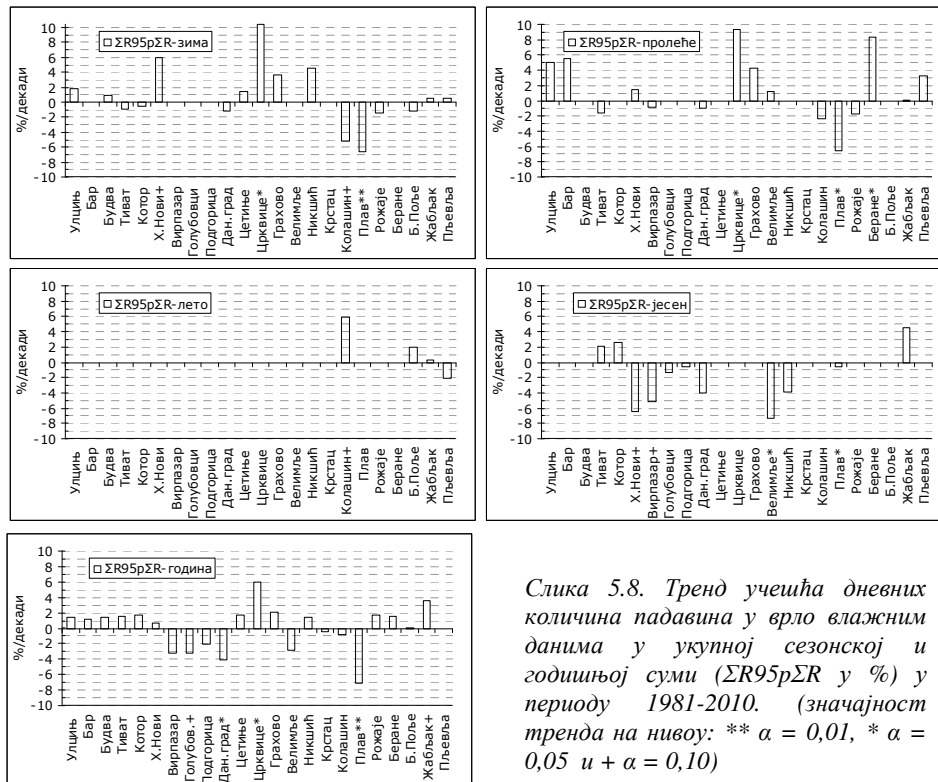
У јесењој сезони промене се не уочавају у већем делу Црне Горе, јер је чак на 15 станица вредност тренда нула. Безначајно смањење учешћа бележи само Плав (-1,4% по декади), док је на осталих 7 станица тенденција позитивна, а значајна је у Колашину (3,2%), Бијелом Пољу (2,1%), Подгорици (1,8%) и на Жабљаку (1,9% по декади).

И за овај индекс су прорачуни урађени за период 1981-2010. Али, ни у овом случају се не уочава једнообразност у погледу знака тренда (слика 5.8). У овом периоду (1981-2010), у већини места је тенденција $\Sigma R95p\Sigma R$ индекса безначајна, како на годишњем тако и сезонском нивоу. Годишње промене су значајне само на 5 станица, али на 3 се смањује учешће великих дневних количина у укупној годишњој суми (Голубовци, Даниловград и Плав).

Зими су промене значајне на 4 станице, повећања у Херцег Новом и Црквицама, а смањења у Колашину и Плаву. Значајаност позитивног тренда

пролећних вредности овог индекса постоји у Црквицама и Беранама, а негативног у Плаву, док је у свим осталим местима (20 станица) тенденција безначајна.

Лети се на већем делу територије Црне Горе ништа не дешава у овом периоду (1981-2010), јер је до четврте децимале тренд нула на 19 станица, а значајно повећање бележи само Колашин. У јесењој сезони промене су значајне на 4 станице, али се и у Херцег Новом, Вирпазару, Велимљу и Плаву смањује учешће великих дневних количина у укупној суми за ово годишње доба.



Слика 5.8. Тренд учешћа дневних количина падавина у врло влажним данима у укупној сезонској и годишњој суми (ΣR95pΣR у %) у периоду 1981-2010. (значајност тренда на нивоу: ** $\alpha = 0,01$, * $\alpha = 0,05$ и + $\alpha = 0,10$)

Ипак, треба истаћи да се у целом посматраном периоду (1951-2010), на већем делу територије Црне Горе учешће укупних падавина које се излуче у врло влажним данима (ΣR95pΣR) повећава у годишњој суми. Такве промене на годишњем нивоу су последица, пре свега, зимског и пролећног тренда.

Ни овај индекс није у директној функцији са бројем врло влажних дана и интензитетом падавина у тим данима. Примера ради, у периоду од 1951. до 2010. године, у Улцињу се са годишњим бројем врло влажних дана (R95p) ништа не дешава, тренд је до треће децимале нула, док се просечни дневни интензитет у тим данима (R95pTOT) смањује по стопи од 1,5% по декади. Међутим, учешће укупних

падавина у врло влажним данима у годишњим сумама се у овом месту повећава, и то по стопи од 0,5% по декади. То значи да је безначајан тренд смањења годишњих сума падавина, у математичком смислу, узрокован променама другог(их) индекса.

Наиме, узимајући у обзир свих 6 разматраних падавинских индекса до сада, за Улцињ се може закључити следеће. Годишњи број дана са падавинама ≥ 1 mm се значајно смањује, јер се по истој стопи повећава број сушних дана ($DD = 2,1$ дан по декади), док су промене просечног интензитета падавина у тим данима занемарљиве ($SDII = 0,3\%$ по декади). Такође су минорне и промене годишњег броја умерено влажних дана ($R75p = -0,4$ дана по декади), док врло влажних дана не постоје ($R95p = 0,0$ дана по декади). Просечни дневни интензитет падавина по врло влажном дану се смањује ($R95pTOT = -1,5\%$ по декади), а учешће укупних сума у тим данима у годишњим количинама повећава ($\Sigma R95p\Sigma R = 0,5\%$ по декади), али су промене оба индекса безначајне. Другим речима, допринос смањењу, статистички безначајном, годишњих сума падавина у Улцињу, за посматрани 60-годишњи период, даје пре свега сигнификантно повећање годишњег броја сушних дана (DD) и донекле смањење дневног интензитета падавина по врло влажним данима ($R95pTOT$), јер су промене осталих показатеља падавинских прилика у овом месту занемарљиве.

Или, у Подгорици, за период 1951-2010., годишње суме падавина расту по линији тренда, интензитетом од 3,4 mm или 0,2% по декади. Иако је тренд безначајан, промене постоје и поставља се питање шта условљава, у математичком смислу, незнатно повећање годишњих сума падавина у посматраном периоду. Одговор на ово питање се може добити као и за Улцињ, на основу промена падавинских индекса. Годишњи број сушних дана се значајно повећава ($DD = 2,4$ дан по декади). Такође је значајно повећање просечног интензитета падавина у падавинским данима ($SDII = 2,5\%$ по декади). Годишњи број умерено влажних дана се занемарљиво смањује ($R75p = -0,4$ дана по декади), али се зато, иако по истој стопи, значајно повећава број врло влажних дана ($R95p = 0,4$ дана по декади). Статистички је значајно и повећање интензитета падавина у врло влажним данима ($R95pTOT = 2,0\%$ по декади), а још значајније је повећање учешћа укупних сума у тим данима у годишњим количинама ($\Sigma R95p\Sigma R = 2,4\%$ по декади). Разуме се, сваки од разматраних падавинских индекса утиче на годишњу суму. При осталим

истим условима, ако је мањи број сушних дана, логично да је у тој години већа количина падавина, и обратно. Са друге стране, уколико се смањује дневни интензитет падавина у падавинским данима или у врло влажним данима, а остали падавински индекси не показују никакву промену, то ће, такође, утицати на смањење годишњих сума. С обзиром на то да у Подгорици постоји тренд промена свих разматраних падавинских индекса, то значи да сваки од њих има мањи или већи утицај на тенденцију годишњих сума падавина. У конкретном случају, допринос безначајном повећању годишњих сума падавина у Подгорици, даје значајан тренд пораста четири индекса: SDII, R95p, R95pTOT и $\Sigma R95p\Sigma R$. Али, ако постоји значајан раст 4 поменута индекса (повећање просечног дневног интензитета падавина у падавинским и врло влажним данима, као и броја врло влажних дана и учешћа дневних количина у тим данима у укупној годишњој суми), поставља се питање: зашто се са годишњим сумама падавина ништа посебно не дешава? Одговор је једноставан. Наиме, у посматраном 60-годишњем периоду је присутно статистички значајно повећање годишњег броја сушних дана ($R_d < 1 \text{ mm}$), односно смањење падавинских дана ($R_d \geq 1 \text{ mm}$), али и, истина безначајно, смањење броја умерено влажних дана (R75p). Најједноставније речено, сигнал промена код екстрема који се тичу великих дневних количина и учесталости врло влажних дана постоји (позитиван тренд четири поменута индекса), али се у годишњој суми готово анулира повећањем броја сушних и донекле смањењем броја умерено влажних дана, па годишње количине у Подгорици не показују значајне промене по линији тренда.

5.3.7. Максимална 1-дневна и 5-дневна количина падавина - Rx1d и Rx5d

Индекс Rx1d представља максималну 1-дневну, а Rx5d максималну 5-дневну количину падавина за 5 узастопних падавинских дана. Рачунати су на годишњем нивоу. Дакле, прво је за сваку календарску годину у посматраном 60-годишњем периоду издвојен 1-дневни и 5-дневни максимум падавина, а затим рачунат просек (нормала, 1961-1990) и тренд (1951-2010). У условима отопљавања, требало би очекивати, како истиче IPCC, повећање екстремних временских догађаја, а то би значило повећање максималних и 1-дневних и 5-дневних интензитета, нарочито у последње 3 декаде (1981-2010). Зато је овде акценат дат управо за тај период. Тренд је прорачунат у % нормале по декади (табела 5.25).

Прорачуни тенденције апсолутних екстрема се не практикују, јер се ради о једном податку за дату временску јединицу, па добијени резултат може дати лажну слику. Ипак, на листи падавинских индекса је и Rx1d. Када је у питању овај индекс, резултати показују да се све чешће јављају интензивне падавине, јер је на већем броју станица тренд позитивног знака, како у целом (1951-2010), тако и у последњем 30-годишњем периоду. У периоду 1981-2010., највеће смањење годишњих дневних максимума падавина бележи Вирпазар (-15,0 mm или -9,8% по декади), а повећање Црквице (56,9 mm или 20,2%). Ово су и једине две станице на којима су промене значајне. Ипак, треба поновити да постоји доминација позитивног тренда (15 станица).

С обзиром на то да се за Rx5d индекс узимају у обзир само падавински дани, дешавало се да је његова вредност мања него максимална количина падавина за 5 узастопних календарских дана, а некада чак и од 1-дневне максималне количине падавина за дату годину. У периоду од 1951. до 2010. године, апсолутни дневни максимум био је већи него апсолутни 5-дневни максимум у: Пљевљима 14 пута, Бијелом Пољу 10, Улцињу и Бару 9, Херцег Новом 8, Подгорици, Будви, Цетињу и на Жабљаку 3, Црквицама 2 пута и на осталим станицама по једанпут.

Примера ради, у Подгорици је 1987. апсолутни дневни максимум (226,8 mm) био већи за 59,8 mm него апсолутни 5-дневни максимум (167,0 mm) те године. Таквих случајева је било чак и у најкишовитим местима. У Црквицама и на Цетињу је 2006. године била већа 1-дневна максимална количина падавина него 5-тодневна максимална за 11,5 mm, односно за 99,5 mm.

У односу на 1-дневни максимум, много чешће се дешавало да је у датој години највећа количина падавина за 5 узастопних календарских дана (у даљем тексту календарска сума – Rx5dk) била већа него апсолутно максимална сума за 5 узастопних падавинских дана (у даљем тексту падавинска сума – Rx5d). Тако је календарска сума падавина била већа него падавинска у: Бијелом Пољу чак 30 пута, а исто толико година (30) су имале једнаке вредности у овом месту, у Пљевљима 28, Берана 24, Херцег Новом 22, Бару 21 пут итд.

У Подгорици је током 14 од 60 година била већа 5-дневна максимална календарска сума од падавинске. Примера ради, поменуте 1987. године у

Подгорици је апсолутно максимална количина падавина за 5 узастопних календарских дана износила 243,8 mm, али је у том периоду (13-17. децембра) било 4, а не 5 падавинских дана. Исте године (1987) је максимална сума падавина у 5 узастопних падавинских дана била за 76,8 mm мања, тј. износила је 167,0 mm, а забележена је од 11. до 15. јануара. На крају овог кратког појашњења треба истаћи да је под падавинским узет дан са мерљивом висином падавина ($R_d \geq 0,1$ mm).

Просечна 5-дневна падавинска максимална сума је најмања у Пљевљима (72,7 mm), а највећа у Црквицама (525,5 mm). На крајњем северу и североистоку земље просечне вредности су углавном испод 100 mm, док се према југозападу повећавају, што је у складу са количином падавина и плувиометријским режимом.

Међутим, амплитуда за цео посматрани 60-годишњи период је јако велика. У Улцињу је апсолутни 5-дневни падавински максимум (R_{x5d}) 1987. износио свега 52,9 mm, а 1979. године 266,2 mm. Навешћемо опсег R_{x5d} за још неколико станица: на Цетињу од 151,8 mm (1973) до 752,6 mm (2004), у Црквицама од 285,1 mm (1977) до 1227,9 mm (2009), Пљевљима од 24,5 mm (1951) до 205,5 mm (1985), у Х. Новом од 77,6 mm (1997) до 459,3 mm (1985), у Никшићу од 85,7 mm (1953) до 426,3 mm (2000) и Колашину од 24,2 mm (1953) до 395,0 mm (1980. године).

Интензивне дневне падавина, које се излучују неколико дана узастопно, могу имати велике негативне последице у географској средини. Њихов ниво деструктивности и димензионалности у простору зависи не само од интензитета, већ и од трајања и распрострањености. У зависности од тога, вишедневне интензивне падавине се могу сврстати у категорију опасних, односно потенцијално катастрофалних и катастрофалних појава (Анђелковић, 2010).

Свакако, интензивне 5-дневне кише, посебно ако су праћене наглим топљењем снежног покривача, могу имати како директне тако и индиректне последице по живи свет и класификовати се у некој од поменутих категорија. Зато је од значаја видети шта се дешава за апсолутно максималним 5-дневним количинама падавина. С обзиром на претходно изнето, тренд је прорачунат и за падавинске (R_{x5d}) и за календарске (R_{x5dk}) максималне суме.

На територији Црне Горе, тренд промена R_{x5d} индекса је различит, како по интензитету тако и по знаку, као и код претходно разматраних падавинских параметара. И код овог индекса постоји доминација позитивне тенденције. За

период 1981-2010., опсег промена износи од -18,6 mm (-11,7%) у Крстацу до 102,1 mm (19,4%) по декади у Црквицама. Тренд је позитиван на 16 од 23 станице, али је статистички значајно повећање максималних 5-дневних падавинских сума само у Црквицама. На свим осталим станицама промене су безначајне по МК тесту.

Тешко је рећи које су максималне количине падавина опасније, оне које се излуче у 5 узастопних падавинских или у 5 узастопних календарских дана, јер то не зависи само од количине, већ и низа додатних фактора. У сваком случају, годишње максималне количине падавина које се излуче у 5 узастопних календарских дана могу се сврстати у једну од три поменуте категорије екстремних појава (опасне, потенцијално катастрофалне и катастрофалне), без обзира да ли је у том 5-дневном интервалу било дана без падавина (један, два, а некада чак и три). Ради упоредивости промена, у табели 5.25 су резултати прорачуна тренда дати у % нормале по декади.

Табела 5.25. Тренд апсолутно максималних 1-дневних (Rx1d), односно 5-днјевних количина падавина у 5 узастопних падавинских (Rx5d) и календарских (Rx5dk) дана у периоду 1981-2010.

Станица	Тренд у %Н/декади		
	Rx1d	Rx5d	Rx5dk
Улцињ	6.8	5.3	2.4
Бар	7.2	4.1	4.2
Будва	9.5	5.9	5.9
Тиват	4.7	2.7	5.0
Котор	7.0	0.6	3.5
Х.Нови	-2.1	2.1	-2.4
Вирпазар	-9.8*	-1.2	1.7
Голубовци	-0.9	3.5	-2.2
Подгорица	-4.4	7.2	-0.5
Даниловград	-1.2	-5.0	-6.9
Цетиње	4.5	5.3	9.2
Црквице	20.2**	19.4*	17.2*
Грахово	5.0	-2.3	4.2
Велимље	1.9	-7.0	0.1
Никшић	1.8	1.4	-2.8
Крстац	-0.5	-11.7	2.5
Колашин	2.4	-5.1	-5.5
Плав	4.3	-10.1	-10.4*
Рожаје	-1.7	-1.3	1.8
Беране	-2.8	7.6	5.4
Б.Поље	3.0	7.8	2.9
Жабљак	11.1	5.5	9.3
Пљевља	4.6	7.3	2.0

Значајност тренда на нивоу: ** $\alpha = 0,01$, * $\alpha = 0,05$ и + $\alpha = 0,10$

Разлика у вредности тренда ова два индекса (Rx5d и Rx5dk) постоји, не само по интензитету већ некада и по знаку. Примера ради, у периоду 1981-2010., у Подгорици се апсолутно максимална годишња количина падавина у 5 узастопних падавинских дана повећава по стопи од 7,2% по декади, док се календарска сума смањује интензитетом од 0,5% по декади. Сличност између Rx5d и Rx5dk индекса

је у готово подједнаком броју станица са позитивном и негативном тенденцијом, као и опсегом промена у разматраним временским серијама.

У сваком случају, оба индекса (Rx5d и Rx5dk), како за цео (1951-2010), тако и последњи 30-годишњи период (1981-2010), показују доминацију позитивног тренда на територији Црне Горе. У већини места су промене безначајне, али је ипак тенденција позитивна и такав тренд може узроковати низ негативних последица: појаву бујичних токова, интензивирање ерозивних процеса, изливање река, уништавање биљног и животињског света, угрожавање многих човекових активности, мању или већу материјалну штету итд.

У последњих пар година је повећана учесталост киша великог једнодневном интензитета, узрокујући поплаве, одроне, бујице и значајне матирајне штете. Према званичним подацима¹⁶, укупна штета од поплава које су крајем 2010. године погодиле неколико општина у Црној Гори, процењена је на око 18 милиона евра.

У 2012. и 2013. години, делови Подгорице и Херцег Новог су неколико пута били под водом. У Херцег Новом је 2. априла 2013. године за само 12 сати (06-18 UTC) пало 110 mm кише, узрокујући појаву бујичних токова и изливање река (Мојдеж, Суторина). Вода је носила и уништавала аутомобиле и барке, оштетила путеве, изазвала одроне, а кад се повукла за њом је остао муљ, грање и отпад, који небригом човека доспева у реке и море. Обилне падавине средином септембра и октобра 2012. године (12. септембра и 14. октобра), узроковале су изливање реке Суторине дуж целог свог тока, при чему је причињена велика материјална штета на инфраструктури, стамбеним објектима и имањима. Због обилне кише 29. новембра 2012. године, велики број кућа и имања приградских насеља Подгорице (Златица и Маслине) био је под водом.

Треба истаћи да људски фактор све више доприноси поплавама и другим штетним појавама, које су узроковане интензивним кишама, а често је и главни узрочник. У последње време је људски немар све изразитији, јер падавинска вода нема где да отиче – испусти се редовно не чисте, ушћа река и генерално природни водени путеви (корита потока, река) се затрпавају смећем и разним отпадом, канализациона мрежа се слабо одржава, многа поља која су упијала воду сада су под бетоном, асфалтом, стамбеним и другим објектима. Негативне последице због

¹⁶ www.gov.me

непланских и неконтролисаних радова на земљишту, непоштовање прописа градње и слично, кад-тад испливају на видело, стварајући бројне тешкоће и проблеме целокупној заједници. Најједноставније речено, свест нашег човека се мора мењати и по овом питању. На количину падавина, њихов облик и распрострањеност не можемо утицати, али се значајна амортизација дејства интензивних киша, кишних поводања, великих вода и сличних појава, може остварити исправном (планском и рационалном) антропогеном улогом у простору.

И поред тога што се интензивне дневне кише чешће јављају у већем делу Црне Горе, детаљно проучавање падавинских прилика, на основу података са 23 метеоролошке станице, показало је да се ништа забрињавајуће не дешава. Даље се може закључити да постоји неуједначеност промена понекад и између блиских места, не само у интензитету, него и у знаку тенденције. Највероватно је то последица осетљивости падавина на орографске услове и локалну циркулацију, односно изражене рашчлањености и вертикалне дисецираности рељефа, па су нека места у тзв. кишној сенци у односу на окружење, док су пак друга на удару влажних ваздушних маса. Просторно-временска различитост тенденције разматраних падавинских индекса је једним делом сигурно узрокована и тзв. „локалитетима” (локална нестабилност) у топлијем делу године, који условљавају конвективне кише, често јаког интензитета, али су ограничене на малом простору.

Резултати за Хрватску такође указују да се ништа драматично не дешава. Наиме, Gajić Šarka and Cindrić (2011) су разматрали промене падавина у Хрватској, на основу анализе 7 климатских индекса (DD, SDII, R75p, R95p, R95pTOT, Rx1d и Rx5d), док су варијабилност овог елемента испитали помоћу коефицијента варијације (Cv) за клизне 30-годишње средњаке с кораком +1, за период 1901-2008. Аутори су добили да се варијабилност количина падавина смањује у већем делу земље. Када су екстреми у питању, закључују: „Иако се ради о подручју осушења, у већем делу Хрватске нису утврђени знакови већих промена у екстремима, како количина падавина тако и учесталости влажних и врло влажних дана”.

Јасно је да сваки од разматраних падавинских индекса утиче на количину падавина у датој временској јединици (сезони, години). Њихов утицај је комплексан и тешко је утврдити који је индекс најдоминантнији „математички” узрочник промена сезонских и годишњих количина падавина. То је зато што једни

друге анулирају, па се са сезонским и годишњим сумама падавина, у већини места на територији Црне Горе, ништа значајно не дешава. Ипак, на основу добијених резултата могло би се закључити да је најјача веза између међугодишњих колебања падавина и DD, SDII, R75p и R95p индекса, а затим и $\Sigma R95p \Sigma R$ и Rx5d. Осим са DD индексом, у свим осталим случајевима ради се о директној вези, што је и логично. Такође је логична и инверзна веза између сезонских и годишњих падавинских сума и броја сушних дана (DD индекс) – повећање броја сушних дана условљава смањење падавина (при осталим истим условима).

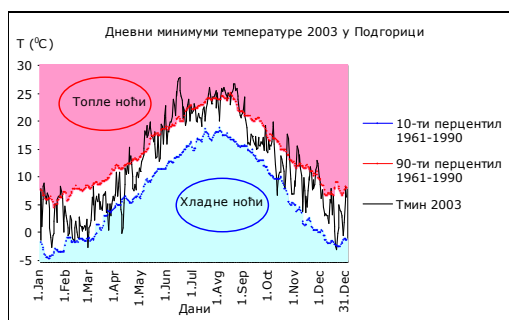
Zolina et al. (2010) су утврдили да је у последњих 5-6 деценија дошло до промене структуре падавина широм Европе. Међутим, без обзира на продужење трајања влажних периода, није дошло до повећања укупног броја влажних дана (R75p), али зато постоји тренд повећања дневног интезитета падавина (SDII), као и броја дана са екстремним падавинама (R95p). И Frich et al. (2002) истичу да се све чешће јављају јаке пљусковите кише, али и да постоје регионалне разлике у погледу променљивости падавинских индекса.

Kostopoulou and Jones (2005) су анализирали тренд неколико климатских индекса температурних и падавинских екстрема у Источном Медитерану, на сезонском и годишњем нивоу, за период 1958-2000. Аутори су добили значајан негативан тренд броја хладних ноћи (Tn10p), а позитиван за индекс максималног броја узастопно сувих дана (CDD), посебно на станицама у јужном, острвском, делу посматраног региона. Падавински индекси показују више регионалних контраста него температурни.

У сваком случају, на територији Црне Горе су у последињих неколико година оборени многи температурни и падавински рекорди. Када је температура у питању, посебно се истичу 2003. и 2007., а за падавине 2010. година. Наиме, у периоду инструменталних осматрања (од 1949. године), 2003. године је у Подгорици регистровано највише топлих, а најмање хладних ноћи (Tn90p = 103; Tn10p = 13, слика 5.9). У лето 2003. у Подгорици није било хладних дана, али је зато забележен максимални број топлих дана до сада (Tx10p = 0; Tx90p = 68). Слични резултати су добијени и за остала места, као и за 2007. годину.

Године 2010. у већини места је регистрована максимална количина падавина до сада. Примера ради, те године је у Црквицама регистрована

максимална годишња количина падавина (9104,9 mm), као и највећи број умерено и врло влажних дана до сада ($R75p = 52$; $R95p = 18$).



Слика 5.9. Дневне вредности ($^{\circ}\text{C}$) минималне температуре током 2003. године, 10-ог и 90-ог перцентила T_n за период 1961-1990. у Подгорици

Екстремни временски догађаји су узроковани постојећом синоптичком ситуацијом, тј. циркулационим разлозима, али многи сматрају да је тренд компонента последица глобалног загревања (нпр. Frich et al., 2002; Klein-Tank and Können, 2003). Нема сумње да је лето 2003. по температурним карактеристикама било екстремно. Ипак, Chase et al. (2006) констатују да је те године свега 2% планете забележило температурне аномалије веће од 2 стандардне девијације. С друге стране, приликом појаве Ел Ниња 1998., скоро 30% планете је забележило аномалије веће од 2 стандардне девијације. Чак и да је топло лето 2003. последица „глобалног” отопљавања, очигледно је да природни фактори имају знатно већу магнитуду.

Да ли можда живимо у времену пикова екстрема, шта ће се дешавати у будућности, то нико поуздано не може рећи. У бројним радовима, па чак и у извештајима IPCC, истиче се да ствари у природи још увек нису довољно јасне и да постоји низак ниво научног познавања утицаја многих фактора на климу. Често се из контекста извлаче неки ставови IPCC и у први план износе катастрофичке варијанте, односно на основу научно неутемељених ставова сваки временски екстремни догађај приписује глобалном загревању.

Свакако да добра организација у условима елементарних непогода, без обзира да ли су узроковане временом, земљотресом и сличним појавама, мора да постоји, али заиста нема основа нити било ко има право да народ плаши временским и климатским катастрофама. То не значи да треба толерисати људску бахатост у природи, апсолутно не.

6. СТАНДАРДИЗОВАНИ ПАДАВИНСКИ ИНДЕКС - SPI

6.1. Опште о суши

Суша је једна од најчешћих метеоролошких катастрофа. Јавља се услед недостатка падавина у дужем временском периоду, а може трајати месецима, чак и годинама. Такође, може захватити велике области и нанети озбиљне еколошке, социјалне и економске последице. Дакле, дефицит падавина, али и температура и евапотранспирација, одређују јачину и трајање суше.

Процене говоре да су економске и еколошке последице од овог природног хазарда све веће (IPCC, 2007), па се интензитет суше не мери само према штетама у пољопривреди и другим производним делатностима човека, већ и према последицама које воде деградацији животне средине. Понавља се без јасне правилности, а њене карактеристике варирају од региона до региона, зато је и дефинисање суше, као и борба против последица које изазива, доста сложено у односу на друге природне хазарде.

Често се суша и аридност поистовећују. Суштинска разлика између ова два појма је следећа. Аридност неког региона указује да у њему постоји сталан мањак падавина у односу на потребне вредности. У неким регионима мањак падавина толико дуго траје да су те мале вредности постале нормалне. Дакле, аридност је обележје климе неког подручја. Суша представља, обично, краткотрајно одступање доспеле количине падавина и измерених температура ваздуха од нормалних вредности за дато подручје и доба године. У аридним пределима Аустралије пољопривредници могу добити финансијску помоћ само у изузетно сушним условима, када је суша интензивнија од нормалног аридног стања. При томе, појам „нормалне” суше је за поједина подручја дефинисан на основу научно заснованих студија¹⁷.

За последњих 30 година, процењено је да економски губици од суша у Европи износе најмање 100 милијарди евра¹⁸, а само у 2003. око 8,7 милијарди евра¹⁹. Увиђајући да је суша све чешће регионални проблем, 2006. године је формиран Центар за њено праћење на простору Југоисточне Европе (DMCSEE -

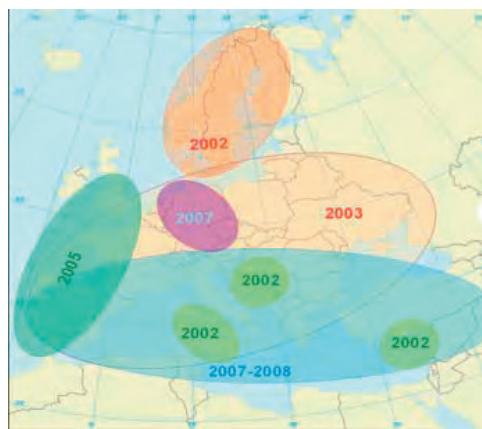
¹⁷ <http://water.unl.edu/web/drought/home>

¹⁸ <http://edo.jrc.ec.europa.eu/edov2/php/index.php?id=2>

¹⁹ <http://floods.jrc.ec.europa.eu/climate-change-impact-assessment/streamflow-droughts.html>

Drought Management Centre for Southeastern Europe), чије је седиште у Љубљани (Агенција за животну средину Словеније). Као посебно сушне године и са највећим последицама у нашој регији издвојиле су се: 1993, 1994, 1998, 2003, 2007. и 2010. година²⁰.

Велика суша у Црној Гори била је 2003. и 2007. године. Примера ради, од 10. јуна до 4. августа 2007. године, у Бару је било купно 6 падавинских дана. У тих 82 дана пало је свега 6 литара кише по m^2 . Те 2007, али и 2003. године, суша је погодила већи део Европе (сл. 6.1)²¹.



Слика 6.1. Изразито сушне године у Европи
(http://ec.europa.eu/internal_market/insurance/docs/natural-catastrophes/conference-20111018/jol_en.pdf)

Wilhite and Glantz (1985) су дефинисали четири основна приступа у мерењу суша (или 4 типа суша): метеоролошки, хидролошки, пољопривредни и социоекономски. Прва три приступа баве се начином мерења суше као физичким феноменом, а последњи је посматра са аспекта понуде и тражње, односно праћења ефеката мањка воде и с тим у вези дестабилизације друштвено-економског система. У зависности од типа суше, последице ове појаве могу бити економске, еколошке и социјалне.

Треба истаћи чињеницу да се од суше најбрже опорављају сектори који први и реагују на њу (пољопривреда), док нпр. хидрографској мрежи, која спорије реагује, треба више времена да се опорави. У људској перцепцији најопасније су летње суше, али несташице воде током других годишњих доба такође могу имати значајан социјално-економски утицај (European Environment Agency, 2001).

²⁰ <http://www.dmcsee.eu/>

²¹ http://ec.europa.eu/internal_market/insurance/docs/natural-catastrophes/conference-20111018/jol_en.pdf

6.2. Методологија прорачуна SPI

Један од најчешће коришћених показатеља суше је Стандардизовани падавински индекс (у даљем тексту SPI - Standardized Precipitation Index). Ради се о релативно новом сушном индексу, који се рачуна само на основу падавина, а формулисали су га McKee et al. 1993. године у Климатском центру у Колораду²².

WMO је 2010. године препоручила својим чланицама да у разматрању метеоролошке суше користе SPI²³. На основу вредности SPI може се урадити и категоризација влажних, веома влажних, екстремно влажних и година у границама тзв. климатске нормале, према дефинисаним граничним вредностима.

Почетак суше се идентификује тако што се посматра „корак назад”. Другим речима, сушни период подразумева континуирани временски интервал са негативном вредношћу SPI (SPI<0). У статистичком смислу, сматра се да сушни период почиње када индекс падне испод 0 и траје све док не постане позитиван. Али, како се вредност SPI у границама од -0,99 до 0,99 сматра нормалном појавом, суша има потврду ако се јавља континуирано у серији са вредностима SPI < -1. Сушни период престаје кад вредност SPI постане позитивна.

SPI се рачуна на основу Гама расподеле падавина, која се дефинише функцијом густине вероватноће. Стандардизација методологије прорачуна је неопходно, да би се на основу дугорочних осматрања могла анализирати појава суше и упоређивати добијени резултати са локација различитих климата.

Истраживања су показала да падавине подлежу закону Гама расподеле. Да би се одредили параметри скалирања и облика функције густине вероватноће падавина, користи се стандардни или читав период осматрања на једној метеоролошкој станици. За сваку станицу и период се посебно одређују параметри скалирања и облика функције густине вероватноће падавина. Гама расподела падавина се дефинише функцијом густине вероватноће, која гласи (Lloyd-Hughes and Saunders, 2002; Cancelliere et al., 2007):

$$g(x) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}} ; \text{ за } x > 0, \text{ где је :}$$

α - параметар облика; β - параметар величине; x - количина падавина > 0 ; $\Gamma(\alpha)$ је гама функција која се дефинише по образцу: $\Gamma(\alpha) = \int_0^{\infty} y^{\alpha-1} e^{-y} dy$.

²² <http://www.in.gov/dnr/water/4864.htm>

²³ http://edo.jrc.ec.europa.eu/documents/factsheets/factsheet_combinedDroughtIndicator.pdf

Израчунавање SPI захтева подешавање Гама функције густине вероватноће за дату фреквенцију дистрибуције падавина и калибрациони период, тако да се и параметри α и β одређују посебно за сваку метеоролошку станицу, односно одабрани временски интервал (1, 2, 3, 6, 12, 24... месеца). Параметри α и β одређени су методом максималне веродостојности која гласи:

$$\hat{\alpha} = \frac{1}{4A} \left(1 + \sqrt{\frac{4A}{3}} \right) \quad \hat{\beta} = \frac{\bar{x}}{\hat{\alpha}}$$

$$A = \ln(\bar{x}) - \frac{\sum \ln(x)}{n}, \quad n - \text{ интервал осматрања падавина.}$$

Добијени параметри се даље примењују за одређивање кумулативне вероватноће падавинских сума за дати период и временску скалу изабране метеоролошке станице. Кумулативна вероватноћа се може приказати изразом:

$$G(x) = \int_0^x g(x) dx = \frac{1}{\hat{\beta}^{\hat{\alpha}} \Gamma(\hat{\alpha})} \int_0^x x^{\hat{\alpha}-1} e^{-\frac{x}{\hat{\beta}}} dx$$

Ако се усвоји да је $t=x/\hat{\beta}$, следећа једначина постаје некомплетна гама функција:

$$G(x) = \frac{1}{\Gamma(\hat{\alpha})} \int_0^{\frac{x}{\hat{\beta}}} t^{\hat{\alpha}-1} e^{-t} dt$$

С обзиром на то да је гама функција недефинисана за $x = 0$, а падавине могу износити нула, кумулативна вероватноћа постаје:

$$H = q + (1-q)G(x), \quad q - \text{ вероватноћа падавина висине } 0 \text{ mm.}$$

Ако је m број који означава колико пута су падавине износиле нула у временском низу, а n – број осматрања падавина, онда се q може одредити као однос ова два параметра: $q=m/n$. Кумулативна вероватноћа $H(x)$ се трансформише у стандардну нормалну случајну променљиву Z са средњом вредношћу нула и варијансом 1, која представља вредност SPI.

Дакле, први корак за израчунавање SPI је одабир расподеле вероватноће (Гама, непотпуна Бета расподела, Пирсон III итд), која одговара временској серији падавине. За дугогодишњи период (не краћи од 30 година), истраживања су показала да се падавинске суме (сезонске, годишње) најбоље покорвају Гама расподелу, која се најчешће и користи (Cancelliere et al., 2007).

Други корак је трансформација фреквенција у другу расподелу – у овом случају у нормалну (Гаусову или Z-дистрибуцију). Најједноставније, SPI је статистички показатељ одступања падавина. Уколико SPI има позитивну вредност,

онда су падавине веће од нормале, док негативан знак указује на дефицит. Када је нормализована вредност SPI једнака нули, то значи да се са падавинама ништа не дешава (нема одступања).

За потребе овог рада коришћена је изворна категоризација услова влажности на основу SPI (табела 6.1), коју су предложили McKee et al. 1993. године²⁴. Тако је, на пример, за дато место и временску јединицу, вероватноћа појаве умерене суше ($SPI \leq -1$) 15,9% (9,2+4,4+2,3), а екстремне ($SPI \leq -2$) 2,3%. Иста је вероватноћа појаве умерене, односно екстремне влажности.

Табела 6.1. Класификација падавинских прилика на основу вредности SPI

Категорија	Вредност SPI	Кумулативна вероватноћа $H(x)$	Кумулативна вероватноћа (%)
Екстремно влажно	$SPI \geq 2,00$	0,977 – 1,00	2,3
Јако влажно	$1,50 \leq SPI < 2,00$	0,933 – 0,977	4,4
Умерено влажно	$1,00 \leq SPI < 1,50$	0,841 – 0,933	9,2
Нормални услови влажности	$-1,00 < SPI < 1,00$	0,159 – 0,841	68,2
Умерена суша	$-1,50 < SPI \leq -1,00$	0,067 – 0,159	9,2
Јака суша	$-2,00 < SPI \leq -1,50$	0,023 – 0,067	4,4
Екстремна суша	$SPI \leq -2,00$	0,000 – 0,023	2,3

У пракси се најчешће рачуна SPI за 1, 3, 6, 9 и 12 месеци (SPI1, SPI3, SPI6, SPI9 и SPI12), посебно за сваку временску скалу. Подразуме се да претходно треба урадити трансформацију у нормалну расподелу, тако да је средња вредност SPI за дату локацију и временски интервал нула, што значи да су у 50% случајева суме падавина биле испод и у исто толико изнад просека.

SPI1 и SPI3 одражавају краткорочне услове влажности. На пример, SPI3 за август пореди укупне падавине у тромесечју јун-јул-август у датој години са вишегодишњом расподелом, а одражава краткорочне и средњорочне услове влажности, односно омогућава сезонску анализу падавина. Даље, SPI6 за јун обухвата период јануар-јун, а SPI12 за исти месец се односи на период јун претходне – јун наредне године. SPI дужих трајања се користе за утврђивање средњорочних (SPI6 и SPI9) и дугорочних (SPI12, ...) услова влажности²⁵.

Дакле, SPI за краћи период (SPI1, SPI3) користи се за детектовање пољопривредне суше (краткорочних услова влажности у површинском слоју тла), а средњорочни и дугорочни (SPI6, SPI9, SPI12) за добијање информација и о хидролошкој суши. Без обзира на то што су SPI1 и SPI3 добри показатељи стања влаге у земљишту, треба бити опрезан у њиховом тумачењу, зато је неопходно

²⁴ <http://www.civil.utah.edu/~cv5450/swsi/indices.htm>

²⁵ <http://drought.unl.edu/MonitoringTools/ClimateDivisionSPI/Interpretation.aspx>

познавати климу датог места. Наиме, у местима где је једномесечна или тромесечна количина падавина мала, као лети у крајевима са медитеранском климом, SPI може имати велике негативне или позитивне вредности, чак и изван опсега ± 3 . Ако је нпр. просечна сума падавина за јул или за цело лето 20 mm, може се десити да у поменутом месецу или лету падне 40 mm кише, то је 100% изнад просека, па тада вредност SPI може бити преко 3, дајући утисак да је месец (лето) био веома влажан, иако су се падавине излучиле у нпр. једном или два дана. Овај и слични примери показују извесна ограничења SPI, односно опрез приликом тумачења добијених резултата. Зато се једномесечни SPI упоређује са SPI3, а тромесечни са SPI дужих трајања, како би се суша могла уочити у дужим временским скалама.

Када је SPI9 испод -1,5, онда је то добар показатељ да постоји прилично значајан утицај суше у пољопривреди, али и у другим секторима. SPI за 12 месеци (SPI12) је добар показатељ хидролошких услова (протицаја река, водостаја језера и нивоа подземних вода)²⁶.

Пре прорачуна, требало је дефинисати калибрациони период. У складу са досадашњом праксом, за калибрацију је коришћен последњи стандардни климатски период (1961-1990), а SPI је рачунат за последњи месец сезона, односно године, за период 1951-2010. Дакле, за сваку станицу посебно урађени су прорачуни SPI3 за: фебруар (зима = децембар-фебруар), мај (пролеће = март-мај), август (лето = јун-август) и новембар (јесен = септембар-новембар), као и SPI12 за децембар (година = јануар-децембар). У циљу добијања информација и за краћи и за дужи период, за сваки поменути месец рачунат је SPI за: 1, 3, 6, 9 и 12 месеци.

Подразумева се да је прво свака временска јединица морала бити класификована према водности-сушности, а затим је прорачунат тренд, што је и основни циљ ове анализе, како би се видело шта се дешава са условима влажности у периоду 1951-2010. Тенденција је прорачуната помоћу Сеновог метода, а значајност испитана МК тестом. С обзиром на то да се SPI рачуна „корак назад” и да је за ове потребе коришћен софтвер, треба истаћи да за поједине временске скале у прорачуне није укључена почетна година (1951). На пример, за SPI за фебруар, осим SPI1, није укључена 1951., односно посматран је период 1952-2010.

²⁶ <http://drought.unl.edu/MonitoringTools/ClimateDivisionSPI/Interpretation/9month.aspx>

6.3. SPI за зиму – ДЈФ

Према вредностима SPI3 за фебруар, екстремно сушне зиме ($SPI3 \leq -2$) су регистроване на целој територији Црне Горе, а њихов број се кретао од 2 у Грахову до 5 у Херцег Новом, Крстацу, Колашину, Беранама и на Жабљаку. Јаке суше ($SPI3$ од -1,99 до -1,50) зими нису регистроване једино у Херцег Новом, Голубовцима и Крстацу, док их је у осталим местима било до 3 (Плав, Рожаје и Пљевља). Јако влажних зима није било у Вирпазару, Беранама и Бијелом Пољу, а на осталим станица се њихов број кретао од 1 до 3 (Црквице). Екстремно влажних зима није било на већем делу територије Црне Горе. Другим речима, SPI3 за зиму је имао вредност $\geq 2,0$ само на 7 станица, и то по једанпут у Улцињу, Цетињу, Црквицама, Грахову (зима 2009/2010) и Пљевљима (зима 1969/1970) и два пута у Будви и на Жабљаку (зима 2008/2009. и 2009/2010). Наравно, у највећем броју случајева зиме су биле у границама класе нормално ($-1,00 < SPI3 < 1,00$), у просеку око 43 пута или 73%. Анализа је даље показала да су екстремне и јаке суше у зимској сезони, готово на целој територији Црне Горе, забележене у периоду 1989-1993. (осим 1991) и 1975. (1974/1975).

Прорачуни тренда SPI за фебруар, осим за тромесечни период (SPI3), урађени су и за 1, 6, 9 и 12 месеци. Дакле, свака временска јединица се завршава са фебруаром, тј. обухвата тај месец (SPI1) и претходних 2 (SPI3), 5 (SPI6), 8 (SPI9) и 11 (SPI12). Исто је урађено и за остале сезоне и годину. Тренд је изражен у % нормале по декади. Уколико је исправна математичко-статистичка обрада података, требало би да је средња вредност SPI, пре свега за калибрациони период, равна нули. Прорачуни су то и потврдили, како за зиму, тако и за остала годишња доба и на нивоу године, јер је на свим станицама за сваку временску јединицу добијена нула (на већини станица чак и са три-четири децимале). И за цео период је средња вредност SPI нула, углавном са једном децималом, али никада изван опсега $\pm 0,40$. То другим речима значи да када се вредност тренда помножи са 100 добија се процентуални износ. Примера ради, у Улцињу је тренд SPI3 -0,011 по години или -0,11 по декади, односно -1,1% по години или -11,1% по декади. Дакле, када се тренд у % по декади умањи 100 пута добиће се апсолутна (бездимензионална) вредност по декади, а умањење од 1000 пута представља апсолутну вредност тенденције по години.

