

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

ГЕОГРАФСКИ ФАКУЛТЕТ

мр Јелена Б. Луковић

**УВОЂЕЊЕ ПРОСТОРНЕ ДИМЕНЗИЈЕ
У ПРОУЧАВАЊУ КОЛЕБАЊА КЛИМЕ
У СРБИЈИ У ИНСТРУМЕНТАЛНОМ
ПЕРИОДУ**

докторска дисертација

Београд, 2013.

UNIVERZITET U BEOGRADU

GEOGRAFSKI FAKULTET

Jelena B. Luković

**UVOĐENJE PROSTORNE DIMENZIJE U
PROUČAVANJU KOLEBANJA KLIME U
SRBIJI U INSTRUMENTALNOM
PERIODU**

doktorska disertacija

Beograd, 2013.

UNIVERSITY OF BELGRADE

FACULTY OF GEOGRAPHY

Jelena B. Luković

**SPATIAL PATTERN OF CLIMATE
CHANGE IN SERBIA IN THE
INSTRUMENTAL PERIOD**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2013

Ментор:

р. проф. др Владан Дуцић, Географски факултет, Београд

Чланови комисије:

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

Датум одбране:

Резиме

Последњих година, у стручној литератури из области климатологије све више је радова у којима се анализира просторни распоред температуре ваздуха и/или падавина на одређеној територији. У том смислу, све чешћа је примена ГИС-а и, у оквиру њих, употреба метода интерполације. Коришћење ГИС-а у климатологији пре свега има примену у изради климатолошких карата, на којима је приказан просторни распоред неког климатског елемента

Како је основни циљ тезе увођење просторне димензије у проучавање промена климе у Србији у инструменталном периоду, то је акценат био на просторној анализи климатских елемената и вредности њихових трендова.

Разматран је просторни распоред падавина, температуре ваздуха, инсолације, облачности и релативне влажности ваздуха у Србији у периоду од 1949. до 2010. године.

Анализиран је распоред тренда падавина и температуре ваздуха у Србији на годишњем, месечном и сезонском нивоу, просторни распоред трендова уз помоћ тематских мапа направљених применом *web* картирања. У циљу детаљније анализе режима и његове несигурности падавина извршен је анализа дневних падавина по кишним епизодама, њиховим карактеристикама и утицају на годишњу суму падавина.

Резултати тренда падавина не показују статистичку значајност, као и просторну кохерентност. Уочена је, међутим, веома блага тенденција ка снижавању падавина на сезонском нивоу, током зиме и пролећа, као и ка повећању током јесени.

Значајан пораст температуре ваздуха присутан је на већини анализираних станица током последње две деценије. Резултати добијени за Србију у складу са оним за Европу. На многим станицама у Србији уочен је тренд отопљавања почев од краја 1970-их година. Негативан тренд карактеристичан је за инсолацију, облачност и релативну влажност ваздуха.

Резултати истраживања генерално не указују на значајну промену климе на територији Србије, али истичу значајне разлике у просторном распореду трендова.

Кључне речи: просторни распоред, падавине, температура ваздуха, тренд, Србија.

Научна област: Географија

Ужа научна област: Физичка географија

УДК број: 911.2:551.583(497.11)

Summary

Recently, there are many papers analyzing the spatial pattern of air temperature and / or precipitation over the particular area. In this sense, there is very often use of GIS tools and interpolation methods. The use of GIS in climatology is primarily used in climatological maps, depicting the spatial distribution of certain climatic elements.

Since the main objective of the thesis is introduction of the spatial approach in the study of climate change in Serbia in the instrumental period, the focus was on the spatial analysis of climatic elements (rainfall, temperature, solar radiation, cloud cover and humidity) and their trends in Serbia in the period 1949-2010.

Precipitation and air temperature trend an annual, monthly and seasonal level has been analyzed, applying thematic maps made using web mapping tools. In order to get insight the analysis of the rainfall regime and its uncertainty, rain-spell analysis was performed. General results are showing absence of statistically significant rainfall trends and their spatial coherence. There is, however, slight tendency towards drier conditions during the winter and spring, and the opposite one in the autumn.

A significant increase in temperature is detected during the last two decades. The results obtained for Serbia are in line with those obtained for Europe. At many stations in Serbia, there has been a warming trend from 1970s. The negative trend is also calculated for number of sunshine hours, cloud cover and relative humidity.

Results generally suggest very weak trends all over the Serbia at annual scale, but show significant spatial patterns.

Key words: spatial pattern, rainfall, temperature, trend, Serbia

Scientific area: Geography

Scientific sub-area: Physical geography

UDC number: 911.2:551.583(497.11)

Садржај

Резиме	ii
Summary	iv
Списак слика	viii
Списак табела	xi
1 Увод	1
2 Просторни распоред падавина у Србији	3
2.1 Увод	3
2.2 База података	5
2.3 Методе истраживања	7
2.3.1 Глобална и локална аутокорељација	7
2.3.2 Просторна предикција линеарном регресијом на основу дигиталног модела висина	9
2.4. Резултати и дискусија	10
2.4.1 Просторна аутокорељација	10
2.4.2 Изохијетна карта Србије	11
2.5 Закључак	14
3 Просторни распоред тренда падавина у Србији	15
3.1 Увод	15
3.2 База података	20
3.3 Методе истраживања	21
3.3.1 Анализа тренда	21
3.3.2 Геостатистичко картирање	22
3.3.3 Тематско картирање трендова помоћу <i>plotGoogleMaps</i>	23
3.4 Резултати и дискусија	23
3.4.1 Анализа тренда	23
3.4.2 Аутокорељациона статистика	34
3.4.2 Колебање падавина и Северно-атланска осцилација (<i>NAO</i>)	36
3.5 Закључак	40
4 Падавински режим у Србији и његова нестабилност	43
4.1 Увод	43
4.2 База података	44
4.3 Методе истраживања	45
4.3.1 Колебање годишње количине падавина	47
4.3.2 Кластер анализа	48
4.4 Резултати и дискусија	49

	4.4.1	Просторни распоред средњих вредности параметара	49
	4.4.2	Сушне и влажне године	57
	4.4.3	Унутаргодишње колебање	59
	4.5	Закључак	62
5		Просторни распоред температуре ваздуха у Србији	63
	5.1	Увод	63
	5.2	База података	65
	5.3	Методe истраживања	67
	5.3.1	Просторна интерполација линеарном регресијом	67
	5.4	Резултати и дискусија	68
	5.4.1	Просторна аутокорељација	68
	5.4.2	Изотермна карта Србије	70
	5.5	Закључак	72
6		Просторни распоред тренда температуре ваздуха у Србији	73
	6.1	Увод	73
	6.2	База података	77
	6.3	Методe истраживања	78
	6.3.1	Анализа тренда	78
	6.4	Резултати и дискусија	80
	6.4.1	Тренд температуре ваздуха	80
	6.4.2	Просторна аутокорељација	95
	6.5	Закључак	102
7		Просторни распоред инсолације у Србији	104
	7.1	Увод	106
	7.2	База података	106
	7.3	Методe истраживања	106
	7.3.1	Метода интерполација инверзним дистанцама	107
	7.4	Резултати и дискусија	108
	7.4.1	Просторна аутокорељација	108
	7.4.2	Просторни распоред инсолације у Србији	108
	7.4.3	Анализа тренда	110
	7.5	Закључак	114
8		Просторни распоред облачности у Србији	117
	8.1	Увод	117
	8.2	База података	117
	8.3	Методe истраживања	119
	8.4	Резултати и дискусија	120
	8.4.1	Просторни распоред облачности у Србији	120
	8.4.2	Анализа тренда	121
	8.4.3	Просторна аутокорељација	123
	8.5	Закључак	123
9		Просторни распоред влажности ваздуха у Србији	124
	9.1	Увод	124

9.2	База податка	125
9.3	Методе истраживања	126
9.4	Резултати и дискусија	127
	9.4.1 Просторни распоред влажности ваздуха у Србији	127
	9.4.2 Анализа тренда	127
	9.4.3 Просторна аутокорељација	129
9.5	Закључак	130
10	Закључак	132
	Литература	135
	Прилози	154
	Биографија	191

Списак слика

2.1	Изохијетна карта Израела за период од 1981. до 2010. године (Ziv et al., 2013).....	4
2.2	Изохијетна карта Србије за период 1961-1990. године (Вајат et al., 2012)	5
2.4	Локације метеоролошких станица.....	7
2.5	Резултати <i>Hot spot</i> анализе годишњих сума падавина у Србији (1961-2009).....	10
2.6	Карта средњих годишњих сума падавина Србије у периоду од 1961. до 2009.....	12
3.1	Карта линеарног тренда зимских падавина (mm/50год) за период 1950-1999. године. Станице са статистички значајним трендовима су заокружене (Хорlаки, 2006).	16
3.2	Карта просторног распореда тренда падавина у Шпанији у периоду 1961-2009 за фебруар, генерисана применом геостатистичких метода интерполације. Области означене сивом бојом означавају статистички значајне трендове на нивоу вероватноће од 95 % (Del Rio et al., 2011).....	17
3.3	Карта просторног распореда тренда падавина у Израелу у mm/год (1975–2010) генерисана методом најмањих квадрата. Области са статистички значајним трендом заокружене су црном бојом (Ziv et al., 2013).....	18
3.4	Просторни распоред годишњег тренда падавина (1961-2009).....	25
3.5	Просторни распоред тренда падавина у Србији (1961-2009) на сезонском нивоу у mm/години. Сиво обојене површине представљају области у којима су трендови статистички значај.....	26
3.6	Просторни распоред тренда падавина у Србији (1961-2009) на месечном нивоу (јануара до јуна) у mm/години. Сиво обојене површин представљају области у којима су трендови статистички значајни.....	27
3.7	Просторни распоред тренда падавина у Србији (1961-2009) на месечном нивоу (од јула до децембра) у mm/години. Сиво обојене површине представљају области у којима су трендови статистички значајни.....	28
3.8	а) Процент станица са позитивним и негативним трендом б) Процент станица са статистички значајним позитивним и негативним трендом на нивоу вероватноће од 95 % ($1 - \alpha / 2$).....	29
3.9	Просторни распоред тренда падавина у Србији (1961-2009) на годишњем нивоу. Кружићи оивичени кружницом црне боје представљају статистички сигнификантне трендове на нивоу вероватноће од 95 % ($1 - \alpha / 2$) у mm/години.....	30
3.10	Просторни распоред тренда падавина у Србији (1961-2009) године на сезонском нивоу. Кружићи оивичени кружницом црне боје представљају статистички сигнификантне трендове на нивоу вероватноће од	

	95 % ($1 - \alpha / 2$) у mm/години.....	31
3.11	Просторни распоред тренда падавина у Србији (1961-2009) на месечном нивоу (од јануара до јуна). Кружићи оивичени кружницом црне боје представљају статистички сигнификантне трендове на нивоу вероватноће од 95 % ($1 - \alpha / 2$) у mm/година.....	32
3.12	Просторни распоред тренда падавина у Србији у периоду (1961-2009) на месечном нивоу (од јула до децембра). Кружићи оивичени кружницом црне боје представљају статистички сигнификантне трендове на нивоу вероватноће од 95 % ($1 - \alpha / 2$) у mm/година.....	33
3.13	Картирана вредност Z G_i -статистика на основу тренда падавина за март, јун и новембар.....	36
3.14	Просторни распоред коефицијената корелације између годишњих NAO и годишњих сума падавина (1961-2009). Станице са статистички значајним коефицијентима корелације обележене су знаком X	38
3.15	Просторни распоред коефицијената корелације између зимских NAO и зимских сума падавина (лево) и пролећних NAO и пролећних (десно) сума падавина (1961-2009). Станице са статистички значајним коефицијентима корелације обележене су знаком X	39
4.1	Карта са локацијама станица и просечном годишњом сумом падавина у mm (1952-2007).....	45
4.2	Просторни распоред параметара кишне епизоде: NRS (лево) и RSY (десно).....	49
4.3	Просторни распоред параметара кишне епизоде: RSI (лево) и RSD (десно).....	50
4.4	Најдужа RSD са повратним периодом од најмање једне године ($NRS \geq 1$).....	52
4.5	Пример зависности NRS , RSY , RSI и RC од RSD за Београд.....	53
4.6	NRS изолиније за $RSD=2, 3$ и 4 дана и емпиријски коефицијенти.....	54
4.7	RSY изолиније за $RSD=2, 3$ и 4 дана и емпиријски коефицијенти.....	55
4.8	RSI изолиније за $RSD=2, 3$ и 4 дана и емпиријски коефицијенти.....	56
4.9	Примери различитих просторних дистрибуција: а- смањење падавина од северна према југу (1999), б- смањење падавина од југа према северу (1962), в- нема јасног просторног распореда (1968).....	58
4.10	Средњи датум кишне сезоне (MSD) најранија, 10 %, медијана, 90 % и најкаснија година и акумулирани проценти у Србији.	59
4.11	Просторни распоред станица груписаних у регије кластер анализом.....	61
5.1	Карте са моделованим вредностима средњих годишњих температура ваздуха за период 1991-2009. год. (лево) добијених применом универзалног кригинга (лево) и кригинг варијанси (десно) (Пејовић и др., 2012).....	64

5.2	Карте са моделованим вредностима средњих годишњих темепература ваздуха за период 1991-2009. год. (лево) добијених применом Монте Карло симулацијама (лево) и коефицијената варијације (десно). (Пејовић и др., 2012).	64
5.3	Просторни распоред метеоролошких станица и средња годишња температура ваздуха (1961-2010).....	67
5.4	Карта аутокорељације средњих годишњих температура ваздуха.....	69
5.5	Карта средњих годишњих температура ваздуха у Србији у периоду од 1961. до 2010. године.....	71
6.1	Тренд температуре ваздуха у Шпанији у периоду од 1961. до 2006. године (del Rio et al. 2011).....	74
6.2	Тренд средње годишње температуре ваздуха у Турској за период од 1929. до 1999. године (Türkeş et al. 2003).....	75
6.3	Годишњи, зимски и летњи тренд температуре у Грчкој у периоду од 1955. до 2001. године (Feidas et al., 2004).....	76
6.4	Просторни распоред метеоролошких станица.....	77
6.5	Годишњи ток просечних температура ваздуха за Сенту.....	80
6.6	Хистограми коефицијената корелације (А) и година промене (Б).....	81
6.7	Просторни распоред годишњег тренда температуре ваздуха у Србији (1961-2010).....	83
6.8	Годишње вредности: А) <i>NAO</i> индекс, Б) <i>EA</i> индекс у периоду од 1950. до 2010. године.....	84
6.9	Просторни распоред тренда температуре ваздуха за зиму (а) и пролеће (б) у периоду пре године промене (лево) и након године промене (десно).....	85
6.9	Просторни распоред тренда температуре ваздуха за лето (в) и јесен (г) у периоду пре године промене (лево) и након године промене (десно).....	86
6.9	Просторни распоред тренда температуре ваздуха за јануар (д) и фебруар(ђ) у периоду пре године промене (лево) и након године промене (десно).....	87
6.9	Просторни распоред тренда температуре ваздуха за март (е) и април (ж) у периоду пре године промене (лево) и након године промене (десно).....	89
6.9	Просторни распоред тренда температуре ваздуха за мај (з) и јун (и) у периоду пре године промене (лево) и након године промене (десно).....	90
6.9	Просторни распоред тренда температуре ваздуха за јул (ј) и август (к) у периоду пре године промене (лево) и након године промене (десно).....	92
6.9	Просторни распоред тренда температуре ваздуха за септембар (л) и октобар (љ) у периоду пре године промене (лево) и након године промене (десно).....	93
6.9	Просторни распоред тренда температуре ваздуха за новембар (м) и децембар (н) у периоду пре године промене (лево) и након године промене (десно).....	94

6.10	Резултати <i>Hot spot</i> анализе тренда температуре ваздуха на годишњем нивоу (1961-2010) за тренд 1 (лево) и тренд 2 (десно).....	97
6.11	Резултати <i>Hot spot</i> анализе тренда температуре ваздуха за зиму (1961-2010) за тренд 1 (лево) и тренд (десно).....	98
6.12	Резултати <i>Hot spot</i> анализе тренда температуре ваздуха за јануар (1961-2010) за тренд 1 (лево) и тренд 2(десно).....	99
6.13	Резултати <i>Hot spot</i> анализе тренда температуре ваздуха за фебруар и мај (1961-2010) за тренд 1.....	100
6.14	Резултати <i>Hot spot</i> анализе тренда температуре ваздуха за јун и децембар(1961-2010) за тренд 1.....	101
6.15	Резултати <i>Hot spot</i> анализе тренда температуре ваздуха за август (1961-2010) за тренд 2.....	102
7.1	Просторни распоред метеоролошких станица коришћених за анализу инсолације.....	107
7.2	Резултати <i>Hot spot</i> анализе средње годишње инсолације у Србији (1949-2006).....	108
7.3	Карта просторног распореда средње годишње инсолације у Србији (1949-2006).....	109
7.4	Просторни распоред тренда инсолације на годишњем нивоу (1949-2006) Сигнификантни трендови обележени су знаком X.....	111
7.5	Просторни распоред тренда инсолације на годишњем нивоу у периоду пре (лево) и након године промене (десно). Сигнификантни трендови обележени су знаком X.....	112
7.7	Хистограми година промене.....	113
7.6	Резултати <i>Hot spot</i> анализе тренда инсолације у Србији (1949-2006).....	114
8.1	Просторни распоред метеоролошких станица коришћених за анализу облачности.	119
8.2:	Карта просторног распореда средње годишње облачности у Србији (1949-2006).....	120
8.3	Просторни распоред тренда облачности на годишњем нивоу (1949-2006) Сигнификантни трендови обележени су знаком X.....	122
9.1	Просторни распоред метеоролошких станица.....	126
9.2	Карта просторног распореда средње годишње влажности ваздуха у Србији (1961-2010).....	128
9.3:	Просторни распоред тренда релативне влажности ваздуха на годишњем нивоу (1961-2010). Сигнификантни трендови обележени су знаком X.....	130

Списак табела

2.1	Списак станица са географским координатама и годишњом сумом падавина (R у mm) у периоду 1961-2009.....	6
2.2	Вредности $Moran's I$ аутокорелационе статистике и вредност Z за годишње суме падавина у Србији (1961-2009).....	10
3.1	Вредност тренда падавина годишњем, сезонском и месечном нивоу за Србију (1961-2009).....	24
3.2	Годишња, сезонске и месечне вредности $Moran's I$ аутокорелационе статистике тренда падавина за Србију (1961-2009) и вредност Z	35
3.3	Вредности $Moran's I$ аутокорелационе статистике и вредност Z за коефицијенте корелације између падавина и NAO у Србији (1961-2009).....	40
4.1	Списак станица са географским координатама.....	44
4.2	Опис параметара генерисаних $RUEM$ моделом.....	46
4.3	Коефицијенти линеарне регресије (a , b) и коефицијент корелације (R) за Србију. Највише корелације су зацрњене.....	50
4.4	Коефицијент корелације између просечних годишњих сума падавина и параметара кишне епизоде на свим станицама. Највише вредности коефицијената су зацрњене.....	51
4.5	Емпиријски коефицијенти и коефицијенти корелације између RSD и NRS , RSY и RSI	53
4.6	Класификација година: сушне (D), нормалне (N) и влажне (W).....	58
4.7	Различити датуми за MSD и акумулирани проценти MSD и њихови прагови по субрегијама.....	61
5.1	Списак станица са географским координатама и средњом годишњом температуром ваздуха ($^{\circ}C$) у периоду 1961-2010.....	66
6.1	Годишња, сезонске и месечне вредности $Moran's I$ аутокорелационе статистике тренда падавина за Србију (1961-2009) и вредност Z у првом периоду.....	95
6.2	Годишња, сезонске и месечне вредности $Moran's I$ аутокорелационе статистике тренда падавина за Србију (1961-2009) и вредност Z у другом периоду.....	96
7.1	Списак станица са географским координатама и средњом год. инсолацијом (у сатима (h))	105
7.2	Вредности тренда инсолације на годишњем нивоу за период 1949-2006. (зацрњене вредности представљају сигнификантне трендове на нивоу вероватноће од 95 %).....	110
7.3	Вредности $Moran's I$ аутокорелационе статистике и вредност Z за тренд инсолације у Србији (1949-2006).....	113
8.1	Списак станица са географским координатама и средњом	

	годишњом облачности (у десетинама) у периоду 1949-2006.....	118
8.2	Вредности тренда облачности на годишњем нивоу за период 1949-2006. (зацрњене вредности предстаљају сигнификантне трендове на нивоу вероватноће од 95 %)	121
8.3	Вредности <i>Moran's I</i> аутокорељационе статистике и вредност <i>Z</i> за тренд облачности и средњу годишњу облачност за Србију (1949-2006)	123
9.1	Списак станица са географским координатама и средњом годишњом релативном влажношћу ваздуха (%) у периоду 1961- 2010	125
9.2	Вредности тренда релативне влажношћу ваздуха на годишњем нивоу за период 1961-2010. (зацрњене вредности предстаљају сигнификантне трендове на нивоу вероватноће од 95 %)	129
9.3	Вредности <i>Moran's I</i> аутокорељационе статистике и вредност <i>Z</i> за тренд влажношћу ваздуха и за Србију (1961-2010)	129

Поглавље 1

Увод

Последњих година, у стручној литератури из области климатологије све више је радова у којима се анализира просторни распоред температуре ваздуха и/или падавина на одређеној територији (Cao et al., 2009; Tewolde et al., 2010; del Rio et al., 2011). У том смислу, све чешћа је примена ГИС-а и у оквиру њих употреба метода интерполације. Коришћење ГИС-а у климатологији, пре свега има примену у изради климатолошких карата, које приказују просторни распоред неког климатског елемента (Esteban et al., 2009).

Многи аутори су у последњих петнаест година користили кригинг за интерполацију падавина на различитим нивоима, од глобалног до регионалног (Hutchinson and Bischof, 1983; Feidas et al., 2007; del Rio et al., 2011; González-Hidalgo et al., 2011; Ziv et al., 2013). У новије време, технике просторне интерполације се често користе и за визуелизацију трендова климатских елемената приказујући њихов просторни распоред помоћу изохипси или континуираних површина (del Rio et al., 2011, Acero et al. 2011).

Још један веома важан аспект просторне димензије колебања климе је просторна анализа падавинског режима, доносно међугодишњег и унутаргодишњег колебања падавина.

Осим температуре ваздуха и падавина, много је радова у којима је анализиран просторни распоред инсолације у Европи (Power, 2003; Auer et al., 2007; Reinhard et al., 2005) и свету (Angell, 1990; Liang and Xia, 2005; Inoue and Matsumoto, 2003). Sanchez-Lorenzo et al. (2007) су истраживали колебање инсолације и просторни распоред тренда инсолације у Шпанији у периоду од 1931. до 2004. године уочивши снижавање трајања сунчевог сјаја од 1950. до 1980. године, након којег је забележен позитиван тренд до краја прошлог века. Поред инсолације, важна је просторна анализа и других климатских елемената, попут облачности и релативне влажности ваздуха.

Како је основни циљ тезе увођење просторне димензије у проучавање промена климе у Србији у инструменталном периоду, то је акценат био на просторној анализи падавина, температуре ваздуха, инсолације, облачности и релативне влажности ваздуха. Дисертација се састоји се из 9 поглавља. У сваком поглављу дат је увод, опис базе података, метода истраживања, резултата истраживања и закључних разматрања.

У поглављу 2 разматран је просторни распоред падавина у Србији. Циљ овог поглавља је израда изохијетне карте у новијем периоду, од 1961. до 2009. године, као и просторна анализа годишњих сума падавина.

Поглавље 3 обухвата просторни распоред трендова падавина у Србији у периоду од 1961. до 2009. године на годишњем, месечном и сезонском нивоу, затим увид у просторни распоред трендова уз помоћ тематских мапа генерисаних применом *web* картирања. У овом поглављу анализирано је просторно груписање тренда падавина у Србији, применом метода глобалне и локалне аутокорељације, као и просторни распоред везе између падавина и Северно-атланске осцилације (*NAO*).

Поглавље 4 садржи анализу дневних падавина у Србији по кишним епизодама, њиховим карактеристикама и утицају на годишњу суму падавина. Циљ ове анализе је детаљно проучавање режима падавина и његове нестабилности на простору Србије.

У поглављу 5 анализиран је просторни распоред температуре ваздуха у Србији. Циљ овог поглавља је израда изотермне карте у периоду од 1961. до 2010. године, као и просторна анализа просечних годишњих температура ваздуха.

Поглавље 6 односи се на просторну анализу годишњих, сезонских и месечних трендова температуре ваздуха у Србији у периоду од 1961. до 2010. године, затим анализу просторног распоред трендова помоћу тематских карата, као и анализу просторног груписања трендова температуре ваздуха у Србији, применом метода глобалне и локалне аутокорељације.

У поглављима 7, 8 и 9 разматран је просторни распоред инсолације, облачности и релативне влажности ваздуха у Србији, као и просторна анализа њиховог тренда.

Поглавље 2

Просторни распоред падавина у Србији

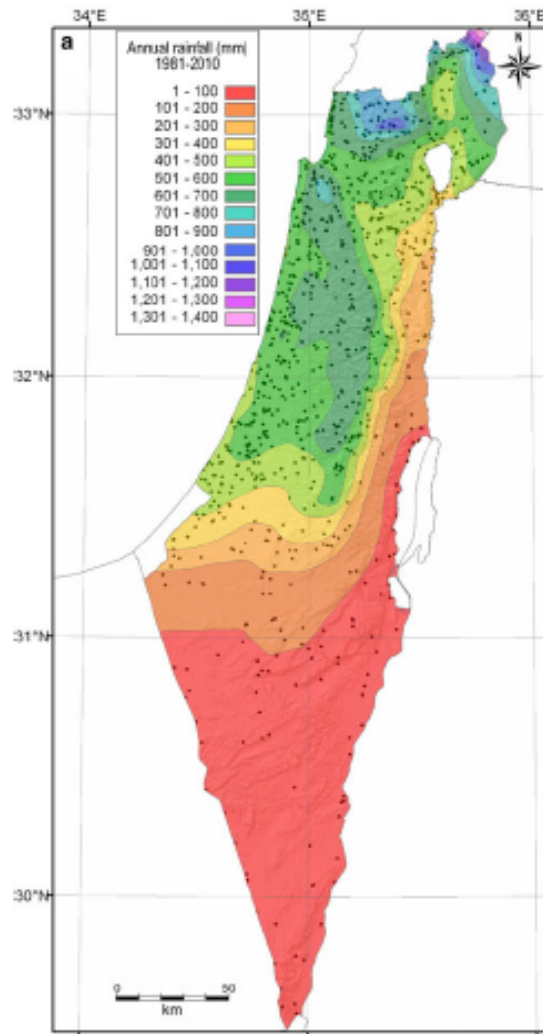
2.1 Увод

Последњих година, све више је радова из области климатологије у којима се разматра просторни распоред климатских елемената (најчешће падавина и температуре ваздуха) на одређеној територији (Сао et al., 2009; Tewolde et al., 2010; del Rio et al., 2011). Такође се уочава све већа употреба метода интерполације, применом ГИС-а. Један од основних циљева коришћења ГИС-а у климатологији је израда климатолошких карата, на којима је приказан просторни распоред климатских параметара (Esteban et al., 2009). Различите методе интерполације користе се за моделовање различитих климатских елемената: интерполација инверзним дистанцама, регресиона анализа, сплајнови, кригинг и полиномска интерполација.

Collins and Bolstad (1996) сматрају да је код просторног распореда падавина и температуре ваздуха најбоље користити кригинг и кокригинг методе. Кригинг је геостатистички метод који користи познате вредности и оцењену функцију (полу)вариограма за предвиђање параметара на локацијама на којима није било мерења (Johnston et al., 2001). Многи аутори су у последњих петнаест година користили кригинг за интерполацију падавина на различитим нивоима, од глобалног до регионалног (Hutchinson and Bischof, 1983; Feidas et al., 2007; del Rio et al., 2011; González-Hidalgo et al., 2011; Ziv et al., 2013).

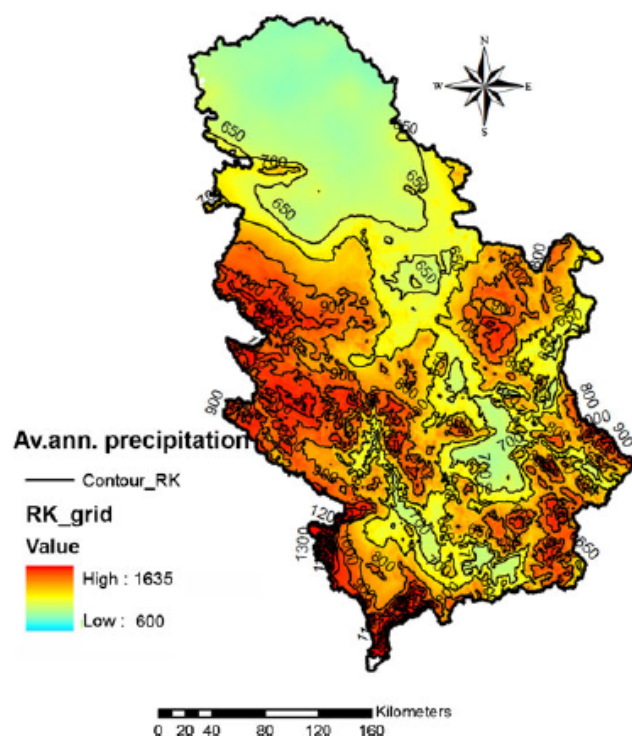
Слика 2.1 је пример изохијетне карте Израела за период 1981-2010, која је урађена методом интерполације инверзним дистанцама и картирана у софтверском пакету *ArcGIS* 9.3. Величина грида на основу које је извршена интерполација била је 3×3 km (Ziv et al., 2013).

У Србији је мало публикација, које садрже климатолошке карте генерисане применом геостатистичких метода (Ivetić et al., 2010; Vajat et al., 2012). Атлас климе Југославије, који је публикован од стране Хидрометеоролошког завода Југославије, односио се на период 1931-1960.



Слика 2.1: Isoхијетна карта Израела за период од 1981. до 2010. године (Ziv et al., 2013)

Појавом геостатистике и географских информационих система омогућена је просторна анализа метеоролошких елемената, као и картирање њиховог просторног распореда. Применом регресионог кригинга Vajat et al. (2012) су генерисали изохијетну карту Србије за период 1961-1990.



Слика 2.2: Isoхијетна карта Србије за период 1961-1990. године (Вајат et al., 2012)

На слици 2.2 се уочава да северни делови земље добијају најмању количину падавина, а југозападни највећу. Количина падавина се генерално повећава од севера према југу. Западни делови Србије примају више падавина од источних. Идентичне резултате уочила је Станојевић (2012) анализирајући годишње падавинске суме на 27 синоптичких станица у Србији у периоду од 1951. до 2010. године.

Циљ овог поглавља је израда isoхијетне карте у новијем периоду од 1961. до 2009. године, као и просторна анализа годишњих суме падавина.

2.2 База података

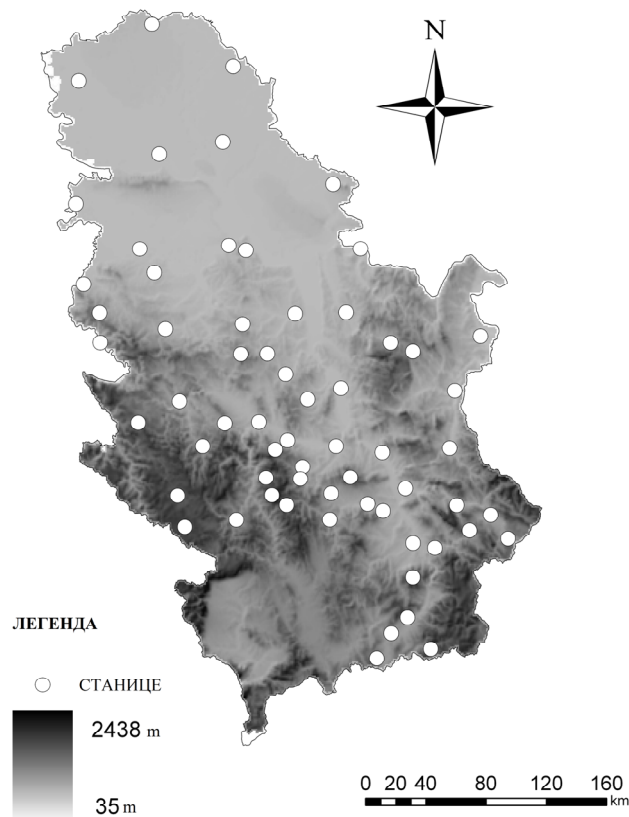
За анализу просторног распореда просечне годишње суме падавина у Србији у периоду од 1961. до 2009. коришћени су подаци са 63 метеоролошке станице у Србији. Списак метеоролошких станица дат је у табели 2.1, а њихове локације су

приказане на слици 2.3. Припрема података је незаобилазан сегмент климатолошких истраживања, те је у складу са препорукама Светске метеоролошке организације (WMO, 2002) извршена контрола података.

Табела 2.1: Списак станица са географским координатама и годишњом сумом падавина (R у mm) у периоду 1961-2009.

Станица	СГШ	ИГД	НВ	R	Станица	СГШ	ИГД	НВ	R
					Лозница	44°33'	19°14'	147	843.3
Александровац	43°27'	21°04'	360	578.9	Неготин	44°14'	22°33'	42	631.4
Алексинац	43°33'	21°41'	180	579.3	Ниш	43°20'	21°54'	202	590.8
Бабушница	43°04'	22°26'	495	670.2	Нови Пазар	43°08'	20°31'	545	631.6
Бела Паланка	43°13'	22°19'	290	622.9	Палић	46°06'	19°46'	102	558.7
Београд	44°48'	20°28'	132	693.0	Петровац	44°22'	21°46'	125	692.5
Блаце	43°18'	21°18'	395	658.0	Пирот	43°09'	22°36'	370	595.1
Блажево	43°14'	20°56'	800	608.7	Пожега	43°51'	20°02'	333	740.1
Брус	43°23'	21°02'	440	645.7	Прешево	42°18'	21°40'	510	639.7
Бујановац	42°27'	21°47'	400	620.5	Прокупље	43°14'	21°36'	265	553.0
Бук. Бања	44°18'	20°33'	265	721.0	Радмиловац	44°45'	20°35'	130	668.2
Црни Врх	44°10'	21°58'	834	800.1	Рековац	43°52'	21°06'	245	642.8
Чумић	44°08'	20°49'	366	719.6	Р. Шанчеви	45°19'	19°51'	86	615.8
Ћуприја	43°56'	21°23'	123	659.2	Рудник	44°08'	20°31'	700	943.1
Димитровград	43°01'	22°45'	446	640.7	Шабац	44°46'	19°41'	80	691.5
Гоч	43°33'	20°51'	990	996.5	Сјеница	43°16'	20°01'	1015	737.8
Ивањица	43°35'	20°14'	465	868.8	Смед. паланка	44°22'	20°57'	121	641.1
Јастребац	43°23'	21° 2'	575	984.5	Сомбор	45°46'	19°09'	87	599.1
Јошаничка Бања	43°23'	20°45'	555	749.2	Ср.Митровица	44°58'	19°38'	82	624.3
Каона	43°43'	20°25'	570	962.0	Трговиште	42°22'	22°05'	600	653.1
Карајук. Бунари	43°50'	20°60'	1160	784.1	Ваљево	44°17'	19°55'	174	803.2
Кикинда	45°51'	20°28'	81	546.7	В.Градиште	44°46'	21°33'	82	620.5
Књажевац	44°46'	20°26'	280	614.7	Владимирци	44°36'	19°49'	120	702.8
Копаноник	43°17'	20°48'	1711	980.3	Власотинце	42°58'	22°08'	270	721.7
Крагујевац	44°02'	20°56'	175	632.8	Врање	42°33'	21°55'	433	600.4
Краљево	43°44'	20°41'	219	751.3	Врњачка Бања	43°37'	20°54'	235	807.0
Крупањ	44°22'	19°23'	280	963.7	Вршац	45°09'	21°19'	83	651.5
Крушевац	43°34'	21°21'	166	633.8	Жагубица	44°12'	21°47'	314	648.5
Кукавица	42°45'	21°59'	1438	953.7	Зајечар	43°53'	22°18'	137	591.5
Куршумлија	43°08'	21°16'	383	642.2	Житорађа	43°11'	21°43'	220	607.1
Лесковац	43°01'	21°57'	224	619.7	Златибор	43°44'	19°43'	1029	989.2
Љубовија	44°11'	19°23'	190	926.9	Зрењанин	45°24'	20°21'	80	569.9

Просторна мрежа станица је релативно хомогено рапорјеђена. Ипак, требало би указати на недовољан број станица у планинским областима. Од укупног броја анализираних станица 76 % налази се између 0 m и 500 m, што је близу 62 % територије земље. Око 13 % станица смештено је на висинама од 500 m до 1000 m, које чине 27 % површне Србије. Само 11 % станица налази се на висинама већим од 1000 m.



Слика 2.4: Локације метеоролошких станица.

2.3 Методе истраживања

2.3.1 Глобална и локална аутокорељација

Глобални аутокорељациони индекс *Moran's I* (O'Sullivan and Unwin 2003) и локални аутокорељациони индекс као што је *Getis-Ord Gi** статистика (Getis and Ord 1992) коришћени су за утврђивање просторних структура у расподели метеоролошких станица разматрањем везе између њихове локације и вредности тренда падавина. Просторни аутокорељациони индекси показују на који начин су груписане станице у односу на вредности њихових атрибута.

*Getis-Ord Gi** статистика коришћена је за детекцију нестационарности података, односно груписања станица у одређене кластере. Осим тога, *Hot Spot* анализа (Lee

and Wong, 2005) која је базирана на *Getis-Ord Gi** статистици коришћена је како би се остварио бољи увид у просторно груписање тренда падавина.

Moran's I индекс представља меру просторне аутокорељације:

$$I = \frac{n}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \quad (3)$$

У горњој формули, y_i и y_j су мерене вредности варијабли на локацијама или срачунате вредности променљивих на локацијама i и j , \bar{y} је средња вредност, а w_{ij} је коефицијент који представља близину локације i и локације j које се често израчунава као инверзна дистанца између тачке i и тачке j . Овакав приступ у складу је Тоблеровим првим законом географије: *све је у релацији са свиме, али блиске ствари су у већој релацији једна са другом* (Tobler, 1970).

Вредност *Moran's I* статистике креће се од +1 што означава тоталну кластеризацију до -1 што указује на потпуно случајну расподелу (дисперзију) вредности променљиве. За процену статистичке значајности *Moran's I* статистике израчунава се стандардизована Z вредност:

$$Z_i = \frac{I - E[I]}{\sqrt{V[I]}} \quad (4)$$

где је $E[I]$ очекивана вредност I , претпостављајући случајну просторну расподелу:

$$E[I] = \frac{-1}{(n-1)} \quad (5)$$

и $V[I]$ означава варијансу I .

У глобалној *Moran's I* статистици резултати анализе се тумаче у контексту нулте хипотезе, према којој анализирана променљива (нагиб тренда у нашем случају) има случајну просторну расподелу на истраживаном простору. Уколико је вредност p статистички значајна, нулта хипотеза се одбацује. У супротном,

просторна расподела променљиве величине је резултат случајних просторних процеса.

*Getis-Ord Gi** формула је:

$$G_i = \frac{\sum_{i \neq j} w_{ij} y_i}{\sum_{i=1}^n y_i} \quad (6)$$

где је w_{ij} елемент који се налази у близини (формула 3).

Овај локални показатељ представља меру у којој су поједине посматране локације сличне или различите од суседних локација.

2.3.2 Просторна предикција линеарном регресијом на основу дигиталног модела висина (*Digital Elevation Model-DEM*)

Метод линеарне регресије коришћен је за израду изохијетне карте Србије у периоду 1961-2009. Будући да постоји јасна географска веза између атрибута и независне променљиве могуће је било извести регресиони модел. У овом случају атрибут би био сума падавина, а независна променљива надморска висина. Регресиони модел је облика:

$$z(x) = b_0 + b_1 P_1 \quad (1)$$

где су b_0 и b_1 регресиони коефицијенти, а P_1 независна променљива. У овом случају P_1 је надморска висина (h) терена, те је једначина (1) коришћена у раду следећег облика:

$$z(x) = 608.18 + 0.278h \quad (2)$$

Интерполација линеарном регресијом примењена је коришћењем *open-source* програмског језика *R*, намењеног статистичкој анализи и графици (*R-project*, 2011).

2.4. Резултати и дискусија

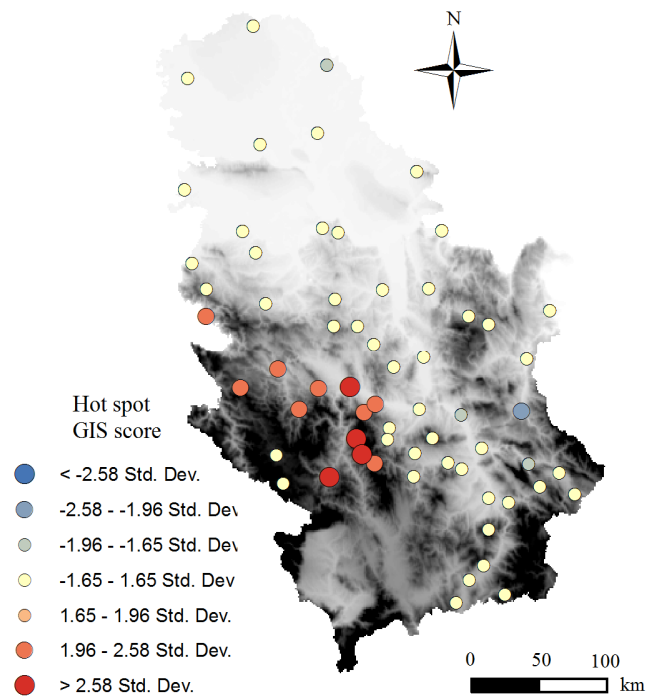
2.4.1 Просторна аутокорељација

Добијени резултати указују за статистички значајно груписање (табела 2.2), али низак ниво просторне аутокорељације (слика 2.5).

Табела 2.2: Вредности *Moran's I* аутокорељационе статистике и вредност *Z* за годишње сума падавина у Србији (1961-2009).

	<i>Moran I</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>	коментар
година	0.14	3.2	0.01	Постоји мање од 1% вероватноће да је груписање сраница последица случајности

Ред обојен сивом бојом означава статистички значајно груписање годишњих сума падавина.



Слика 2.5: Резултати *Hot spot* анализе годишњих сума падавина у Србији (1961-2009).

Наведена карта приказује локалну *Gi* статистику и њену вредност *Z* за станице коришћене за анализу падавина. Уочава се да су станице са високим сумама падавина груписане у западном делу Србије (близу границе са Босном и Херцеговином) и југозападном. Са друге стране, станице са ниским сумама

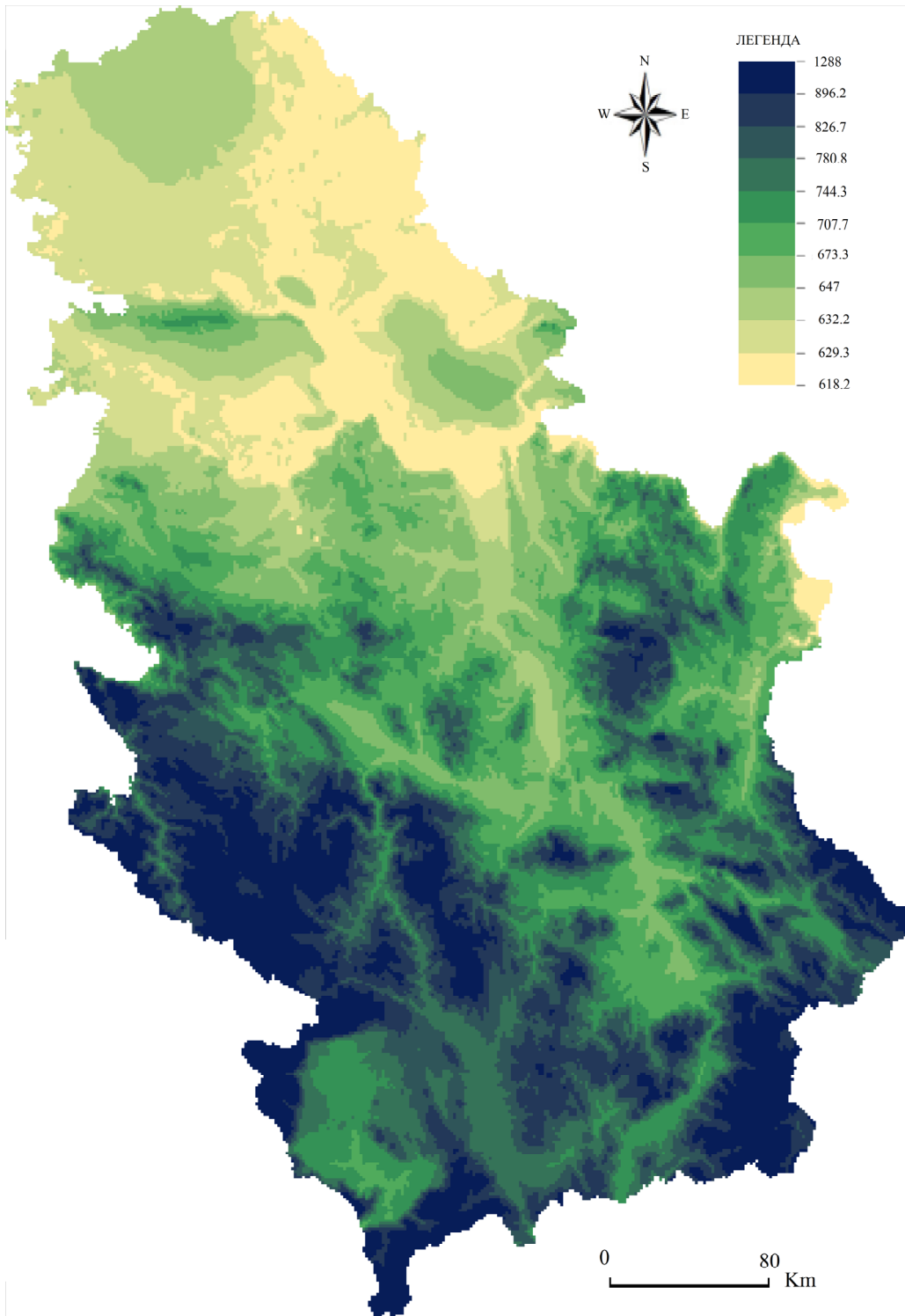
падавина груписане су на северу и североистоку земље. Вредности Z за G_i статистику близу нуле, добијене у централним, источним и југоисточним деловима Србије указују на одсуство аутокорејације између станица у Србији.

Овакав просторни распоред аутокорејације углавном је резултат топографије као и утицаја Јадранског мора.

Правац пружања Динарских планина је кључни климатски фактор јер раздваја два плувиометријска режима, континентални и Медитерански. Овај простор уједно показује стистички значајно просторно груписање станица. У овом делу Србије присутан је тип орографских падавина. Северне и јужне стране једног узвишења често имају различите временске прилике, те самим тим суседне станице бележе различиту количину атмосферског талоба (Миловановић, 2005). Ово је нарочито случај када се топле и влажне ваздушне масе које долазе са Јадранског мора уздижу изнад Динарида, хладе, кондензују и излучују падавине. На супротној страни, присутан је тзв. ефекат кишне сенке. То је један од разлога због којег станице у централном и јужном делу Србије показују одсуство просторне аутокорејације.

2.4.2 Изохијетна карта Србије

У овом поглављу генерисана је карта годишњих сума падавина Србије за период 1961-2009 година на основу 63 станице (слика 2.6). Карта је добијена применом методе линеарне просторне регресије (формула(2)). Пресудни климатски фактори у распореду падавина у Србији су утицај планина и удаљеност од мора су (Тошић, 2004). Највлажнији простори у Србији су на југу и југозападу земље, док најмање падавина примају северни делови земље. Количина падавина постепено се повећава од севера према југу. Западни делови Србије примају више падавина од источних.



Слика 2.6: Карта средњих годишњих сума падавина Србије у периоду од 1961. до 2009. године.

Ретко распоређене изохипсе у северним и централним деловима Србије указују на релативно хомогену топографију (Hutchinson and Bischof, 1983). Густо распоређене изохипсе у западним, јужним и источним деловима Србије резултат су сложене топографије. Поред рељефа значајан климатски фактор је и удаљеност од извора влаге (Јадранско море и Атлантски океан). Због тога западни делови земље примају више талога од источних, иако се налазе на истој географској ширини. Знатно виша количина падавина у западном делу земље узрокована је хладним фронтом и пљусковима које доносе хладне ваздушне масе долазећи са Атлантика и Западне Европе (Unkašević and Tošić, 2011). Након преласка преко планина ове ваздушне масе се спуштају, загревају и постају сувље. Због тога долази до значајних разлика у количини падавина на истим или приближним надморским висинама између станица према којима долазе ваздушне масе и оних које се налазе у заветрини (Дуцић и Радовановић, 2005). Дакле, није реч само о надморској висини, већ наветрене падине и на знатно нижим надморским висинама примају више од 1000 mm падавина годишње. Иако југозападни делови Србије генерално примају више падавина, постоје области које се одликују неповољним условима за образовање падавина, као што је Пештерска висораван. Зими у овој области преовлађују антициклони са хладним и стабилним временом, док су лети честа силазна ваздушна струјања. То је разлог због којег станице на Пештеру примају мање падавина (700-800 mm), с обзиром на надморску висину на којој се налазе (Карајукића бунари - 1160 m). Имајући у виду релативно мали број станица из ове области коришћених за генерисање карте, на слици 2.6 је тешко уочити мању количину талога, која карактерише Пештер.