Добијени резултати тренда SPI за фебруар, за сваку станицу посебно, дати су у табели 6.2. У посматраном периоду на свим временским скалама доминира негативан тренд SPI за фебруар, што значи да се интензитет сушности повећава. За SPI1, који се односи само за фебруарске суме падавина, опсег промена се креће од -0,14 (-14,3%) у Крстацу до 0,02 (1,8%) у Рожајама. SPI3 обухвата акумулиране зимске суме падавина (фебруар и претходна два месеца), а интервал промена је сличан као и за претходну временску скалу, од -0,16 (-16,4%) у Крстацу до 0,02 (2,0%) у Рожајама. Код остале три временске скале интервал промена је већи: SPI6 од -20,3% у Крстацу до 16,3% у Бијелом Пољу, SPI9 од -20,2% у Крстацу до 17,5% у Рожајама и SPI12 од -20,0% у Плаву до 18,7% у Рожајама.

Табела 6.2. Тренд SPI за фебруар у периоду 1951-2010. (SPI1), односно 1952-2010. (SPI3, SPI6, SPI9 и SPI12)

Станица	Тренд (%/декади)				
	SPI1	SPI3	SPI6	SPI9	SPI12
Улцињ	-6,7	-11,1	-6,0	-5,5	-6,2
Бар	-6,4	-5,4	-1,9	-2,1	-4,4
Будва	-10,0	-9,5	-16,1*	-15,0*	-18,1*
Тиват	-8,4	-3,9	-12,6	-10,2	-13,9
Котор	-7,3	-5,2	-14,4*	-12,0	-13,5
Х.Нови	-6,2	-5,3	-13,6*	-11,3	-10,6
Вирпазар	-7,0	-3,4	-2,5	-3,8	-4,0
Голубовци	-5,7	-3,6	-1,4	-3,1	-0,6
Подгорица	-6,2	-3,2	0,0	-2,9	1,1
Даниловград	-5,2	-2,1	-0,7	1,0	3,8
Цетиње	-3,7	4,0	5,3	4,4	6,0
Црквице	-8,1	-3,3	-9,2	-10,2	-9,3
Грахово	-8,0	-8,1	1,9	1,6	0,0
Велимље	-11,9	-10,3	-10,0	-12,3	-10,7
Никшић	-6,7	-3,8	-3,5	-4,4	-1,2
Крстац	-14,3*	-16,4*	-20,3*	-20,2*	-16,4*
Колашин	-3,9	-3,9	7,8	8,5	10,0
Плав	-6,1	-12,3	-11,7	-17,5*	-20,0*
Рожаје	1,8	2,0	13,6	17,5*	18,7*
Беране	-4,9	-3,2	0,3	2,7	0,6
Б.Поље	0,8	2,3	16,3	16,9*	15,0*
Жабљак	1,4	3,3	10,6	8,6	8,3
Пљевља	-3,2	1,4	7,2	8,3	9,3

Значајност тренда на нивоу: * $\alpha = 0,05$ и $+\alpha = 0,10$

Међутим, повећање интензитета сушности у фебруару (SPI1) и током зиме (SPI3) је значајно једино у Крстацу, на 95% нивоу поверења. Негативан тренд SPI6 је значајан на 4 станице (Будва, Котор, Херцег Нови и Крстац), а SPI9 и SPI12 на 3 (Будва, Крстац и Плав). Позитиван тренд SPI9 и SPI12 је значајан у Рожајама и Бијелом Пољу.

Упоређујући трендове свих временских јединица, најинтензивније повећање интензитета сушности присутно је у западним крајевима и дуж Црногорског приморја, како у краћим (SPI1 и SPI3) тако и у дужим периодима (SPI6, SPI9, SPI12), који претходе месецу фебруару. Тенденција повећања

сушности у већем делу Црне Горе упућује на сагласност са моделима IPCC. Ипак, треба истаћи да су промене SPI, статистички посматрано, углавном безначајне, као и то да је у североисточном и делним централном делу Црне Горе тенденција позитивна, што значи да је присутно благо повећање хумидности.

6.4. SPI за пролеће – МАМ

Са аспекта пољопривреде, односно генерално потребе за водом, разматрање SPI за пролеће и лето има већи значај него за зимску сезону. SPI3 за мај обухвата тромесечни период, у овом случају пролећну сезону (МАМ – март, април, мај).

Вредност SPI3 за мај месец $\leq 2,0$, осим у Беранама, регистрована је на свим осталим станицама, а број екстремно сушних пролећа кретао се од 1 у Пљевљима до 8 у Крстацу и Велимљу. Детаљна анализа SPI3 за мај месец, у периоду 1951-2010., показала је да је пролеће 2003. најсушније или је у првих четири готово у свим посматраним местима. Осим 2003. године, пролећа 1952, 1953. и 1955. се, такође, карактеришу као екстремно сушна. Са друге стране, највлажнија пролећа регистрована су 1978. и 1962. године. Јако сушних пролећа (SPI3 од -1,99 до -1,50) није било једино у Крстацу, а на осталим станицама њихов број се кретао до 8 (Беране). У Пљевљима и Плаву вредност SPI3 за мај месец никада није била $\geq 2,0$, док је највише екстремно влажних пролећа регистровано у Будви (укупно 4).

У већини случајева је и тренд SPI за мај безначајан, као и за фебруар. Другим речима, значајни су само трендови чија је вредност изван опсега $\pm 0,15$ по декади ($\pm 15,0\%$ по декади). SPI1 за мај има негативан тренд на свим посматраним станицама. То другим речима значи да се сушност у овом месецу повећава, интензитетом од 2,2% (-0,02) по декади у Херцег Новом до 17,6% (-0,18) у Плаву. Осим у Плаву, тенденција смањења SPI1 је значајна и на Жабљаку. На свим осталим станицама промене су безначајне.

Међутим, тренд SPI3, који се односи на пролеће, има позитиван знак у већини места. Интензиварање сушности је присутно на приморју и локално у Крстацу и Плаву, док је у Пљевљима вредност тренд готово нула. У односу на остале временске јединице, опсег промена SPI3 је најмањи, од -0,10 у Херцег Новом до 0,10 за 10 година у Бијелом Пољу ($\pm 9,9\%$), односно на свим станицама тенденција је безначајна.

Када се посматра дужи период, који обухвата мај и претходних 5 месеци (SPI6 – зима+пролеће), поново доминира негативан тренд, али је значајан само у Крстацу и Плаву. У Подгорици се промене не уочавају, док је на 8 станица тренд SPI6 позитиван. Са друге стране, деветомесечни SPI за мај (SPI9 – јесен+зима+пролеће) има негативан тренд на 8 станица, у Котору је до треће децимале нула, а у осталим местима тенденција је позитивна. Интервал промена SPI9 се креће у границама $\pm 0,17$ по декади, а тренд је значајан на 6 станица: негативан у Улцињу, Бару, Будви и Грахову, а позитиван у Крстацу и Плаву. Највећи опсег тренда је SPI12 (мај-мај), од -0,21 (21,2%) у Крстацу до 0,8 (18,5%) по декади у Колашину. У Вирпазару и Плаву се промене не уочавају, док је готово на подједнаком броју станица тенденција позитивног (11), односно негативног (10) знака. Статистички значајно смањење SPI12 је добијено за Улцињ, Велимље и Крстац, а повећање за Колашин и Рожаје (табела 6.3)

Табела 6.3. Тренд SPI за мај у периоду 1951-2010. (SPI1 и SPI3), односно 1952-2010. (SPI6, SPI9 и SPI12)

Станица	Тренд (%/декади)				
	SPI1	SPI3	SPI6	SPI9	SPI12
Улцињ	-6,6	-1,3	-15,1	-15,7*	-21,0*
Бар	-4,1	-3,6	-6,9	-17,0*	-13,2
Будва	-5,8	-9,1	-10,6	-15,4*	-12,4
Тиват	-4,7	-8,0	-8,0	-1,1	-12,0
Котор	-2,6	-7,9	-5,3	0,0	-2,9
Х.Нови	-2,2	-9,9	-5,9	2,7	-1,7
Вирпазар	-4,0	4,2	-2,7	1,9	0,0
Голубовци	-3,5	5,6	-3,3	3,7	6,5
Подгорица	-3,4	6,7	0,2	-8,7	4,9
Даниловград	-2,9	2,6	-2,2	1,6	-9,4
Цетиње	-5,1	6,7	7,2	-9,2	2,0
Црквице	-3,2	0,7	-5,5	1,1	-9,6
Грахово	-6,3	6,5	-5,0	-16,5*	-1,3
Велимље	-7,8	3,9	-5,2	9,5	-15,7*
Никшић	-4,2	6,7	-1,1	-14,3	10,0
Крстац	-8,7	-7,3	-15,0*	15,1*	-21,2*
Колашин	-3,7	8,5	1,4	1,8	18,5*
Плав	-17,6*	-5,5	-17,9*	17,3*	0,0
Рожаје	-8,7	9,2	7,3	12,9	18,3*
Беране	-6,9	5,4	0,6	10,0	10,6
Б.Поље	-5,5	9,8	6,8	6,8	11,3
Жабљак	-17,2*	5,7	8,2	8,2	8,2
Пљевља	-3,3	-0,4	4,0	4,0	4,0

Значајност тренда на нивоу: * $\alpha = 0,05$ и + $\alpha = 0,10$

Упоређујући све обрађене временске јединице за посматрани 60-годишњи период, осим за SPI1, очигледно је да се ни код овог индекса не уочава једноличност у погледу знака тренда, јер постоје подручја и са позитивном и са негативном тенденцијом. Најинтензивније повећање сушности присутно је на примоју и у западном делу Црне Горе, дакле у крајевима који су најближи извору влаге. Идући ка североистоку земље, осим за SPI1 за мај, постоји тенденција

повећања влажности. Ово је још једна чињеница која иде у прилог тези да би промене падавинских прилика требало тражити у променама, пре свега, циркулације атмосфере.

6.5. SPI за лето – ЈЈА

У већем делу Црне Горе лето је падавинама најсиромашније доба године. На Медитерану и пределима са сличном климом, у човековој перцепцији суша се превасходно везује за лето. Ако се обистине пројекције IPCC, у региону Јужне Европе очекују се све сушнија лета, односно учесталије и интензивније суше.

Према вредностима SPI3 за август, екстремно сушних лета није било једино у Котору, Будви и Колашину, а у осталим местима се њихов број кретао до 6 (Голубовци). Јаких суша лети било је у свим местима, од једне у Голубовцима, Подгорици, Даниловграду и Плаву до 7 у Котору и Бијелом Пољу. Екстремно влажна лета су се ретко јављала у посматраном 60-годишњем периоду, највише у Улцињу, Вирпазару и Даниловграду (по 3), а 7 станица их није ни регистровало. На простору Цре Горе у целини су најјаче летње суше биле 1952. и 1990. године - у већини места припадају категорији екстремне и јаке суше. Лета су била веома сушна и током 1954, 1960, 2007, 2001, 2003. и 2000.

По правилу, ако је за дати месец, у овом случају август, вредност SPI1, SPI3 и дужих временских јединица (SPI6, SPI9, SPI12 итд) негативна, онда су и последице суше веће, јер се тада ради не само о метеоролошкој, већ и о пољопривредној и хидролошкој суши. За 1952. и 1990., али и 2000, 2003. и 2007. годину, вредности SPI6, SPI9 и SPI12 за август месец су у већини места сврстане у категорију екстремне и јаке суше, па се у овим случајевима не ради само о метеоролошкој и пољопривредној суши, односно може се закључити да је била изразита и хидролошка суша, што су потврдили подаци о водостају и протицају неколико хидролошких објеката на територији Црне Горе.

Као и за SPI1 за август, тако је и тренд SPI за лето (SPI3) безначајан на свим посматраним станицама. Опсег промена SPI3 се креће у интервалу $\pm 0,10$ по декади ($\pm 10\%$ по декади). Тренд шестомесечног SPI за овај месец (SPI6 август – пролеће+лето) има највећу позитивну вредност у Рожајама (0,15 или 14,8% по декади), а негативну у Крстацу (-0,014 или -13,8% по декади), а промене су значајне

само у ова два места. Крстац је једино место које бележи значајност SPI9 тренда (-16,7% по декади). И за август је, као и за мај, највећи опсег тренда SPI12, од -20,0% у Будви до 19,4% у Рожајама. Осим у Будви и Рожајама, 12-месечни тренд SPI је значајан и у Тивту и Крстацу, док је у осталим местима тенденција безначајна (табела 6.4).

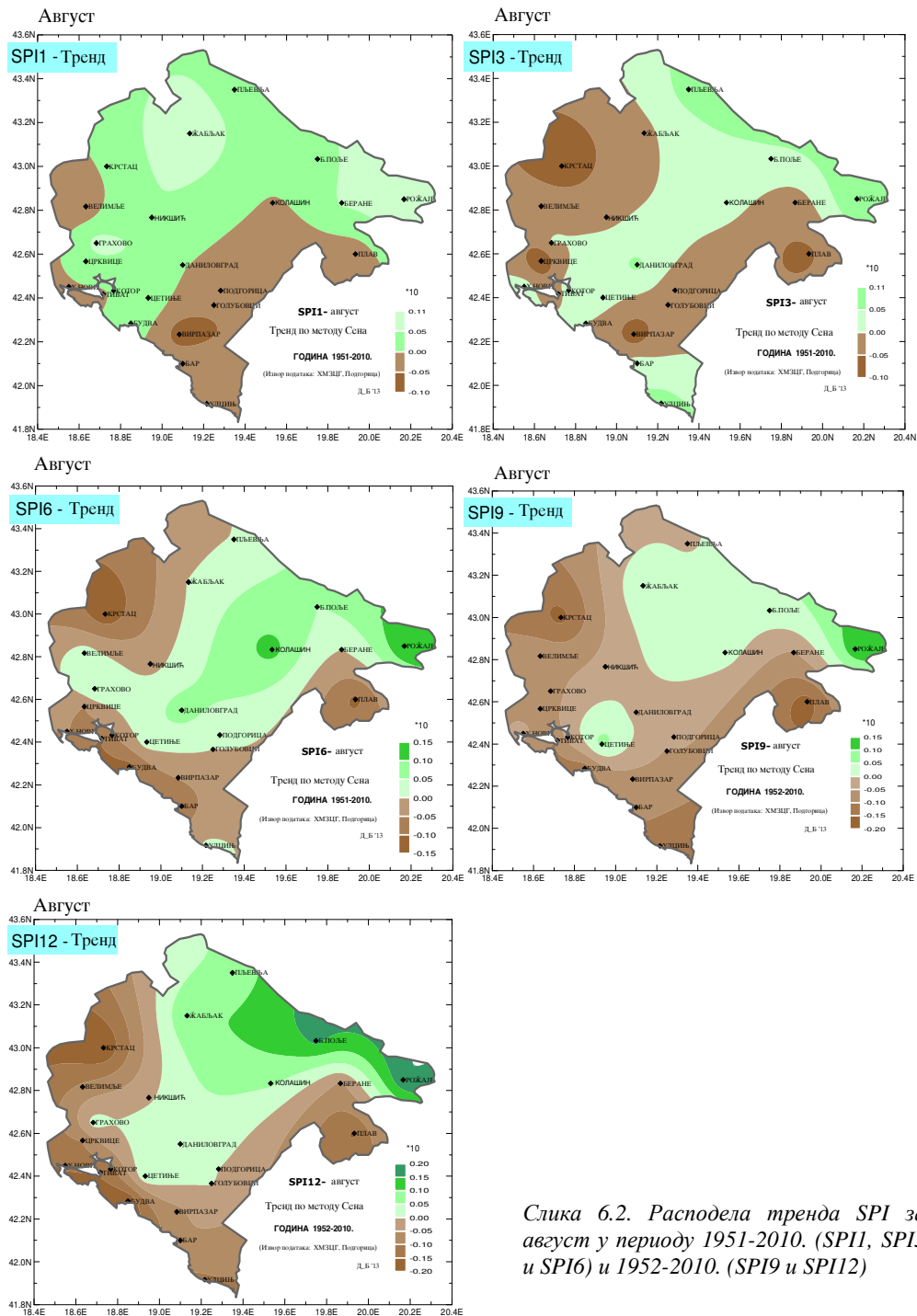
Табела 6.4. Тренд SPI за август у периоду 1951-2010. (SPI1, SPI3 и SPI6), односно 1952-2010. (SPI9 и SPI12)

Станица	Тренд (%/декали)				
	SPI1	SPI3	SPI6	SPI9	SPI12
Улцињ	-2,6	6,8	0,8	-13,1	-10,8
Бар	-0,9	2,3	-8,2	-8,0	-5,7
Будва	2,7	0,0	-11,8	-13,0	-20,0*
Тиват	-0,9	-2,3	-10,0	-10,2	-14,0*
Котор	1,6	3,9	-4,9	-2,8	-10,8
Х.Нови	-0,5	2,8	-4,7	-3,7	-14,1
Вирпазар	-7,6	-8,4	-4,8	-7,1	-6,5
Голубовци	-4,3	-2,2	0,0	-5,3	0,2
Подгорица	-3,6	-3,1	1,4	-2,5	0,0
Даниловград	0,4	6,0	6,7	-1,3	3,8
Цетиње	4,6	2,4	2,6	6,9	4,4
Црквице	2,2	-10,0	-5,0	-7,6	-9,7
Грахово	6,7	0,4	5,2	-6,7	1,8
Ведимље	-3,8	-2,0	2,7	-5,9	-8,9
Никшић	4,9	-1,9	-2,2	-3,1	-0,9
Крстац	1,1	-8,0	-13,8*	-16,7*	-20,0*
Колашин	-0,5	2,1	11,9	2,6	5,7
Плав	-3,0	-6,0	-11,1	-17,1	-15,5
Рожаје	10,8	10,4	14,8*	13,7	19,4*
Беране	5,5	-2,9	0,0	-5,4	-5,9
Б.Поље	2,6	4,0	5,0	2,4	16,4
Жабљак	8,7	-1,5	0,3	4,9	10,0
Пљевља	2,8	7,0	0,3	-1,0	6,2

Значајност тренда на нивоу: * $\alpha = 0,05$ и $\alpha = 0,10$

На слици 6.2 дата је просторна расподела тренда за овај месец, да би се видело да ли постоје одређене регионалне промене. Како је већ поменуто, падавине су један од најпроменљивијих елемената у времену и простору. За Црну Гору и генерално Медитеран, орографски ефекат и локална нестабилност (конвективне падавине) су значајне отежавајуће околности за доношење закључака о промени падавина током летње сезоне. Ипак, уопштено посматрано, могу се издвојити подручја са сличним променама, а то је благи тренд повећања интензитета сушности на приморју, крајњим западним и источним деловима земље. У североистоним и делимично централним крајевима Црне Горе нема ни говора о повећању интензитета летње аридности, напротив.

На приморју и у долинама Зете и Мораче аридна лета су уобичајена појава. Ипак, чињеница је да управо у овим крајевима постоји благо повећање сушности, што је у складу са моделима IPCC. Интензивирање летњих суша у овим крајевима требало би очекивати у последње три деценије, тј. у периоду за који IPCC и многи други тврде да постоји доминација антропогеног ефекта стаклене баште.



Слика 6.2. Распореда тренда SPI за август у периоду 1951-2010. (SPI1, SPI3 и SPI6) и 1952-2010. (SPI9 и SPI12)

Да би проверили претходно, прорачунат је тренд SPI за лето (SPI3-август) за последњи 30-годишњи период (1981-2010). Међутим, резултати показују (нису приказани) да у већини места постоји тренд повећања влажности у периоду 1981-2010. Повећање сушности у овом периоду присутно је на 8 станица, а значајно је само у Беранама.

6.6. SPI за јесен – СОН

На основу вредности SPI за јесен (SPI3 новембар), у посматраном 60-годишњем периоду, екстремна суша није регистрована једино у Улцињу и Бару. У свим осталим местима забележена је вредност SPI3 за новембар $\leq -2,00$, и то од 1 (Голубовци, Никшић, Плав и Бијело Поље) до 6 пута (Црквице). Екстремно влажних јесени није регистровало 5 станица: Грахово, Велимље, Даниловград, Жабљак и Пљевља. Највише екстремно влажних јесени забележено је у Будви, Тивту и Подгорици, по 4. На простору Црне Горе у целини, најсушније јесени биле су: 1953, 1986, 1994, 2006, 1983. и 1969. године, а највлажније: 1974, 1996. и 2010.

Као и за остале месеце са којим се завршавају претходне три сезоне, промене SPI за новембар, за све разматране периоде, безначајне су у већини места. Вредност тенденције SPI3, SPI6 и SPI9 је значајна само на 3 (Колашин, Рожаје и Бијело Поље), а SPI12 на 2 (Рожаје и Бијело Поље) станице. Треба истаћи да је у местима где постоји статистичка значајност промена, тенденција позитивног знака. Другим речима, тенденција повећања сушности за новембар и дуже временске јединице које се завршавају са овим месецом, занемарљива је у свим местима у којима је тренд негативног знака (табела 6.5).

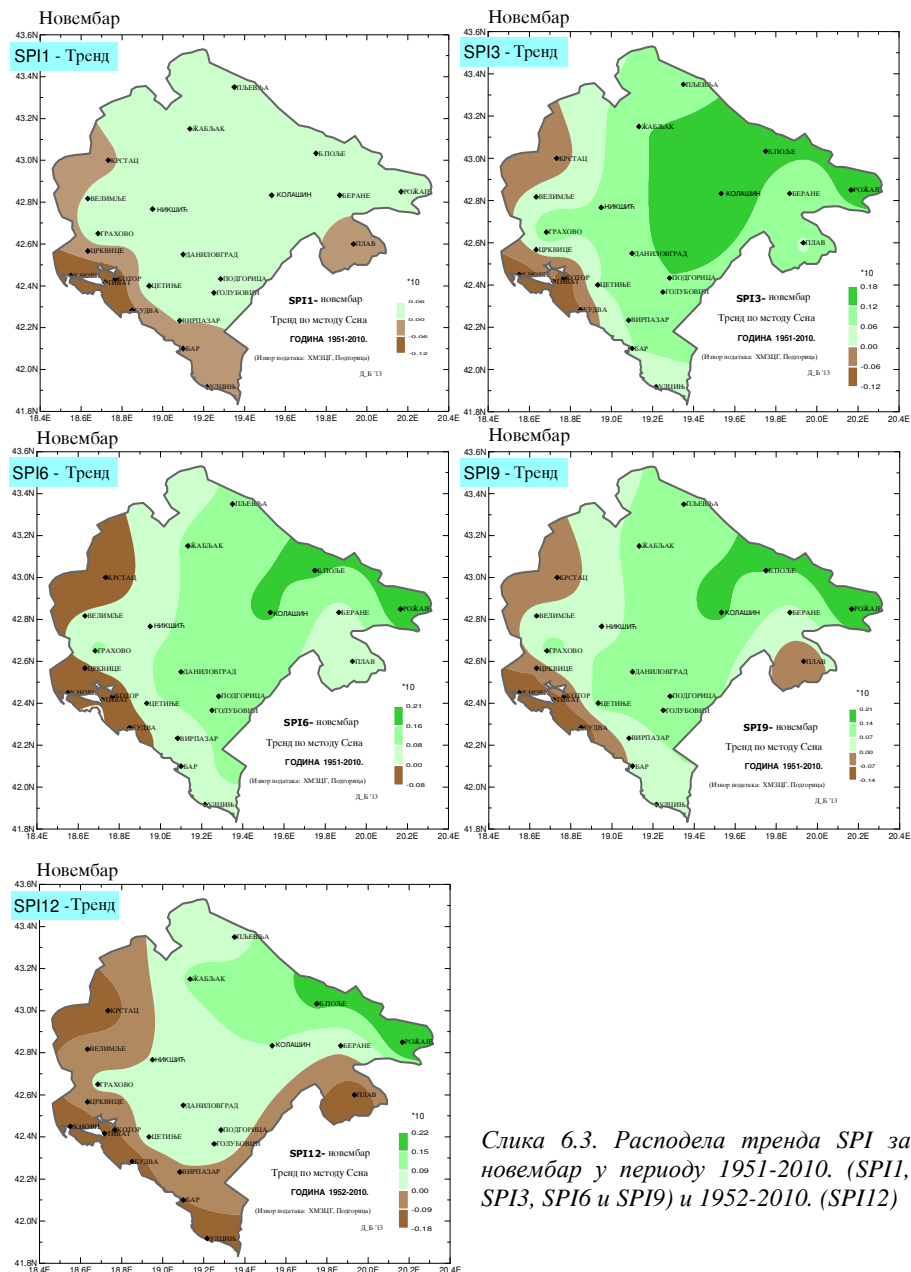
Табела 6.5. Тренд SPI за новембар у периоду 1951-2010. (SPI1, SPI3, SPI6 и SPI9), односно 1952-2010. (SPI12)

Станица	Тренд (%/декади)				
	SPI1	SPI3	SPI6	SPI9	SPI12
Улцињ	-2,9	3,0	7,0	6,5	-13,0
Бар	-5,8	5,8	6,8	0,7	-9,3
Будва	-7,6	-6,5	-6,0	-13,1	-17,2
Тиват	-10,7	-5,3	-7,6	-8,7	-12,0
Котор	-10,4	-10,0	-6,4	-6,3	-10,0
Х.Нови	-10,6	-10,1	-6,4	-10,0	-11,9
Вирпазар	0,6	7,0	2,6	2,1	-1,6
Голубовци	2,3	9,4	10,6	11,2	3,4
Подгорица	5,1	11,8	11,0	11,4	3,7
Даниловград	0,5	10,3	12,4	9,6	3,3
Цетиње	5,0	5,9	6,4	10,5	6,2
Црквице	-3,7	1,0	-3,4	-5,8	-7,4
Грахово	4,2	10,3	10,0	9,1	2,3
Велимље	0,4	1,6	0,9	2,0	-6,2
Никшић	1,7	6,8	4,5	4,2	0,5
Крстац	-0,8	-3,2	-5,9	-5,0	-13,5
Колашин	3,0	17,4*	16,7*	15,2*	9,0
Плав	-1,8	5,6	1,6	-5,9	-15,1
Рожаје	2,2	13,6*	20,7**	21,2**	21,3**
Беране	1,2	7,7	4,9	5,0	2,2
Б.Поље	3,8	14,7*	16,9*	14,2*	15,9*
Жабљак	6,3	11,5	9,5	10,6	10,7
Пљевља	4,1	9,0	9,0	9,2	6,4

Значајност тренда на нивоу: ** $\alpha = 0,01$, * $\alpha = 0,05$ и + $\alpha = 0,10$

Картографски прикази (слика 6.3) показују доминацију позитивног тренда током свих временских јединица и одређену законитост, али и извесни парадокс. Тенденција повећања сушности присутна је на приморју и у западним крајевима

Црне Горе, генерално. Од јужних и југоисточних крајева негативна тенденција SPI се смањује, а затим мења и знак и интензитет, тако да свереоисточни део бележи најинтензивније и статистички значајно повећање влажности (Рожаје, Бијело Поље и Колашин). Уједно, ово је и парадокс, јер је тенденција повећања сушности присутна у крајевима који су најближи извору влаге, док најинтензивнији позитиван тренд региструју места која су најудаљенија од Јадрана. И ова чињеница потврђује већ поменуто, а то је да би промене падавина у посматраном периоду требало тражити у променама, пре свега, циркулације атмосфере.



Слика 6.3. Расподела тренда SPI за новембар у периоду 1951-2010. (SPI1, SPI3, SPI6 и SPI9) и 1952-2010. (SPI12)

Закључујући сегмент анализе SPI за поједине сезоне и дуге временске јединице, може се констатовати да су промене у већини случајева безначајне. Када је зимска сезона у питању, не може се говорити о повећању интензитета сушности. Штавише, у последњем 30-годишњем периоду присутна је блага хумидизација зими. Тренд SPI3 за пролеће има позитиван знак у већини места, како у целом (1951-2010), тако и у другој половини посматраног периода (1981-2010). Такође је и тренд SPI за лето (SPI3) безначајан на свим посматраним станицама, а у последње три декаде у већини места постоји благо повећање влажности. Слични резултати су добијени и за јесењу сезону.

6.7. SPI за годину – Ј-Д

Анализа тренда сезонских услова влажности помоћу SPI, за период 1951-2010., показала је да су те промене углавном занемарљиве. У складу са претходним резултатима SPI, ни на годишњем нивоу не треба очекивати значајне промене у погледу тенденције овог индекса. Када је категоризација годишњих вредности SPI у питању (SPI12 за децембар), у периоду од 1951. до 2010. године, екстремне суше ($SPI_{12} \leq -2,00$) су регистроване на свим станице, од једне у Грахову, Пљевљима, на Жабљаку и Цетињу до 8 у Плаву. Јаке суше (SPI_{12} од -1,99 до -1,50) су такође регистроване у свим посматраним местима, а и граничне вредности броја честина су исте као и код претходне класе, од 1 у Вирпазару, Подгорици и Рожајама до 8 у Плаву. Ипак, у око 71,7% случајева годишње вредности SPI су се кретале у опсегу класе нормално (SPI_{12} од -0,99 до 0,99).

У већини случајева, најјаче и најпространије годишње суше на територији Црне Горе, током посматраног периода, забележене су: 1953, 1994, 1983. 1990. и 1975. године. Умерено до екстремно сушне су биле и 1992. и 1993. година, као и 2000. и 1961. Са друге стране, највлажније године током посматраног периода, биле су: 2010, 1979, 2009, 1996. и 2004. година.

У посматраном 60-годишњем периоду, тренд промена SPI1 и SPI3 је у већини места позитиван, али је безначајан на целој територији Црне Горе (табела 6.6). И трендови SPI6 и SPI9 су позитивног знака у већем делу Црне Горе - на 15, односно 14 од 23 станице. Статистички значајно повећање влажности у 9-

месечном периоду (SPI9) бележи Рожаје, а у 6-месечном и Бијело Поље, док у свим осталим местима вредност тенденције не задовољава услове МК теста.

Табела 6.6. Тренд SPI за децембар у периоду 1951-2010. (SPI1, SPI3, SPI6, SPI9 и SPI12)

Станица	Тренд (%/декади)				
	SPI1	SPI3	SPI6	SPI9	SPI12
Улцињ	1,5	-0,3	6,2	5,0	-10,0
Бар	2,3	-0,1	5,5	1,5	-8,4
Будва	0,6	-9,6	-8,2	-10,6	-18,3*
Тиват	2,5	-8,0	-6,4	-8,7	-16,8
Котор	8,5	-5,8	-7,6	-7,4	-14,7
Х.Нови	6,5	-7,4	-6,8	-6,2	-16,0
Вирпазар	-0,1	3,8	3,4	0,0	-2,3
Голубовци	5,8	3,2	7,9	8,1	0,8
Подгорица	3,4	4,9	8,9	7,8	1,2
Даниловград	3,3	3,5	11,4	11,6	2,9
Цетиње	10,2	10,8	13,4	11,1	3,9
Црквице	3,9	-1,2	0,5	-2,5	-10,0
Грахово	0,9	7,6	12,2	8,5	-1,4
Велимље	0,8	0,0	0,0	-1,0	-8,3
Никшић	0,0	4,1	7,9	5,6	-2,2
Крстац	-1,3	-1,7	-5,9	-5,1	-16,1*
Колашин	-0,9	7,1	14,9	16,2	7,6
Плав	-3,2	-4,0	-2,0	-9,1	-17,2
Рожаје	1,2	4,2	16,6*	15,8*	21,0*
Беране	-0,5	-0,4	6,0	4,5	2,2
Б.Поље	5,1	6,0	17,3*	14,7	12,8*
Жабљак	1,4	6,3	11,9	9,5	11,3
Пљевља	6,1	6,6	10,0	10,6	8,2

Значајност тренда на нивоу: ** $\alpha = 0,01$, * $\alpha = 0,05$ и $\alpha = 0,10$

Тренд годишњих вредности индекса влажности (SPI12) је негативног знака на 13 станица, а позитивног на 10, што значи да постоји доминација повећања интензитета годишње сушности на територији Црне Горе. Стопа тренда SPI12 за децембар месец се креће у интервалу од -0,18 (-18,3%) у Будви до 0,21 (21,0%) по декади у Рожајама. Осим у ова два места, статистичка значајност тренда SPI12 присутна је још само у Крстацу и Бијелом Пољу.

Подсетимо, за краће временске јединице (SPI1 и SPI3), вредност тенденције је безначајна у свим местима, а у дужим периодима, који обухватају децембар и претходних 5, 8 и 11 месеци (SPI6, SPI9, SPI12), сигнификантност тренда постоји на 1-4 станице.

Дакле, у периоду 1951-2010., очито је да ни на сезонском ни на годишњем нивоу, осим делимично на приморју и у западним крајевима, не постоји повећање интензитета суше на територији Црне Горе. Томе у прилог чињеница да је у последње 3 деценије готово у целој земљи присутно повећање влажности, што значи да се дефинитивно не може говорити о очекиваној тенденцији сушности ових предела.

7. МОГУЋИ УЗРОЦИ КОЛЕБАЊА ТЕМПЕРАТУРЕ И ПАДАВИНА

Последњих година се све више користе показатељи промене циркулације атмосфере да објасне део климатске варијабилности у различитим временским и просторним размерама. Основни разлог њиховог разматрања је покушај утврђивања разлике између природне и варијабилности климе која настаје као последица деловања човека (Sheridan and Lee, 2012).

С тим у вези, у овом делу рада је испитана веза 16 телеконекционих образаца са учесталостју екстремних температурних и падавинских догађаја (климатски индекси) на територији Црне Горе, за период 1951-2010. Разматрано је укупно 17 параметара температуре и падавина на сезонском, односно 20 на годишњем нивоу (табела 7.1). Повезаност између параметара температуре и падавина на територији Црне Горе и разматраних фактора, прорачуната је помоћу линеарне корелације (r), а значајност везе испитана је помоћу Студентовог теста, на нивоу од 90% и 95% (0,10 и 0,05). Веза је испитана за сваку станицу посебно. Међутим, ради рационализације, у прилозима су презентовани резултати само за осцилације са којима је добијена одређена веза са разматраним параметрима.

Табела 7.1. Параметри температуре и падавина коришћени за испитивање везе са телеконекционим образцима

Tsr	Средња температура	DD	Број сушних дана
Tnsr	Средња минимална температура	R75p	Број умерено влажних дана
Txsr	Средња максимална температура	R95p	Број врло влажних дана
FD	Број мразних дана	SR95pSR	Учешће интензивних падавина у укупној суми
Tn10p	Број хладних ноћи	R95pTOT	Просечни дневни интензитет у врло влажним данима
Tn90p	Број топлих ноћи	SDII	Просечни дневни интензитет падавина
Tx10p	Број хладних дана	SPI	Стандардизовани падавински индекс
Tx90p	Број топлих дана	TD*	Број тропских дана
SU	Број летњих дана	TR*	Број тропских ноћи
RR	Сума падавина	ID*	Број ледених дана

* Само на годишњем нивоу

Неке телеконекције су везане за површинску температуру појединих делова Светског мора или приземни притисак, а у новије време се све више разматрају и циркулационе промене на висини, углавном 500 милибарској површи. У складу са тим, за потребе овог рада сврстане су у приземне и висинске телеконекције. На крају овог уводног дела, треба истаћи да се појам осцилација²⁷ односи на промену интензитета и положаја поља ниског и високог притиска, углавном дефинисана индексом, тј. једним бројем, који представља дистрибуцију притиска или/и температуре на ширем подручју океана.

²⁷ <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/outreach/glossary.shtml#E>

7.1. Утицај приземних телеконекционих образаца

С обзиром на то да се подаци о телеконекцијама с времена на време ажурирају и коригују, односно чињенице да постоји мала разлика у вредностима за један исти показатељ, настојало се доћи до најновијих података. Списак коришћених приземних варијабли и извори са којих су подаци преузети дат је у табели 7.2.

Табела 7.2. Списак коришћених приземних варијабли

Назив варијабле	Извор	Параметар	Број елем.
Северноатлантска осцилација (NAO)	http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/nao/nao.dat	SLP	n=60
Атлантска мултидекадна осцилација (AMO)	http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/CORrelation/amon.us.data	°C	n=60
Арктичка осцилација (AO)	http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/daily_ao_index/monthly_ao_index.b50.current.ascii.table	SLP	n=60
Медитеранска осцилација (MO)	http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/moi/moi1.output.dat http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/moi/moi2.output.dat	SLP	n=52
Западномедитеранска осцилација (WeMO)	http://www.ub.edu/gc/Documentos/cv_joan_albert/wemoi.txt http://www.ub.edu/gc/Documentos/cv_joan_albert/wemoi_update.xls	SLP	n=59
Ел Нињо јужна осцилација (ENSO)	http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/ersst3b.nino.mth.81-10.ascii http://www.bom.gov.au/climate/current/soihtm1.shtml http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/soi/soi.dat http://www.esrl.noaa.gov/psd/enso/mei/table.html	°C SLP SLP	n=60

Последња корекција за већи број показатеља разматраних фактора извршена је у јануару 2011. и у већини случајева су аномалије дате у односу на период 1981-2010. године²⁸. Исти извор истиче да ће се следећа исправка података десити тек 2021. године.

7.1.1. Северноатлантска осцилација – NAO-SLP

Северноатлантска осцилација (NAO – North Atlantic Oscillation) се најчешће дефинише као разлика у ваздушном притиску на нивоу мора између суптропских области високог притиска изнад Азорских острва и субполарних области ниског притиска изнад Исланда (Hurrell and Van Loon, 1997). Разлика у притиску између ова два баријачка центра је сасвим уобичајена, али има периода када је интензивнија, углавном током зимских месеци.

Wallace and Gutzler (1981) истичу да се утицај NAO на временске услове у Европи и деловима Северне Америке најјаче манифестује управо у зимској сезони. Међутим, истраживања Barnston and Livezey (1987) указују да се сигнал NAO запажа у свим годишњим добима, као и то да се, после ENSO, ради о једној од

²⁸ <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/>

најзначајнијих телеконекција, односно модификатора глобалне климе. Hurrell (1995) сматра да је доминација позитивне фазе NAO у периоду 1985-1995., битно допринела зимским топлијим условима широм Европе и хладнијим у северозападном Атлантику. Даље истиче да су велике промене од 1980. године, које се огледају у дефициту падавина у Јужној Европи и Медитерану, односно влажнијим условима у Северној Европи, повезане са променама NAO. Hurrell and Van Loon (1997) су утврдили да између падавина и NAO над Северном Европом доминира позитивна корелација, а над Јужном Европом негативна.

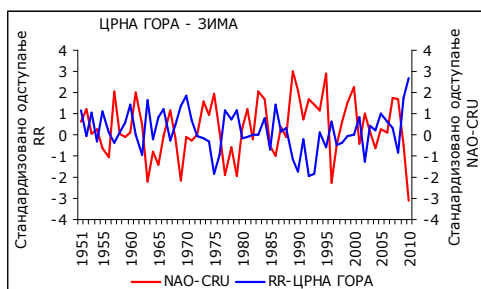
Показатељ ове појаве је NAO индекс, а у зависности од интензитета разлике у притиску може бити позитиван или негативан. Током позитивних фаза NAO индекса (јак антициклон и дубок циклон), западни ветрови су јачи и богатији воденом паром, а зиме у Северној Европи топлије и влажније, док је у Јужној Европи хладније и мање падавина него уобичајено. Са друге стране, негативна фаза NAO индекса је у вези са хладнијим зимама дуж Северне Европе и топлијим и влажнијим условима у Јужној Европи (Lockwood et al., 2010).

За рачунање NAO индекса са севера се користе подаци метеоролошке станице Стикисхолмур (близу Рејкјавика на Исланду), а на југу Понт Делгада (Азори), Лисабона (Португал) или Гибралтара. Међутим, Jones et al. (1997) истичу да избор јужне тачке утиче на вредност NAO индекса. За редукцију ваздушног притиска до 1821. године, поменути аутори су користили податке из Рејкјавика и Гибралтара. Вредности NAO индекса, коришћеног у овом раду, а које су добијене као разлика у притиску измеђе две поменуте станице, стандардизоване су у односу на период 1964-1995.

Механизам настанка ове појаве се различито тумачи. Поједини аутори сматрају да је NAO проузрокован природним факторима, док други пак истичу да постоји антропогени утицаји на ову појаву (пораст концентрације CO₂). Међутим, извесно је да се не ради само о атмосферској појави, већ о интеракцијском деловању система океан-атмосфера (Hurrell and Van Loon, 1997).

Сматра се да је постојала веза између изузетно негативне фазе NAO и хладне зиме 2009/2010. у Европи, која је у Британији оцењена као једна од најхладнијих у претходне 3 деценије (Lockwood et al., 2010). Ипак, зимска хладноћа 2009/10. последица комбинованог утицаја ENSO и NAO (Osborn, 2011).

Не само да је у зиму те 2010. године била изузетно негативна фаза NAO, већ је индекс овог фактора имао највишу апсолутну вредност (одступање -3,1) од 1823. до 2012. Управо је зима 2010. на територији Црне Горе била падавинама најбогатија у периоду инструменталних осматрања. Штавише, на слици 7.1 се уочава да постоји јасна антифазна синхроност између зимских вредности NAO индекса и сума падавина на територији Црне Горе у целини. Ово је први показатељ да NAO има утицаја на падавинске прилике.



Слика 7.1. Стандардизована одступања зимских сума падавина на територији Црне Горе и NAO индекса (SLP) за период 1951-2010.

Позивајући се на многе научнике, Trigo et al. (2002) истичу да је NAO један од главних образаца атмосферске варијабилности над северном хемисфером. Naylock and Goodess (2004) су анализирали екстремне падавине на основу података са 347 метеоролошких станица широм Европе. Аутори су утврдили да у зимској сезони, за период 1958-2000., постоји веза између максималног броја узастопно сувих дана (CDD) и броја врло влажних дана (R95p) са NAO.

С обзиром на то да на климу Црне Горе посредно у знатној мери утичу или могу утицати, промене температуре и притиска над Атлантиком, простом корелацијом смо покушали да проверимо да ли, осим са зимским сумама падавина (RR), између NAO и температурних и падавинских прилика на овом простору постоје неке везе. Анализа указује да је најзначајнија веза са параметрима падавина за зимску сезону, што је било и за очекивати, јер се утицај NAO најбоље детектује управо у овом годишњем добу. Наиме, од 8 разматраних параметара падавина за зимску сезону, чак 6 показују значајну корелацију са NAO индексом, а најбоља је веза са сумама падавина (RR), бројем сушних дана (DD), бројем умерено влажних дана (R75p) и стандардизованим падавинским индексом (SPI3 за фебруар). Ова 4 параметра показују значајност везе са NAO индексом на свим

посматраним станицама, и то на нивоу од 0,01 вероватноће ризика прихватања хипотезе²⁹. Када је температура ваздуха у питању, значајна веза, углавном на 99% нивоу поверења, добијана је са зимским бројем топлих ноћи (Tn90p), а на северу земље и са бројем мразних дана (FD).

Веза између NAO индекса и већине параметара температуре за летњу сезону (Tsr, Txsr, Tnsr, Tn90p, Tx90p и SU), статистички је значајна, на северу углавном на 99% нивоу поверења, а у јужним и централним крајевима на 95%. Дакле, јачи је сигнал летњих параметара температуре са овим показатељом на северу него на југу Црне Горе. Од параметара падавина за јесењу сезону, значајну везу показује број сушних дана (DD) и стандардизовани падавински индекс (SPI3), док је слабија са сумама и бројем умерено влажних дана (RR и R75p), али ипак у већини места сигнификантна. На годишњем нивоу, на око 50% посматраних станица, углавном у северним и централним деловима земље, постоји значајна повезаност NAO и Tnsr, Tn90p и FD. Са друге стране, од 10 посматраних годишњих параметара падавина, готово на свим станицама је значајна веза између NAO индекса и RR, DD, R75p и SPI12.

У складу са резултатима на станичном нивоу су и прорачуни за Црну Гору у целини. За већи број разматраних зимских и годишњих параметара падавина, као и летњих температуре, добијена је значајна веза са NAO индексом: RR, DD, R75p, R95p, SDII и SPI (табела 7.3).

Табела 7.3. Матрица корелација између NAO- SLP индекса и параметара температуре и падавина на сезонском и годишњем нивоу на територији Црне Горе у целини, за период 1951-2010.

NAO (SLP)					
Параметар	Зима	Пролеће	Лето	Јесен	Година
Tsr	-0,10	0,11	-0,39	0,03	-0,17
Tnsr	-0,25	0,10	-0,39	-0,13	-0,29
Txsr	0,24	0,11	-0,35	0,17	-0,01
FD	0,37	-0,11	/	0,19	0,32
Tn10p	0,04	-0,02	0,29	-0,02	0,06
Tn90p	-0,46	0,16	-0,37	-0,19	-0,32
Tx10p	-0,20	-0,05	0,25	-0,14	-0,13
Tx90p	0,24	0,17	-0,35	0,06	-0,12
SU	/	-0,03	-0,35	0,26	-0,09
RR	-0,66	-0,15	0,05	-0,37	-0,56
DD	0,60	0,26	-0,09	0,41	0,48
R75p	-0,66	-0,11	0,03	-0,34	-0,53
R95p	-0,50	0,03	0,04	-0,28	-0,41
ΣR95pΣR	-0,08	0,16	-0,07	0,09	-0,15
R95pTOT	-0,28	0,09	-0,02	-0,22	-0,11
SDII	-0,39	0,06	-0,06	-0,12	-0,40
SPI	-0,63	-0,13	0,05	-0,38	-0,54
Статистичка значајност за $\alpha = 0,05$					
Статистичка значајност за $\alpha = 0,01$					

²⁹ Резултати корелације за сваку станицу дати су у прилогу.

Корелациона анализа је показала да постоји релативно јака веза између NAO индекса и параметара падавина за зимску сезону и средње зимске температуре. За летњу и јесењу сезону, као и на годишњем нивоу, добијен је бољи сигнал са параметрима температуре него падавина. Дакле, очигледно је да Северноатлантска осцилација има утицаја на међугодишње варијације, пре свега зимских и годишњих падавина, али делимично и на тренд компоненту.

7.1.2. Атлантска мултидекадна осцилација – АМО

Атлантска мултидекадна (вишедеценијска) осцилација или скаћено АМО (АМО - Atlantic multidecadal oscillation), представља природно варирање површинске температуре воде северног Атлантика, а самим тим и циркулационе промене, како у океану тако и у атмосфери. Ова океанска компонента поремећаја система океан-атмосфера има јак утицај на температуру у северном делу Атлантског басена, тј. на простору Европе и Северне Америке (Wang et al., 2008).

Питање узрока настанка АМО и механизма преношења утицаја још увек није решено, али се вероватно веза између метеоролошких елемената и ове појаве остварује посредно - преко атмосферске циркулације.

Schlesinger and Ramankutty (1994) су међу првима указали да промене површинске температуре воде у Северном Атлантику имају утицаја чак и на глобалну температуру. Они су утврдили да се у колебању глобалне температуре могу издвојити циклуси који трају 65-70. година. На крају закључују да су ови циклуси у вези са 50-88. годишњим осцилацијама површинске температуре воде у северном делу Атлантског океана, односно са АМО. На основу историјских записа, применом спектралне анализе, аутори сматрају да се ове осцилације могу предвидети, а тиме и варијабилност система океан-атмосфера.

Топла фаза АМО, осим што доводи до више температуре ваздуха од уобичајене, у неким областима узрокује чешће и дуготрајније суше, као нпр. у Југозападном и региону Средњег Запада у САД (McCabe et al., 2004). И Biondi et al. (1997) сматрају да АМО, али и PDO (Пацифичка декадна осцилација), има утицај на температуру ваздуха у вишим ширинама, као и на глобалном нивоу.

Delworth and Mann (2000) истичу да је АМО природна осцилаторна појава која подразумева промену површинске температуре воде (у даљем тексту SST - Sea

Surface Temperature) у северном Атлантику, односно да није у вези са антропогеним утицајем. Аутори наглашавају да је просечно трајање циклуса око 70 година, а топле и хладне фазе од 20 до 40 година.

Утврђено је да постоји веза између АМО и тропских олуја на југоистоку SAD. Историјски записи указују да су се велики атлантски урагани чешће јављали за време натпросечене површинске температуре воде у Северном Атлантику, тј. током топлих фаза АМО, које иначе дуже трају, него за време хладних (Goldenberg et al., 2001; Trenberth and Shea, 2006; Wang et al., 2008).

За време топле (позитивне) фазе АМО, летње кише су испод просека у већем делу САД, док је количина падавина повећана у региону Сахела у Африци у поменутом годишњем добу. Ова фаза АМО условљава вишу летњу температуру на истоку САД и у Централној Европи (Goldenberg et al., 2001; Enfield et al., 2001).

Compo and Sardeshmukh (2009) наводе да: „Постоје докази да је пораст глобалне температуре ваздуха током последњих деценија у великој мери узрокован загревањем океана, пре него као директан одговор повећања ефекта стаклене баште (GHG) над Земљом?. Симулациони модели IPCC подцењују природну декадну варијабилност SST”.

АМО се односи и на варијацију океанске циркулације, која укључује кретање топле површинске воде из екваторијалних ка северним ширинама Атлантика, њено хлађење на том путу и тоњење у дубљим слојевима (део термохалинске циркулације). За време топле фазе АМО, термохалинска циркулација је бржа, односно већа количина екваторијалних вода се креће ка вишим географским ширинама Атлантика. Хладна фаза АМО успорава термохалинску циркулацију, па је спорији прилив топлих екваторијалних вода у вишим географским ширинама Северног Атлантика³⁰.

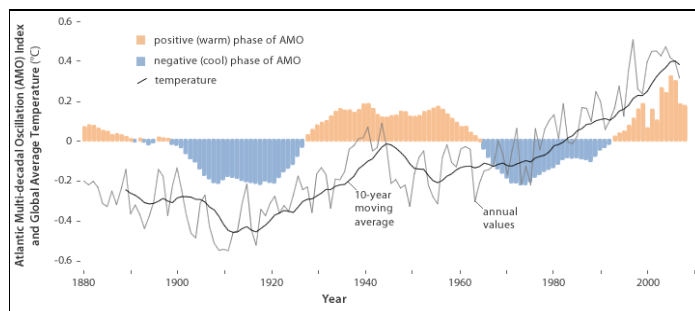
Henk et al. (2006) су доказали постојање израженог сигнала АМО на промене површинске температуре воде у поларним ширинама Атлантика. И други истраживачи су утврдили да постоји јака веза између АМО и температуре воде и ваздуха поларног Атлантика (Levitus et al., 2009; Chylek et al., 2009).

Ова појава би у великој мери могла да објасни смањење леденог покривача и интензивнији пораст температуре ваздуха у области Арктика, али и неке

³⁰ http://pubs.usgs.gov/circ/1306/pdf/c1306_ch2_a.pdf

нелогичности тренда глобалне температуре. Наиме, у индустријском периоду постоји континуиран пораст атмосферске концентрације CO_2 , док се то не уочава код глобалне температуре ваздуха. Према IPCC (2007), у периоду од 1850. до почетка 20. века глобална температура не показује значајну промену. Између 1910. и почетка 1940-их година постоји тренд пораста температуре, а након тога пада све до средине 1970-их година. Од тада глобална температура поново расте.

Недостатак директне везе између концентрације гасова стаклене баште и глобалне температуре почетком 20. века, може се објаснити релативно малом антропогеном емисијом гасова стаклене баште. Поставља се питање: зашто се око 3 деценије после Другог светског рата не уочава пораст температуре, када је антропогена продукција CO_2 и других гасова стаклене баште била изразита. Или, да ли АМО може објаснити стагнацију температуре од почетка 1940-их до средине 1970-их година, јер је управо тада АМО индекс имао негативан тренд, а затим позитиван, као и глобална температура. У сваком случају, потребна су даља истраживања која ће показати да ли је паралелизам између глобалне температуре и АМО фаза (слика 7.2) случајан или не.



Слика 7.2. Вредности глобалне температуре и АМО индекса у периоду од 1880. до 2008. године (<http://www.climate.gov/search?search=amo>)

Према вредностима АМО индекса, од средине 1990-их година почела је топла фаза. АМО је био прилично висок 1998. (после јаког Ел Нињо догађаја), затим 2004. и 2005., односно у годинама наглог пораста атлантских олуја на југоистоку САД (урагани Денис, Катрина, Рита, Вилма). Високе вредности АМО индекс бележи и 2003, 2006-2008. и 2010. Све поменуте године (1998, 2004, 2005, 2003...) припадају самом врху низа најтоплијих на планети у инструменталном периоду.

У научној јавности присутне су сумње да АЕСБ има утицаја на АМО. У контексту објашњења повећања атлантских олуја на југоистоку САД у првој деценији 21. века, Enfield and Cid-Serrano (2010) се позивају на неколико студија у којима се каже да на ову осцилацију и ураганску активност утицаја има и АЕСБ. Са друге стране, у прилог тези да се ради о природној појави су и палеоклиматске анализе, базиране на годовима дрвећа и леденој кори, које показују да су се осцилације сличне онима у инструменталном периоду дешавале и током најмање претходних 1000 година (Delworth and Mann, 2000).

У сваком случају, треба увек имати на уму да су све појаве на нашој планети међусобно повезане и условљене. Зато је и истраживачка делатност све више усмерена на стварање реалног компјутерског модела, који би повезао глобалне океанске и атмосферске појаве и тиме омогућио предвиђање климатских колебања.

Показатељ колебања Атлантске вишедеценијске осцилације је АМО индекс. Овај индекс се дефинише као стандардизовано одступање просечне површинске температуре воде Атлантика између екватора и 75°N у односу на базни период 1951-2000. године³¹. Позитивне вредности овог индикатора указују на топлу фазу АМО, а негативна одступања на хладну.

Прорачуни коефицијената корелације за Црну Гору, дали су статистички значајне резултате са готово свим разматраним параметрима температуре за летњу сезону и на годишњем нивоу, и то углавном на нивоу поверења од 99%. За период од 1951. до 2010. године, готово на свим посматраним станицама је значајна веза између летњих вредности АМО индекса и T_{sr} , T_{nsr} , T_{xsr} , T_{n90p} , T_{x90p} , SU и T_{n10p} . За ове параметре температуре су добијени слични квалитативни резултати и на годишњем нивоу. Готово на свим станицама постоји добра веза и са годишњим бројем тропских дана (TD), затим у централним и северним крајевима са годишњим бројем мразних дана (FD), а на југу земље и са годишњим бројем тропских ноћи (TR).

Од осталих временских јединица, једино је за јесењу сезону добијена значајнија веза између АМО индекса и параметара температуре ваздуха, и то са: T_{n90p} , T_{nsr} и углавном на северу земље са T_{sr} и FD. Међутим, када су у питању

³¹ http://gcmd.nasa.gov/records/GCMD_NOAA_NWS_CPC_AMO.html

промене разматраних параметара падавина на територији Црне Горе, прорачуни не показују значајност везе са АМО индексом и дали су релативно ниске корелације, како на сезонском тако и годишњем нивоу.

Сходно претходним резултатима су и прорачуни за територију Црне Горе у целини. За летњу сезону и на годишњем нивоу готово сви параметри температуре показују значајну корелацију са АМО, а за јесењу Tsr, Tnsr, FD и Tn90p (табела 7.4). Осим са FD, Tn10p и Tx10p, са осталим параметрима температуре веза је директна, што је и логично. На пример, повећање АМО индекса условљава повећање броја топлих дана и ноћи (Tx90p и Tn90p).

Табела 7.4. Матрица корелација између АМО индекса и параметара температуре и падавина на сезонском и годишњем нивоу на територији Црне Горе у целини, за период 1951-2010.

АМО					
Параметар	Зима	Пролеће	Лето	Јесен	Година
Tsr	0,07	0,04	0,53	0,29	0,55
Tnsr	0,07	0,05	0,52	0,38	0,51
Txsr	-0,07	0,01	0,44	0,09	0,37
FD	-0,13	0,06	/	-0,32	-0,34
Tn10p	0,09	0,18	-0,37	-0,20	-0,19
Tn90p	0,23	0,28	0,55	0,52	0,64
Tx10p	0,21	0,12	-0,25	-0,01	-0,12
Tx90p	0,15	0,13	0,50	0,21	0,48
SU	/	0,14	0,44	0,00	0,38
RR	0,22	0,02	-0,08	0,09	0,18
DD	-0,19	0,05	0,16	-0,16	-0,10
R75p	0,22	0,11	-0,07	0,08	0,20
R95p	0,00	-0,05	-0,03	0,00	0,03
ΣR95pΣR	-0,22	-0,07	0,15	0,11	-0,12
R95pГОТ	-0,04	0,02	0,10	-0,06	-0,01
SDII	0,17	0,07	0,10	-0,08	0,19
SPI	0,21	-0,02	-0,09	0,06	0,12
Статистичка значајност за $\alpha = 0,05$					
Статистичка значајност за $\alpha = 0,01$					

Да постоји јача стохастичка веза између температуре и АМО, говори и знак корелације. Наиме, тренд АМО индекса за зимску и пролећну сезону је готово раван нули, док јесење вредности показују благу тенденцију пораста. Најизразитији је тренд пораста летњих вредности АМО индекса (пораст површинске температуре воде северног Атлантика), а нешто је мања позитивна тенденција на годишњем нивоу. Управо је и најјача веза између АМО индекса и параметара температуре за летњу сезону и на годишњем нивоу.

Другим речима, како за ове две временске јединице (у лето и на годишњем нивоу) и донекле у јесен, постоји тренд пораста АМО индекса у посматраном 60-годишњем периоду, било је за очекивати да „топли” показатељи температуре расту, а „хладни” опадају. Зато је присутна антифазна синхроност између АМО и

хладних индекса (FD, Tn10p и Tx10p), док је са осталим параметрима температуре са којима је добијена значајна веза, корелација директна (фазна синхроност).

Прорачини показују да је присутан јак сигнал АМО и на глобалну температуру ваздуха, посебно у последњем 30-годишњем периоду (1981-2010). Коефицијенти корелације између различитих низова глобалних података су знатно већи него за Црну Гору. За период 1951-2008., коефицијент корелације између глобалне температуре по GHCN и HadCRUT3 подацима³² и АМО индекса износи 0,56, односно 0,53. Одступања глобалне температуре NASAGISS мреже, која су дата у односу на период 1951-1980., доступна су и за 2009. и 2010. Корелација између овог низа (NASAGISS)³³ и АМО индекса, за период 1951-2010., износи 0,55. За период 1981-2008. (GHCN и HadCRUT3), односно 1981-2010. (NASAGISS), вредности коефицијената корелације износе 0,89, 0,95 и 0,90. И за дужи и за краћи период веза је значајна на 99% нивоу поверења. Тренд пораста АМО индекса и приземне глобалне средње годишње температуре је значајан на свим нивоима ризика прихватања хипотезе.

Корелација АМО индекса са температуром је испитана и за северну хемисферу. У овом случају је веза јача него на глобалном нивоу, што је и логично, јер је ова појава везана за Северноатлантски регион. За период 1951-2010., вредности r између АМО и температуре за северну хемисферу, по NASAGISS³⁴ подацима, износи 0,68, а за период 1981-2010. корелација је 0,91. Веза је испитана и са висинском температуром, по подацима MSU мреже (у првих 8 km тропосфере)³⁵, за северну хемисферу, а за период 1981-2009. Вредност коефицијента корелације износи 0,92. Јасну фазну синхроност између промене АМО и приземне и висинске температуре за северну хемисферу показује графички прилог (слика 7.3). Статистички значајан део колебања средње годишње приземне и висинске температуре изнад северне хемисфере се може објаснити променама АМО индекса. Дакле, јасна фазна синхроност, сигнификантни коефицијент корелације, вредност коефицијента детерминације (око 83%) и приближно исти нагиби тренда, несумњиво показују да постоји веза између температуре и АМО, и то не само за северну хемисферу већ и на глобалном нивоу. На основу добијених

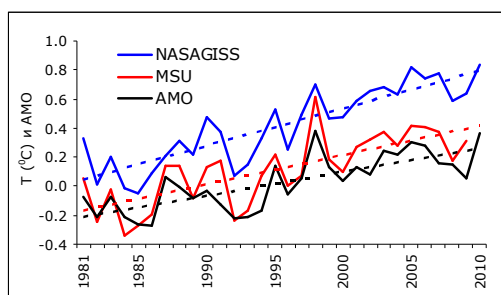
³² <http://www.co2science.org/data/temperatures/text.php?f=QRSwevS21379540274324>

³³ <http://www.co2science.org/data/temperatures/text.php?f=EpfmoIT1379541339698>

³⁴ <http://www.co2science.org/data/temperatures/text.php?f=aEZN6FiQ1379545970498>

³⁵ <http://www.co2science.org/data/temperatures/text.php?f=hL8vrT2U1379544695097>

результата, могло би се закључити да ова осцилација има утицаја и на дугопериодичну компоненту, тј тренд.



Слика 7.3. Промене приземне (NASAGISS) и висинске температуре (MSU) изнад северне хемисфере у целини, односно АМО индекса за период 1981-2010.

Основни показатељ глобалног загревања је пораст температуре ваздуха током 20. века, а нарочито од касних 1970-их година. Foster and Rahmstorf (2011) су анализирали промене глобалне температуре, користећи податке са 3 приземне мреже (NASA/GISS, NOAA/NCDC и HadCRU) и две висинске (RSS и UAHMSU), за период 1979-2010. Свих 5 скупова података су показали да постоји тренд пораста температуре, како приземне тако и висинске. Стопа глобалног загревања у периоду 1979-2010. је, како истичу поменути аутори, доминантно под антропогеним утицајем. По њиховом мишљењу, пораст концентрације стакленичких гасова утиче на тренд компоненту, док су међугодишње варијације температуре детерминисане природним факторима.

Међутим, Tung and Zhou (2013) истичу да природни фактори имају утицаја и на дугопериодичну компоненту, пре свега АМО. Користећи вишеструку линеарну регресиону анализу, њихова истраживања показују да чак и у индустријском периоду АМО може у значајној мери објаснити епизоде загревања и хлађења. Ова дуготрајна вишедеценијска варијабилност није случајна, што потврђују реконструисани подаци за претходна три и по века. У корист доминације природних фактора на колебање данашње климе су и истраживања Muller et al. (2013). Разматрајући и утицај АМО на глобалну температуру, аутори закључују да варијабилност термохалинске циркулације има већу улогу него што се раније мислило и то би модели требало да узму у обзир.

Очигледно да постоје контрадикторности у вези утицаја природних и антропогених фактора на климу (Lean and Rind, 2008). Енергетски утицај

појединих фактора се разликује просторно и временски. Додатну компликацију процене појединих утицаја на температуру, падавине и друге елементе, представља *feedback effect* (повратна спрега), као и чињеница да готово и не постоји линеарна зависност између варијабли (климатских елеманата и појединих фактора). Мишљења смо да је погрешна сумња да АМО није узрок (једним делом), него последица загревања на Земљи. Ако је заиста тако, онда би требало очекивати да постоји одређено кашњење вредности АМО индекса у односу на глобалну температуру, али тај померај није уочен.

На основу резултата добијених у овом раду, сасвим оправдано се може констатовати да је АМО имала утицај на температурне прилике на територији Црне Горе. Такође, прорачуни су показали да постоји јак сигнал Атлантске мултидекадне осцилације на глобалну и температуру ваздуха изнад северне хемисфере, како у приземљу тако и у првих 8 km тропосфере.

7.1.3. Арктичка осцилација – АО

Арктичка осцилација (АО - Arctic Oscillation) представља разлику у ваздушном притиску на нивоу мора између Арктичког и појаса 37-45⁰N. Истраживања показују да АО има утицаја на облачност и радијациони биланс атмосфере. NAO и АО се убрајају у најзначајније факторе варијабилности климе за простор северне хемисфере (Thompson and Wallace, 1998; Miller et al., 2003). Ова осцилација се протеже кроз тропосферу, а од јануара до марта навише и у стратосферу, што значи да постоји веза између АО индекса у зимском периоду и структуре атмосфере на 500-mb геопотенцијалној висини (Wu et al., 2006).

Постоје и супротна мишљења. Наиме, тропосфера утиче на стратосферу преко Розбијевих таласа. Али, концепт по којем стратосфера утиче на тропосферу мање је познат. У појединим радовима се истиче да колебања у стратосферском поларном вртлогу индиректно утичу на тропосферу, ширењем тропосферних планетарних таласа, којима се остварује механизам повратне спреге (Kodera and Kuroda, 2005). Истражујући утицај форсирања стратосфере на климу приземних слојева, Black (2012) је установио да су током Арктичке осцилације климатска колебања под директним утицајем промена интензитета поларног вртлога стратосфере. Thompson and Wallace (1998), такође истичу да стратосфера има

утицаја на промене времена у приземном слоју ваздуха. По њиховом мишљењу, могло би се рећи да је NAO релативно идентичан појам са АО. Cohen and Barlow (2005) су утврдили да су NAO и АО тесно повезани у зимској сезони за период 1950-2004. (1949/50-2003/04). За последњих 16 година посматраног периода, аутори су добила јаку негативну везу између пораста снежног покривача на Евроазијском копну и пада АО и NAO индекса. И други тврде да је NAO уствари део Арктичке осцилације: „NAO и АО су различити начини да се опише исти феномен” (Forster et al. 2010).

На јужној хемисфери се овај облик варијабилности означава као Антарктичка осцилација (ААО). Baldwin and Dunkerton (2001) наглашавају да је вртложни прстен око Јужног пола пространији и јачи. То објашњавају чињеницом да на северној хемисфери постоје велике копнене масе, које не дозвољавају да се поларни ваздушни прстен прошири и ојача као у области Антарктика.

Када је ваздушни притисак виши од нормалног изнад Арктика, а нижи него обично изнад умерених ширина северне хемисфере, тада је АО у негативној фази. За време позитивног режима је супротно. Фазе могу трајати од једног дана па до више месеци. У суштини, АО се односи на јаке ветрове (млазне струје?), који круже око Арктика. Када су јаки, што се карактерише као позитивна фаза АО, хладан ваздух се не спушта у ниже ширине, па се ваздушне струје несметано крећу преко САД са запада према истоку, доносећи релативно благ пацифички ваздух. У таквим условима, када се поларни ваздушни прстен задржава у арктичком региону, зиме су у Северној Америци, Скандинавији и Сибиру топлије и влажније, а у медитеранској Европи и Блиском Истоку владају суви, односно тзв. фенски услови. У супротном случају (негативна фаза), када јаки арктички ветрови ослабе, хладан ваздух се спушта јужно према САД и скреће ваздушне масе према југу, због чега настају снежне олује на североистоку земље (Forster et al., 2010).

Током прве 4 деценије посматраног 60-годишњег периода, на годишњем нивоу и у зимској сезони, доминирала је негативна фаза АО, а од краја 1980-их година позитивна. На месечном нивоу, највиша вредност АО индекса регистрована је јануара 1993. године (3,5), а најнижа фебруар 2010, (-4,3), док је рекордна зимска негативна фаза забележена 2010. Управо је ова година на територији Црне Горе била екстремна по многим падавинским параметрима.

Резултати корелације за Црну Гору су показали да постоји најбоља и значајна веза између ове појаве и параметара падавина за зимску сезону и на годишњем нивоу. За период од 1951. до 2010. године, вредности коефицијената корелације за зимску сезону између АО индекса и RR, DD, R75p и SPI3 за фебруар, значајне су на највишем нивоу поверења (99%) на свим станицама. За период 1951-2010., коефицијенти корелације између 4 поменута зимска параметра (RR, DD, R75p и SPI) и АО индекса крећу се у просеку 0,75-0,78.

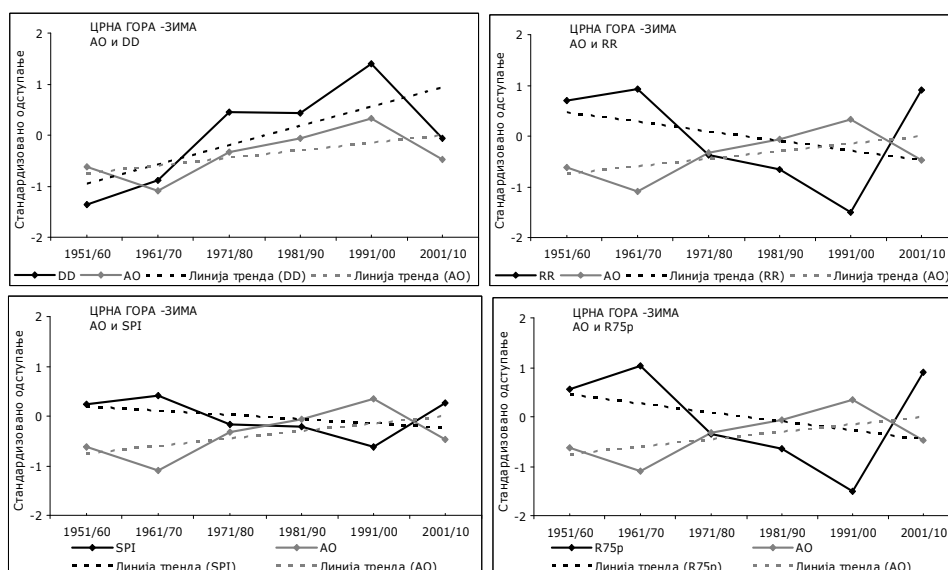
Када су у питању годишње вредности 4 поменута параметра падавина, само 3-5 од 23 станице не показују значајност или је она присутна на nižем прагу (0,05). Иако су вредности коефицијената корелације нешто мање, готово у свим посматраним местима је значајна веза на 99% нивоу поверења и са зимским Tn90p и FD, као и са Tnsr. За пролећну сезону доминација значајности везе постоји са Tsr и Tnsr, као и са Tx10p и Tx90p, односно са сумама падавина и бројем сушних дана (RR и DD). Јесење вредности RR, DD, R75p и SPI3 показују добру корелацију са АО индексом. Нешто је слабија веза са SU и Tx90p за јесењу сезону, али ипак у већем делу Црне Горе значајна на 95% нивоу поверења, док је са осталим параметрима безначајна. У складу са станичним су и резултати за територију Црне Горе у целини (табела 7.5).

Табела 7.5. Матрица корелација између АО индекса и параметара температуре и падавина на сезонском и годишњем нивоу на територији Црне Горе у целини, за период 1951-2010.

АО					
Параметар	Зима	Пролеће	Лето	Јесен	Година
Tsr	-0.21	0.40	-0.11	-0.06	0.02
Tnsr	-0.37	0.32	0.00	-0.22	-0.09
Txsr	0.21	0.46	-0.11	0.25	0.31
FD	0.50	-0.24	/	0.31	0.29
Tn10p	0.16	-0.29	0.07	0.18	-0.08
Tn90p	-0.46	0.32	0.03	-0.12	-0.06
Tx10p	-0.16	-0.38	0.15	-0.08	-0.30
Tx90p	0.27	0.40	-0.08	0.36	0.25
SU	/	0.16	-0.13	0.33	0.12
RR	-0.77	-0.32	0.10	-0.43	-0.69
DD	0.78	0.35	-0.23	0.49	0.63
R75p	-0.75	-0.36	0.12	-0.40	-0.69
R95p	-0.53	-0.09	0.04	-0.31	-0.42
$\Sigma R95p \Sigma R$	0.04	0.13	-0.09	-0.23	-0.05
R95pTOT	-0.30	0.04	0.02	-0.22	-0.02
SDII	-0.36	-0.11	-0.10	-0.10	-0.47
SPI	-0.75	-0.31	0.13	-0.42	-0.66
	Статистичка значајност за $\alpha = 0,05$				
	Статистичка значајност за $\alpha = 0,01$				

Како се ради о просторно удаљеној појави и могућег преклапања бројних климатских фактора, ради очигледности, односно учачавања јасног сигнала везе са

параметрима падавина за зимску сезону, прорачунате су декадне вредности за територију Црне Горе у целини. Добијени резултати за 4 параметра падавина приказани су на слици 7.4. На графиконима се јасно уочава да постоји индиректна веза између декадних вредности АО индекса и RR, R75p и SPI3. Са бројем сушних дана присутна је фазна синхроност (позитивна корелација). Осим тога, на графиконима се издваја декада 1991-2000., која је у просеку имала најмањи број умерено влажних дана (R75p), била најсиромашнија падавинама (RR), што потврђује и SPI за ову сезону, док је декадни број сушних дана (DD) највећи у овом 10-годишњем периоду од 1951. до 2010. године.



Слика 7.4. Међудекадне промене Арктичке осцилације (АО) и сума падавина (RR), броја сушних дана (DD), умерено влажних дана (R75p) и стандардизованог падавинског индекса (SPI3) за зимску сезону на територији Црне Горе у целини за период 1951-2010.

У овој декади (1991-2000) су и вредности АО, али NAO индекса, као доминантних мода колебања падавина у Европи, односно северној хемисфери, биле највише. Са друге стране, најниже вредности АО индекс бележи у декади 1961-1970., што се такође подудара са просечним зимским вредностима разматраних параметара падавина у Црној Гори. Такође се може уочити и приближно исти нагиб тренда. Неслагање се једино примећује између декадних вредности АО и броја сушних дана (DD) почетком периода (1951-1960), док за осталих 5 декада постоји паралелизам.

Јасно је да промене циркулације атмосфере у великој мери утичу на међугодишње варијације падавинских прилика на територији Црне Горе током

зимске сезоне, али и на годишњем нивоу. У прилог претходној констатацији је и чињеница да је најнижа вредност зимског и годишњег АО индекса била 2010. године, а тада су забележени апсолутни максимуми SPI, сума падавина (RR), броја умерено влажних дана (R75p), односно минимуми броја сушних дана (DD) у већини места на територији Црне Горе. Не само апсолутни, већ се и секундарни екстремни АО и параметара падавина веома добро подударају.

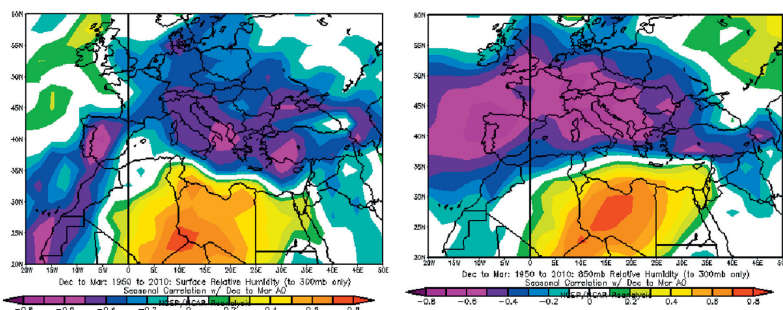
До сличних резултата су дошли и Јовановић et al. (2008) за простор Србије. Они су анализирали дневне вредности падавина на простору Србије и Арктичке осцилације у периоду од 1951. до 2003. и добили су јаку везу за зимску сезону. Нарочито су високе корелације добили за простор Војводине. Аутори су утврдили да и NAO има снажан утицај на режим падавина у Србији, посебно током зиме.

Higgins et al. (2002) су добили јаку везу између АО и колебања средње зимске температуре на простору САД, за период 1950-1999. И Hansen et al. (2010) су утврдили високу корелацију између АО индекса и зимске температуре ваздуха у Европи (0,62), док је за исто годишње доба веза слабија за простор САД (0,41), али ипак значајна. Аутори истичу да су последње две зиме (2009. и 2010) у САД и Европи биле хладније од просека периода 1951-1980, а то објашњавају негативном АО фазом, када је висок притисак у области Арктика, односно продором хладног ваздуха из поларних у средњим ширинама (Hansen et al., 2010).

Треба поменути најновије и врло интересантне резултате до којих су дошли Givati and Rosenfeld (2013). Њихова анализа била је фокусирана на испитивање везе између АО и падавина у зимским месецима (децембар-март) на територији Израела, за период 1950-2009. Утврдили су да тренд повећања АО условљава мање падавина на северу земље (негативна веза), док су за јужни део Израела добили позитивну корелацију. Дакле, аутори истичу да је Израел прелазна зона између позитивне и негативне корелације АО и зимских сума падавина, али и влажности ваздуха у приземљу и на 850 mb површи, као и енергије нестабилности (CAPE).

На основу резултата презентованим у раду поменутих аутора, могло би се закључити следеће. Тренд повећања АО индекса током зимског периода, у Северном Медитерану, региону коме припада и Црна Гора, условљава тенденцију смањења релативне влажности ваздуха (слика 7.5) и енергије нестабилности, а последица тога је мања количина падавина од уобичајене у овом годишњем добу,

генерално. На југу Медитерана је супротно. Са картографских прилога се може видети да је најјача негативна корелација између влаге и АО, као и највеће смањење енергије нестабилности, присутно у делу Медитерана коме припада Црна Гора.



Слика 7.5. Корелација између релативне влажности (RH) и АО индекса за зимски период (децембар-март) у приземљу (лево) и на 850 mb површии (десно) у периоду 1951-2010. (Givati and Rosenfeld, 2013)

Да подсетимо, у периоду од 1951. до 2010. године, на територији Црне Горе су зимске суме падавина имале безначајну тенденцију смањења, а претходно поменуто указује да је АО највероватније имала утицаја и на тренд компоненту. У појединим местима је са неколико зимских параметра падавина (RR, DD, R75p и SPI) добијена корелација и до 0,81 (Прилог, табела 8), што несумњиво показује да се ради о значајнијем модификатору климе на овим просторима.

7.1.4. Медитеранска осцилација – МО

Подручје Ђеновског залива и западни део Средоземног мора је познато по живој циклонској активности, нарочито у хладнијем делу године. Лети је Средоземље под утицајем Азорског антициклона, који условљава дуготрајнију стабилност атмосфере (Бурић и др., 2007).

Медитеран није само подручје преко кога се крећу циклони са запада ка истоку, генерално, већ је познато и по једном од најпознатијих циклогенеза у Европи (Ђеновски залив). Чадеж (1964) истиче да Ђеновске депресије припадају групи орографских, јер се формирају под утицајем Алпа.

Ђеновски циклон се не задржава дуго, мада се доста брзо формира, али и изчезава. Када је он активан, падавине у Црној Гори не трају дуго, 1 до 3 дана, али су интензивније. За време активирања „Ђенове” на територији Црне Горе дувају

ветрови јужног и југоисточног смера, некада и веома јаки, зависно од дубине циклона, односно гридијента притиска. Осим Лигурског мора и Ђеновског залива, као значајне циклогенетске области издвајају се Северни (Ријечки и Тршћански залив) и Јужни Јадран, као и Тиренско и Егејско море (Бурић и др., 2007).

Sušelj and Bergan (2006) истичу да постоје докази да НАО снажно утиче на медитеранску климу, али да није доминантан образац циркулације у овом региону. По њиховом мишљењу, регионална циркулација, названа Медитеранском (МО), има јак утицај на временске прилике у басену Медитерана, нарочито током зиме.

Показатељ ове осцилације је МО индекс (МОИ), добијен на основу разлике у приземном притиску између западних и источних делова Медитерана. Позитивна фаза МО је у вези са антициклоналним условима у Западном Медитерану и ниским притиском у источном делу. Генерално, тада су у целом басену падавине испод просека. Изузетак је једино приморје Леванта и јужни део Егејског мора. Супротно је за време негативног режима МО. Тада је центар депресије обично близу Британских острва и северно од Пиринејског полуострва или је Западни Медитеран под утицајем баричке депресије са северозапада. У таквим условима влажна и нестабилна ваздушна маса са запада или југозапада доноси велике падавине у западном делу овог басена, посебно на наветреним странама орографских увизишења (Dünkeloh and Jacobeit, 2003).

Дакле, негативна фаза МО, која укључује и циклогенезу у Ђеновском заливу, доноси надпросечне падавине Црној Гори, посебно приморској и централној регији. На основу претходно реченог, очигледно је да циркулација ваздуха изнад Средоземног мора има значајан утицај на време и климу у Црној Гори.

МО индекс се дефинише као стандардизована разлика у притиску на нивоу мора између једне станице на западу и друге на истоку Медитерана. Показатељ разлике притиска између Алжира (36,4°N и 3,1°E) и Каира (30,1°N и 31,4°E) је МОИ-1, а између Гибралтара (36,1°N и 5,3°W) и аеродрома Лод у Израелу (32,0°N, 34,5°E) МОИ-2. Месечни подаци су доступни за период 1958-2000., а дневни од 1958. до 2010. године. С обзиром на то да су дневни подаци поузданији³⁶, они су коришћени за добијање месечних, односно сезонских и

³⁶ <http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/moi/>

годишњих вредности, а веза са параметрима темперетатуре и падавина у Црној Гори испитана је са оба индекса (MOI-1 и MOI-2).

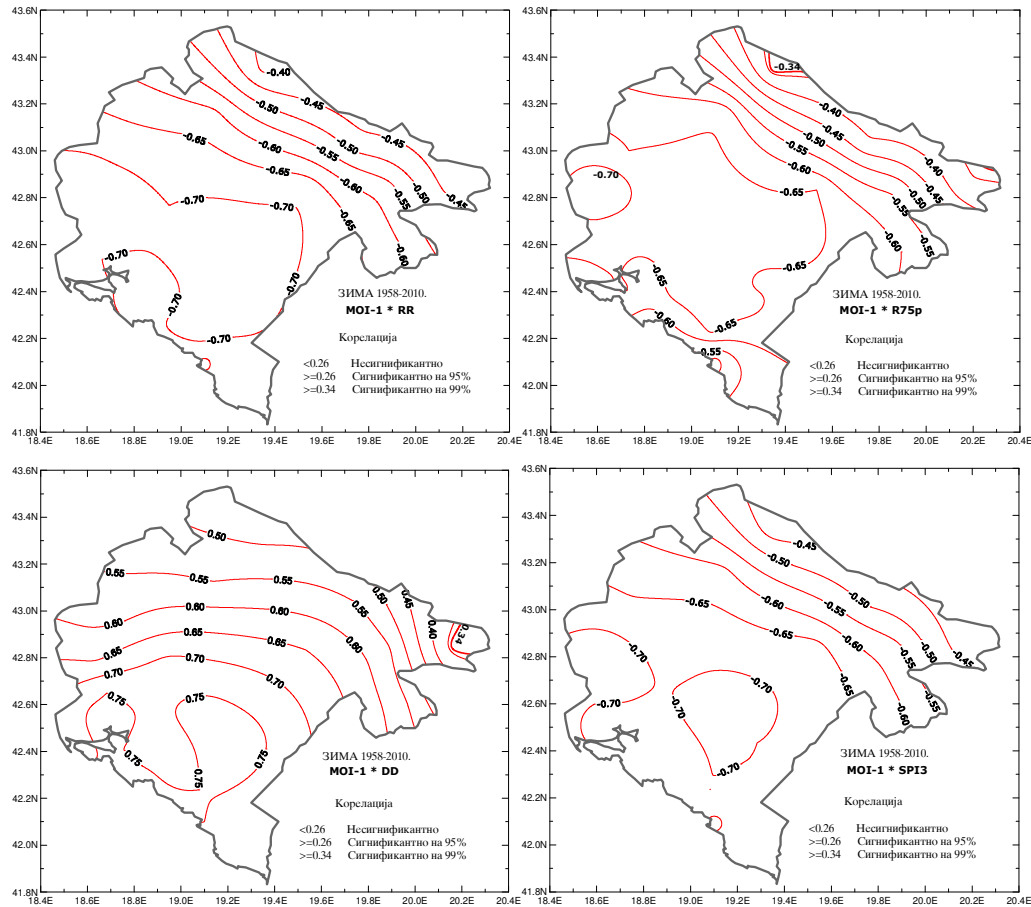
Истражујући промене падавина у Италији у другој половини 20. века, Brunetti et al. (2002), као један од показатеља промене циркулације атмосфере, користе разлику између стандардизованих аномалија притиска Марсеја и Јерусалима, дефинишујући је као Медитерански циркулациони индекс (MCI - Mediterranean circulation index). Дакле, очигледно је да и за ову осцилацију постоји неколико показатеља.

На територији Црне Горе, са MOI-1 је најбоља веза добијена са параметрима падавина за зимску сезону, као и са АО и NAO индексом. У суштини, у квалитативном смислу добијени су врло слични резултати као и са NAO индексом. То је у складу са високим коефицијентом корелације између NAO и MOI, што значи да ове две појаве, како истичу Krichak and Alpert (2005a,b), нису независне.

Од 8 разматраних параметара падавина за зимску сезону, чак 6 је показало значајну корелацију са MOI-1. Вредности коефицијената корелације између MOI-1 и RR, DD, R75p и SPI3 за зимску сезону, значајне су на 99% нивоу поверења. Једино је у Рожајама и Пљевљима са зимским бројем сушних дана (DD), односно зимским бројем умерено влажних дана (R75p), веза значајна на 95% нивоу (слика 7.6). У већини места је веза значајна и са зимским бројем врло влажних дана (R95p) и просечним дневним интензитетом у овом годишњем добу (SDII), и то углавном на 99%, односно 95% нивоу. Готово сви параметри падавина показују бољу везу са MOI-1 дуж приморја и у централној регији, а идући ка североистоку и северу земље сигнал слаби, али је и даље углавном значајан.

Веза са параметрима температуре за зимску сезону је боља него са NAO. Готово на свим станицама је веза значајна на 99% нивоу поверења између зимских вредности MOI-1 и Tn90p, Tnsr и FD, а у већини места и са Tsr. За пролећну сезону је веза значајна једино са DD, и то на 14 од 23 станице. Иако слабија, у летњој сезони постоји веза са RR, DD, R75p и SPI, углавном на 95% нивоу поверења, пре свега у јужном и централном делу земље. Од јесењих параметара температуре и падавина у већини места је веза са MOI-1 значајна са: Tnsr, FD (осим на приморју), на северу са Tsr и Tn90p, а у јужним и централним пределима са DD, RR и SPI.

На годишњем нивоу, од параметара температуре једино број мразних дана (FD) у већини места у северним и централним пределима показује значајност везе са MOI-1. Са друге стране, годишњи параметри падавина показују бољу везу са Медитеранском осцилацијом него температуре ваздуха, нарочито приморска и централна регија, што је и логично, а вредности коефицијената корелације су значајни за RR, DD, R75p и SPI12, углавном на 99% нивоу поверења.



Слика 7.6. Изокорелате између зимских вредности индекса Медитеранске осцилације (MOI-1) и параметара падавина (зимских сума –RR, броја умерено влажних дана – R75p, броја сушних дана – DD и стандардизованог падавинског индекса – SPI3) на територији Црне Горе за период 1958-2010.