Са друге стране, на слици 2.6, у поређењу са изохијетном картом Србије за период 1961-1990 (Дуцић и Радовановић, 2005; Вајат et al., 2012), западна Метохија се одликује знатно мањом количином падавина. Могући разлог би требало потражити, пре свега у релативно малом броју станица коришћених у раду, поготово у планинским областима. У том смислу, важно је указати на недостатак података из области Метохије. У источној Србији, Ракићевић (1979) је издвојио више планинских острва са количином падавина између 800 и 1000 mm и она се јасно могу уочити на слици 2.6. Разлика у количини падавина између истока и

запада не може се тумачити искључиво надморском висином или правцем пружања преовлађујућих ваздушних маса. Сложеност проблема, затим недовољан број станица на већим надморским висинама утичу да поједини аутори изводе различите закључке о просторном распореду годишњих сума падавина у Србији (Дуцић и Радовановић, 2005).

2.5 Закључак

Основни циљ овог поглавља био је израда изохијетне карте Србије за период 1961-2009. Средње годишње суме падавина прикупљене су са 63 станица у Србији. На основу корелације између просечних сума падавина у истраживаном периоду и просторних координата станица (географска ширина, географска дужина и надморска висина) изабран је метод интерполације линеарном регресијом. Упркос релативно малој површини коју заузима, Србија показује значајно просторно колебање падавина. Релативно висока вредност *Moran's I* индекса од 0.24 ($p < 0.01$) указује статистички значајно просторно груписање и просторну аутокорелацију. Применом локалне аутокорелације *Getis-Ord Gi* статистике, добијене су две јасно издвојене регије (слика 2.5). Истовремено, просторно груписане станице потврдиле су значајан утицај регионалне топографије на суму падавина. На изохијетној карти Србије (слика 2.6) уочава се да најмање падавина примају северни делови земље, а највише југозападни. Количина падавина се генерално повећава према југу земље, при чему западни делови примају више талога од источних. Даља истраживања просторног распореда сума падавина у смислу примене других метода интерполације су свакако неопходна, како за временско, тако и просторно моделовања података.

Поглавље 3

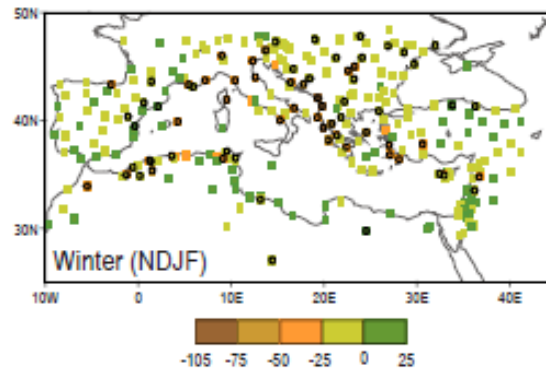
Просторни распоред тренда падавина у Србији

3.1 Увод

Глобално проучавање просторног распореда падавина (Zhang et al., 2000; Osborn et al., 2000; New et al., 2001) важно је за праћење и предвиђање промена у области пољопривреде, водопривреде и екосистема. Анализа падавина за период од 1900. до 2005. године, прикупљених са метеоролошких станица широм света, показује тренд пораста годишњих сума у Северној и Јужној Америци, Северној Европи, Азији и Аустралији. С друге стране, негативни трендови годишњих падавина су уочени у западној и јужној Африци, Сахелу, Јужној Азији и у Медитерану (Trenberth et al., 2007). Анализа регионалног распореда падавина на простору Европе може бити од великог значаја за економско планирање. Trenberth et al. (2007) су у високим географским ширинама (преко 50°N) уочили позитиван тренд у снежним падавинама, које могу изазвати повећање годишњег протицаја. Британска острва и Финоскандинавија такође имају позитивне трендове у годишњој количини падавина, док се јужна Европа и делови централне Европе одликују смањењем количине падавина. Смањење количине талога у области Медитерана може озбиљно утицати на животну средину.

Последњих година није било много радова на тему тренда падавина (Ramos, 2001; Alpert, 2002; Douguédroit and Norrant, 2003; Norrant and Douguédroit, 2006; Хoplaki, 2006; Reiser and Kutiel, 2010) у читавом Медитерану. Генерално, несигнификантан негативан тренд примећен је током друге половине XX века. Међутим, ова тумачења су ограничена чињеницом да су многи истраживачи (Partal and Kahya, 2006; Feidas et al., 2007; de Luis et al., 2010; del Rio et al., 2011; Brunetti et al., 2012) анализирали само један део шире области Медитерана или поједине метеоролошке станице (Дуцић и др., 2011).

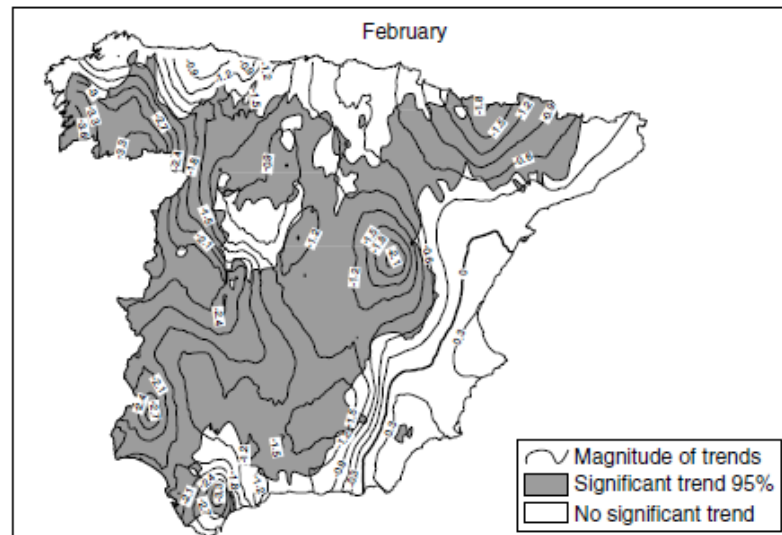
Испитујући сезонски тренд падавина на простору Медитерана, Хорlаки (2006) је указала на смањење зимске количине падавина у периоду 1950-1999. у већем делу Медитерана (слика 3.1). Статистички значајно смањење уочено је на просторима Италије, Албаније, Хрватске, западне Грчке и Алжира, као и на појединим станицама у југозападној Турској, Кипру, Израелу и Румунији. Опадајући тренд падавина присутан је у зимској сезони, али је у појединим областима уочен несигнификантан растући тренд (Тунис, Либија, Египат, делови Јордана, североисточна Турска и медитеранска обала Шпаније).



Слика 3.1: Карта линеарног тренда зимских падавина (mm/50год) за период 1950-1999. године. Станице са статистички значајним трендовима су заокружене (Хорlаки, 2006).

Многи аутори су испитвали тренд падавина у Шпанији (Esteban-Parra, 1998; Serrano et al., 1999; Rodrigo and Trigo, 2007; González-Hidalgo et al., 2009; De Luis et al., 2010; González-Hidalgo et al., 2011). Del Rio et al. (2011) су истраживали просторни распоред тренда на годишњем, сезонском и месечном нивоу од 1961. до 2006. године користећи геостатистичке методе интерполације. Негативан тренд уочили су у фебруару (слика 3.2), марту и јуну, док је позитиван тренд забележен у мају, августу, септембру и октобру. Њихови резултати указују на тенденцију смањења падавина на Иберијском полуострву. Тренд падавина у суседној Португалији такође указује на снижавање количине падавина. Trigo and DaCamara (2000) показали су у свом раду статистички значајно смањење падавина у марту у периоду од 1946. до 1990. док су Paredes et al. (2006) уочили идентичне резултате у централним и западним деловима Иберијског полуострва између 1941. и 1997. године.

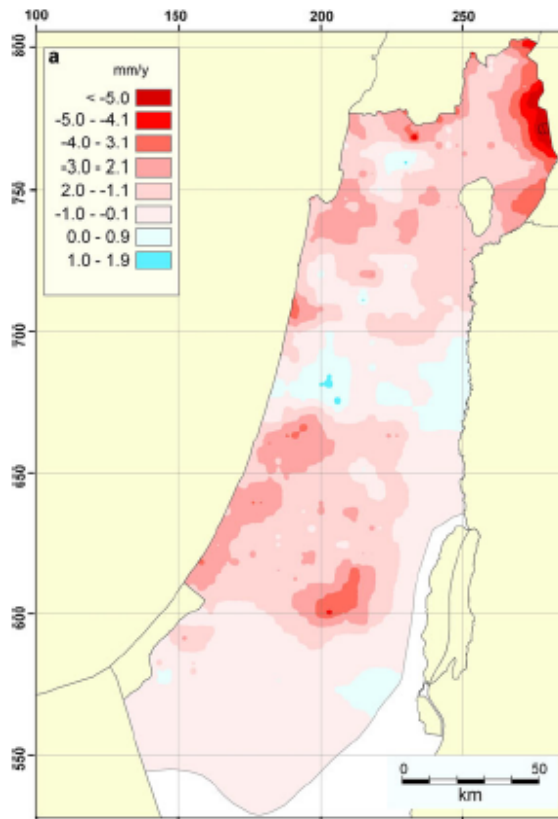
Анализирајући просторни распоред тренда сезонских падавина у Грчкој од 1958. до 1997. године Maheras et al. (2004) су показали сигнификантно смањење падавина у зимском периоду у области Јонских острва, планинским пределима на западу, на северу, истоку као и југоисточној обали Егејског мора. Негативни трендови добијени су за пролеће у већем делу земље и јесен у области Јонских острва, као и планинским пределима на западу земље. Резултати Feidas et al. (2007) такође потврђује негативан тренд годишњих падавина у Грчкој између 1955. и 2001. године. Силазни тренд забележен је на годишњем нивоу на свим станицама и статистички је значајан у целој земљи, са изузетком полусотрава Пелопонез и острва у централном делу Егејског мора.



Слика 3.2: Карта просторног распореда тренда падавина у Шпанији у периоду 1961-2009 за фебруар, генерисана применом геостатистичких метода интерполације. Области означене сивом бојом означавају статистички значајне трендове на нивоу вероватноће од 95% (Del Rio et al., 2011).

Partal and Капуа (2006) су истраживали трендове падавина на годишњем и месечном нивоу у Турској од 1926. до 1993. године. Уочили су опадајући тренд у годишњим вредностима у западној и јужној Турској, а растући тренд у централном делу земље. Јануар, фебруар и септембар су показали најзначајнији пад утичући на вредност тренда на годишњем нивоу. Сличне резултате добио је и Түркеş (1996) уочивши статистички значајан негативан тренд у Турској на 15 од 91 станице. Само две станице у централном делу земље показале су позитивне трендове у испитиваном периоду (1930-1993). Түркеş (1996) је такође уочио да је

дошло до повећања сушности у Турској 1970-их као и између 1980. и 1993. године.



Слика 3.3: Карта просторног распореда тренда падавина у Израелу у mm/год (1975–2010) генерисана методом најмањих квадрата. Области са статистички значајним трендом заокружене су црном бојом (Ziv et al., 2013).

Негативан тренд такође је уочен у северним деловима Израела у периоду од 1961. до 1990. године, док се у јужном Израелу просечна годишња количина падавина повећала и до 30% (Ben-Gai et al., 1994.). Ben-Gai et al. (1998) је сугерисао у свом раду да би позитиван тренд у Јужном Израелу могао да укаже на "повлачење" аридности из ових крајева земље. Истражујући сушне и кишне епизоде у Израелу, Kutiel et al. (1996) је уочио да су сушне епизоде израженије у последњих неколико деценија, док су кишне епизоде биле учесталије на почетку прошлог века. Ziv et al. (2013) су истражујући просторни распоред линеарног тренда у Израелу (1975–2010) уочили опадајући тренд падавина, углавном несигнификантан на већем делу земље (слика 3.3). Изразито смањење падавина примећено је на Јудејским

планинама. Са друге стране, на појединим локацијама утврђен је благи пораст, посебно у централном делу Израела.

Brunetti et al. (2012) истражујући тренд падавина у Калабрији (Италија) у периоду између 1923. и 2006. године, су такође приметили смањење падавина на годишњем нивоу. Негативан тренд је уочен у периоду јесен-зима, а летњи месеци су показали позитивне трендове у целој регији. Longobardi and Villani (2010) су такође уочили да годишња количина падавина опада у последњих 50 година и потврдили позитиван тренд у летњој сезони у периоду 1918-1999. у регији Кампања у јужној Италији. Са друге стране, у северним регијама Италије нису пронађени статистички значајни трендови на годишњем нивоу (Brunetti et al., 2004).

У Србији и суседним земљама није било много радова који су испитивали просторни распоред трендова падавина. Гајић Ђарка and Џиндрић (2011) су анализирали тренд падавина у Хрватској на станицама Осијек, Загреб-Грич, Госпић, Цриквеница и Хвар, у периоду 1901. до 2008. године на годишњем и сезонском нивоу. Они су уочили снижавање падавина на годишњем нивоу дуж обале Јадранског мора. Истакли су да је негативан тренд падавина, уочен на годишњем нивоу, резултат изразитог снижавања падавина током зиме и пролећа.

Истраживање тренда падавина је од великог значаја за нашу земљу обзиром на њен положај између медитеранских и континенталних услова климе. Тошић (2004) је анализирала просторне и временске варијације у зимској и летњој сезони на 30 станица у Србији и Црној Гори у периоду од 1951. до 2000. године. Падавине су анализирани просторно применом емпиријских ортогоналних функција, као и временски користећи *Mann-Kendall* тест и спектралну анализу. Резултати су показали негативан статистички несигнификантан тренд у зимском периоду године. Анализирајући годишњи тренд падавина у Србији у периоду од 1951. до 2010. године, Станојевић (2012) је уочила снижавање падавина на североистоку, истоку, југу и југоистоку земље, док је у преосталом делу Србије уочен позитиван тренд са највишим вредностима на западу и југозападу земље.

У циљу свеобухватне анализе просторног распореда тренда на истраживаној територији, аутори обично представљају метеоролошке станице на картама користећи различите боје или симболе како би нагласили да ли су трендови позитивни или негативни (Partal and Kahya, 2006; González-Hidalgo et al., 2009). У новије време, технике просторне интерполације се често користе за визуелизацију вредности тренда и обично приказују просторне дистрибуције трендова помоћу изохипси или континуираних површина (Del Rio et al., 2011; Acero et al., 2011).

Брзи развој у области *web* картирања омогућава коришћење нових технологија за стварање, развој и размену информација (укључујући и географских информација) кроз иновативне апликације (Naklay et al., 2008). У овом раду коришћен је *plotGoogleMaps*, софтверско решење, за једноставну израду богатих интерактивних карата које се чувају у *HTML* формату.

Moran'I и *Getis-Ord Gi** (O'Sullivan and Unwin, 2003) просторне статистике (O'Sullivan and Unwin, 2003) су коришћене у циљу испитивања просторне аутокорељације како на глобалном нивоу тако и за картирање различитих врста просторног груписања трендова падавина.

Главни циљеви овог поглавља су:

- Испитивање тренда падавина у Србији од 1961. до 2009. на месечном, сезонском и годишњем нивоу.
- Увид у просторни распоред трендова коришћењем тематских мапа генерисаних применом *web* картирања, као и анализирање просторног груписања тренда падавина у Србији применом метода глобалне и локалне аутокорељације.
- Просторна анализа везе између падавина и Северно-атланске осцилације (*NAO*).

3.2 База података

Тренд падавина анализиран је на годишњем, сезонском и месечном нивоу. Прикупљени су подаци са 63 метеоролошке станице (табела 2.1), а обезбеђени од стране Републичког хидрометеоролошког завода Србије (РХМЗ) за период од 1961. до 2009. године. Просторни распоред станица приказан је на слици 2.4.

3.3 Методе истраживања

3.3.1 Анализа тренда

Како би се добили репрезентативни подаци, месечне вредности су осредњене за сваку станицу са сезонским и годишњим вредностима. У циљу смањења утицаја грубих грешака, као и података који значајно одступају од нормалне статистичке расподеле уместо аритметичке средине рачуната је медијана. Након тога, рачунат је тренд падавина према стандардној процедури тестирања хипотеза у циљу процене статистичке значајности резултата.

У тестирању хипотеза које се односе на дугорочне трендове, користе се две врсте тренда: тзв. монотони тренд и *step* тренд (Hirsch et al. 1991). Како визуелна анализа података није указала на нагле промене у низовима података, примењен је монотони тренд. Осим тога, у зависности од расподеле података, користе се параметарске или непараметарске методе за одређивање тренда. Када се ради о расподели која "није нормална" примењују се непараметарске методе оцене тренда. Обзиром да је прелиминарна анализа показала присуство тзв. закривљене расподеле у временским серијама, коришћен је непараметарски *Man Kendall* тест и *Sen's* метод за утврђивање статистичке значајности и нагиба тренда (Helsel and Hirsch 2002). За тестирање било растућег (позитиван) или опадајућег (негативан) тренда на α нивоу значајности, коришћен је $\alpha-1/2$ квантила стандардне нормалне расподеле. Коришћен је, дакле ниво значајности од $\alpha = 0.05$.

Man Kendall Z тест статистика срачуната је коришћењем поједностављене формуле за варијансу нагиба $VAR(S)$ која се будући да у низовима није било недостајућих података или група података са идентичним вредностима рачуна по формули:

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

где n представља укупан број временских инстанци падавинског низа.

За оцену нагиба тренда коришћен је *Sen's* непараметарски метод, који полази од претпоставке да је у питању линеарни тренд., тако да је вредност нагиба b_i за све парове података срачуната по формули:

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

где индекси j и k означавају временску инстанцу (нпр. године) и $j > k$. За n вредности у временској серији биће срачунато укупно $N = n(n - 1)/2$ оцена нагиба b . *Sen's* оцена нагиба представља медијану свих вредности, тј. средишњу вредност у скупу оцена нагиба за целу серију.

3.3.2 Геостатистичко картирање

Геостатистичка предикација је заснована на кригинг методу базираном на континуалном моделу стохастичке просторне варијације која процењује варијабилност променљиве величине на основу вариограма (Webster and Oliver, 2007). Имајући у виду стационарност трендова падавина, обични кригинг (*Ordinary Kriging*) је изабран као најпогоднији геостатистички метод за ову врсту истраживања.

Геостатистичка интерполација примењена је коришћењем *open-source* програмског језика *R*, намењеног статистичкој анализи и графици (R-project, 2011). Кригинг техника се може успешно користити у оквиру *R* софтверског решења коришћењем *gstat* пакета за моделовање, предвиђање и симулацију просторних података, као и *sp* пакета, који омогућава манипулацију просторним подацима у *R* (Pebesma, 2004; Bivand et al., 2008). Резултати добијени у *R* могу се лако конвертовати у неки од стандардних ГИС формата, што накнадно омогућава манипулацију и визуелизацију резултата у комерцијалним ГИС пакетима.

3.3.3 Тематско картирање трендова помоћу *plotGoogleMaps*

За картирање трендова коришћен је недавно развијен софтверски пакет под називом *plotGoogleMaps*¹ како би се остварио бољи увид у просторни распоред тренда падавина у Србији. Овај софтвер садржи *Asynchronous JavaScript*,

¹ <http://cran.r-project.org/web/packages/plotGoogleMaps/index.html>

XML(AJAX), и *Google Maps Application Programming Interface (API)* алатку за *HyperText Markup Language (HTML)* као би се одржала висока резолуција *Google Map* слика као базних карата. *plotGoogleMaps* је развијен у "open source" софтверу *R* и намењен је за аутоматско креирање *web* карата на основу података корисника и *Google Maps* базних карата (Kilibarda and Bajat, 2012).

PlotGoogleMaps софтвер нуди многе погодности у односу на друга класична графичка окружења. Висок квалитет *Google* базних карата омогућава бољу генерализацију географског простора и дозвољава кориснику да просторно истражује податке (нпр. контрола навигација, зумирање, прозори који садрже информације атрибута, итд). Овај пакет промовише стварање интерактивне карте која се чува у *HTML* формату. Све карте које приказују годишње, сезонске и месечне трендове доступне су у *HTML*, као и у *KML* формату на веб страници [URL: http://www.grf.bg.ac.rs/~bajat/Trends.htm](http://www.grf.bg.ac.rs/~bajat/Trends.htm)

У циљу анализирања просторног груписања тренда падавина у Србији примењена је метода глобалне и локалне аутокорељације, детаљно описана у поглављу 2.

3.4 Резултати и дискусија

3.4.1 Анализа тренда

Вредности тренда осредњене за целу Србију на годишњем, сезонском и месечном нивоу приказане су у табели 3.1. Поред нагиба b и *Kendall* статистика Z која одговара средњој вредности за све станице, табела садржи и број n и проценат (%) станица где се нагиб (позитиван или негативан) може сматрати статистички значајним на нивоу од $\alpha = 0.05$. Вредности трендова на годишњем, сезонском и месечном нивоу за сваку станицу дате су у прилогу.

Картирање трендова ивршено је на два начина: геостатистичким картирањем помоћу софтвера *plotGooglemaps*. Геостатистичким картирањем генерисане су карте на којима су вредности трендова приказане изоленијама, а софтвером *plotGooglemaps* трендови су приказани кружићима. Будући да је за анализу тренда коришћен сет података са 63 станице, резултате добијене техником кригинга

треба узети са резервом, будући да она захтева много већи сет података од оног који је коришћен у раду. Како би се избегла непоузданост резултата, коју овај метод може да изазове, обзиром на мали сет података, прибегло се картирању трендова на локацијама на које се односе, помоћу кружића, дакле без интерполације.

Карте добијене применом геостатистике су ипак приказане (слике 3.4-3.7) као један од могућих приступа у климатском картирању, уз напомену да их треба узети са резервом, будући да је интерполација рађена са релативно малим бројем станица.

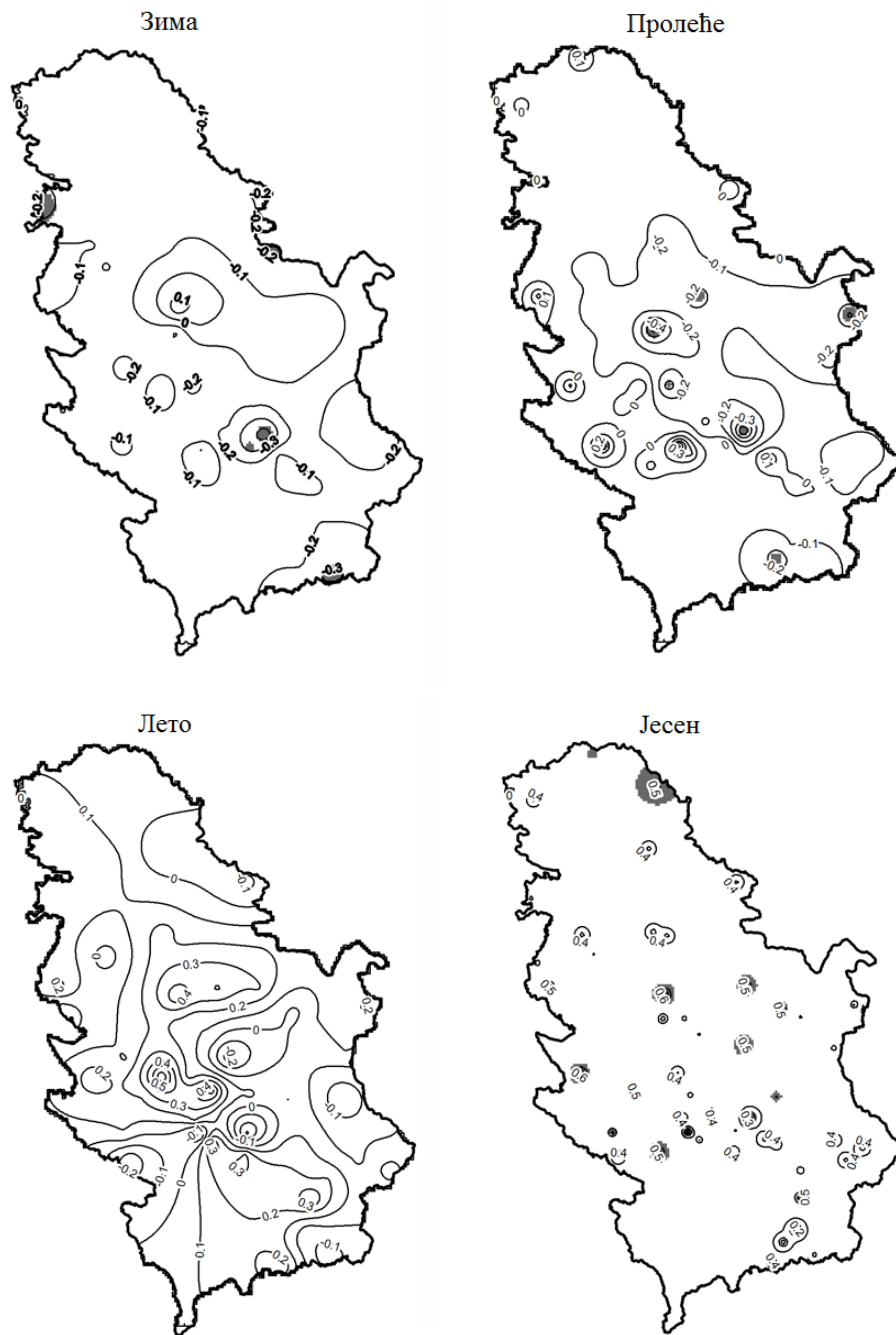
Табела 3.1: Вредност тренда падавина годишњем, сезонском и месечном нивоу за Србију (1961-2009).

Период	<i>b</i>	<i>Z</i>	<i>n</i>	<i>n</i> (%)
Година	0.010	0.074	3	4.8
Зима	-0.145	-0.710	5	7.9
Пролеће	-0.100	-0.432	7	11.1
Лето	0.083	0.253	0	0.0
Јесен	0.352	1.374	10	15.9
Јануар	-0.051	-0.143	1	1.6
Фебруар	-0.051	-0.274	2	3.2
Март	0.057	0.200	1	1.6
Април	-0.077	-0.286	1	1.6
Мај	-0.348	-0.943	6	9.5
Јун	-0.107	-0.286	1	1.6
Јул	-0.112	-0.294	0	0.0
Август	0.285	0.786	3	4.8
Септембар	0.455	1.314	8	12.7
Октобар	0.504	1.473	9	14.3
Новембар	-0.027	-0.116	1	1.6
Децембар	-0.041	-0.181	2	3.2

Вредност тренда представљена је *Sen's* оценом нагиба *b* (mm/година) који је осредњен за све станице. *Man-Kendall* статистик *Z* коришћен је за тестирање статистичке значајности. Број *n* и проценат (%) односи се на станице где се нагиб (растући или опадајући) може сматрати статистички значајним на нивоу $\alpha = 0.05$.

Трендови падавина² су приказани различитим бојама на сликама 3.9-3.12 (позитивни трендови су црвене, а негативни трендови су плаве боје). Величина кружића указује на вредност тренда за сваку станицу. Кружићи уоквирени црном кружницом представљају станице са статистички значајним трендовима на нивоу поверења од 95% ($1 - \alpha/2$).

² Резултати истраживања тренда падавина у Србији су током израде дисертације публиковани у часопису *Regional Environmental Change* као референца \ndxzg

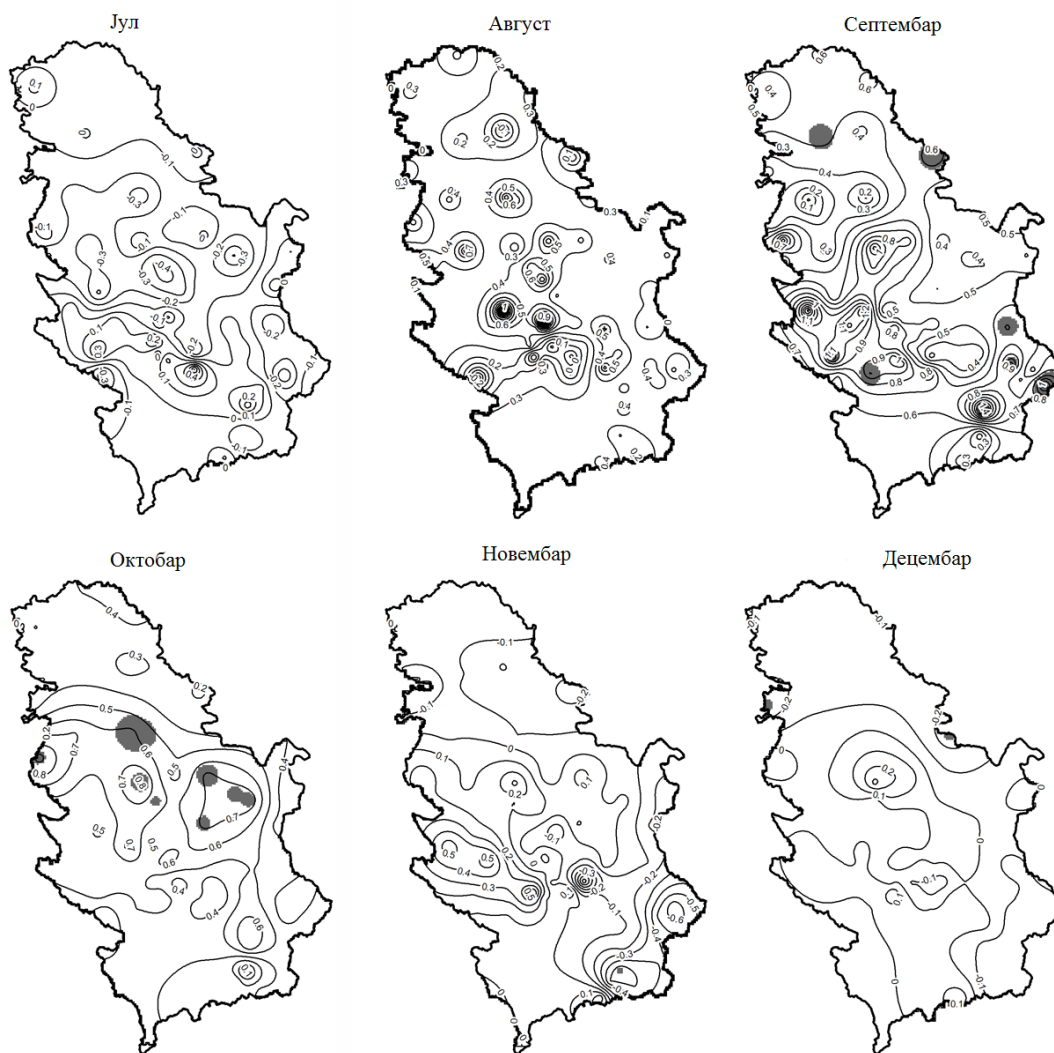


Слика 3.5: Просторни распоред тренда падавина у Србији (1961-2009) на сезонском нивоу у mm/години. Сиво обојене површине представљају области у којима су трендови статистички значајни.



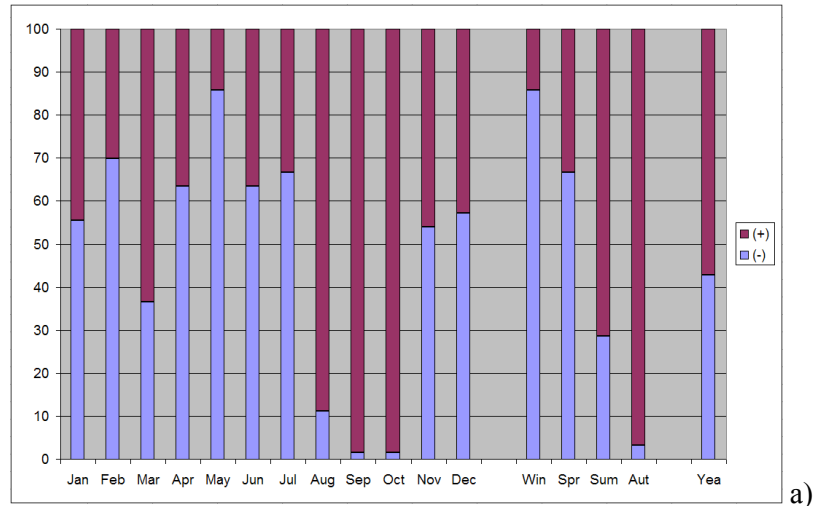
Слика 3.6: Просторни распоред тренда падавина у Србији (1961-2009) на месечном нивоу (јануара до јуна) у mm/години. Сиво обојене површине представљају области у којима су трендови статистички значајни.

На годишњем нивоу већина станица бележи несигнификантан пораст количине падавина (слика 3.9) са изузетком централних и југоисточних делова земље. Међутим, само две станице у централној Србији показују статистички значајан пад у периоду од од 1961 до 2009. Вредности тренда на годишњем нивоу генерално сугеришу непостајање значајних трендова у Србији у периоду од 1961. до 2009. године.

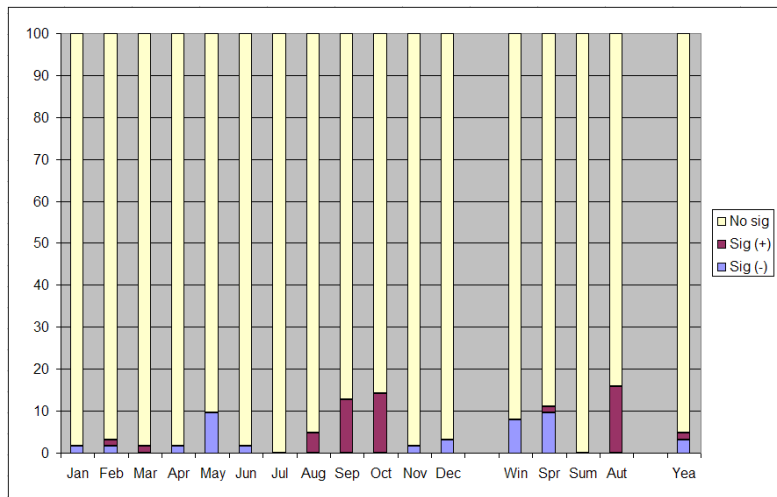


Слика 3.7: Просторни распоред тренда падавина у Србији (1961-2009) на месечном нивоу (од јула до децембра) у mm/години. Сиво обојене површине представљају области у којима су трендови статистички значајни

Смањење падавина у зимском периоду забележено је изнад веће територије земље, са изузецима у неколико области у централној Србије. Статистички значајан пад забележен је на пет станица које се налазе у делу Панонске низије и планинама изнад 1300 m (Јастребац и Широка Планина) на југоистоку.



а)



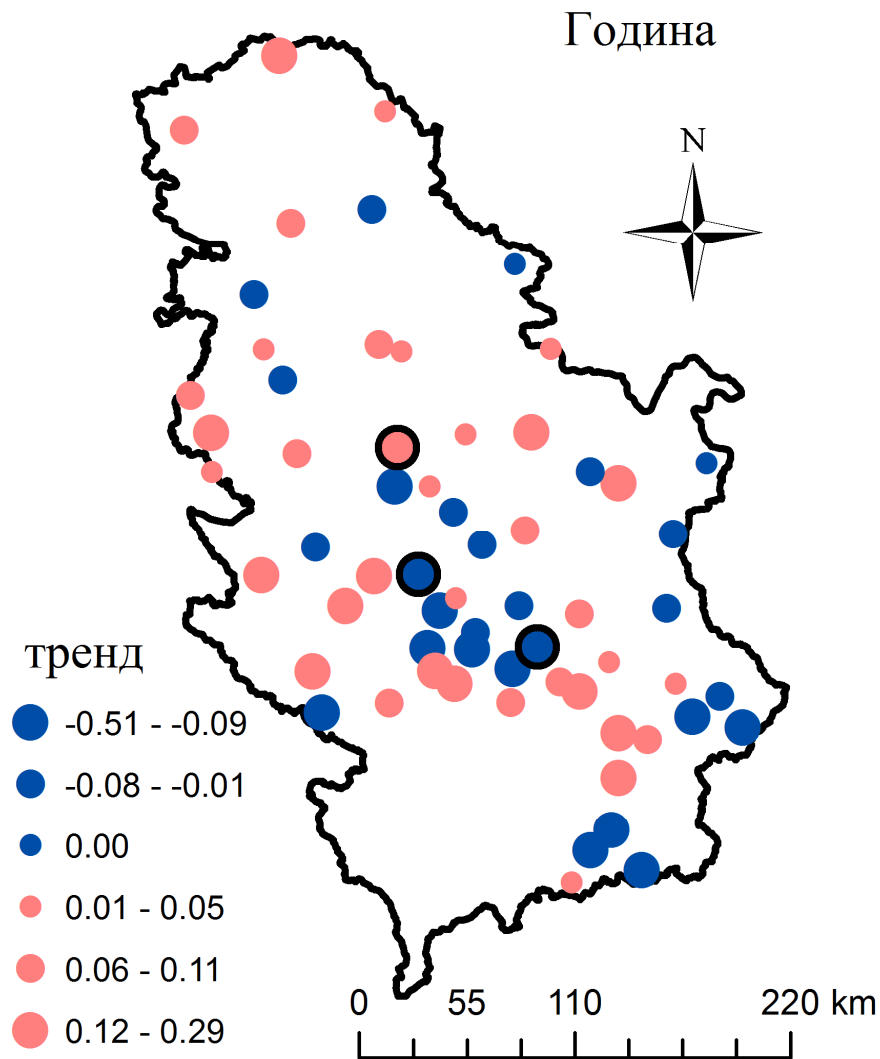
б)

Слика 3.8: а) Проценти станица са позитивним и негативним трендом б) Проценти станица са статистички значајним позитивним и негативним трендом на нивоу вероватноће од 95 % ($1 - \alpha/2$).

Пролеће карактерише седам станица са статистички значајним падом талога, које су распоређене у Поморављу. Martín-Vide and López Bustins (2006) су такође утврдили снижавање падавина током пролећа на Иберијском полуострву, истичући утицај Северноатланске осцилације (*North Atlantic Oscillation - NAO*). Испитујући утицај телеконекција на режим падавина, они су уочили негативну везу између *NAO* и зимских сума падавина.

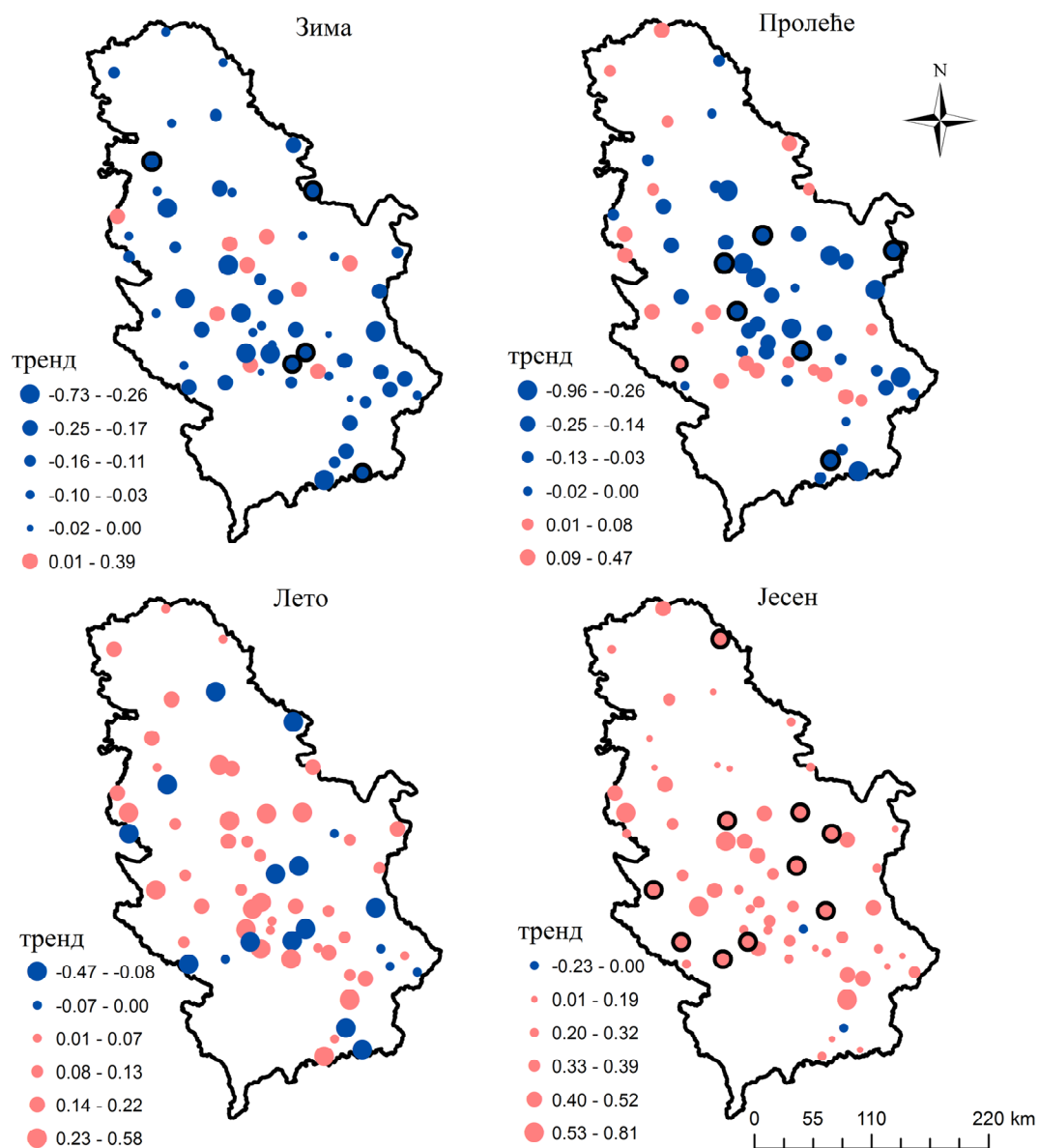
Просторни распоред пролећних трендова указује на области са позитивним трендовима у Западној Србији и негативним у централним и источним деловима

земље. Лето карактеришу позитивни, али статистички несигнификантни трендови, који доминирају на територији Србије.



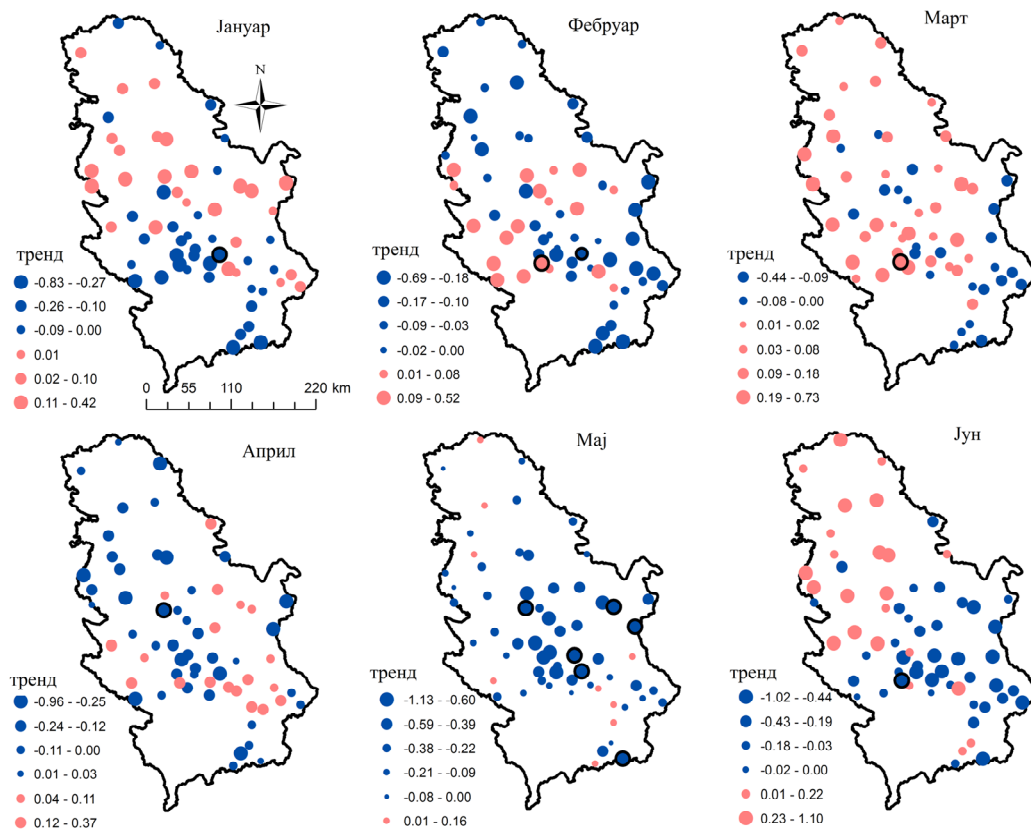
Слика 3.9: Просторни распоред тренда падавина у Србији (1961-2009) на годишњем нивоу. Кружићи оивичени кружницом црне боје представљају статистички сигнификантне трендове на нивоу вероватноће од 95 % ($1 - \alpha / 2$) у mm/години (Lukovic et al., 2013).

Количина јесењих падавина расте у већем делу земље. Било је десет станица са значајно позитивним трендовима који су углавном распоређени у Поморављу и на Пештерској висоравни.



Слика 3.10: Просторни распоред тренда падавина у Србији (1961-2009) године на сезонском нивоу. Кружићи оивичени кружницом црне боје представљају статистички сигнификантне трендове на нивоу вероватноће од 95 % ($1 - \alpha / 2$) у mm/години (Lukovic et al., 2013).

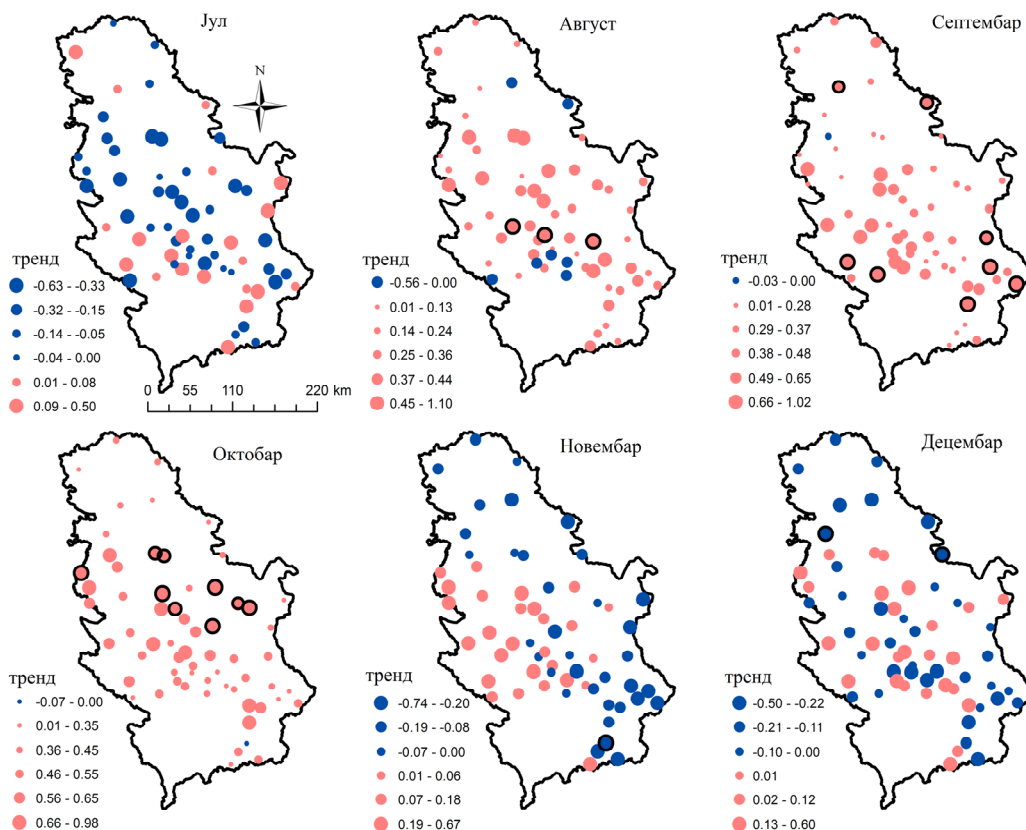
Позитивни трендови у јануару (слика 3.11) добијени су на станицама у равничарским областима на северу и дуж речних долина, док су негативни трендови забележени у планинама на југу земље. Међутим, резултати показују да нема статистички значајних трендова.



Слика 3.11: Просторни распоред тренда падавина у Србији (1961-2009) на месечном нивоу (од јануара до јуна). Кружићи оивичени кружницом црне боје представљају статистички сигнификантне трендове на нивоу вероватноће од 95 % ($1 - \alpha / 2$) у mm/година (Lukovic et al., 2013).

У фебруару је сличан просторни распоред трендова са изузетком две станице у планинском делу земље (Копаоник и Јастребац) које показују различите трендове падавина. Станица Копаоник се налази на већој надморској висини и показала је статистички значајан позитиван тренд, док је негативан тренд уочен источно од ње, на станици Јастребац. Ова појава може се објаснити орографијом будући да се планинске области одликују сложеним падавинским режимом. Понекад северне и јужне падине исте планине могу имати различите временске услове. Станице које су близу једна другој могу показати различите количине падавина што је тзв. ефекат кишне сенке, типичан у овом делу земље (Миловановић, 2005). У том смислу, позитивни трендови у фебруару лоцирани су у западном делу земље,

односно ближе извору влаге са Атлантског океана, док су негативани трендови забележени у источној Србији.



Слика 3.12: Просторни распоред тренда падавина у Србији у периоду (1961-2009) на месечном нивоу (од јула до децембра). Кружићи оивичени кружницом црне боје представљају статистички сигнификантне трендове на нивоу вероватноће од 95 % ($1 - \alpha / 2$) у mm/година (Lukovic et al., 2013).

Просторни распоред трендова у марту показује да позитивни, али статистички несигнификантни трендови преовлађују у земљи. Просторно груписање трендова у марту, као и у априлу није примећено.

У мају (слика 3.11) негативни трендови доминирају у Србији са статистички значајним резултатима на 6 станица: дуж Поморавља, у централној Србији и у сливу Тимока.

Резултати за јун показују станице са негативним трендовима на југоистоку и позитивним трендом на северозападу земље, али су углавном несигнификантни. Такође, несигнификантни негативан уочава се и у јулу.

Насупрот томе, већина станица у августу показује позитивне трендове статистички значајне на 3 станице, које се налазе на планинама Јелица, Столови и Озрен. То може бити изазвано јаким конвективним падавина, са изразитим пљусковима и олујама у летњим месецима (Unkašević and Tošić, 2011).

Позитивни трендови у септембру и октобру карактеристични су готово за целу земљу. Просторни распоред тренда у септембру указује на три области са значајним позитивним трендовима: 1) Бачка и Банат 2) Пештерска висораван и 3) Власина и Крајиште. Значајни позитивни трендови примећени су у октобру у централном делу земље, на 9 станица, углавном у равничарским областима и станицама које се налазе у Карпатским планинама.

Несигнификантни трендови у новембру укључују негативан тренд који је присутан углавном у источној Србији и позитиван тренд у западном делу земље. Коначно, значајно смањење количине падавина у децембру забележено је на две станице које се налазе у Срему и Ђердапској клисури (слика 3.12).

3.4.2 Аутокорелациона статистика

Moran's I је глобална статистика која сумира вредности аутокорелације на целом истраживаном простору. Резултати *Moran's I* аутокорелације са коментарима који се односе на одређене месеце или сезоне приказани су у табели 3.2. Само три месеца (март, јун и новембар) показују статистички значајно ($p < 0.01$) просторно груписање тренда. Кластери трендова за јануар ($p < 0.01$), фебруар и август као и за годину ($0.1 < p < 0.05$) показују нижу сигнификантност. Остали месеци и сезоне показали су да просторни распоред трендова не указује на статистички значајно груписање трендова.

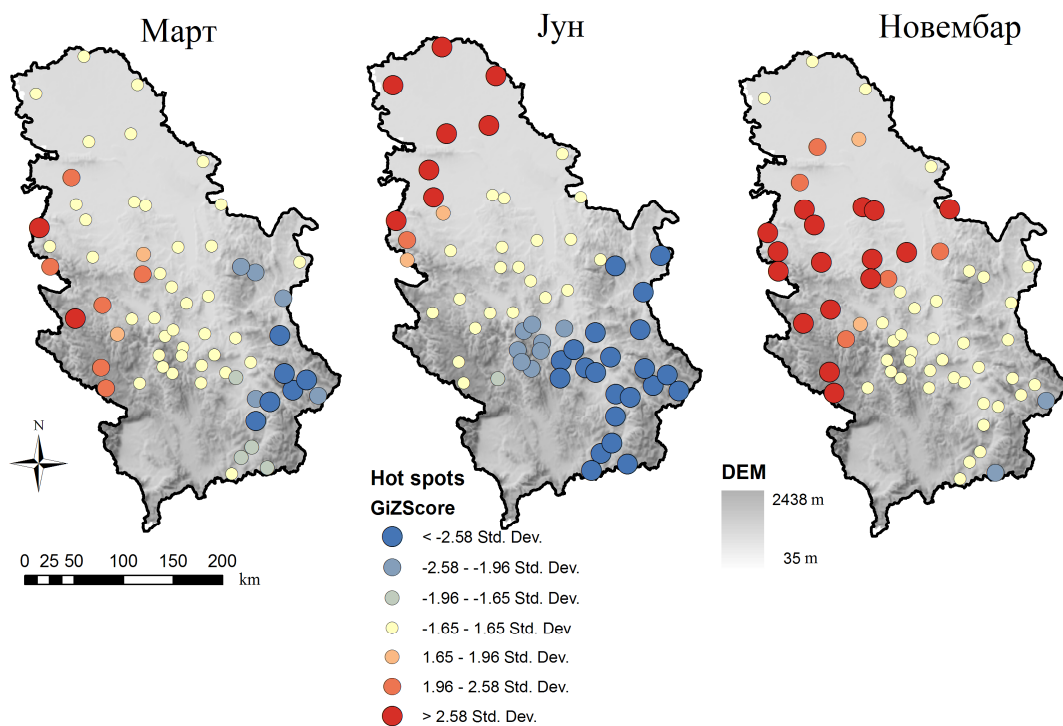
У случају статистички иманентне просторне аутокорелације, такође је потребно израчунати локалне индексе аутокорелације попут *Getis-Ord Gi** статистике, како би се указало на ниво просторне аутокорелације на локалном нивоу.

Табела 3.2: Годишња, сезонске и месечне вредности *Moran's I* аутокорељационе статистике тренда падавина за Србију (1961-2009) и вредност *Z*.

Период	<i>Moran's I</i>	<i>Z</i>	<i>p</i> <	Коментар
Година	0.01	1.67	0.1	Постоји 5-10% вероватноће да је груписање случајно.
Зима	0	1.08	0	Иако постоји груписање, резултат је случајности.
Пролеће	-0.01	0.35	0	Не постоји груписање тренда.
Лето	-0.01	0.4	0	Не постоји груписање тренда.
Јесен	0	1.04	0	Иако постоји груписање, резултат је случајности.
Јануар	0.01	2.16	0.05	Постоји 5-10% вероватноће да је груписање случајно.
Фебруар	0.01	1.79	0.1	Постоји 5-10% вероватноће да је груписање случајно.
Март	0.05	4.45	0.01	Постоји мање од 1% вероватноће да је груписање тренда последица случајности.
Април	0	0.98	0	Не постоји груписање тренда.
Мај	0	0.87	0	Не постоји груписање тренда.
Јун	0.14	11.01	0.01	Постоји мање од 1% вероватноће да је груписање тренда последица случајности.
Јул	-0.02	-0.1	0	Не постоји груписање тренда.
Август	-0.04	-1.67	0.1	Постоји 5-10% вероватноће да је груписање случајно.
Септембар	-0.02	-0.04	0	Не постоји груписање тренда.
Октобар	-0.01	0.52	0	Не постоји груписање тренда.
Новембар	0.05	4.9	0.01	Постоји мање од 1% вероватноће да је груписање тренда последица случајности.
Децембар	0	1.1	0	Иако постоји груписање, резултат је случајности.

Редови обојени сивом бојом означавају статистички значајно груписање тренда.

Најбољи начин да се протумачи *Getis-Ord Gi** статистика је у контексту стандардизоване *Z* вредности. Висока позитивна *Z Gi* статистика указује на груписање сличних, високих вредности променљиве; већа *Z* вредност повезана је са груписањем високих вредности. Уколико је просторни кластер базиран на ниским вредностима променљиве, тада ће вредност *Z* бити негативна. Уколико је *Z* једнако 0 то значи да нема никаквог просторног груписања. Слика 3.13 показује локалну *Gi* статистику и пратеће *Z* вредности за све станица у марту, јуну и новембру. Плаво обојене тачке истичу груписање ниских (негативних) трендова у југоисточном делу Србије за период од марта до јуна, док висока *Z* вредност указује на позитивне трендове (црвене боје), који су типични у северозападном делу Србије у јуну и западном у новембру.



Слика 3.13: Картирана вредност Z Gi -статистика на основу тренда падавина за март, јун и новембар.

3.4.3 Колебање падавина и Северно-атланска осцилација (NAO)

Један од циљева овог поглавља свакако је било испитивање везе између појединих телеконекција (*El Nino Southern Oscillation-ENSO*, *NAO*, *Arctic Oscillation-AO*, *Atlantic Multidecadal Oscillation-AMO*) и падавина у Србији. Корелациона анализа показала је статистичку значајност само за NAO ³, те је у даљем тексту разматран просторни распоред везе између годишњих и сезонских падавина у Србији у посматраном периоду и NAO .

Северно-атланска осцилација свакако је један од доминантних модификатора глобалне климе. Појам Северно атлантске осцилације је први увео *Sir Gilbert Walker* 1920. године (Walker, 1924). Традиционално је дефинисан као разлика у

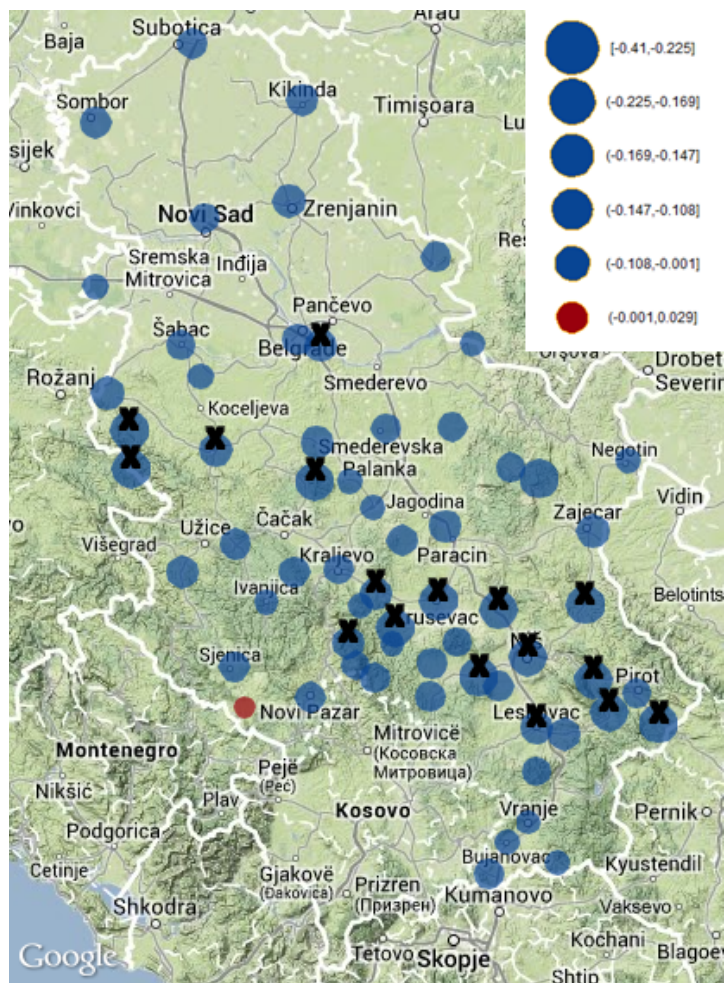
³ Резултати корелационе анализе са NAO дати су у прилогу (табела 1.17).

притиску у нивоу мора, између суптропских области високог притиска изнад Азорских острва и субполарних области ниског притиска изнад Исланда и углавном има утицаја на зимске временске услове у Европи и деловима Северне Америке. Ова разлика у притиску је нормално климатско стање, које бива интензивније током зимских месеци. У зависности од интензитета разлике у притиску, *NAO* може бити позитиван или негативан (*NAO* индекс). Током позитивних фаза *NAO* индекса, зиме у северној Европи бивају топлије и влажније, док Јужна Европа прима нешто мању количину падавина од уобичајене. Са друге стране, негативна фаза *NAO* индекса је у вези са хладнијим зимама дуж северне Европе и већом количином падавина у Јужној Европи⁴.

Још увек не постоји јединствено научно мишљење о механизму настанка *NAO*. Оно што је извесно, то је да се не ради само о атмосферској појави. Пре би се могло рећи да је резултат интеракције океан-атмосфера. Могућа објашњења настанка крећу се од природних до антропогених узрока (пораст концентрације CO_2).

Ducic et al. (2006) су испитивали могућу везу *ENSO* и *NAO* са падавинама у Србији, за период од 1951. до 2000. године. За поједине станице добијена је статистички значајна вредност корелације (*R*), као и за Србију у целини. Висока вредност *R* могла би се објаснити могућим индиректним механизмом утицаја *ENSO* на *NAO* индекс (Harrison and Larkin, 1998). На основу резултата које су дали Pohlmann и Latif (2005) претпостављено је да је утицај Атлантика на падавине у Србији израженији током лета, док су падавине у зимским месецима под утицајем и Атлантика и Индо-Пацифика. Имајући то у виду Ducic et al. (2006) сматрају да се утицаји *NAO* могу приметити на станицама са континенталним плувиометријским режимом, док се утицај *ENSO* може приметити на станицама са Медитеранским, односно прелазним Медитеранским режимом (Ducic et al., 2007).

⁴<http://www.oceansatlas.org/servlet/CDSServlet?status=ND0xMjczNSY2PWVuJjMzPSomMzc9a29z>



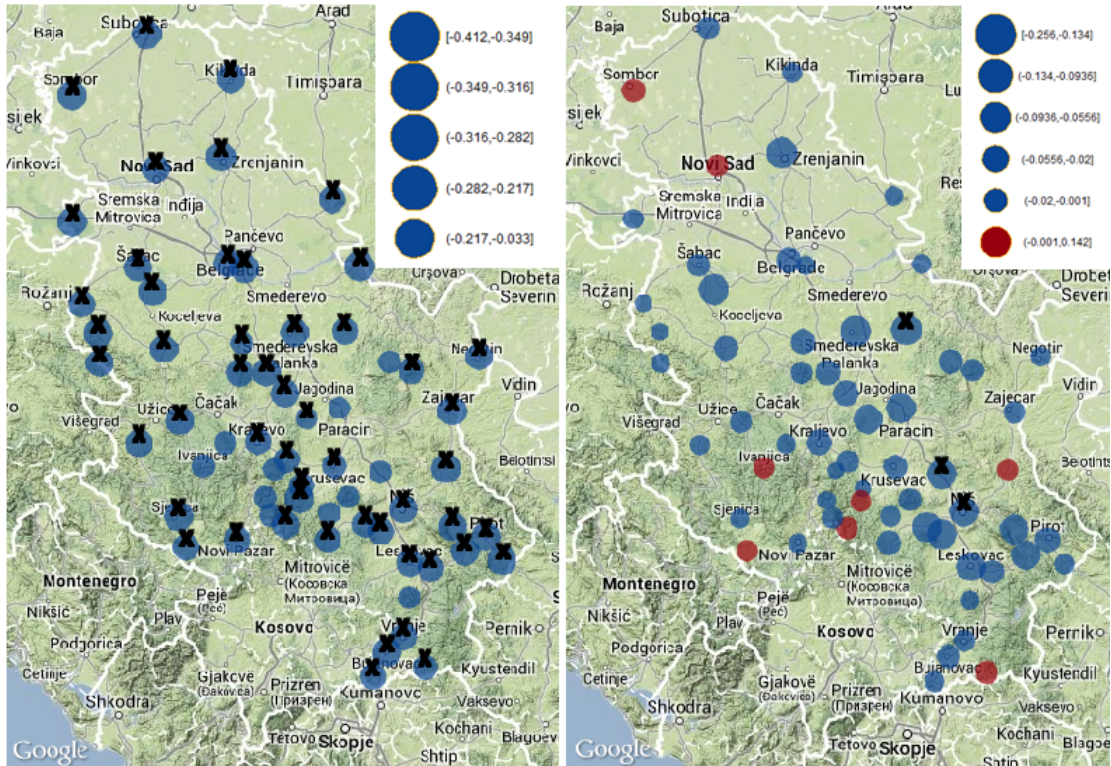
Слика 3.14: Просторни распоред коефицијената корелације између годишњих *NAO* и годишњих сума падавина (1961-2009). Станице са статистички значајним коефицијентима корелације обележене су знаком X.

Циљ ове анализе је испитивање могуће везе између Северно-атлантске осцилације и промене падавина у Србији. У раду је коришћен *NAO* индекс⁵, који је дефинисан као нормална разлика у притиску између Исланда и Азорских острва.

У циљу квантификовању повезаности сума падавина у Србији и *NAO* индекса, извршена је корелациона анализа. Као и код анализе тренда, у зависности од расподеле података, користе се параметарске или непараметарске методе за израчунавање коефицијента корелације. Када се ради о расподели временских

⁵ <http://www.cdc.noaa.gov/Pressure/Timeseries/nao.long.data>.

серија која "није нормална" примењују се непараметрске методе. Обзиром да је прелиминарна анализа показала присуство тзв. закривљене расподеле у временским серијама, коришћен је непараметарски *Kendall's tau* корелациони тест.



Слика 3.15: Просторни распоред коефицијената корелације између зимских *NAO* и зимских сума падавина (лево) и пролећних *NAO* и пролећних (десно) сума падавина (1961-2009). Станице са статистички значајним коефицијентима корелације обележене су знаком X.

Резултати корелационе анализе показали су негативну везу између сума падавина и *NAO* индекса како на годишњем нивоу (слика 3.14), тако и за зимску и пролећну сезону (слика 3.15). На годишњем нивоу 17 станица показало је статистички значајне коефицијенте корелације, највише груписане на југоистоку Србије. Резултати за зиму показали су веома јаке корелације, будући да су статистички значајни коефицијенти присутни на 55 станица, равномерно распоређених на територији земље. Од пролећа према осталим сезонама веза између сума падавина и *NAO* индекса слаби, због чега резултати за лето и јесен нису приказани.

Hurrell и Van Loon (1997) су утврдили да се *NAO* утицај на падавине огледа у сувим зимским условима изнад јужне Европе и Медитерана и влажнијим него обично изнад северне Европе и Скандинавије. Аутори су уочили да *NAO* може да утиче и на путање олуја, померајући их према северу и истакли да је сигнал ове осцилације неопходно истраживати у вишим слојевима тропосфере како би се препознао регионални образац промена изазваних утицајем *NAO*. Смањење падавине у зимској сезони као и висока корелација са *NAO* потврђена је и у овом поглављу.

Табела 3.3: Вредности *Moran's I* аутокорелационе статистике и вредност *Z* за коефицијенте корелације између падавина и *NAO* у Србији (1961-2009).

	<i>Moran I</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>	коментар
година	-0.02	0.02	0	Не постоји груписање корелације.
зима	-0.08	-1.27	0	Не постоји груписање корелације.
пролеће	-0.05	-0.61	0	Не постоји груписање корелације.

У циљу анализирања просторног груписања коефицијената корелације између сума падавина на годишњем нивоу, као и за зиму и пролеће, примењена је глобална аутокорелација, међутим резултати ове анализе нису показали сигнификантно груписање анализираних променљиве (табела 3.3).

3.5 Закључак

Испитивање тренда падавина у Србији и његовог просторног распореда на годишњем, месечном и сезонском нивоу од 1961. до 2009. године, користећи податке са 63 метеоролошке станица показало је сличне резултате онима које добила Тошић (2004). Она је указала на несигнификантан негативан тренд у зимским месецима и позитиван у летњим, у периоду од 1951. до 2000. године. Наиме, уочила је незнатан негативан тренд за Србију и Црну Гору у зимској сезони између 1951. и 2000. године. Њена истраживања су такође показала несигнификантан позитиван тренд на станицама у западној и северној Србији и Црној Гори на приморју.

У овом раду, за целу земљу нису добијени статистички значајни трендови на годишњем нивоу између 1961. и 2009. године. Резултати тренда падавина, генерално сагледавајући, нису показали статистичку значајност, као и просторну кохерентност. Уочена је, међутим, веома блага тенденција ка снижавању падавина на сезонском нивоу, током зиме и пролећа, као и ка повећању током јесени. De Luis et al. (2010) су приметили сличан сезонски тренд падавина истражујући сезонске трендове у Шпанији између 1946. и 2005. године.

Смањење падавина у пролеће у централним и источним деловима Србије последица је значајног смањења у мају месецу. Са друге стране, повећање падавина у јесен у централним деловима Србије резултат је значајног пораста падавина у октобру. Позитиван тренд у јесењој сезони може бити резултат краткотрајне атмосферске нестабилности која може узроковати јаке пљускове (Тошић, 2004).

Просторна анализа падавинских трендова у Србији између 1961. и 2009. године не упућује генерално на одређен просторни распоред, месечних, сезонских и годишњих трендова. Изузетак су март, јун и новембар, у којима су резултати глобалне аутокорељације (*Moran's I*) указали на просторно груписање. Северозападни део Србије показао је изразито позитивне трендове у јуну и новембру, на основу резултата локалне аутокорељације *Getis-Ord Gi* статистике.

С друге стране, у југо-источном делу Србије груписане су станица са негативним трендовима, нарочито у марту и јуну. Тошић (2004) је пронашла исти просторни распоред падавина за јун месец наглашавајући разлике између равничарских предела на северу и планинских на југу. Ово запажање у потпуности се поклапа са резултатима добијеним на основу *Getis-Ord Gi** статистике. Повећање падавина у северној Србији може бити повезано са хладним фронтовима из правца северозапада (Тошић, 2004).

Тенденција снижавања падавина може имати озбиљан утицај на животну средину и друштво (Trenberth et al., 2007). Уколико се сезонски распоред тренда падавина у Србији настави или постане још израженији у будућности, може имати последице на еколошке, економске, пољопривредне и друштвене процесе. Смањење падавина током зиме и пролећа подразумева мање воде на почетку

вегетационог периода што може утицати на пољопривреду (Rodríguez-Puebla et al., 2007) и повећати ризик од суше. Пољопривредно земљиште у Србији заузима 70 % (57340 km²) од укупне површине државе и потпуно зависи од падавина будући да се наводњава свега 3.7 % пољопривредног земљишта (Ørum et al., 2010).

Годишња количина падавина је недовољна, а недостатак падавина је евидентан на северу, у источним и југоисточне деловима Србије, па чак и у низијама са најпродуктивнијим типовима земљишта (Babovic et al., 2009). Смањење падавина током пролећа може утицати на подземне вода и режим река, утичући на тај начин и на хидро-енергетику (Paredes et al., 2006). Ово је посебно важно будући да хидроелектране производе 32 % од укупне електричне енергије у Србији (Karakosta et al., 2011).

Како би се остварио детаљнији увид у промене количине падавина, дужине трајања кишних епизода, анализиране су дневне падавине за поједине станице за које су подаци били доступни. Даља истраживања требало би да обухвате спектралну анализу, као и амплитуде најистакнутијих периода у истраживаном временском низу.

Поглавље 4

Падавински режим у Србији и његова нестабилност

4.1 Увод

Термин падавински режим обухвата велики број параметара који карактеришу падавине на одређеном простору. Ови параметри односе се на годишњу количину падавина, време трајања кишних и сушних епизода, број падавинских дана, као и интензитет падавина по падавинском дану.

Још један веома важан аспект падавинског режима, је тзв. нестабилност која је уско повезано са временском променљивошћу. У том смислу, разликујемо међугодишње колебање падавина, које обухвата променљивост од једне до друге године и унутаргодишње колебање које представља колебање у току једне године или једне кишне сезоне.

Временска компонента код падавина је израженија, него код других метеоролошких елемената, због чега су временске серије са дужим низовима неопходне за поуздану анализу падавинског режима на одређеном простору.

Падавинским режимом у појединим земљама бавили су се многи аутори, почев од Португалије (Trigo and DaCamara, 2000; Zezere et al., 2008), Шпаније (Ceballos et al., 2004; Burgueño et al., 2005; Lana et al., 2006, 2008; de Luis et al., 2011; Ruiz-Sinoga, 2011; Lana et al., 2012), Италије (Conte et al., 1989; Brunetti et al., 2001, 2002, 2004, 2012), Грчке (Anagnostopoulou et. al., 2004; Maheras et al., 2004; Houssos and Bartzokas, 2006; Feidas et al., 2007; Anagnostopoulou et. al., 2008), Турске (Türkeş, 1998; Kutiel et al., 2001; Kutiel and Türkiyeş, 2005; Türkiyeş and Erlat, 2005; Türkiyeş and Tatli, 2009) и Израела (Saaroni and Ziv, 2000; Aviad et al., 2004; 2007; Ziv at al., 2013).

На простору Србије до сада није било много публикованих радова о кишним епизодама, њиховим карактеристикама и утицају на годишњу суму падавина. Циљ ове анализе је да попуни ту празнину, обухватајући детаљну анализу режима падавина и његову нестабилност на простору Србије⁶ (Ракићевић, 1988, 1989).

4.2 База података

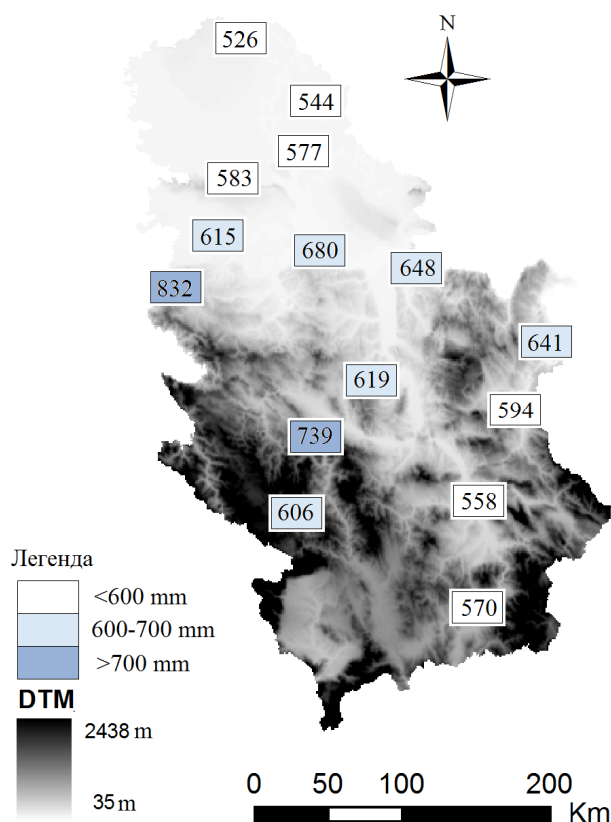
За детаљнију анализу падавинског режима на територији Србије коришћени су дневни подаци са 15 станица за период од 1949. до 2007. године. У табели 4.1 сумиране су основне информације о локацијама станица. Дневни подаци коришћени у овом поглављу, измерени су на синоптичким станицама и имају комплетне низове. Подаци су обезбеђени од стране Републичког Хидро-метеоролошког завода Србије.

Просторни распоред станица, са средњом годишњом сумом падавина приказан је на слици 4.1.

Табела 4.1: Списак станица са географским координатама

Станица	СГШ	ИГД	НВ
Београд	44°48'	20°28'	132
Велико Градиште	44°46'	21°33'	82
Врање	43°37'	20°54'	433
Зајечар	44°17'	19°55'	137
Зрењанин	45°24'	20°21'	80
Кикинда	45°51'	20°28'	81
Крагујевац	44°02'	20°56'	175
Краљево	43°44'	20°41'	219
Лозница	44°33'	19°14'	147
Неготин	44°14'	22°33'	42
Ниш	43°20'	21°54'	202
Нови Пазар	43°08'	20°31'	545
Нови Сад	45°19'	19°51'	86
Палић	46°06'	19°46'	102
Сремска Митровица	44°58'	19°38'	82

⁶ Резултати истраживања, презентовани у овом поглављу током израде дисертације послати су у часопис *International Journal of Climatology* као референца: Kutiel, H., Luković, J., and Burić, D. (2013). The rainfall regime and its uncertainty in Serbia and Montenegro. *International Journal of Climatology* (JOC-13-0468).



Слика 4.1: Карта са локацијама станица и просечном годишњом сумом падавина у mm (1952-2007).

4.3 Методе истраживања

Све анализе у овом поглављу урађене су применом *RUEM* модела (*Rainfall Uncertainty Evaluation Model*) који је развијен у Лабораторији за климатологију, Универзитета у Хаифи, Израел. Овај модел користи дневне падавине као улазне податке за дефинисани дневни падавински праг (почев од 0.1 mm) и временски интервал. Он генерише обимну листу параметара кишних епизода, од којих су анализирани параметри наведени у табели 4.2.

Укупна годишња сума падавина углавном се добија на основу броја кишних дана изнад одређеног падавинског прага, не узимајући у обзир кишу у трајању од неколико минута која такође може да доприноси годишњој суми падавина. Процент падавина од кишних епизода интензитета од 0.1 до 1.0 mm у Србији чини од 2.4 % до 2.9 % од укупне количине падавина, док је њихов број од 12 %

до 18 % од укупног броја кишних епизода. Због тога је коришћен дневни падавински праг (у даљем тексту *DRT*) од 1.0 mm (Reiser and Kutiel, 2009).

Табела 4.2: Опис параметара генерисаних *RUEM* моделом

Параметар	Опис	Јединица
<i>DAP</i>	Датум акумулираног процента (<i>Dates of Accumulated Percentage</i>)- претставља дан у којем је акумулиран одређен проценат годишњих падавина.	дани
<i>DDSLR</i>	Сушни дани након последње кише (<i>Dry Days Since Last Rain</i>).	дани
<i>DRT</i>	Дневни падавински праг (<i>Daily Rainfall Threshold</i>).	mm
<i>NRS</i>	Број кишних епизода одређеног трајања (<i>Number of Rain-Spells</i>).	-
<i>RC</i>	Релативни удео кишних епизода одређеног трајања (<i>Relative Contribution</i>).	%
<i>RSL</i>	Дужина кишне сезоне (<i>Rainy Season Length</i>).	дани
<i>RSD</i>	Трајање кишне епизоде (<i>Rainy Season Duration</i>).	дани
<i>RSI</i>	Интензитет кишне епизоде (<i>Rainy Season Intensity</i>).	mm/дан
<i>RSY</i>	Принос кишних епизода (<i>Rain-Spell Yield</i>) - представља суму падавина акумулирану током свих кишних епизода одређене дужине трајања. $RSY = TOTAL / NRS$	mm
<i>TOTAL</i>	Годишња сума падавина (<i>Median annual rainfall</i>).	mm

Како је падавински дан дискутабилан период (Aviad et al., 2004), даља анализа је базирана на кишним епизодама. Кишна епизода (*Rain Spell*) дефинисана је као низ узастопних дана са падавинама $\geq DRT$ (1.0 mm у овом раду). Свакој кишној епизоди претходи и следи најмање један дан без падавина, односно суви дан. За сваку кишну епизоду је израчуната дужина трајања (*RSD*), принос (*RSY*), просечан интензитет (*RSI*) падавина, као и укупан број кишних епизода (*NRS*) сваке године. За сваку станицу рачуната је дистрибуција различитих параметара кишне епизоде у функцији њеног трајања (*RSD*). Коефицијенти ових функција су касније коришћени за поређење станица.

За основу карата у овом поглављу генерисаних у *ArcGis* софтверу, коришћен је дигитални модел висисна *Advanced Spaceborn Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) GDEM2* глобални модел (верзија 2) Земљине површине⁷. Ова база података дизајнирана је за напредне просторне анализе на регионалном и суб-регионалном нивоу. *ASTER GDEM* подаци су дистрибуирани у *GeoTIFF*

⁷ <http://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp>

формату са просторном резолуцијом од 30 m и тачности висине од 17 m на нивоу поузданости од 95 % и резолуцијом од 1 km.

4.3.1 Колебање годишње количине падавина

Колебање падавина може се анализирати у просторном и временском смислу. Просторни приступ заснива се на анализи како вишегодишњег просека тако и сваке године појединачно. На вишегодишњи просек пресудну улогу имају климатски фактори међу којима су најзначајнији: локација станице, географска ширина, удаљеност од мора, надморска висина и експозиција. Ови фактори утичу на параметре као што су: *NRS*, *RSY*, *RSD* и *RSI*.

Како се локација станице углавном не мења на годишњем нивоу, међугодишње колебање падавина условљено је различитим синоптичким условима, као што су: проласци активних депресија, нестаблиност нижих слојева тропосфере итд. Како овај аспект просторног колебања није тема дисертације, неће бити обрађиван.

Анализом временских серија свака станица обухваћена је појединачно анализирајући детаљно међугодишње и унутаргодишње колебање падавина. Годишње суме падавина за сваку станицу су подељене у три категорије према броју стандардних девијација (Z вредност) и то:

Сушне (D)	ако је	$Z < -0.5$
Нормалне (N)	ако је	$-0.5 \leq Z \leq 0.5$
Влажне (W)	ако је	$0.5 < Z$

За сваку категорију рачунати су потом параметри кишних епизода. Затим је Z вредност рачуната за сваку годину на исти начин.

Користећи Z вредности за сваку годину, примењена је кластер анализа, чиме је омогућено груписање година.

Унутар-годишње колебање анализирано је рачунањем и поређењем датума акумулираног процента падавина (у даљем тексту *DAP*). За сваки дан у свакој

години, израчунат је акумулирани проценат укупних годишњих падавина за ту годину, а затим су добијене вредности сортиране према растућем редоследу.

Сушност је анализирана коришћењем параметра који показује суве дане у односу на последњу количину падавина (у даљем тексту *DDSLR*). Овај приступ, који је први предложио Kutiel (1985), има многе предности у односу на традиционалну употребу сушних епизода (Aviad et al., 2009) и био је примењен за анализу сушности на простору Медитерана (Reiser and Kutiel, 2010) и у Шпанији (Lana et al., 2012; Ruiz et al., 2012). Сваком кишном дану приписује се вредност "0", први сушни дан има вредност "1", следећи узастопни сушни дан има вредност "2" и тако даље, све до следећег сувог дана који опет има вредност "0" вредности су акумулиране за сваку годину. Када се свим данима у истраживаном периоду додели вредност која описује број дана у односу на онај специфични дан од последње кише, вредности бивају сортиране према растућем редоследу.

4.3.2 Кластер анализа

У циљу испитивања повезаности различитих параметара, у раду је коришћена и кластерска анализа. Она обухвата одређен број различитих алгоритама и метода за груписање параметара по њиховој сличности и сврстава их у тачно одређене категорије. Представља дескриптивну методу којом се има за циљ сортирање различитих параметара у одређене групе на основу њихове повезаности. Максимална повезаност је између параметара који припадају истој групи и минимална у супротном. Кластерска анализа користи се у циљу одређивања структуре података. Најчешће се користи када се не располаже *a priori* хипотезом као и када се анализира већи број различитих параметара.

Резултат *Joining* кластерске анализе је тзв. хијерархијско стабло (*hierarchical tree*), на којем се може прочитати начин на који су повезани параметри, као и растојање те повезаности. Што је растојање мање то су параметри међусобно више повезани и обратно.

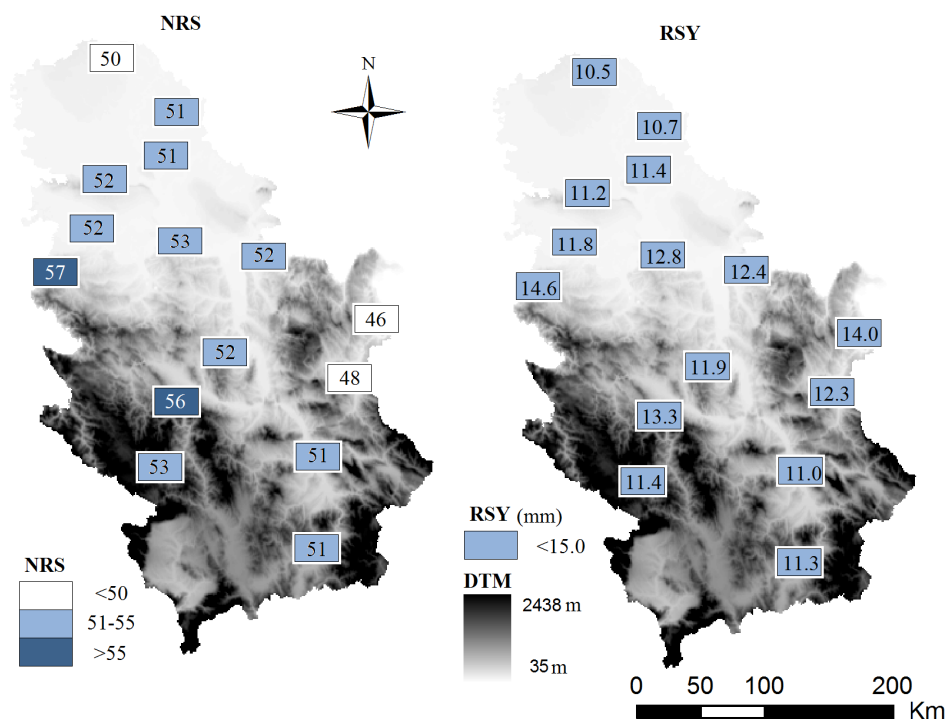
Други метод кластерске анализе, коришћен у раду, је *Two step* кластерска анализа. Овај метод је примењен како би се одредио одговарајући број кластера, неопходан за наредни корак у кластерској анализи.

Трећи метод односи се на *k-means* кластерску анализу. Разликује се од претходног јер претпоставља познавање броја кластера. Њиме се параметри сврставају у одређен број кластера према њиховој најбољој повезаности⁸.

4.4 Резултати и дискусија

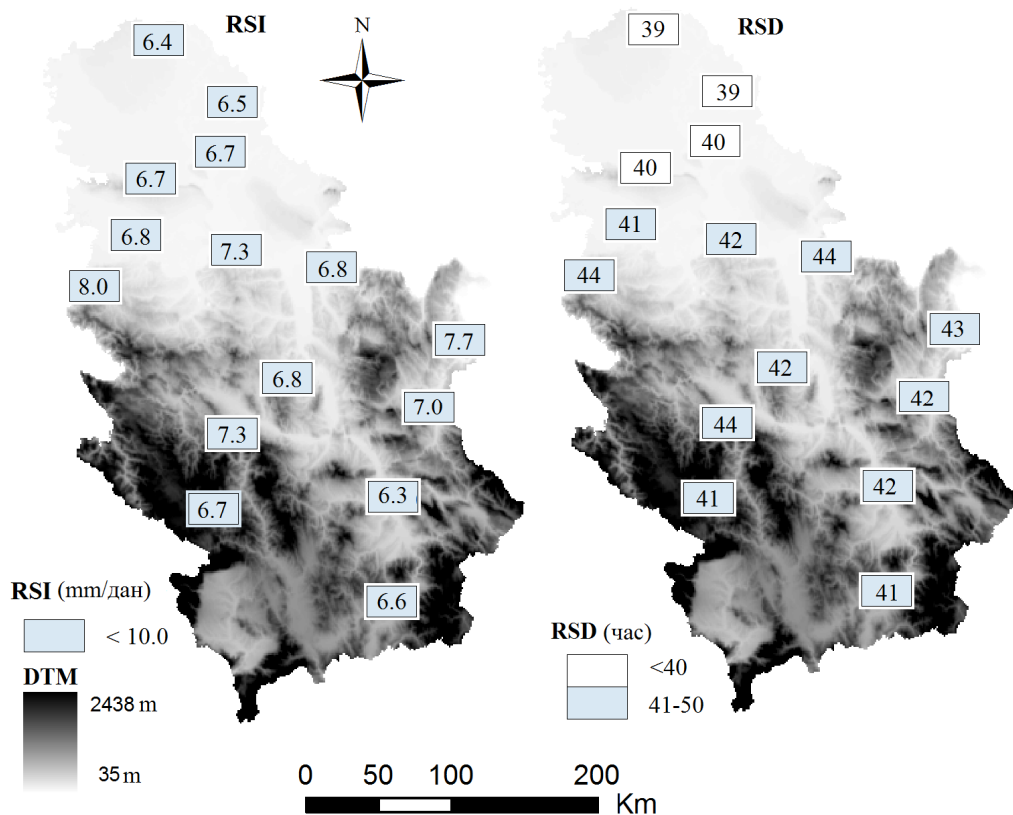
4.4.1 Просторни распоред средњих вредности параметара

На сликама 4.2 и 4.3, приказан је просторни распоред различитих параметара кишних епизода. Просторни распоред наведених параметара показује много мању варијабилност.



Слика 4.2: Просторни распоред параметара кишне епизоде: *NRS* (лево) и *RSY* (десно).

⁸ <http://www.statsoft.com/textbook/stathome.html?stcluan.html&1>



Слика 4.3: Просторни распоред параметара кишне епизоде: *RSI* (лево) и *RSD* (десно).

У табели 4.3 приказани су коефицијенти линеарне регресије и коефицијенти корелације између укупних сума падавина и различитих параметара кишне епизоде за Србију. Највиши коефицијент корелације за Србију односи се на *RSY* док је *RSD* последњи.

Табела 4.3: Коефицијенти линеарне регресије (a , b) и коефицијент корелације (R) за Србију. Највише корелације су зацрњене.

	<i>NRS</i>			<i>RSY</i>			<i>RSI</i>			<i>RSD</i>		
	a	b	R	a	b	R	a	b	R	a	b	R
Србија	40.8	-1508	0.986	76.0	-281	0.997	190	-676	0.983	56.0	-1708	0.884

У циљу детаљније анализе разматрана је веза између параметара кишне епизоде и средњих годишњих сума падавина за сваку станицу појединачно. Коефицијенти линеарне регресије и коефицијенти корелације (R) приказани су у табели 4.4. Уочава се да скоро на свим станицама, *RSY* има високу вредност R .

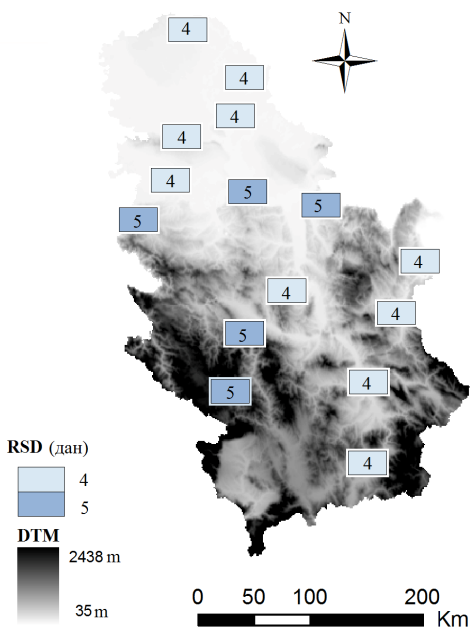
NRS има кључну улогу у просторном распореду падавина, али нема значаја за влажне и сушне године на станицама у Србији.

Табела 4.4: Коefицијент корелације између просечних годишњих сума падавина и параметара кишне епизоде на свим станицама. Највише вредности коefицијената су зацрњене.

	<i>NRS</i>			<i>RSY</i>			<i>RSI</i>			<i>RSD</i>		
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>R</i>	<i>a</i>	<i>B</i>	<i>R</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>R</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>R</i>
Београд	8.8	206	0.361	48.8	55	0.865	98.5	-35	0.725	464	-140	0.632
В.Градиш.	12.8	-14	0.492	51.8	5	0.879	113.9	-129	0.762	522	-295	0.662
Врање	10.1	75	0.518	46.2	50	0.806	100.3	-90	0.770	239	173	0.375
Зајечар	7.9	214	0.428	37.3	132	0.794	90.1	-35	0.702	287	85	0.492
Зрењанин	13.5	-123	0.694	58.3	-81	0.846	89.8	-27	0.648	455	-200	0.567
Кикинда	10	30	0.539	48.8	19	0.836	84.9	-10	0.713	409	-135	0.558
Крагујевац	6.7	265	0.336	41.8	118	0.810	97.8	-49	0.701	362	-16	0.612
Краљево	7.1	344	0.293	45.5	130	0.834	120.6	-144	0.741	382	44	0.610
Лозница	8.8	318	0.379	45.9	160	0.786	81.9	177	0.647	283	305	0.392
Неготин	10.6	148	0.443	39.5	84	0.816	89.7	-50	0.723	408	-107	0.596
Ниш	9.5	86	0.456	47.1	40	0.839	101	-83	0.689	353	-45	0.615
Нови Пазар	10.5	55	0.550	51.7	15	0.803	81.4	61	0.630	307	87	0.432
Нови Сад	14	-129	0.554	54.4	-26	0.889	92.2	-30	0.791	351	9	0.412
Палић	7.4	164	0.459	41.2	90	0.777	85.7	-23	0.732	295	44	0.447
С. Митров.	13.8	-111	0.621	56.7	-49	0.858	99	-61	0.735	349	10	0.448

Слика 4.5 представља најдужу *RSD* са повратним периодом од најмање једне године ($NRS \geq 1$). На свим станицама у Србији *RSD* је између 4 и 5.

Другим речима, то значи да је повратни период кишне епизоде дуже од 5 дана (на већини станица 4) у Србији, дужи од годину дана. Ово је од великог значаја будући да су параметри кишне епизоде зависни од њене дужине трајања (*RSD*).



Слика 4.4: Најдужа RSD са повратним периодом од најмање једне године ($NRS \geq 1$).

Слика 4.5 предстаља пример различитих параметара кишне епизоде у зависности од RSD за Београд. Уочава се да се:

NRS експоненцијално снижава са порастом RSD .

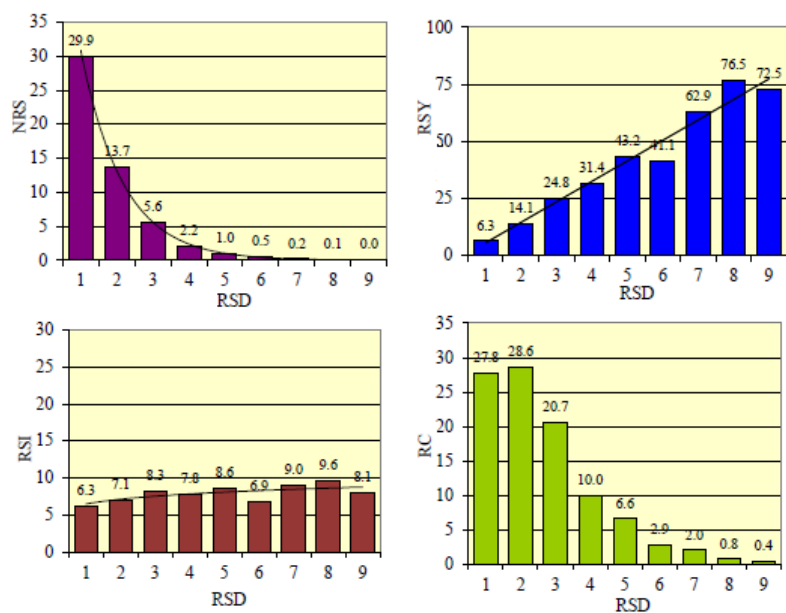
$$NRS = ae^{bRSD} \quad (1)$$

RSY линерано расте са порастом RSD .

$$RSY = aRSD + b \quad (2)$$

RSI расте према криви степене функције са порастом RSD .

$$RSI = aRSD^b \quad (3)$$

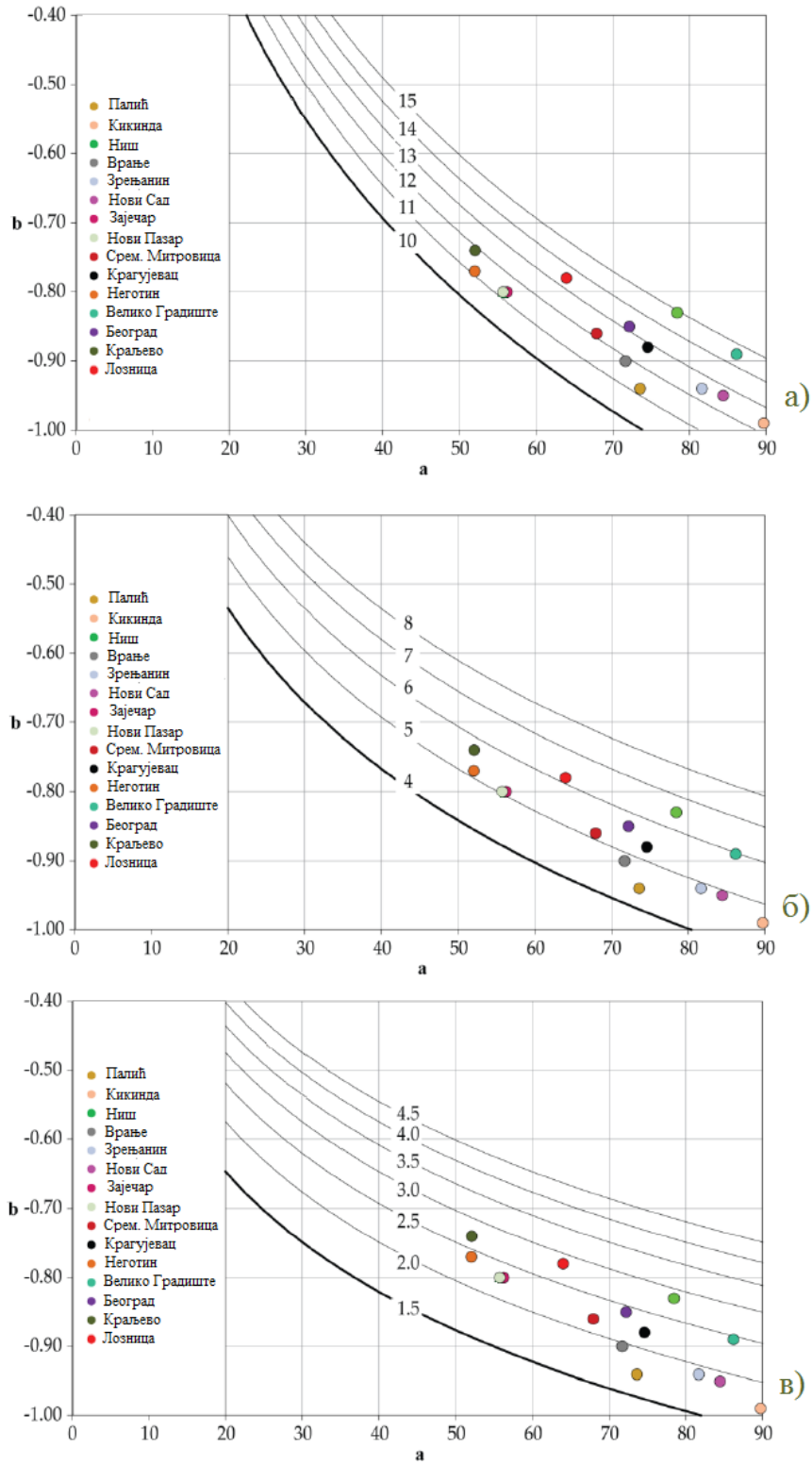


Слика 4.5: Пример зависности NRS , RSY , RSI и RC од RSD за Београд.