Готово идентични квалитативни резултати корелације су добијени и са MOI-2. У квантитативном смислу, углавном је нешто боља веза са MOI-1. Изузетак су једино параметри падавина за летњу сезону, који показују бољи сигнал са MOI-2.

У складу са станичним су и резултати за Црну Гору у целини. Најбоља је веза са параметрима температуре и падавина за зимску сезону. Вредности

коэффицијената корелације MOI-1 са зимским сумама падавина (RR), затим бројем сушних дана (DD), умерено влажних дана (R75p) и стандардизованим падавинским индексом (SPI3) крећу су од 0,71 до 0,75 (табела 7.6). Веза са летњим параметрима падавина и броја хладних дана (Tx109) за ово годишње доба, боља је са MOI-2 него са MOI-1.

Табела 7.6. Матрица корелација између MOI-1 (горњи део табеле), односно MOI-2 (доњи део табеле) индекса и параметара температуре и падавина на сезонском и годишњем нивоу на територији Црне Горе у целини, за период 1958-2010.

Параметар	MOI-1				
	Зима	Пролеће	Лето	Јесен	Година
Tsr	-0,37	-0,05	0,15	-0,25	0,01
Tnsr	-0,50	-0,09	0,01	-0,31	-0,16
Txsr	0,04	0,01	0,21	-0,05	0,18
FD	0,61	0,15	/	0,41	0,36
Tn10p	0,28	0,15	0,14	0,09	-0,04
Tn90p	-0,64	0,01	0,08	-0,28	-0,10
Tx10p	0,02	0,05	-0,13	0,04	-0,20
Tx90p	0,19	0,10	0,20	-0,06	0,14
SU	/	0,07	0,19	0,15	0,24
RR	-0,75	-0,13	-0,35	-0,29	-0,52
DD	0,73	0,34	0,35	0,34	0,51
R75p	-0,73	-0,08	-0,33	-0,24	-0,46
R95p	-0,53	0,08	-0,29	-0,14	-0,33
ΣR95pΣR	-0,08	0,22	-0,21	0,03	-0,05
R95pTOT	-0,35	0,10	-0,29	-0,14	0,01
SDII	-0,42	0,20	-0,24	-0,02	-0,26
SPI	-0,71	-0,16	-0,34	-0,29	-0,49
Параметар	MOI-2				
	Зима	Пролеће	Лето	Јесен	Година
Tsr	-0,25	0,09	0,15	-0,08	0,06
Tnsr	-0,35	0,10	-0,08	-0,11	-0,11
Txsr	0,04	0,08	0,21	0,00	0,15
FD	0,43	-0,09	/	0,18	0,18
Tn10p	0,14	-0,06	0,12	-0,05	-0,12
Tn90p	-0,53	0,09	-0,07	-0,13	-0,13
Tx10p	-0,02	-0,08	-0,36	-0,02	-0,22
Tx90p	0,14	0,12	0,08	-0,07	0,07
SU	/	0,04	0,22	0,15	0,20
RR	-0,60	0,00	-0,51	-0,13	-0,50
DD	0,52	0,14	0,51	0,15	0,41
R75p	-0,59	0,03	-0,49	-0,08	-0,41
R95p	-0,42	0,09	-0,45	-0,11	-0,43
ΣR95pΣR	-0,06	0,11	-0,33	0,01	-0,25
R95pTOT	-0,24	-0,01	-0,42	-0,12	-0,24
SDII	-0,37	0,15	-0,33	-0,01	-0,35
SPI	-0,52	-0,04	-0,51	-0,14	-0,47
	Статистичка значајност за $\alpha = 0,05$				
	Статистичка значајност за $\alpha = 0,01$				

Прорачуни корелације несумњиво показују да Медитеранска осцилација има јак сигнал са температурним и нарочито падавинским параметрима за зимску сезону. Осим на крајњем северу и североистоку Црне Горе, у осталим местима је добра веза и са неколико годишњих показатеља падавина (RR, DD, SPI и R75p). Треба истаћи да су оба индекса (MOI-1 и MOI-2) имали највећу вредност 2010. године (-1,03 и -1,01), када је у већини места у Црној Гори забележена рекордна сума падавина, SPI и броја умерено влажних дана (R75p) за ово годишње доба.

Истражујући утицај расподеле ваздушног притиска, односно циркулације атмосфере, Maheras and Kutiel (1999) истичу да клацкалица између Источног и Западног Медитерана, названа Медитеранском (МО), условљава да су повољни услови за високу температуру у западном делу, повезани са неповољним у источном делу овог басена, и обратно. На крају закључују да су високе температуре у свим годишњим добима, углавном повезане са струјањима из јужног квадранта, која доносе топле ваздушне масе претежно из северне Африке. На Балкану су високе температуре повезане и са западном зоналном циркулацијом.

Резултати до којих су дошли Dünkeloh and Jacobeit (2003) указују да су АО и NAO снажно повезани са зимским временским условима на северној хемисфери. Они истичу, али и други (Brunetti et al., 2002; Sušelj and Bergan, 2006; Angulo-Martínez and Beguería, 2012), да је Медитеранска осцилација (МО) повезана са претходно поменутиим телеконекцијама, као и то да је најважнији регионални фактор ниске фреквенције (дугопериодични фактор), који утиче на падавинске прилике у Медитерану. Осим тога, Supić et al. (2004) су добили јаку корелацију између МО и температуре, салинитета и густине вода Северног Јадрана.

Feidas et al. (2007) су утврдили да је у Грчкој, у периоду 1955-2001, почетна година силазног тренда годишњих и зимских сума падавина 1984. Најбољу везу су добили између NAO и зимских, летњих и годишњих сума падавина. Такође, значајан део варијабилности годишњих и летњих падавина у овој земљи објашњава и МОИ и МСИ.

7.1.5. Западномедитеранска осцилација – WeMO

У климатском погледу, Медитеран је прелазно подручје између умерено влажних средњих географских ширина и сувог предела који је под утицајем антициклона суптропског појаса. Изнад овог басена постоји сезонски режим циркулације, условљавајући кишовите зиме и сува лета. Међутим, Медитерански басен је морфолошки веома сложен. На северу су три велика полуострва са дугим и високим планинским венцима, од Атлантика је готово изолован, а на југу су пустињски предели. Ова рељефна разноликост итекао има утицаја на циркулацију ваздуха, узрокујући разлику не само у количини већ и режиму падавина у појединим деловима басена.

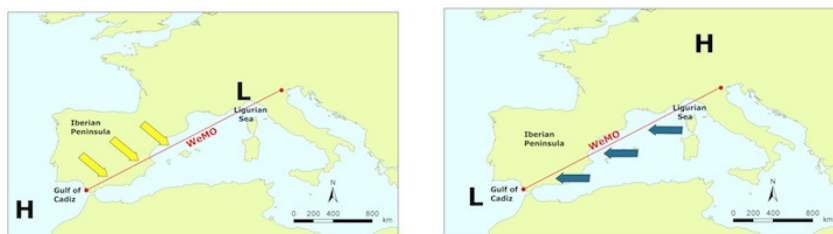
Претходно два разматрана индекса (MOI-1 и MOI-2) су дефинисана тако да покажу динамику атмосфере изнад целог Медитеранског басена. Такође је указано да Северноатлантска осцилација (NAO) има утицаја на време и климу већег дела Европе, посебно на варијабилност зимских падавина.

Истраживања су показала да NAO нема значајнији утицај на колебање падавина у источном делу Пиринејског полуострва. Примера ради, Martin-Vide and Lopez-Bustins (2006) наводе да је источна фасада Пиринејског полуострва, која се налази у заветрини Атлантског утицаја, најкишовитија током јесени, затим пролећа, док је зима релативно сува, односно мало богатија падавина од лета. Овакав плувиометријски режим (максимуми падавина у прелазна годишња доба, а минимуми током зиме и лета) се разликује од типичног медитеранског.

Научници Лабораторије за Климатологију Универзитета у Барселони су покушали да утврди узроке обилних падавина и суша, односно изражених међугодишњих колебања падавина у овом делу Медитерана. Резултати до којих су дошли показали су да осцилација атмосфере у западном делу Медитерана у значајној мери објашњава варијабилност падавина дуж источне Шпаније (на подручју Каталоније, Валенсије, Мурсије, Гранаде, али и залива Кадиз). С тим у вези, дефинисали су регионалну телеконекцију, коју су назвали Западномедитеранска осцилација (WeMO - Western Mediterranean Oscillation). Предложено је да се индекс ове осцилације рачуна на основу разлике у притиску на нивоу мора између Падаове на северу Италије ($45^{\circ}24'N, 11^{\circ}47'E$) и Сан Фернанда на обали залива Кадиз ($36^{\circ}17'N, 6^{\circ}07'W$). Ова два подручја су изабрана због изражене барометарске варијабилности. На северу Италије та варијабилност је последица преплитања утицаја антициклона из Централне Европе и познате циклогенезе у Лигурском мору (Ђеновски залив) или депресија које долазе у ове пределе. Са друге стране, Кадиски залив на југузападу Пиринејског полуострва је често под утицајем Азорског антициклона, а познат је и као циклогенетско подручје (Martin-Vide and Lopez-Bustins, 2006).

Дакле, WeMO дефинише синоптичке прилике у оквиру Западног Медитерана. Подаци за WeMO индекс су дати у виду разлике стандардизованих одступања приземног притиска у односу на базни период 1961-1990. За време позитивне фазе WeMO, дуж медитеранске обале Шпаније лети је топлије, а зими

хладније, али је у оба случаја време без или са мало падавина, јер дува сув северозападни ветар са копна. Током негативне фазе расподела притиска је супротна, условљавајући и другачије време. У овој фази дува влажан источни ветар, доносећи велике падавине источној фасади Пиринејског полуострва, посебно дуж Валенсијског залива (слика 7.7).



Слика 7.7. Позитивна (лево) и негативна (десно) фаза WeMO
(<http://atomiumculture.eu/content/unknown-western-mediterranean-oscillation>)

Најкишовитији месец на источној обали Пиринејског полуострва (октобар) поклапа се са најнижом вредношћу WeMO индекса у просечној години. Осим тога, анализа дневних подата за другу половину 20. века, показала је да су се најекстремније бујичне епизоде у Каталонији, током којих је регистровано и преко 200 mm падавина на дан, много чешће јављале у првој половини октобра, баш када је и вредност индекса нижа него у другој половини овог месеца³⁷.

Angulo-Martínez and Beguería (2012) су испитивали утицај међугодишњих варијабилности дневних падавина на ерозију земљишта у североисточној Шпанији (Каталонија, Арагоонија, Навара и Баскија) у периоду од 1955. до 2006. године. Резултати истраживања су показали да је ерозивна моћ падавина јача за време негативне фазе NAO, MO и WeMO, а слабија током позитивног режима три поменуте телеконекције. Просторно, MO има најшири утицај на пасматраном подручју, док је најјача веза добијена између јесењих и зимских падавина и WeMO, посебно око делте Ебра. Најслабију везу су добили са NAO индексом, али истичу да у осталом делу Шпаније ова осцилација има јак утицај.

С обзиром на то да на време у Црној Гори велики утицај имају атмосферски процеси из Западног Медитерана, интересантно је видети да ли постоји нека веза између WeMO и разматраних параметара температуре и падавина. Подаци за WeMOI су доступни за период 1821-2009., а за потребе овог рада коришћени су од

³⁷ <http://www.rp.pl/artukul/619880.html?print=tak>

1951. У односу на описано стање на источној обали Пиринејског полуострва (инверзна корелација са сумама падавина), на територији Црне Горе требало би очекивати супротан утицај фаза WeMO, односно директну везу са падавинама (позитивна фаза доноси кишно, а негативна суво време, генерално). Наиме, за време позитивне фазе на територији Црне Горе дува влажан југоисточи и јужни ветар, а током негативне сув североисточни и северни.

За зимску сезону је у свим посматраним местима добијена јака корелација између WeMOI и RR, DD и SPI3, и то на 99% нивоу поверења. Само за 3 станице (Улцињ, Бар и Цетиње) је добијена безначајна веза са зимским бројем умерено влажних дана (R75p), док све остале показују значајност. Ова 4 параметра (RR, DD, SPI3 и R75p), готово на свим станицама показују значајну везу са WeMOI и за пролећну и јесењу сезону. Подсетимо, веза између пролећних параметара температуре и падавина са једне и MOI-1, односно MOI-2 са друге стране, углавном је безначајна.

Од зимских параметара температуре, у већини места Tsg и Tnsg и на неколико станица FD и Tn90p, показују значајну везу са WeMOI. На основу добијених резултата, могло би се закључити да ова осцилација нема значајан утицај на температурне и падавинске прилике у летњој сезони. Такође је и са свим јесењим и годишњим параметрима температуре веза безначајна, односно ретко на којој станици су испуњени услови сигнификантности. Од годишњих параметара падавина, једино између DD и делимично R75p и WeMOI постоји значајна веза, али само у јужним и централним пределима.

За параметре падавина који показују значајну везу са WeMOI (углавном за зимску, пролећну и јесењу сезону), постоји фазна синхроност са RR, SPI и R75p, а антифазна са DD. Дакле, супротна је веза у односу са MOI-1 и MOI-2. То значи да се током позитивне фазе WeMO излучује већа количина падавина, а тиме је и вредност SPI већа, као и честина умерено влажних дана (R75p), док је сушних дана (DD) мање, и обратно.

У табели 7.7 дате су вредности коефицијената корелације између WeMOI и разматраних параметара температуре и падавина за територију Црне Горе у целини. Упоредјујући резултате везе између параметара температуре и падавина и сва три индекса за басен Медитерана, резултати показују јачи сигнал са MO него

са WeMO. Изузетак су 4 параметра падавина за пролећну и јесењу сезону (RR, DD, SPI3 и R75p), за које је добијена боља веза са WeMOI.

Табела 7.7. Матрица корелација између WeMO индекса и параметара температуре и падавина на сезонском и годишњем нивоу на територији Црне Горе у целини, за период 1951-2009.

Параметар	WeMOI				
	Зима	Пролеће	Лето	Јесен	Година
Tsr	0,28	0,01	0,09	0,12	-0,01
Tnsr	0,31	0,17	-0,13	0,19	-0,08
Txsr	0,00	-0,10	0,03	-0,12	-0,22
FD	-0,35	-0,32	/	-0,23	-0,09
Tn10p	-0,29	-0,21	0,09	-0,25	0,07
Tn90p	0,23	-0,02	-0,13	0,09	-0,11
Tx10p	-0,06	-0,10	-0,14	0,04	0,14
Tx90p	-0,09	-0,16	-0,03	-0,25	-0,19
SU	/	-0,19	0,09	-0,15	-0,07
RR	0,45	0,47	-0,21	0,42	0,25
DD	-0,57	-0,45	0,24	-0,44	-0,37
R75p	0,43	0,45	-0,24	0,40	0,26
R95p	0,26	0,30	-0,11	0,24	0,00
$\Sigma R95p \Sigma R$	-0,07	0,05	0,09	0,01	-0,29
R95pTOT	0,26	0,05	-0,02	0,15	-0,35
SDII	0,12	0,25	-0,07	0,14	-0,05
SPI	0,46	0,44	-0,22	0,39	0,22
	Статистичка значајност за $\alpha = 0,05$				
	Статистичка значајност за $\alpha = 0,01$				

7.1.6. Ел Нињо јужна осцилација – ENSO

Једна од напознатијих интерактивних веза океана и атмосфере је појава Ел Нињо јужна осцилација. О овом феномену је доста писано у радовима домаћих аутора: Дуцић и Луковић (2005), Бурић и др. (2011). Поменути аутори су испитивали повезаност падавина и температуре у Србији и Црној Гори само са једним показатељом ENSO (SST-ENSO индекс), и то на годишњем нивоу.

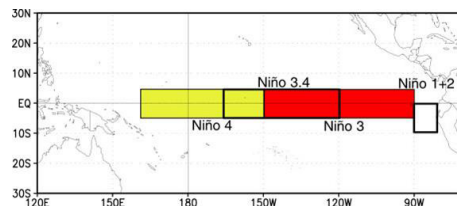
С обзиром на то да не постоји један јединствени индекс, многи истраживачи користе више показатеља за дијагнозу ENSO догађаја (Bjerknes, 1966; Barnston et al., 1997; Rasmusson and Carpenter, 1982; Wright, 1989; Salinger et al., 2001; Rayner et al., 2003). За потребе овог рада разматрано је 7 индекса, односно показатеља ENSO феномена (SOI-au, SOI-cgu, Нињо 1+2, Нињо 3, Нињо 4, Нињо 3.4 и MEI).

Индекс Јужне осцилације (SOI - Southern Oscillation Index) је дефинисао Завод за метеорологију владе Аустралије (Australian Government Bureau Meteorology)³⁸, као разлику у ваздушном притиску између Тахитија и Дарвина. Климатска јединица за истраживање (CRU - Climatic Research Unit) Универзитета

³⁸ <http://www.bom.gov.au/climate/glossary/soi.shtml>

Источна Англија (UEA - University of East Anglia), за израчунавање SOI користи метод Ropelewski and Jones (1987)³⁹. За потребе овог рада, први је означен са SOI-au, а други, дат у виду одступања у односу на период 1981-2010., са SOI-cru.

Често коришћени је и SST-ENSO индекс. Овај индекс је показатељ промене површинске температуре воде екваторијалног Пацифика. Подаци су доступни за 4 региона (слика 7.8), који су означени као: Нињо 1+2 (0-10°S, 90°W-80°W), Нињо 3 (5°N-5°S, 150°W-90°W), Нињо 4 (5°N-5°S, 160°E-150°W) и Нињо 3.4 (5°N-5°S, 170-120°W). Подаци су дати у виду стандардизованих одступања у односу на период 1981-2010. Позитивне вредности SST-ENSO индекса указују на појаву Ел Нињо (тада је SOI негативан), а негативно одступање овог показатеља на Ла Нињу.



Слика 7.8. Региони чија се површинска температура воде користи као показатељ ENSO (http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/lanina/ENSO_evolution-status-fcsts-web.pdf)

Wolter and Timlin (2011) предлажу коришћење Мултиваријантног ENSO индекса (MEI - Multivariate ENSO Index). Негативне вредности MEI указују на хладну ENSO фазу (Ла Ниња), а позитивне на топлу (Ел Нињо). MEI је дефинисан на основу 6 компоненти у тропском Пацифику (притисак на нивоу мора, компоненти ветра исток-запад и север-југ, температуре ваздуха, укупне облачности и површинске температуре мора). Они су реконструисали MEI до 1871. године, да би уочили разлику у ENSO понашању пре и сада, односно у ранијим природним и садашњим условима на које могу имати утицај GHG. На основу резултата до којих су дошли, закључују да „ENSO догађаји у последњих неколико деценија нису без преседана у односу на период од пре једног века”.

Прорачуни су урађени за сваку станицу посебно, као и за Црну Гору у целини, на сезонском и годишњем нивоу. Међутим, у већини случајева је слаба веза између разматраних параметара температуре и падавина и 7 показатеља ENSO. Резултати прорачуна за територију Црне Горе у целини, који добро репрезентују добијене на станичном нивоу, дати су у табели 7.8.

³⁹ <http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/soi/>

Табела 7.8. Матрица корелација између показатеља ENSO и сезонских параметара температуре и падавина на територији Црне Горе у целини, за период 1951-2010.

ЗИМА		ENSO						
Параметар	Нињо 1+2	Нињо 3	Нињо 4	Нињо 3.4	SOI-срс	SOI-ау	MEI	
Tsr	0,25	0,14	0,04	0,06	0,05	0,09	0,07	
Tnsr	0,25	0,17	0,08	0,10	0,04	0,06	0,09	
Txsr	0,31	0,12	0,03	0,03	0,05	0,06	0,09	
FD	-0,17	-0,12	-0,05	-0,06	-0,07	-0,09	-0,05	
Tn10p	-0,21	-0,14	-0,07	-0,08	-0,02	-0,05	-0,06	
Tn90p	0,16	0,11	0,05	0,06	0,03	0,04	0,07	
Tx10p	-0,25	-0,12	-0,05	-0,05	-0,01	-0,03	-0,10	
Tx90p	0,26	0,10	0,03	0,02	0,04	0,06	0,07	
SU	/	/	/	/	/	/	/	
RR	0,01	0,08	0,07	0,07	-0,03	-0,01	0,03	
DD	0,09	0,00	-0,03	-0,01	-0,02	-0,05	0,04	
R75p	0,00	0,07	0,06	0,07	-0,04	-0,02	0,03	
R95p	0,09	0,13	0,09	0,11	-0,08	-0,09	0,10	
ΣR95pΣR	0,13	0,09	0,02	0,06	-0,05	-0,09	0,08	
R95pTOT	0,14	0,12	0,00	0,06	-0,03	-0,02	0,05	
SDII	0,16	0,13	0,03	0,09	-0,04	-0,05	0,08	
SPI	0,00	0,07	0,06	0,06	0,00	0,00	0,02	

ПРОЛЕЋЕ		ENSO						
Параметар	Нињо 1+2	Нињо 3	Нињо 4	Нињо 3.4	SOI-срс	SOI-ау	MEI	
Tsr	-0,07	-0,09	-0,11	-0,16	0,13	0,18	-0,13	
Tnsr	-0,14	-0,14	-0,09	-0,18	0,20	0,25	-0,15	
Txsr	0,03	0,00	-0,05	-0,09	0,03	0,07	-0,02	
FD	0,18	0,15	0,10	0,17	-0,17	-0,21	0,14	
Tn10p	0,11	0,17	0,20	0,24	-0,31	-0,37	0,19	
Tn90p	-0,07	0,01	0,09	0,00	0,05	0,08	-0,03	
Tx10p	0,08	0,13	0,24	0,24	-0,21	-0,26	0,15	
Tx90p	0,08	0,07	0,11	0,04	-0,12	-0,10	0,08	
SU	0,01	0,03	0,03	-0,01	0,01	0,02	0,01	
RR	-0,23	-0,15	0,04	-0,04	0,13	0,13	-0,07	
DD	0,20	0,18	0,08	0,15	-0,25	-0,26	0,16	
R75p	-0,20	-0,11	0,07	0,00	0,08	0,09	-0,02	
R95p	-0,24	-0,17	0,13	0,01	0,03	0,02	-0,04	
ΣR95pΣR	-0,14	-0,05	0,24	0,11	-0,13	-0,15	0,08	
R95pTOT	-0,11	0,01	0,27	0,14	-0,13	-0,13	0,11	
SDII	-0,12	-0,01	0,19	0,13	-0,12	-0,13	0,10	
SPI	-0,19	-0,12	0,04	-0,03	0,11	0,12	-0,04	

ЈЕТО		ENSO						
Параметар	Нињо 1+2	Нињо 3	Нињо 4	Нињо 3.4	SOI-срс	SOI-ау	MEI	
Tsr	-0,01	0,02	0,16	0,06	-0,02	0,00	-0,01	
Tnsr	0,07	0,14	0,29	0,15	-0,06	-0,05	0,07	
Txsr	-0,03	-0,01	0,11	0,01	-0,01	0,00	-0,02	
FD	/	/	/	/	/	/	/	
Tn10p	-0,13	-0,17	-0,29	-0,19	0,10	0,09	-0,15	
Tn90p	0,05	0,13	0,28	0,13	-0,04	-0,04	0,05	
Tx10p	0,08	0,04	-0,14	-0,06	0,07	0,05	-0,05	
Tx90p	0,05	0,05	0,10	0,01	0,01	0,01	-0,01	
SU	-0,04	0,01	0,15	0,05	-0,05	-0,04	0,02	
RR	0,22	0,23	0,16	0,16	-0,14	-0,17	0,17	
DD	-0,16	-0,15	-0,10	-0,09	0,12	0,13	-0,10	
R75p	0,19	0,21	0,16	0,15	-0,17	-0,19	0,15	
R95p	0,23	0,24	0,15	0,17	-0,12	-0,15	0,18	
ΣR95pΣR	0,25	0,23	0,14	0,19	-0,05	-0,07	0,18	
R95pTOT	0,29	0,27	0,19	0,22	-0,10	-0,11	0,21	
SDII	0,21	0,22	0,17	0,19	-0,08	-0,11	0,16	
SPI	0,21	0,22	0,16	0,15	-0,14	-0,16	0,15	

ЈЕСЕН		ENSO						
Параметар	Нињо 1+2	Нињо 3	Нињо 4	Нињо 3.4	SOI-срс	SOI-ау	MEI	
Tsr	0,07	0,13	0,24	0,19	-0,21	-0,20	0,17	
Tnsr	0,09	0,15	0,25	0,19	-0,14	-0,14	0,17	
Txsr	0,16	0,21	0,34	0,27	-0,29	-0,28	0,26	
FD	-0,03	-0,08	-0,17	-0,12	0,07	0,08	-0,11	
Tn10p	0,00	-0,06	-0,15	-0,11	0,14	0,14	-0,12	
Tn90p	0,17	0,21	0,32	0,24	-0,15	-0,15	0,19	
Tx10p	-0,13	-0,15	-0,26	-0,19	0,27	0,27	-0,24	
Tx90p	0,11	0,18	0,32	0,23	-0,16	-0,15	0,16	
SU	0,07	0,09	0,12	0,10	-0,18	-0,17	0,11	
RR	-0,21	-0,18	-0,16	-0,17	0,19	0,18	-0,18	
DD	0,27	0,24	0,25	0,24	-0,25	-0,25	0,26	
R75p	-0,23	-0,22	-0,19	-0,22	0,24	0,21	-0,21	
R95p	-0,10	-0,07	-0,02	-0,05	0,06	0,04	-0,02	
ΣR95pΣR	0,15	0,17	0,14	0,18	-0,08	-0,08	0,16	
R95pTOT	0,01	0,05	0,06	0,07	-0,04	-0,05	0,10	
SDII	-0,09	-0,07	0,00	-0,05	0,07	0,05	-0,01	
SPI	-0,23	-0,21	-0,19	-0,21	0,23	0,21	-0,20	

Статистичка значајност за α = 0,05							
Статистичка значајност за α = 0,01							

7.2. Утицај висинских телеконекционих образаца

Познато је да атмосферска циркулација показује значајан степен варијабилности, који може трајати од неколико дана до неколико недеља (нпр. топли периоди током зиме или влажни у лето). Варијабилност циркулације атмосфере се уочава и у појединим периодима године, трајања до неколико месеци, условљавајући нпр. хладне зиме и топла лета. Најзад, циркулационе промене могу трајати и више година (нпр. абнормалне зиме неколико година узастопно), па чак и неколико векова (дугорочне климатске промене).

У сваком тренутку и на датом месту време је резултат комплексних интеракција многих фактора. Велики утицај на температурне и нарочито падавинске прилике имају висинска струјања у депресијама и антициклонима, односно висинске телеконекције.

Термин „телеконекциони образац” се односи на промену притиска, односно циркулације атмосфере, која обухвата велике географске области. Временска скала трајања варијабилности циркулације атмосфере је различита. Са друге стране, „телеконекција” подразумева статистичку везу између временских услова у различитим деловима света. На пример, утврђено је да постоји телеконекција између тропа и Северне Америке за време ENSO фаза (Wallace and Gutzler, 1981; Mo and Livezey, 1986; Barnston et al., 1991).

Као показатељ одступања циркулације атмосфере у односу на нормалне услове, користи се одређени индекс. У циљу бољег разумевања њихове улоге у глобалном климатском систему, Центар за предвиђање климе (CPC - Climate Prediction Center), при NOAA, прати примарне телеконекционе моделе, који се све више користе у истраживању колебања и промене климе. На северној хемисфери је идентификовано 10 истакнутих телеконекционих образаца током целе године.

Barnston and Livezey (1987) су описали свих 10 телеконекционих образаца. Они су користили податке Националног центра за животну средину (NCEP - National Centers for Environmental Prediction) и Националног центра за атмосферска истраживања (NCAR - National Center for Atmospheric Research).

На основу података о геопотенцијалним висинама стандардне изобарске површи од 500 hPa, NCEP-NCAR је, користећи посебну тзв. ротирајућу технологију, прорачунао индексе за телеконекције које се јављају на северној

хемисфери, односно у појасу између 20^0-90^0N , као показатеље њихових промена⁴⁰. Подаци су доступни од 1950. године, а дати су у виду стандардизованих одступања у односу на базни период 1981-2010. За потребе овог рада веза је испитана са свих 10 телеконекиционих образаца. Треба истаћи да је 5 осцилација везано за басен Пацифика, а 5 Атлантика. У табели 7.9 дат је списак коришћених висинских варијабли и извори са којих су подаци преузети.

Табела 7.9. Списак коришћених висинских варијабли

Назив варијабле	Извор	Параметар	Број елем.
Северноатлантска осцилација (NAO)	ftp://ftp.cpc.ncep.NOAA.gov/wd52dg/data/indices/NAO_index.tim	500 mb g.h.	n=60
Источноатлантска осцилација (EA)	ftp://ftp.cpc.ncep.NOAA.gov/wd52dg/data/indices/ea_index.tim	500 mb g.h.	n=60
Источноатлантска-Западноатлантска осцилација (EAWR)	ftp://ftp.cpc.ncep.NOAA.gov/wd52dg/data/indices/eawr_index.tim	500 mb g.h.	n=60
Скандинавска осцилација (SCAND)	ftp://ftp.cpc.ncep.NOAA.gov/wd52dg/data/indices/scand_index.tim	500 mb g.h.	n=60
Поларна-Евроазијска осцилација (POLEUR)	ftp://ftp.cpc.ncep.NOAA.gov/wd52dg/data/indices/poleur_index.tim	500 mb g.h.	n=60
Пацифичко-Северноамеричка осцилација (PNA)	ftp://ftp.cpc.ncep.NOAA.gov/wd52dg/data/indices/pna_index.tim	500 mb g.h.	n=60
Пацифички транзициони модел (PT)	ftp://ftp.cpc.ncep.NOAA.gov/wd52dg/data/indices/pt_index.tim	500 mb g.h.	n=60
Тропски-севернохемисферни модел (TNH)	ftp://ftp.cpc.ncep.NOAA.gov/wd52dg/data/indices/tnh_index.tim	500 mb g.h.	n=60
Источнопацифичка-Севернопацифичка осцилација (EPNP)	ftp://ftp.cpc.ncep.NOAA.gov/wd52dg/data/indices/epnp_index.tim	500 mb g.h.	n=60
Западнопацифичка осцилација (WP)	ftp://ftp.cpc.ncep.NOAA.gov/wd52dg/data/indices/wp_index.tim	500 mb g.h.	n=60

7.2.1. Пацифичке телеконекиције – PNA, PT, TNH, EPNP, WP

Када су у питању телеконекиције које су примарно везане за басен Северног Пацифика (северно од 20^0N), није било за очекивати да постоји значајнија повезаност са разматраним параметарима температуре и падавина на територији Црне Горе. Добијени резултати су то и потврдили, углавном. Наиме, прорачуни су показали да Пацифички транзициони модел (PT - Pacific Transition Pattern) и Тропски-севернохемисферни (TNH – Tropical - Northern Hemisphere), немају утицај на разматране параметре температуре и падавина на територији Црне Горе, јер су добијене безначајне вредности корелације. Такође, ниједан параметар температуре и падавина са свих посматраних станица на територији Црне Горе, није показао значајну везу ни са Пацифичко-Северноамеричком осцилацијом (PNA – Pacific-

⁴⁰ <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/teleodoc/telepatcalc.shtml>

North American). Са Источнопацифичком-Севернопацифичком осцилацијом (EPNP - East Pacific-North Pacific) око 50% станица показало је значајну везу са неколико пролећних параметара падавина (RR, R75p, SDI и SPI3), али углавном на доњој граници сигнификантности. Са неколико параметара температуре на територији Црне Горе, WP осцилација показује статистичку значајност.

Укратко, PT је детектована у августу и септембру, TNH током зиме, PNA у свим месецима, а EPNP у пролеће, лето и јесен. Дакле, за прва два модела подаци су доступни само за август и септембар, односно децембар, јануар и фебруар, за PNA за све месеце у години, а за EPNP нису само за децембар. Истраживања су показала да телеконекције Северног Пацифика имају утицаја на време и климу појединих делова Северне Америке (Mo and Livezey, 1986; Barnston et al. 1991).

Западнопацифичка осцилација (WP - West Pacific) представља промену циркулације атмосфере преко Северног Пацифика, а јавља се целе године, дакле у свим месецима. У хладнијем делу године овај образац се састоји од дипола север-југ. За време позитивне фазе је јак антициклон изнад или мало источније од полуострва Камчатке (између 50°N и 160°E - 170°W), док је пространо поље ниског притиска изнад Југоисточне Азије и западног дела суптропског Пацифика (између 20°N - 30°N и 160°W - 130°E). Варијације трећег центра се дешавају током целе године, а налази се у источном делу Северног Пацифика, обично изнад југозапада САД. Током јесени и зиме, центри WP осцилације су померени ка западу, а у пролеће ка истоку, изузетак је једино у мају месецу (Barnston and Livezey, 1987).

Позитивна фаза WP осцилације повезана је са натпросечним температурама преко нижих географских ширина у западном делу Северног Пацифика у зиму и пролеће, док Источни Сибир бележи ниже температуре од уобичајених у свим годишњим добима. Такође је ова фаза повезана са натпросечним падавина у свим годишњим добима у високим географским ширинама Северног Пацифика. Са друге стране, позитивна фаза WP осцилације доноси мање падавина дуж централног дела Северног Пацифика, пре свега током зиме и пролећа⁴¹.

Када је Црна Гора у питању, ова осцилација је показала значајну везу са неколико параметара температуре ваздуха за зимску, летњу и посебно пролећну сезону. Једино за Црквице није добијена значајна веза између WP индекса и

⁴¹ <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/teledoc/wp.shtml>

средње зимске максималне температуре (T_{xsr}). При томе, веза је позитивна, а за 11 станица је добијена значајност на 95% и за исто толико на 99% нивоу поверења. Такође је веза директна на свим станицама и са зимским бројем топлих дана (T_{x90p}), али је значајна на 10 од 23 станице. Са друге стране, за период 1951-2010., веза је инверзна између зимског броја хладних дана (T_{x10p}) и WP индекса, а значајна је на 15 станица. За летњу сезону, у већини места на територији Црне Горе значајна је веза са T_{sr} , T_{nsr} , T_{n10p} , T_{n90p} и T_{x90p} , углавном на 90% нивоу поверења. И у овом случају је знак везе исти на свим посматраним станицама: позитиван са летњим бројем хладних ноћи (T_{n10p}), а негативан са осталим параметрима температуре са којима је добијена значајна корелација за ово годишње доба.

Најбоља веза је добијена са пролећним параметрима температуре. Све посматране станице показују значајну везу између средње (T_{sr}) и средње максималне (T_{xsr}) температуре и WP индекса за пролећну сезону, и то углавном на 99% нивоу поверења. Осим у Бару, у свим осталим местима је веза значајна и са пролећним бројем хладних дана (T_{x10p}). Од 23 посматране станице, њих 20 показује значајну везу између WP осцилације и средње пролећне минималне температуре (T_{nsr}). У већини места је веза значајна и са пролећним бројем хладних ноћи (T_{n10p}) и топлих дана (T_{x90p}). Дакле, 6 од 9 разматраних параметара температуре показује значајну везу са WP индексом у пролећној сезони, а најјача је са T_{sr} , T_{xsr} и T_{x10p} .

С обзиром на то да се ради о јако удаљеном телеконекционом образцу, евентуална веза WP са поменутиим параметрима температуре на територији Црне Горе остварује се посредно, преко других осцилација. Међутим, наши напори да добијене резултате за Црну Гору подкрепимо са истраживањима других аутора за медитерански или генерално европски простор, нису уродили плодом, и то не само у вези са WP, већ и са другим поменутиим циркулацијама из региона Северног Пацифика. Док се не дође до таквих сазнања, добијени резултати за Црну Гору (са WP осцилацијом) се не могу ни прихватити, али ни одбацити, па их треба посматрати са опрезом, односно потребна су даља истраживања.

7.2.2. Атлантске телеконекције – NAO, EA, EAWR, SCAND И POLEUR

7.2.2.1. Северноатлантска осцилација – NAO-500 mb

Северноатлантска осцилација (NAO-500 mb висина) представља разлику у висини у геопотенцијалним метрима стандардне 500 милибарске површи са једним центром изнад Гренланда и Њуфаундленда и другим супротног знака између 35-40⁰N (око Западне Европе). Када је поменута изобарска површ нижа у вишим географским ширинама (исток САД), а виша у централном делу северног Атлантика (Западна Европа), у односу на нормалну висину, NAO је у позитивној фази. У супротном случају ради се о негативној фази NAO. За време позитивне фазе температура ваздуха је виша на истоку САД и у Северној Европи, а нижа од уобичајене на Гренланду и Блиском истоку, али често и у Јужној Европи. Овај режим је повезан са већом количином падавина зими у Северној Европи и Скандинавији и испод просека у Централној и Јужној Европи. Током негативне фазе аномалије температуре и падавина су супротног знака. Када дуже време доминира једна фаза NAO, аномалије температуре се уочавају чак до централне Русије и на северу средњег Сибира (Barnston and Livezey, 1987; Trigo et al., 2002).

Многи истраживачи истичу да су варијације атмосферске циркулације у Европи често у вези са NAO, нарочито током зиме (Wibig, 1999; Haylock and Goodess 2004; Trigo et al. 2006; Hoerling et al., 2012), што је у складу и са резултатима добијеним у овом раду.

Резултати испитивања веза параметара температуре и падавина са NAO-500 mb су доста слични као и са NAO-SLP, јер је корелација између ова два индекса 0,83. И са NAO-500 mb је најзначајнија веза добијена са зимским параметрима падавина, посебно са RR, DD, R75p и SPI3. Ова 4 параметра показују значајност везе са NAO на свим посматраним станицама. Када је температура ваздуха у питању, значајна веза, углавном на 99% нивоу поверења, добијана је са зимским Tn90p, а на северу земље и са FD.

У летњој сезони, добијен је јак сигнал између NAO-500 mb индекса и Tsr, Txsr, Tx90p и SU, углавном значајан на 99% нивоу поверења, с тим што је веза јача на северу него на југу Црне Горе. Северни део Црне Горе показује јаку везу и са 5 од 8 разматраних параметара падавина за летњу сезону: RR, DD, R75p, R95p и SPI.

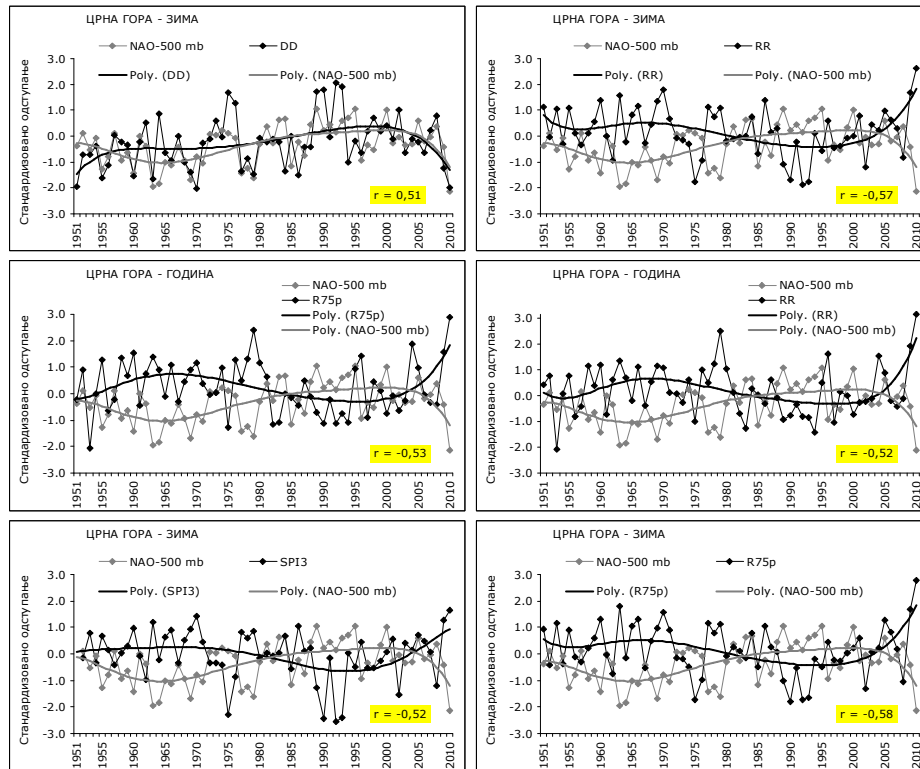
На годишњем нивоу, свих 12 разматраних параметра температуре показују безначајну везу са NAO. Са друге стране, од 8 посматраних годишњих параметара падавина, готово на свим станицама је значајна веза између NAO-500 mb индекса и RR, DD, R75p и SPI12.

Када се Црна Гора посматра као јединствено поље, за већи број разматраних зимских и годишњих параметара падавина добијена је статистички значајна веза са NAO-500 mb индексом: RR, DD, R75p, R95p, SDII и SPI. Лети је веза значајна са Tsr, Txsr, Tx90p и SU, а са падавинама са RR, DD, R75p, R95p и SPI3 (табела 7.10).

Табела 7.10. Матрица корелација између NAO-500 mb индекса и параметара температуре и падавина на сезонском и годишњем нивоу на територији Црне Горе у целини, за период 1951-2010.

Параметар	NAO-500 mb				
	Зима	Пролеће	Лето	Јесен	Година
Tsr	-0,09	0,09	-0,38	-0,10	-0,12
Tnsr	-0,19	0,12	-0,17	-0,21	-0,17
Txsr	0,22	0,11	-0,39	0,03	0,11
FD	0,30	-0,19	/	0,20	0,24
Tn10p	-0,04	-0,12	0,05	0,21	-0,02
Tn90p	-0,44	0,06	-0,22	-0,16	-0,22
Tx10p	-0,20	-0,06	0,29	0,03	-0,21
Tx90p	0,25	0,14	-0,41	0,03	0,01
SU	/	-0,03	-0,39	0,06	-0,06
RR	-0,57	-0,12	0,34	-0,23	-0,52
DD	0,51	0,11	-0,40	0,25	0,44
R75p	-0,58	-0,14	0,39	-0,22	-0,53
R95p	-0,39	-0,05	0,29	-0,23	-0,34
$\Sigma R95pSP$	-0,01	0,05	0,04	0,03	-0,08
R95pTOT	-0,20	0,06	0,14	-0,18	-0,10
SDII	-0,35	-0,05	0,13	-0,09	-0,40
SPI	-0,52	-0,10	0,35	-0,24	-0,49
	Статистичка значајност за $\alpha = 0,05$				
	Статистичка значајност за $\alpha = 0,01$				

Вредности коефицијената корелације преко 0,50, када се Црна Гора посматра као један GRID сегмен, добијени су за 4 параметра падавина за зимску сезону и 2 на годишњем нивоу: RR, DD, R75p, SPI, односно RR и R75p. Да постоји јака веза између 6 поменутих параметара показују и графички прилози (сл. 7.9). Ради једнообразности са NAO-500 mb индексом, на слици 2 су приказана стандардизована одступања параметара падавина у односу на период 1981-2010. И поред мањих одступања, позитиван и негативан паралелизам између разматраних варијабли је очигледан. То потврђују и полиноми 6. степена, који показују велику сличност. Осим са зимским бројем сушних дана, веза са осталих 5 параметара је индиректна. Дакле, очигледно је да NAO има утицаја на међугодишње варијације разматраних параметара, пре свега зимских и годишњих падавина, а могло би се рећи једним делом и на тренд компоненту.



Слика 7.9. Стандардизована одступања NAO-500 mb индекса и параметара падавина за зимску сезону и на годишњем нивоу на територији Црне Горе у целини, за период 1951-2010.

Noerling et al. (2012) истичу да су се у региону Медитерана, од 1902. до 2010. године, 10 од 12 најсувљих зима догодиле у последњих 20 година. Они сматрају да је тренд сушности Медитерана у поменутом периоду значајним делом последица повећања антропогенних гасова стаклене баште и аеросола, али и да важну улогу имају промене у систему океан-атмосфера, односно површинска температура воде светског мора, као и доминација позитивне фаза NAO. Њихови резултати моделирања су показали и да загревање Индијског океана за $0,5^{\circ}\text{C}$ и више додатно повећава фреквенцију и интензитет суша у овом региону.

7.2.2.2. Источноатлантска осцилација – ЕА

Источноатлантска осцилација (ЕА - East Atlantic) је једна од значајнијих варијабилности циркулације атмосфере преко Северног Атлантика, а регистрована је у свим месецима. Барички центри на основу којих се дефинише ЕА индекс су приближно исти као и NAO. ЕА осцилација представља разлику висине 500 милибарске површи са једним центром око 55°N и $20-30^{\circ}\text{W}$ и другим супротног

знака између $25-35^{\circ}\text{N}$ и $0-10^{\circ}\text{W}$ (Barnston and Livezey, 1987). Дакле, оба центра ЕА су јужније у односу на NAO - први центар је јужно од Исланда, док је други изнад Северне Африке или Медитернана, а најчешће између $25-35^{\circ}\text{N}$ и $0-10^{\circ}\text{W}$, дакле јужније од Азора. То другим речима значи да је ЕА структурно слична NAO .

Из тог разлога, ЕА осцилација се често тумачи као NAO померен ка југу. Међутим, јужни центар је снажно повезан са суптропским пољем високог притиска. Управо та суптропска веза чини ЕА другачију од NAO . Обе осцилације представљају природну варијабилност, али неки сматрају (нпр. Woollings and Blackburn, 2012) да на њих утицај има антропогени ефекат стаклене баште

Поменута изузетно хладна зима 2010. године у Западној Европи, са најхладнијим децембром у Великој Британији у последњих 100 година, не може се објаснити само NAO . Разматрања других атмосферских телеконекционих образаца су показала да ЕА у великој мери, преко 50%, може објаснити зашто је и децембар 2010. године био тако хладан, као и то да се, после NAO , ради о најзначајнијем модификатору климе у региону Северног Атлантика (Moore and Renfrew, 2011).

Позитивну фазу ове осцилације карактерише нижа висина поменуте изобарске површи у вишим географским ширинама, а виша изнад суптропских предела, у односу на нормалу. Када је обратно, ЕА је у негативној фази. Позитиван режим ЕА доноси вишу температуру ваздуха у Европи у свим месецима, а нижу у периоду јануар-мај у јужном делу САД и током јула и октобра у централном делу Северне Америке. Када су падавине у питању, позитивна фаза условљава већу количину у Северној Европи, а мању у Јужној Европи⁴².

У посматраном 60-годишњем периоду, углавном је ЕА индекс имао негативну вредност до краја 1970-их година, како на сезонском тако и годишњем нивоу, док је позитивна фаза доминирала у периоду 1998-2010. У односу на до сада разматране показатеље осцилације циркулације атмосфере на промене два најважнија климатска елемента, ЕА индекс (ЕАИ) је показао најбољу везу са параметрима температуре на територији Црне Горе.

На територији Црне Горе, веза између летњих и годишњих вредности ЕА и свих разматраних параметара температуре, статистички је значајна, углавном на 99% нивоу поверења. За ово годишње доба, као и на годишњем нивоу, апсолутне

⁴² <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/teledoc/ea.shtml>

вредности коефицијената корелације крећу се између 0,50 и 0,70, што значи да је ЕА, у периоду 1951-2010., имала снажан утицај на међугодишња колебања разматраних летњих и годишњих параметара температуре.

За зимску сезону, T_{sr} , T_{xsr} и T_{x10p} на свим станицама показују значајну везу, као и T_{x90p} (осим Цетиње), и то углавном на 99% нивоу поверења. У већини места је значајна веза ЕА и са 4 остала параметра температуре за зимску сезону (T_{nsr} , FD , T_{n90p} и T_{n10p}). Веза између пролећних ЕАИ и разматраних параметара температуре у већини места није значајна само са FD и T_{n10p} . Са свим осталим пролећним параметрима температуре (T_{sr} , T_{xsr} , T_{nsr} , T_{x10p} , T_{x90p} , SU и T_{n90p}) вредности коефицијената задовољавају услове теста значајности, углавном на 99% нивоу поверења. У јесењој сезони мањи број температурних параметара показује значајност везе са ЕА индексом: T_{xsr} и T_{x10p} готово у свим местима (на 22 од 23 станице), а T_{n10p} на 14 станица. Веза између сезонских и годишњих параметара падавина и одговарајућих вредности ЕА индекса је углавном безначајна. У већини места је добијена одређена веза, углавном значајна на 95% нивоу поверења, једино са летњим, јесењим и пролећним DD , као и са летњим RR и $SPI3$ за август.

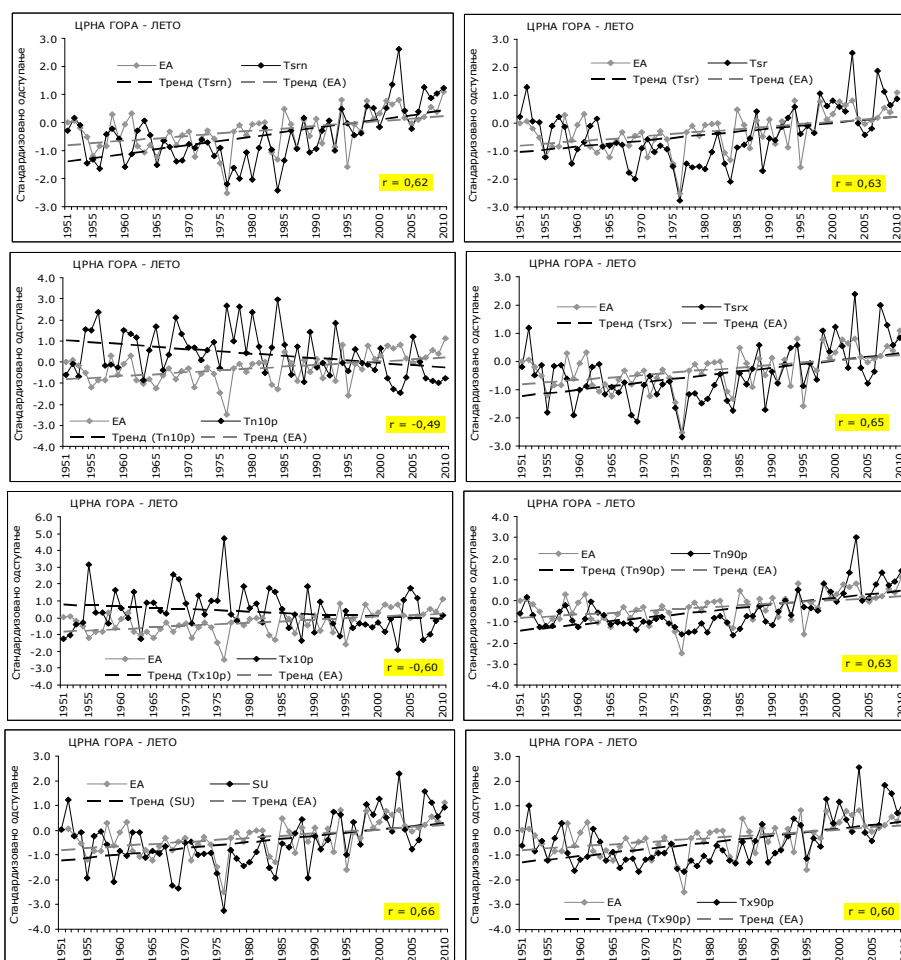
Када се Црна Гора посматра као јединствено поље, на основу статистике осредњавања по времену и простору, летњи параметри температуре показују најбољу везу са ЕА. Осим са летњим, корелација је значајна на 99% нивоу поверења и са годишњим параметрима температуре. Иако су вредности коефицијената нешто мање, веза је значајна и са свим зимским параметрима температуре. У пролећној сезони услове значајности не испуњава једино број хладних ноћи (T_{n10p}), а у јесењој број мразних дана и топлих ноћи (FD и T_{n90p}), док остали параметри температуре задовољавају услове значајности (табела 7.11).

Прорачуни су показали да у свим месецима постоји тренд пораста ЕА индекса у периоду 1951-2010., а самим тим и на сезонском и годишњем нивоу. Дакле, између ЕАИ и хладних индекса (FD , T_{n10p} и T_{x10p}) постоји индиректна корелација, док је са осталим параметрима температуре присутна фазна синхроност, а најбољи је паралелизам за летњу сезону (слика 7.10).

По подацима NASAGISS мреже, када се посматра северна хемисфера у целини, веза између годишњих вредности ЕАИ и приземне температуре је боља него за Црну Гору ($r = 0,70$), а значајна је и за простор Европе и Балкана (око 0,53).

Табела 7.11. Матрица корелација између ЕА индекса и параметара температуре и падавина на сезонском и годишњем нивоу на територији Црне Горе у целини, за период 1951-2010.

Параметар	ЕА				
	Зима	Пролеће	Лето	Јесен	Година
Tsr	0,46	0,47	0,63	0,26	0,52
Tnsr	0,42	0,41	0,62	0,30	0,60
Txsr	0,60	0,51	0,65	0,41	0,66
FD	-0,39	-0,26	/	-0,18	-0,41
Tn10p	-0,32	-0,25	-0,49	-0,37	-0,50
Tn90p	0,38	0,52	0,63	0,25	0,64
Tx10p	-0,46	-0,41	-0,60	-0,41	-0,63
Tx90p	0,58	0,46	0,60	0,28	0,59
SU	/	0,39	0,66	0,30	0,48
RR	-0,04	-0,17	-0,31	-0,12	0,00
DD	0,12	0,33	0,36	0,27	0,18
R75p	-0,07	-0,15	-0,32	-0,17	-0,06
R95p	-0,03	-0,04	-0,31	0,09	0,14
ΣR95pΣR	0,02	0,16	-0,23	0,07	0,26
R95pTOT	0,00	0,18	-0,23	0,14	0,24
SDII	0,02	0,09	-0,15	0,12	0,20
SPI	-0,08	-0,18	-0,31	-0,15	-0,03
Статистичка значајност за $\alpha = 0,05$					
Статистичка значајност за $\alpha = 0,01$					



Слика 7.10. Стандардизована одступања ЕА индекса и летњих параметара температуре на територији Црне Горе у целини, за период 1951-2010.

Wibig (1999) је испитивао везу између падавина у Европи током 4 хладна месеца (децембар-март) и телеконекија изнад Евроатлантског региона, користећи месечне суме падавина са 321 метеоролошке станице широм Европе и вредности на 500 hPa геопотенцијалној висини, за период 1951-1990. Он је утврдио да у сва 4 поменута месеца постоји веза падавина у Европи са NAO, Скандинавским (SCAND), Централноевропским (CE) и Источноевропским обрасцем (EE), док је корелација са EA значајна само у децембру и марту.

7.2.2.3. Источноатлантска-Западноруска осцилација – EAWR

У претходном делу је истакнуто да је Северноатланска осцилација (NAO) најзначајнији и најбоље проучен модификатор временских прилика у Европи. Ова меридионална осцилација највећи утицај има на временске прилике у Европи током зиме, што је у складу и са резултатима за Црну Гору. Међутим, мање пажње се посвећује утицају осталих телеконекионих образаца на време и климу Европе, као што су EA, Источноатлантска-Западноруска осцилација и друге.

Источноатлантска-Западноруска осцилација (EAWR - East Atlantic Western Russia) се сматра значајнијим модификатором климе Евроазије током целе године. Ова осцилација је зонално оријентисана, односно EAWR индекс се рачуна на основу разлике у висини 500 mb површи између 4 баричка центра. Позитивна фаза је повезана са позитивним аномалијама геопотенцијал висине изнад Централне Европе и северне Кине и негативним изнад централног дела Северног Атлантика и северно од Каспијског језера. За време позитивног режима EAWR осцилације, приземна температура је виша од уобичајене у Источној Азији, док је испод просека у већем делу Западне Русије и на Североистоку Африке. Ова фаза доноси већу количину падавина Источној Кини, а мању Централној Европи⁴³.

У студији Barnston and Livezey (1987, стр. 1097) ова осцилација је означена као Евроазијска-2 (EU2 - Eurasia-2), с тим што аутори помињу три центра: први је на западу изнад Енглеске и Данске (50⁰-60⁰N, 10⁰W-10⁰E), други близу или нешто северније од Каспијског језера (40-50⁰N, 50-60⁰E) и трећи изнад североисточне Кине и Кореје (40-50⁰N, 115-135⁰E). Аутори истичу да позитивна фаза, коју карактеришу негативне висинске аномалије изобарске површи изнад Западне и

⁴³ <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/teledoc/eawruss.shtml>

Југозападне Русије и позитивне преко Северозападне Европе, региону Медитерана доноси мање падавина од уобичајене количине.

Krichak and Alpert (2005b) су испитивали утицај EAWR телеконекције на варијабилност падавина током зиме (ДЈФ) у региону Медитерана. За период 1950-2000., аутори су утврдили да постоји значајна негативна корелација између EAWR индекса и падавина у југоисточном и северозападном делу Медитерана. Директну корелацију са падавинама, такође значајну, добили су за североисточну Африку, Блиски Исток и источне делове Турске и Црног мора. По њиховом мишљењу, EAWR има примарни, а NAO секундарни утицај на варијабилност падавина у региону Источног Медитерана. На крају закључују да „у последњих неколико деценија прошлог века, значајан позитиван тренд EAWR осцилације у великој мери објашњава тенденцију смањења зимских падавина у Источном Медитерану”.

Слично се запажа и у студији Trigo et al. (2006). И у ранијим радовима се истиче повезаност падавина у Источном Медитерану и диполног образаца са центрима изнад Источног Атлантика и Каспијског мора (Kutiel and Benaroch, 2002; Kutiel et al., 2002; Krichak et al., 2002).

На територији Црне Горе, требало би очекивати да негативна фаза доноси већу количину падавина, а позитивна мању. Разлог томе је нижи притисак изнад Западне Европе или Источног Атлантика, односно адвекција влажних и нестабилних ваздушних маса са Атлантика ка Источном Медитерану. Позитивну фазу EAWR карактерише адвекција континенталног ваздуха, обично из Централне Европе, односно мањак падавина, јер је висински антициклон на северу.

На основу резултата поменутих аутора, EAWR осцилација требало би да има најјачи утицај на зимске параметре падавина на територији Црне Горе. Прорачуни су то и потврдили. У периоду 1951-2010., тренд зимског EAWR индекса (EAWRI) је позитивног знака, у пролеће је готово раван нули, док је летњи, јесењи и годишњи негативан. При томе, на 90% нивоу поверења је значајна тенденција пораста зимског индекса, односно пада летњег и јесењег. Корелација између зимских вредности EAWRI и RR, DD, R75p и SPI3, статистички је значајна на 99% нивоу поверења у свим посматраним местима на територији Црне Горе (23 станице). Апсолутне вредности коефицијената између поменутих варијабли крећу се од 0,40 до 0,70. Веза је директна са DD, а индиректна са RR, R75p и SPI3 за

фебруар. На већини станица добијена је значајна веза и са јесењим RR, DD и SPI3, претежно на нижем нивоу поверења (95%). За остале временске јединице није утврђена зависност параметара падавина са EAWR осцилацијом.

За температуру су добијене ниже вредности коефицијената него са падавинама. Од зимских параметара, већи број станица показује значајну везу са Tnsr, Tsr, FD, Tn90p и Tn10p. Летњи параметри температуре показују јачу везу са EAWR индексом него зимски, а значајна је са Txsr и Tx90p, и то на свим посматраним станцама, углавном на 99% нивоу поверења. Осим у Вирпазару, лети је у свим осталим местима значајна веза и Tsr, углавном на 99% нивоу. У већини места је веза значајна и са SU, Tnsr и Tn90p за летњу сезону. Иако су вредности коефицијената ниже него у летњој сезони, у већини места је значајна и са јесењим вредностима Tnsr и Tn90p.

Као и са осталим осцилацијама, веза је испитана са разматраним параметрима температуре и падавина за простор Црне Горе у целини. Добијени резултати су презентовани у табели 7.12. У складу са резултатима на станичном нивоу, најбоља веза је добијена са параметрима падавина за зимску сезону - RR, DD, R75p и SPI, али и са R95p и R95pTOT.

Табела 7.12. Матрица корелација између EAWR индекса и параметара температуре и падавина на сезонском и годишњем нивоу на територији Црне Горе у целини, за период 1951-2010.

Параметар	EAWR				
	Зима	Пролеће	Лето	Јесен	Година
Tsr	-0.30	0.15	-0.42	-0.19	-0.20
Tnsr	-0.39	0.12	-0.32	-0.28	-0.18
Txsr	0.03	0.13	-0.44	-0.12	-0.18
FD	0.47	-0.02	/	0.17	0.13
Tn10p	0.33	-0.09	0.23	0.26	0.04
Tn90p	-0.34	0.16	-0.36	-0.38	-0.26
Tx10p	0.06	-0.06	0.31	-0.05	0.02
Tx90p	0.14	0.14	-0.46	-0.23	-0.28
SU	/	0.21	-0.46	-0.09	-0.18
RR	-0.60	-0.13	0.16	-0.31	-0.27
DD	0.69	0.11	-0.25	0.34	0.17
R75p	-0.56	-0.07	0.20	-0.30	-0.25
R95p	-0.36	-0.13	0.08	-0.28	-0.29
ΣR95pΣR	0.08	-0.11	-0.14	-0.06	-0.19
R95pTOT	-0.38	-0.13	-0.11	-0.08	-0.13
SDII	-0.19	-0.09	-0.03	-0.12	-0.27
SPI	-0.59	-0.13	0.18	-0.30	-0.25
	Статистичка значајност за $\alpha = 0,05$				
	Статистичка значајност за $\alpha = 0,01$				

У овом делу рада је утврђено да и EAWR осцилација има важну улогу на зимске параметре падавина на територији Црне Горе, што је у складу са резултатима до којих су дошли други аутори за регион Источног Медитерана

(Krichak and Alpert, 2005b; Nissen et al., 2010). Позитиван зимски тренд EAWRI у последњих неколико деценија може бити у вези са позитивном тенденцијом NAO у овом годишњем добу, као последица интензивирања јужног позитивног центра, тј. Азорског антициклона (Paeth et al., 1999) или његовог померања ка истоку (Ulbrich and Kristof, 1999). Други пак сматрају да позитиван тренд EAWR у последње 2-3 деценије, може бити у вези са падом интензитета Сибирског антициклона (Panagiotopoulos et al., 2005; Krichak and Alpert, 2005b).

У појединим радовима се могу запазити одређене контрадикторности у односу падавина и телеконекција. Тако на пример, Ziv et al. (2006) нису пронашли корелацију између NAO и зимских падавина у северном делу Израела ($r = 0,09$), за период 1950-2002. Најбољу везу аутори су добили са EAWR индексом, али је корелација позитивна ($r = 0,51$). Са друге стране, Black (2012) тврди да NAO има примарни утицај на зимске падавине у Источном Медитерану. Ове и сличне контрадикторности могу бити последица недовољне тачности података, затим малог броја метеоролошких станица (Ziv et al. су користили податке само са 12 станица), као и врсте података о падавинама (реанализа или измерене вредности на станицама).

7.2.2.4. Скандинавска осцилација – SCAND

Скандинавска осцилација (SCAND - Scandinavia) се састоји од једног, примарног, акционог центра изнад Скандинавије и Арктика и другог, слабијег, супротног знака изнад Западне Европе или Источне Русије и Монголије. Када су аномалије висине 500 mb површи позитивне изнад Скандинавије и Западне Русије, а негативне изнад Пиринејског полуострва, тада је ова осцилација у позитивној фази. Кобиновани ефекат ваздушних маса у оваквим условима, повезан са релативно топлим Средоземним морем, условљава или појачава циклогенезу у Медитерану. Другим речима, позитивна SCAND фаза је повезана са надпросечном количином падавина у већем делу Централне и Јужне Европе, посебно изнад Италије, дуж источне обале Јадрана и на југу Алпа. Са друге стране, ова фаза (позитивна) доноси мање падавина Скандинавији (Trigo et al., 2006).

Позитивна фаза Скандинавске осцилације је повезана са нижом температуром ваздуха у Западној Европи и Централној Русији. За време негативне

фазе, висина поменуте изобарске површи је испод уобичајене изнад Скандинавије и Западне Русије⁴⁴.

У студији Barnston and Livezey (1987) ова осцилација је названа Евроазијска-1 (EU1 - Eurasia-1). На простору Европе је сигнал Скандинавске осцилације детектован у више радова (Wibig, 1999; Trigo et al., 2006; Paredes et al., 2006; Markonis et al. 2013; Krichak et al., 2013).

Корелациона анализа за Црну Гору, за период 1951-2010., показала је да ова осцилација има утицаја, а најјачи је са параметрима температуре за лето, односно падавина за зиму. Резултати прорачуна укузују да SCAND углавном нема утицаја на зимске и пролећне параметре температуре. Одређена веза у зимској и пролећној сезони, значајна на 12, односно 17 од 23 станице, добијена је једино са бројем топлих дана (Tx90p). И за јесењу сезону већи број параметара температуре не показује значајност везе са SCAND индексом. Једино јесење вредности броја мразних дана (FD), као и средње и средње минималне температуре (Tsr и Tnsr), на северу и у централном делу земље задовољавају услове значајности.

Од свих разматраних сезонских и годишњих параметара ова два климатска елемента, најбоља веза је добијена са летњим температурним показатељима. Наиме, веза SCAND индекса са летњим Tx90p, Tsr и Txsr, значајна је на свим станицама, претежно на 99% нивоу поверења. Изузетак је једино X. Нови, који не показује значајност за Txsr. У приморским и местима смештеним у Зетско-Бјелопавлићкој равници, такође је безначајна веза добијена и са SU, док је на северу значајна на 99% нивоу поверења. Од осталих параметара температуре за летњу сезону, у већини места је веза значајна и са Tn90p и Tnsr.

На годишњем нивоу, готово су на свим станицама значајне вредности коефицијената корелације SCAND индекса и Tx90p и SU (21, односно 22 од 23 станице). У централном и јужном делу Црне Горе веза је значајна и са годишњим вредностима Txsr, TD и TR.

Са зимским параметрима падавина, у већини места је значајна веза добијена са RR, DD, R75p и SPI. Најјачи сигнал за зимску сезону је добијен са бројем сушних дана (DD). У суштини, безначајна веза између зимских вредности SCAND индекса и RR, R75p и SPI је добијена само за 6 станица на северу земље (Пљевља,

⁴⁴ <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/teledoc/scand.shtml>

Б.Поље, Беране, Рожаје, Плав и Колашин). Од параметара падавина за пролеће, лето и јесен, као и на годишњем нивоу, одређени сигнал у већини места је добијен једино са DD, превасходно за јужни и централни део Црне Горе.

Када се Црна Гора посматра као један грид сегмент, вредности коефицијената су углавном мање од 0,40 (табела 7.13). У складу са резултатима на станичном нивоу, корелације са SCAND индексом од 0,40 до 0,43 добијене су само за 6 параметара: зимским бројем сушних дана (DD), летњом средњом и средњом максималном температуром, те летњим и бројем топлих дана (Tsr, Txsr, SU и Tх90р) и годишњим бројем летњих дана (SU).

Табела 7.13. Матрица корелација између SCAND индекса и параметара температуре и падавина на сезонском и годишњем нивоу на територији Црне Горе у целини, за период 1951-2010.

Параметар	SCAND				
	Зима	Пролеће	Лето	Јесен	Година
Tsr	0,12	-0,16	-0,40	0,30	-0,19
Tnsr	0,22	0,01	-0,32	0,33	-0,09
Txsr	-0,14	-0,24	-0,43	0,05	-0,33
FD	-0,30	-0,10	/	-0,39	-0,16
Tn10p	-0,19	-0,19	0,19	-0,23	0,04
Tn90p	0,12	-0,18	-0,35	0,23	-0,21
Tx10p	0,00	0,06	0,27	-0,07	0,17
Tx90p	-0,30	-0,34	-0,41	-0,01	-0,38
CV	/	-0,20	-0,43	-0,14	-0,42
RR	0,36	0,22	0,20	0,25	0,28
DD	-0,40	-0,36	-0,30	-0,29	-0,34
R75p	0,32	0,19	0,20	0,22	0,26
R95p	0,21	0,03	0,12	0,05	0,13
ΣR95pΣP	-0,11	-0,16	-0,06	0,18	-0,02
R95pTOT	0,11	-0,08	0,04	0,11	0,00
SDII	0,10	-0,10	-0,05	0,02	0,06
SPI	0,32	0,21	0,18	0,22	0,28
	Статистичка значајност за $\alpha = 0,05$				
	Статистичка значајност за $\alpha = 0,01$				

Имајући у виду претходне резултате, могло би се закључити да и Скандинавска осцилација има утицаја на температурне и падавинске прилике на територији црне Горе. Најбоља веза је добијена са 4 зимска параметра падавина (RR, DD, R75p и SPI) и 6 летњих температуре ваздуха (Tsr, Tnsr, Txsr, Tn90p, Tx90p и SU). Корелација са зимским сумама падавина (RR) је позитивна, што значи да позитивна фаза SCAND осцилације условљава повећање количине падавина на територији Црне Горе, и обратно. SCAND индекс у зимској сезони има негативан тренд, што је у складу са тенденцијом смањења сума падавина у овом годишњем добу. Такође је позитивна веза и са зимским бројем умерено влажних дана и стандардизованим падавинским индексом (R75p и SPI за зиму), а инверзна са бројем сушних дана (DD). Негативна фаза овог индекса условљава

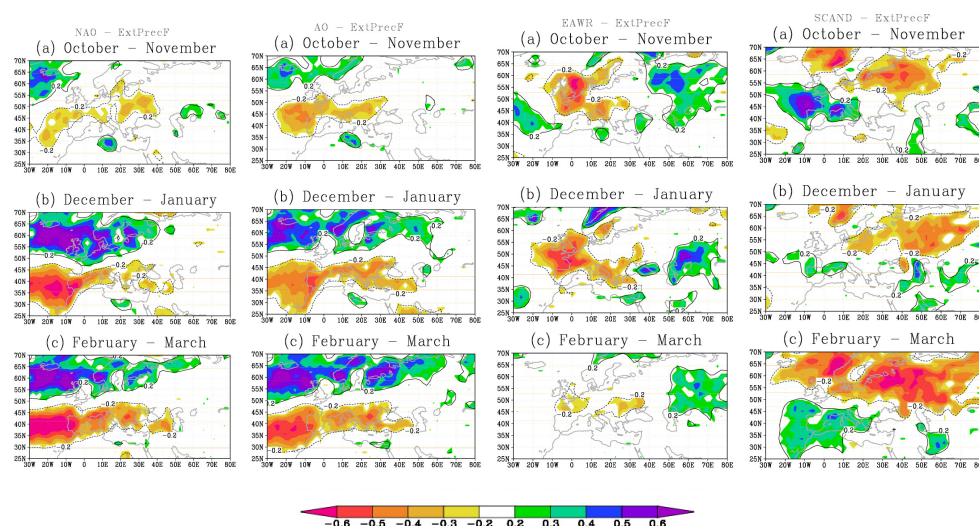
вишу средњу летњу температуру (T_{sr} , T_{xsr} и T_{nsr}), као и већи број топлих дана, топлих ноћи и летњих дана (T_{x90p} , T_{n90p} и SU).

Trigo et al. (2006) су разматрали утицај NAO, EA, EAWR и SCAND на падавинске и температурне прилике у региону Медитерана током 20. века. Они су утврдили да се значајан део варијабилности климе Медитерана може објаснити променама циркулације атмосфере. Такође сматрају да је један део варијабилности повезан са локалним и регионалним факторима, као што су промене намене и коришћења земљишта и другим изазваним делатностима човека. Аутори истичу да су поменути телеконекциони обрасци у великој мери одговорни и за трендове температуре и падавина.

Paredes et al. (2006) су истраживали промене месечних сума падавина на Пиринејском полуострву, за период 1960-1997. Најизразитији пад су добили за месец март, чак 50% за посматрани период. Овако велики дефицит падавина у марту, аутори објашњавају драматичним смањењем броја циклона у близини Пиринејског полуострва, односно променама циркулације атмосфере. Они сматрају да, осим NAO, одређену контролу на варијабилност падавина широм Европе имају и други велики облици циркулације атмосфере, као што су EA, SCAND и EAWR.

У студији Casanueva et al. (2013) су, за период 1950-2010., презентовани резултати тренда сезонских сума падавина (RR) и три индекса екстрема на простору Европе: број узастопно влажних/сувих дана (CDD и CWD) и R95pTOT. Тренд и његову значајност су прорачунали помоћу Сеновог метода и МК теста. Генерално, зими је присутан позитиван (негативан) тренд RR и CWD на северу (југу) континента, док се у лето ове две варијабле смањују (повећавају) на западу (истоку) Европе. Ово сезонско понашање упућује да су атмосферске циркулације одговорне за различит знак тренда разматраних падавинских параметара. Сезонске вредности RR, CDD и CWD су више у интеракцији са циркулацијом атмосфере: NAO, SCAND, EA и ENSO. У пролеће и јесен падавине показују везу и са SOI на Пиринејском полуострву. Готово цео континент региструје тренд повећања R95pTOT, и то у свим годишњим добима. Утврдили су да постоји значајан допринос промене површинске температуре воде у Северном Атлантику, јер R95pTOT индекс показује најбољу везу са AMO, за сва годишња доба.

Krichak et al. (2013) су испитивали однос између учесталости дана са падавинама преко 95-ог перцентила (R95p) и пет телеконекионих образаца (NAO, AO, EAWR SCAND И ENSO) у Евромедитеранском региону. За испитивање и значајност везе користили су коефицијент линеарне корелације (Пирсонов коефицијент), односно Слудентов тест (t-тест), а обухватили су три групе месеца током кишне сезоне (октобар-новембар, децембар-јануар и фебруар-март), за период 1961-2000. Резултати до којих су дошли аутори указују да поменуте телеконекиције, осим ENSO, имају снажан утицај на међугодишње варијације учесталости дана са екстремним падавинама у већем делу Медитерана (слика 7.11).



Слика 7.11. Корелација између NAO, AO, EAWR и SCAND и учесталости дана са екстремним падавинама (R95p) за октобар-новембар (a), децембар-јануар (b) и фебруар-март (c), за период 1961-2000. (Krichak et al., 2013)

7.2.2.5. Поларна-Евроазијска осцилација – POLEUR

Поларна-Евроазијска осцилација (POLEUR – Polar-Eurasia) се појављује у свим годишњим добима. Позитивну фазу ове осцилације карактерише негативна аномалија геопотенцијалне висине изнад северног поларног региона и позитивна изнад северне Кине и Монголије (пустиња Гоби). POLEUR осцилација је повезана са јачином циркумполарне циркулације (стална прстенста циркулација око северног пола). Наиме, за време позитивне фазе јачи је поларни прстен (вртлог) од уобичајеног, док негативни режим слаби прстенсту циркулацију око пола. Углавном се утицај позитивне фазе POLEUR осцилације осећа на пораст температуре ваздуха у Источном Сибиру и пад у Источној Кини. Када су падавине

у питању, позитивни режим је повезана са надпросечним количинама на северу Скандинавије⁴⁵. Истраживања показују да ова осцилација има утицаја током зимских месеци, пре свега у поларном региону⁴⁶.

POLEUR индекс, показатељ ове осцилације, добија се као и за остале висинске телоконекције, помоћу тзв. ротирајуће анализе главних компоненти (RPCA - Rotated principal component analysis), користећи податке о висини 500 mb површи, добијене на основу реанализе NCEP-NCAR центра. Резултати временских серија су нормализовани у односу на базни период 1981-2010. Израчунавање индекса помоћу RPCA приступа је компликован процес. У суштини, анализа главних компоненти (PCA - Principal component analysis) је статистичка процедура која користи ортогоналну трансформацију. Овај приступ (RPCA) за прорачунавање индекса, тј. праћења варијабилности атмосферских осцилација, први су применили Barnston and Livezey (1987), а затим је усвојен од стране Центра за предвиђање климе (CPC - Climate Prediction Center) при NOAA за праћење телеконекционих образаца у реалном времену.

Када је Црна Гора у питању, сигнал ове осцилације готово да се и не детектује за посматрани период (1951-2010). Изузетак је неколико параметара за зимску и летњу сезону. Од зимских параметара, на око 50% станица веза је значајна са Tsr, Tnsr, Txsr и Tx90p, углавном на нижем нивоу поверења (90%). При томе, веза између POLEUR индекса и 4 поменута параметра температуре за зимску сезону је негативна. То значи да негативна фаза ове осцилације условљава више зимске температуре на простору Црне Горе, генерално. То је у складу са позитивним трендом ова 4 параметра температуре, а негативним зимским POLEUR индексом.

Од летњих параметара температуре, 6 станица на северу земље (Колашин, Рожаје, Беране, Бијело Поље, Жабљак и Пљевља) показује значајну везу између ове осцилације и 3 параметра минималне температуре (Tnsr, Tn10p и Tn90p). Корелација између летњих вредности POLEUR индекса и Tnsr, Tn10p и Tn90p на 6 поменутих станица на северу Црне Горе, позитивног је знака. Дакле, за разлику од зимске сезоне, за време позитивне фазе ове осцилације виша је минимална летња температура.

⁴⁵ <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/teledoc/poleur.shtml>

⁴⁶ <http://catalog.data.gov/harvest/object/ca9cfd5-3a2c-4523-b30a-50892f0322d3/html/original>

У сваком случају, сигнал Поларно-Евроазијске осцилације на време и климу Црне Горе је слаб. Одређена веза, углавном значајна на нижем нивоу прихватања хипотезе (5% ризик), добијена је само за неколико параметара температуре у зимској и за пар станица на северу Црне Горе у летњој сезони (табела 7.14).

Табела 7.14. Матрица корелација између POLEUR индекса и параметара температуре и падавина на сезонском и годишњем нивоу на територији Црне Горе у целини, за период 1951-2010.

Параметар	POLEUR				
	Зима	Пролеће	Лето	Јесен	Година
Tsr	-0,24	-0,01	0,08	0,01	-0,14
Tnsr	-0,26	-0,09	0,29	-0,04	-0,10
Txsr	-0,28	0,01	0,04	0,12	-0,14
FD	0,25	0,07	/	0,00	0,11
Tn10p	0,16	-0,01	-0,27	0,05	-0,01
Tn90p	-0,19	-0,12	0,25	-0,10	-0,17
Tx10p	0,20	-0,04	0,00	-0,09	0,02
Tx90p	-0,26	-0,03	0,04	0,11	-0,24
SU	/	-0,02	0,03	0,05	-0,15
RR	-0,22	-0,18	0,11	-0,16	-0,10
DD	0,15	0,19	-0,19	0,19	0,05
R75p	-0,20	-0,22	0,15	-0,22	-0,14
R95p	-0,25	0,01	0,04	-0,03	-0,02
ΣR95pΣP	-0,14	0,15	0,01	-0,07	0,04
R95pTOT	-0,17	0,05	0,06	0,05	-0,04
SDII	-0,15	-0,03	-0,01	0,00	-0,09
SPI	-0,23	-0,15	0,14	-0,16	-0,10
	Статистичка значајност за $\alpha = 0,05$				
	Статистичка значајност за $\alpha = 0,01$				

Када је ова осцилација у питању, до сличних резултата су дошли и Markonis et al. (2013). Они истичу да је клима у региону Медитерана у значајној мери повезана са NAO и делимично Сибирско-високим индексом (SHI - Siberian High Index). Такође је доказано да у овом региону постоји веза између летњих падавина и Динамичко-монсунског индијског индекса (DIMI - Dynamic Indian Monsoon Index), али и са Западно-Афричким монсунским индексом (WAMI - West Africa Monsoon Index). Одређену везу су добили и са још неколико показатеља циркулације атмосфере: MO, EA, SCAND, док је са POLEUR слабија.

Хорlаки et al. (2000) су испитивали везу између циркулације атмосфере у средњим тропосферским висинама (500 hPa g.h.) у појасу између 30-70⁰N и 30-50⁰E и зимских сума падавина у Грчкој, за период 1958-1994. По њиховим резултатима, смањење циклонске активности у последњих неколико деценија, заједно са адвекцијом континенталног ваздуха, главни је разлог дефицита зимских сума падавина на територији Грчке. На крају закључују да су климатска истраживања још увек далеко да објасне све везе између атмосфере, хидросфере, криосфере, биосфере, а посебно регионалне и локалне специфичности.

На основу добијених резултата, очигледно је да постоје јаче или слабије везе, посебно када су у питању међугодишња колебања. Закључујући утицај разматраних телеконекционих образаца на сезонске и годишње параметре температуре и падавина у Црној Гори (средње вредности температуре, суме падавина и екстремне ова два елемента), може се констатовати следеће:

➤ У зимској сезони, најјачи утицај на параметре температуре има ЕА, МО, WeMO, EAWR и АО, док је слабији сигнал NAO и SCAND. Зимски параметри падавина најбољу везу показују са АО, МО, NAO, EAWR, WeMO и SCAND.

➤ На пролећне параметре температуре најбољи сигнал имају ЕА, WP, АО и SOI. Падавинске прилике током пролећа су највише под утицајем WeMO и АО.

➤ Лети, температурне прилике у великој мери кореспондирају са варијацијама ЕА, АМО, EAWR, SCAND и NAO, а у мањој са Нињо 4, WP и POLEUR. Са падавинским параметрима најбоља корелација је са МО, NAO и ЕА.

➤ У јесењој сезони, највећи број разматраних параметара температуре показује везу са ЕА, SCAND, АМО, EAWR, МО, АО, а поједини и са показатељима ENSO (Нињо 4, SOI и MEI). За јесење параметре падавина утврђен је јак сигнал са АО, NAO, EAWR, WeMO и МО, а поједини показују везу и са SCAND и MEI.

➤ Промене годишњих параметара температуре су у најбољој вези са варијацијама ЕА, АМО, SCAND, EAWR, NAO и АО. Са друге стране, колебање разматраних параметара падавина на годишњем нивоу се у великој мери може објаснити АО, NAO, МО и WeMO, док је слабији сигнал SCAND, ЕА и EAWR осцилација.

➤ У раду је поменута међусобна повезаност показатеља атмосферске циркулације, с циљем да се укаже на сложеност климатског система, односно да на промене и колебања температуре, падавина и друге метеоролошко-климатске елементе утичу бројни фактори. Генерално се може закључити да се ниједан елемент природе не може посматрати изоловано од других, нити је исправно његове потенцијалне промене и колебања разматрати на основу утицаја само једног фактора. Другим речима, погрешно је стављати акценат на искључиву и постојану доминацију једног фактора, јер је очигледно да се ради о интеракцијском деловању више утицаја, што је у овом раду делимично и показано.

7.3. Узроци екстремне температуре и падавина 2007. и 2010.

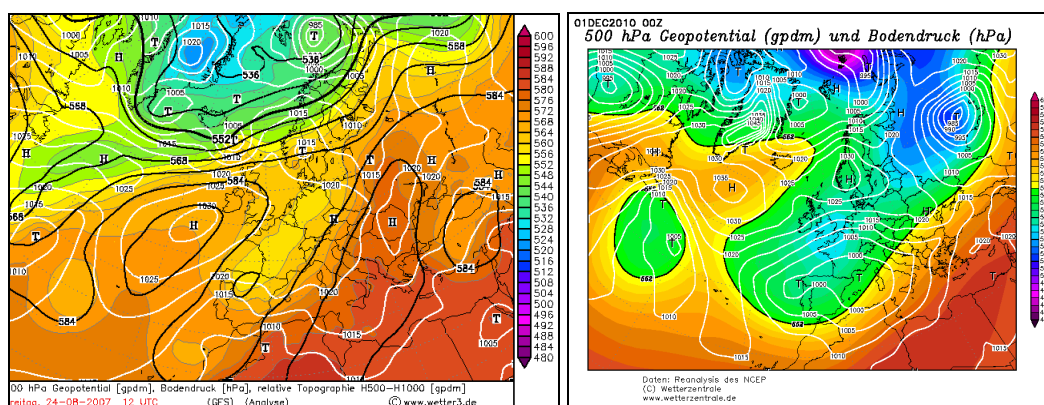
Колики је утицај циркулационих процеса на време, најбоље се може илустровати на два екстремна примера у Црној Гори. Први се односи на екстремно високе температуре током лета 2003. и нарочито 2007. године, а други на надпросечне падавине 2010.

Лети се над Црном Гором и ширим подручјем често формирају тзв. „блокинг ситуације”, које условљавају стабилно време у дужем периоду, али су у поменутих годинама биле изразитије. Нарочито се изразита блокинг ситуација десила током јула и друге половине августа 2007. године. Узрок топлих таласа било је јако поље високог притиска. Загрејани ваздух са југа и југозапада појачавао је снагу и одржавање топлог таласа, што је условило екстремно топло време у Црној Гори. Јачање термобаричког гребена у висинској југозападној струји изазвало је адвекцију топлог ваздуха и пораст температуре из дана у дан (слика 7.12, лево). У Подгорици је од 16. јула до краја августа било осам дана узастопно са дневним максимумима изнад 40. подеока Целзијусове скале. У ова два месеца била је изражена појава топлих таласа (интервал од преко 5 дана узастопно са максималном температуром вишом од 5⁰С у односу на просечне дневне максимуме). Те године је у многим местима Црне Горе температура ваздуха достигла највећу вредност од када постоје мерења, углавном 23. и 24. августа 2007.

Други пример утицаја циркулационих процеса на време је 2010. година, током које су на подручју Црне Горе три пута регистроване поплаве - у јануару, новембру и децембру. Према расположивим подацима, то је до сада максимална честина јављања ове појаве у једној години. Наиме, висинска струјања у барометарским депресијама имају далеко већи утицај на падавинске прилике него приземна. У условима када се подручје Црне Горе налази под утицајем простране и дубоке висинске баричке долине и снажне циклонске циркулације у приземљу, владају нестабилне временске прилике и често са обилним падавинама. Једна таква структура атмосфере (снажна приземна и висинска циклонска циркулација) је доминирала крајем 2010. године. Током новембра и децембра 2010. године, серије циклона су условиле обилне падавине у већем делу Црне Горе. Суме падавина у ова два месеца су допринеле да је 2010. година била најкишнија у Црквицама, Бару, Подгорици, Никшићу и на Цетињу и Жабљаку, а друга у низу у Х. Новом,

Улцињу и Колашину. Укупна висина падавина у 2010. години се кратала од 664 mm у Пљевљима до 9105 mm у Црквицама.

Синоптичку ситуацију на дан 30. новембар и 1. децембар 2010. године, карактерисало је јако југозападно струјање у склопу висинске долине и циклогенеза у Лигурском мору и Ђеновском заливу (слика 7.12, десно). Оваква циклонска активност условила је обилне количине падавина у већем делу Црне Горе, појачан до јак, на ударе и олујни јужни ветар и топло време за ово доба година. За период од 30 сати, од 7h 30. новембра до 13h 1. децембра, готово све метеоролошке станице у јужним и централним пределима регистровале су преко 100 mm падавина. Највише кише пало је у Црквицама (719 mm) и на Цетињу (384 mm). Хидролошку ситуацију је додатно погоршало топљење снежног покривача у вишим планинским пределима, висине 10-50 cm.