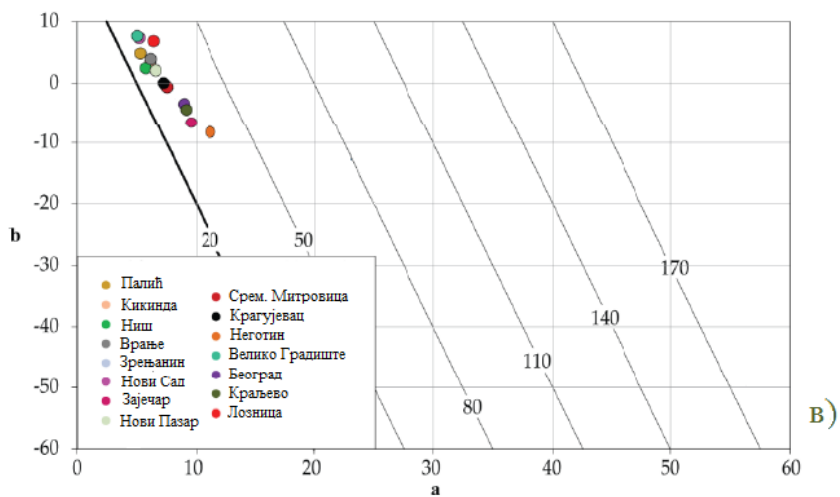
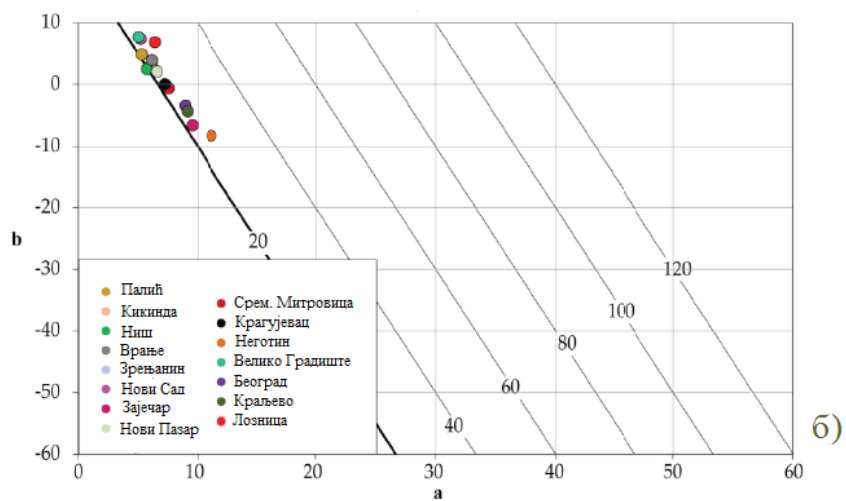
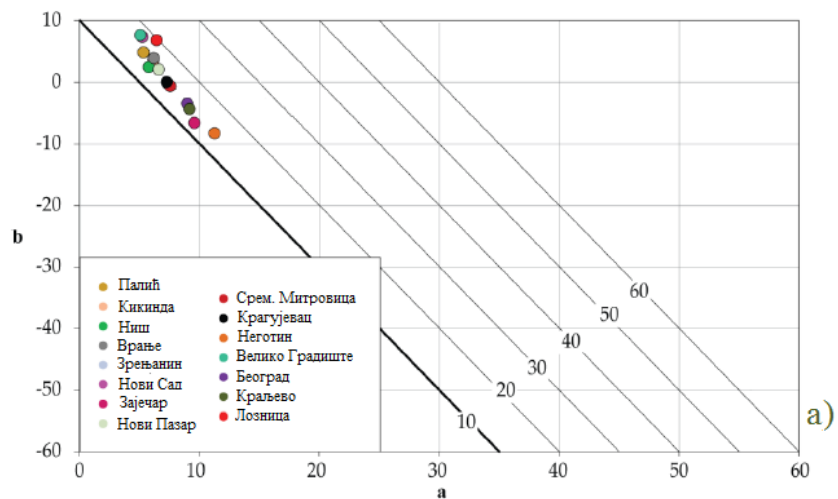
Табела 4.5: Емпиријски коефицијенти и коефицијенти корелације између RSD и NRS , RSY и RSI .

	NRS			RSY			RSI		
	a	b	R	a	b	R	a	b	R
Београд	72.17	-0.85	0.999	8.97	-3.43	0.98	6.48	0.14	0.724
В. Градиште	86.15	-0.89	0.993	5.05	7.7	0.851	7.11	-0.04	н.с.
Врање	71.65	-0.9	0.995	6.17	3.94	0.854	6.84	0	н.с.
Зајечар	56.2	-0.8	0.997	9.56	-6.58	0.978	6.02	0.17	0.799
Зрењанин	81.61	-0.94	0.995	7.3	-0.07	0.985	6.11	0.11	0.664
Кикинда	89.68	-0.99	0.995	6.13	3.54	0.892	6.4	0.04	н.с.
Крагујевац	74.55	-0.88	0.996	7.24	0.06	0.955	6.47	0.06	н.с.
Краљево	52.05	-0.74	0.988	9.16	-4.32	0.95	6.59	0.12	0.614
Лозница	63.96	-0.78	0.997	6.41	6.86	0.924	8.2	-0.04	н.с.
Неготин	52	-0.77	0.996	11.24	-8.24	0.957	6.13	0.25	0.831
Ниш	55.68	-0.81	0.981	5.75	2.48	0.91	6.56	-0.03	н.с.
Нови Пазар	55.7	-0.8	0.980	6.6	2.09	0.953	6.63	0.03	н.с.
Нови Сад	84.4	-0.95	0.999	5.22	7.39	0.819	7.17	-0.04	н.с.
Палић	73.57	-0.94	0.995	5.32	4.89	0.898	6.65	-0.03	н.с.
С. Митровица	67.9	-0.86	0.998	7.55	-0.6	0.955	6.46	0.08	н.с.

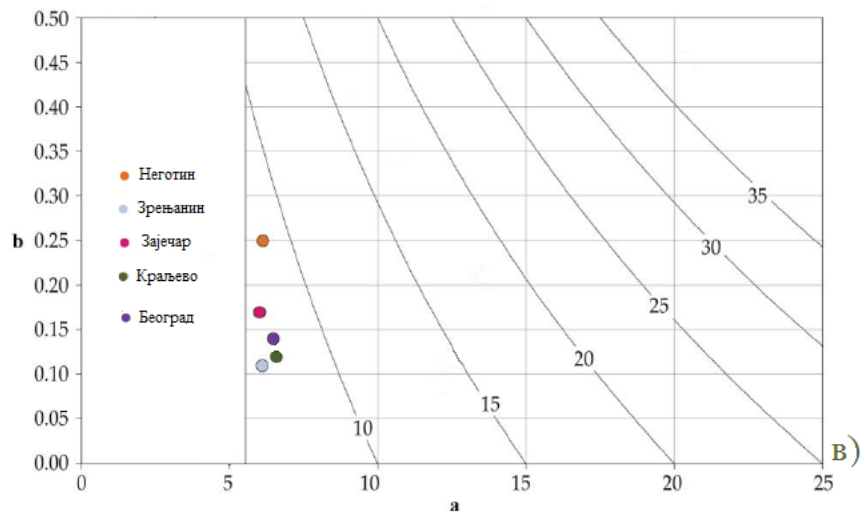
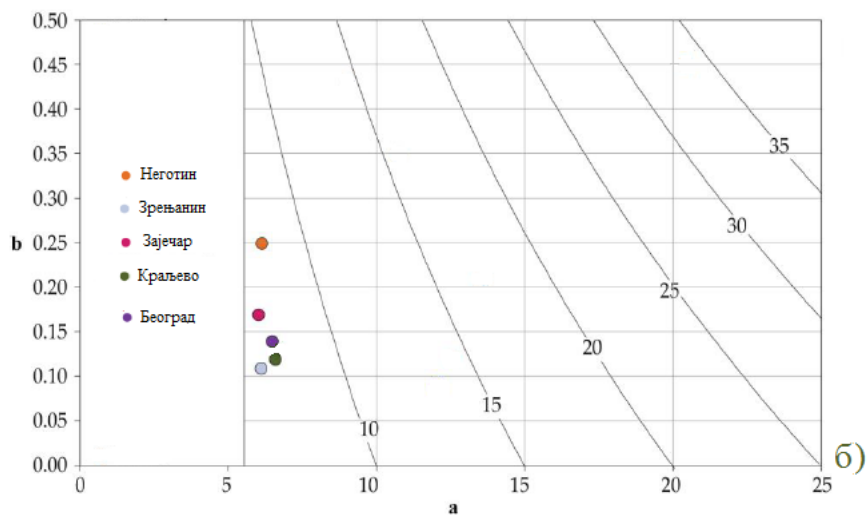
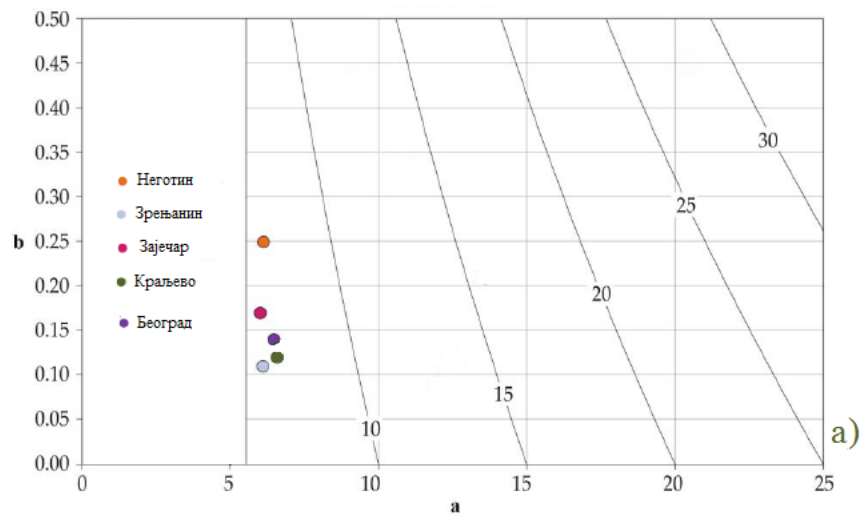
Наведене функције, примењене код расподеле ових параметара за сваку станицу, као и добијени емпиријски коефицијенти, приказани су у табели 4.5. Функције ових параметара послужиле су за израчунавање изолинија на сликама 4.7-4.9.



Слика 4.6: NRS изолоније за $RSD=2, 3$ и 4 дана и емпиријски коефицијенти.



Слика 4.7: RSY изолиније за RSD=2, 3 и 4 дана и емпиријски коефицијенти.



Слика 4.8: RSI изолоније за $RSD=2, 3$ и 4 дана и емпиријски коефицијенти.

Слика 4.6 приказује израчунате *NRS* изолиније за *RSD* од два, три и четири дана као и емпиријске коефицијенте за сваку станицу. Важно је истаћи да се на графиконима не мењају позиције тачака већ само изолиније варирају у зависности од *RSD*.

Постоји врло јасна разлика између коефицијената *a* и *b* (не у броју *NRS*). Ови коефицијенти описују снижавање *NRS* у односу на *RSD*.

Слика 4.7 приказује израчунате *RSY* изолиније за *RSD*=2, 3 и 4 дана као и емпиријске коефицијенте. На слици 4.8 локације тачака опет остају непромењене на сва три графикана већ се само изолиније разликују у зависности од *RSD*. Овде такође постоји разлика између коефицијента *a* на станицама у Србији.

На слици 4.8 приказане су *RSI* изолиније за *RSD*=2, 3 и 4 дана као и емпиријски коефицијенти. Међутим, за разлику од *NRS* и *RSY*, криве су значајне за само пет станица у Србији (Београд, Зрењанин, Зајечар и Краљево). Такође се уочава јасна разлика између коефицијената *a* за Неготин и остале четири станице. Код коефицијената *b* не уочава се разлика између станица у Србији. *RSI* не показује пораст на станицама за *RSD* = 2 до 4 дана.

4.4.2 Сушне и влажне године

На основу напред описане методологије, у посматраном периоду 12 година су дефинисане као сушне, 16 као влажне, а преосталих 31 као тзв. нормалне. Најдужи влажни период (*W*) састојао се од шест узастопних година (1976-1981), док је најдужи сушни (*D*) период био од 1988. до 1994. године у којем је 5 од 7 година било сушно, а две године (1989. и 1991.) нормалне (*N*). Од 1956. до 1968., уочена су два дуга *N* периода (од 5 и 7 година) са једном *D* годином (1961.) између њих (табела 4.6).

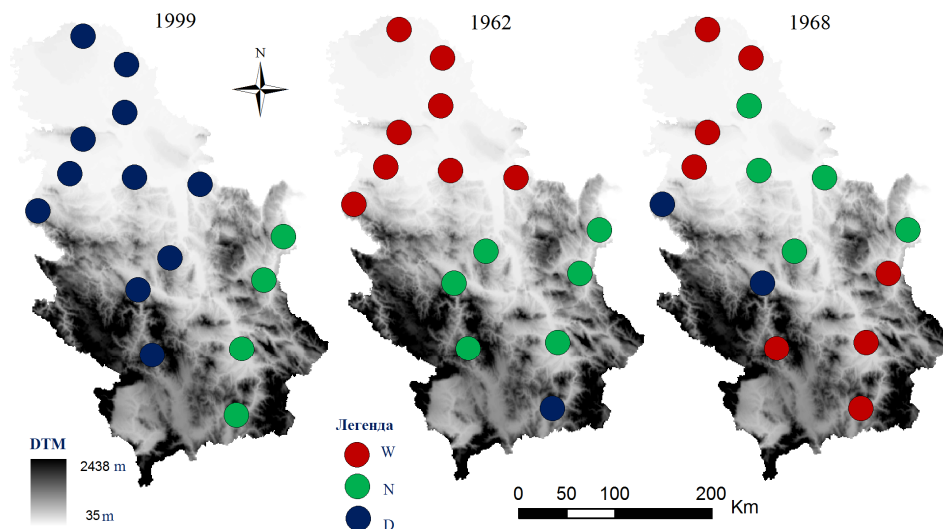
Није било године у којој су све станице биле класификоване на исти начин. Међутим, било је неколико година у којима је већина станица била класификована на исти начин, на пример 1990. и 2000. година, 14 од 15 станица су класификоване као *D*, а само једна станица као *N*. Са друге стране, 2004. године, 14 станица је класификовано као *W* и једна као *N*. Појединих година не уочава се јасна доминација *D*, *N* или *W* услова. На пример 1962. године 6 станица је

класификовано као *D*, 6 као *N* и 3 као *W*. У неким годинама примећују се услови екстремних падавина у многим регијама, на пример, 1963. уочени су *D* услови на 7 станица и *W* услови на других 7 станица, док су *N* услови били само на једној станици. Поред година дефинисаних као *D* или *W* (табела 4.6), у којима су обе земље искусиле услове падавина изнад или испод нормалних, у осталим годинама, које су дефинисане као *N*, не уочава се увек јасна просторна дистрибуција.

Табела 4.6: Класификација година: сушне (*D*), нормалне (*N*) и влажне (*W*).

Год.	К	Год.	К	Год.	К	Год.	К	Год.	К
1949	N	1961	D	1973	N	1985	N	1997	N
1950	D	1962	N	1974	W	1986	N	1998	N
1951	N	1963	N	1975	N	1987	N	1999	W
1952	N	1964	N	1976	W	1988	D	2000	D
1953	D	1965	N	1977	W	1989	N	2001	W
1954	W	1966	N	1978	W	1990	D	2002	N
1955	W	1967	N	1979	W	1991	N	2003	D
1956	N	1968	N	1980	W	1992	D	2004	W
1957	N	1969	W	1981	W	1993	D	2005	W
1958	N	1970	W	1982	D	1994	D	2006	N
1959	N	1971	N	1983	D	1995	N	2007	N
1960	N	1972	N	1984	N	1996	W		

Год-година, К-класификација

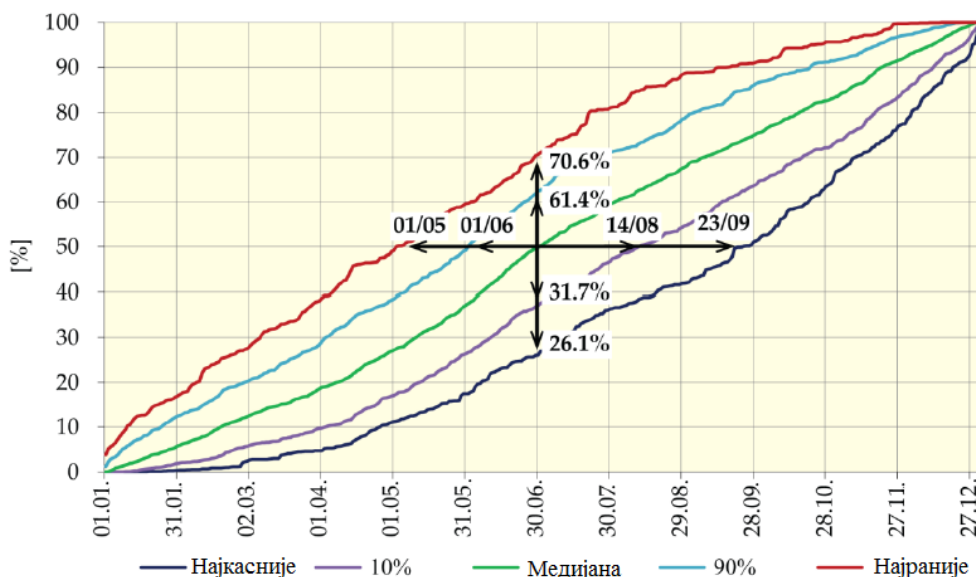


Слика 4.9: Примери различитих просторних дистрибуција: а- смањење падавина од северна према југу (1999), б- смањење падавина од југа према северу (1962), в- нема јасног просторног распореда (1968).

У појединим годинама изражена је врло јасан просторни распоред падавина. На пример, 1999. године изражене су промене у правцу север-југ (слика 4.9а). Промене у супротном смеру уочавају се 1962. године (слика 4.9б). Међутим, у многим годинама просторни распоред падавина је веома сложен. То је случај у следећим годинама: 1968, (слика 4.9в) као и 1952, 1965, 1972, 1984, 1995 1998 и 2002. године.

4.4.3 Унутаргодишње колебање

Унутаргодишње колебање се може анализирати на два начина: 1- у односу на датум до којег је акумулиран одређени проценат падавина, 2- у односу на распон акумулираних процената одређеног датума. Како распон датума (или процената) означава разлику између две екстремне године, најраније и најкасније, он не може тачно да укаже на колебање режима падавина, већ истиче два екстремна случаја. Дакле, распон датума (или процената) се рачуна између 10. и 90. перцентила (Paz and Kutiel, 2003). Сматра се да овај приступ боље одражава колебање падавинског режима, док је распон између најраније и најкасније године погоднији за проучавање екстремних случајева.

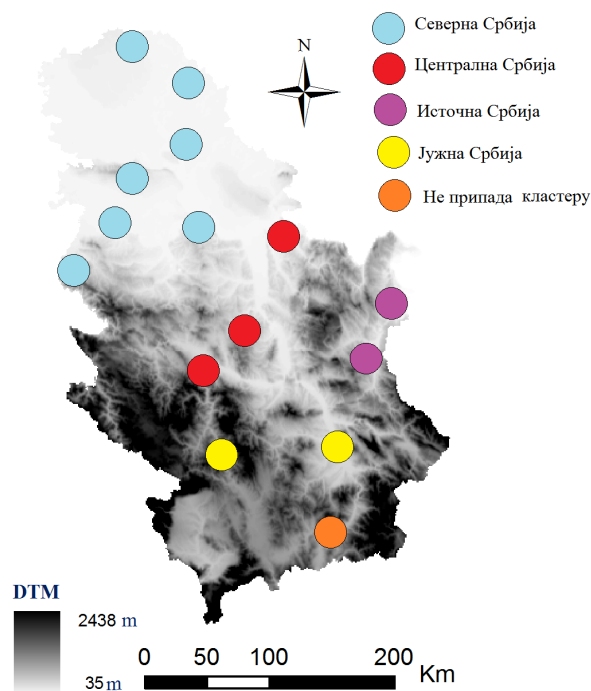


Слика 4.10: Средњи датум кишне сезоне (*MSD*) најранија, 10 %, медијана, 90 % и најкаснија година и акумулирани проценти у Србији.

Просечан датум средине падавинске сезоне (*Mid Season Date-MSD*) представља датум у којем је акумулирано 50 % годишњих сума падавина и у Србији је 30. јун. Међутим, опсег датума који представљају *MSD*, од најранијег до најкаснијег у посматраном периоду, је у распону од 145 дана (скоро 5 месеци) између 1. маја и 23. септембра. Када се овај опсег испитује између 10 % и 90 %, смањен је за пола и креће се у периоду од 75 дана (нешто више од два месеца) између 1. јуна и 14. августа (слика 4.10).

У Црној Гори, на пример, због релативно сувих лета, *MSD* је 5. август, што је бесмислено будући да се јавља у средини најсушнијег периода. То је последица употребе календарске године уместо хидролошке године. Ово питање истраживали су Reiser and Kutiel (2008), који су предложили да на просторима са медитеранском типом климе, где је лето суво или готово суво, почетни дан анализе (*Starting Analysis Date-SAD*) буде 1. јул, а не 1. јануар. Унутаргодишње колебање може бити анализирано на бази акумулираних процената одређеног датума, на пример *MSD*. У Србији, у посматраном периоду, у првој половини ове кишне сезоне, акумулирано је између 26.1 % и 70.6 % од укупне годишње суме, за *MSD* акумулирано је 44.5 %. Од 10 % до 90 %, распон процената је смањен скоро за половину за *MSD* 25.3 % од 37.1% на 62.4 % (слика 4.10).

Резултати указују на то да када се анализира 80% година (не оних екстремних), неизвесност у погледу њихове унутаргодишње варијабилности и стопе акумулације није велика, мало више од два месеца у оквиру *MSD* (у Србији), а око једне четвртине од укупне годишње суме *MSD*. Међутим, када се анализирају све године, ови распони су удвостручени, *MSD* варира у периоду од око четири и по месеца (у Србији). Акумулирани проценат падавина до *MSD* је нешто мањи од половине укупне количине падавина у Србији. Другим речима, неизвесност изазвана са 20% екстремних година скоро је једнака оној која је изазвана осталих 80 %.



Слика 4.11: Просторни распоред станица груписаних у регије кластер анализом.

Табела 4.7: Различити датуми за *MSD* и акумулирани проценти *MSD* и њихови прагови по субрегијама.

		Северна Србија	Централна Србија	Јужна Србија	Источна Србија
MSD (50% од укупне количине падавина)	Најкасније	Сеп. 26	Сеп. 2	Сеп. 4	Окт. 18
	10%	Авг. 17	Јул 29	Авг. 18	Авг. 8
	Медијана	Јун 28	Јун 29	Јул 4	Јун 24
	90%	Јун 4	Јун. 2	Мај 30	Мај 20
	Најраније	Мај 1	Мај 7	Мај 3	Апр.10
	Распон 90%-10% (дани)	74	58	81	90
	Распон Најран.-Најкас. (дани)	143	118	155	181
	Однос (Најран.-Најкас.)/(90%-10%)	2.07	2.05	1.83	2.01
Акумулирано (%) до 30. Јуна (50% времена)	Најкасније	23.7 %	27.9 %	28.7 %	28.0 %
	10%	35.6 %	39.2 %	37.1 %	38.6 %
	Медијана	50.3 %	50.4 %	47.9 %	51.5 %
	90%	62.6 %	63.2 %	61.4 %	64.2 %
	Најраније	71.9 %	68.9 %	69.9 %	71.3 %
	Распон90%-10% (%)	27.0 %	24.0 %	24.4 %	25.6 %
	Распон Најраније-Најкасније(%)	48.2 %	41.1 %	41.2 %	43.3 %
	Однос (Најран.-Најк.)/(90%-10%)	1.89	1.71	1.69	1.69

У циљу детаљније просторне анализе годишњих сума падавина, примењена је кластер анализа (*Joining tree*). На слици 4.11 приказано је просторно груписање станица у складу са резултатима кластер анализе. Наиме, станице су груписане тако, да у омогућавају издвајање четири субрегије: северна, централна, источна и јужна Србија. Станица Врање не припада ниједном кластеру, те због тога није уврштена ни у једну од ових регија.

Табела 4.7 представља унутар-годишњу варијабилност за четири регије у Србији (само акумулирани проценат). Примећује се да су вредности врло сличне у свим параметрима приказаним за све четири регије Србије, са централном Србијом која показује нешто мању варијабилност у односу на северни и јужни део.

4.5 Закључак

Резултати истраживања падавинског режима у Србији, применом модела за анализу кишних епизода, указали су на варијабилност (међу и унутаргодишњу) и сложеност падавинског режима на простору Србије. Сама примена овог модела показала је задовољавајуће резултате будући да је модел креиран за анализу падавина у условима аридне климе.

Главни резултати, презентовани у овом поглављу, могли би се сумирати у неколико тачака:

- Велико просторно колебање параметара *TOTAL*, *RSY* и *RSI* и релативно мало за *NRS* и *RSD*. У погледу везе између просечне годишње суме падавина и параметара кишне епизоде, највиши коефицијент корелације у Србији добијен је између *TOTAL* и *RSY*.
- Главни фактор који утиче на класификовање године изнад или испод "нормалне" на већини станица је *RSY*, док *NRS* и *RSD* немају значајан допринос.
- Вероватноћа да киша траје дуже од 5 дана узастопно (у многим местима чак 4 дана) је мање од једном годишње.
- Извршена је класификација на сушне, нормалне и влажне године, на основу које су станице сврстане у пет кластера.

Поглавље 5

Просторни распоред температуре ваздуха у Србији

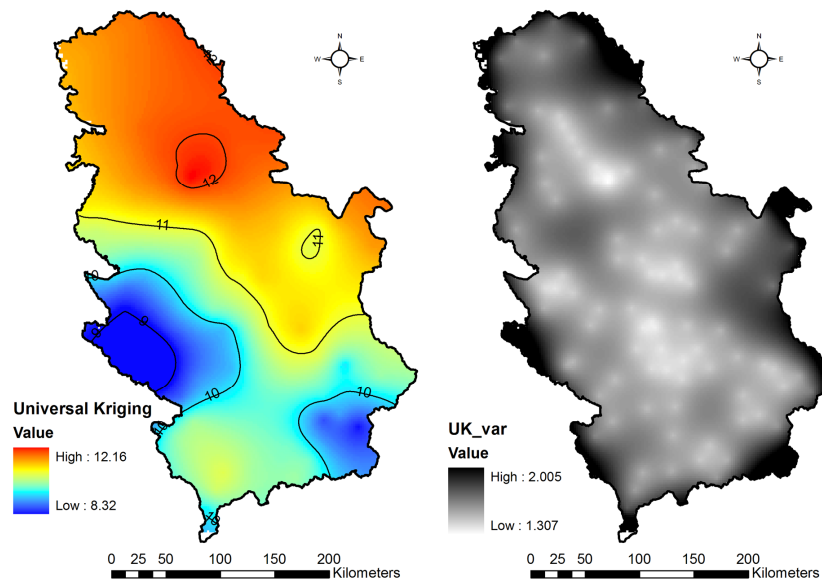
5.1 Увод

Многи аутори у свету су последњих година користили метод кригинга за интерполацију температуре ваздуха изнад одређене територије (Courault and Monestiez, 1999; Sheikhhasan, 2006; Gómez et al., 2008; Irmak and Ranade, 2008; Cao et al., 2009; Tewolde et al., 2010). Велики број студија ове врсте објавили су шпански аутори (Ninyerola et al., 2000; Vicente-Serrano et al. 2003; Luna et al. 2006; Attorre et al., 2007; Benavides et al. 2007).

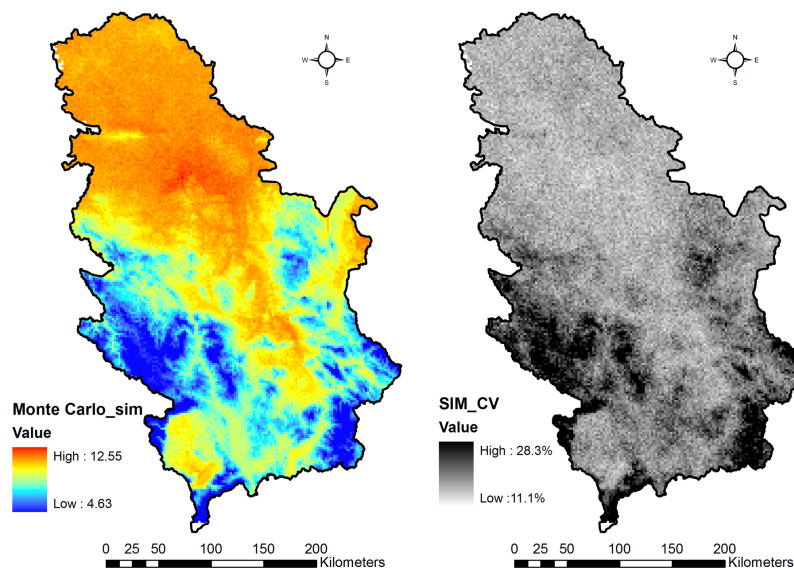
У Србији није било много публикација изотермне карте у којима је коришћен метод кригинга. Претходна истраживања која су обухватила израду изотермне карте Србије односила су се најпре на Атлас климе СФР Југославије, за период 1931-1960, публикован од стране Војно-географског института, а затим изотермну карту Србије публиковану од стране Дуцића и Радовановића (2005) за период 1961-1990.

Пејовић и др. (2012) у циљу добијања изотермне карте Србије за период 1991-2009 као и могућности оцене њеног квалитета, применили су метод универзалног кригинга (слика 5.1). Они су обухватили средње годишње температуре ваздуха у Србији са 110 метеоролошких станица. Уз добијену карту генерисана је и карта кригинг варијанси применом Монте Карло симулација (слика 5.2). Јасно се може уочити да су најмање вредности варијанси управо у локацијама које представљају метеоролошке станице, што је и очекивано јер кригинг предикција остварује најмање варијансе на мереним тачкама. Удаљавањем од мерених локација варијанса се постепено повећава. Највеће вредности варијанси су у граничним подручјима, што се може објаснити "ивичним ефектом", проблемом присутним

код свих интерполационих метода, који се може превазићи једино уколико располажемо и мерењима изван граница картираног подручја.



Слика 5.1: Карте са моделованим вредностима средњих годишњих темепература ваздуха за период 1991-2009. год. (лево) добијених применом универзалног кригинга (лево) и кригинг варијанси (десно) (Пејовић и др., 2012).



Слика 5.2: Карте са моделованим вредностима средњих годишњих темепература ваздуха за период 1991-2009. год. (лево) добијених применом Монте Карло симулацијама (лево) и коефицијената варијације (десно). (Пејовић и др., 2012).

Карта на слици 5.2. добијена је помоћу Монте Карло симулација базираних на техници регресионог кригинга. У сврху анализе просторне дистрибуције грешака интерполације креиране су и карте варијанси универзалног кригинга, као и карта коефицијента варијације (*CV*). Коефицијент варијације као стандардна статистичка мера, даје информацију о варијабилности узорка у односу на његову средњу вредност, и рачуна се као количник стандардне девијације σ и аритметичке средине μ .

$$CV = \frac{\sigma}{\mu} \quad (1)$$

Највеће вредности за *CV* добијене су у областима са ниским средњим годишњим температурама (слика 5.2). Поређењем карте са *CV* вредностима са стандардном картом кригинг варијанси, може се лако уочити да не постоје велике вредности за *CV* које би настале као резултат ивичног ефекта (Пејовић и др., 2012).

Ivetić et al. (2010) су за потребе истраживања у шумарству, методом кригинга генерисали карте средњих годишњих и месечних температура ваздуха и падавина на основу 29 метеоролошких станица у Србији, за период од 1960. до 1990. године. Аутори су истакли значај ових карата за проучавање шумских станишта у Србији.

Циљ овог поглавља је просторна анализа средње годишње температуре у Србији у периоду од 1961. до 2010. године, применом метода интерполације и глобалне и локалне аутокорељације.

5.2 База података

У циљу израде изотермне карте Србије за период од 1961. до 2010. године, прикупљени су подаци са 64 метеоролошке станице. Списак станица дат је у табели 5.1, а њихов просторни распоред приказан на слици 5.3. Од укупног броја станица 80% се налази на надморској висини до 500 m, која обухвата 62 % територије Србије. Око 11 % станица смештено је у висинском појасу између 500 m и 1000 m, што је 27% територије државе. Само 9 % станица налази се на висинама изнад 1000 m.

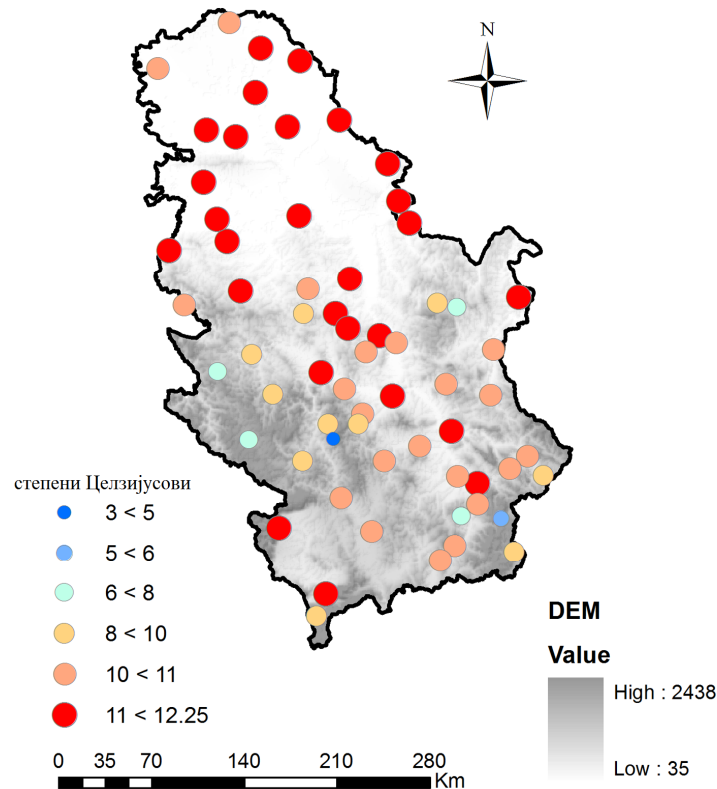
Осим што су на слици 5.3 означене локације метеоролошких станица, приказане су и вредности средњих годишњих температура ваздуха, те уочавамо да су оне између 10°C и 12 °C присутне у северним и југозападним деловима земље, као и дуж Поморавља. Средње годишње температуре ваздуха испод 10 °C налазе се углавном на висинама изнад 600 m у централним и југоисточним деловима земље, достижући 6 °C на висинама изнад 1000 m у западној Србији. Најнижа средња годишња температура ваздуха од око 3 °C налази се на висинама изнад 1500 m. Просечна температура ваздуха у Србији у истраживаном периоду за анализирани станице износи 10.4 °C.

Табела 5.1: Списак станица са географским координатама и средњом годишњом температуром ваздуха (°C) у периоду 1961-2010.

Станица	СГШ	ИГД	НВ	Т	Станица	СГШ	ИГД	НВ	Т
Александровац	43°27'	21°04'	360	10.72	Ниш	43°20'	21°54'	202	11.74
Бабушница	43°04'	22°26'	495	10.16	Нови Пазар	43°08'	20°31'	545	9.61
Бачки Петровац	45°22'	19°34'	85	11.31	Палић	46°06'	19°46'	102	10.90
Бечеј	45°38'	20°02'	78	11.19	Пећ	42°40'	20°18'	498	11.37
Бела Црква	44°54'	21°25'	90	11.55	Пирот	43°09'	22°36'	370	11.09
Београд	44°48'	20°28'	132	12.33	Пожега	43°51'	20°02'	311	9.61
Босилеград	42°30'	22°28'	830	8.68	Предејане	42°50'	22°08'	318	10.49
Брус	43°23'	21°02'	440	9.96	Приштина	42°39'	21°09'	573	10.23
Бујановац	42°27'	21°47'	400	10.99	Призрен	42°13'	20°44'	402	12.21
Буковичка Бања	44°18'	20°33'	265	10.97	Прокупље	43°14'	21°36'	265	10.89
Црни Врх	44°10'	21°58'	834	8.50	Рековац	43°52'	21°06'	230	10.71
Чумић	44°08'	20°49'	365	11.46	Рим. Шанчеви	45°19'	19°51'	86	11.19
Туприја	43°56'	21°23'	123	11.04	Рудник	44°08'	20°31'	700	9.53
Димитровград	43°01'	22°45'	446	9.99	Шабач	44°46'	19°41'	80	11.32
Драгаш	42°04'	20°39'	1060	8.44	Сента	45°56'	20°05'	80	11.43
Ивањица	43°35'	20°14'	465	9.54	Сјеница	43°16'	20°01'	1015	6.49
Јагодина	43° 58'	21°13'	115	11.66	Смед. Паланка	44°22'	20°57'	121	11.32
Јаша Томић	45°27'	20°51'	80	11.51	Сокобања	43°39'	21°51'	300	10.61
Јошаничка Бања	43°23'	20°45'	555	9.82	Сомбор	45°46'	19°09'	88	10.88
Кикинда	45°51'	20°28'	81	11.17	Ср. Митровица	44°58'	19°38'	82	11.14
Књажевац	44°46'	20°26'	280	10.54	Ваљево	44°17'	19°55'	174	11.20
Копоник	43°17'	20°48'	1711	3.08	Вел. Градиште	44°46'	21°33'	79	11.29
Кос. Митровица	42°53'	20°52'	510	10.59	Владимирци	44°36'	19°49'	120	11.46
Крагујевац	44°02'	20°56'	190	11.40	Власина	42°58'	22°08'	1190	6.00
Краљево	43°44'	20°41'	219	11.32	Власотинце	42°33'	21°55'	270	11.97
Крушевац	43°34'	21°21'	166	11.22	Врање	43°37'	20°54'	433	11.05
Кукавица	42°45'	21°59'	1250	6.22	Врњачка Бања	45°09'	21°19'	235	10.54
Куршумлија	43°08'	21°16'	380	10.25	Вршац	44°12'	21°47'	83	11.72
Лесковац	43°01'	21°57'	224	11.02	Жагубица	43°53'	22°18'	314	9.77
Љубовија	44°11'	19°23'	170	10.79	Зајечар	44°17'	19°55'	137	10.71
Лозница	44°33'	19°14'	121	11.42	Златибор	43°44'	19°43'	1029	7.54
Неготин	44°14'	22°33'	42	11.46	Зрењанин	45°24'	20°21'	80	11.24

5.3 Методе истраживања

Пре генерисања изотермне карте, извршена је просторна аутокорелација средњих годишњих температура ваздуха. Детаљан опис овог метода дат је у поглављу 2.



Слика 5.3: Просторни распоред метеоролошких станица и средња годишња температура ваздуха (1961-2010).

5.3.1 Просторна интерполација линеарном регресијом

Због релативно малог броја метеоролошких станица на истраживаном простору са аспекта геостатистике, није било могуће применити неке од уобичајених метода интерполација за добијање изотермне карте. Из тог разлога у циљу добијања карте средњих годишњих температура у Србији (1961-2010) примењен је метод линеарне регресије. У климатским регресионим моделима обично се као атрибути користе географска дужина, географска ширина и надморска висина (Gómez et al., 2008), међутим, због релативно мале површине Србије (88.361 km²) само се

надморска висина показала као значајан фактор ($p < 0.001$) са коефицијентом детерминације од $R^2 = 0.83$, те је коришћена формула следећег облика:

$$T = 11.973 - 0.0044h \quad (1)$$

где је T средња годишња температура ваздуха у $^{\circ}\text{C}$, а h надморска висина.

На основу процењеног модела регресије (једначина 1), изотермна карта може се лако генерисати у неком од ГИС софтвера коришћењем одговарајућег дигиталног модела висина (*DEM*).

За дигитални модел висина коришћен је *Advanced Spaceborn Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) GDEM2* глобални модел (верзија 2) Земљине површине⁹. Ова база података дизајнирана је за напредне просторне анализе на регионалном и суб-регионалном нивоу. *ASTER GDEM* подаци су дистрибуирани у *GeoTIFF* формату са просторном резолуцијом од 30 m и тачности висине од 17 m на нивоу поузданости од 95 %. За потребе овог рада изабрана је резолуцији 1 km. Карта средњих годишњих температура у Србији за период 1961-2010 је приказана на слици 5.5.

5.4 Резултати и дискусија

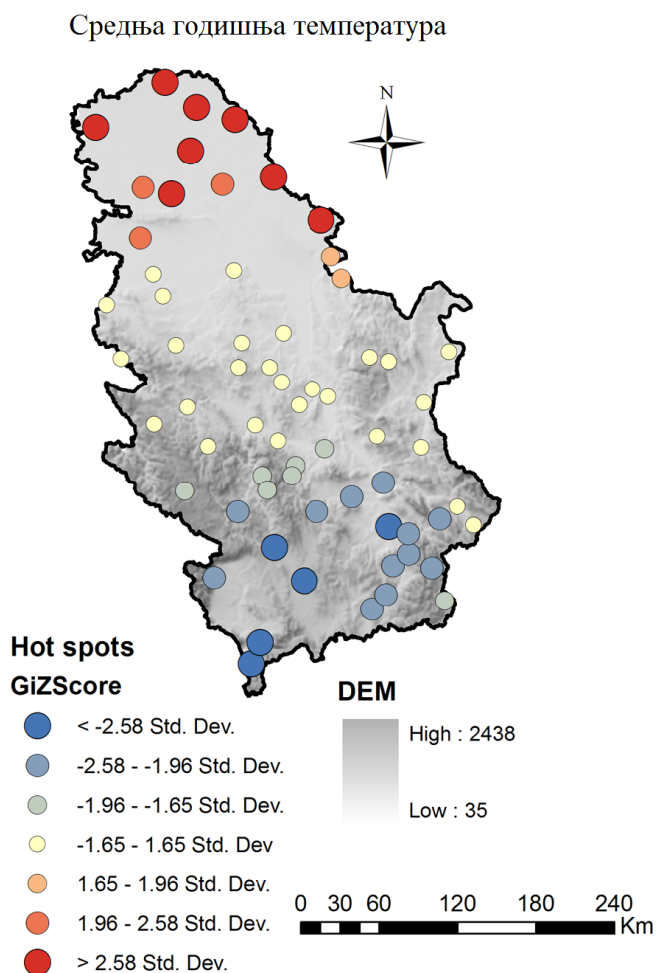
5.4.1 Просторна аутокорељација

Израчуната вредност *Moran's* индекса за средње годишње температуре $I = 0.052$ ($Z = 4.342$, $p < 0.001$) указује на статистички значајно груписање станица, али ниску просторну аутокорељацију.

Црвене тачке (*hot spot*) за средње годишње температуре (слика 5.4) указују на статистички значајно груписање високих вредности температуре ваздуха у северном делу Србије, док негативне Z вредности, указују на груписање ниских вредности температуре (плава боја) у јужном делу земље. Овакво просторно груписање може се приписати утицају орографије. Наиме, рељеф северне Србија

⁹ <http://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp>

је релативно хомоген будући да припада Панонској низији, те су високе вредности температуре и очекиване. Како се температура ваздуха снижава од севера према југу, смањују се и индекси аутокорејације, бележећи најниже вредности управо на југу Србије.



Слика 5.4: Карта аутокорејације средњих годишњих температура ваздуха.

5.4.2. Изотермна карта Србије

Анализирајући добијену изотермну карту Србије за период 1961-2010 (слика 5.5) запажено је, као и у претходним истраживањима (Дуцић и Радовановић, 2005) да

се област са средњом годишњом температуром ваздуха испод 10 °C простире углавном на надморској висини изнад 600 m.

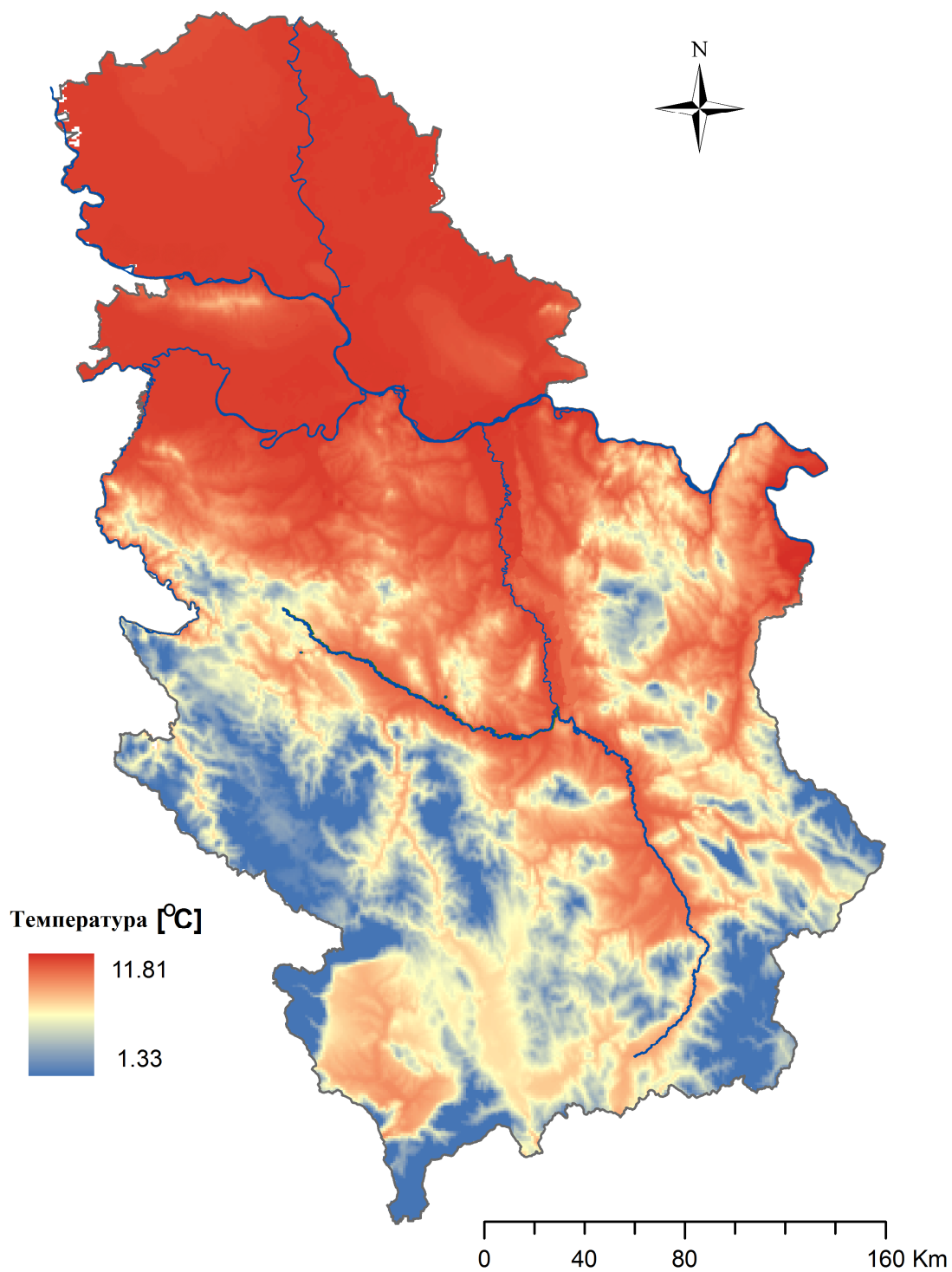
Важно је истаћи да се температуре испод наведеног прага уочавају и на нижим висинама. То се односи на Бор, Жагубицу, Димитровград, Ужице и Приштину. У планинским областима изнад 1000 m надморске висине, средње годишње температуре су око 6 °C, а на висини изнад 1500m око 3 °C. Пажљивим одабиром и адекватном анализом одговарајућих профила било би могуће објаснити понашање средњих годишњих температура ваздуха у одређеним брдским и планинским областима. Са друге стране, температурне прилике у долинама Саве, Дунава, Тисе, Велике и Јужне Мораве имају средњу годишњу вредност температуре ваздуха између 11 °C и 12 °C. У наведеним областима присутне су и највише средње годишње температуре ваздуха у анализираном периоду.