Слика 7.12. Структура атмосфере на нивоу мора и 500 милибарској површи на дан 24. 8. 2007. (слика лево) и 1. 12. 2010. (слика десно)

Оваква метеоролошка комбинација – обилне кишне падавине и топљење снежног покривача у горњим (планинским) деловима сликова река, условила је нагли прилив воде у језера и корита река, односно пораст водостаја на хидролошким објектима и незапамћене поплаве у равничарском подручју око доњег тока Мораче – јужни део Зетске равнице. Поплава је било и у приобаљу Бојане, Зете, Лима и Никшићком пољу.

ЗАКЉУЧАК

Ова дисертација је имала два основна циља. Први је утврђивање динамике, а други могућих узрока температурних и падавинских екстрема на територији Црне Горе у периоду 1951-2010. Истраживање у оквиру наведене теме реализовано је детаљном анализом тренда и колебања преко 20 параметара температуре и падавина са 23 метеоролошке станице и испитивањем њихове везе са променама циркулације атмосфере. Резултати добијени у овом раду су углавном у складу са општом представом о глобалном отопљавању, али и не мали број чињеница није у сагласности са моделима IPCC.

Детаљна анализа средње температуре на сезонском и годишњем нивоу, на територији Црне Горе, за период 1951-2010., показала је следеће:

➤ У посматраном 60-годишњем периоду, тенденција пораста средње годишње температуре на територији Црне Горе, математички посматрано, последица је изразитог раста у топлијем делу године, нарочито од маја до августа. У зимској сезони су промене безначајне, док у јесењој доминира тренд захлађења.

➤ Резултати тренд анализе су показали да се могу издвојити подручја са сличним термичким променама. Генерално, на југозападу Црне Горе присутан је благи тренд пада или незнатан пораст средње температуре, зависно која се сезона посматра, док се најизразитији раст јавља у северним и североисточним крајевима (Плав, Беране, Рожаје, Жабљак), затим на подручју Подгорице и Паштровићком приморју (приморје од Бара до Будве).

➤ На основу добијених резултата, може се констатовати да се са сезонским и годишњим сумама падавина на територији Црне Горе, у периоду од 1951. до 2010. године, ништа битније не дешава. Међугодишње варијације, које иначе карактеришу овај елемент, нису повећане у последње време, нити тренд компонента показује значајне промене. На основу увида у литературу, стиче се утисак да се још увек не може извести генерални закључак како би евентуални антропогени ефекат стаклене баште требало да утиче на падавине, што је ова анализа делимично и потврдила.

Упоредна анализа средњих вредности и варијанси два 30-годишња периода (1951-1980. и 1981-2010) указује на следеће:

➤ На годишњем нивоу, сва три параметра температуре (средња, средња максимална и средња минимална) показују да је период 1981-2010. значајно топлији у односу на претходне три деценије. Када су падавине у питању, у већем

делу Црне Горе (20 станица) просечна годишња количина је мања у периоду 1981-2010. у односу на 1951-1980., али је та разлика значајна само на приморју.

➤ Код средње годишње и средње годишње минималне температуре, као и код годишњих сума падавина, варијансе два посматрана периода се безначајно разликују готово на свим посматраним станицама. На основу статистичке процедуре, утврђено је да је у другом 30-годишњем периоду пораст дисперзије средње годишње максималне температуре статистички значајан на 13 станица.

Анализа је даље показала да се:

➤ У периоду 1951-2010., тенденција пораста средње годишње максималне и минималне температуре је, математички посматрано, пре свега последица изразитог раста у топлијем делу године, нарочито у мају и током три летња месеца. На већем броју станица је већа брзина пораста средње годишње максималне него минималне температуре. Такође, у већем делу Црне Горе постоји тренд пораста броја дана са интензивним падавинама ($R_d \geq 30 \text{ mm}$), али је углавном безначајан. Даље је утврђено да су падавине далеко осетљивије на сложене орографске услове Црне Горе и локалну циркулацију него температура, па је то највероватније главни разлог разлика између суседних станица у погледу променљивости овог елемента.

У последње време се анализа температурних и падавинских екстреме све више базира на климатским индексима, дефинисаних од стране WMO-CCL/CLIVAR. У овој дисертације је разматрано 17 климатских индекса, на сезонском и годишњем нивоу, а добијени резултати указују на следеће:

➤ На територији Црне Горе се све чешће јављају максималне и минималне дневне температуре које имају „топлије” вредности. То значи да је тренд пораста средњих годишњих и средњих сезонских температура, математички посматрано, последица повећања учесталости дневних температурних екстрема у позитивном (топлијем) смислу. У већини случајева је тренд температурних екстрема значајан, посебно на годишњем нивоу и током лета и пролећа. Тренд промена топлих температурних индекса је већи од хладних.

➤ Током истраживања су уочене и неке нелогичности. Према палеоклиматским записима, али и теорији доминације антропогеног ефекта стаклене баште, у условима отопљавања требало би очекивати веће температурне промене ноћу и зими него дању и лети. Претходно су потврдила и мерења у инструменталном периоду. Према Alexander et al. (2006), када би глобално загревање било узроковано Сунцем, онда би интензивнији био тренд пораста дневне температуре. „Уместо тога, опажамо како се број топлих ноћи повећава

брже него број топлих дана''. Исту констатацију износе и Braganza et al. (2003, 2004) за зиму и лето: „Јачањем ефекта стаклене баште требало би очекивати да се зиме брже загревају од лета''. Разлог томе је, како истичу аутори, што стакленички ефекат има већи утицај зими, а то потврђују и мерења у инструменталном периоду. Међутим, на територији Црне Горе се дешава супротно, јер су промене разматраних температурних индекса веће у летњој него у зимској сезони. Примера ради, зимски број топлих ноћи (Tn_{90p}) се занемарљиво повећава, док је позитивна тенденција лети скоро 10 пута већа. Слично је и са трендом промена топлих дана (Tx_{90p}) – интензивније је повећање лети него зими, и генерално у топлијем него у хладнијем делу године. Штавише, у југозападном делу земље се зимски број топлих ноћи, али и пролећни и јесењи, благо смањује.

➤ На већем делу територије Црне Горе постоји тренд повећања годишњег и зимског броја сушних дана (DD), углавном значајан, док се током пролећа, лета и јесени ништа посебно не дешава у периоду 1951-2010. Али, у последњем 30-годишњем периоду (1981-2010) се број сушних дана смањује, а то значи да нема ни говора о аридизацији посматраног простора. У периоду од 1951. до 2010., индекс SDII има углавном позитивну вредност, али је тренд претежно безначајан, како на сезонском, тако и годишњем нивоу.

➤ У посматраном 60-годишњем периоду, годишњи број умерено влажних дана (R_{75p}) се смањује. Међутим, тренд годишњег броја врло влажних дана (R_{95p}) је позитиван, што значи да се све чешће јављају интензивне падавине. Слични квалитативни резултати су добијени и за зимску сезони: умерено влажни дани се брже смањују, него што се повећава број врло влажних дана. У пролећној и летњој сезони се са R_{75p} индексом ништа не дешава, тренд је готово раван нули.

➤ Осим лети, у осталим сезонама на већем делу територије Црне Горе присутан је тренд повећања интензитета падавина које падну у врло влажне дане (P_{95pTOT}), али су те промене углавном безначајне. Исто тако се на већем делу територије Црне Горе учешће укупних падавина које се излуче у врло влажним данима (ΣP_{95pSP}) повећава у годишњој суми. Иако је у већини места тенденција промена безначајна, треба истаћи чињеницу да се и апсолутно максималне годишње 1-дневне и 5-дневне суме падавина повећавају на већем делу територије Црне Горе. Тенденција повећања интензивних падавина није повољна за географску средину и може узроковати низ негативних последица.

➤ Резултати анализе за стандардизовани падавински индекс (SPI) су компатибилни са добијеним за сезонске и годишње суме падавина. Дакле, и овај

индекс, који се у последње време користи при разматрању суша, указује да нема ни говора о аридизацији Црне Горе, како на сезонском, тако и годишњем нивоу.

У раду је испитана веза између 17 параметара температуре и падавина на сезонском, односно 20 на годишњем нивоу, са укупно 16 телеконекионих образаца. На основу добијених резултата може се констатовати:

➤ У зимској сезони, најјачи утицај на параметре температуре ваздуха има EA, MO, WeMO, EAWR и AO, док је слабији сигнал NAO и SCAND. Зимски параметри падавина најбољу везу показују са AO, MO, NAO, EAWR, WeMO и SCAND.

➤ На пролећне параметре температуре (средње вредности и учесталост екстремних догађаја) најбољи сигнал је добијен са EA, WP, AO и SOI. Када су параметри падавина у питању, значајна корелација је добијена са WeMO и AO, док други телеконекиони образци имају слабији утицај.

➤ Лети, температурне прилике у великој мери кореспондирају са варијацијама EA, AMO, EAWR, SCAND и NAO, а у мањој са Нињо 4, WP и POLEUR. Падавински параметри су у најбољој вези са MO, NAO и EA.

➤ У јесењој сезони, највећи број разматраних параметара температуре показује везу са EA, SCAND, AMO, EAWR, MO, AO, а поједини и са показатељима ENSO (Нињо 4, SOI и MEI). За јесење параметре падавина утврђен је јак сигнал са AO, NAO, EAWR, WeMO и MO, а поједини показују везу и са SCAND и MEI.

➤ Промене годишњих параметара температуре су у најбољој вези са варијацијама EA, AMO, SCAND, EAWR, NAO и AO. Са друге стране, колебање разматраних параметара падавина на годишњем нивоу се у великој мери може објаснити AO, NAO, MO и WeMO, док је слабији сигнал SCAND, EA и EAWR осцилација.

➤ Према Kostopoulou and Jones (2007a, 2007b), у другој половини 20. века на простору Источног Медитерана, у који они укључују и Балкан, присутан је значајан тренд пораста антициклоналних типова циркулације, нарочито зими. Са друге стране, за циклоналне типове су добили значајан негативан тренд на годишњем нивоу, посебно у Централном Медитерану. Ово би у великој мери могло да објасни промене разматраних параметара температуре и нарочито падавина на територији Црне Горе, али то захтева даља истраживања.

➤ Истраживања су показала да се аномалије тепературних и падавинских параметара на територији Црне Горе морају посматрати у ширем контексту, односно да је потребно сагледати хемисферну слику утицаја промене циркулације

атмосфере. Треба нагласити да утицај телеконекиционих образаца није исти током године, у једном делу је јачи, а у појединим месецима или сезонама слабији или се не детектује.

У сваком случају, потребна су даља истраживања у вези проблематике могућих узрока промене температуре ваздуха и количине падавина. У раду је указано на сложеност климатског система, као и на његову унутрашњу динамику. Антропогени утицај на локалну климу постоји, што је доказано и на нашим просторима (Анђелковић, 2005; Бурић и др., 2011), али када је у питању регионални и посебно глобални аспект, наука још увек нема дефинитиван одговор на питање шта је узрок пораста температуре и колебања климе у новије време. Резултати овог рада, као и истраживања других аутора, не уклапају се сасвим у општу представу о глобалном загревању, која се базира на доминацији антропогеног ефекта стакле баште. То не значи да овај ефекат не постоји, већ да се не уочава његова доминација, те ценимо да су нека тумачења глобалног отопљавања и његових последица од стране IPCC ипак предимензионирана, односно да је утицај људских активности прецењен.

Резултати добијени у овом раду јасно су показали да на промене и колебања температуре и падавина, а тиме и других метеоролошко-климатских елемената, утичу бројни фактори. Погрешно је стављати акценат на искључиву и постојану доминацију једног фактора, јер је очигледно да се ради о интеракцијском деловању више утицаја. Истина, у последње време су оборени поједини рекорди и повећана је честина одређених појава, али се ништа забрињавајуће не дешава, нити се детектује значајнија погођеност еколошког и привредног система.

ЛИТЕРАТУРА

- Абдусаматов, Х. И. (2009). *Солнце диктует климат Земли*, СПб.: Логос, Санкт-Петербург, стр. 1-197.
- Alexander, L.V., Zhang, X., Peterson, T.C., Caesar, J., Gleason, B., Klein-Tank, A.M.G., Haylock, M., Collins, D., Trewin, B., Rahimzadeh, F., Tagipour, A., Rupa Kumar, K., Revadekar, J., Griffiths, G., Vincent, L., Stephenson, D.B., Burn, J., Aguilar, E., Brunet, M., Taylor, M., New, M., Zhai, P., Rusticucci, M., Vazquez-Aguirre, J.L. (2006). Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. *J. Geophys. Res.*, 111, D05109. doi:10.1029/2005JD006290.
- Анђелковић, Г. (2005). *Београдско острво топлоте – одлике, узроци и последице*. Географски факултет Универзитета у Београду, Београд.
- Анђелковић, Г. (2006). Методологија одређивања прагова за екстремне температуре ваздуха у источној Србији на примеру јануара и јула месеца у Неготину. *Гласник Српског географског друштва*, 86 (1), стр. 61-72.
- Анђелковић, Г. (2007). Падавине као неповољна климатска појава у Неготину. *Гласник Српског географског друштва*, 87 (1), стр. 51-62.
- Анђелковић, Г. (2009). Екстремне климатске појаве у Србији, докторска дисертација, Географски факултет, Београд, стр. 1-251.
- Angulo-Martínez, M. and Beguería, S. (2012). Do atmospheric teleconnection patterns influence rainfall erosivity? A study of NAO, MO and WeMO in NE Spain, 1955–2006. *Journal of Hydrology*, 450-451: 168-179.
- Baker, V.R. (2004). Palaeofloods and global change. *Journal of the Geological Society of India* 64(4): 395-401.
- Baldwin, M.P. and Dunkerton, T.J. (2001). Stratospheric Harbingers of Anomalous Weather Regimes. *Science*, 294(5542): 581-584. DOI: 10.1126/science.1063315.
- Baldwin, M.P. and Thompson, D.W.J. (2009). A critical comparison of stratosphere-troposphere coupling indices. *Journal of the Royal Meteorological Society*, 135, 1661-1672.
- Barjaktarović, R., Burić, D., Kićović, D. (2011). Floods in north-east part of Montenegro by the end of 2010. U „XV Internacional eco-conference“, Novi Sad, knj. I, 131-138.
- Barnston, A.G. and Livezey, R.E. (1987). Classification, seasonality and persistence of low-frequency atmospheric circulation patterns. *Mon. Wea. Rev.*, 115(6): 1083-1126.
- Barnston, A.G., Livezey, R.E., Halpert, M.S. (1991). Modulation of Southern Oscillation-Northern Hemisphere Mid-Winter Climate Relationships by the QBO. *J. Climate*, 4(2): 203–217.
- Biondi, F., Lange, C.B., Hughes, M.K. and Berger, W.H. (1997). Inter-decadal signals during the last millennium (AD 1117-1992) in the varve record of Santa Barbara basin, California. *Geophysical Research Letters*, 24: 193-196.
- Black, E. (2012). The influence of the North Atlantic Oscillation and European circulation regimes on the daily to interannual variability of winter precipitation in Israel. *Int. J. Climatol.* 32(11): 1654–1664. DOI: 10.1002/joc.2383.
- Boberg, F., Lundstedt, H. (2002). Solar wind variation related to fluctuations of the North Atlantic Oscillation, *Geophysical Research Letters*, 29(15): 13.1-13.4.
- Boberg, F., Lundstedt, H. (2003). Solar wind electric field modulation of the NAO: A correlation analysis in the lower atmosphere. *Geophysical Research Letters*, 30(15): 8.1-8.4.
- Борисенков, Е.П., Дроздов, О.А., Полозова, Л.Г., Шнитников, А.В., Ващалова, Т.В. (1988). Колебания климата за последнее тысячелетие, *Гидрометеоиздат*, Ленинград, стр. 1-408.
- Branković, Č., Cindrić, K., Gajić-Čapka, M., Güttler, I., Patarčić, M., Srnc, L., Vučetić, V. (2009). *Peto nacionalno izvješće Republike Hrvatske prema Okvirnoj konvenciji UN o promjeni klime (UNFCCC)*. Zagreb: Državni hidrometeorološki zavod Republike Hrvatske.

- Braganza, K., Karoly, D., Hirst, T., Mann, M.E., Stott, P., Stouffer, R.J. and Tett, S. (2003). Indices of global climate variability and change: Part I - Variability and correlation structure. *Clim. Dyn.*, 20: 491–502.
- Braganza, K., Karoly, D.J., Hirst, A.C., Stott, P., Stouffer, R.J. and Tett S.F.B. (2004). Simple indices of global climate variability and change: Part II: Attribution of climate change during the twentieth century. *Clim. Dyn.*, 22: 823– 838. doi:10.007/s00382-004-0413-1.
- Briffa, K.R., Jones, P.D., Schweingruber, F.H., Osborn, T.J. (1998). Influence of volcanic eruptions on Northern Hemisphere summer temperature over the past 600 years. *Nature*, 393: 450-454.
- Brohan, P., Kennedy, J.J., Harris, I., Tett, S.F.B. and Jones, P.D. (2006). Uncertainty estimates in regional and global observed temperature changes: A new dataset from 1850. *Journal of Geophysical Research*. 111, D12106 (pp 1-21). doi:10.1029/2005JD006548.
- Brunetti, M., Maugeri, M., Nanni, T. (2002). Atmospheric circulation and precipitation in Italy for the last 50 years. *International Journal of Climatology*, 22(12): 1455–1471.
- Brunetti, M., Maugeri, M., Monti, F., Nanni, T. (2006). Temperature and precipitation variability in Italy in the last two centuries from homogenised instrumental time series. *International Journal of Climatology*, 26(3): 345–381. DOI: 10.1002/joc.1251.
- Brunet, M., Sigro, J., Jones, P.D., Saladie, O., Aguilar, E., Moberg, A., Walter, A. (2007). Long-term changes in extreme temperatures and precipitation in Spain. *Contribution to Science*, 3: 331–342.
- Burrough, P. & McDonnell, R. (1998). *Principes of Geographical Information Systems 2e, Spatial Information Systems and Geostatistical*, Oxford University Press, London.
- (2006). *Principi geografskih Informacionih Sistema*, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd.
- Бурић, Д., Ивановић, Р., Митровић, Ј. (2007). *Клима Подгорице*. Хидрометеоролошки завод Црне Горе, Подгорица, стр. 1-106.
- Бурић, Д., Дуцић, В., Луковић, Ј. (2011). *Колебање климе у Црној Гори у другој половини XX и почетком XXI вијека*. Црногорска академија наука и умјетности, Подгорица, стр.1- 270.
- Burić, D. (2011). Indexes of temperature and precipitation extremes in Podgorica in the period 1951-2008. *Zbornik radova Geografskog instituta "Jovan Cvijić"*, Srpska akademija nauka i umetnosti, 61(1), 31-41.
- Burić, D., Ducić, V., Luković, J., Manojlović, P., Mustafić, S. (2012). Hydrometeorological assesment on floods in Montenegro at the end of the 2010. U: International Conference on “Land Conservation” – LANDCON 1209, Sustainable Land Management and Climate Change, September 17-21, 2012, Danube Region/Republic of Serbia, in: Conference Abstracts, part: 100.
- Бурић, Д., Станојевић, С., Луковић, Ј., Гавриловић, Љ., Живковић, Н. (2012). Климатске промене и водност река: пример Колубаре, Бели Брод. *Гласник Српског географског друштва*, 92(1), стр. 123-134.
- Burić, D., Luković, J., Ducić, V., Dragojlović, J., Doderović, M. (2014). Recent trends in daily temperature extremes over southern Montenegro (1951–2010) *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 14: 67-72. doi:10.5194/nhess-14-67-2014.
- Бурић, Д., Дуцић, В., Додеровић, М. (у штампи). Поплаве у Црној Гори крајем 2010. године са освртом на колебање протицаја Мораче. *Гласник Одјељења природних наука*, Црногорска академија наука и умјетности.
- Bucha, V. Bucha, Jr. V. (1998). Geomagnetic forcing of changes in climate and in the atmospheric circulation, *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, 60(2): 145-169. doi:145-169. 10.1016/C1364-6826 (97) 00119-3.
- Вујевић, П. (1956). *Климатолошка статистика*, Научна књига, Београд.
- Вукадиновић, С. (1981). *Елементи теорије вероватноће и математичке статистике*, Привредни преглед, Београд.

- Viessman, W., Krapp, J.W. and Harbough, T.E. (1989). *Introduction to Hydrology*. Harper and Row Publishers Inc., New York. New York, 3: 675–695.
- Wallace, M.J. and Gutzler, S.D. (1981). Teleconnections in the Geopotential Height Field during the Northern Hemisphere Winter. *Mon. Wea. Rev.*, 109(4): 784–812.
- Wang, C., Lee, S-K. and Enfield, D.B. (2008). Atlantic Warm Pool acting as a link between Atlantic Multidecadal Oscillation and Atlantic tropical cyclone activity, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 9, Q05V03, doi:10.1029/2007GC001809.
- Wibig, J. (1999). Precipitation in Europe in relation to circulation patterns at the 500 hPa level. *International Journal of Climatology*, 19(3): 253–269.
- World Meteorological Organization (2004). *Report of the CCI/CLIVAR expert team on climate change detection, monitoring and indices (ETCCDMI)*, Geneva.
- World Meteorological Organization (2009). *Guidelines on Analysis of extremes in a changing climate in support of informed decisions for adaptation*. Geneva 2, Switzerland, Climate Data and Monitoring WCDMP-No. 72.
- World Meteorological Organization (2011). WMO statement on the status of the global climate in 2010, WMO-No. 1074.
- World Meteorological Organization (2012). WMO statement on the status of the global climate in 2011, WMO-No. 1085.
- Wolter, K. and Timlin, S. M. (2011). El Niño/Southern Oscillation behaviour since 1871 as diagnosed in an extended multivariate ENSO index (MEI. ext), *Int. Jour. Climatol.*, 31(7): 1074-1087, doi: 10.1002/joc.2336.
- Woollings, T. and Blackburn, M. (2012). The North Atlantic Jet Stream under Climate Change and Its Relation to the NAO and EA Patterns. *J. Climate*, 25(3): 886–902.
- Wu, A., Hsieh, W.W., Shabbar, A., Boer, G.J., Zwiers, F.W. (2006). The nonlinear association between the Arctic Oscillation and North American winter climate. *Climate Dynamics*, 26: 865–879. DOI 10.1007/s00382-006-0118-8.
- Gajić-Čapka, M. (2009). Trendovi oborinskih ekstrema u Crikvenici, 1901–2007. *Zbornik radova-Konferencija "Suvremene metode odvodnje oborinskih voda urbanih sredina na obalnim područjima"*, Hrvatsko društvo za zaštiti voda, Zagreb; Građevinski fakultet sveučilišta u Rijeci, Rijeka, str.166-175.
- Gajić-Čapka, M. and Cindrić, K. (2011). Secular trends in indices of precipitation extremes in Croatia, 1901–2008. *Geofizika*, 28: 293-312.
- Goldenberg, S.B., Landsea, C.W., Mestas-Nunez, A.M., Gray, W.M. (2001). The recent increase in Atlantic hurricane activity—causes and implications. *Science*, 293 (5529): 474–479.
- Givati, A. and Rosenfeld, D. (2013). The Arctic Oscillation, climate change and the effects on precipitation in Israel. *Atmospheric Research*, 132–133: 114–124.
- Groisman, P.Y., Knight, R.W., Easterling, D R., Karl, T.R., Hegerl, G.C., Razuvaev, V.N. (2005). Trends in intense precipitation in the climate record. *Journal of Climate*, 18, 1326-1350.
- Dankers, R. and Hiederer, R. (2008). Extreme Temperatures and Precipitation in Europe: Analysis of a High-Resolution Climate Change Scenario, *Joint Research Centre – Institute for Environment and Sustainability*, pp. 1-66.
- Della-Marta, P.M., Haylock, M.R., Luterbacher, J. and Wanner, H. (2007). Doubled length of western European summer heat waves since 1880. *Journal of Geophysical Research*, 112(D15103): 1-11. doi:10.1029/2007JD008510.
- Delworth, T.L. and Mann, M.E. (2000). Observed and simulated multidecadal variability in the Northern Hemisphere. *Climate Dynamics*, 16(9): 661-676.
- Del Río, S., Penas, A. and Fraile, R. (2005). Recent climatic variations in Castile and Leon (Spain). *Atmospheric Research*, 73: 69–85.
- Del Río, S., Herrero, L., Pinto-Gomes, C. and Penas, A. (2011). Spatial analysis of mean temperature trends in Spain over the period 1961–2006. *Glob. Plan.Chan.* 78: 65–75.
- Dery, S.J. and Wood, E.F. (2005). Decreasing river discharge in northern Canada. *Geophysical Research Letters*, 32, L10401 (pp. 1-4). doi:10.1029/2005GL022845.

- Дукић, Д. (1999). *Климатологија*, Научна књига, Београд.
- Дукић, Д., Гавриловић, Љ. (2006). *Хидрологија*. Завод за уџбенике и наставна средства, Београд.
- Dünkeloh, A. and Jacobeit, J. (2003). Circulation dynamics of Mediterranean precipitation variability 1948–98. *International Journal of Climatology*, 23(15): 1843–1866.
- Дуцић, В. (1991). Дендроклиматолошка истраживања у Србији: могућности и ограничења, *Зборник радова ПМФ*, бр. XXXVIII/XXXVIII, Београд, стр. 57-65.
- Ducić, V. (1992). Dendroclimatological investigations in Carpatho-Balkanian Mountains, Faculty of Geography, Edition physical Geography of Serbia Vol.1, Physico-geographical Problems of Carpatho-Balkanian Mountains in Serbia, pp.41-46.
- Дуцић, В. (1996). Досадашњи резултати дендрохролошких истраживања у Србији, *Зборник радова са првог саветовања младих географа Југославије*, Петница, стр. 145-149.
- Дуцић, В. (1999). Антропогени утицај на колебање климата у Србији, докторска дисертација, Географски факултет, Београд.
- Дуцић, В, Радовановић, М. (2005). *Клима Србије*, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, стр. 1-212.
- Дуцић, В., Луковић, Ј. (2005). Могуће везе између Ел Нињо јужне осцилације и промене количине падавина у Србији. *Зборник радова Географског факултета*, Београд, свеска LIII.
- Дуцић, В., Трбић, Г., Луковић, Ј. (2006). Промене температуре ваздуха у Републици Српској у периоду сателитских осматрања и могући вулкански утицај, *Гласник Географског друштва Републике Српске*, Бања Лука, 11: 112-124.
- Ducić, V., Milovanović, B., Luković, J. (2007). Connection between ENSO index, NAO index and decadal-scale variability of precipitation in Serbia. in: Proceedings of the Third International Conference- Global changes and regional challenges, Sofia, Bulgaria, 28-29. April 2006, стр. 137-142.
- Дуцић, В. (2008). Савремена колебања глобалне климе - утицај људи или природе, *Астрономски магазин*, 34, Нови Сад, стр. 22-25.
- Дуцић, В., Луковић, Ј., Бурић, Д. (2010а). Анализа могућих узрока колебање климе на северу Црне Горе на основу дендрохролошких истраживања, У: *Зборник радова, Међународни симпозијум „Геоекологија - XXI вијек, теоријски и апликативни задаци”*. Филозофски факултет, Никшић. стр. 345-352.
- Дуцић, В, Луковић, Ј., Станојевић, Г. (2010б). Циркулације атмосфере и колебање падавина у Србији у периоду 1949-2004. *Гласник српског географског друштва*, 90(2): 85-96.
- Дуцић, В., Бурић, Д., Луковић, Ј., Станојевић, Г. (2011). Промене количине падавина у Подгорици у периоду 1951-2010. *Гласник Српског географ. друштва*, 91(2):51-70.
- Ducić, V., Luković, J., Burić, D., Stanojević, G., and Mustafić, S. (2012). Precipitation extremes in the wettest Mediterranean region (Krivošije) and associated atmospheric circulation types, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 12: 687-697. doi:10.5194/nhess-12-687-2012.
- Durao, R., Pereira, M., Costa, M.J., Delgado, A.C., del Barriod, J., Soares, A. (2010). Spatial-temporal dynamics of precipitation extremes in southern Portugal: a geostatistical assessment study. *Int. J. Climatol.*, 30: 1526–1537.
- Дроздов, О.А., Рубинштейн, С.Е. (1966). Что следует называть климатическими нормами? *Известия Академии наук СССР, Серия географическая*, №1, Москва.
- El Kenawy, A.M., López-Moreno, J.I., Vicente-Serrano, S.M. (2011). Recent trends in daily temperature extremes over northeastern Spain (1960–2006). *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 11: 2583–2603.
- European Environment Agency (2001). Sustainable water use in Europe, Part 3: Extreme hydrological events: floods and droughts. Environmental Issue Report No. 21, pp. 1-84.
- Efthymiadis, D., Goodess, C.M., Jones, P.D. (2011). Trends in Mediterranean gridded temperature extremes and large-scale circulation influences. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 11: 2199-2214.

- Enfield, D.B. and Cid-Serrano, L. (2010). Secular and multidecadal warmings in the North Atlantic and their relationships with major hurricane activity. *Int. J. Clim.*, 30: 174–184.
- Enfield, D.B., Mestas-Nunez, A.M. and Trimble, P.J. (2001). The Atlantic multidecadal oscillation and its relation to rainfall and river flows in the continental US. *Geophysical Research Letters*, 28(10): 2077–2080. doi: 10.1029/2000GL012745.
- Ziv, B., Dayan, U., Kushnir, Y., Rot, C., Enzel, Y. (2006). Regional and global atmospheric patterns governing rainfall in the southern Levant, *Int. J. Climatology.*, 26(1): 55–73.
- Zolina, O., Simmer, C., Kapala, A., Bachner, S., Gulev, S., Maechel, H. (2008). Seasonally dependent changes of precipitation extremes over Germany since 1950 from a very dense observational network, *J. Geophys. Res.*, 113, D06110, doi:10.1029/2007JD008393, 2008.
- Zolina, O, Simmer, C, Gulev, S.K, Kollet S. (2010). Changing structure of European precipitation: Longer wet periods leading to more abundant rainfalls. *Geoph Res. Lett.*, 37(6), L06704, doi:10.1029/2010GL042468.
- Ивковић, З. (1976). *Математичка статистика*, Научна књига, Београд.
- IPCC (2001). *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Houghton, J.T., Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C.A. Johnson (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 881pp.
- IPCC (2007). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.
- Jovanović, G., Reljin, I. and Reljin, B. (2008). The influence of Arctic and North Atlantic Oscillation on precipitation regime in Serbia. U: XXIVth Conference of the Danubian Countries IOP Publishing, IOP Conf. Series: *Earth and Environmental Science* 4, 012025 doi: 10.1088/1755-1307/4/1/012025.
- Jones, P.D, Jnsson, T. and Wheeler, D. (1997). Extension to the North Atlantic Oscillation using early instrumental pressure observations from Gibraltar and South-West Iceland. *Int. J. Climatol.* 17(13): 1433–1450.
- Kiktev, D., Caesar, J., Alexander, L.V., Shiogama, H. and Collier, M. (2007). Comparison of observed and multimodeled trends in annual extremes of temperature and precipitation. *Geophysical Research Letters*, 34, L10702, doi:10.1029/2007GL029539.
- Klein-Tank, A.M.G. and Können, G.P. (2003). Trends in Indices of Daily Temperature and Precipitation Extremes in Europe, 1946–99. *Journal of Climate*, 16(22): 3665–3680. doi: [http://dx.doi.org/10.1175/1520-0442\(2003\)016<3665:ТПОДТ>2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1175/1520-0442(2003)016<3665:ТПОДТ>2.0.CO;2)
- Кнежевић, С., Тошић, И., Ункашевић, М. (2011). Анализа минималних дневних температура за Београд и Ниш. *Гласник Српског географског друштва*, 2: 71–82.
- Kostopoulou, E. and Jones, P.D. (2005). Assessment of climate extremes in the Eastern Mediterranean. *Meteorol. Atmos. Phys.*, 89: 69–85.
- Kostopoulou, E. and Jones, P.D. (2007a). Comprehensive analysis of the climate variability in the eastern Mediterranean. Part I: map-pattern classification. *Int. J. Climatol.*, 27(9): 1189–1214.
- Kostopoulou, E. and Jones, P.D. (2007b). Comprehensive analysis of the climate variability in the eastern Mediterranean. Part II: relationships between atmospheric circulation patterns and surface climatic elements. *Int. J. Climatol.* 27(10): 1351–1371.
- Kodera, K. (2002). Solar cycle modulation of the North Atlantic Oscillation: Implication in the spatial structure of the NAO. *Geophys. Res. Lett.*, 29(8): 59.1–59.4.
- Kodera, K. and Kuroda, Y. (2005). A possible mechanism of solar modulation of the spatial structure of the North Atlantic Oscillation. *J. Geophys. Res.*, 110(D2). doi: 10.1029/2004JD005258.

- Krichak, S.O., Kishcha, P., Alpert, P. (2002). Decadal trends of main Eurasian oscillations and the Mediterranean precipitation. *Theoretical and Applied Climatology*, 72(3-4): 209–220.
- Krichak, S.O. and Alpert, P. (2005a). Signatures of the NAO in the atmospheric circulation during wet winter months over the Mediterranean region. *Theor. App. Cl.* 82(1-2): 27-39.
- Krichak, S.O. and Alpert, P. (2005b). Decadal trends in the east Atlantic-west Russia pattern and Mediterranean precipitation, *International Journal of Climatology*, 25(2): 183-192.
- Krichak, S.O., Breitgand, J.S., Gualdi, S. and Feldstein, S.B. (2013). Teleconnection–extreme precipitation relationships over the Mediterranean region, *Theoretical and Applied Climatology*, Springer, pp. 1-43. doi:10.1007/s00704-013-1036-4.
- Kuglitsch, F.G., Toreti, A., Xoplaki, E., Della-Marta, P.M., Zerefos, C., Türkeş, M., Luterbacher, J. (2010). Heat wave changes in the eastern Mediterranean since 1960. *Geophys. Res. Lett.*, 37, L0482. doi:10.1029/2009GL041841.
- Kutiel, H. and Benaroch, Y. (2002). North Sea–Caspian pattern (NCP) — an upper level atmospheric teleconnection affecting the eastern Mediterranean: identification and definition. *Theoretical and Applied Climatology*, 71(1-2): 17–28.
- Kutiel, H., Maheras, P., Turkes, M., Paz, S. (2002). North Sea–Caspian pattern (NCP) — an upper level atmospheric teleconnection affecting the eastern Mediterranean: implications on the regional climate. *Theoretical and Applied Climatology* 72(3): 173–192.
- Lean, J.L., and Rind, D.H. (2008). How natural and anthropogenic influences alter global and regional surface temperatures: 1889 to 2006. *Geophys. Res. Lett.*, 35(18), L18701, doi:10.1029/2008GL034864.
- Levitus, S., Matishov, G., Seidov, D., Smolyar, I. (2009). Barents Sea multidecadal variability. *Geophys. Res. Lett.*, 36, L19604, doi:10.1029/2009GL039847.
- Lindzen, R., and Rondanelli, R. (2007). Climate Sensitivity and Observed Negative Feedbacks, Program in Atmospheres, *Oceans and Climate*, MIT, IPGP, Pariz, pp. 1-51.
- Lloyd-Hughes, B. and Saunders, M.A. (2002). A drought climatology for Europe. *Int. J. Climatol.* doi:10.1002/joc.846.
- Lockwood, M., Harrison, R.G., Solanki, S.K. (2010). Are cold winters in Europe associated with low solar activity? *Environmental Research Letters*, 2010, 5(2): 024001. doi: 10.1088/1748-9326/5/2/024001.
- Luković J., Burić D., Ducić V., Doderović M., Milevski I. (2012). Assessment on temperature extremes in Montenegro. U: ''11th International Conference on Meteorology, Climatology and Atmospheric Physics COMECAP 2012''. Springer, pp. 577-583.
- Lucie, A. Vincent and Éva Mekis (2006). Changes in Daily and Extreme Temperature and Precipitation Indices for Canada over the Twentieth Century. *Atm. Oc.*, 44(2): 177–193.
- Mazzarella, A. (2008). Solar Forcing of Changes in Atmospheric Circulation, Earth's Rotation and Climate. *The Open Atmospheric Science Journal*, 2: 181-184.
- Maheras, P. and Kutiel, H. (1999). Spatial and temporal variations in the temperature regime in the Mediterranean and their relationship with circulation during the last century, *International Journal of Climatology*, 19(7): 745–764.
- Martin-Vide, J. and Lopez-Bustins, J.A. (2006). The Western Mediterranean Oscillation and rainfall in the Iberian Peninsula. *Inter. Journal of Climat.* 26(11): 1455-1475.
- Markonis, Y., Koutsoyiannis, D., Papalexiou, S.M. (2013). The role of teleconnections in extreme (high and low) precipitation events: The case of the Mediterranean region, European Geosciences Union General Assembly 2013. Vienna, Austria, 7 – 12 April 2013, Session HS7.5/NP8.4: Hydroclimatic Stochastics (<http://itia.ntua.gr/getfile/1324/1/documents/2013EGUMedTeleExtremes.pdf>)
- Милосављевић, М. (1963). *Климатологија*, Научна књига, Београд.
- Mo, K.C. and Livezey, R.E. (1986). Tropical-Extratropical Geopotential Height Teleconnections during the Northern Hemisphere Winter. *Mon. Wea. Rev.*, 114(12), 2488–2515.
- Moore, G.W.K and Renfrew, I.A. (2011). Cold European winters: interplay between the NAO and the East Atlantic mode, *Atmospheric Science Letters*, 13(1): 1-8.

- Mondal, A, Kundu, S, Mukhopadhyay, A. (2012). Rainfall trend analysis by Mann-Kendall test: A case study of north-eastern part of cuttack district, Orissa. *International Journal of Geology, Earth and Environmental Sciences*, 2 (1): 70-78.
- Миловановић, Б., Радовановић, М., Дуцић, В. (2009). Удвојени систем океан-атмосфера, Повезаност температуре воде субполарног Антлантика, Исландског минимума и температуре ваздуха у Србији, *Гласник српског географског друштва*, Свеска LXXXIX(3): 165-175.
- Miller, A.J., Zhou, S., Yang, S.K. (2003). Relationship of the Arctic and Antarctic Oscillations to the Outgoing Longwave Radiation. *Journal Climate*, 16: 1583–1592.
doi: <http://dx.doi.org/10.1175/1520-0442-16.10.1583>.
- Muller, A.R., Curry, J., Groom, D., Jacobsen, R., Perlmutter, S., Rohde, R. Rosenfeld, A., Wickham, C., Wurtele, J. (2013). Decadal Variations in the Global Atmospheric Land Temperatures. *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, 118(11): 5280–5286.
- McCabe, G.J., Palecki, M.A. and Betancourt, J.L. (2004). Pacific and Atlantic Ocean influences on multidecadal drought frequency in the United States. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101(12): 4136-4141. doi_10.1073_pnas.0306738101.
- McBean, E. and Motiee, H. (2008). Assessment of Impact of Climate Change on Water Resources : A Long Term Analysis of the Great Lakes of North America, *Hydrology and Earth System Sciences*, 12: 239–255.
- Nissen, K.M., Leckebusch, G.C., Pinto, J.G., Renggli, D., Ulbrich, S. Ulbrich, U. (2010). Cyclones causing wind storms in the Mediterranean: characteristics, trends and links to large-scale patterns. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 10, 1379-1391.
- Olivier, J.G.J., Janssens-Maenhout, G., Muntean, M. and Peters, J.A.H.W. (2013). *Trends in global CO₂ emissions; 2013 Report*, The Hague: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency; Ispra: Joint Research Centre, pp. 1-62.
- Olofintoye, O.O., Sule, B.F. (2010). Impact of Global Warming on the Rainfall and Temperature in the Niger Delta of Nigeria. *J. Research Information in Civil Engineering*, 7(2): 33-48.
- Osborn, T.J. (2011). Winter 2009/10 temperatures and a record-breaking North Atlantic Oscillation index. *Weather* 66(1): 19-21. DOI: 10.1002/wea.660.
- Panagiotopoulos, F., Shahgedanova, M., Hannachi, A. and Stephenson, D.B. (2005). Observed Trends and Teleconnections of the Siberian High: A Recently Declining Center of Action. *J. Climate*, 18(9): 1411–1422. doi: <http://dx.doi.org/10.1175/JCLI3352.1>.
- Paeth, H., Hense, A., Glowienka-Hense, R., Voss, R., Cubasch, U. (1999). The North Atlantic oscillation as an indicator for greenhouse-gasinduced regional climate change. *Climate Dynamics* 15(12): 953–960. DOI: 10.1007/s003820050324.
- Paredes, D., Trigo, R.M., Garcia-Herrera, R., & Trigo, I.F. (2006). Understanding Precipitation Changes in Iberia in Early Spring: Weather Typing and Storm-Tracking Approaches. *J. Hydrometeor.*, 7(1): 101–113. doi: <http://dx.doi.org/10.1175/JHM472.1>.
- Peterson, T. C., Folland, C., Gruza, G., Hogg, W., Mokssit, A., and Plummer, N. (2001). *Report on the activities of the Working Group on Climate Change Detection and Related Rapporteurs 1998–2001*. World Meteorological Organisation Rep. WMO-TD No. 1071, WCDMP-No. 47, Geneva, Switzerland.
- Ракићевић, Т. (1994). О аномалијама падавина у Београду. *Гласник Српског географског друштва*, 74(1): 25-37.
- Rahmstorf, S. and Coumou, D. (2011). Increase of extreme events in a warming world. *Proc. Natl. Acad. Sci., USA*, 108: 17905–17909. doi: 10.1073/pnas.1101766108.
- Reid, G.C. (2000). Solar Variability and the Earth's Climate: Introduction and Overview. *Space Science Reviews*, 94(1-2): 1-11. DOI: 10.1023/A:1026797127105.
- Reiser, H. and Kutiel, H. (2010). Rainfall uncertainty in the Mediterranean: time series, uncertainty, and extreme events. *Theoretical and Applied Climatology*, 104(3): 357-375.
- Robock, A. (2002). Volcanic eruptions. *Encyclopedia of Global Environmental Change*, Vol. 1, Ted Munn, Ed., (John Wiley and Sons, London), pp. 738-744.

- Rodó, X., Baert, E., Comín, F.A. (1997). Variations in seasonal rainfall in Southern Europe during the present century: relationships with the North Atlantic Oscillation and the El Niño-Southern Oscillation, *Climate Dynamics*, 13(4): 275-284.
- Rodrigo, F.S., Pozo-Vázquez, D., Esteban-Parra, M.J. and Castro-Díez, Y. (2001). A reconstruction of the winter North Atlantic Oscillation index back to A.D. 1501 using documentary data in southern Spain. *J. Geoph. Research*, 106(D14): 14805–14818.
- Salmi, T., Määttä, A., Anttila, P., Ruoho-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 MAKESENS. Helsinki: Finnish Meteorological Institute Publications on Air Quality No. 31.
- Smith, T.M., Reynolds, R.W. (2005). A global merged land and sea surface temperature reconstruction based on historical observations (1880–1997). *J. of Cl.*18(12): 2021–2036.
- Sheridan, S. and Lee, C.C. (2012). Synoptic climatology and the analysis of atmospheric teleconnections. *SAGE journals*, 36(4), 548-557. DOI: 10.1177/0309133312447935.
- Станојевић, Г. (2012). Анализа годишњих падавинских сума на простору Србије. *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић”*, САНУ, 62(2):1-13.
- Стеванчевић, М., Тодоровић, Н., Радовановић, М., Дуцић, В., Миленковић, М. (2010). *Београдска школа метеорологије, Свеска друга*, Библиотека: Научна истраживања, Београд.
- Stephens, G.L., L'Ecuyer, T., Forbes, R., Gettleman, A., Golaz, J.C., Bodas-Salcedo, A., Suzuki, K., Gabriel, P. and Haynes, J. (2010). Dreary state of precipitation in global models. *Journal of Geophysical Research*, 115, D24. doi: 10.1029/2010JD014532.
- Supić, N., Grbec, B., Vilibić, I. and Ivančić, I. (2004). Long-term changes in hydrographic conditions in northern Adriatic and its relationship to hydrological and atmospheric processes. *Annales Geophysicae*, 22(3): 733–745.
- Sušelj, K. and Bergant, K. (2006). Mediterranean Oscillation Index. *Geophysical Research*, 8, 02145, Abstracts (pp. 1).
- Szentimrey, T. (2003). Multiple analysis of series for homogenization (MASH); Verification procedure for homogenized time series, in: Fourth seminar for homogenization and quality control in climatological databases. Budapest, Hungary, *WMO-TD No. 1236, WCDMP No. 56*: 193–201.
- Szentimrey, T., Bihari, Z. (2007). „Mathematical background of the spatial interpolation methods and the software MISH (Meteorological Interpolation based on Surface Homogenized Data Basis)”, Proceedings of the Conference on Spatial Interpolation in Climatology and Meteorology, Budapest, Hungary, COST Action 719, *COST Office*, 17-27.
- Tošić, I. (2004). Spatial and temporal variability of winter and summer precipitation over Serbia and Montenegro. *Theoretical and Applied Climatology*, 77:47–56.
- Тодоровић, Н., Вујовић, Д., Радовановић, М. (2006). Сунчева активност – време и клима на Земљи, *Зборник радова Географског факултета*, Београд, свеска LIV, стр. 25-36.
- Tomozzeiu, R., Lazzeri, M. and Cacciamani, C. (2002). Precipitation fluctuations during the winter season from 1960 to 1995 over Emilia-Romagna, Italy. *Theoretical and Applied Climatology*, 72: 221-229.
- Torreti, A. and Desiato, F. (2008). Changes in temperature extremes over Italy in the last 44 years. *Internat. J. Climatol.*, 28, 733–745.
- Trigo, R.M., Osborn, T.J. & Corte-Real, J.M. (2002). The North Atlantic Oscillation influence on Europe: climate impacts and associated physical mechanisms. *Cl. Res.* 20(1): 9–17.
- Trigo, R., Xoplaki, E., Zorita, E., Luterbacher, J., Krichak, SO, Alpert, P, Jacobeit, J, Saenz, J, Fernandez, J, Gonzalez-Rouco, F, Garcia-Herrera, R, Rodo, X, Brunetti, M, Nanni, T, Maugeri, M, Turkes, M, Gimeno, L, Ribera, P, Brunet, M, Trigo, IF, Crepon, M, Mariotti, A. (2006). Chapter 3: *Relations between Variability in the Mediterranean Region and Mid-latitude Variability*, pp. 179-226. In: Lionello, P., Malanotte-Rizzoli, P, Boscolo, R. (eds): *Mediterranean Climate Variability*, Elsevier, Amsterdam. (<http://194.117.7.100/Ricardo/N52170-Ch03.pdf>)

- Trenberth, K.E. and Shea, D.J. (2006). Atlantic hurricanes and natural variability in 2005. *Geophysical Research Letters* 33(12), L12704, doi:10.1029/2006GL026894.
- Tung, K.K. and Zhou, J. (2013). Using data to attribute episodes of warming and cooling in instrumental records. *Proceedings of the Nat. Academy of Sciences*, 110(6): 2058–2063.
- Türkeş, M., Sumer, U.M., Demir Y. (2002). Re-evaluation of trends and changes in mean, maximum and minimum temperatures of Turkey, for the period 1929–1999. *International Journal of Climatology* 22(8): 947–977. DOI: 10.1002/joc.777.
- Thompson, D.W.J. and Wallace, J.M. (1998). The Arctic Oscillation signature in the wintertime geopotential height and temperature fields. *Geoph. Research Letters*, 25(9): 1297-1300.
- Thejll, P., Christiansen, B., Gleisner, H. (2003). On Correlation between the North Atlantic Oscillation, geopotential heights, and geomagnetic activity. *Geophysical Research Letters*, 30(6, 1347): 80.1-80.4. doi: 10.1029/2002GL016598.
- Unkašević, M. and Tošić, I. (2009). An analysis of heat waves in Serbia. *Global and Planetary Change*, 65: 17–26. doi:10.1016/j.gloplacha.2008.10.009.
- Unkašević, M. and Tošić, I. (2011a). The maximum temperatures and heat waves in Serbia during the summer of 2007. *Climatic Change*, 108: 207–223. DOI: 10.1007/s10584-010-0006-4.
- Unkašević, M. and Tošić, I. (2011b). A statistical analysis of the daily precipitation over Serbia: trends and indices. *Theor Appl Climatol*, 106: 69–78. DOI 10.1007/s00704-011-0418-8.
- Unkašević, M. and Tošić, I. (2013). Trends in temperature indices over Serbia: relationships to large-scale circulation patterns. *Int. J. Climatol.*, DOI: 10.1002/joc.3652.
- Ulbrich, U. and Christoph, M. (1999). A shift of the NAO and increasing storm track activity over Europe due to anthropogenic greenhousegas forcing. *Climate Dynamics* 15(7): 551–559. doi: 10.1007/s003820050299.
- Feidas, H., Makrogiannis, T., Bora-Senta, E. (2004). Trend analysis of air temperature time series in Greece and their relationship with circulation using surface and satellite data: 1955–2001. *Theoretical and Applied Climatology* 79(3-4): 185-208.
- Feidas, H., Nouloupoulou, Ch., Makrogiannis, T. and Bora-Senta, E. (2007). Trend analysis of precipitation time series in Greece and their relationship with circulation using surface and satellite data: 1955–2001. *Theor. Appl. Climatol.*, 87(1-4): 155–177.
- Forster, P.M., Thompson, D.W.J., Baldwin, M.P., Chipperfield, M.P., Dameris, M., Haigh, J.D., Karoly, D.J., Kushner, P.J., Randel, W.J., Rosenlof, K.H., Seidel, D.J., Solomon, S. (2010). *Stratospheric Changes and Climate*, Chapter 4: 4.1-4.60.
- Foster, G. and Rahmstorf, S. (2011). Global temperature evolution 1979–2010. *Environ. Res. Lett.* 6(4): 1-8. doi:10.1088/1748-9326/6/4/044022.
- Franks, S.W. (2002). Assessing hydrological change: deterministic general circulation models or spurious solar correlation? *Hydrological Processes*, 16(2): 559-564.
- Frich, P., Alexander, L.V., Della-Marta, P., Gleason, B., Haylock, M., Klein-Tank, A.M.G., Peterson, T. (2002). Observed coherent changes in climatic extremes during second half of the twentieth century. *Climate Research*, 19(3): 193–212. doi:10.3354/cr019193.
- Haan, C.T. (1977). *Statistical Methods in Hydrology*, The Iowa State University. Ames, 2nd ed. English 2002.
- Hansen, J., Ruedy, R., Sato, M., Lo, K. (2010). Global surface temperature change. *Rev. Geophys.*, 48(4): 1-29, RG4004, doi:10.1029/2010RG000345.
- Hansen, J., Sato, M. and Ruedy, R. (2012). Perception of climate change, *Proc. Natl. Acad. Sci., USA*, 109(37): E2415-E2423. doi:10.1073/pnas.1205276109.
- Haylock, M.R. & Goodess, C.M. (2004). Interannual variability of European extreme winter rainfall and links with mean large-scale circulation. *International Journal of Climatology*, 24(6): 759–776. doi:10.1002/joc.1033.
- Hertig, E., Seubert, S. and Jacobeit, J. (2010). Temperature extremes in the Mediterranean area: trends in the past and assessments for the future. *Nat. Haz. Ear.Syst. Sci.*, 10: 2039-2050.
- Henk, A., Dijkstra, A.H., Te Raa, L., Schmeits M., Gerrits J. (2006). On the physics of the Atlantic Multidecadal Oscillation. *Ocean Dynamics* 56(1): 36-50.

- Higgins, R.W., Leetmaa, A., Kousky, V.E. (2002). Relationships between Climate Variability and Winter Temperature Extremes in the United States. *J. Climate*, 15(13): 1555–1572.
- Hoerling, M., Eischeid, J., Perlwitz, J., Quan, X., Zhang, T. & Pegion, P. (2012). On the Increased Frequency of Mediterranean Drought. *Journal of Climate*, 25(6): 2146–2161. doi:10.1175/JCLI-D-11-00296.1.
- Hurrell, J.W. (1995). Decadal trends in the North Atlantic oscillation: Regional temperatures and precipitation. *Science*, 269 (5224): 676–679.
- Hurrell, J.W. and Van Loon, H. (1997). Decadal Variations in climate associated with the North Atlantic oscillation. *Climatic Change* 36(2-4): 301-326. doi: 10.1023/A:1005314315270.
- Xoplaki, E., Luterbacher J., Burkard R., Patrikas I., Maheras P. (2000). Connection between the large-scale 500 hPa geopotential height fields and precipitation over Greece during wintertime. *Climate Research*, 14(2), 129-146. doi:10.3354/cr01412.
- Xoplaki, E., Luterbacher, J. and Gonzalez-Rouco, J.F. (2006). Mediterranean summer temperature and winter precipitation, large-scale dynamics, trends. *II Nuovo Cimento C*, 29(1): 45–54. doi:10.1393/ncc/i2005-10220-4.
- Caesar, J., Alexander, L.V., Trewin, B., Tse-ring, K., Sorany, L., Vuniyayawa, V., Keosavang, N., Shimana, A., Htay, M.M., Karmacharya, J., Jayasinghearachchi, D.A., Sakkamart, J., Soares, E., Hung, L.T., Thuong, L.T., Hue, C.T., Dung, N.T. T., Hung, P.V., Cuong, H.D., Cuong N.M., Sirabaha, S. (2011). Changes in temperature and precipitation extremes over the Indo-Pacific region from 1971–2005. *Int. J. Climatol.*, 31: 791–801.
- Caillon, N., Severinghaus, J.P., Jouzel, J., Barnola, J.M., Kang, J., Lipenkov, V.Y. (2003). Timing of atmospheric CO₂ and Antarctic temperature changes across Termination III. *Science* 299(5613): 1728-1731. DOI:10.1126/science.1078758.
- Cancelliere, A., Loukas, A., Pangalou, D., Rossi, G., Tigkas, D., Tsakiris, G., Vangelis, H. (2007). Drought characterization [Part 1. Components of drought planning. 1.3. Methodological component]. In: Iglesias A. (ed.), Moneo M. (ed.), López-Francos A. (ed.). *Drought management guidelines technical annex*. Zaragoza: CIHEAM / EC MEDA Water, pp. 85-102.
- Casanueva, A., Rodríguez-Puebla, C., Frías, M.D., and González-Reviriego, N. (2013). Variability of extreme precipitation over Europe and its relationships with teleconnection patterns. *Hydrol. Earth Syst. Sci., Discuss.*, 10(10): 12331-12371. doi:10.5194/hessd.
- Cook, B.I., Miller, R.L., Seager, R. (2009). Amplification of the North American “Dust Bowl” drought through human-induced land degradation. *Proc. Natl. Acad. Sci., USA*, 106: 4997–5001. doi:10.1073/pnas.0810200106.
- Compo, G.P. and Sardeshmukh, P.D. (2009). Oceanic influences on recent continental warming. *Climate Dynamics*, 32: 333-342. doi: 10.1007/s00382-008-0448-9.
- Cohen, J. and Barlow, M. (2005). The NAO, the AO, and Global Warming: How Closely Related? *Jour. Climate*, 18(21): 4498–4513. doi: http://dx.doi.org/10.1175/JCLI3530.1.
- Courtillot, V., Gallet, Y., Le Mouél, J. L., Fluteau, F., Genevey, A. (2007). Are there connection between the Earth’s magnetic field and climate? *Earth and Planetary Science Letters*, 253(3-4): 328-339. doi:10.1016/j.epsl.2006.10.032
- Chase, T.N., Wolter, K., Pielke R.A.Sr., Rasool, I. (2006). Was the 2003 European summer heat wave unusual in a global context? *Geophysical Research Letters*, 33(23), L23709, doi:10.1029/2006GL027470.
- Chylek, P., Folland, C.K., Lesins, G., Dubey, M.K., Wang, M. (2009). Arctic air temperature change amplification and the Atlantic Multidecadal Oscillation. *Geophys. Res. Lett.*, 36, L14801, doi:10.1029/2009GL038777.
- Чадеж, М. (1964). *Време у Југославији*. Институт за метеорологију, Београд.
- Šumenjak, K., Šuster, V. (2011). Parametrični in neparametrični pristopi za odkrivanje trenda v časovnih vrstah. *Acta agriculturae Slovenica*, 97(3): 305-312.

ПРИЛОЗИ

Табела 4. Матрица корелација између параметара температуре и падавина и NAO-SLP на годишњем нивоу за период 1951-2010.

ГОДИНА	NAO-SLP									
	Tnsr	FD	Tn90p	TD	RR	DD	R75p	R95p	SDII	SPI
Станица	0.09	-0.14	0.03	-0.17	-0.41	0.44	-0.38	-0.22	-0.18	-0.40
Улцињ	-0.34	0.10	-0.32	-0.25	-0.42	0.51	-0.44	-0.09	-0.08	-0.42
Бар	-0.19	-0.03	-0.25	-0.27	-0.50	0.47	-0.45	-0.34	-0.33	-0.49
Будва	-0.07	0.17	-0.09	-0.24	-0.41	0.41	-0.48	-0.10	-0.22	-0.40
Тиват	-0.19	0.19	-0.17	-0.13	-0.38	0.44	-0.50	-0.24	-0.24	-0.37
Котор	-0.04	-0.20	-0.20	-0.25	-0.43	0.42	-0.33	-0.28	-0.21	-0.43
Х.Нови	-0.31	0.28	-0.25	-0.10	-0.49	0.22	-0.43	-0.23	-0.37	-0.49
Вирпазар	-0.31	0.30	-0.32	-0.04	-0.53	0.49	-0.50	-0.10	-0.22	-0.52
Голубовци	-0.26	0.23	-0.28	-0.06	-0.54	0.50	-0.42	-0.16	-0.21	-0.53
Подгорица	-0.19	0.35	-0.17	-0.02	-0.48	0.39	-0.44	-0.19	-0.26	-0.47
Даниловград	-0.38	0.42	-0.35	-0.22	-0.62	0.42	-0.48	-0.46	-0.52	-0.61
Цетинье	-0.31	0.32	-0.34	-0.26	-0.51	0.42	-0.43	-0.39	-0.36	-0.49
Црквице	-0.08	0.06	-0.14	-0.02	-0.49	0.41	-0.46	-0.25	-0.20	-0.47
Грахово	-0.16	0.18	-0.22	-0.18	-0.46	0.34	-0.37	-0.12	-0.06	-0.45
Велимље	-0.25	0.18	-0.28	-0.17	-0.47	0.35	-0.53	-0.31	-0.35	-0.46
Никшић	-0.03	0.13	-0.13	-0.20	-0.39	0.27	-0.36	-0.25	-0.05	-0.39
Крстац	-0.32	0.27	-0.33	-0.29	-0.46	0.42	-0.42	-0.27	-0.31	-0.45
Колашин	-0.28	0.22	-0.36	-0.32	-0.41	0.50	-0.41	-0.27	-0.14	-0.38
Плав	-0.39	0.34	-0.42	-0.26	-0.39	0.34	-0.21	-0.26	-0.23	-0.39
Рожаје	-0.29	0.26	-0.38	-0.26	-0.38	0.38	-0.37	-0.27	-0.14	-0.38
Беране	-0.38	0.35	-0.43	-0.27	-0.28	0.39	-0.22	0.00	-0.04	-0.29
Б.Поље	-0.19	0.28	-0.36	-0.08	-0.41	0.37	-0.40	-0.23	-0.28	-0.40
Жабљак	-0.28	0.25	-0.29	-0.20	-0.21	0.29	-0.12	-0.11	-0.05	-0.22
Пљевља										

Табела 5. Матрица корелација између параметара температуре и падавина и АМО за лето (1951-2010)

ЛЕТО	АМО							
	Tsr	Tnsr	Txsr	Tn10p	Tn90p	Tx10p	Tx90p	SU
Станица	0.46	0.34	0.33	-0.19	0.33	-0.22	0.32	0.25
Улцињ	0.54	0.54	0.54	-0.36	0.55	-0.47	0.51	0.52
Бар	0.43	0.35	0.49	-0.15	0.42	-0.43	0.47	0.35
Будва	0.40	0.33	0.48	-0.25	0.45	-0.32	0.49	0.30
Тиват	0.45	0.36	0.42	-0.26	0.41	-0.24	0.42	0.30
Котор	0.50	0.57	0.29	-0.40	0.55	-0.22	0.32	0.29
Х.Нови	0.35	0.35	0.45	-0.29	0.20	-0.30	0.51	0.33
Вирпазар	0.46	0.31	0.32	-0.11	0.46	-0.06	0.49	0.05
Голубовци	0.46	0.45	0.46	-0.27	0.47	-0.26	0.51	0.23
Подгорица	0.44	0.51	0.42	-0.37	0.47	-0.14	0.50	0.17
Даниловград	0.48	0.27	0.38	-0.25	0.18	-0.19	0.43	0.41
Цетинье	0.57	0.54	0.44	-0.37	0.54	-0.08	0.54	0.44
Црквице	0.50	0.24	0.24	-0.12	0.24	-0.08	0.33	0.30
Грахово	0.47	0.45	0.39	-0.26	0.47	-0.13	0.42	0.41
Велимље	0.48	0.42	0.42	-0.24	0.53	-0.22	0.45	0.44
Никшић	0.40	0.36	0.36	-0.15	0.38	-0.12	0.43	0.34
Крстац	0.55	0.34	0.40	-0.21	0.44	-0.07	0.47	0.41
Колашин	0.54	0.38	0.44	-0.22	0.45	-0.20	0.45	0.44
Плав	0.54	0.50	0.44	-0.38	0.53	-0.21	0.45	0.42
Рожаје	0.56	0.54	0.48	-0.42	0.56	-0.26	0.53	0.46
Беране	0.57	0.35	0.38	-0.19	0.48	-0.13	0.47	0.37
Б.Поље	0.56	0.38	0.43	-0.20	0.47	-0.26	0.45	0.37
Жабљак	0.54	0.47	0.42	-0.37	0.50	-0.15	0.46	0.39
Пљевља								

Табела 6. Матрица корелација између параметара температуре и падавина и АМО за јесењу сезону за период 1951-2010.

ЈЕСЕЊ	АМО					
	Tsr	Tnsr	Txsr	FD	Tn10p	Tn90p
Станица	0.06	0.14	0.10	-0.12	-0.06	0.21
Улцињ	0.26	0.39	0.35	-0.14	-0.19	0.46
Бар	0.19	0.16	0.28	-0.04	0.00	0.26
Будва	0.19	0.27	0.12	0.01	-0.17	0.25
Тиват	0.22	0.25	-0.01	-0.25	-0.27	0.15
Котор	0.26	0.36	0.12	-0.03	-0.21	0.51
Х.Нови	0.28	0.28	0.16	-0.12	-0.10	0.26
Вирпазар	0.15	0.28	0.05	-0.02	-0.17	0.27
Голубовци	0.18	0.30	0.12	0.05	-0.15	0.38
Подгорица	0.22	0.36	-0.01	-0.15	-0.30	0.45
Даниловград	0.31	0.43	-0.04	-0.36	-0.16	0.56
Цетинье	0.25	0.44	0.03	-0.19	-0.18	0.61
Црквице	0.25	0.35	0.04	-0.22	-0.13	0.50
Грахово	0.37	0.43	0.01	-0.28	-0.22	0.57
Велимље	0.19	0.27	-0.02	0.01	-0.03	0.39
Никшић	0.09	0.31	0.07	-0.29	-0.14	0.44
Крстац	0.29	0.33	-0.02	-0.28	-0.24	0.47
Колашин	0.35	0.25	-0.01	-0.33	-0.12	0.26
Плав	0.39	0.44	0.03	-0.35	-0.25	0.50
Рожаје	0.40	0.41	0.23	-0.36	-0.27	0.45
Беране	0.38	0.25	0.06	-0.20	-0.08	0.37
Б.Поље	0.33	0.27	0.16	-0.33	-0.06	0.37
Жабљак	0.27	0.39	0.06	-0.34	-0.20	0.42
Пљевља						
Статистичка значајност за $\alpha = 0,05$						
Статистичка значајност за $\alpha = 0,01$						

Табела 13. Матрица корелација између параметара температуре и падавина и MOI-1 за пролеће за период 1951-2010.

ПРОЛЕЋЕ	MOI-1					
	Станица	DD	R75p	R95p	ΣR95pΣP	SDII
Улцињ	0.25	-0.15	0.06	0.16	0.12	
Бар	0.29	-0.04	0.03	0.05	0.12	
Будва	0.34	0.06	0.05	0.11	0.28	
Тиват	0.27	0.06	-0.12	-0.12	0.06	
Котор	0.33	-0.03	-0.10	-0.06	0.07	
Х.Нови	0.32	0.10	0.12	0.23	0.36	
Вирпазар	0.24	-0.05	-0.10	-0.09	0.04	
Голубовци	0.30	-0.03	0.06	0.15	0.12	
Подгорица	0.32	-0.04	0.13	0.15	0.08	
Даниловград	0.32	-0.03	0.06	0.15	0.13	
Цетиње	0.31	-0.01	-0.10	0.02	0.10	
Црквике	0.41	-0.13	0.02	0.19	0.23	
Грахово	0.36	-0.14	0.02	0.20	0.11	
Велимље	0.41	-0.10	-0.07	-0.05	0.08	
Никшић	0.29	-0.05	0.12	0.24	0.22	
Крстац	0.42	-0.02	-0.17	-0.07	0.17	
Колашин	0.20	-0.07	0.03	0.08	0.07	
Плав	0.24	-0.27	0.12	0.16	-0.02	
Рожаје	0.22	-0.13	0.11	0.14	0.02	
Беране	0.09	-0.05	0.21	0.28	0.12	
Б.Поље	0.14	-0.02	0.33	0.32	0.13	
Жабљак	0.14	-0.07	0.05	0.09	-0.04	
Пљевља	0.09	-0.05	0.07	0.12	0.06	

Табела 14. Матрица корелација између параметара температуре и падавина и MOI-1 за лето (1951-2010)

ЛЕТО	MOI-1							
	Станица	RR	DD	R75p	R95p	R95pTOT	SDII	SPI
Улцињ	-0.37	0.23	-0.22	-0.37	-0.32	-0.30	-0.33	
Бар	-0.36	0.39	-0.35	-0.22	-0.09	-0.14	-0.32	
Будва	-0.32	0.24	-0.26	-0.27	-0.18	-0.24	-0.32	
Тиват	-0.29	0.27	-0.26	-0.25	-0.30	-0.18	-0.31	
Котор	-0.42	0.39	-0.18	-0.21	-0.24	-0.05	-0.44	
Х.Нови	-0.45	0.44	-0.40	-0.27	-0.30	-0.28	-0.45	
Вирпазар	-0.22	0.27	-0.33	-0.25	-0.04	-0.18	-0.27	
Голубовци	-0.19	0.24	-0.28	-0.07	-0.08	-0.12	-0.20	
Подгорица	-0.30	0.32	-0.29	-0.08	-0.13	-0.16	-0.32	
Даниловград	-0.33	0.27	-0.30	-0.10	-0.28	-0.28	-0.35	
Цетиње	-0.34	0.31	-0.30	-0.33	-0.22	-0.27	-0.33	
Црквике	-0.37	0.24	-0.33	-0.25	-0.26	-0.33	-0.35	
Грахово	-0.22	0.33	-0.27	-0.14	-0.04	-0.02	-0.21	
Велимље	-0.37	0.48	-0.28	-0.23	-0.15	0.08	-0.36	
Никшић	-0.24	0.37	-0.13	-0.13	-0.16	-0.06	-0.25	
Крстац	-0.18	0.40	-0.13	-0.06	-0.01	0.19	-0.19	
Колашин	-0.22	0.33	-0.09	-0.15	-0.06	0.02	-0.21	
Плав	-0.29	0.25	-0.32	-0.13	-0.07	-0.20	-0.29	
Рожаје	-0.17	0.31	-0.25	-0.06	0.07	0.11	-0.14	
Беране	-0.26	0.23	-0.23	-0.22	-0.14	-0.16	-0.23	
Б.Поље	-0.21	0.24	-0.20	0.02	0.13	0.01	-0.18	
Жабљак	-0.15	0.20	-0.16	0.00	0.20	0.05	-0.14	
Пљевља	-0.19	0.19	-0.10	-0.18	-0.15	-0.06	-0.17	

Табела 15. Матрица корелација између параметара температуре и падавина и MOI-1 за јесењу сезону за период 1951-2010.

ЈЕСЕН	MOI-1										
	Станица	Tsr	Tnsr	FD	Tn90p	RR	DD	R75p	R95p	R95pTOT	SPI
Улцињ	-0.15	-0.26	0.19	-0.19	-0.12	0.40	-0.03	-0.08	-0.02	-0.14	
Бар	-0.15	-0.21	0.10	-0.06	-0.35	0.43	-0.24	-0.09	-0.09	-0.35	
Будва	-0.12	-0.04	-0.07	0.00	-0.26	0.39	-0.21	-0.11	-0.16	-0.29	
Тиват	-0.17	-0.27	0.18	-0.19	-0.26	0.38	-0.19	0.00	-0.16	-0.26	
Котор	-0.17	-0.22	0.00	-0.06	-0.27	0.40	-0.21	-0.04	-0.10	-0.30	
Х.Нови	-0.20	-0.27	0.14	-0.19	-0.28	0.37	-0.25	-0.08	-0.17	-0.30	
Вирпазар	-0.26	-0.30	0.40	-0.10	-0.15	0.30	0.01	0.03	0.16	-0.19	
Голубовци	-0.14	-0.25	0.21	-0.14	-0.20	0.34	-0.19	0.07	0.13	-0.20	
Подгорица	-0.14	-0.26	0.28	-0.21	-0.24	0.38	-0.09	-0.10	0.07	-0.24	
Даниловград	-0.25	-0.35	0.48	-0.22	-0.21	0.37	-0.30	-0.10	0.11	-0.23	
Цетиње	-0.21	-0.30	0.35	-0.28	-0.37	0.42	-0.41	-0.18	-0.22	-0.39	
Црквике	-0.15	-0.24	0.28	-0.37	-0.34	0.47	-0.28	-0.27	-0.19	-0.33	
Грахово	-0.27	-0.36	0.29	-0.36	-0.27	0.42	-0.23	-0.06	0.00	-0.29	
Велимље	-0.25	-0.34	0.46	-0.24	-0.30	0.33	-0.19	-0.26	-0.31	-0.33	
Никшић	-0.08	-0.19	0.19	-0.17	-0.22	0.35	-0.12	-0.17	-0.03	-0.24	
Крстац	-0.07	-0.28	0.45	-0.25	-0.28	0.26	-0.25	-0.21	-0.19	-0.31	
Колашин	-0.28	-0.30	0.34	-0.25	-0.18	0.27	-0.16	-0.10	0.03	-0.21	
Плав	-0.30	-0.23	0.35	-0.21	-0.12	0.16	-0.20	0.01	-0.07	-0.16	
Рожаје	-0.38	-0.35	0.33	-0.36	0.10	0.08	0.06	0.24	0.16	0.08	
Беране	-0.42	-0.36	0.38	-0.31	-0.11	0.13	-0.05	-0.07	0.02	-0.14	
Б.Поље	-0.34	-0.22	0.32	-0.26	-0.04	0.11	-0.14	0.13	0.26	-0.07	
Жабљак	-0.26	-0.24	0.36	-0.28	-0.31	0.16	-0.32	-0.32	-0.34	-0.34	
Пљевља	-0.33	-0.31	0.37	-0.37	0.01	0.00	-0.02	0.00	0.00	-0.02	
											Статистичка значајност за $\alpha = 0.05$
											Статистичка значајност за $\alpha = 0.01$

Табела 25. Матрица корелација између параметара температуре и падавина и Нињо 1+2 на годишњем нивоу за период 1951-2010.

ГОДИНА	Нињо 1+2				
	ID	RR	DD	R75p	SPI
Станица					
Улцињ	-0,17	-0,25	0,22	-0,23	-0,27
Бар	-0,06	-0,21	0,20	-0,19	-0,22
Будва	-0,08	-0,25	0,24	-0,22	-0,28
Тиват	-0,16	-0,13	0,24	-0,10	-0,15
Котор	-0,06	-0,05	0,19	-0,19	-0,07
Х.Нови	-0,17	-0,03	0,18	0,00	-0,04
Вирпазар	-0,27	-0,27	0,26	-0,20	-0,28
Голубовци	-0,23	-0,26	0,20	-0,33	-0,27
Подгорица	-0,20	-0,23	0,24	-0,28	-0,24
Даниловград	-0,25	-0,26	0,26	-0,27	-0,28
Цетиње	-0,18	-0,13	0,11	-0,22	-0,15
Црквине	-0,09	-0,16	0,15	-0,11	-0,17
Грахово	-0,21	-0,19	0,28	-0,12	-0,20
Велимље	-0,28	-0,11	0,13	-0,19	-0,11
Никшић	-0,20	-0,24	0,29	-0,27	-0,26
Крстац	-0,19	-0,25	0,15	-0,19	-0,26
Колашин	-0,13	-0,26	0,35	-0,28	-0,25
Плав	-0,18	-0,26	0,20	-0,25	-0,27
Рожаје	-0,23	-0,16	0,13	-0,24	-0,16
Беране	-0,29	-0,31	0,23	-0,26	-0,31
Б.Поље	-0,25	-0,17	0,33	-0,19	-0,17
Жабљак	-0,20	-0,16	0,28	-0,13	-0,17
Пљевља	-0,29	-0,23	0,30	-0,08	-0,23

Табела 26. Матрица корелација између параметара температуре и падавина и Нињо 4 за лето (1951-2010)

ЛЕТО	Нињо 4							
	Tsr	Tnsr	Tn10p	Tn90p	Tx10p	SU	RR	R75p
Станица								
Улцињ	0,19	0,30	-0,32	0,27	0,05	-0,03	0,22	0,27
Бар	0,26	0,36	-0,40	0,29	-0,12	0,15	0,17	0,18
Будва	0,22	0,17	-0,15	0,20	-0,09	0,11	0,21	0,09
Тиват	0,08	0,18	-0,14	0,19	-0,14	-0,04	0,20	0,29
Котор	0,06	0,13	-0,11	0,14	0,01	-0,05	0,29	0,17
Х.Нови	0,09	0,25	-0,21	0,20	0,12	0,02	0,31	0,31
Вирпазар	-0,08	0,24	-0,22	0,13	-0,13	0,06	0,11	0,22
Голубовци	0,13	0,06	-0,09	0,00	0,00	-0,04	0,16	0,23
Подгорица	0,13	0,11	-0,12	0,08	-0,06	-0,03	0,16	0,13
Даниловград	0,05	0,18	-0,17	0,24	0,02	-0,02	0,07	0,07
Цетиње	0,11	0,22	-0,15	0,21	-0,15	0,24	0,24	0,24
Црквине	0,07	0,06	-0,10	0,09	-0,15	0,18	0,15	0,15
Грахово	0,12	0,36	-0,27	0,36	-0,11	0,11	0,15	0,19
Велимље	0,16	0,19	-0,20	0,22	-0,16	0,23	0,08	0,04
Никшић	0,13	0,17	-0,24	0,08	-0,12	0,16	0,04	0,05
Крстац	0,12	0,16	-0,09	0,17	-0,14	0,12	0,09	0,15
Колашин	0,25	0,31	-0,22	0,34	-0,15	0,08	0,07	0,02
Плав	0,23	0,12	-0,05	0,21	-0,26	0,18	0,07	0,01
Рожаје	0,33	0,38	-0,38	0,34	-0,25	0,15	0,00	0,02
Беране	0,23	0,30	-0,24	0,34	-0,29	0,26	-0,05	-0,06
Б.Поље	0,21	0,29	-0,34	0,26	-0,20	0,17	0,09	0,06
Жабљак	0,19	0,41	-0,35	0,38	-0,30	0,00	0,02	0,05
Пљевља	0,18	0,35	-0,26	0,36	-0,24	0,19	0,04	-0,05

Табела 27. Матрица корелација између параметара температуре и падавина и Нињо 4 за јесењу сезону за период 1951-2010.

ЈЕСЕН	Нињо 4									
	Tsr	Tnsr	Txsr	Tn90p	Tx10p	Tx90p	RR	DD	R75p	SPI
Станица										
Улцињ	0,24	0,30	0,28	0,30	-0,23	0,24	-0,23	0,28	-0,14	-0,25
Бар	0,27	0,33	0,28	0,35	-0,16	0,25	-0,12	0,24	-0,05	-0,12
Будва	0,27	0,22	0,28	0,24	-0,20	0,20	-0,31	0,24	-0,31	-0,29
Тиват	0,15	0,22	0,27	0,28	-0,23	0,21	-0,15	0,25	-0,07	-0,16
Котор	0,23	0,26	0,29	0,25	-0,19	0,30	-0,08	0,24	-0,12	-0,09
Х.Нови	0,25	0,33	0,27	0,33	-0,22	0,20	-0,08	0,16	-0,10	-0,10
Вирпазар	0,06	0,21	0,29	0,22	-0,34	0,22	-0,09	0,23	0,05	-0,10
Голубовци	0,25	0,14	0,34	0,16	-0,26	0,32	-0,16	0,19	-0,13	-0,14
Подгорица	0,26	0,18	0,32	0,28	-0,23	0,34	-0,16	0,20	-0,14	-0,14
Даниловград	0,13	0,08	0,25	0,09	-0,15	0,23	-0,12	0,18	-0,13	-0,12
Цетиње	0,19	0,14	0,29	0,20	-0,24	0,19	0,01	0,12	0,00	-0,02
Црквине	0,17	0,12	0,32	0,16	-0,17	0,29	-0,08	0,13	-0,02	-0,08
Грахово	0,15	0,25	0,30	0,29	-0,28	0,20	-0,04	0,21	0,06	-0,04
Велимље	0,20	0,15	0,29	0,18	-0,25	0,25	-0,17	0,15	-0,17	-0,17
Никшић	0,23	0,19	0,32	0,16	-0,24	0,31	-0,09	0,20	-0,02	-0,07
Крстац	0,12	0,13	0,32	0,19	-0,21	0,27	-0,22	0,18	-0,19	-0,21
Колашин	0,31	0,24	0,33	0,30	-0,25	0,37	-0,16	0,29	-0,21	-0,17
Плав	0,35	0,21	0,29	0,33	-0,24	0,24	-0,25	0,27	-0,20	-0,26
Рожаје	0,23	0,29	0,26	0,28	-0,18	0,23	-0,36	0,36	-0,35	-0,35
Беране	0,27	0,24	0,35	0,29	-0,20	0,31	-0,35	0,36	-0,40	-0,36
Б.Поље	0,23	0,20	0,29	0,33	-0,24	0,23	-0,18	0,25	-0,22	-0,20
Жабљак	0,31	0,31	0,37	0,32	-0,27	0,36	-0,17	0,23	-0,17	-0,16
Пљевља	0,26	0,22	0,36	0,29	-0,25	0,33	-0,21	0,35	-0,23	-0,22
Статистичка значајност за $\alpha = 0,05$										
Статистичка значајност за $\alpha = 0,01$										

Табела 28. Матрица корелација између параметара температуре и падавина и Нињо 4 на годишњем нивоу за период 1951-2010.

ГОДИНА	Нињо 4								
	Tsr	Tnsr	Tn90p	TP	ID	R95p	ΣR95pΣP	R95pTOT	SDII
Улцињ	0.19	0.28	0.32	0.28	-0.12	-0.03	-0.04	-0.02	-0.09
Бар	0.22	0.33	0.33	0.35	0.00	0.04	-0.03	-0.27	0.04
Будва	0.21	0.07	0.16	0.23	0.01	-0.03	-0.08	-0.23	-0.12
Тиват	0.00	0.14	0.32	0.27	-0.04	0.08	0.08	0.04	0.12
Котор	0.14	0.18	0.17	0.17	0.00	0.10	0.05	0.05	0.09
Х.Нови	0.12	0.25	0.27	0.25	-0.06	0.09	0.00	-0.06	0.13
Вирпазар	0.02	0.25	0.26	0.07	-0.12	0.15	0.13	-0.09	0.22
Голубовци	0.16	0.06	0.12	0.01	-0.11	-0.07	-0.06	0.07	0.10
Подгорица	0.18	0.12	0.18	0.08	-0.12	0.14	0.16	0.02	0.13
Даниловград	0.05	0.12	0.24	0.15	-0.15	0.03	0.10	0.25	0.12
Цетиње	0.05	0.05	0.16	/	-0.06	0.27	0.30	0.19	0.19
Црквце	-0.03	-0.05	0.07	/	-0.11	0.09	0.16	0.17	0.17
Грахово	0.03	0.25	0.34	/	-0.10	0.06	0.10	0.01	0.18
Велимље	0.12	0.15	0.21	/	-0.06	0.00	0.03	0.16	-0.12
Никшић	0.13	0.11	0.14	/	-0.04	0.03	0.09	0.12	0.03
Крстац	0.03	0.12	0.17	/	-0.07	0.01	-0.08	-0.30	-0.17
Колашин	0.21	0.24	0.33	/	0.06	0.09	0.13	0.03	-0.01
Плав	0.22	0.18	0.27	/	-0.10	-0.12	-0.13	-0.09	-0.12
Рожаје	0.25	0.34	0.34	/	-0.10	-0.13	-0.10	-0.01	-0.27
Беране	0.26	0.30	0.33	/	-0.27	0.05	0.15	-0.01	-0.08
Б.Поље	0.18	0.22	0.27	/	-0.21	-0.05	0.02	0.16	0.04
Жабљак	0.17	0.29	0.36	/	-0.10	-0.03	-0.02	0.06	-0.02
Пљевља	0.23	0.28	0.32	/	-0.23	0.05	0.07	0.00	0.06

Табела 29. Матрица корелација између параметара температуре и падавина и Нињо 3,4 за јесен (1951-2010)

ЈЕСЕН	Нињо 3,4							
	Txsr	FD	Tn90p	Tx90p	RR	DD	R75p	SPI
Улцињ	0.19	-0.15	0.25	0.15	-0.24	0.24	-0.13	-0.26
Бар	0.21	-0.15	0.21	0.18	-0.16	0.21	-0.11	-0.15
Будва	0.18	0.16	0.20	0.08	-0.31	0.24	-0.32	-0.29
Тиват	0.19	-0.22	0.25	0.12	-0.13	0.24	-0.07	-0.14
Котор	0.23	-0.24	0.27	0.2	-0.01	0.23	-0.12	-0.03
Х.Нови	0.19	-0.19	0.26	0.12	0.01	0.15	-0.05	-0.02
Вирпазар	0.21	-0.17	0.15	0.14	-0.12	0.17	-0.02	-0.12
Голубовци	0.24	-0.19	0.09	0.22	-0.22	0.18	-0.2	-0.21
Подгорица	0.21	-0.28	0.22	0.19	-0.22	0.19	-0.2	-0.2
Даниловград	0.17	-0.07	0.04	0.15	-0.17	0.18	-0.16	-0.16
Цетиње	0.2	0.02	0.15	0.11	-0.04	0.1	-0.04	-0.06
Црквце	0.23	-0.11	0.16	0.25	-0.08	0.09	-0.01	-0.07
Грахово	0.25	-0.11	0.21	0.13	-0.04	0.19	0.05	-0.03
Велимље	0.24	-0.01	0.08	0.21	-0.13	0.17	-0.1	-0.13
Никшић	0.27	-0.11	0.11	0.25	-0.11	0.16	-0.07	-0.08
Крстац	0.25	-0.06	0.12	0.17	-0.19	0.2	-0.17	-0.18
Колашин	0.29	-0.11	0.22	0.28	-0.23	0.27	-0.27	-0.22
Плав	0.27	-0.11	0.27	0.2	-0.27	0.32	-0.23	-0.29
Рожаје	0.27	-0.14	0.17	0.23	-0.39	0.37	-0.39	-0.39
Беране	0.28	-0.10	0.16	0.24	-0.39	0.35	-0.42	-0.39
Б.Поље	0.27	-0.04	0.22	0.21	-0.25	0.29	-0.25	-0.27
Жабљак	0.28	-0.14	0.27	0.24	-0.16	0.21	-0.16	-0.14
Пљевља	0.32	-0.07	0.24	0.28	-0.27	0.35	-0.27	-0.28

Табела 30. Матрица корелација између параметара температуре и падавина и SOI-срс за пролеће (1951-2010)

ПРОЛЕЋЕ	SOI-срс				
	Tsr	Tnsr	Tn10p	Tx10p	DD
Улцињ	0.05	-0.02	-0.12	-0.12	-0.18
Бар	0.15	0.13	-0.21	-0.21	-0.31
Будва	0.11	0.30	-0.30	-0.23	-0.26
Тиват	0.29	0.29	-0.29	-0.23	-0.22
Котор	0.11	0.23	-0.16	-0.21	-0.17
Х.Нови	0.14	0.10	-0.24	-0.18	-0.14
Вирпазар	0.10	0.11	-0.23	-0.18	-0.21
Голубовци	0.08	0.20	-0.31	-0.17	-0.24
Подгорица	0.07	0.16	-0.29	-0.21	-0.27
Даниловград	0.19	0.22	-0.33	-0.15	-0.26
Цетиње	0.11	0.31	-0.40	-0.20	-0.22
Црквце	0.15	0.24	-0.42	-0.17	-0.35
Грахово	0.18	0.16	-0.14	-0.23	-0.30
Велимље	0.21	0.28	-0.28	-0.21	-0.21
Никшић	0.10	0.23	-0.30	-0.27	-0.27
Крстац	0.15	0.25	-0.36	-0.30	-0.11
Колашин	0.12	0.16	-0.32	-0.24	-0.16
Плав	0.09	0.11	-0.22	-0.12	-0.20
Рожаје	0.12	0.10	-0.18	-0.13	-0.06
Беране	0.06	0.07	-0.19	-0.16	-0.17
Б.Поље	0.12	0.18	-0.26	-0.15	-0.16
Жабљак	0.12	0.10	-0.21	-0.23	-0.17
Пљевља	0.12	0.17	-0.26	-0.14	-0.14
	Статистичка значајност за $\alpha = 0.05$				
	Статистичка значајност за $\alpha = 0.01$				

Табела 31. Матрица корелација између параметара температуре и падавина и SOI-срс за јесењу сезону за период 1951-2010.