Осим надморске висине, на просторни распоред температуре ваздуха имају утицаја и морфологија као и експозиција рељефа. Циркулациони процеси су динамичнији на стрмим падинама него у котлинама, у којима се ваздушне масе дуже задржавају. Пример је Пештерска висораван која представља најхладнији део Србије. Све котлине, а нарочито оне високопланинске погодују образовању ниских температура и честих температурних инверзија. Ипак, у Сјеничкој котлини и на Пештерском пољу забележене су најниже температуре у Србији.

Апсолутно минимална температура ваздуха од -39.5 °C регистрована је 13. јануара 1985. године у Карајукића Бунарима у Пештерском пољу¹⁰. Најниже средње годишње температуре ваздуха се јављају у Рашкој и Власинској области. Према Ракићевићу (1971) ово су две од укупно четири области у којима се апсолутно минималне температуре спуштају испод -30 °C.

Хомољске планине и околина Вршца представљају преостала два тзв. пола хладноће.

¹⁰ http://www.hidmet.gov.rs/ciril/meteorologija/klimatologija_temp_rezim.php



Слика 5.5: Карта средњих годишњих температура ваздуха у Србији у периоду од 1961. до 2010. године

Високопланинске котлине погодују својом морфологијом нагомилавању хладног ваздуха и образовању изузетно ниских температура, због чега су у овим областима честе температурне инверзије. Дуцић и Радовановић (2005) сматрају да је појава "полова хладноће" заступљена у далеко већој мери. У њих убрајају већину места у Војводини и Перипанонском ободу, затим Бабушницу, Лесковац, Шабац и Смедеревску паланку, као и све планинске терене изнад 1700 m надморске висине. Морфолошке карактеристике Метохијске котлине такође погодују ујезеравању хладног ваздуха, међутим маритимни утицаји условљавају знатно топлије температурне услове.

5.5 Закључак

Примена геостатистичких метода интерполације данас је све присутнија у разним истраживањима и научним дисциплинама, то је и резултовало појавом различитих модалитета ових метода (обични, универзални, регресиони, индикаторски кригинг итд). Једна од предности геостатистичке интерполације базирана је на томе што, поред просторне предикције променљиве, могуће је добити и визуелну интерпретацију варијанси интерполираних величина.

У овом поглављу применом геостатистичке методе интерполације регресионог кригинга, генерисана је карта средњих годишњих температура ваздуха у Србији у периоду од 1961. до 2010. године. Изотермна карта Србије омогућила је увид у просторни распоред температуре ваздуха у новијем периоду. Осим саме карте, примењене су и методе локалне и глобалне аутокорељације. Просторно груписање средње годишње температуре ваздуха показује високе вредности на северу земље и ниске вредности индекса аутокорељације у јужним деловима Србије. Овакво просторно груписање средњих годишњих температура ваздуха може се приписати утицају орографије.

Поглавље 6

Просторни распоред тренда температуре ваздуха у Србији

6.1 Увод

У извештајима Међувладиног панела за климатске промене (IPCC, 2007) наводи се да је у последњих 100 година уочен пораст просечне глобалне температуре ваздуха од 0.4 °C до 0.8 °C. Једанаест од 12 година у периоду од 1995. до 2006. године, сврстано је у најтоплије године током инструменталног периода. Тренд температуре ваздуха у периоду 1906-2005 од 0.74 °C (од 0.56 °C до 0.92 °C) је израженији у поређењу са трендом од 0.6 °C (од 0.4 °C до 0.8 °C) за период 1901-2000. Тренд загревања у последњих 50 година од 0.13 °C по декади (од 0.10 °C до 0.16 °C) више је изражен, него у последњих 100 година. Укупан пораст температуре узмеђу два периода 1850–1899 и 2001–2005 износи 0.76 °C (од 0.57 °C до 0.95 °C) (IPCC, 2007).

У стручној литератури, такође се све чешће указује на тренд отопљавања (Easterling et al., 2000; Yan et al., 2002; Gay-García et al., 2009). Поједина истраживања истичу да је током XX века (1901–2000) уочен већи пораст температуре ваздуха у Европи у поређењу са порастом глобалне температуре ваздуха (Parrу, 2000; Luterbacher et al., 2004). Највеће загревање уочено је у Јужној Европи, а најмање дуж атланске обале континента (del Río et al., 2005).

Глобални тренд загревања је израженији од 90-их година прошлог века, него што је био у периоду од 1979. до 2005. за више од 2.5 °C по веку (Brohan et al., 2006; Smith and Reynolds, 2005). У Европи је уочено изразито загревање од 1979. године надаље (Klein Tank and Konnen, 2003; Moberg and Jones, 2005; Brunet et al., 2006; Della-Marta et al., 2007). Испитујући трендове температуре ваздуха по сезонама у Европи (Klein Tank and Konnen, 2003; Luterbacher et al., 2004; Smith and Reynolds 2005; Moberg et al., 2006; IPCC 2007; Ballester et al., 2010) уочава се пораст

температуре ваздуха у централним и северним деловима Европе током зиме. Такође је уочено повећање пролећних и летњих температура ваздуха на простору Европе (са изузетком северних делова континента), као и снижавање температуре у јесењој сезони.

Поред студија и радова у којима се анализира тренд температуре ваздуха у свету и Европи, много је више оних који су се бавили променама температуре на националном, регионалном па чак и локалном нивоу (Feidas et al. 2004; Brunetti et al. 2006; del Rio et al. 2011; Espírito Santo et al. 2013). Велики број аутора испитивали су промене температуре ваздуха у Шпанији у последњих педесет година (Brunet et al., 2007; Camuffo et al., 2010; del Rio et al., 2011). Многи од њих указују на пораст температуре у последњој декади.



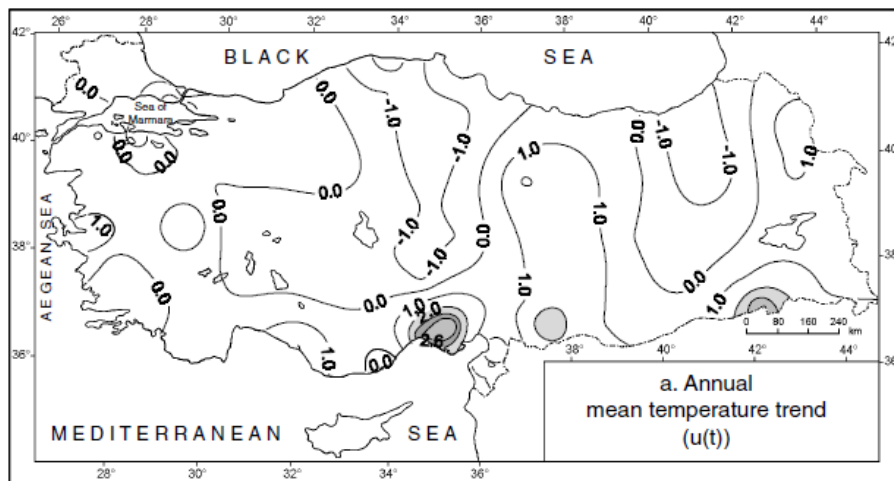
Слика 6.1: Тренд температуре ваздуха у Шпанији у периоду од 1961. до 2006. године (del Rio et al. 2011).

Del Rio et al. (2011) су анализирали просторни распоред тренда температуре ваздуха у Шпанији на годишњем, сезонском и месечном нивоу у периоду од 1961. до 2006. године. Наиме, они су уочили на више од 60 % територије Шпаније статистички значајан пораст у марту (слика 6.1), јуну, августу, као и током пролећа и лета. Добијени трендови генерално указују на пораст температуре ваздуха на Иберијском полуострву. На око 40 % територије такође је уочен пораст

у априлу, мају и децембру. Годишња температура је значајно порасла у целој земљи за око 0.1–0.2 °C по декади, што је у складу са четвртим извештајем Међувладиног панела за климатске промене (IPCC, 2007).

Резултати за суседну Португалију у периоду од 1941. до 2006. године такође указују на тренд отопљавања присутан на територији целе земље (Espírito Santo et al., 2013). Анализирајући индексе температурних екстрема у два одвојена периода 1945-1975 и 1976-2006, Espírito Santo et al. (2013) су уочили негативан тренд у првом периоду, праћен позитивним трендом у другом анализираном периоду.

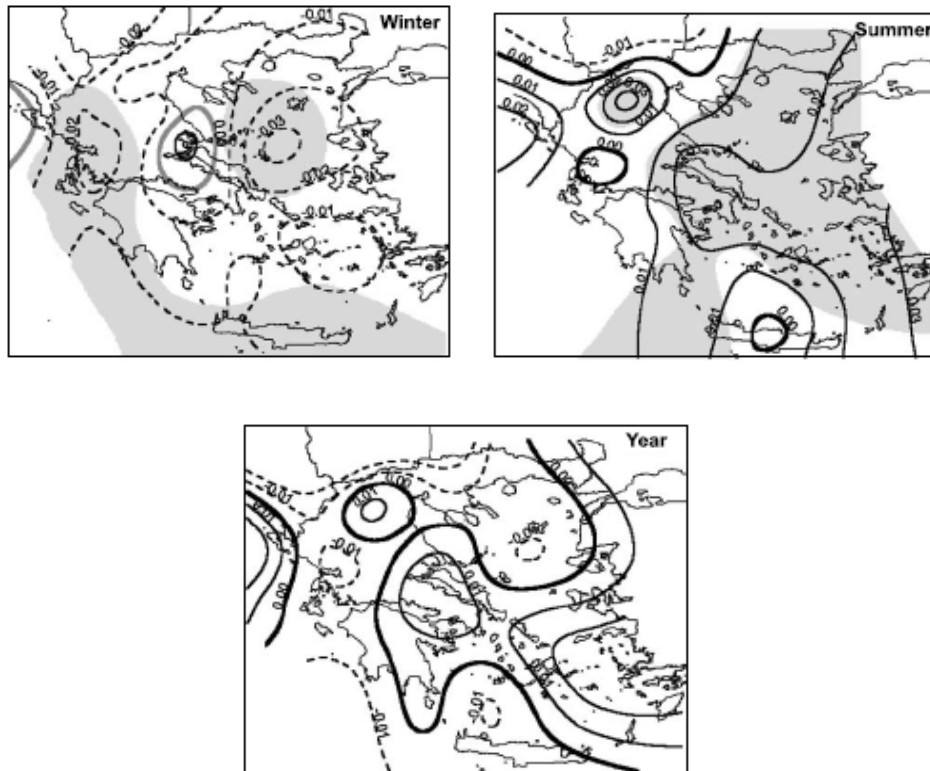
Истражујући годишње и сезонско колебање температуре ваздуха у Италији у инструменталном периоду Brunetti et al. (2006) су истакли позитиван тренд од око 1 °C по веку, на територији целе земље. Тренд је генерално већи код минималних температура, него код максималних. Са друге стране, испитујући тренд у последњих 50 година добили су сасвим супротне резултате. Тренд код максималних температура знатно је израженији у поређењу са минималним.



Слика 6.2: Тренд средње годишње температуре ваздуха у Турској за период од 1929. до 1999. године (Türkeş et al. 2003).

Са друге стране, анализа просторног и временског аспекта тренда температуре ваздуха у Турској у периоду од 1929. до 1999. године указује на пораст годишњих (слика 6.2), зимских и пролећних температура, нарочито на југу Турске (Türkeş et al., 2003). У летњој и јесењој сезони уочава се снижавање температуре ваздуха у северним и централним деловима ове земље.

Резултати за Грчку на годишњем и сезонском нивоу (слика 6.3) у периоду од 1955. до 2001. године показују негативан тренд током зиме и позитиван у летњој сезони, статистички несигнификантан у оба случаја (Feidas et al., 2004). Као резултат тога, годишњи тренд је близу нуле.



Слика 6.3: Годишњи, зимски и летњи тренд температуре у Грчкој у периоду од 1955. до 2001. године (Feidas et al., 2004).

Досадашња истраживања тренда температуре ваздуха у Србији углавном су била базирана на анализи једне метеоролошке станице (Unkašević et al., 2005) или неколико станица (Unkašević and Tošić, 2009, 2013; Savić et al., 2010; Savić et al., 2012).

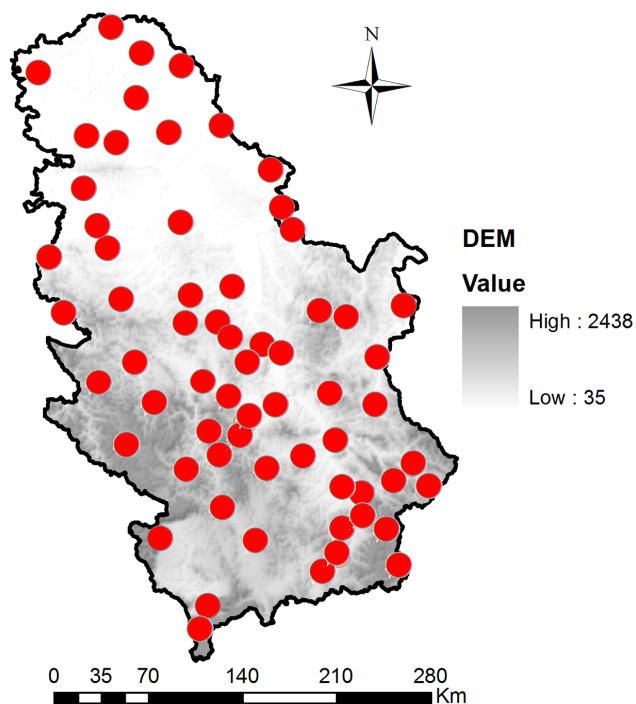
Анализирајући варијабилност сезонских температура ваздуха на 17 станица у Србији у периоду 1949-2009, Станојевић (2011) је уочила позитиван линеарни тренд температуре ваздуха у пролеће и лето и негативан у јесен. Зимска сезона такође је показала позитивне трендове на већем делу Србије, са изузетком југоисточних делова земље у којима је уочен негативан тренд.

Основни циљеви овог поглавља су:

- просторна анализа годишњих, сезонских и месечних трендова температуре ваздуха у Србији.
- анализа просторног распоред трендова температуре помоћу тематских карата.
- анализа просторног груписања трендова температуре у Србији применом метода глобалне и локалне аутокорељације.

6.2 База података

Тренд температуре ваздуха разматран је на годишњем, сезонском и месечном нивоу у периоду од 1961. до 2010. године. Подаци су прикупљени са 64 метеоролошке станице (табела 5.1), а обезбеђени од стране Хидрометеоролошког завода Србије. Опис мреже станица дат је у претходном поглављу. Просторни распоред станица приказан је на слици 6.4.



Слика 6.4: Просторни распоред метеоролошких станица.

6.3 Методе истраживања

6.3.1 Анализа тренда

За одређивање тренда температуре ваздуха коришћен је метод најмањих квадрата. Визуелна оцена података указала је на поједине године у којима долази до нагле промене температуре ваздуха на свим станицама. Као типичан пример дат је графикон за Сенту (слика 6.5). Због тога се пре самог израчунавања вредности тренда, приступило одређивању године промене знака тренда.

Одређивање године промене извршено је помоћу тзв. графикона кумулативне суме (*CUSUM*). То је графички метод детекције године промене у неком низу податка, који је први пут представио Page (1954). Основне математичке принципе овог метода поставили су Ewan (1963), Johnson (1961), Johnson and Leone (1962).

Кумулативне суме s_0, s_1, \dots, s_n су израчунате на основу података x_1, \dots, x_n , за које се претпоставља да су случајни, као на пример ($i = 0, 1, \dots, n$):

$$s_i = s_{i-1} - (x_i - \bar{x}) \quad (1)$$

где $s_0 = 0$, и \bar{x} означавају средњу вредност података. *CUSUM* s_i и i генеришу *CUSUM* графиконе. Уколико нема промене у средњој вредности *CUSUM* графикони показују праву линију. У супротном, сегмент на *CUSUM* графикону са узлазним трендом указује на период вредности изнад просека, односно период са негативним трендом указује на вредности испод просека. Нагла промена s_{diff} у нагибу тренда *CUSUM* јавља се уколико долази до наглих промена у просеку. Величина промене, $|s_{diff}|$, може се проценити на основу:

$$s_{diff} = \max_{i=0,1,\dots,n} s_i - \min_{i=0,1,\dots,n} s_i \quad (2)$$

Efron и Tibshirani (1993) су предложили анализу која се базира на случајном распореду елемената у низу. Она се користи за одређивање нивоа поверења као индикације могуће промене. Уколико се уочи евентуална промена у елементима низа, потребно је са сигурношћу детерминисати. У том смислу најчешће се користи следећи приступ:

$$s_m = \max_{i=0,1,\dots,n} |s_i| \quad (3)$$

где је s_m тачка најудаљенија од нуле на *CUSUM* графикону. Тачка m представља вредност елемента у низу непосредно пре промене у низу док тачка $m+1$ означава прву вредност елемента у низу након уочене промене.

Важан предуслов за *CUSUM* графиконе и откривање промена у низу података је обезбеђивање тзв. случајности података. Уколико се у низовима уочава извесна корелација, приступа се тзв. декорелацији података применом помераја једног коефицијента корелације r_1 који се добија на следећи начин:

$$r_1 = \frac{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n-1} (x_i - \bar{x})(x_{i+1} - \bar{x})}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (4)$$

На тај начин формиран је нови низ података $x_2 - r_1 x_1$, $x_3 - r_1 x_2$ који је ослобођен корелације.

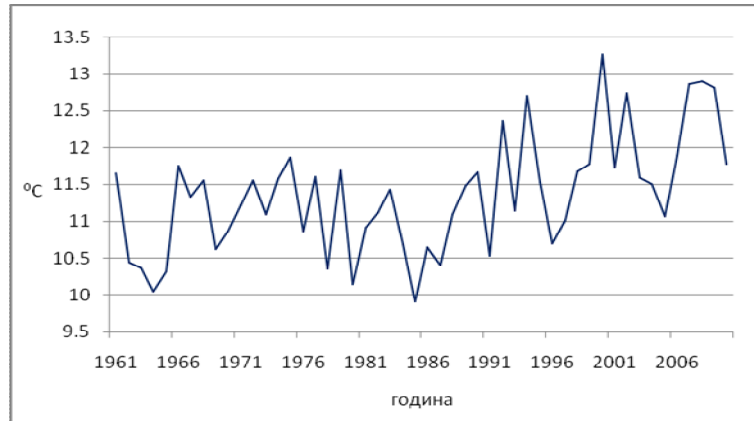
У циљу детаљније анализе температурних низова примењен је метод најмањих квадрата (*LSQ*) за одређивање вредности тренда годишњих, сезонских и месечних температура ваздуха. За сваку станицу коришћена је следећа формула:

$$x_i = a + b(t_i - 1961.0) + c \cos 2\pi(t_i - 1961.0) + d \sin 2\pi(t_i - 1961.0) \quad (5)$$

где је a одсечак на оси x , b вредност тренда, док се c и d користе за рачунање амплитуде A , годишњег периодичног сигнала, који се уочава у низовима средњих месечних температура ваздуха по формули:

$$A = \sqrt{c^2 + d^2} \quad (6)$$

Формула (5) коришћена је два пута за сваку станицу: први пут за период пре године промене, а затим други пут за период након године промене.



Слика 6.5: Годишњи ток просечних температура ваздуха за Сенту.

За израду тематских карата које приказују просторни распоред тренда температуре ваздуха коришћен је софтверски пакет *plotGooglemap*, док је просторно груписање трендова анализирано применом метода глобалне и локалне аутокорељације. Оба метода су детаљно описана у поглављима 2 и 3.

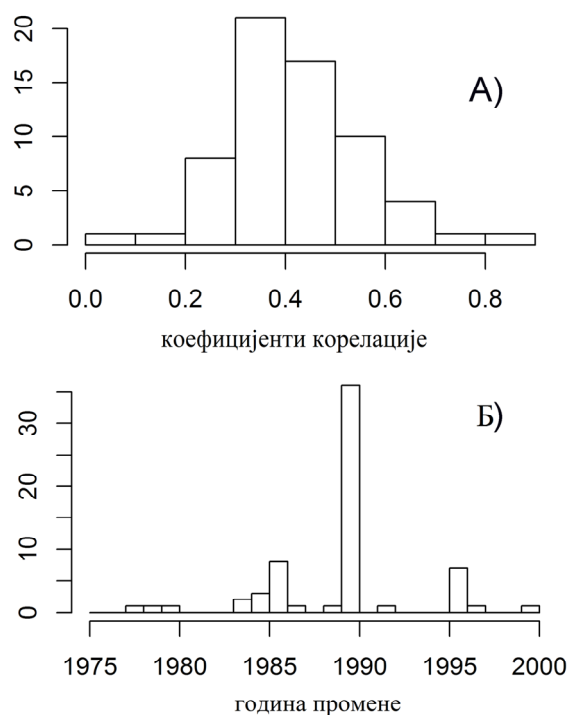
6.4 Резултати и дискусија

6.4.1 Тренд температуре ваздуха

Анализа тренда температуре ваздуха у Србији урађена је на годишњем, сезонском и месечном нивоу за период 1961-2010. године. Трансформације података у линеарно независне извршена је рачунањем помераја од једног коефицијента корелације према формули (4). Хистограм коефицијената корелације приказан је на слици 6.6. Може се уочити да је искључиво позитивна корелација присутна у низовима података са већином коефицијената корелације у опсегу 0.2-0.6. Према Salas et al. (1980), ниво вероватноће коефицијента корелације од 95 % рачуна се помоћу следеће формуле:

$$r_k(95\%) = \frac{-1 \pm 1.96\sqrt{N-k-1}}{N-k} \quad (7)$$

где N означава величину узорка (у овом случају број станица), а k временски корак. За $N=50$ и $k=1$, ниво вероватноће прихватања хипотезе је опсегу од -0.30 до $+0.26$, чиме се потврђује статистичка значајност за 91 % коефицијената корелације. Ипак, треба имати на уму да су подаци најпре трансформисани у линеарно независне одвојено од нивоа значајности.



Слика 6.6: Хистограми коефицијената корелације (А) и година промене (Б).

За одређивање године промене примењени су *CUSUM* графикони за сваку станицу чиме је за сваки низ одређена година промене предзнака тренда према формули (3).

Хистограм ових година приказан је на слици 6.6. Промене у нивовима температуре ваздуха су углавном карактеристичне од 1970-их година до 1990-их.

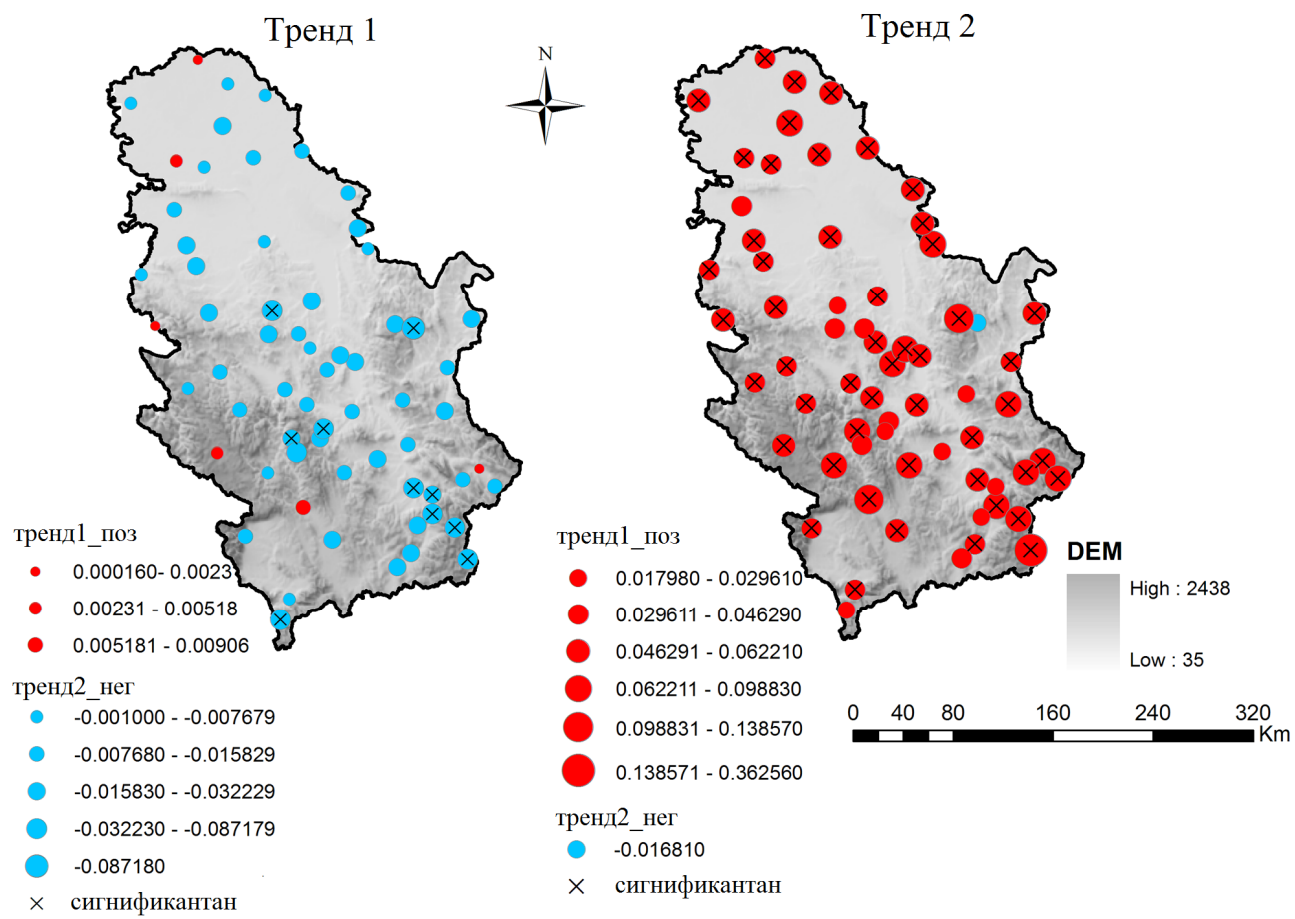
Најчешће се уочава 1989. година, која заједно са 1985. и 1995. годином чини 80% преломних година. Ове године коришћене су како би се нивои средњих годишњих, сезонских и месечних температура поделили у два периода: један пре године промене предзнака тренда и други након године промене тренда. За ове периоде коришћена је формула (5).

Применом методе најмањих квадрата, анализа средњих годишњих, сезонских и месечних температура ваздуха указује на хладнији период пре године промене, која је на 35 станица (од 64) била 1989. године, након чега је уследио топлији период. У Европи је такође уочен хладнији период праћен топлијим периодом почевши од средине 70-их година (Balling et al., 1998; Klein Tank et al., 2002). Gurevich et al. (2011) су утврдили да је до промена у температури ваздуха у Израелу дошло између средине 1980-их и средине 1990-их година. Toreti и Desiato (2008), анализирајући екстремне температуре на простору Италије, бележе пораст максималних температура крајем 1970-их и почетком 1980-их уз незнатне разлике у вредности тренда загревања.

У периоду пре године промене на годишњем нивоу¹¹, негативан тренд од -0.001 °C до -0.087 °C по години, на нивоу значајности од 95 %, процењен је на десет станица (слика 6.7). Позитиван тренд примећен је на само шест станица. Период након године промене показује позитиван тренд од 0.018 °C до 0.362 °C по години са степеном значајности од 95% на скоро свим станицама. Негативан тренд забележен је на само једној станици.

Brunet et al. (2005) је анализирајући средње годишње температуре у Шпанији, уочила негативан тренд од 0.029 °C годишње у периоду 1948-1973, а затим позитиван 0.054 °C годишње од 1973. до 2003. године. Негативан тренд који су Klein Tank and Konnen (2003) проценили од -0.04 °C по декади у периоду 1946-1999 показује супротан знак у односу на период 1976-1999. Добијени резултати за други период су у складу са резултатима Unkašević et al. (2005), који су уочили пораст од око 0.13 °C годишње за Београд у периоду 1975-2003.

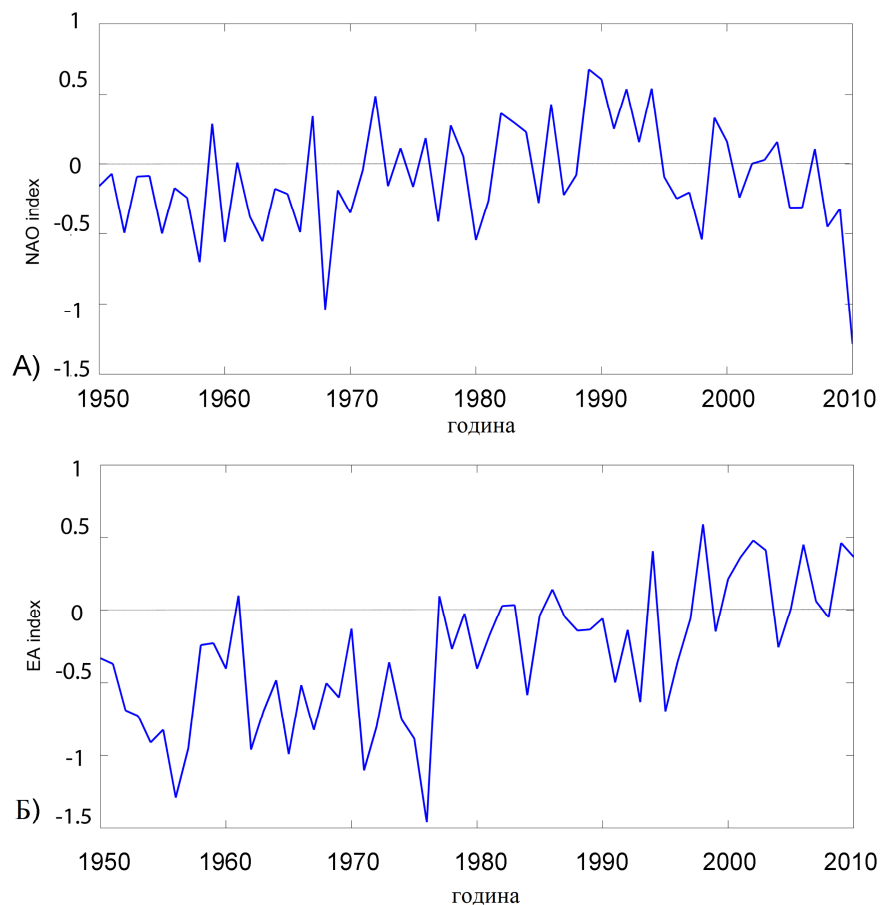
¹¹ Резултати тренда температуре ваздуха на годишњем нивоу послати су у часопис Theoretical and Applied Climatology као референца: В. Vajat, В., Blagojević, D., Kilibarda, M., Luković, J. and Tošić I. (2013). Spatial analysis of the temperature trends in Serbia during the period 1961-2010. Theoretical and Applied Climatology (пслато 17.09.2013.)



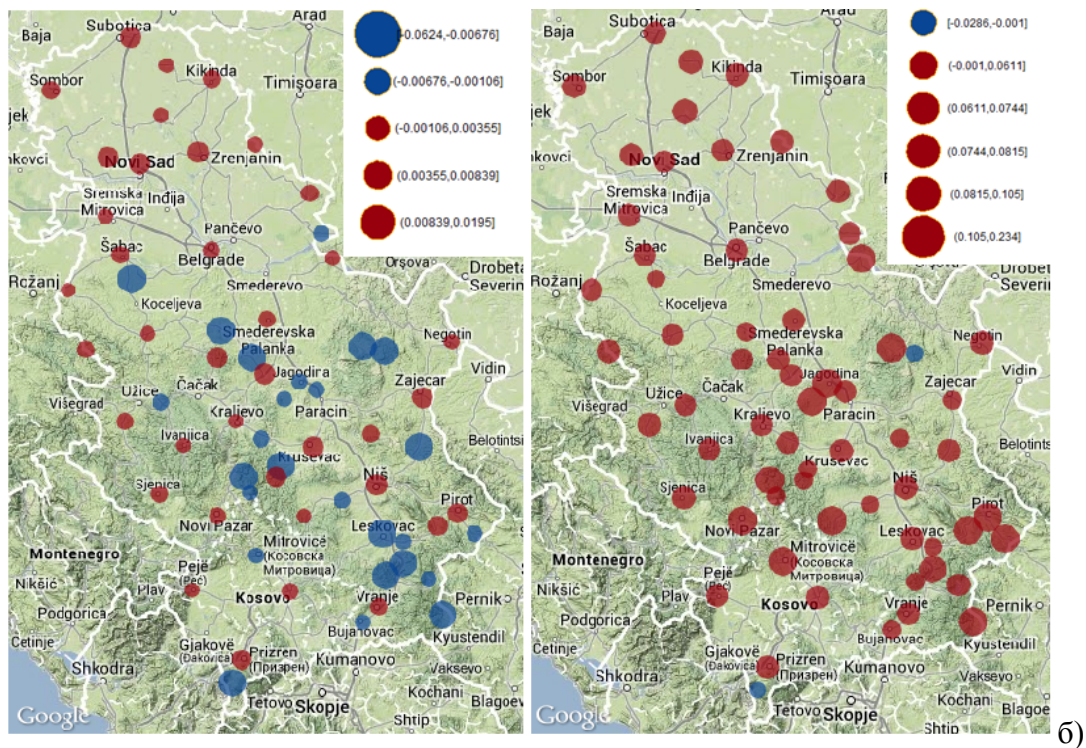
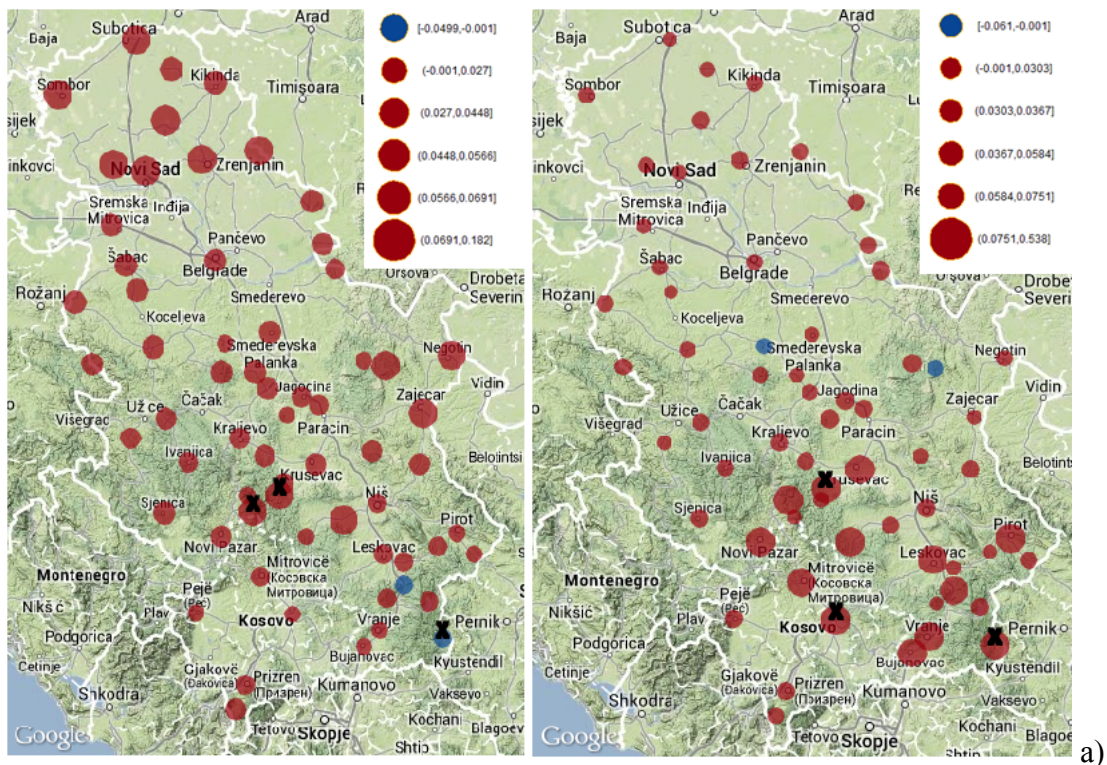
Слика 6.7: Просторни распоред годишњег тренда температуре ваздуха у Србији (1961-2010).

Неколико аутора довело је у везу повећање средње годишње температуре са позитивним фазом Северно-атлантске осцилације (*NAO*), будући да се *NAO* наводи као важан фактор климатских промена у вантропском делу Северне хемисфере (e.g. Hurrell, 1995; Sun et al., 2009; del Río et al., 2011). Осим *NAO*, на климу северне хемисфере има значаја и Источно Атлантска осцилација (*EA*). Центар *EA* налази се југоисточно од *NAO* (Barnston and Livezey, 1987).

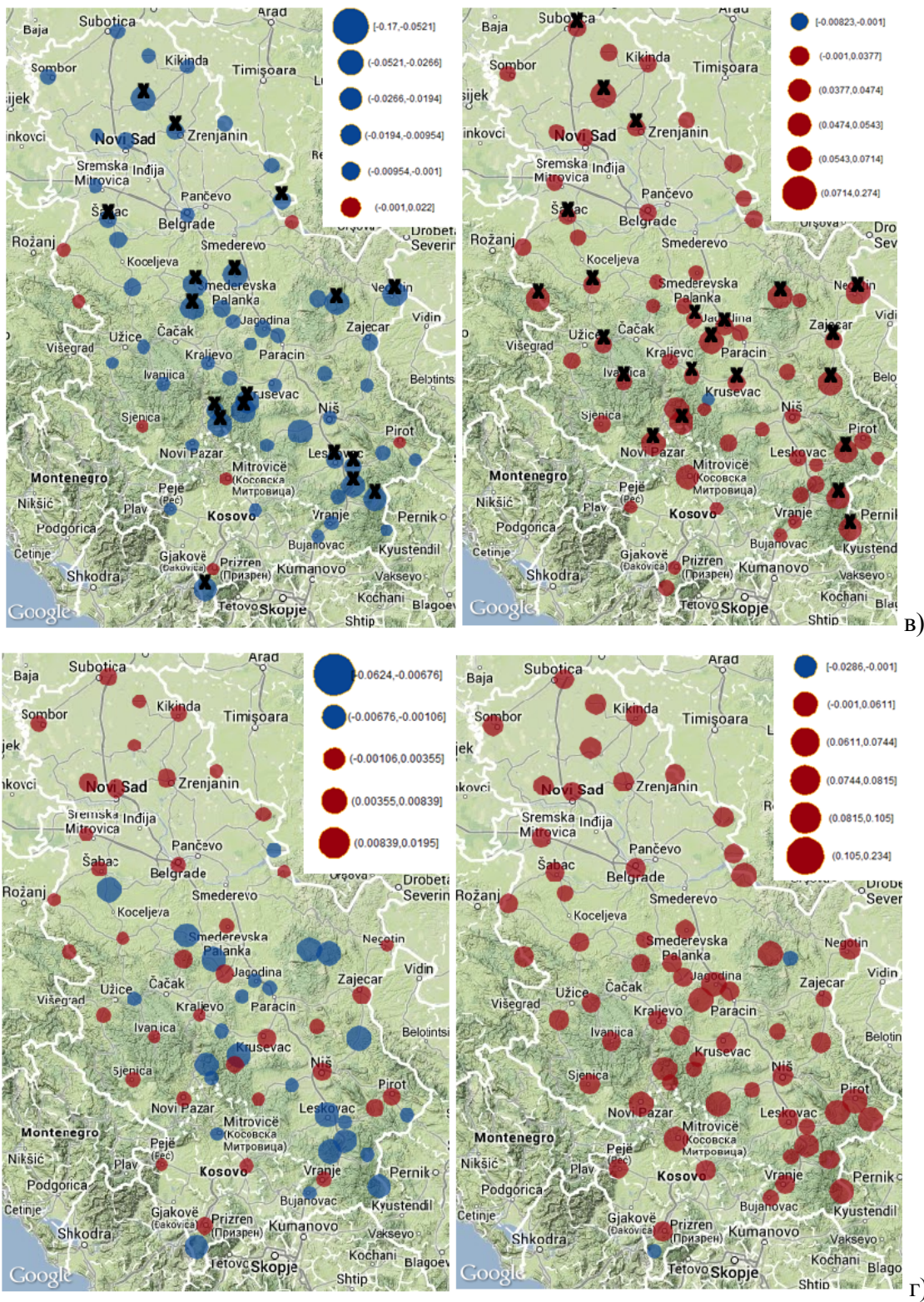
NAO и *EA* осцилације су анализирани кроз *NAO* индекс (*NAOI*) и *EA* индекс (*EAI*). На слици 6.8А уочава се позитивна фаза *NAOI*, која преовлађује од почетка 1980-их до почетка 2000. године. Позитивна фаза *EAI* преовлађује након средине 1990-их (слика 6.8Б). Дакле, може се закључити да загревање у Србији (након године промене) зависи не само од *NAO*, већ и од *EA* такође.



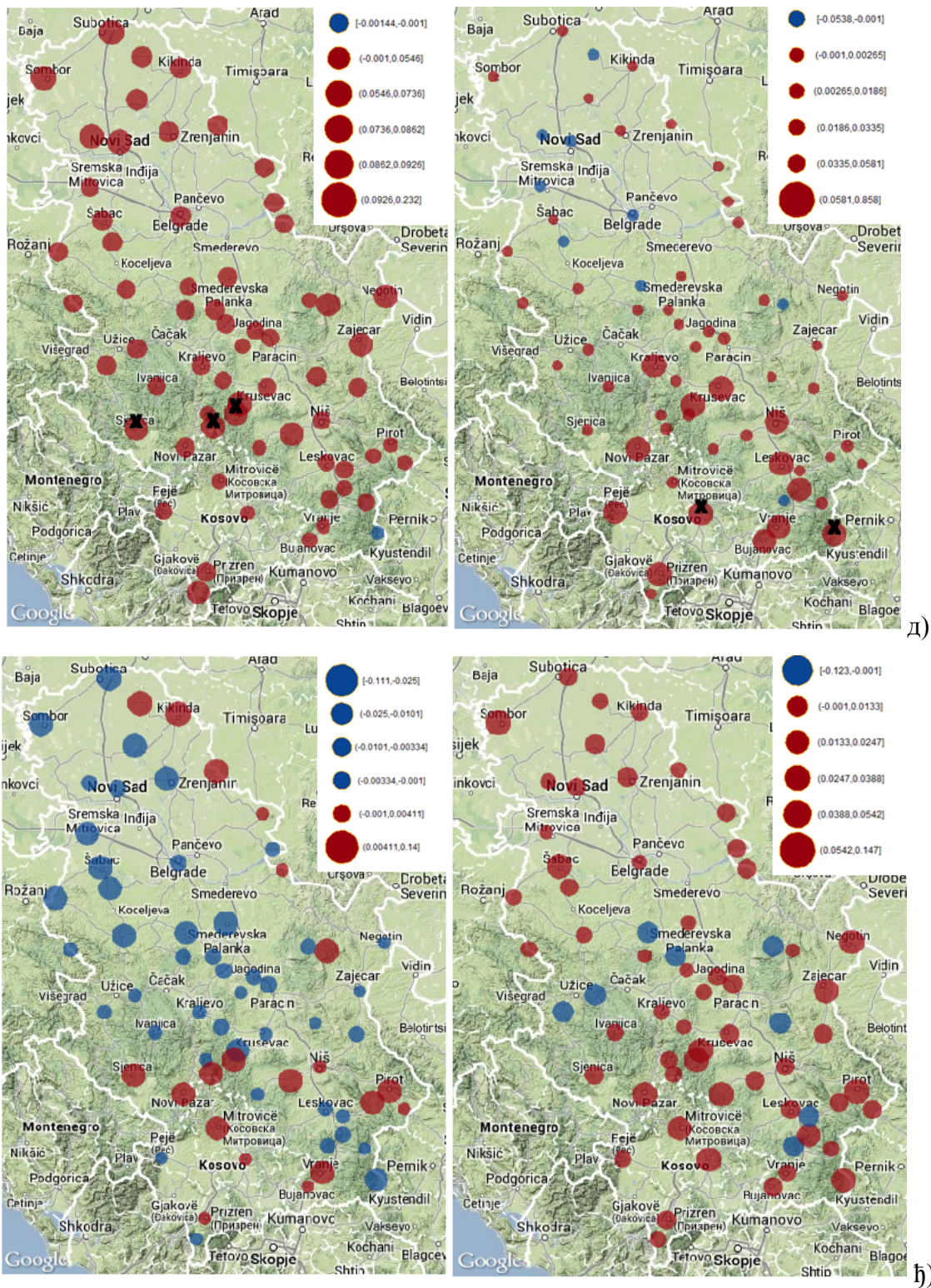
Слика 6.8: Годишње вредности: А) *NAO* индекс, Б) *EA* индекс у периоду од 1950. до 2010. године.



Слика 6.9: Просторни распоред тренда температуре ваздуха за зиму (а) и пролеће (б) у периоду пре године промене (лево) и након године промене (десно).



Слика 6.9: Просторни распоред тренда температуре ваздуха за лето (в) и јесен (г) у периоду пре године промене (лево) и након године промене (десно).



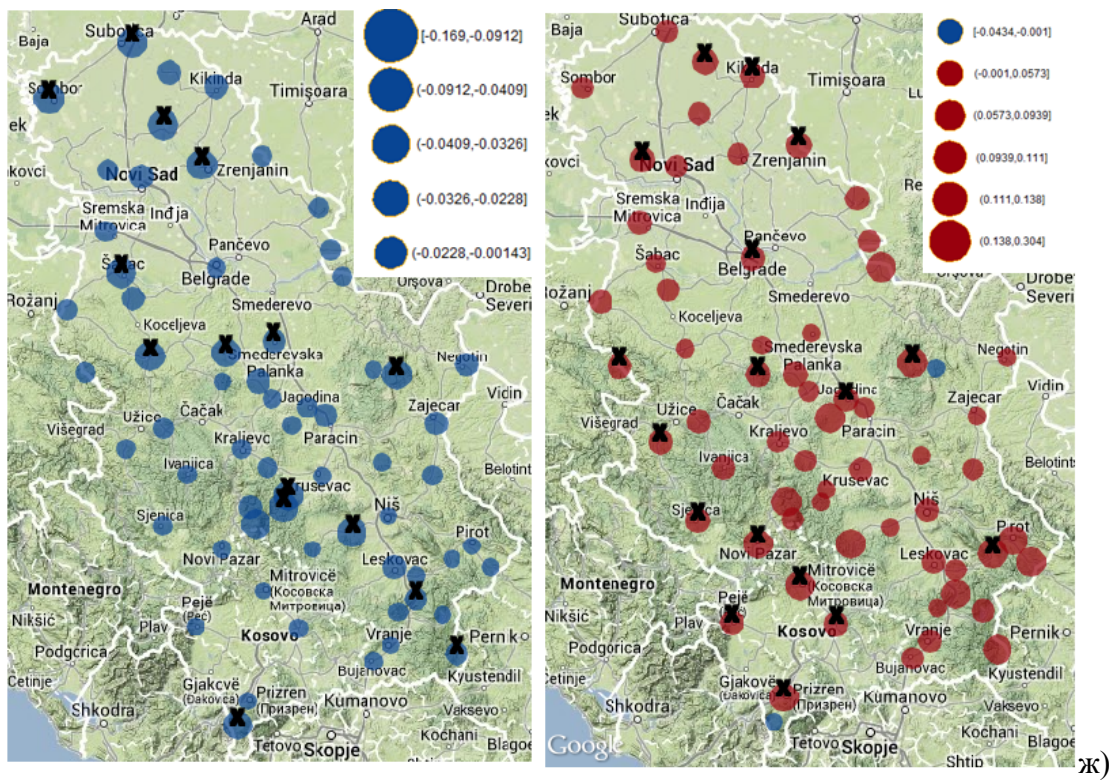
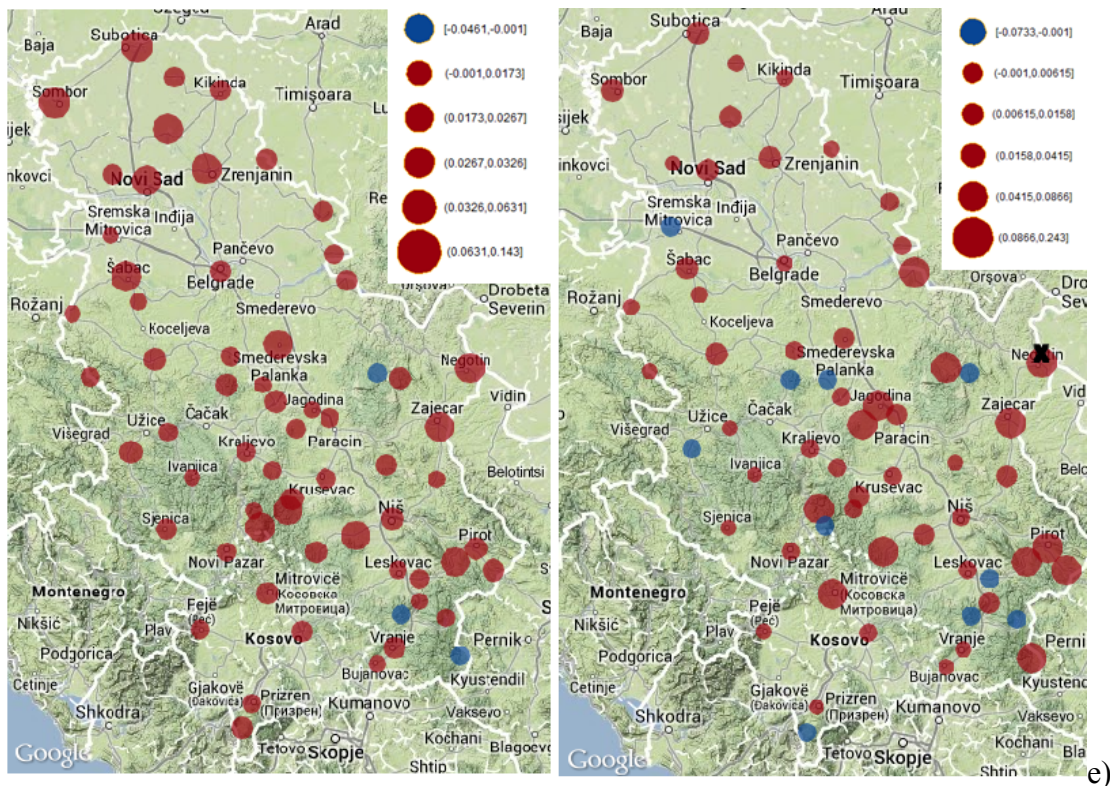
Слика 6.9: Просторни распоред тренда температуре ваздуха за јануар (д) и фебруар(ф) у периоду пре године промене (лево) и након године промене (десно).

У зимској сезони на читавој територији Србије забележен је пораст температуре ваздуха у оба периода, сигнификантан на свега 3 станице (слика 6.9а). Пролеће пре године промене карактеришу и позитивни и негативни трендови, без одређеног просторног груписања (слика 6.9б). Након године промене уочава се повећање температуре ваздуха на свим станицама у Србији, осим на две станице на истоку и југу земље. Ниједан од ова два периода не показује статистички значајне трендове температуре ваздуха.

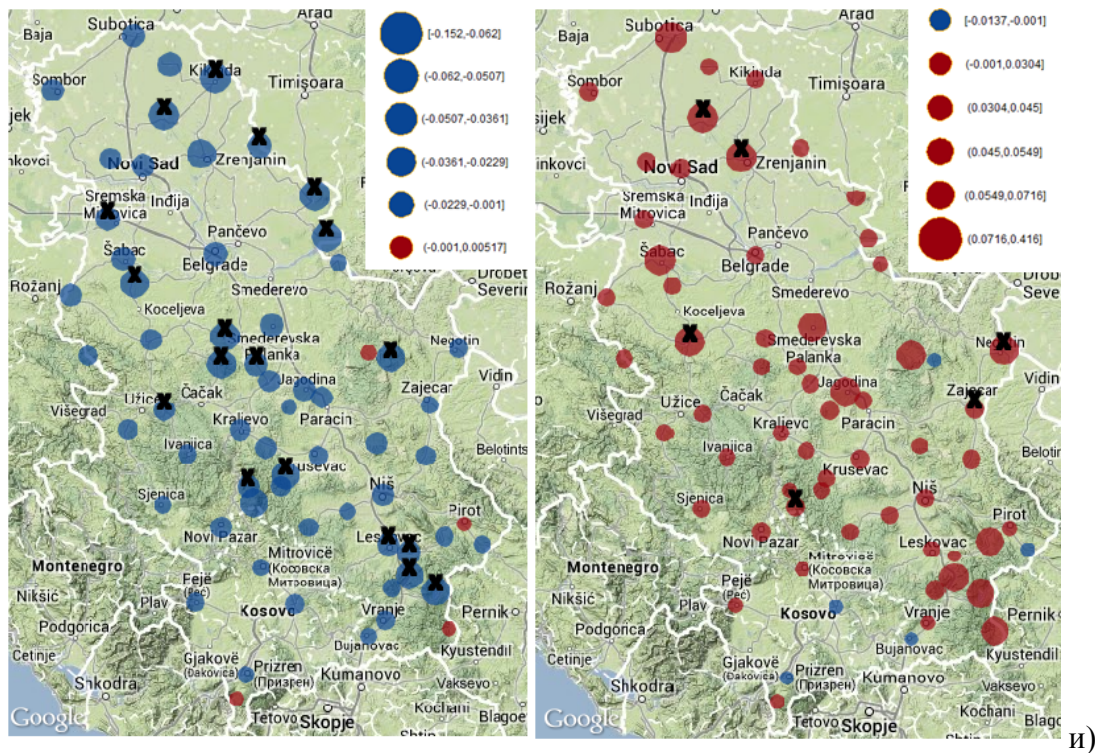
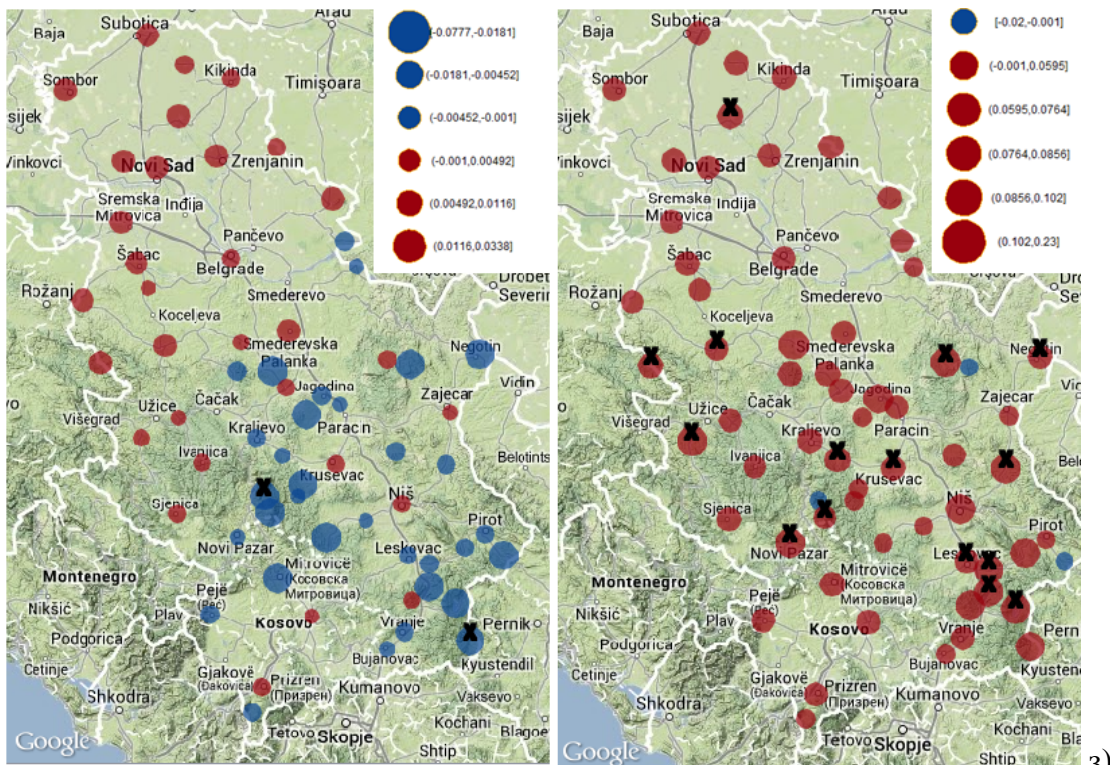
Температура ваздуха у летњој сезони (слика 6.9в), у периоду пре године промене, бележи негативан тренд готово у целој земљи, статистички значајан на 18 станица. У другом периоду тренд је супротног знака скоро на свим станицама, а сигнификантан на 22. Лето је једино годишње доба у анализираном периоду које је показало тако изражену промену знака тренда пре и после године промене.

Резултати за јесен (слика 6.9г) подсећају на резултате добијене за пролеће, будући да нису показали статистички значајне трендове. У првом периоду позитивни и негативни трендови су наизменично распоређени на територији државе, док је у другом периоду евидентан пораст температуре на територији целе земље.

Позитивни трендови у јануару, у првом периоду, добијени су скоро на свим станицама у Србији (слика 6.9д), са статистички значајним вредностима на три станице у југозападном делу земље. Након године промене вредности тренда су генерално ниже. Позитиван тренд и даље преовлађује, нарочито на југу Србије, док је негативан тренд присутан на северу земље. У фебруару нису уочени статистички значајни трендови ни у једном периоду. У периоду пре промене уочено је просторно груписање трендова, будући да су позитивни трендови сконцентрисани на југу и северу земље. У овом периоду изражена је доминација негативних трендова. Период након године промене одликује се позитивним трендовима температуре ваздуха у већем делу земље, са изузетком 8 станица на западу и истоку у којима је забележен пад температуре. У марту (слика 6.9е), као и фебруару, није било статистички значајних трендова температуре ваздуха. У оба периода на територији Србије присутан је пораст температуре ваздуха на већем делу земље.

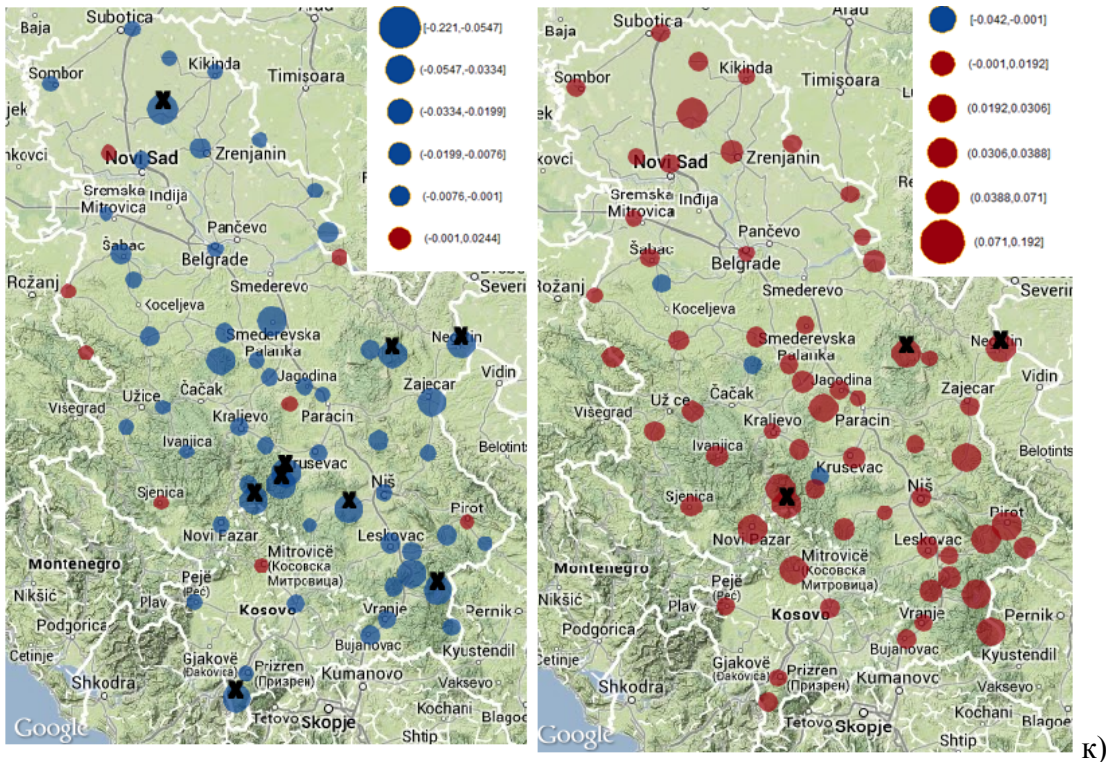
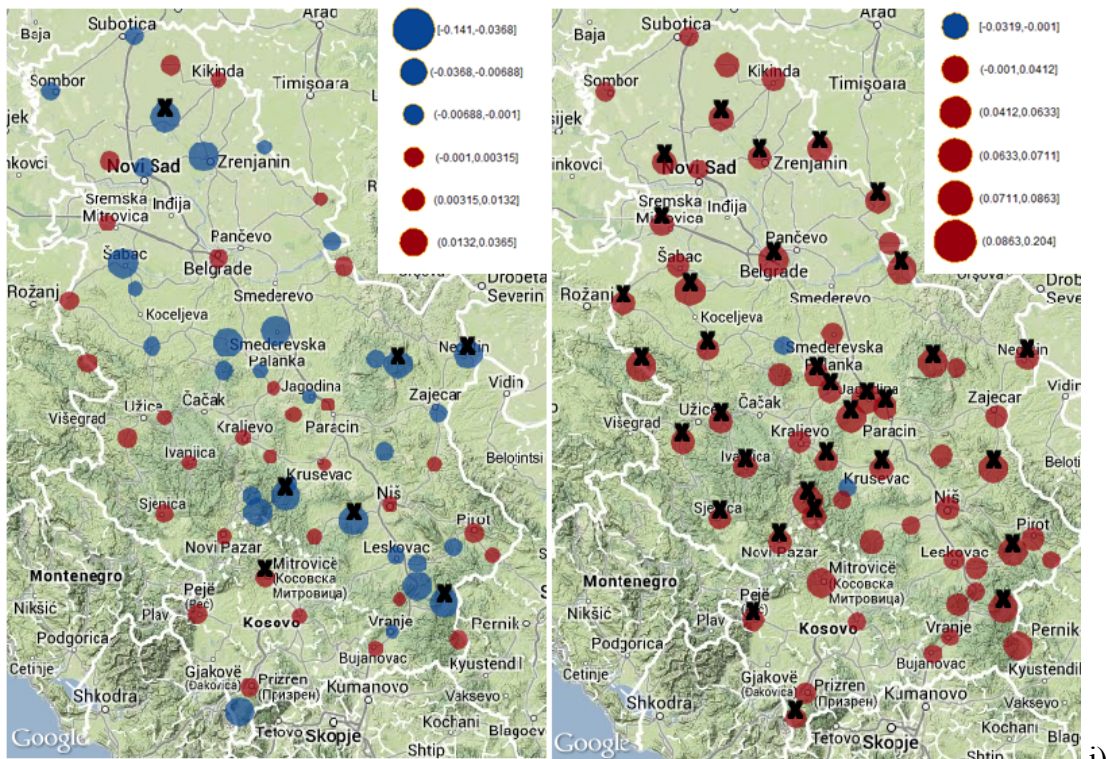


Слика 6.9: Просторни распоред тренда температуре ваздуха за март (е) и април (ж) у периоду пре године промене (лево) и након године промене (десно).

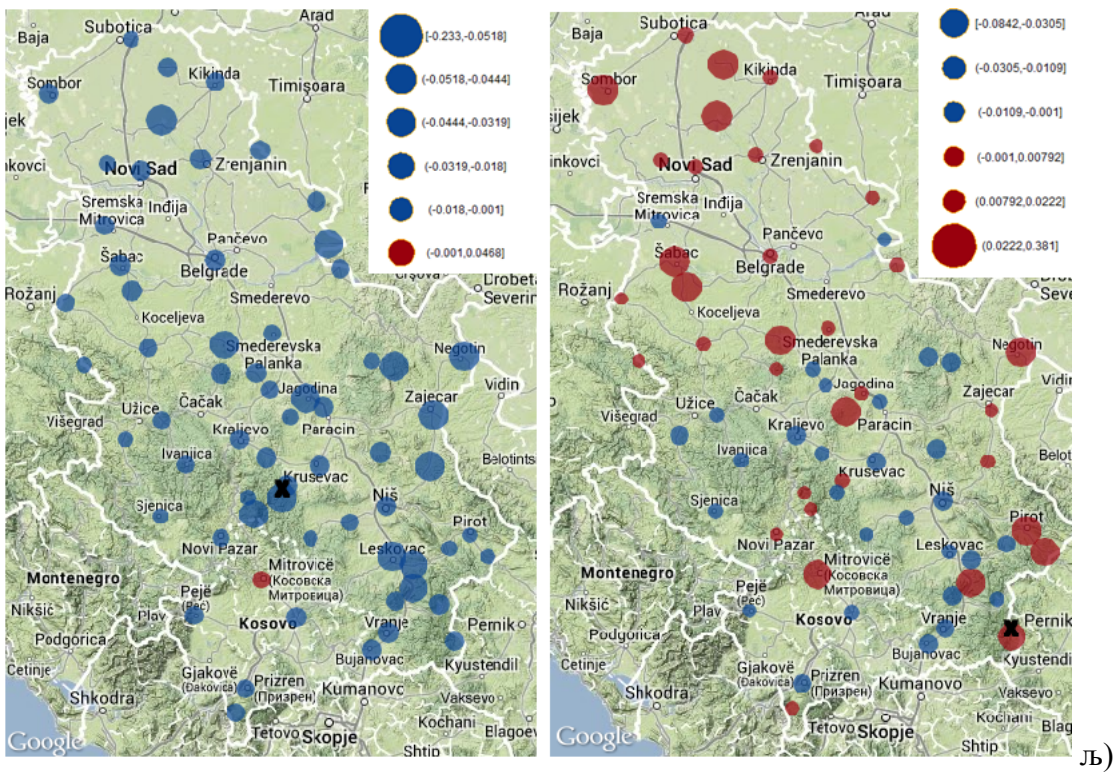
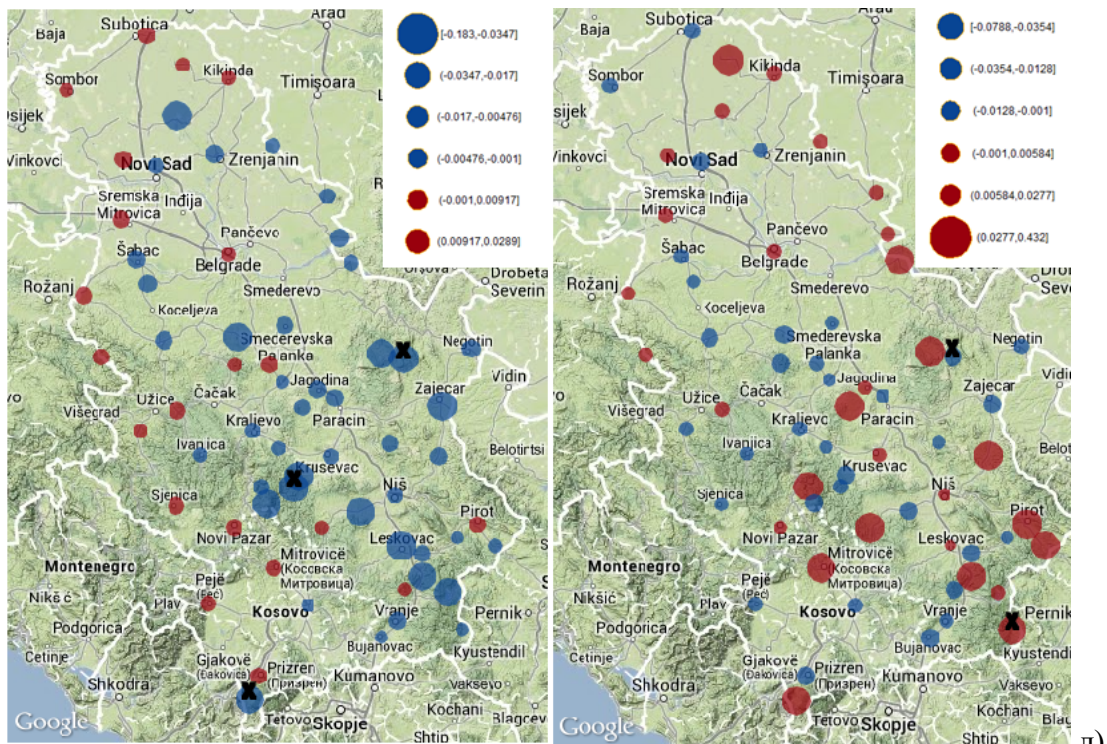


Слика 6.9: Просторни распоред тренда температуре ваздуха за мај (з) и јун (и) у периоду пре године промене (лево) и након године промене (десно).

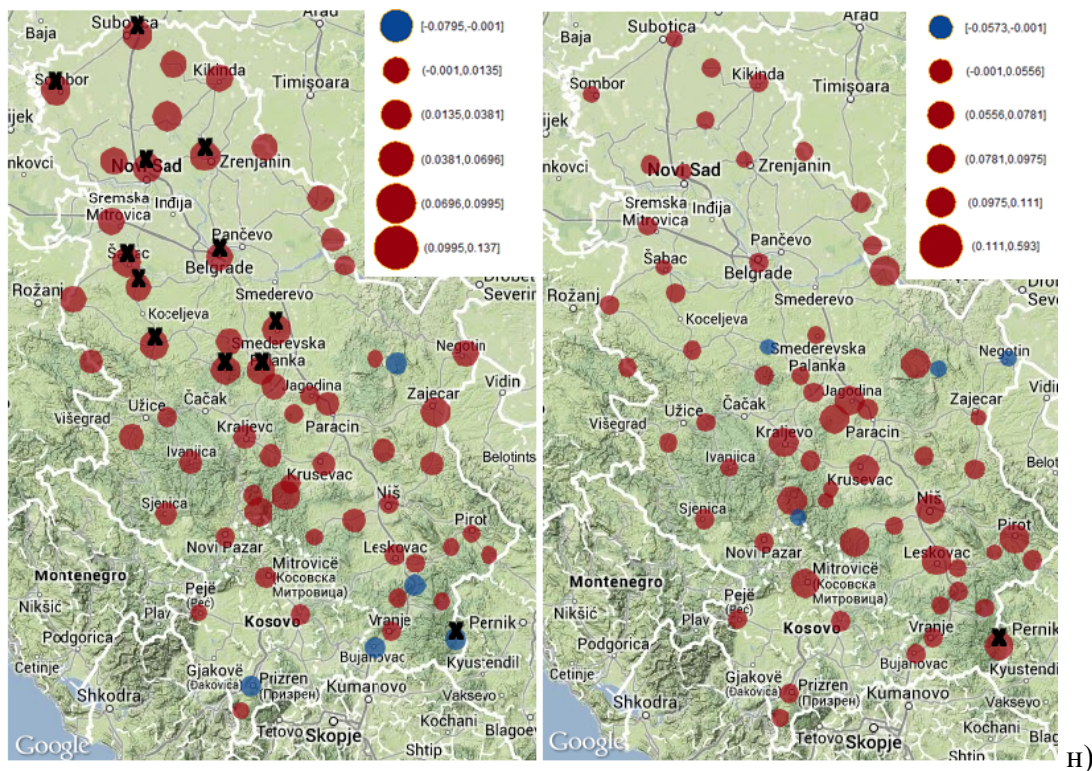
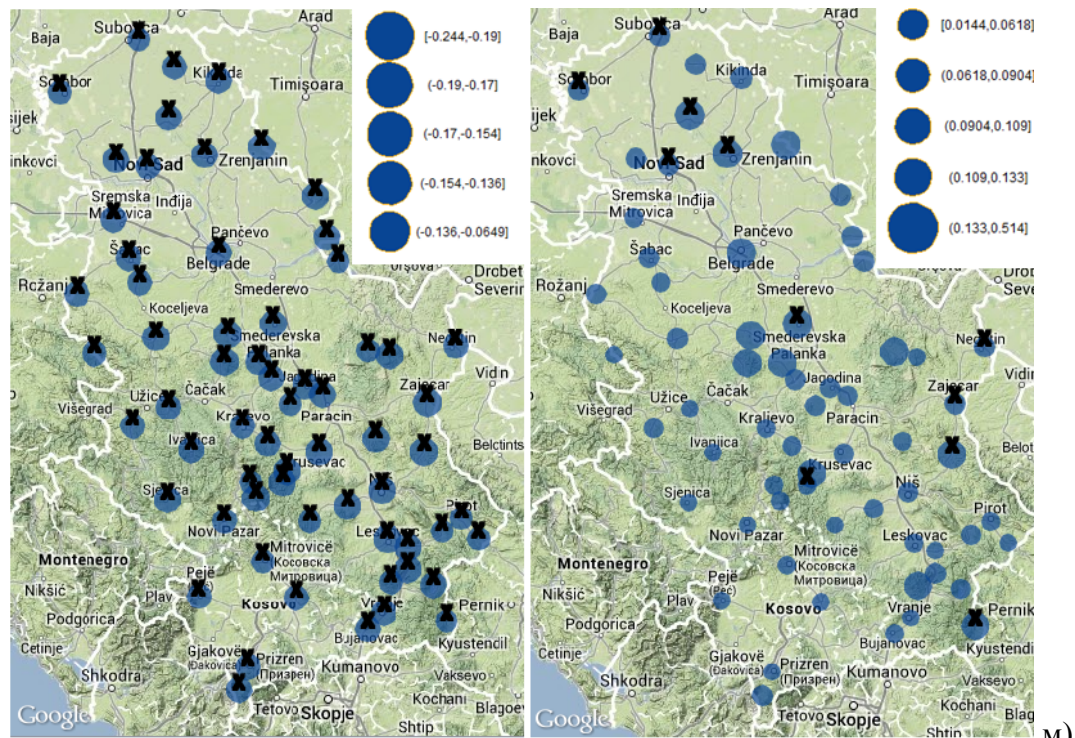
Април, са друге стране, показује изразито снижавање температуре ваздуха на свим станицама у периоду пре промене тренда, статистички значајно на 15 станица, углавном распоређених на територији Војводине и Поморавља (слика 6.9ж). У периоду након године промене општеприсутан је пораст температуре ваздуха, статистички значајан на 17 станица, углавном груписаних у западној Србији, Банату и Шумадији. Резултати за мај (слика 6.9з) показују у првом периоду груписање негативних трендова на југоистоку и истоку и позитивних трендова на северу у севрозападу, углавном несигнификантних. Други период одликује се позитивним трендовима на скоро целој територији, сигнификантним на 14 станица. Јун (слика 6.9и) показује тренд снижавања температуре ваздуха у периоду пре године промене и повећања температуре, након године промене. У првом случају статистички значајно снижавање уочено је на 18 станица, а повећање на 6 станица у Србији. Трендови за јул (слика 6.9ј) се подударају са трендовима за претходни месец са знатно мањим бројем сигнификантних станица са опадајућим трендом у првом периоду, свега 6. Са друге стране, пораст у другом периоду је много израженији, будући да је статистички значајан на 33 станице. Пораст температуре ваздуха у јулу, евидентан је на читавом простору Србије. Август се такође уклапа у образац негативних трендова у првом и позитивних у другом периоду, само што је број станица са статистички значајним трендовима нижи у поређењу са претходним месецом, 8 у првом и свега 3 станице у периоду након године промене. Септембар и октобар (слика 6.9л,љ) генерално показују негативне трендове у периоду пре године промене и позитивне након године промене уз релативно мали број сигнификантних станица у оба периода и непостојање израженог просторног груписања. Новембар је једини месец (слика 6.9м) у којем су, у првом периоду, све станице показале сигнификантан пад температуре ваздуха. Негативни трендови у овом месецу присутни су и у периоду након године промене, уз много мањи број статистички значајних трендова (11) у поређење са претходним периодом. Осим што је једини месец у којем су све станице показале сигнификантне трендове, новембар је и једини месец у којем није дошло до промене знака тренда пре и после године промене. У овом случају дошло је до промене само магнитуде тренда.



Слика 6.9: Просторни распоред тренда температуре ваздуха за јул (j) и август (к) у периоду пре године промене (лево) и након године промене (десно).



Слика 6.9: Просторни распоред тренда температуре ваздуха за септембар (л) и октобар (љ) у периоду пре године промене (лево) и након године промене (десно).



Слика 6.9: Просторни распоред тренда температуре ваздуха за новембар (м) и децембар (н) у периоду пре године промене (лево) и након године промене (десно).

За децембар (слика 6.9н) је генерално карактеристичан пораст температуре ваздуха у оба периода, с тим што је израженији у првом периоду, бележећи сигнификантност на 12 станица, распоређених на простору Војводине и Шумадије. Имајући у виду генерални образац пораста тренда температуре након године промене, децембар је својеврстан изузетак, обзиром на то да је у периоду након године промене пораст температуре мање изражен, значајан свега на једној станици.

6.4.2 Просторна аутокорелација

Израчуната вредност *Moran's I* индекса за средње годишње температуре указује на статистички значајно груписање, али ниску просторну аутокорелацију.

Табела 6.1: Годишња, сезонске и месечне вредности *Moran's I* аутокорелационе статистике тренда падавина за Србију (1961-2009) и вредност *Z* у првом периоду.

Период	<i>Moran's I</i>	<i>Z</i>	<i>p</i> <	Коментар
Година	0.052	4.342	0.01	Постоји мање од 1% вероватноће да је груписање тренда последица случајности.
Зима	0.03	6.06	0.01	Постоји мање од 1% вероватноће да је груписање тренда последица случајности.
Пролеће	0	1.8	0.1	Постоји 5-10% вероватноће да је груписање случајно.
Лето	-0.02	-0.21	0	Не постоји груписање тренда.
Јесен	-0.01	0.87	0	Не постоји груписање тренда.
Јануар	0.01	3.1	0.01	Постоји 5-10% вероватноће да је груписање случајно.
Фебруар	0.02	4.06	0.01	Постоји мање од 1% вероватноће да је груписање тренда последица случајности.
Март	-0.01	0.88	0	Не постоји груписање тренда.
Април	-0.01	0.55	0	Не постоји груписање тренда.
Мај	0.09	13.28	0.01	Постоји мање од 1% вероватноће да је груписање тренда последица случајности.
Јун	0.02	4.22	0.01	Постоји мање од 1% вероватноће да је груписање тренда последица случајности.
Јул	-0.01	0.32	0	Не постоји груписање тренда.
Август	0	1.66	0.1	Постоји 5-10% вероватноће да је груписање случајно.
Септембар	0	2.03	0.1	Постоји 5-10% вероватноће да је груписање случајно.
Октобар	-0.01	0.22	0	Не постоји груписање тренда.
Новембар	-0.01	0.81	0	Не постоји груписање тренда.
Децембар	0.14	17.91	0.01	Постоји мање од 1% вероватноће да је груписање тренда последица случајности.

Редови обојени сивом бојом означавају статистички значајно груписање тренда.

Готово идентичан резултат је добијен за тренд у периоду до године промене (табела 6.1) на годишњем нивоу $I=0.052$ ($Z=4.342$, $p<0.001$). За други период (табела 6.2), након преломне године $I=0.0001$ ($Z=1.342$, $p=0.1$) потврђена је нулта хипотеза да "нема просторног груписања вредности".

Табела 6.2: Годишња, сезонске и месечне вредности *Moran's I* аутокорељационе статистике тренда падавина за Србију (1961-2009) и вредност *Z* у другом периоду.

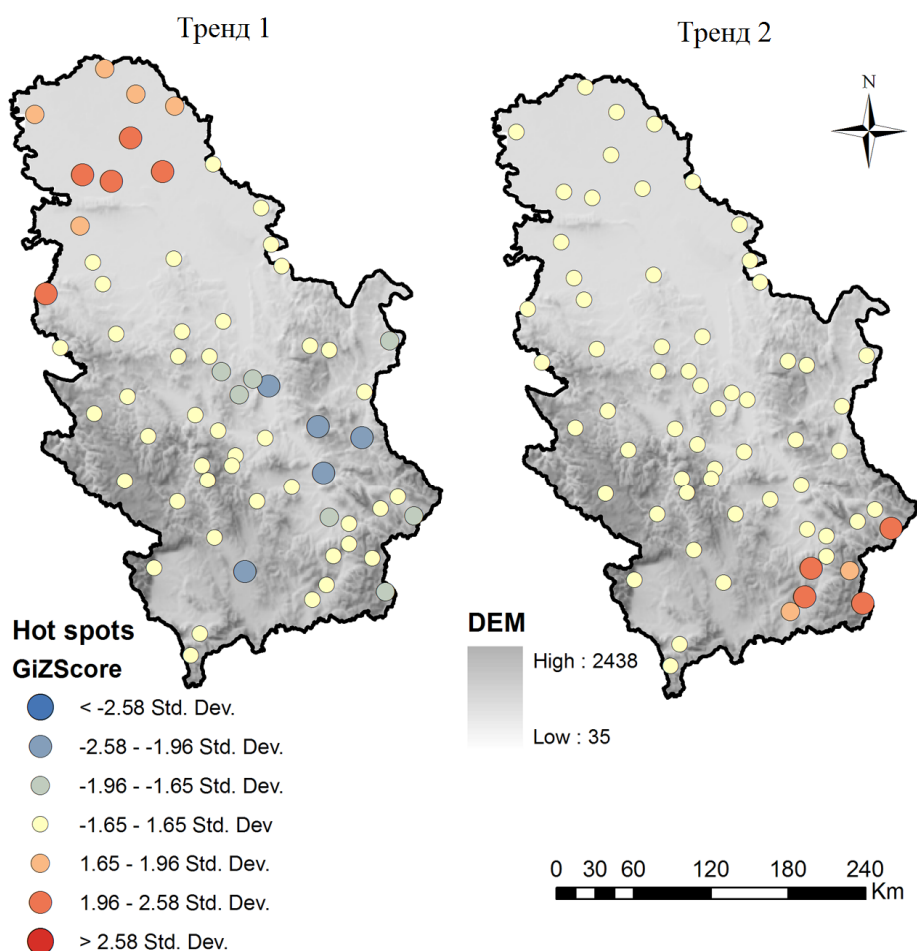
Период	<i>Moran's I</i>	<i>Z</i>	<i>p</i> <	Коментар
Година	0.0001	1.342	0.1	Постоји 5-10% вероватноће да је груписање случајно.
Зима	0.01	5.14	0.01	Постоји мање од 1% вероватноће да је груписање тренда последица случајности.
Пролеће	-0.01	0.29	0	Не постоји груписање тренда.
Лето	-0.02	-0.06	0	Не постоји груписање тренда.
Јесен	-0.02	-0.04	0	Не постоји груписање тренда.
Јануар	0.01	5.95	0.01	Постоји мање од 1% вероватноће да је груписање тренда последица случајности.
Фебруар	0	2.45	0.05	Постоји 5-10% вероватноће да је груписање случајно
Март	-0.01	1.15	0	Не постоји груписање тренда.
Април	-0.02	-0.19	0	Не постоји груписање тренда.
Мај	-0.02	-0.97	0	Не постоји груписање тренда.
Јун	-0.02	-0.02	0	Не постоји груписање тренда.
Јул	-0.03	-0.17	0	Не постоји груписање тренда.
Август	0.02	4.08	0.01	Постоји мање од 1% вероватноће да је груписање тренда последица случајности.
Септембар	-0.01	0.68	0	Не постоји груписање тренда.
Октобар	-0.02	-0.21	0	Не постоји груписање тренда.
Новембар	0	1.9	0.1	Постоји 5-10% вероватноће да је груписање случајно.
Децембар	0	1.66	0.1	Постоји 5-10% вероватноће да је груписање случајно.

Редови обојени сивом бојом означавају статистички значајно груписање тренда

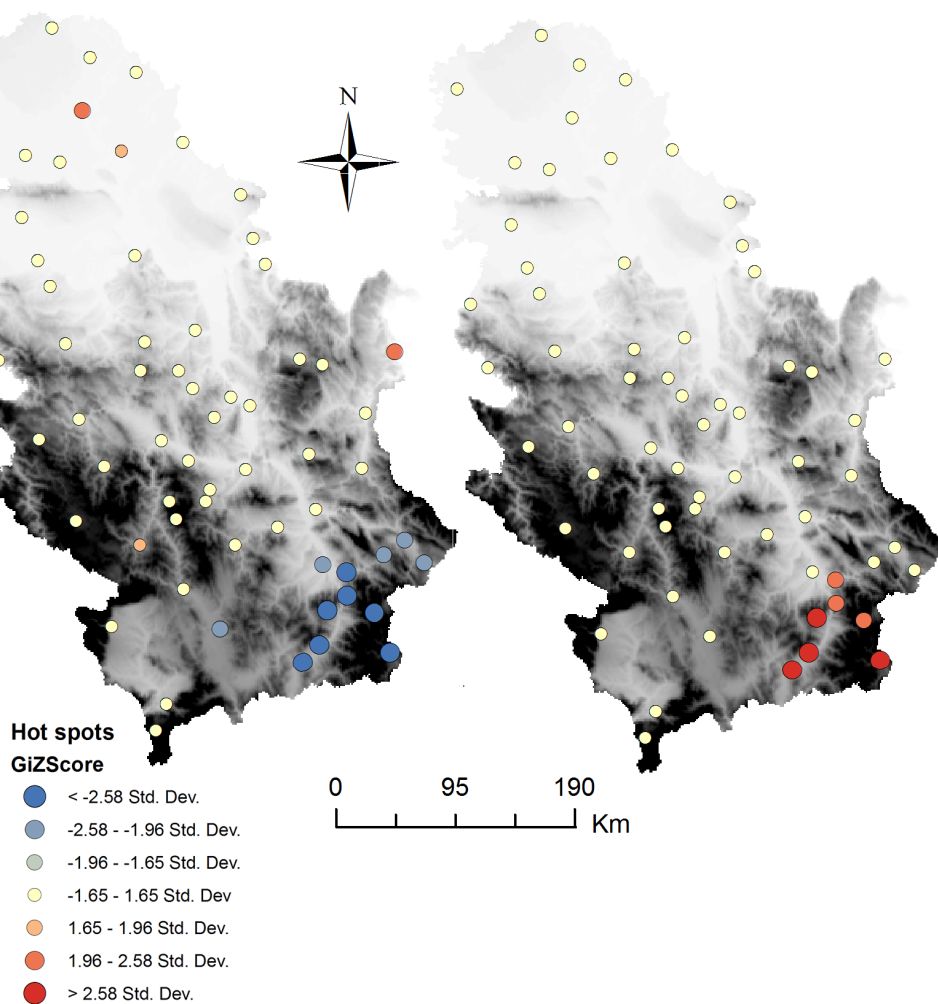
Како би се остварио бољи увид у просторно груписање трендова температуре ваздуха за сваку станицу, примењена је *Hot Spot* анализа израчунавањем *Getis-Ord Gi* статистика, упркос релативно ниским вредностима глобалног просторног индекса аутокорељације на годишњем нивоу (слика 6.10). На сезонском и месечном нивоу примењена је *Hot Spot* анализа само за статистички значајне вредности глобалног просторног индекса.

Црвени кружићи (*Hot spot*) указују на статистички значајно груписање високих вредности трендова температуре ваздуха у северном делу Србије, док негативне *Z*

вредности, указују на груписање ниских вредности трендова температуре (плава боја). Вредности локалне аутокорејације трендова температуре потврђују резултате добијене глобалном просторном корелацијом за оба периода. Жуто обојене тачке (станице са ниском Z вредности и високом p вредности) не указују на статистички значајно просторно груписање ниских или високих вредности трендова у оба анализирана периода. Резултати *Hot spot* анализе на годишњем нивоу (слика 6.10) у периоду пре године промене показују груписање високих вредности тренда у северозападу Србије и ниских вредности тренда у југоисточном делу земље. Након године промене тренда, јавља се груписање високих вредности трендова на југоистоку земље.



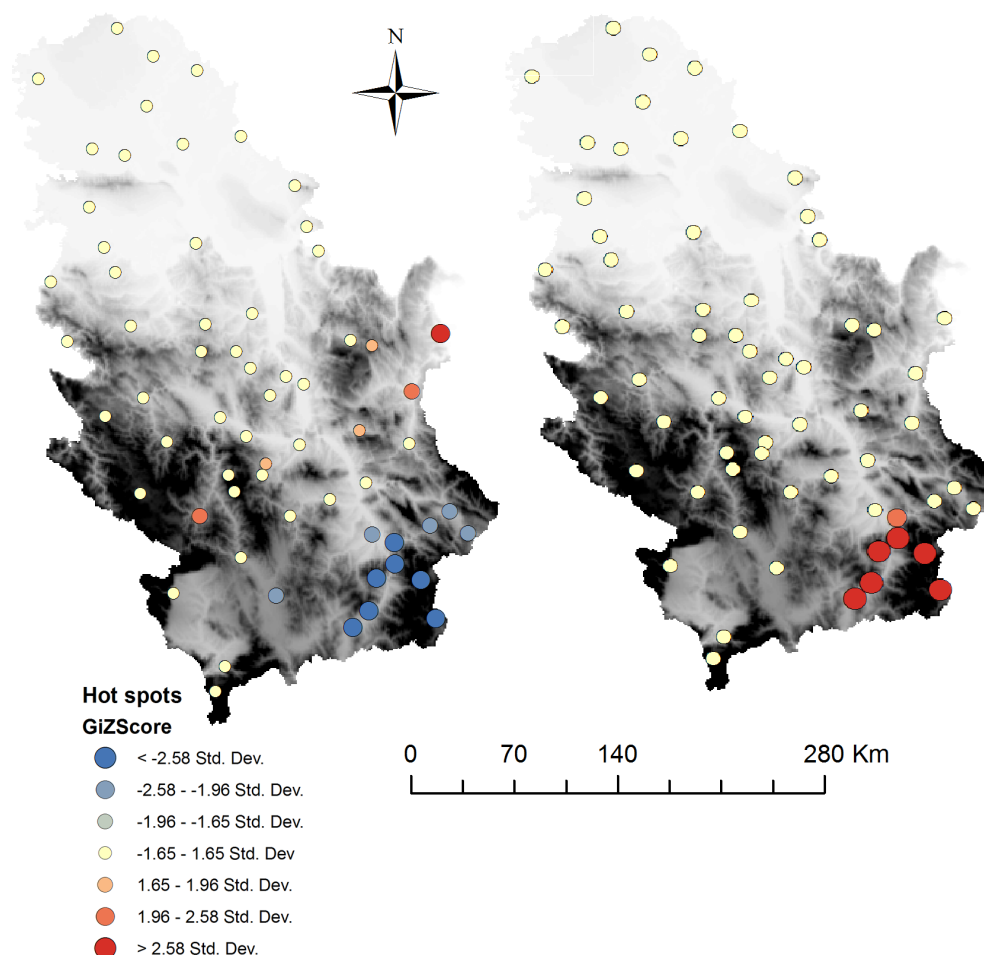
Слика 6.10: Резултати *Hot spot* анализе тренда температуре ваздуха на годишњем нивоу (1961-2010) за тренд 1 (лево) и тренд 2(десно).



Слика 6.11: Резултати *Hot spot* анализе тренда температуре ваздуха за зиму (1961-2010) за тренд 1 (лево) и тренд 2 (десно).

Израчуната вредност *Moran's* индекса за сезонске температуре указује на статистички значајно груписање само за зимску сезону (слика 6.11). Остале сезоне нису показале статистички значајно груписање. На слици се уочава груписање ниских вредности индекса аутокорељације на југоистоку земље у периоду пре године промене, док се у наредном периоду, након године промене, уочава идентичан просторни распоред само са виском вредностима индекса аутокорељације груписаним такође на југоистоку Србије. Резултати *Hot spot* анализе за јануар (слика 6.12) дали су сличне резултате оним за зиму. Наиме, у оба периода груписање индекса

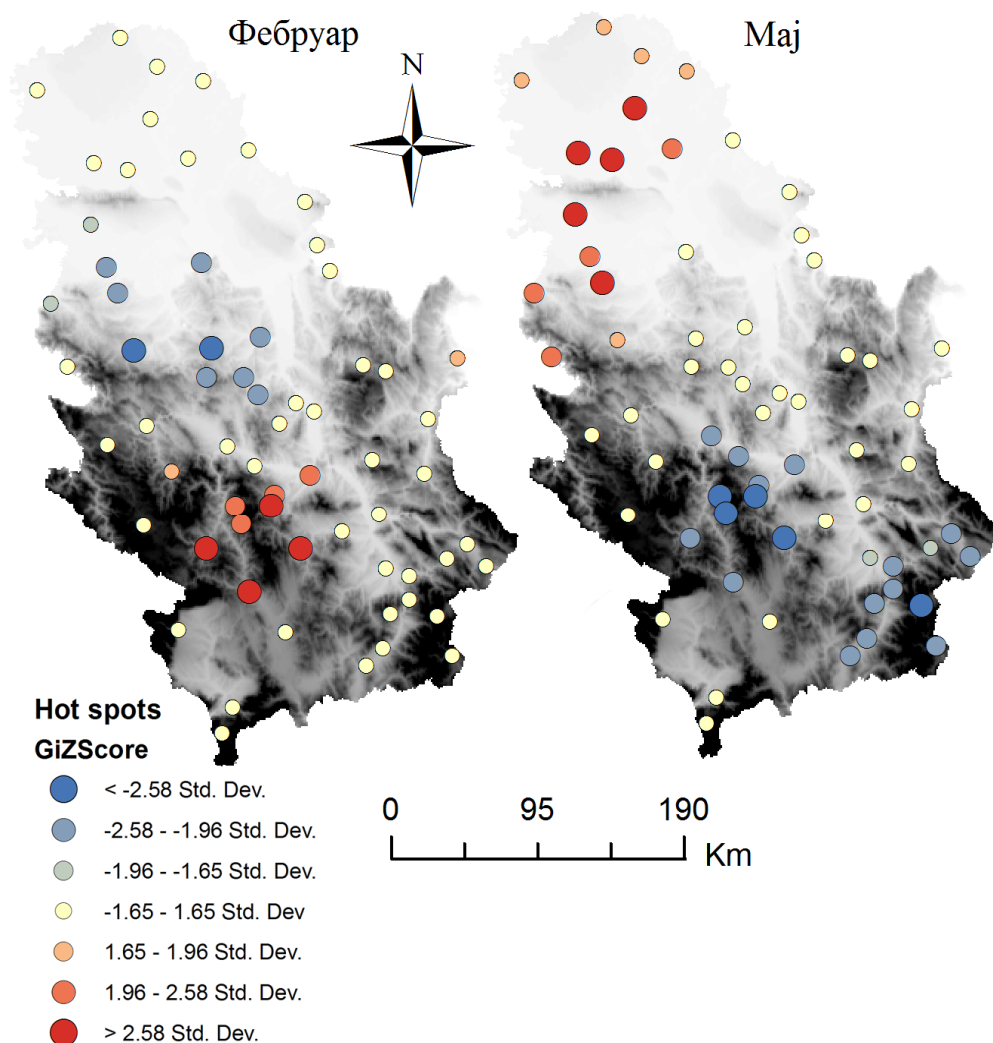
аутокорелације се јавља на југоистоку земље, осим што су у првом периоду груписане ниске вредности индекса аутокорелације, а у другом периоду високе вредности.



Слика 6.12: Резултати *Hot spot* анализе тренда температуре ваздуха за јануар (1961-2010) за тренд 1 (лево) и тренд 2(десно).