ЈЕСЕН		SOI-срс									
Станица	Txsr	FD	Tn90p	Tx10p	SU	RR	DD	R75p	R95pTOT	SPI	
Улцињ	-0.19	0.23	-0.31	0.23	-0.13	0.32	-0.25	0.22	0.11	0.33	
Бар	-0.16	0.19	-0.15	0.16	-0.06	0.19	-0.21	0.11	0.12	0.17	
Будва	-0.12	-0.08	-0.07	0.19	-0.04	0.29	-0.24	0.35	0.04	0.27	
Тиват	-0.20	0.27	-0.26	0.26	-0.12	0.09	-0.22	0.04	-0.07	0.10	
Котор	-0.26	0.29	-0.26	0.24	-0.13	-0.03	-0.20	0.09	-0.01	-0.01	
Х.Нови	-0.20	0.22	-0.16	0.21	-0.04	0.00	-0.15	0.08	-0.12	0.03	
Вирпазар	-0.20	0.14	-0.11	0.28	-0.17	0.13	-0.12	0.02	-0.08	0.14	
Голубовци	-0.27	0.18	-0.12	0.25	-0.16	0.23	-0.18	0.24	0.10	0.23	
Подгорица	-0.25	0.22	-0.15	0.24	-0.14	0.24	-0.22	0.21	0.11	0.23	
Даниловград	-0.23	0.05	-0.01	0.14	-0.13	0.16	-0.20	0.21	-0.04	0.16	
Цетиње	-0.22	-0.04	-0.04	0.26	-0.17	0.07	-0.11	0.04	-0.02	0.08	
Црквице	-0.28	0.05	-0.05	0.13	-0.19	0.15	-0.17	0.08	-0.30	0.13	
Грахово	-0.29	0.17	-0.14	0.22	-0.19	0.09	-0.17	0.00	0.04	0.08	
Велимље	-0.31	-0.02	-0.04	0.28	-0.19	0.13	-0.17	0.12	-0.05	0.14	
Никшић	-0.35	0.06	-0.06	0.31	-0.22	0.11	-0.18	0.09	-0.20	0.10	
Крстац	-0.29	0.04	-0.10	0.25	-0.21	0.21	-0.19	0.17	-0.01	0.22	
Колашин	-0.31	0.04	-0.10	0.28	-0.19	0.24	-0.28	0.25	-0.02	0.26	
Плав	-0.28	0.01	-0.11	0.24	-0.14	0.23	-0.35	0.16	0.15	0.24	
Рожаје	-0.30	0.03	-0.01	0.25	-0.18	0.43	-0.41	0.39	0.27	0.44	
Беране	-0.25	0.11	-0.06	0.21	-0.26	0.39	-0.38	0.42	0.26	0.41	
Б.Поље	-0.27	-0.04	-0.09	0.25	-0.20	0.25	-0.28	0.29	0.07	0.28	
Жабљак	-0.31	0.10	-0.17	0.31	0.05	0.25	-0.25	0.23	0.13	0.23	
Пљевља	-0.34	0.04	-0.14	0.29	-0.27	0.26	-0.35	0.24	0.17	0.29	

Табела 32. Матрица корелација између параметара температуре и падавина и SOI-аи за пролећну сезону за период 1951-2010.

ПРОЛЕЋЕ		SOI-аи				
Станица	Tsr	Tnsr	FD	Tn10p	Tx10p	DD
Улцињ	0.09	0.02	0.13	-0.17	-0.15	-0.18
Бар	0.19	0.18	0.03	-0.26	-0.25	-0.31
Будва	0.15	0.33	-0.12	-0.35	-0.27	-0.28
Тиват	0.33	0.32	-0.11	-0.35	-0.27	-0.25
Котор	0.16	0.25	-0.05	-0.22	-0.25	-0.19
Х.Нови	0.19	0.14	0.00	-0.29	-0.22	-0.17
Вирпазар	0.14	0.14	0.01	-0.26	-0.22	-0.22
Голубовци	0.12	0.25	-0.05	-0.35	-0.20	-0.26
Подгорица	0.10	0.20	0.02	-0.33	-0.24	-0.28
Даниловград	0.22	0.25	-0.04	-0.38	-0.19	-0.28
Цетиње	0.16	0.35	-0.34	-0.44	-0.23	-0.24
Црквице	0.20	0.30	-0.24	-0.47	-0.21	-0.37
Грахово	0.22	0.19	-0.23	-0.18	-0.25	-0.33
Велимље	0.26	0.32	-0.29	-0.32	-0.25	-0.22
Никшић	0.14	0.28	-0.17	-0.35	-0.32	-0.30
Крстац	0.19	0.29	-0.22	-0.40	-0.34	-0.12
Колашин	0.17	0.21	-0.24	-0.37	-0.28	-0.16
Плав	0.14	0.15	-0.06	-0.25	-0.16	-0.21
Рожаје	0.17	0.13	-0.05	-0.21	-0.17	-0.05
Беране	0.10	0.11	-0.15	-0.24	-0.20	-0.18
Б.Поље	0.17	0.21	-0.17	-0.30	-0.20	-0.17
Жабљак	0.17	0.16	-0.11	-0.27	-0.27	-0.17
Пљевља	0.18	0.21	-0.29	-0.31	-0.18	-0.15

Табела 33. Матрица корелација између параметара температуре и падавина и SOI-аи за јесен (1951-2010)

ЈЕСЕН		SOI-аи					
Станица	Txsr	FD	Tx10p	RR	DD	R75p	SPI
Улцињ	-0.19	0.23	0.24	0.31	-0.25	0.21	0.31
Бар	-0.16	0.20	0.16	0.17	-0.20	0.08	0.16
Будва	-0.13	-0.09	0.19	0.29	-0.24	0.35	0.26
Тиват	-0.20	0.27	0.25	0.10	-0.21	0.04	0.10
Котор	-0.25	0.29	0.23	-0.02	-0.20	0.08	-0.01
Х.Нови	-0.19	0.22	0.21	0.01	-0.15	0.08	0.03
Вирпазар	-0.21	0.14	0.29	0.11	-0.12	0.00	0.12
Голубовци	-0.27	0.19	0.25	0.21	-0.17	0.21	0.21
Подгорица	-0.25	0.23	0.24	0.22	-0.21	0.19	0.20
Даниловград	-0.23	0.05	0.13	0.14	-0.19	0.19	0.14
Цетиње	-0.22	-0.05	0.25	0.06	-0.11	0.03	0.07
Црквице	-0.28	0.06	0.14	0.13	-0.16	0.05	0.12
Грахово	-0.28	0.18	0.23	0.07	-0.17	-0.03	0.07
Велимље	-0.30	-0.02	0.27	0.11	-0.16	0.11	0.12
Никшић	-0.34	0.07	0.30	0.10	-0.18	0.07	0.09
Крстац	-0.29	0.04	0.25	0.20	-0.19	0.16	0.20
Колашин	-0.31	0.04	0.28	0.22	-0.27	0.23	0.23
Плав	-0.27	0.01	0.24	0.21	-0.34	0.13	0.23
Рожаје	-0.29	0.03	0.25	0.41	-0.40	0.37	0.43
Беране	-0.25	0.11	0.22	0.37	-0.37	0.41	0.39
Б.Поље	-0.25	-0.03	0.25	0.22	-0.27	0.26	0.26
Жабљак	-0.30	0.10	0.31	0.23	-0.24	0.21	0.21
Пљевља	-0.33	0.05	0.29	0.25	-0.34	0.23	0.27
Статистичка значајност за $\alpha = 0.05$							
Статистичка значајност за $\alpha = 0.01$							

Табела 34. Матрица корелација између параметара температуре и падавина и MEI за јесен за период 1951-2010.

ЈЕСЕН	MEI							
	Тхsr	Тп90p	Тх10p	RR	DD	R75p	R95pTOT	SPI
Улицњ	0,19	0,27	-0,19	-0,27	0,25	-0,16	-0,04	-0,27
Бар	0,18	0,17	-0,11	-0,16	0,22	-0,09	-0,14	-0,14
Будва	0,15	0,16	-0,18	-0,34	0,26	-0,37	-0,08	-0,31
Тиват	0,19	0,26	-0,23	-0,12	0,26	-0,03	0,09	-0,12
Котор	0,25	0,24	-0,22	-0,01	0,23	-0,11	0,05	-0,02
Х.Нови	0,19	0,20	-0,23	0,00	0,18	-0,05	0,15	-0,02
Вирпазар	0,19	0,11	-0,27	-0,12	0,17	0,00	0,05	-0,11
Голубовци	0,25	0,07	-0,23	-0,20	0,20	-0,21	-0,12	-0,18
Подгорица	0,22	0,16	-0,23	-0,20	0,22	-0,18	-0,05	-0,18
Даниловград	0,18	0,02	-0,11	-0,15	0,21	-0,18	0,05	-0,14
Цетиње	0,19	0,09	-0,23	-0,04	0,13	-0,02	0,04	-0,05
Црквице	0,24	0,05	-0,15	-0,10	0,14	-0,03	0,29	-0,10
Грахово	0,26	0,22	-0,27	-0,06	0,21	0,05	0,01	-0,05
Велимље	0,27	0,05	-0,28	-0,13	0,18	-0,10	0,08	-0,13
Никшић	0,31	0,06	-0,27	-0,10	0,20	-0,05	0,26	-0,08
Крстац	0,24	0,09	-0,21	-0,20	0,22	-0,17	0,08	-0,19
Колашин	0,27	0,17	-0,26	-0,21	0,27	-0,27	0,10	-0,21
Плав	0,23	0,21	-0,19	-0,26	0,34	-0,20	-0,09	-0,25
Рожаје	0,24	0,12	-0,18	-0,37	0,38	-0,37	-0,13	-0,37
Беране	0,24	0,16	-0,14	-0,37	0,35	-0,41	-0,17	-0,37
Б.Поље	0,23	0,18	-0,21	-0,24	0,28	-0,27	0,01	-0,25
Жабљак	0,28	0,25	-0,26	-0,20	0,24	-0,20	0,00	-0,17
Пљевља	0,30	0,22	-0,24	-0,28	0,38	-0,26	-0,15	-0,27

Табела 35. Матрица корелација између параметара температуре и падавина и EPNP за пролеће за период 1951-201.

ПРОЛЕЋЕ	EPNP							
	RR	DD	R75p	R95p	ΣR95pΣP	R95pTOT	SDII	SPI
Улицњ	0,27	-0,23	0,26	0,29	0,21	0,18	0,21	0,29
Бар	0,30	-0,15	0,24	0,34	0,37	0,40	0,32	0,32
Будва	0,14	-0,11	0,14	0,09	0,00	-0,03	0,10	0,13
Тиват	0,28	-0,11	0,18	0,38	0,37	0,32	0,32	0,27
Котор	0,28	-0,12	0,11	0,35	0,34	0,19	0,30	0,28
Х.Нови	0,21	-0,06	0,11	0,23	0,23	0,32	0,24	0,22
Вирпазар	0,36	-0,14	0,31	0,23	0,19	0,21	0,34	0,36
Голубовци	0,32	-0,17	0,36	0,32	0,25	0,24	0,34	0,33
Подгорица	0,37	-0,17	0,35	0,27	0,26	0,37	0,37	0,37
Даниловград	0,31	-0,11	0,31	0,17	0,21	0,25	0,33	0,32
Цетиње	0,26	-0,11	0,20	0,22	0,11	0,07	0,26	0,26
Црквице	0,21	0,12	0,17	0,23	0,28	0,34	0,38	0,22
Грахово	0,20	0,00	0,14	0,40	0,37	0,21	0,26	0,19
Велимље	0,10	0,01	0,16	0,10	0,11	0,10	0,15	0,10
Никшић	0,27	-0,01	0,28	0,24	0,27	0,23	0,43	0,27
Крстац	0,15	-0,08	0,15	0,16	0,12	0,16	0,12	0,14
Колашин	0,25	-0,27	0,20	0,17	0,19	0,22	0,14	0,25
Плав	0,09	-0,06	0,03	0,13	0,12	0,02	0,07	0,07
Рожаје	0,42	-0,31	0,13	0,29	0,29	0,23	0,29	0,40
Беране	0,22	-0,33	0,12	0,26	0,22	0,22	-0,04	0,21
Б.Поље	0,32	-0,25	0,15	0,19	0,21	0,29	0,16	0,31
Жабљак	0,22	-0,28	0,12	0,12	0,10	0,05	0,04	0,22
Пљевља	0,32	-0,26	0,04	0,25	0,27	0,26	0,20	0,32

Табела 36. Матрица корелација између параметара температуре и падавина и WP за зимску сезону за период 1951-2010.

ЗИМА	WP							
	Тsr	Тхsr	FD	Тп10p	Тп90p	Тх10p	Тх90p	SDII
Улицњ	0,23	0,36	-0,19	-0,17	0,21	-0,25	0,36	-0,10
Бар	0,24	0,34	-0,25	-0,16	0,22	-0,24	0,31	0,06
Будва	0,16	0,31	-0,21	-0,06	0,16	-0,26	0,38	0,09
Тиват	0,04	0,32	0,11	0,08	0,14	-0,32	0,32	0,17
Котор	0,16	0,26	-0,08	-0,07	-0,03	-0,26	0,28	0,13
Х.Нови	0,18	0,37	-0,29	-0,26	0,18	-0,40	0,35	0,17
Вирпазар	0,09	0,35	-0,01	0,03	0,15	-0,28	0,27	0,20
Голубовци	0,22	0,31	-0,04	-0,03	0,25	-0,23	0,24	0,16
Подгорица	0,24	0,34	-0,10	-0,05	0,26	-0,28	0,30	0,21
Даниловград	-0,01	0,27	0,02	0,09	0,18	-0,25	0,22	0,20
Цетиње	0,14	0,34	-0,13	-0,05	0,27	-0,23	0,25	0,30
Црквице	0,18	0,20	-0,04	-0,11	0,14	-0,19	0,03	0,34
Грахово	0,05	0,29	-0,03	-0,10	0,14	-0,31	0,12	0,23
Велимље	0,20	0,35	-0,05	-0,05	0,13	-0,27	0,24	-0,14
Никшић	0,24	0,33	-0,05	-0,12	0,18	-0,20	0,25	0,22
Крстац	0,25	0,36	-0,22	-0,14	0,12	-0,26	0,29	-0,07
Колашин	0,21	0,28	-0,09	-0,12	0,14	-0,20	0,22	0,09
Плав	0,24	0,31	-0,28	-0,20	0,18	-0,31	0,11	-0,01
Рожаје	0,28	0,30	-0,30	-0,21	0,31	-0,33	0,06	-0,18
Беране	0,30	0,40	-0,26	-0,29	0,20	-0,36	0,27	0,08
Б.Поље	0,21	0,32	-0,16	-0,18	0,14	-0,34	0,20	0,00
Жабљак	0,30	0,36	-0,18	-0,20	0,29	-0,30	0,25	0,23
Пљевља	0,29	0,36	-0,20	-0,32	0,24	-0,38	0,25	0,03
Статистичка значајност за $\alpha = 0,05$								
Статистичка значајност за $\alpha = 0,01$								

Табела 40. Матрица корелација између параметара температуре и падавина и NAO-500 мб за летњу сезону за период 1951-2010.

ЛЕТО	NAO-500 mb											
Станица	Tsr	Tnsr	Txsr	Tn90p	Tx10p	Tx90p	SU	RR	DD	R75p	R95p	SPI
Улцињ	-0.31	-0.08	-0.38	-0.05	0.28	-0.37	-0.30	0.20	-0.22	0.06	0.06	0.23
Бар	-0.29	-0.14	-0.36	-0.22	0.30	-0.32	-0.29	0.30	-0.13	0.33	0.22	0.27
Будва	-0.22	-0.12	-0.27	-0.18	0.19	-0.26	-0.19	0.05	-0.25	0.22	-0.11	0.08
Тиват	-0.19	0.02	-0.30	-0.01	0.26	-0.31	-0.22	0.14	-0.29	0.03	0.09	0.15
Котор	-0.25	-0.17	-0.27	-0.14	0.18	-0.29	-0.18	0.23	-0.30	0.21	0.05	0.23
Х.Нови	-0.30	-0.22	-0.26	-0.23	0.21	-0.29	-0.19	0.17	-0.25	0.15	-0.15	0.15
Вирпазар	-0.31	-0.09	-0.39	-0.04	0.24	-0.45	-0.21	0.26	-0.36	0.26	0.17	0.29
Голубовци	-0.30	-0.22	-0.31	-0.28	0.20	-0.38	-0.17	0.19	-0.16	0.15	0.11	0.18
Подгорица	-0.30	-0.23	-0.31	-0.30	0.25	-0.34	-0.17	0.17	-0.21	0.14	0.19	0.16
Даниловград	-0.33	-0.22	-0.37	-0.17	0.25	-0.43	-0.15	0.20	-0.33	0.21	0.03	0.22
Цетиње	-0.36	0.02	-0.29	0.04	0.33	-0.35	-0.23	0.25	-0.40	0.29	0.17	0.25
Црквце	-0.38	-0.28	-0.31	-0.36	0.21	-0.36	-0.27	0.25	-0.29	0.32	-0.02	0.25
Грахово	-0.39	-0.02	-0.31	-0.01	0.22	-0.32	-0.25	0.25	-0.27	0.27	0.21	0.29
Велимље	-0.40	-0.29	-0.33	-0.30	0.19	-0.34	-0.29	0.36	-0.34	0.36	0.15	0.37
Никшић	-0.36	-0.16	-0.34	-0.24	0.22	-0.39	-0.25	0.20	-0.39	0.23	0.15	0.21
Крстац	-0.43	-0.32	-0.37	-0.37	0.26	-0.42	-0.37	0.29	-0.32	0.30	0.01	0.29
Колашин	-0.36	0.03	-0.43	-0.02	0.26	-0.45	-0.45	0.28	-0.39	0.29	0.23	0.29
Плав	-0.38	-0.15	-0.47	-0.21	0.25	-0.46	-0.49	0.44	-0.41	0.40	0.29	0.39
Рожаје	-0.40	-0.08	-0.45	-0.14	0.23	-0.48	-0.49	0.44	-0.44	0.34	0.38	0.41
Беране	-0.43	-0.04	-0.43	-0.11	0.28	-0.43	-0.37	0.52	-0.53	0.40	0.29	0.50
Б.Поље	-0.44	-0.03	-0.51	-0.19	0.26	-0.54	-0.46	0.48	-0.51	0.53	0.19	0.45
Жабљак	-0.41	-0.07	-0.43	-0.17	0.37	-0.43	-0.47	0.44	-0.43	0.38	0.27	0.43
Пљевља	-0.44	-0.05	-0.46	-0.12	0.24	-0.48	-0.39	0.45	-0.39	0.38	0.34	0.44

Табела 41. Матрица корелација између параметара температуре и падавина и NAO-500 мб на годишњем нивоу за период 1951-2010.

ГОДИНА	NAO-500 mb						
Станица	RR	DD	R75p	R95p	R95pTOT	SDII	SPI
Улцињ	-0.44	0.51	-0.37	-0.20	0.01	-0.18	-0.44
Бар	-0.43	0.51	-0.44	-0.15	-0.24	-0.11	-0.44
Будва	-0.54	0.50	-0.49	-0.34	-0.32	-0.37	-0.54
Тиват	-0.51	0.50	-0.53	-0.20	0.04	-0.33	-0.51
Котор	-0.45	0.50	-0.61	-0.32	0.00	-0.38	-0.45
Х.Нови	-0.51	0.47	-0.46	-0.32	0.03	-0.30	-0.52
Вирпазар	-0.50	0.32	-0.49	-0.22	0.07	-0.30	-0.50
Голубовци	-0.51	0.52	-0.51	-0.13	-0.20	-0.21	-0.50
Подгорица	-0.53	0.51	-0.46	-0.11	-0.15	-0.19	-0.52
Даниловград	-0.40	0.35	-0.35	-0.04	0.21	-0.16	-0.39
Цетиње	-0.47	0.37	-0.41	-0.20	-0.03	-0.36	-0.47
Црквце	-0.52	0.52	-0.51	-0.34	-0.31	-0.34	-0.51
Грахово	-0.45	0.38	-0.33	-0.28	-0.08	-0.19	-0.44
Велимље	-0.35	0.16	-0.37	-0.07	-0.10	-0.22	-0.35
Никшић	-0.41	0.31	-0.48	-0.18	0.07	-0.29	-0.40
Крстац	-0.42	0.11	-0.45	-0.36	0.07	-0.27	-0.42
Колашин	-0.34	0.38	-0.43	-0.06	0.12	-0.16	-0.32
Плав	-0.31	0.33	-0.29	-0.24	0.00	-0.13	-0.28
Рожаје	-0.17	0.11	-0.16	-0.13	-0.04	-0.21	-0.17
Беране	-0.29	0.28	-0.37	-0.11	0.05	-0.11	-0.29
Б.Поље	-0.12	0.24	-0.10	0.04	0.08	0.03	-0.13
Жабљак	-0.37	0.27	-0.38	-0.27	-0.10	-0.30	-0.36
Пљевља	-0.09	0.23	0.00	-0.11	0.28	0.07	-0.11

Табела 42. Матрица корелација између параметара температуре и падавина и ЕА за зимску сезону (1951-2010)

ЗИМА	ЕА							
Станица	Tsr	Tnsr	Txsr	FD	Tn10p	Tn90p	Tx10p	Tx90p
Улцињ	0.44	0.48	0.56	-0.45	-0.38	0.38	-0.34	0.56
Бар	0.42	0.42	0.53	-0.46	-0.43	0.23	-0.34	0.44
Будва	0.38	0.36	0.53	-0.35	-0.33	0.14	-0.44	0.45
Тиват	0.30	0.19	0.53	-0.06	-0.03	0.31	-0.38	0.55
Котор	0.45	0.25	0.50	-0.22	-0.23	0.04	-0.38	0.48
Х.Нови	0.42	0.44	0.56	-0.40	-0.36	0.34	-0.45	0.52
Вирпазар	0.36	0.32	0.60	-0.26	-0.15	0.30	-0.52	0.57
Голубовци	0.52	0.36	0.62	-0.30	-0.21	0.45	-0.46	0.64
Подгорица	0.49	0.40	0.60	-0.37	-0.22	0.39	-0.42	0.56
Даниловград	0.35	0.27	0.49	-0.24	0.00	0.40	-0.39	0.49
Цетиње	0.32	0.25	0.53	-0.25	-0.18	0.33	-0.38	0.44
Црквце	0.35	0.24	0.48	-0.20	-0.16	0.23	-0.45	0.22
Грахово	0.35	0.33	0.50	-0.30	-0.25	0.35	-0.45	0.33
Велимље	0.50	0.35	0.52	-0.33	-0.28	0.28	-0.39	0.38
Никшић	0.50	0.42	0.56	-0.27	-0.31	0.34	-0.44	0.40
Крстац	0.48	0.41	0.52	-0.44	-0.28	0.34	-0.40	0.40
Колашин	0.44	0.41	0.57	-0.35	-0.29	0.35	-0.33	0.54
Плав	0.50	0.42	0.44	-0.45	-0.33	0.36	-0.32	0.38
Рожаје	0.43	0.43	0.48	-0.43	-0.25	0.49	-0.36	0.41
Беране	0.50	0.48	0.60	-0.48	-0.40	0.45	-0.47	0.60
Б.Поље	0.37	0.40	0.52	-0.37	-0.29	0.30	-0.36	0.47
Жабљак	0.51	0.52	0.58	-0.26	-0.32	0.39	-0.47	0.51
Пљевља	0.45	0.47	0.58	-0.28	-0.41	0.24	-0.47	0.49
Статистичка значајност за $\alpha = 0,05$								
Статистичка значајност за $\alpha = 0,01$								

Табела 52. Матрица корелација између параметара температуре и падавина и SCAND за пролећну сезону за период 1951-2010.

ПРОЛЕЋЕ	SCAND									
Станица	Txsr	Tn10p	Tn90p	Tx90p	RR	DD	R75p	R95p	SPI	
Улињ	-0,28	-0,15	-0,09	-0,41	0,26	-0,37	0,25	0,14	0,26	
Бар	-0,19	-0,12	-0,16	-0,22	0,28	-0,38	0,22	0,19	0,26	
Будва	-0,26	-0,10	-0,22	-0,35	0,23	-0,38	0,22	0,12	0,23	
Тиват	-0,27	-0,09	0,01	-0,37	0,38	-0,37	0,29	0,27	0,36	
Котор	-0,27	0,01	-0,06	-0,36	0,34	-0,39	0,26	0,32	0,31	
Х.Нови	-0,25	0,06	-0,28	-0,33	0,34	-0,42	0,28	0,24	0,32	
Вирпазар	-0,30	-0,08	-0,13	-0,31	0,16	-0,39	0,12	0,09	0,17	
Голубовци	-0,29	-0,24	-0,26	-0,37	0,20	-0,36	0,17	0,20	0,20	
Подгорица	-0,31	-0,20	-0,25	-0,37	0,20	-0,35	0,14	0,03	0,20	
Даниловград	-0,23	-0,17	-0,19	-0,28	0,18	-0,33	0,12	-0,01	0,18	
Цетиње	-0,26	-0,20	-0,16	-0,31	0,18	-0,36	0,19	0,06	0,19	
Црквице	-0,23	-0,09	-0,24	-0,38	0,10	-0,30	0,10	-0,12	0,12	
Грахово	-0,24	-0,21	0,00	-0,33	0,14	-0,32	0,06	-0,09	0,15	
Велимље	-0,21	-0,18	-0,11	-0,23	0,27	-0,22	0,15	0,03	0,27	
Никшић	-0,24	-0,17	-0,16	-0,28	0,19	-0,34	0,17	-0,01	0,18	
Крстац	-0,20	-0,31	0,03	-0,24	0,33	-0,26	0,28	0,07	0,31	
Колашин	-0,18	-0,26	-0,11	-0,23	0,08	-0,21	0,12	-0,05	0,08	
Плав	-0,19	-0,23	-0,09	-0,22	0,01	-0,19	0,12	-0,17	0,04	
Рожаје	-0,21	-0,15	-0,12	-0,28	0,04	-0,14	-0,03	-0,15	0,01	
Беране	-0,21	-0,12	-0,19	-0,30	-0,12	-0,22	-0,18	-0,33	-0,11	
Б.Поље	-0,16	-0,24	-0,14	-0,23	-0,10	-0,10	-0,05	-0,22	-0,08	
Жабљак	-0,24	-0,17	-0,20	-0,33	0,15	-0,24	0,17	-0,01	0,14	
Пљевља	-0,15	-0,13	-0,12	-0,23	0,01	-0,17	0,03	-0,06	0,00	

Табела 53. Матрица корелација између параметара температуре и падавина и SCAND за летњу сезону за период 1951-2010.

ЛЕТО	SCAND									
Станица	Tsr	Tnsr	Txsr	Tn90p	Tx10p	Tx90p	SU	DD	R75p	
Улињ	-0,42	-0,44	-0,31	-0,46	0,15	-0,28	-0,03	-0,19	-0,10	
Бар	-0,35	-0,35	-0,35	-0,39	0,32	-0,33	-0,29	-0,24	0,11	
Будва	-0,39	-0,29	-0,37	-0,34	0,26	-0,36	-0,21	-0,20	0,11	
Тиват	-0,31	-0,25	-0,35	-0,28	0,18	-0,36	-0,06	-0,23	0,13	
Котор	-0,38	-0,19	-0,44	-0,23	0,25	-0,44	-0,16	-0,30	0,13	
Х.Нови	-0,35	-0,35	-0,24	-0,36	0,06	-0,26	-0,09	-0,18	0,19	
Вирпазар	-0,28	-0,21	-0,44	-0,14	0,34	-0,41	-0,17	-0,27	0,31	
Голубовци	-0,43	-0,37	-0,40	-0,42	0,25	-0,40	-0,12	-0,28	0,21	
Подгорица	-0,42	-0,37	-0,40	-0,43	0,24	-0,41	-0,13	-0,30	0,27	
Даниловград	-0,37	-0,30	-0,44	-0,30	0,32	-0,45	-0,08	-0,26	0,18	
Цетиње	-0,35	-0,02	-0,43	0,03	0,27	-0,41	-0,42	-0,23	0,25	
Црквице	-0,40	-0,14	-0,51	-0,20	0,40	-0,43	-0,52	-0,32	0,14	
Грахово	-0,37	-0,15	-0,44	-0,11	0,20	-0,42	-0,50	-0,26	0,11	
Велимље	-0,36	-0,22	-0,42	-0,26	0,27	-0,39	-0,46	-0,27	0,25	
Никшић	-0,39	-0,26	-0,43	-0,34	0,21	-0,43	-0,41	-0,27	0,08	
Крстац	-0,33	-0,31	-0,37	-0,31	0,19	-0,37	-0,44	-0,17	0,19	
Колашин	-0,35	-0,11	-0,38	-0,18	0,06	-0,38	-0,48	-0,36	0,08	
Плав	-0,36	-0,20	-0,40	-0,24	0,22	-0,31	-0,41	-0,23	0,20	
Рожаје	-0,37	-0,25	-0,38	-0,26	0,17	-0,37	-0,40	-0,24	-0,01	
Беране	-0,34	-0,31	-0,38	-0,29	0,23	-0,35	-0,36	-0,37	0,06	
Б.Поље	-0,34	-0,20	-0,36	-0,28	0,14	-0,33	-0,38	-0,29	0,10	
Жабљак	-0,39	-0,20	-0,41	-0,25	0,25	-0,43	-0,43	-0,24	0,21	
Пљевља	-0,40	-0,27	-0,41	-0,29	0,17	-0,39	-0,46	-0,28	0,16	

Табела 54. Матрица корелација између параметара температуре и падавина и SCAND за јесењу сезону за период 1951-2010.

ЈЕСЕН	SCAND										
Станица	Tsr	Tnsr	Txsr	FD	Tn10p	Tn90p	Tx10p	RR	DD	R75p	SPI
Улињ	0,21	0,20	0,06	-0,02	-0,12	0,11	-0,07	0,22	-0,36	0,12	0,22
Бар	0,18	0,17	0,08	-0,09	-0,06	0,07	-0,01	0,31	-0,33	0,22	0,31
Будва	0,12	0,04	0,01	0,06	0,08	0,03	0,03	0,23	-0,34	0,20	0,26
Тиват	0,24	0,28	-0,01	-0,15	-0,18	0,27	-0,01	0,24	-0,32	0,26	0,22
Котор	0,09	0,16	-0,10	0,14	0,02	0,19	-0,05	0,31	-0,29	0,30	0,31
Х.Нови	0,21	0,23	-0,04	-0,15	-0,17	0,17	0,08	0,32	-0,35	0,27	0,31
Вирпазар	0,30	0,36	0,02	-0,41	-0,39	0,05	-0,06	0,13	-0,29	0,04	0,13
Голубовци	0,13	0,30	-0,03	-0,23	-0,22	0,14	0,00	0,13	-0,25	0,14	0,12
Подгорица	0,10	0,27	-0,01	-0,21	-0,20	0,10	-0,03	0,17	-0,31	0,06	0,15
Даниловград	0,26	0,30	-0,08	-0,39	-0,19	0,17	-0,06	0,21	-0,29	0,26	0,20
Цетиње	0,21	0,28	-0,14	-0,30	-0,15	0,11	0,13	0,24	-0,36	0,37	0,24
Црквице	0,24	0,29	-0,17	-0,41	-0,16	0,17	0,12	0,33	-0,44	0,42	0,34
Грахово	0,41	0,45	-0,20	-0,34	-0,31	0,40	0,15	0,20	-0,36	0,14	0,23
Велимље	0,23	0,48	-0,19	-0,48	-0,44	0,27	0,13	0,27	-0,21	0,27	0,28
Никшић	0,14	0,30	-0,13	-0,32	-0,11	0,20	-0,08	0,24	-0,32	0,18	0,23
Крстац	0,28	0,45	-0,16	-0,40	-0,33	0,34	0,07	0,24	-0,18	0,27	0,25
Колашин	0,36	0,36	0,19	-0,37	-0,23	0,19	-0,23	0,13	-0,24	0,18	0,12
Плав	0,32	0,18	0,27	-0,22	0,00	0,11	-0,30	0,07	-0,11	0,05	0,06
Рожаје	0,42	0,22	0,30	-0,22	-0,14	0,14	-0,28	-0,09	-0,06	0,03	-0,09
Беране	0,42	0,23	0,33	-0,26	-0,23	0,09	-0,34	0,07	-0,17	-0,03	0,06
Б.Поље	0,39	0,18	0,32	-0,26	-0,12	0,14	-0,34	-0,02	-0,11	-0,05	-0,04
Жабљак	0,36	0,34	0,20	-0,33	-0,29	0,23	-0,17	0,23	-0,19	0,18	0,24
Пљевља	0,44	0,34	0,32	-0,33	-0,13	0,44	-0,29	-0,05	-0,13	0,01	-0,03
	Статистичка значајност за $\alpha = 0,05$										
	Статистичка значајност за $\alpha = 0,01$										

Табела 55. Матрица корелација између параметара температуре и падавина и SCAND на годишњем нивоу за период 1951-2010.

ГОДИНА	SCAND												
	Tsr	Txsr	FD	Tn90p	Tx10p	Tx90p	SU	TD	TR	RR	DD	R75p	SPI
Станица	-0.24	-0.32	0.05	-0.34	0.10	-0.37	-0.37	-0.32	-0.45	0.23	-0.28	0.25	0.24
Улцињ	-0.20	-0.25	-0.01	-0.24	0.22	-0.30	-0.33	-0.31	-0.34	0.28	-0.35	0.21	0.27
Бар	-0.28	-0.26	-0.06	-0.26	0.15	-0.29	-0.31	-0.33	-0.47	0.31	-0.37	0.32	0.32
Будва	-0.08	-0.28	-0.21	-0.13	0.17	-0.30	-0.30	-0.38	-0.29	0.32	-0.44	0.25	0.33
Тиват	-0.32	-0.40	0.03	0.06	0.22	-0.42	-0.35	-0.48	-0.26	0.31	-0.36	0.33	0.31
Котор	-0.24	-0.33	-0.05	-0.30	0.29	-0.32	-0.36	-0.29	-0.40	0.27	-0.39	0.19	0.27
Х.Нови	-0.14	-0.36	-0.15	-0.22	0.29	-0.35	-0.38	-0.39	-0.10	0.25	-0.37	0.18	0.26
Вирпазар	-0.30	-0.39	-0.12	-0.28	0.30	-0.40	-0.41	-0.42	-0.35	0.19	-0.30	0.22	0.20
Голубовци	-0.32	-0.36	-0.11	-0.27	0.28	-0.39	-0.41	-0.38	-0.36	0.21	-0.39	0.20	0.21
Подгорица	-0.14	-0.34	-0.08	-0.24	0.29	-0.36	-0.39	-0.41	-0.22	0.24	-0.36	0.16	0.23
Даниловград	-0.18	-0.32	-0.08	-0.14	0.15	-0.38	-0.41	-0.31	/	0.17	-0.33	0.23	0.18
Цетиње	-0.16	-0.39	-0.35	-0.13	0.15	-0.38	-0.37	-0.17	/	0.26	-0.45	0.29	0.28
Црквице	-0.02	-0.37	-0.28	0.09	0.08	-0.36	-0.43	-0.22	/	0.15	-0.35	0.11	0.16
Грахово	-0.15	-0.39	-0.27	-0.10	0.25	-0.37	-0.39	-0.24	/	0.26	-0.07	0.28	0.26
Велимље	-0.26	-0.43	-0.26	-0.20	0.22	-0.45	-0.45	-0.33	/	0.32	-0.38	0.24	0.33
Никшић	-0.03	-0.31	-0.17	-0.05	0.03	-0.38	-0.39	-0.25	/	0.42	-0.03	0.45	0.42
Крстац	-0.11	-0.18	-0.23	-0.09	-0.22	-0.34	-0.30	-0.23	/	0.08	-0.28	0.13	0.09
Колашин	-0.15	-0.18	0.07	-0.15	0.03	-0.20	-0.23	-0.17	/	0.19	-0.13	0.13	0.19
Плав	-0.11	-0.18	0.10	-0.20	-0.02	-0.26	-0.28	-0.22	/	-0.01	0.04	-0.04	-0.01
Рожаје	-0.15	-0.23	0.00	-0.26	0.05	-0.34	-0.36	-0.30	/	0.12	-0.27	0.01	0.12
Беране	-0.11	-0.13	-0.13	-0.14	-0.07	-0.24	-0.29	-0.28	/	0.15	-0.23	0.09	0.15
Б.Поље	-0.18	-0.27	0.02	-0.18	0.08	-0.32	-0.29	-0.16	/	0.20	-0.13	0.18	0.20
Жабљак	-0.1	-0.2	-0.1	-0.1	0.08	-0.3	-0.3	-0.3	/	0.18	-0.3	0.08	0.18
Пљевља													

Табела 56. Матрица корелација између параметара температуре и падавина и POLEUR за зиму за период 1951-2010.

ЗИМА	POLEUR							
	Tsr	Tnsr	Txsr	FD	Tn10p	Tn90p	Tx10p	Tx90p
Станица	-0.27	-0.31	-0.31	0.15	0.15	-0.25	0.06	-0.27
Улцињ	-0.26	-0.37	-0.34	0.31	0.31	-0.13	0.14	-0.27
Бар	-0.22	-0.18	-0.30	0.18	0.06	-0.03	0.07	-0.27
Будва	-0.15	-0.18	-0.17	0.18	0.13	-0.21	0.04	-0.24
Тиват	-0.25	-0.14	-0.18	0.04	0.07	-0.13	0.08	-0.24
Котор	-0.23	-0.28	-0.27	0.24	0.24	-0.12	0.16	-0.33
Х.Нови	-0.18	-0.22	-0.31	0.22	0.16	-0.12	0.24	-0.35
Вирпазар	-0.27	-0.25	-0.26	0.26	0.20	-0.21	0.17	-0.32
Голубовци	-0.23	-0.26	-0.28	0.20	0.14	-0.18	0.17	-0.29
Подгорица	-0.17	-0.21	-0.16	0.20	0.10	-0.18	0.14	-0.19
Даниловград	-0.18	-0.21	-0.21	0.18	0.14	-0.18	0.16	-0.24
Цетиње	-0.11	-0.10	-0.07	0.13	-0.02	-0.12	0.06	-0.07
Црквице	-0.09	-0.08	-0.12	0.14	-0.04	-0.11	0.06	-0.09
Грахово	-0.18	-0.11	-0.19	0.18	-0.02	-0.14	0.21	-0.13
Велимље	-0.18	-0.20	-0.19	0.16	0.08	-0.09	0.07	-0.11
Никшић	-0.15	-0.10	-0.19	0.12	0.05	-0.06	0.20	-0.12
Крстац	-0.21	-0.22	-0.26	0.25	0.16	-0.23	0.21	-0.17
Колашин	-0.28	-0.33	-0.27	0.42	0.13	-0.36	0.25	-0.12
Плав	-0.31	-0.30	-0.29	0.27	0.19	-0.23	0.25	-0.15
Рожаје	-0.34	-0.31	-0.35	0.31	0.21	-0.27	0.30	-0.28
Беране	-0.25	-0.27	-0.37	0.21	0.17	-0.18	0.32	-0.26
Б.Поље	-0.27	-0.36	-0.27	0.21	0.26	-0.23	0.33	-0.16
Жабљак	-0.29	-0.31	-0.35	0.12	0.27	-0.08	0.34	-0.18
Пљевља								

Табела 57. Матрица корелација између параметара температуре и падавина и POLEUR за летњу сезону за период 1951-2010.

ЛЕТО	POLEUR		
	Tnsr	Tn10p	Tn90p
Станица	0.09	-0.10	0.06
Улцињ	0.26	-0.23	0.21
Бар	0.20	-0.10	0.19
Будва	0.19	-0.13	0.21
Тиват	0.19	-0.14	0.21
Котор	0.14	-0.06	0.13
Х.Нови	0.22	-0.10	0.14
Вирпазар	0.08	-0.05	0.07
Голубовци	0.05	-0.01	-0.01
Подгорица	0.13	-0.09	0.08
Даниловград	0.28	-0.20	0.31
Цетиње	0.22	-0.28	0.15
Црквице	0.11	-0.11	0.15
Грахово	0.14	-0.09	0.13
Велимље	0.19	-0.23	0.18
Никшић	0.22	-0.18	0.28
Крстац	0.36	-0.28	0.24
Колашин	0.21	-0.20	0.17
Плав	0.41	-0.41	0.36
Рожаје	0.39	-0.33	0.38
Беране	0.45	-0.40	0.36
Б.Поље	0.28	-0.17	0.25
Жабљак	0.37	-0.29	0.29
Пљевља			
	Статистичка значајност за $\alpha = 0.05$		
	Статистичка значајност за $\alpha = 0.01$		

БИОГРАФИЈА

Драган Бурић, рођен је 19. новембра 1971. године у Баковици - Косово и Метохија, Србија. Завршио је средњу Хидрометеоролошку школу "Милутин Миланковић" у Београду, са одличним успехом. Студије географије завршио је на ПМФ-у Универзитета у Приштини, са просечном оценом 9,42. На Географском факултету у Београду, Катедра за физичку географију, 2010. године је завршио последипломске студије, са просечном оценом 9,71, одбранивши мастер рад "Промене температуре ваздуха у Црној Гори у инструменталном периоду". Докторске академске студије уписао је 2010. године, а 2012. пријавио тезу "Динамика и могући узроци температурних и падавинских екстрема на територији Црне Горе у периоду 1951-2010.". Запослен је у Хидрометеоролошком заводу Црне Горе, а од 2011. године ангажован је, као сарадник, на Филозофском факултету у Никшићу, на Студијском програму за географију, где држи вежбе из предмета Климатологија са основама метеорологије и Хидрологија копна. Докторску дисертацију је предао 3. фебруара 2014. године. Један је од аутора монографија "Клима Подгорице" (Хидрометеоролошки завод Црне Горе) и "Колебање климе у Црној Гори у другој половини XX и почетком XXI вијека", (Црногорска академија наука и умјетности). Углавном је током докторских студија и израде дисертације објавио, самостално или у коауторству, 12 научних и стручних радова у српским и црногорским часописима, 2 рада на SCI листи, поглавље у међународној монографији и учествовао у раду шест научних скупова у земљи и иностранству.

Прилог 1.

Изјава о ауторству

Потписани Драган Бурић

Број уписа 11/10

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

"ДИНАМИКА И МОГУЋИ УЗРОЦИ ТЕМПЕРАТУРНИХ И ПАДАВИНСКИХ
ЕКСТРЕМА НА ТЕРИТОРИЈИ ЦРНЕ ГОРЕ У ПЕРИОДУ 1951-2010."

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

Потпис докторанда

У Београду, 29.1.2014.

Драган Бурић

Прилог 2.

**Изјава о истоветности штампане и електронске
верзије докторског рада**


Име и презиме аутора Драган Бурић

Број уписа 14/10

Студијски програм Физичка географија

Наслов рада "ДИНАМИКА И МОГУЋИ УЗРОЦИ ТЕМПЕРАТУРНИХ И
ПАДАВИНСКИХ ЕКСТРЕМА НА ТЕРИТОРИЈИ ЦРНЕ ГОРЕ У ПЕРИОДУ
1951-2010."

Ментор Проф. др Владан Дуцић, редовни професор

Потписани 

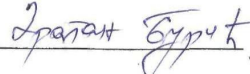
изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис докторанда

У Београду, 29.1.2014.



Прилог 3.

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

"ДИНАМИКА И МОГУЋИ УЗРОЦИ ТЕМПЕРАТУРНИХ И ПАДАВИНСКИХ ЕКСТРЕМА НА ТЕРИТОРИЈИ ЦРНЕ ГОРЕ У ПЕРИОДУ 1951-2010."

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

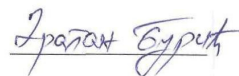
Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство
2. Ауторство - некомерцијално
- 3. Ауторство – некомерцијално – без прераде**
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

Потпис докторанда

У Београду, 29.1.2014.



1. Ауторство - Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.

2. Ауторство – некомерцијално. Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.

3. Ауторство - некомерцијално – без прераде. Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.

4. Ауторство - некомерцијално – делити под истим условима. Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.

5. Ауторство – без прераде. Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.

6. Ауторство - делити под истим условима. Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.

Прилог 4.