У периоду до године промене статистички значајно груписање индекса аутокорелације добијено је за фебруар, мај, јун и децембар. У фебруару се уочава (слика 6.13) груписање ниских вредности у области Срема и Шумадије и високих вредности у сливу Ибра. Са друге стране, мај показује (слика 6.13) обрнуто распоређене вредности индекса и то тако што су високе вредности груписане у Срему и Бачкој, а ниске вредности у сливу Ибра и у југоисточном делу Србије. Иако

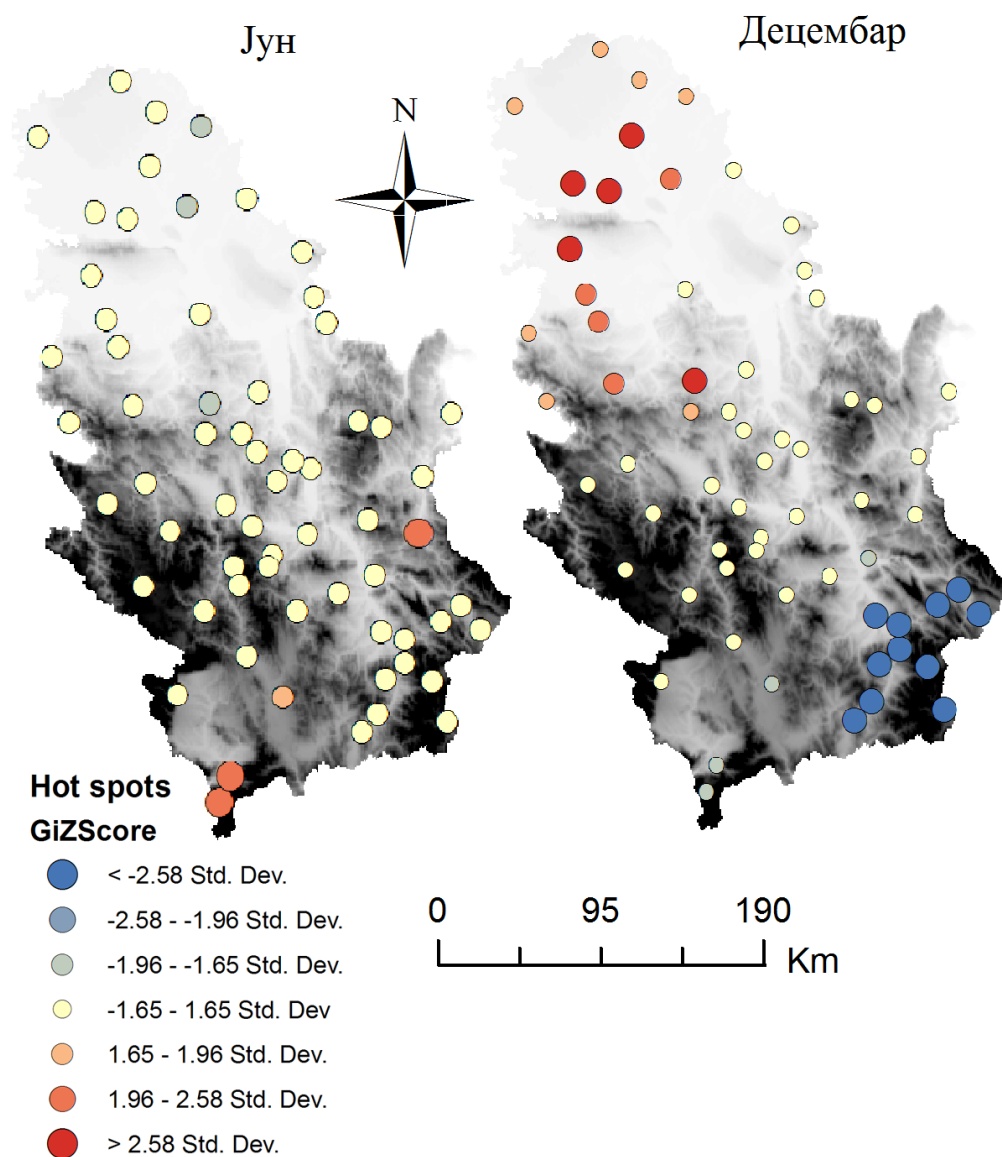
је за јун израчунато статистички значајно груписање трендова, на слици 6.14 се не уочава просторно груписање трендова, осим на самом југу земље.



Слика 6.13: Резултати *Hot spot* анализе тренда температуре ваздуха за фебруар и мај (1961-2010) за тренд 1.

Резултати за децембар (слика 6.14), са друге стране показују јасно просторно груписање трендова и то високих вредности у северозападном делу земље, нарочито на територији Срема и Бачке, као и високих вредности у југоисточном делу Србије.

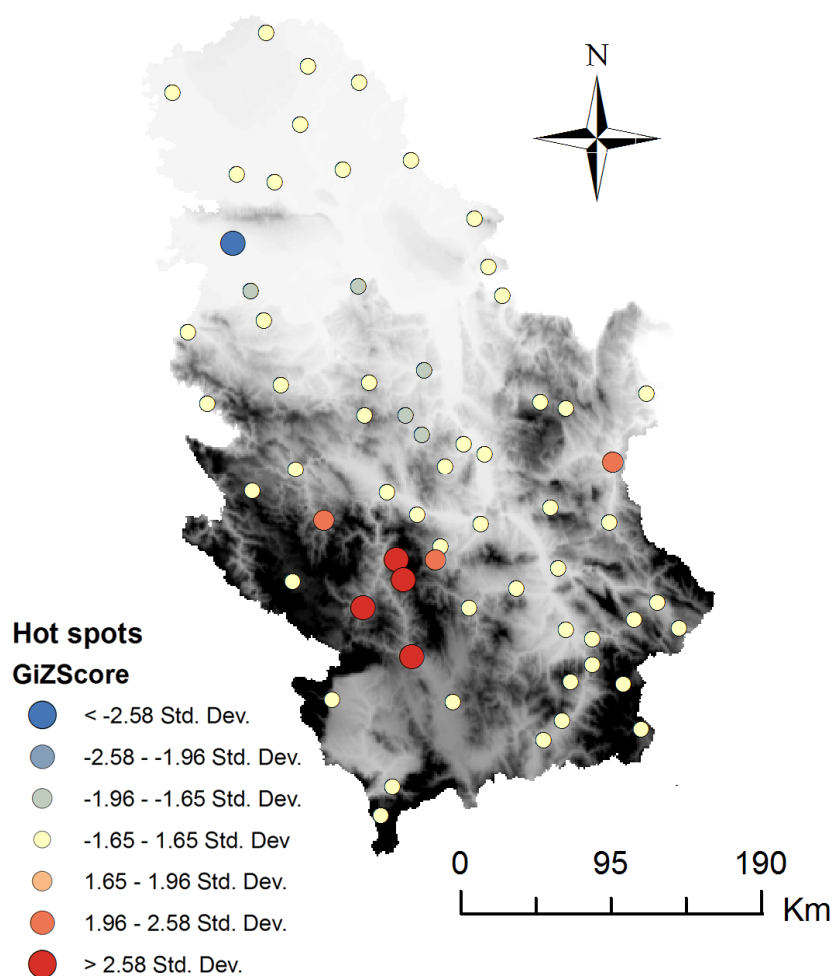
Статистички значајно груписање трендова израженије је у периоду пре године промене тренда, него у периоду након промене, будући да су у другом периоду статистички значајно груписање показали само јануар и јун.



Слика 6.14: Резултати *Hot spot* анализе тренда температуре ваздуха за јун и децембар (1961-2010) за тренд 1.

Резултати *Hot spot* анализе за јун (слика 6.15), након године промене тренда указују на статистички значајно груписање ниских вредности у Срему и Шумадији и високих вредности у сливу Ибра.

Просторно груписање трендова показало је релативно идентичан просторни распоред правца северозапад-југоисток. Груписање трендова, било високих или ниских вредности, најизраженије је у југоисточном делу земље.



Слика 6.15: Резултати *Hot spot* анализе тренда температуре ваздуха за август (1961-2010) за тренд 2.

6.5 Закључак

У овом поглављу анализиран је тренд температуре ваздуха на годишњем, сезонском и месечном нивоу у периоду од 1961. до 2010. године, на основу 64 станице. Како би се одредила година промене тренда за сваку станицу су урађени *CUSUM* графикони. Резултати анализе године промене су показали да је она присутна на свим станицама у посматраном периоду. На слици 6.6 уочава се да је на већини станица, година промене тренда 1989.

У раду су разматрана два временским низа, пре и након године промене. На основу *LSQ* модела установљен је пад температуре од -0.001 °C до -0.087 °C годишње у периоду пре године промене, који је праћен порастом од 0.018 °C до 0.362 °C годишње након године промене. На основу добијених резултата *LSQ* моделом, може се рећи да је значајан пораст температуре ваздуха присутан на већини анализираних станица током последње две деценије.

На основу свега изнетог може се закључити да су резултати добијени за Србију у складу са оним за Европу, иако се година прелома јавља са померајем од неколико година. На многим станицама у Србији уочен је тренд отопљавања почев од краја 1970-их година, што је такође у складу са резултатима добијеним за Европу (Klein Tank and Können, 2003) као и Србију (Unkašević et al., 2005). Анализирајући временске серије *NAO* и *EA* индекса, закључак је да на загревање у Србији (после године промене тренда) може утицати како *NAO* тако и *EA*.

Просторна анализа тренда средње годишње, сезонских и месечних температуре ваздуха (1961-2010) указала је на релативно слабо груписање на годишњем нивоу, са високим вредностима средње годишње температуре у северном делу Србије и ниским вредностима у јужном делу земље. Сличну просторну структуру показују температурни трендови пре године промене, док трендови температуре након године промене не показују просторно груписање на годишњем нивоу. Период пре године

промене показао је боље резултате глобалне и локалне аутокорељације будући да су статистички значајна груписања добијена за зиму, јануар, фебруар, мај, јун и децембар. У периоду након године промене статистички значајна груписања израчуната су за зиму, јануар и август.

Будућа истраживања би свакако требала узети у обзир анализу трендова максималне и минималне температуре ваздуха у Србији, како би се сагледао регионални распоред екстремних вредности.

Поглавље 7

Просторни распоред инсолације у Србији

7.1 Увод

Анализа сунчевог зрачења заузима важно место у проучавању климатских промена (Ramanathan et al., 2001). У периоду између 1950-их и 1980-их година уочено је смањење глобалног сунчевог зрачења од $-0.51 \pm 0.05 \text{ Wm}^{-2}/\text{a}$ што, одговара смањењу од 2.7 % по декади (Stanhill and Cohen, 2001). Ова појава позната је у научној литератури под називом "глобално затамњивање" (*global dimming*) (Gilgen et al., 1998; Liepert, 2002). Супротан тренд, уочен 1980-их као и последњих деценија, окарактерисан је као значајно повећање сунчеве радијације (Wild et al., 2005; Pinker et al., 2005) или тзв. "глобално осветљавање" (*global brightening*).

Узрок смањења сунчевог зрачења у периоду 1950-1980 није у потпуности познат. Као најприхватљивије објашњење наводи се промена прозирности Земљине атмосфере (Stanhill, 2005) до које је дошло услед повећања концентрације аеросола изазваног повећаним загађењем. Са друге стране, као могући разлог повећања сунчеве радијације наводи се смањење антропогених емисија аеросола у последњих неколико деценија, као последица повећаног загађења ваздуха (Streets et al., 2006). У прилог овој хипотези иду мерења која су забележила пораст прозирности атмосфере од 1990. године (Wild et al., 2005). Међутим, треба имати у виду да објашњење снижавања сунчеве радијације као и повећања носи одређен степен несигурности. Alpert et al. (2005), наводе да антропогени утицај има значаја на локалном, али не и на глобалном нивоу и да негативан тренд сунчеве радијације уочен у досадашњим анализама пре свега треба тумачити на регионалном и локалном нивоу.

У циљу детаљније анализе тзв. глобалног затамњивања потребно је располагати подацима са већом просторном резолуцијом и дужим низом осматрања. Поред

података о сунчевом зрачењу, неопходно је користити и друге климатске елементе попут облачности, као и дужине трајања сунчевог сјаја (инсолације). Много је радова у којима је анализиран просторни распоред инсолације у Европи (Power, 2003; Auer et al. 2007; Reinhard et al. 2005) и свету (Angell, 1990; Liang and Xia, 2005; Inoue and Matsumoto, 2003).

Табела 7.1: Списак станица са географским координатама и средњом год. инсолацијом (у сатима (*h*))

Станица	СГШ	ИГД	НВ	инсолација
Бачки Петровац	45°22'	19°34'	85	2051
Београд	44°48'	20°28'	132	2070
Ваљево	44°17'	19°55'	176	1971
Велико Градиште	44°46'	21°33'	82	2062
Власина	42°58'	22°08'	1190	2077
Врање	42°33'	21°55'	432	2101
Димитровград	43°01'	22°45'	450	2097
Жагубица	44°12'	21°47'	314	1993
Зајечар	43°53'	22°18'	144	2028
Златибор	43°44'	19°43'	1028	1983
Кикинда	45°51'	20°28'	81	2139
Крагујевац	44°02'	20°56'	185	2046
Краљево	43°44'	20°41'	215	1866
Крушевац	43°34'	21°21'	185	1847
Куршумлија	43°08'	21°16'	382	1819
Лесковац	43°01'	21°57'	230	2031
Лозница	44°33'	19°14'	121	1992
Неготин	44°14'	22°33'	42	2069
Ниш	43°20'	21°54'	202	2024
Палић	46°06'	19°46'	102	2108
Пожега	43°51'	20°02'	310	1617
Римски Шанчеви	45°19'	19°51'	86	2097
Сјеница	43°16'	20°01'	1038	1945
Смед.Паланка	44°22'	20°57'	121	2132
Сомбор	45°46'	19°09'	87	2058
Срем. Митровица	44°58'	19°38'	82	2029
Ђуприја	43°56'	21°23'	123	2064
Црни Врх	44°10'	21°58'	1037	2017

Sanchez-Lorenzo et al. (2007) су истраживали колебање инсолације и просторни распоред тренда инсолације у Шпанији у периоду од 1931. до 2004. године. Они су уочили снижавање трајања сунчевог сјаја од 1950. до 1980. године, након чега је забележен позитиван тренд до краја прошлог века. Њихови резултати подударају се са претходно наведеним резултатима. У Србији није било много студија у којима је анализиран просторни аспект инсолације (Unkasevic, 1997; Gburčik et al., 2006).

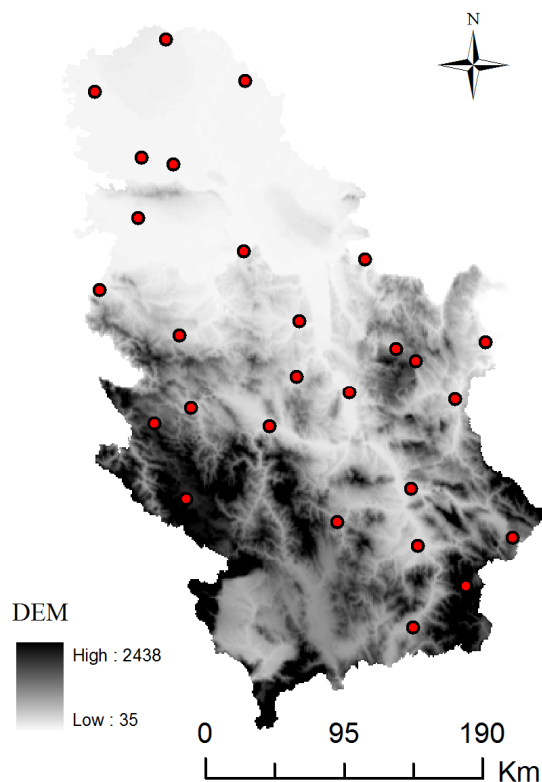
Циљ овог истраживања је анализа просторног распореда инсолације у Србији као просторна анализа њеног тренда.

7.2 База података

У овом поглављу анализиран је просторни аспект средњег годишњег трајања сунчевог сјаја на основу података са 28 синоптичких станица у Србији у периоду од 1949. до 2006. године. Недостатак овог сета података је релативно мали број станица (углавном синоптичких) на којима се мери инсолација. Списак станица са подацима за географску ширину, географску дужину, надморску висину и просечну годишњу вредност осунчавања дат је у табели 7.1. Просторни распоред метеоролошких станица приказан је на слици 7.1.

7.3 Методе истраживања

Пре генерисања карте просторног распореда трајања сунчевог сјаја у Србији, извршена је просторна аутокорелација средњих годишњих вредности инсолације. Опис овог метода дат је у поглављу 2. За анализу тренда инсолације коришћен је непараметарски *Man Kendall* тест и *Sen's* метод за утврђивање статистичке значајности и нагиба тренда. Картирање тренда остварено је применом софтверског решења *plotGoogleMaps*. Оба метода описана су у поглављу 3.



Слика 7.1: Просторни распоред метеоролошких станица коришћених за анализу инсолације.

7.3.1 Метода интерполација инверзним дистанцама

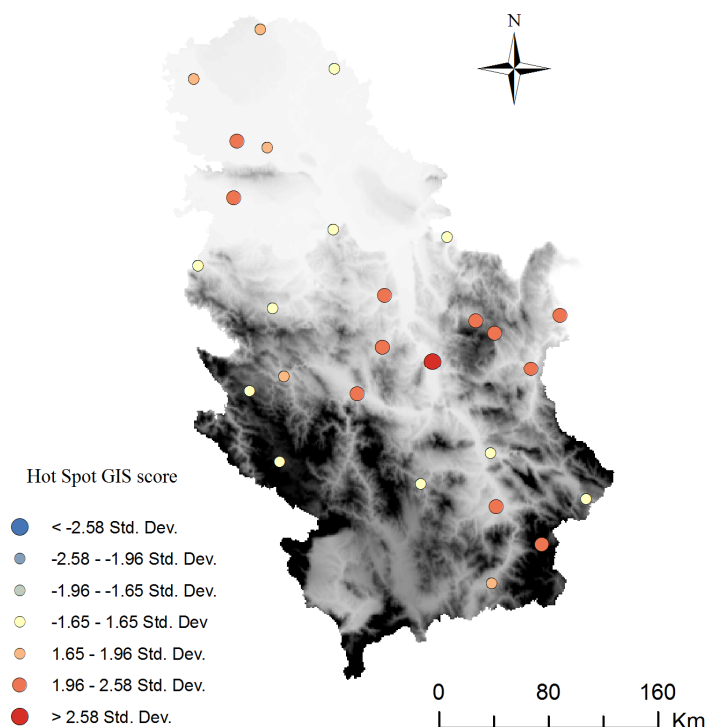
Овај метод коришћен је за израду карте просторног распореда средње годишње инсолације у Србији у периоду од 1949. до 2006. године. Главна претпоставка метода интерполације инверзним дистанцама је да се вредност атрибута Z , на произвољној локацији може одредити осредњавањем податка са тачака из непосредне околине, узимајући при томе у обзир њихова растојања до локације у којој се врши предикција.

Интерполација инверзним дистанцама обично се у ГИС-у користи за креирање растера из тачкастих података. Када се на тај начин добију подаци у правилном гриду, могу се генерисати изолиније кроз интерполисане тачке и тако добити карта у векторском или растерском облику (Burrough and McDonnell, 1998).

7.4 Резултати и дискусија

7.4.1 Просторна аутокорељација

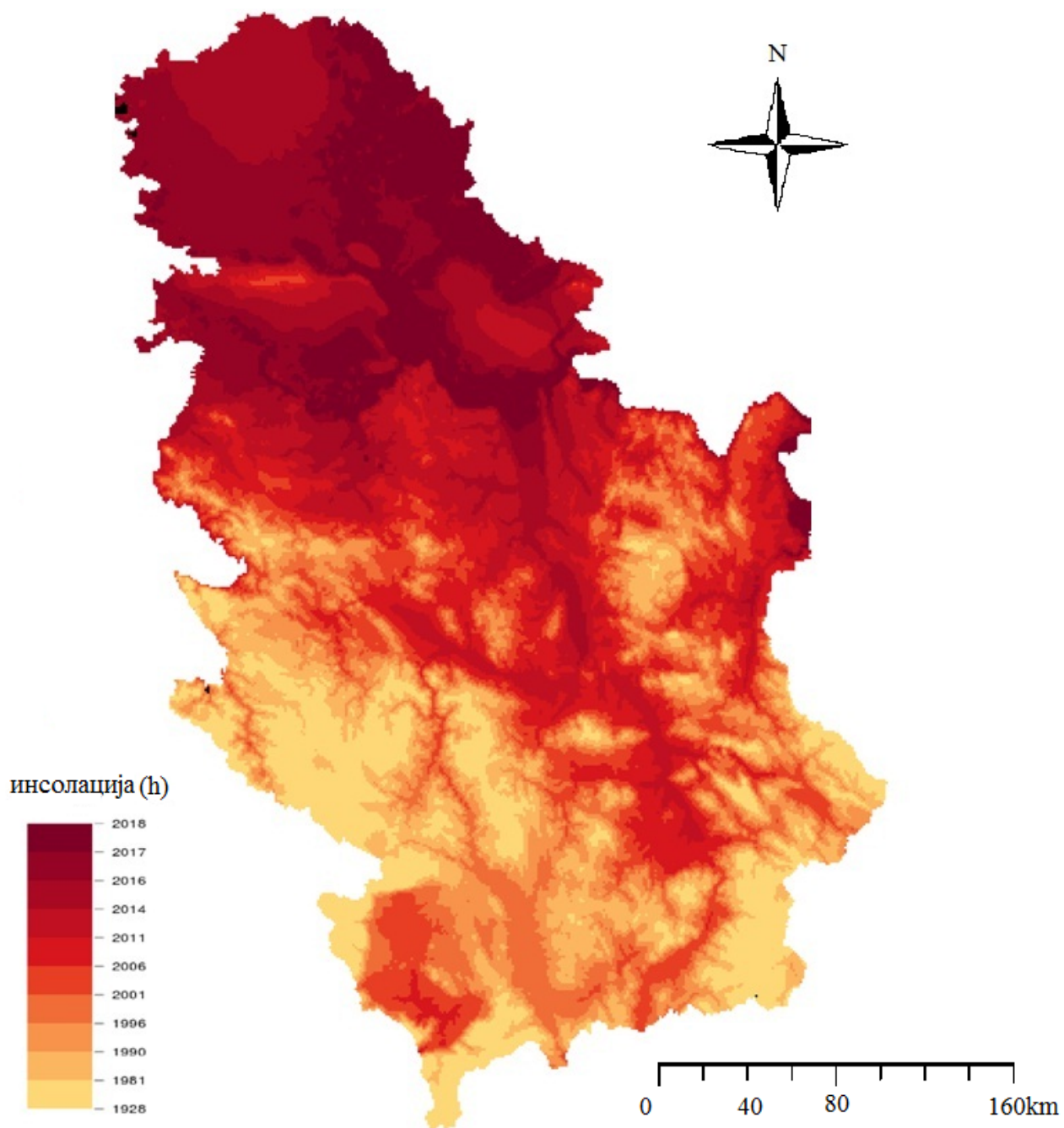
Слика 7.2 приказује локалну G_i статистику и њену вредност Z за средњу годишњу инсолацију. Груписање станица уочава се у северном делу земље на простору Срема и Бачке, затим у Поморављу и простору источне Србије. Ово су уједно области са најдужим трајањем сунчевог сјаја.



Слика 7.2: Резултати *Hot spot* анализе средње годишње инсолације у Србији (1949-2006).

7.4.2 Просторни распоред инсолације у Србији

Генерално најдуже трајање Сунчевог сјаја уочава се у низијама и долинама река. То су Војводина, делови Посавине, Метохија, долина Велике Мораве, као и долина Тимока. Са порастом надморске висине смањује се осунчавање, бележећи најниже вредности на Проклетијама и Шар планини (слика 7.3).



Слика 7.3: Карта просторног распореда средње годишње инсолације у Србији (1949-2006).

7.4.3 Анализа тренда

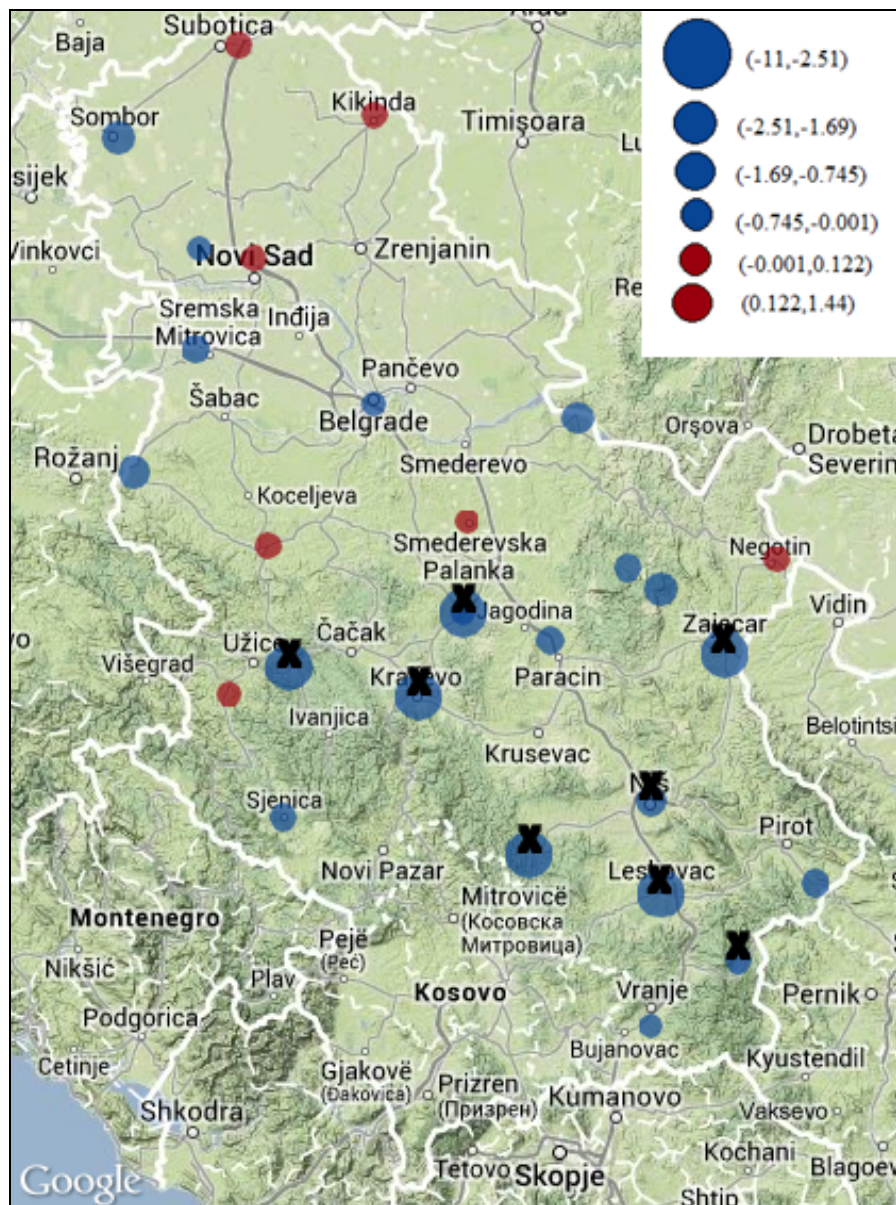
Како би се анализирале евентуалне промене дужине трајања сунчевог сјаја у Србији урађена је анализа тренда (табела 7.2). Осам станица од укупно 28 анализираних у овом поглављу, показало је статистички сигнификантне негативне трендове. На већини станица (21) добијени су негативни трендови. Свега 7 станица показало је растући тренд инсолације у посматраном периоду.

Табела 7.2: Вредности тренда инсолације на годишњем нивоу за период 1949-2006. (зацрњене вредности предстаљају сигнификантне трендове на нивоу вероватноће од 95 %)

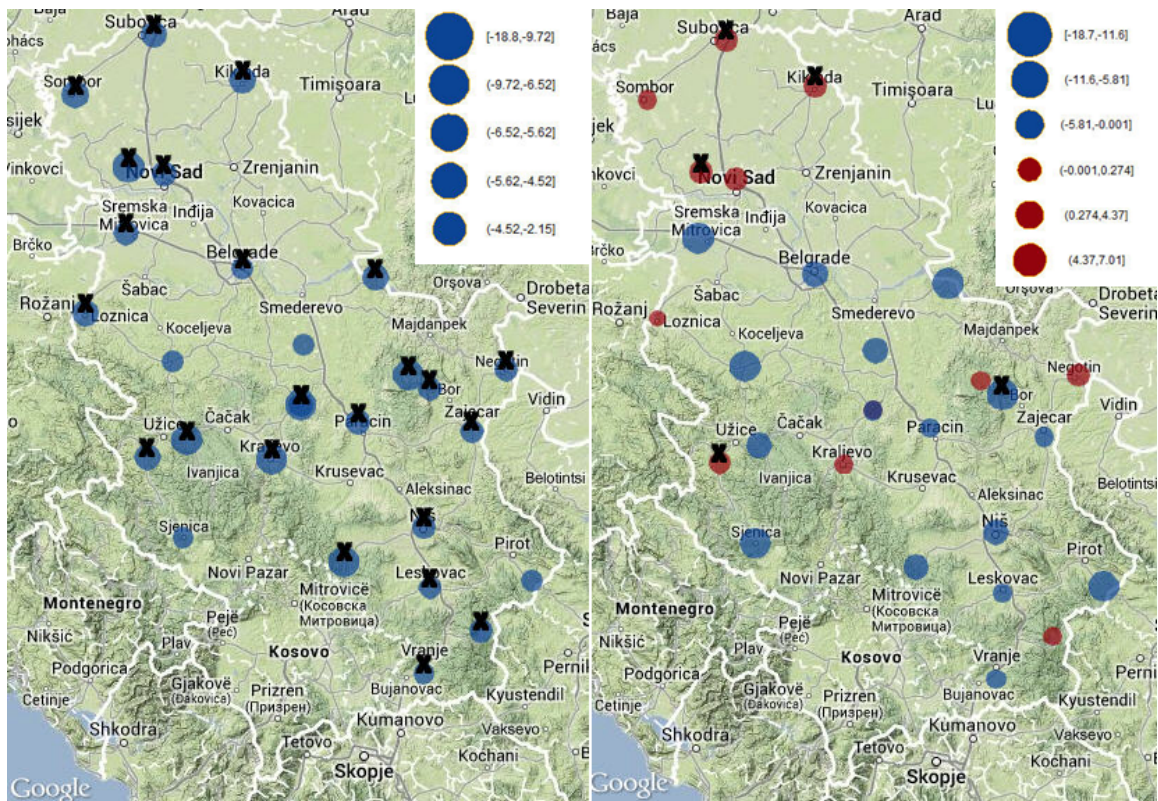
Станица	тренд	Станица	тренд
Бачки Петровац	-0.089	Куршумлија	-3.889
Београд	-0.125	Лесковац	-2.764
Ваљево	0.168	Лозница	-1.962
Велико Градиште	-1.742	Неготин	1.103
Власина	-1.687	Ниш	-2.130
Врање	-0.194	Палић	1.444
Димитровград	-1.406	Пожега	-11.010
Жагубица	-1.274	Римски Шанчеви	0.448
Зајечар	-5.136	Сјеница	-1.585
Златибор	0.129	Смед.Паланка	0.111
Кикинда	0.459	Сомбор	-2.038
Крагујевац	-0.628	Срем. Митровица	-1.071
Краљево	-3.963	Ћуприја	-0.774
Крушевац	-5.185	Црни Врх	-1.700

Слика 7.4 приказује просторни распоред тренда инсолације у анализираном периоду. Генерално посматрано, несигнификантни трендови позитивни и негативни, груписани су у северном делу Србије, док су статистички значајни негативни трендови присутни у централном и југосточном делу земље. Другим речима, у Србији је у периоду од 1949. до 2006. године присутан тренд смањења трајања сунчевог сјаја на годишњем нивоу на већини станица. Резултати добијени на годишњем нивоу за Србију указују на појаву тзв. затамњивања, која је уочена у свету у периоду од 1950. до 1980. године. До сличних резултата за Иберијско полуострво

дошли су Sanchez-Lorenzo et al. (2007). Испитујући тренд инсолације у периоду од 1951. до 2004. године, они су уочили силазни тренд над већим делом земље на годишњем нивоу, који је праћен позитивним трендом последњих година анализираних периода.



Слика 7.4: Просторни распоред тренда инсолације на годишњем нивоу (1949-2006) Сигнификантни трендови обележени су знаком X.



Слика 7.5: Просторни распоред тренда инсолације на годишњем нивоу у периоду пре (лево) и након године промене (десно). Сигнификантни трендови обележени су знаком X.

У циљу детаљније анализе тренда инсолације на територији Србије, прибегло се одређивању година промене тренда, а затим израчунавању вредности тренда у периоду пре и након промене. Просторни распоред трендова у ова два периода приказан је на слици 7.5. Као и код тренда температуре ваздуха, у првом периоду присутни су негативни трендови на територији целе земље, статистички значајни на 23 станице (слика 7.5 лево). У периоду након промене тренда, такође доминирају негативни трендови, али су присутни и позитивни трендови нарочито у на северу Србије (слика 7.5 десно). Резултати у овом периоду упућују на благи пораст инсолације у Србији, у новијем периоду будући да су 4 станице показале статистички значајне позитивне трендове. Резултати анализе тренда за Србију подударају се са резултатима добијеним за Европу и указују на изражен негативан тренд у првом и благи позитиван у новијем периоду.



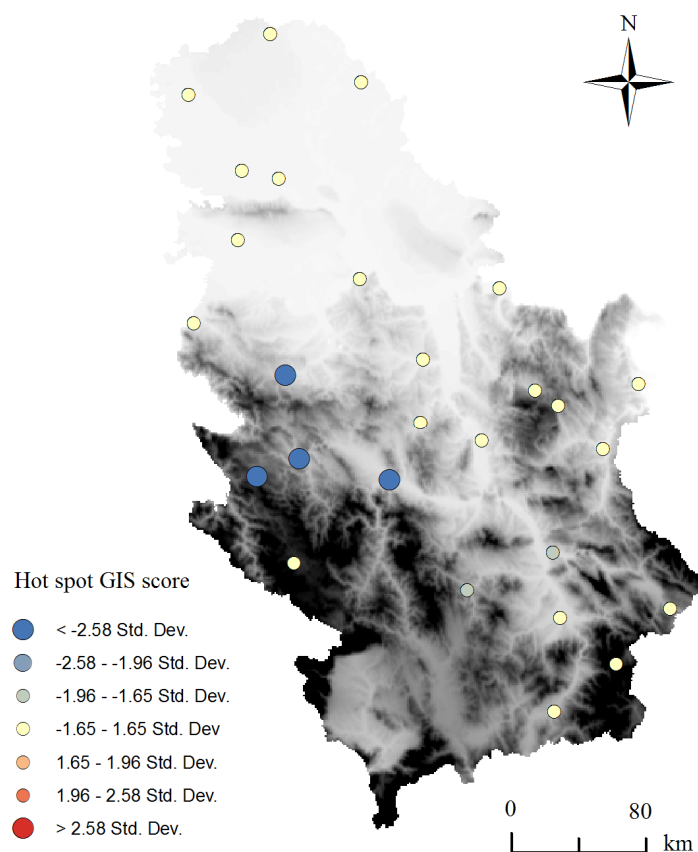
Слика 7.7: Хистограми година промене.

Промене у низовима инсолације су углавном карактеристичне од 1970-их година до 1990-их. Најчешће се уочава 1991. година, која заједно са 1980. и 1995. годином чини 80% преломних година. Ове године коришћене су како би се низови средњих годишњих инсолација поделили у два периода: један пре године промене предзнака тренда и други након године промене тренда.

Табела 7.3: Вредности *Moran's I* аутокорељационе статистике и вредност *Z* за тренд инсолације у Србији (1949-2006).

	<i>Moran I</i>	<i>Z</i>	p	коментар
тренд	0.19	2.82	0.01	Постоји мање од 1% вероватноће да је груписање сраница последица случајности
година	0.94	34.73	0.01	Постоји мање од 1% вероватноће да је груписање сраница последица случајности

У циљу анализе просторног груписања средњих годишњих вредности инсолације као и њеног тренда, примењена је анализа глобалне и локалне просторне аутокорељације. Она је показала статистички значајно груписање у оба случаја (табела 7.3).



Слика 7.6: Резултати *Hot spot* анализе тренда инсолације у Србији (1949-2006)

Статистички значајне вредности инсолације груписане су у северозападном, централном, источном и југоисточном делу Србије. Са друге стране, сигнификантно просторно груписање трендова уочено је у западној Србији.

7.5 Закључак

У овом поглављу анализиран је просторни распоред средње годишње инсолације у Србији и њеног тренда на годишњем нивоу у периоду од 1949. до 2006. године. Резултати анализе тренда показали су да се вредности тренда добијене за Србију подударају са вредностима тренда за Европу и поједине европске државе. Наиме, у посматраном периоду уочено је снижавање трајања сунчевог сјаја, статистички

значајно на 8 станица у односу на 24 укупно. Ове станице лоциране су у централном и југоисточном делу Србије. Негативан тренд инсолације, који преовлађује у анализираном периоду последица је изразитог смањења инсолације у периоду од 1949. до 1980. године, што се такође подудара са резултатима изнетим у досадашњим истраживањима.

Поглавље 8

Просторни распоред облачности у Србији

8.1 Увод

Сунчева радијација у значајној мери одређује климатске карактеристике одређеног простора (Kaiser and Qian, 2002; Zheng et al., 2008). У претходном поглављу указано је да промене сунчеве радијације могу довести до тзв. глобалног затамњивања, односно глобалног осветљавања (Wang and Gaffen, 2001; Pinker et al., 2005; Wild, 2009). У појединим студијама се истиче да су промене сунчеве радијације углавном узроковане променама у облачности (Liepert, 2002; Liley, 2009), посебно у условима емисије антропогеног аеросола (Norris and Wild, 2007). Међутим, јасан узрок промена сунчеве радијације још увек није познат (Trenberth et al., 2007).

У Кини је, на пример, уочана јасна веза између снижавања сунчеве радијације и повећања концентрације антропогеног аеросола услед наглог индустријског развоја (Liang and Xia, 2000; Li et al., 2011).

Много је радова у свету у којима је анализирана веза између облачности и сунчеве радијације, пре свега због тога што облаци у највећој мери модификују сунчево зрачење који доспевају на земљину површину (Sanchez-Lorenzo et al., 2009; Josefsson and Landelius, 2000). У нашој земљи није било много радова и студија у којима је анализирана промена облачности (Дуцић и Радовановић, 2005).

Циљ овог поглавља је просторна анализа промене облачности на простору Србије.

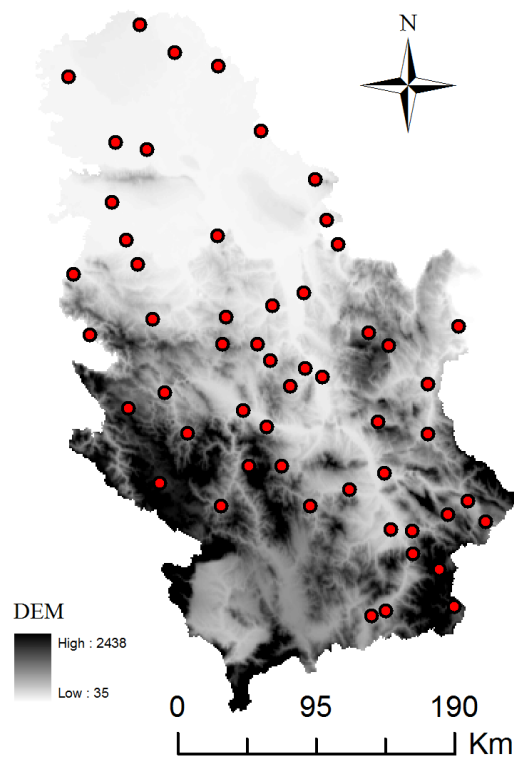
8.2 База података

У циљу анализе облачности на простору Србије, коришћени су подаци за средњу годишњу облачност са 55 станица у Србији. Низови података односе се на период од

1949. до 2006. године. У табели 8.1 је дат списак станица са њиховим координатама, а на слици 8.1 је приказан њихов просторни распоред.

Табела 8.1: Списак станица са географским координатама и средњом годишњом облачности (у десетинама) у периоду 1949-2006.

станица:	СГШ	ИГД	НВ	Обла- чност	станица:	СГШ	ИГД	НВ	Обла- чност
Александровац	43°27'	21°04'	85	5.19	Краљево	43°44'	20°41'	215	5.90
Бабушница	43°04'	22°26'	495	5.36	Крушевац	43°34'	21°21'	185	5.64
Бачки Петровац	45°22'	19°34'	85	5.37	Куршумлија	42°45'	21°59'	382	5.35
Бела Црква	44°54'	21°25'	90	5.54	Лесковац	43°08'	21°16'	230	5.58
Београд	44°54'	21°25'	132	5.46	Љубовија	43°01'	21°57'	170	6.21
Босилеград	44°48'	20°28'	830	5.36	Лозница	44°11'	19°23'	121	5.82
Брус	42°30'	22°28'	440	5.63	Неготин	44°33'	19°14'	42	5.39
Бујановац	43°23'	21°02'	400	5.21	Ниш	43°20'	21°54'	202	5.51
Буковичка Бања	42°27'	21°47'	265	5.49	Нови Пазар	43°08'	20°31'	545	4.99
Ваљево	44°17'	19°55'	176	5.88	Палић	46°06'	19°46'	102	5.56
Велико Градиште	44°46'	21°33'	82	5.77	Пирот	43°09'	22°36'	370	5.53
Владимирци	44°36'	19°49'	120	5.66	Пожега	43°51'	20°02'	310	6.34
Власина	42°58'	22°08'	1190	5.59	Предејане	42°50'	22°08'	318	5.81
Власотинце	42°33'	21°55'	270	5.55	Прокупље	43°14'	21°36'	265	5.22
Врање	43°37'	20°54'	432	5.71	Рековац	43°52'	21°06'	230	5.35
Врњачка Бања	45°09'	21°19'	235	5.77	Рим. Шанчеви	45°19'	19°51'	86	5.52
Вршац	44°12'	21°47'	83	5.56	Рудник	44°08'	20°31'	700	5.60
Димитровград	43°01'	22°45'	450	5.49	Сента	45°56'	20°05'	80	5.22
Жагубица	43°53'	22°18'	314	6.03	Сјеница	43°16'	20°01'	1038	6.03
Зајечар	44°17'	19°55'	144	5.74	Смед.Паланка	44°22'	20°57'	121	5.53
Златибор	43°44'	19°43'	1028	5.91	Сокобања	43°39'	21°51'	300	5.48
Ивањица	43°35'	20°14'	465	5.81	Сомбор	45°46'	19°09'	87	5.64
Јагодина	43° 58'	21°13'	115	5.26	Ср. Митровица	44°58'	19°38'	82	5.68
Јаша Томић	45°27'	20°51'	80	5.95	Ћуприја	43°56'	21°23'	123	5.68
Јошаничка Бања	43°23'	20°45'	555	5.66	Црни Врх	44°10'	21°58'	1037	6.01
Кикинда	45°51'	20°28'	81	5.43	Чумић	44°08'	20°49'	365	5.70
Књажевац	44°46'	20°26'	280	5.66	Шабац	44°46'	19°41'	80	5.33
Крагујевац	44°02'	20°56'	185	5.61					



Слика 8.1: Просторни распоред метеоролошких станица коришћених за анализу облачности.

8.3 Методе истраживања

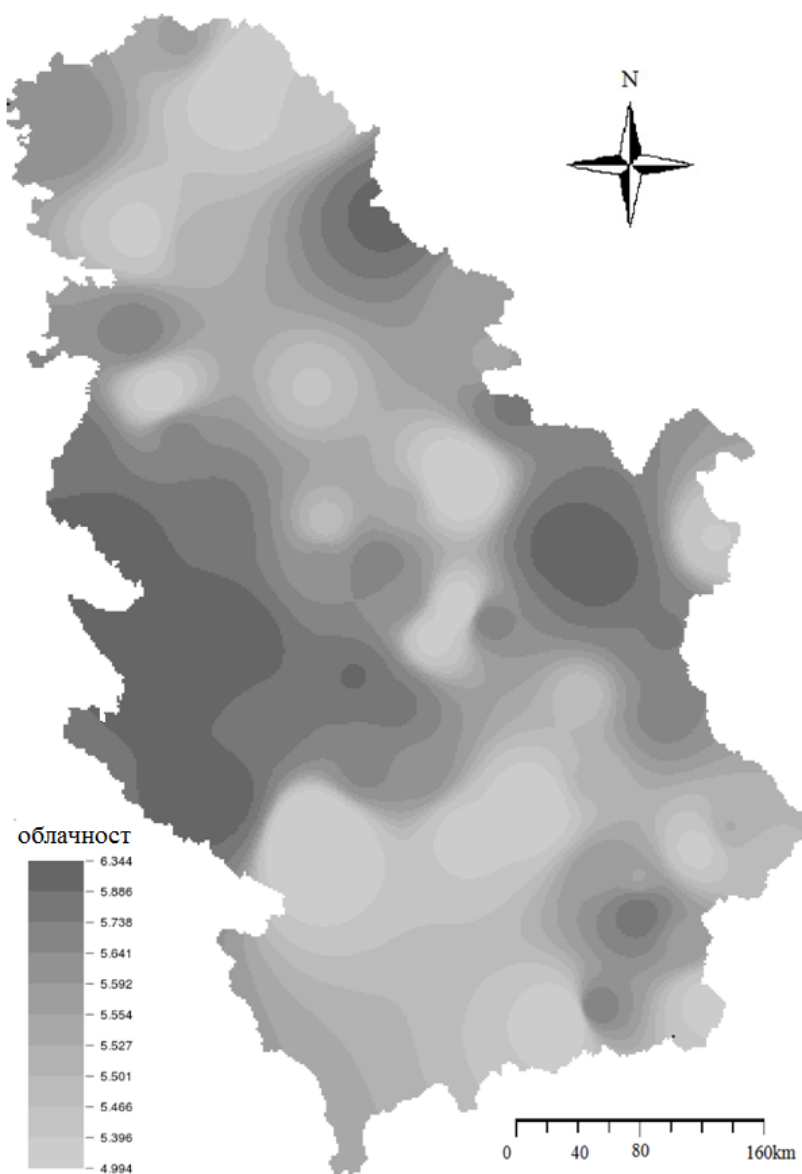
Пре генерисања карте просторног распореда облачности у Србији, приступило се испитивању просторне аутокорелације средње годишње облачности. Опис овог метода дат је у поглављу 2. Карта просторног распореда облачности у Србији генерисана је применом методе интерполације инверзним дистанцама (опис дат у поглављу 7).

За анализу тренда облачности примењен је непараметарски *Man Kendall* тест и *Sen's* метод за утврђивање статистичке значајности и нагиба тренда. Генерисање карте просторног распореда тренда облачности извршено је помоћу софтверског решења *plotGoogleMaps*. Оба метода описана су у поглављу 3.

8.4 Резултати и дискусија

8.4.1 Просторни распоред облачности у Србији

Просторни распоред средње годишње облачности у периоду од 1949. до 2006. године приказан је на слици 8.2. На њој уочавамо да се западни делови земље одликују највећом облачношћу, за разлику од централних делова земље у којима је најмања.



Слика 8.2: Карта просторног распореда средње годишње облачности у Србији (1949-2006).

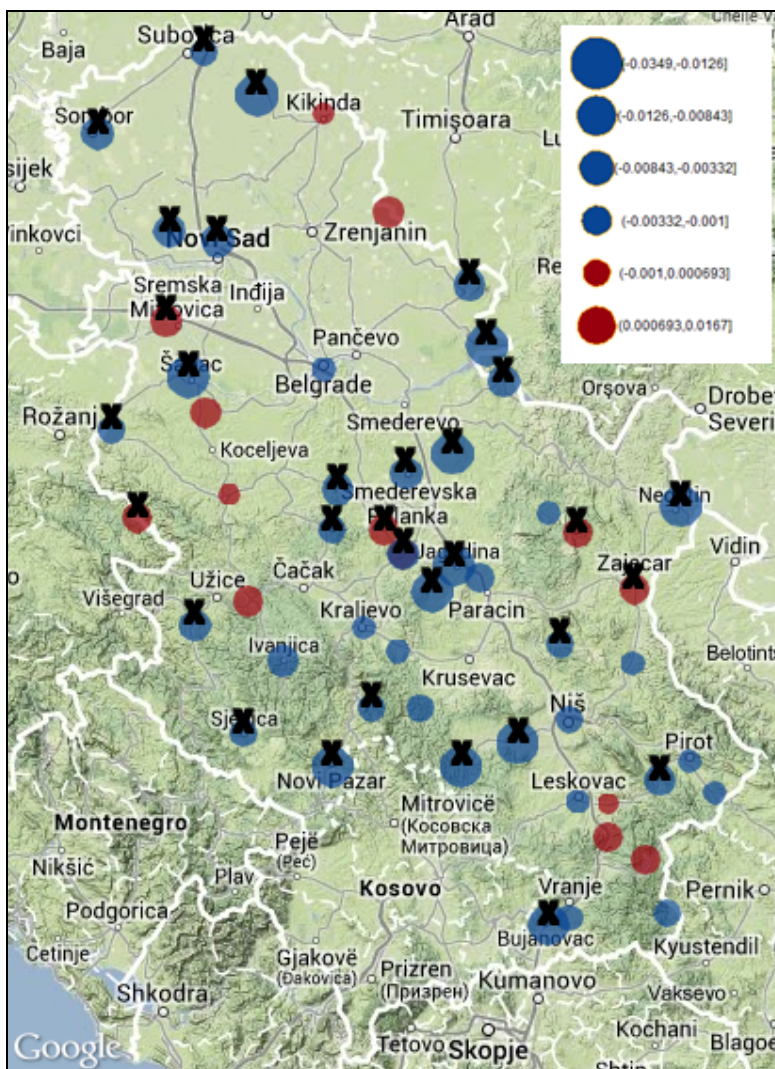
Велика облачност у западном делу могла би се објанити продирањем влажних ваздушних маса са Атлантика управо из овог правца (Тошић, 2004). Нешто већом облачношћу одлукују се западни и југозападни делови Србије.

8.4.2 Анализа тренда

Табела 8.2: Вредности тренда облачности на годишњем нивоу за период 1949-2006. (зацрњене вредности представљају сигнификантне трендове на нивоу вероватноће од 95%).

Станице	тренд	Станице	тренд
		Крагујевац	0.002
Александровац	-0.018	Краљево	-0.002
Бабушница	-0.008	Крушевац	-0.011
Бачки Петровац	-0.011	Куршумлија	-0.012
Бела Црква	-0.013	Лесковац	-0.001
Београд	-0.003	Љубовија	0.005
Босилеград	-0.004	Лозница	-0.006
Брус	-0.006	Неготин	-0.013
Бујановац	-0.018	Ниш	-0.003
Буковичка Бања	-0.011	Нови Пазар	-0.034
Ваљево	0.000	Палић	-0.007
Вел. Градиште	-0.009	Пирот	-0.002
Владимирци	0.002	Пожега	0.005
Власина	0.001	Предејане	0.005
Власотинце	0.000	Прокупље	-0.021
Врање	-0.005	Рековац	-0.013
Врњачка Бања	-0.002	Римски Шанчеви	-0.009
Вршац	-0.012	Рудник	-0.006
Димитровград	-0.003	Сента	-0.014
Жагубица	-0.002	Сјеница	-0.005
Зајечар	0.006	Смед.Паланка	-0.010
Златибор	-0.008	Сокобања	-0.007
Ивањица	-0.008	Сомбор	-0.009
Јагодина	-0.016	Срем.Митровица	0.008
Јаша Томић	0.004	Туприја	-0.003
Јошаничка Бања	-0.008	Црни Врх	0.006
Кикинда	-0.000	Чумић	0.016
Књажевац	-0.001	Шабац	-0.020

Анализа тренда је показала статистички значајан тренд на 29 од 55 метеоролошких станица (52 %). Од укупног броја станица које су показале статистички значајан тренд, 4 станица имају позитиван тренд, док преосталих 25 станица показује сигнификантно смањење облачности у посматраном периоду (табела 8.2).



Слика 8.3: Просторни распоред тренда облачности на годишњем нивоу (1949-2006) Сигнификантни трендови обележени су знаком X.

Просторни распоред тренда облачности приказан је на слици 8.2. Негативан тренд преовлађује на територији целе земље, док су позитивни трендови углавном

сконцентрисани у западном и источном делу зеље. С обзиром на негативан тренд добијен за инсолацију, могло се очекивати да тренд за облачност буде позитиван имајући у виду индиректну повезаност ова два климатска елемента. Међутим, на основу резултата тренда за облачност уочава се супротно од очекиваног. Статистички значајан тренд смањења облачности евидентан је на готово целој територији Србије.

8.4.3 Просторна аутокорељација

У циљу анализе просторне аутокорељације како средње годишње облачности тако и вредности тренда, примењена је *Moran's I* глобална статистика. Резултати аутокорељационе статистике (табела 8.3) не указују на статистички значајно просторно груписање параметара облачности, због чега се није прибегло *Hot spot* анализи.

Табела 8.3: Вредности *Moran's I* аутокорељационе статистике и вредност *Z* за тренд облачности и средњу годишњу облачност за Србију (1949-2006).

	<i>Moran I</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>	коментар
тренд	-0.02	-0.42	0	Не постоји груписање тренда.
година	0	1.9	0.1	Постоји 5-10% вероватноће да је груписање случајно.

8.5 Закључак

У овом поглављу анализиран је просторни распоред средње годишње облачности и тренда облачности у Србији у периоду од 1949. до 2006. године. Резултати анализе показали су да негативан тренд доминира на територији целе земље, статистички значајан на 24 станице од укупно 55. Имајући у виду негативан тренд добијен за инсолацију, било је за очекивати да тренд за облачност буде позитиван. Међутим, резултати су показали супротно. Статистички значајан тренд смањења облачности доминира на готово целој територији Србије.

Поглавље 9

Просторни распоред влажности ваздуха у Србији

9.1 Увод

Анализа просторног распореда климатолошких елемената углавном се односи на анализу падавина и/или температуре ваздуха (Frich et al., 2002; Klein Tank and Können, 2003). Међутим, влажност ваздуха, облачност и инсолација такође једнако важни климатски елементи (Unger, 1993). У појединим климатским моделима релативна влажност ваздуха је незаобилазни улазни параметар (Huth, 2005). Међутим, мало је публикација у којима се овај параметар посебно анализира. Главни разлог могао би бити релативно каратак период инструменталног мерења влажности ваздуха, као и методолошке потешкоће у анализирању истог (Wang and Gaffen, 2001; Gaffen and Ross, 1999). Са друге стране, садржај водене паре у вауздуху може се изразити на неколико начина: притисак водене паре, дефицит засићености, апсолутна влага и релативна влажност ваздуха. Све ове параметре требало би појединачно анализирати како би се стекао увид у промену влажности ваздуха на одређеном простору (Dai, 2006).

Резултати истраживања за Краков (Wyruch, 2010) указали су на повећање дефицита засићености, односно на смањење влажности ваздуха у периоду од 1901. до 2000. године. Евентуалне узроке овог смањења аутор је приписао, како процесу урбанизације тако и природним факторима, који се односе, пре свега, на промену циркулације. У Србији нема много радова у којима се посебно анализира влажност ваздуха, углавном је предмет анализе студија које описују климатске услове на одређеном простору (Дуцић и Радовановић, 2005).

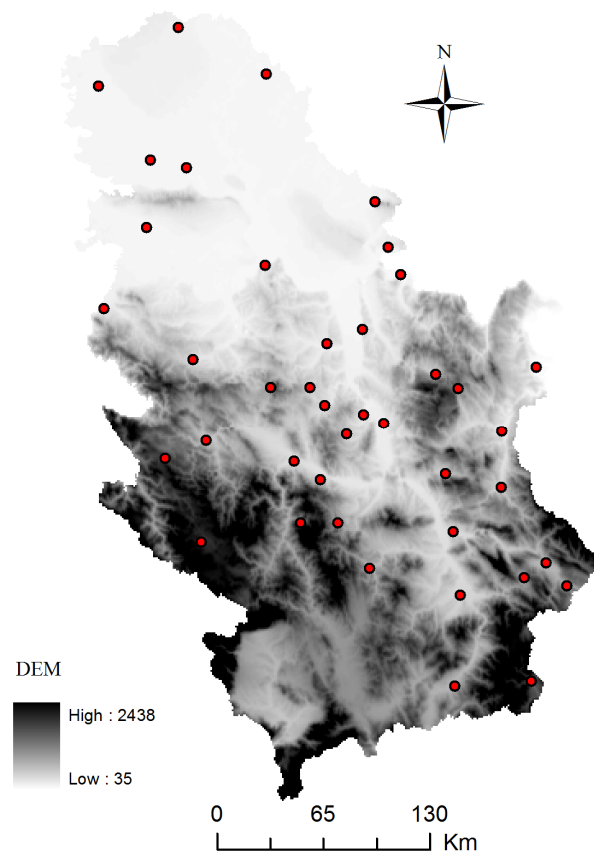
Циљ овог поглавља је анализа просторног распореда средње годишње релативне влажности ваздуха на простору Србије и њеног тренда у новијем периоду.

9.2 База податка

У циљу анализе релативне влажности ваздуха у Србији, коришћени су низови података са 42 метеоролошке станице за период од 1961. до 2010. године. Основни подаци о станицама дати су у табели 9.1, а просторни распоред станица приказан је на слици 9.1.

Табела 9.1: Списак станица са географским координатама и средњом годишњом релативном влажношћу ваздуха (%) у периоду 1961-2010.

станица	СГШ	ИГД	НВ	Вла- жност	станица	СГШ	ИГД	НВ	Вла- жност
Александровац	43°27'	21°04'	85	75.7	Краљево	43°44'	20°41'	215	73.7
Бабушница	43°04'	22°26'	495	79.3	Крушевац	43°34'	21°21'	185	76.5
Бач. Петровац	45°22'	19°34'	85	78.5	Куршумлија	42°45'	21°59'	382	76.7
Бела Црква	44°54'	21°25'	90	76.0	Лесковац	43°08'	21°16'	230	75.1
Београд	44°48'	20°28'	132	68.6	Лозница	44°33'	19°14'	121	75.6
Босилеград	42°30'	22°28'	830	75.7	Неготин	44°14'	22°33'	42	71.8
Брус	43°23'	21°02'	440	76.0	Ниш	43°20'	21°54'	202	70.2
Ваљево	44°17'	19°55'	176	74.5	Палић	46°06'	19°46'	102	73.6
Вел. Градиште	44°46'	21°33'	82	73.7	Пирот	43°09'	22°36'	370	75.0
Врање	43°37'	20°54'	432	71.0	Пожега	43°51'	20°02'	310	78.3
Врњачка Бања	45°09'	21°19'	235	78.6	Рековац	43°52'	21°06'	230	78.0
Вршац	44°12'	21°47'	83	71.1	Рим.Шанчеви	45°19'	19°51'	86	74.8
Димитровград	43°01'	22°45'	450	72.6	Рудник	44°08'	20°31'	700	75.9
Жагубица	43°53'	22°18'	314	80.5	Сјеница	43°16'	20°01'	1038	78.0
Зајечар	44°17'	19°55'	144	74.4	Смед.Паланка	44°22'	20°57'	121	72.9
Златибор	43°44'	19°43'	1028	76.3	Сокобања	43°39'	21°51'	300	77.4
Јагодина	43°58'	21°13'	115	78.1	Сомбор	45°46'	19°09'	87	74.0
Још. Бања	43°23'	20°45'	555	79.5	Ср.Митровица	44°58'	19°38'	82	77.1
Кикинда	45°51'	20°28'	81	73.9	Ђуприја	43°56'	21°23'	123	74.4
Књажевац	44°46'	20°26'	280	77.5	Црни Врх	44°10'	21°58'	1037	78.0
Крагујевац	44°02'	20°56'	185	72.6	Чумић	44°08'	20°49'	365	74.2



Слика 9.1: Просторни распоред метеоролошких станица.

9.3 Методе истраживања

У циљу анализе просторног распореда релативне влажности ваздуха у Србији, примењен је метод просторне аутокорејације, који је описан у поглављу 2. Карта просторног влажности ваздуха у Србији генерисана је применом методе интерполације инверзним дистанцама (опис дат у поглављу 7).

За анализу тренда коришћен је непараметарски *Man Kendall* тест и *Sen's* метод за утврђивање статистичке значајности и нагиба тренда. Карте просторног распореда тренда релативне влажности генерисана је помоћу програмског пакета *plotGoogleMaps*. Оба метода описана су у поглављу 3.

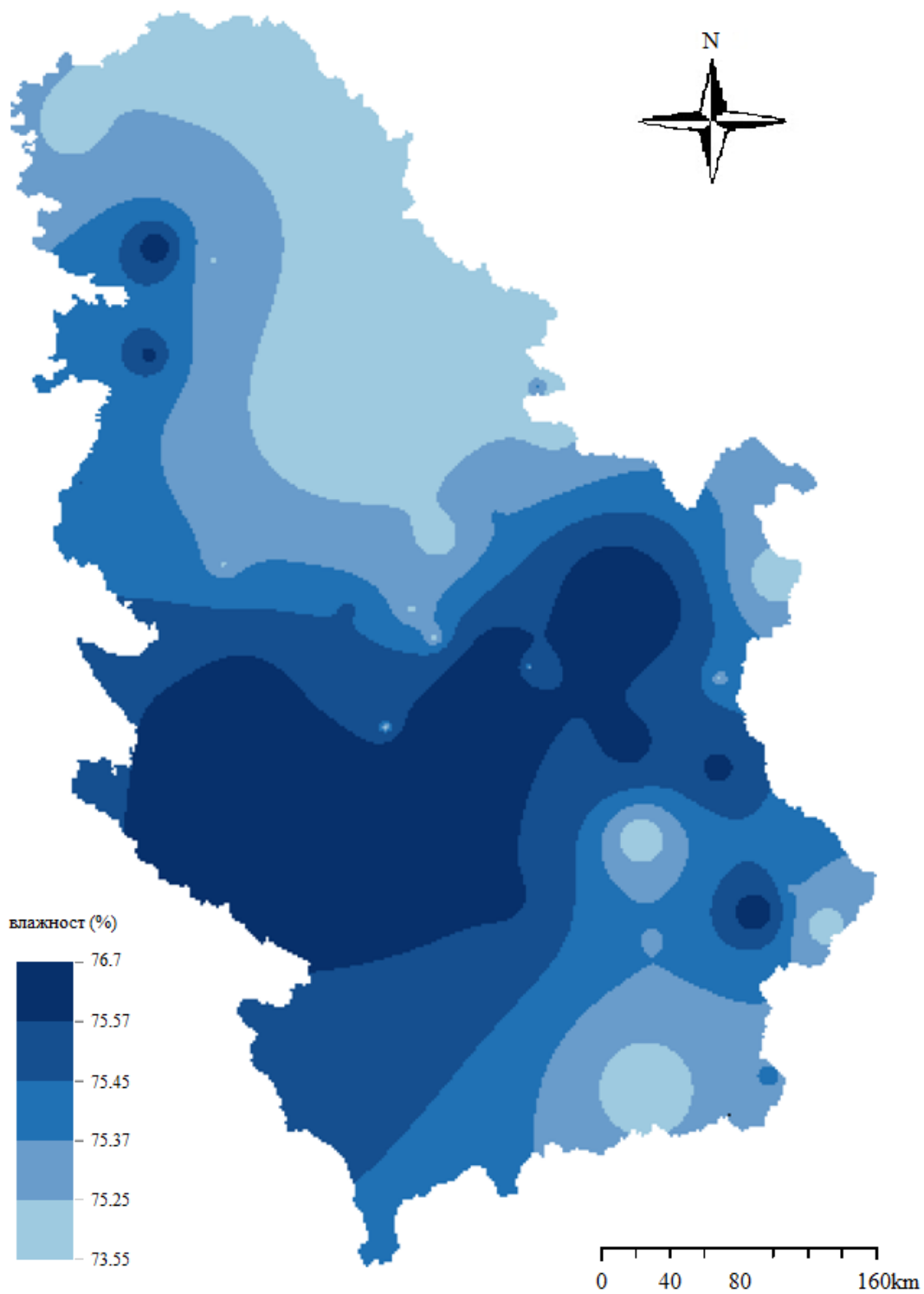
9.4 Резултати и дискусија

9.4.1 Просторни распоред влажности ваздуха у Србији

Просторни распоред средњих годишњих вредности релативне влажности ваздуха приказан је на слици 9.2. Као што се уочава, релативна влажност ваздуха незнатно се мења на простору Србије. Режим влажности ваздуха зависи како од топографских услова, тако и количине водене паре у ваздуху, температуре ваздуха, облачности, висине и честине падавина (Дуцић и Радовановић, 2005). Према класификацији ваздуха коју је предложио Дукић (1981) ваздух у Србији је на већини станица умерено влажан, с обзиром на вредности које су између 75 % и 90 %. Просторни распоред годишњих вредности влажности ваздуха одликује се највишим вредностима у југозападном и централном делу земље. Од ових области она се према северу, истоку и југу снижава. Области највише влажности ваздуха су уједно и планинске области Србије, те се јасно уочава утицај топографије.

9.4.2 Анализа тренда

Анализа тренда показала је статистички значајан тренд на 24 станице од укупно 44 станице у Србији. На 7 станица добијен је статистички значајан позитиван тренд, а на 14 статистички значајан негативан тренд (табела 9.2). Позитивни трендови су генерално сконцентрисани у централном и источном делу земље (слика 9.3), док су негативни трендови готово равномерно распоређени по целој земљи. Посматрајући карту дистрибуције трендова релативне влажности ваздуха, тешко је уочити извесне правилности у просторном распореду, будући да суседне станице показују трендове различитог знака.



Слика 9.2: Карта просторног распореда средње годишње влажности ваздуха у Србији (1961-2010).

Табела 9.2: Вредности тренда релативне влажности ваздуха на годишњем нивоу за период 1961-2010. (зацрњене вредности предстаљају сигнификантне трендове на нивоу вероватноће од 95 %).

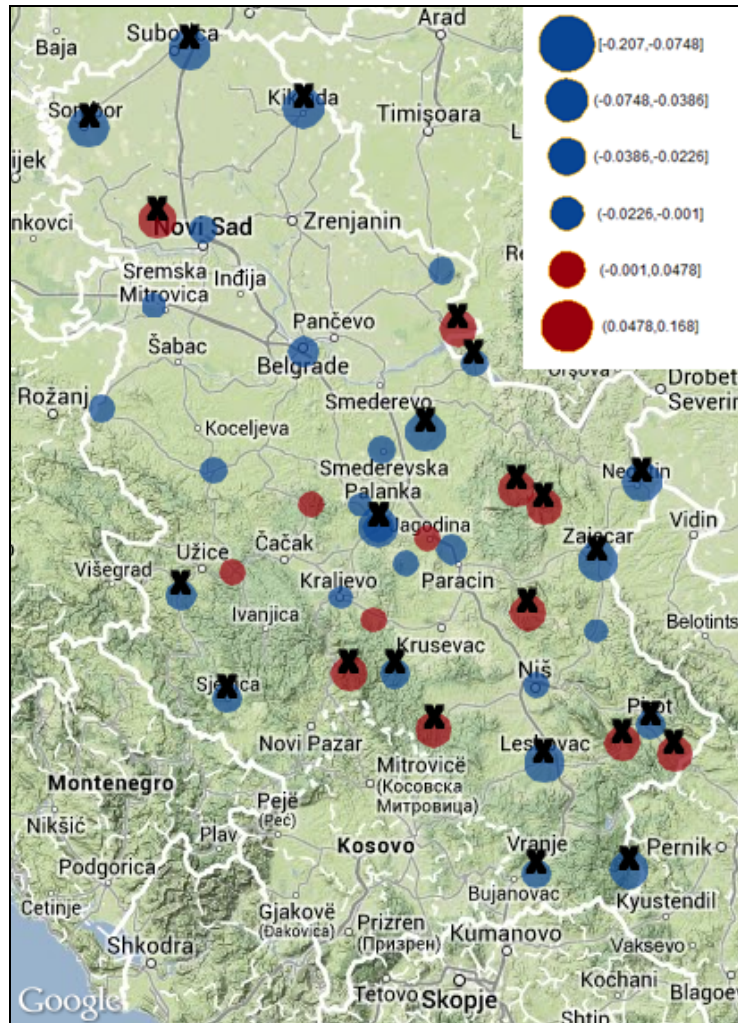
Станица	тренд	Станица	тренд
Александровац	-0.207	Краљево	-0.017
Бабушница	0.069	Крушевац	-0.092
Бачки Петровац	0.083	Куршумлија	0.061
Бела Црква	0.073	Лесковац	-0.142
Београд	-0.044	Лозница	-0.025
Босилеград	-0.112	Неготин	-0.081
Брус	-0.044	Ниш	-0.032
Ваљево	-0.028	Палић	-0.084
Велико Градиште	-0.038	Пирот	-0.070
Врање	-0.067	Пожега	0.006
Врњачка Бања	0.012	Рековац	-0.031
Вршац	-0.032	Римски Шанчеви	-0.032
Димитровград	0.071	Рудник	0.025
Жагубица	0.168	Сјеница	-0.056
Зајечар	-0.101	Смед.Паланка	-0.034
Златибор	-0.039	Сокобања	0.050
Јагодина	0.039	Сомбор	-0.160
Јошаничка Бања	0.109	Срем. Митровица	-0.011
Кикинда	-0.076	Ђуприја	-0.048
Књажевац	-0.021	Црни Врх	0.065
Крагујевац	-0.047	Чумић	-0.002

9.4.3 Просторна аутокорељација

У циљу анализе просторне аутокорељације како средње годишње облачности тако и вредности тренда, примењена је *Moran's I* глобална статистика. Резултати аутокорељационе статистике (табела 9.3) не указују на стистички значајно просторно груписање параметара облачности, због чега се није прибегло *Hot spot* анализи.

Табела 9.3: Вредности *Moran's I* аутокорељационе статистике и вредност *Z* за тренд влажности ваздуха и за Србију (1961-2010).

	<i>Moran I</i>	<i>Z</i>	p	коментар
тренд	-0.04	-0.94	0	Не постоји груписање тренда.
година	-0.02	0.24	0	Не постоји груписање тренда.



Слика 9.3: Просторни распоред тренда релативне влажности ваздуха на годишњем нивоу (1961-2010). Сигнификантни трендови обележени су знаком X.

9.5 Закључак

Анализа релативне влажности ваздуха у Србији обухватила је податке са 44 станице у периоду од 1961. до 2010. године. Најпре је разматран просторни распоред средње годишње влажности ваздуха, а затим просторна дистрибуција тренда. Резултати анализе тренда показали су да на територији Србије у посматраном периоду преовлађује тренд снижавања релативне влажности ваздуха, будући да је на 14 станица од укупно 44 уочен статистички значајан негативан тренд.

Поглавље 10

Закључак

Како је основни циљ тезе увођење просторне димензије у проучавање промена климе у Србији у инструменталном периоду, то је акценат био на просторној анализи падавина, температуре ваздуха, инсолације, облачности и релативне влажности ваздуха.

Упркос релативно малој површини коју заузима, Србија је показала значајно просторно колебање годишњих сума падавина. Висока вредност *Moran's I* индекса (0.24, $p < 0.01$) указала је на статистички значајно просторно груписање и просторну аутокорејацију. Истовремено, просторно груписане станице потврдиле су значајан утицај регионалне топографије на суму падавина.

Резултати тренда падавина, генерално посматрајући нису показали статистичку значајност, као и просторну кохерентност. Уочена је, међутим, веома блага тенденција ка снижавању падавина на сезонском нивоу, током зиме и пролећа, као и ка повећању током јесени. Смањење падавина у пролеће у централним и источним деловима Србије, последица је значајног смањења у мају месецу. Са друге стране, повећање падавина у јесен у централним деловима Србије, резултат је значајног пораста падавина у октобру. Просторна анализа трендова падавина у Србији између 1961. и 2009. године не упућује генерално на одређен просторни распоред, месечних, сезонских и годишњих трендова. Изузетак су март, јун и новембар, у којима су резултати глобалне аутокорејације (*Moran's I*) указали на просторно груписање.

Резултати истраживања падавинског режима у Србији, применом модела за анализу кишних епизода, указали су на варијабилност (међу и унутаргодишњу) и сложеност падавинског режима на простору Србије. Сама примена овог модела показала је задовољавајуће резултате будући да је модел креиран за анализу падавина у условима аридне климе.

Главни резултати, презентовани у овом поглављу, могли би се сумирати у следећем: велико просторно колебање параметара *TOTAL*, *RSY* и *RSI* и релативно мало за *NRS* и *RSD*; у погледу везе између просечне годишње суме падавина и параметара кишне епизоде, највиши коефицијент корелације у Србији добијен је између *TOTAL* и *RSY*.

Изотермна карта Србије омогућила је увид у просторни распоред температуре ваздуха у новијем периоду. Осим саме карте, примењене су и методе локалне и глобалне аутокорелације. Просторно груписање средње годишње температуре ваздуха показало је високе вредности на северу земље и ниске вредности индекса аутокорелације у јужним деловима Србије. Овакво просторно груписање средњих годишњих температура ваздуха може се приписати утицају орографије.

У анализи тренда температуре ваздуха у Србији разматрана су два временским низа, пре и након године промене знака тренда. Установљен је пад температуре од -0.001 °C до -0.087 °C годишње у периоду пре године промене, који је праћен порастом од 0.018 °C до 0.362 °C годишње након године промене тренда. Може се рећи да је значајан пораст температуре ваздуха присутан на већини анализираних станица током последње две деценије.

На основу свега изнетог може се закључити да су резултати добијени за Србију у складу са оним за Европу, иако се година прелома јавља са померајем од неколико година. На многим станицама у Србији уочен је тренд отопљавања почев од краја 1970-их година, што је такође у складу са резултатима добијеним за Европу (Klein Tank and Können, 2003) као и Србију (Unkašević et al., 2005).

Резултати за тренд инсолације у Србији подударају са вредностима тренда за Европу и поједине европске државе. Наиме, у посматраном периоду уочено је снижавање трајања сунчевог сјаја, статистички значајно на 8 станица у односу на 24 укупно. Ове станице лоциране су у централном и југоисточном делу Србије. Негативан тренд инсолације, који преовлађује у анализираном периоду (1946-2006) последица је изразитог смањења инсолације у периоду од 1949. до 1980. године, што се такође подудара са резултатима у досадашњим истраживањима.

Осим инсолације, анализиран је просторни распоред средње годишње облачности и тренда облачности у Србији у периоду од 1949. до 2006. године. Резултати анализе

показали су да негативан тренд доминира на територији целе земље, статистички значајан на 24 станице од укупно 55. Имајући у виду негативан тренд добијен за инсолацију, било је за очекивати да тренд за облачност буде позитиван. Међутим, резултати су показали супротно. Статистички значајан тренд смањења облачности доминира на готово целој територији Србије.

На територији Србије у периоду 1961-2010 преовладајуће тренд снижавања релативне влажности ваздуха, будући да је на 15 станица од укупно 44 уочен статистички значајан негативан тренд. Анализирајући просторно груписање трендова, није уочена статистички значајна просторна аутокорељација.

Литература

- Alexandersson, H. (1986). A homogeneity test applied to precipitation data. *International Journal of Climatology*, 6:661–675.
- Alpert, P., Ben-Gai, T., Baharad, A., Benjamini, Y., Yekutieli, D., Colacino, M., Diodato, L., Ramis, C., Homar, V., Romero, R., Michaelides, S. and Manes, A. (2002). The paradoxical increase of Mediterranean extreme daily rainfall in spite of decrease in total values. *Geophysical Research Letters*, 29:1536–1539.
- Alpert, P., P. Kishcha, Y. J. Kaufman, and R. Schwarzbard (2005), Global dimming or local dimming? Effect of urbanization on sunlight availability, *Geophysical Research Letters*, 32, L17802, doi:10.1029/2005GL023320.
- Anagnostopoulou, C., Flocas, H., and Maheras, P., (2004). Relationship between atmospheric circulation types over Greece and western-central Europe during the period 1958-97. *International Journal of Climatology*, 24:1745-1758.
- Anagnostopoulou, C., Tolika, K., Maheras, P., Reiser H. and Kutiel, H. (2008). Quantifying uncertainties in precipitation: a case study from Greece. *Advances in Geosciences*, 16:19-26.
- Angell, J. K. (1990). Variation in United States cloudiness and sunshine duration between 1950 and the drought year of 1988, *Journal of Climate*, 3:296– 308.
- Attorre, F., Alfo, M., De Sanctis, M., Francesconi, F., Bruno, F. (2007). Comparison of interpolation methods for mapping climatic and bioclimatic variables at regional scale. *International Journal of Climatology*, 27(13):1825–1843.
- Auer, I., et al. (2007), HISTALP– Historical instrumental climatological surface time series of the Greater Alpine Region, *International Journal of Climatology*, 27:17– 46.
- Aviad, Y., Kutiel, H. and Lavee, H. (2004). Analysis of beginning, end, and length of the rainy season along a Mediterranean-Arid climate transect for geomorphic purposes. *Journal of Arid Environments*, 59:189-204.

- Aviad, Y., Kutiel, H. and Lavee, H. (2007). Variation of Dry Days Since Last Rain (DDSLR) as a measure of dryness along a climatic transect. *Journal of Arid Environments*, 73:658-665.
- Babovic, J., Milic, S. and Radojevic, V. (2009). Irrigation Effects in Plant Production in Serbia & Montenegro, Available at: <http://balwois.com/balwois/administration/fullpaper/ffp-857> (accessed on 26.08.10).
- Bajat, B., Pejović, M., Luković, J., Manojlović, P., Ducić, V. and Mustafić, S. (2012). Mapping average annual precipitation in Serbia (1961–1990) by using regression kriging. *Theoretical and Applied Climatology*, 112: 1–13.
- Baldwin, M.P. and Dunkerton, T.J. (1999). Propagation of the Arctic Oscillation from the stratosphere to the troposphere. *Journal of Geophysical Research*, 104(24): 937-946.
- Ballester, J., Rodò, X. and Giorgi, F. (2010). Future changes in Central Europe heat waves expected to mostly follow summer mean warming. *Climate Dynamics*, 35:1191–1205.
- Balling, R.C. and Goodrich, G.B. (2011). Spatial analysis of variations in precipitation intensity in the USA. *Theoretical and Applied Climatology*, 104(3–4):415–421.
- Balling, R.C., Michaels, P.J. and Knappenberger, P.C. (1998). Analysis of winter and summer warming rates in gridded temperature timeseries. *Climate Research*, 9:175–181.
- Barnston, A.G. and Livezey, R.E. (1987). Classification, seasonality and persistence of low-frequency atmospheric circulation patterns. *Monthly Weather Review*, 115:1083–1126.
- Benavides, R., Montes, F., Rubio, A., Osoro, K. (2007). Geostatistical modelling of air temperature in a mountainous region of Northern Spain. *Agricultural and Forest Meteorology*, 146 (3–4): 173–188.
- Ben-Gai, T., Bitan, A., Manes, A. and Alpert, P. (1994). Long-term changes in annual rainfall patterns in southern Israel. *Theoretical and Applied Climatology*, 49:59-67.
- Ben-Gai, T., Bitan, A., Manes, A., Alpert, P. and Rubin, S. (1998). Spatial and Temporal Changes in Rainfall Frequency Distribution Patterns in Israel. *Theoretical and Applied Climatology*, 61:177-190.

- 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. doi:10.1029/2005JD006548.
- Brunet, M., Jones, P.D., Sigro, J., Saladié, O., Aguilar, E., Moberg, A., Della-Marta, P.M., Lister, D., Walther, A. and López, D. (2007). Temporal and spatial temperature variability and change over Spain during 1850–2005. *Journal of Geophysical Research – Atmosphere*, 112, D12117. <http://dx.doi.org/10.1029/2006JD008249>.
- Brunet, M., Saladié, O., Jones, P., Sigrò, J., Aguilar, E., Moberg, A., Lister, D., Walther, A., Lopez, D. and Almarza, C. (2006). The development of a new dataset of Spanish daily adjusted temperature series (SDATS) (1850–2003). *International Journal of Climatology*, 26:1777–1802. doi:10.1002/joc.1338.
- Brunet, M., Sigró, J., Saladié, O., Aguilar, E., Jones, P.D., Moberg, A., Walther, A., and López, D., (2005). Spatial patterns of long-term spanish temperature change. *Geophys. Res. Abs.* 7, 04007.
- Brunetti, M., Caloiero, T., Coscarelli, R., Gulla, G., Nanni, T. and Simolo, C. (2012). Precipitation variability and change in the Calabria region (Italy) from a high resolution daily dataset. *International Journal of Climatology*, 32:57-73.
- Brunetti, M., Colacino, M., Maugeri, M. and Nanni T. (2001). Trends in the daily intensity of precipitation in Italy from 1951 to 1996. *International Journal of Climatology*, 21:299-316.
- Brunetti, M., Maugeri, M. and Nanni, T., (2002). Atmospheric circulation and precipitation in Italy for the last 50 years. *International Journal of Climatology*, 22:1455-1471.
- Brunetti, M., Maugeri, M., Monti, F. and Nanni, T., (2004). Changes in daily precipitation frequency and distribution in Italy over the last 120 years. *Journal of Geophysical Research*, 109: DOI: 10.1029/2003JD004296.
- 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: 345–381.

- Burgueño, A., Martínez, M.D., Lana, X. and Serra, C. (2005). Statistical distributions of the daily rainfall regime in Catalonia (northeastern Spain) for the years 1950–2000. *International Journal of Climatology*, 25:1381–1403.
- Burrough PA, McDonnell RA (1998) Principles of Geographical Information Systems 2e Spatial Information Systems and Geostatistics, Oxford University Press.
- Camuffo, D., Bertolin, C., Barriendos, M., Domínguez, F., Cocheo, C., Enzi, S., Sghedon, M., della Valle, A., Garnier, E., Alcoforado, M.J., Xoplaki, E., Luterbacher, J., Diodato, N., Maugeri, M., Nunes, M.F., Rodríguez, R. (2010). 500-year temperature reconstruction in the Mediterranean Basin by means of documentary data and instrumental observations. *Climatic Change* 101 (1–2): 169–199.
- Cao, W.J., Hu, J.X. and Yu, X.M. (2009). A study on temperature interpolation. Methods Based on GIS 17th International Conference on Geoinformatics George Mason Univ, Fairfax, 1–5.
- Ceballos, A., Martínez-Fernández, J. and Luengo-Ugidos, M.A. (2004). Analysis of rainfall trends and dry periods on a pluviometric gradient representative of Mediterranean climate in the Duero Basin, Spain. *J. Arid Environments*, 58:215–233.
- Collins, F.C., Bolstad, P.V. (1996). A comparison of spatial interpolation techniques in temperature estimation. Proceedings of the Third International Environmental Modeling, National Center for Geographic Information Analysis (NCGIA) Santa Fe, New Mexico, 21–25 January.
- Conte, M., Giuffrida, A., Tedesco, S., (1989). The Mediterranean oscillation. Impact on precipitation and hydrology in Italy. Conference on: Climate and Water. *Publication of the Academy of Finland, Helsinki*. 11-15 September 1989: 121-137.
- Courault, D., Monestiez, P. (1999). Spatial interpolation of air temperature according to atmospheric circulation patterns in southeast France. *International Journal of Climatology*, 9:365–378.
- Dai, A (2006) Recent climatology, variability, and trends in global surface humidity. *Journal of Climate*, 19:3589–3606.

- De Luis, M., Brunetti, M., González-Hidalgo, J., Longares, L. and Martin-Vide, J. (2010). Changes in seasonal precipitation in the Iberian Peninsula during 1946-2005. *Global and Planetary Change*, 74:27-33.
- de Luis, M., González-Hidalgo, J.C., Brunetti, M. and Longares, L.A. (2011). Precipitation concentration changes in Spain 1946–2005. *Natural Hazards and Earth Systems Science*, 11:1259-1265.
- Del Río, S., Herrero, L., Fraile, R., Penas, A. (2011). Spatial distribution of recent rainfall trends in Spain (1961-2006). *International Journal of Climatology*, 31:656-667.
- 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. *Global and Planetary Change*, 78:65–75.
- Del Río, S., Penas, A. and Fraile, R. (2005). Analysis of recent climatic variations in Castile and Leon (Spain). *Atmospheric Research*, 73:69–85.
- 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. doi:10.1029/2007JD008510.
- Douguédroit, A. and Norrant, C. (2003). Annual and seasonal century-scale trends of the precipitation in the Mediterranean area during the twentieth century. *Mediterranean Climate-Variability and Trends*. Springer-Verlag: Berlin.
- Дуцић, В, Радовановић М (2005) Клима Србије, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, стр. 212.
- Дуцић, В., Бурић, Д., Луковић, Ј. и Станојевић, Г. (2011). Промене количине падавина у Подгорици у периоду 1951-2010. *Гласник Српског географског друштва*, 91(2):51-70.
- Ducic, V., Milovanovic, B., Lukovic, J. (2006): 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, 137-142.

- 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. *Natural Hazards and Earth Systems Science*, 12:687–697.
- Ducić, V., Luković, J., Milovanović, B. (2009). Promene temperatura i padavina u Srbiji u drugoj polovini XX veka u sklopu globalnih klimatskih promena. *Zaštita prirode*, 60:641-652.
- Easterling, D.R., Meehl, G.A., Parmesan, C., Changnon, S.A., Karl, T.R. and Mearns, L.O., (2000). Climate extremes: observations, modeling and impacts. *Science* 289: 2068–2074.
- Efron, B. and Tibshirani, R. (1993). An introduction to the bootstrap. Chapman&Hall, New York.
- Espírito Santo, F., Isabel, M., de Lima, P., Ramos, A.M. and Trigo, R.M. (2013). Trends in seasonal surface air temperature in mainland Portugal, since 1941 *International Journal of Climatology*, doi: 10.1002/joc.3803
- Esteban, P., Ninyerola, M. and Prohom, M. (2009). Spatial modelling of air temperature and precipitation for Andorra (Pyrenees) from daily circulation patterns. *Theoretical and Applied Climatology*, 96(1–2):43–56.
- Esteban-Parra, M.J., Rodrigo, F.S. and Castro-Diez, Y. (1998). Spatial and temporal patterns of precipitation in Spain for the period 1880–1992. *International Journal of Climatology*, 18:1557–1574.
- Ewan, W.D., 1963. When and how to use CUSUM charts. *Technometrics* 5:1–32.
- 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* 79:185-208.
- Feidas, H., Noulopoulou, 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. *Theoretical and Applied Climatology* 87: 155-177.

- Frich, P., Alexander L.V., Della-Marta P., Gleason B., Haylock M., Klein Tank A.M.G. and Peterson, T.C. (2002) Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century. *Climate Research*, 19:193–212.
- Gaffen, D.J. and Ross, R.J. (1999) Climatology and trends of US surface humidity and temperature. *Journal of Climate*, 12:811–828.
- Gajić Čapka, M. and Cindrić, K. (2011). Secular trends in indices of precipitation extremes in Croatia, 1901–2008. *Geofizika*, 28:293-311.
- Gay-Garcia, C., Estrada, F. and Sanchez, A. (2009). Global and hemispheric temperatures revisited. *Climatic Change* 94, 333–349, DOI: 10.1007/s10584-008-9524-8.
- Gburčik, P., Gburčik, V., Gavrilov, M., Srdanović, V. and Mastilović, S. (2006). Complementary Regimes of Solar and Wind Energy in Serbia. *Geographica Pannonica*, 10:22-25.
- Getis, A. and Ord, J.K. (1992). The analysis of spatial association by use of distance statistics. *Geografiska Annaler*, 24(3):189–206
- Gilgen, H., M. Wild, and A. Ohmura (1998). Means and trends of shortwave irradiance at the surface estimated from global energy balance archive data, *Journal of Climate*, 11:2042–2061.
- Gómez, J.D., Etchevers, J.D., Monterroso, A.I., Gay, C., Campo, J. and Martínez, M. (2008). Spatial estimation of mean temperature and precipitation in areas of scarce meteorological information. *Atmósfera*, 21:35-56.
- González-Hidalgo, J.C., Brunetti, M. and de Luis, M. (2011). A new tool for monthly precipitation analysis in Spain: MOPREDAS database (Monthly precipitation trends December 1945–November 2005). *International Journal of Climatology*, 31:715–731.
- González-Hidalgo, J.C., López-Bustins, J.A., Stepánek, P., Martín-Vide, J. and de Luis, M. (2009). Monthly precipitation trends on the Mediterranean fringe of the Iberian Peninsula during the second-half of the twentieth century (1951–2000). *International Journal of Climatology*, 29:1415–1429.

- Gurevich, G., Hadad, Y., Ofir, A. and Ohayon, B., (2011). Statistical analysis of temperature changes in Israel: an application of change point detection and estimation techniques. *Global NEST Journal* 13:215-228.
- Haklay, M., Singleton, A. and Parker, C. (2008). WebMapping 2.0: The Neogeography of the GeoWeb. *Geography Compass*, 2:2011–2039.
- Harrison, D.E. and Larkin, N.K. (1998). El Nino-Southern Oscillation sea surface temperature and wind anomalies. *Rev. Geophys.*, 36:353-399.
- Helsel, D.R. and Hirsch, R.M. (2002). Statistical Methods in Water Resources. Techniques of Water-Resources Investigations of the United States Geological Survey. Book 4, Hydrologic Analysis and Interpretation, Chapter A3.
- Hirsch, R.M., Alexander, R.B. and Smith, R.A. (1991). Selection of methods for the detection and estimation of trends in water quality. *Water Resources Research*, 27:803–813.
- Houssos, E.E., Bartzokas, A., (2006). Extreme precipitation events in NW Greece. *Advances in Geosciences* 7: 91-96.
- Hurrell, J.W. (1995). Decadal trends in the North-Atlantic Oscillation — regional temperatures and precipitation. *Science*, 269:676–679.
- Hurrell, J.W. and Harry Van Loon (1997). Decadal Variations in climate associated with the North Atlantic oscillation, *Climatic Change*, 36: 301–326.
- Hutchinson, M.F. and Bischof, R.J. (1983). A new method for estimating the spatial distribution of mean seasonal and mean annual rainfall applied to the Hunter Valley, New South Wales. *Australian Meteorological Magazine*, 31:179-184.
- Huth, R. (2005). Downscaling of humidity variables: a search for suitable predictors and predictands. *International Journal of Climatology*, 25:243–250.
- Inoue, T. and J. Matsumoto (2003). Seasonal and secular variations of sunshine duration and natural seasons in Japan. *International Journal of Climatology*, 23:1219–1234.
- IPCC, (2007). In Climate Change. The physical science basis: Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M., Miller, H.L. (Eds.), Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the

- Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Irmak, A. and Ranade, P.K. (2008). GIS Based Estimation of Spatial Distribution of Temperature and Evapotranspiration in Nebraska, American Society of Agricultural and Biological Engineers, St. Joseph, Michigan. Available: <http://asae.frymulti.com/abstract.asp?aid=24955&t=2> [2010, August, 30].
- Ivetić V., Isajev V. and Krstić M. (2010). Interpolation of meteorological data by kriging method for use in forestry. *Bulletin of the Faculty of Forestry*, 101:49-66.
- Johnson, N.L. (1961). A simple theoretical approach to cumulative sum control charts. *Journal of the American Statistical Association*, 56:83–92.
- Johnson, N.L., Leone, F.C. (1962). Cumulative sum control charts – mathematical principles applied to their construction and use. *Industrial Quality Control* 18:15–21.
- Johnston, K., Ver Hoef, J.M., Krivoruchko, K. and Lucas, N. (2001). *Using ArcGis Geostatistical Analyst*. ESRI, New York. p.300.
- Josefsson, W. and Landelius, T. (2000). Effect of clouds on UV irradiance: as estimated from cloud amount, cloud type, precipitation, global radiation and sunshine duration. *Journal of Geophysical Research* 105(D4):4927–4935.
- Kaiser, D.P. and Qian, Y. (2002). Decreasing trends in sunshine duration over China for 1954–1998: indication of increased haze pollution? *Geophysical Research Letters*, 29(21):2042. doi:10.1029/2002GL016057
- Karakosta, C., Doukas, H., Flouri, M., Dimopoulou, S., Papadopoulou, A.G. and Psarras, J. (2011). Review and analysis of renewable energy perspectives in Serbia. *Int. J. Energy Environ*, 2:71-84.
- Kilibarda, M., Bajat, B. (2012). PlotGoogleMaps: the R-based web-mapping tool for thematic spatial data. *Geomatica*, 66:37-49.
- Klein Tank (2002). Daily dataset of 20th-century surface air temperature and precipitation series for the European Climate Assessment. *International Journal of Climatology*, 22:1441-1453.
- Klein Tank, AMG, Können, GP (2003) Trends in indices of daily temperature and precipitation extremes in Europe, 1946–99. *Journal of Climate*, 16:3665–3680.

- Kutiel, H. and Türkeş, M., (2005). New evidences about the role of the North sea-Caspian Pattern on the temperature and precipitation regimes in continental central Turkey. *Geografiska Annaler*, 84: 501-513.
- Kutiel, H., Hirsch-Eshkol, T.R. and Türkeş, M., (2001). Sea level pressure associated with dry or wet monthly rainfall conditions in Turkey. *Theoretical and Applied Climatology*, 69: 39-67.
- Kutiel, H., Maheras, P., Guika, S. (1996). Circulation indices over the Mediterranean and Europe and their relationship with rainfall conditions across the Mediterranean. *Theoretical and Applied Climatology*, 54:125–138.
- Lana, X., Burgueño, A., Martinez, M.D. and Serra, C. (2006). Statistical distributions and sampling strategies for the analysis of extreme dry spells in Catalonia (NE Spain). *J. Hydrology*, 324: 94–114.
- Lana, X., Burgueño, A., Martinez, M.D. and Serra, C. (2012). Some characteristics of a daily rainfall deficit regime based on the Dry Day Since Last Rain index (DDSLR). *Theoretical and Applied Climatology*, 109:153–174.
- Lana, X., Burgueño, A., Martinez, M.D., Serra, C., Martin-Vide, J. and Gomez, L. (2008). Spatial and temporal patterns of dry spell lengths in the Iberian Peninsula for the second half of the twentieth century. *Theoretical and Applied Climatology*, 91: 99–116.
- Lee, J., Wong, D.W.S. (2005). Statistical analysis of geographic information with ArcView GIS and ArcGIS. Wiley, New York, p 446.
- Li W, Hou M, Xin J (2011). Low-cloud and sunshine duration in the low-latitude belt of South China for the period 1961–2005. *Theoretical and Applied Climatology*, 104:473–478.
- Liang, F., and Xia X. A. (2005). Long-term trends in solar radiation and the associated climatic factors over China for 1961– 2000, *Annales Geophysicae*, 23: 2425–2432.
- Liepert BG (2002). Observed reductions of surface solar radiation at sites in the United States and worldwide from 1961 to 1990. *Geophysical Research Letters* 29(10):1421. doi:10.1029/2002GL014910.

- Liley JB (2009). New Zealand dimming and brightening. *Journal of Geophysical Research* 114: D00D10, doi:10.1029/2008JD011401.
- Longobardi, A. and Villani, P. (2010). Trend analysis of annual and seasonal rainfall time series in the Mediterranean area. *International Journal of Climatology*, 30:1538–1546.
- Luković, J., Bajat, B., Blagojević, D., Kilibarda, M. (2013). Spatial pattern of recent rainfall trends in Serbia (1961-2009). *Regional Environmental Change*, DOI 10.1007/s10113-013-0459-x.
- Luterbacher, J., Dietrich, D., Xoplaki, E., Grosjean, M., Wanner, H. (2004). European seasonal and annual temperature variability, trends and extremes since 1500. *Science* 303,1499–1503. doi:10.1126/science.1093877.
- Maheras, P., Tolika, K., Anagnostopoulou, C., Vafiadis, M., Patrikas, I. and Flocas, H. (2004). On the relationships between circulation types and changes in rainfall variability in Greece. *International Journal of Climatology* 24:1695-1712.
- Martín-Vide, J. and López Bustins, J.A. (2006). The western Mediterranean oscillation and rainfall in the Iberian Peninsula. *International Journal of Climatology*, 26:1455–1475.
- Milovanović, B. (2005). Statistical procedures application and results of research of precipitation on mountain Stara planina. *Journal of the Geographical Institute “Jovan Cvijić” SASA*, 54: 33-44.
- Moberg, A. and Jones, P.D. (2005). Trends in indices for extremes in daily temperature and precipitation in central and western Europe, 1901–99. *International Journal of Climatology*, 25:1149–1171.
- Moberg, A., et al. (2006). Indices for daily temperature and precipitation extremes in Europe analyzed for the period 1901–2000. *Journal of Geophysical Research — Atmospheres*, 111(D22):1–25.
- New, M., Todd, M., Hulme, M. and Jones, P. (2001). Precipitation measurements and trends in the twentieth century. *International Journal of Climatology*, 21:1899–1922.

- Ninyerola, M., Pons, X., Roure, J.M., (2000). A methodological approach of climatological modelling of air temperature and precipitation through GIS techniques. *International Journal of Climatology*, 20 (14):1823–1841.
- Narrant, C. and Douguédroit, A. (2006). Monthly and daily precipitation trends in the Mediterranean (1950–2000). *Theoretical and Applied Climatology*, 83:89–106.
- Norris JR, Wild M (2007). Trends in aerosol radiative effects over Europe inferred from observed cloud cover, solar dimming, and solar brightening. *Journal of Geophysical Research* 112:D08214. doi:10.1029/2006JD007794.
- O’Sullivan, D. and Unwin, D. (2003). *Geographical Information Analysis*, John Wiley & Sons, New Jersey, p 436.
- Ord, J.K. and Getis, A. (1995). Local Spatial Autocorrelation Statistics: Distributional Issues and an Application. *Geographical Analysis* 27, 286-306.
- Ørum, J.E., Boesen, M.V., Jovanovic, Z. and Pedersen, S.M. (2010). Farmers' incentives to save water with new irrigation systems and water taxation-A case study of Serbian potato production. *Agr Water Manage*, 98:465-471.
- Osborn, T.J., Hulme, M., Jones, P.D. and Basnett, T.A. (2000). Observed trends in the daily intensity of United Kingdom precipitation. *International Journal of Climatology*, 20:347–364.
- Page, E.S. (1954). Continuous inspection schemes. *Biometrika*, 41:100–115.
- Paredes, D., Trigo, R.M., Garcia-Herrera, R. and Trigo, I.F. (2006). Understanding Precipitation Changes in Iberia in Early Spring: Weather Typing and Storm-Tracking Approaches. *Journal of Hydrometeorology*, 7:101–113.
- Parry, M.L. (Ed.) (2000). *Assessment of Potential Effects and Adaptations for Climate Change in Europe: Summary and Conclusions*. Jackson Environment Institute, University of East Anglia, Norwich, UK. 24 pp.
- Partal, T. and Kahya, E. (2006). Trend analysis in Turkish precipitation data. *Hydrological Processes*, 20:2011–2026.
- Paz, S. and Kutiel H. (2003). Rainfall regime uncertainty (RRU) in an eastern Mediterranean region – a methodological approach. *Israel Journal of Earth Science*, 52: 47-63.

- Пејовић, М., Бајат, Б., Луковић, Ј. (2012). Просторна дистрибуција несигурности интерполације: пример изотермне карте Србије (1991-2009). *Гласник српског географског друштва*, ХСII(4):31-50.
- Perčec Tadić, M. (2010). Gridded Croatian climatology for 1961–1990. *Theoretical and Applied Climatology* 102:87–103.
- Pinker, R. T., B. Zhang, and E. G. Dutton (2005). Do satellites detect trends in surface solar radiation? *Science*, 308:850–854.
- Power, H. C. (2003). Trends in solar radiation over Germany and an assessment of the role of aerosols and sunshine duration. *Theoretical and Applied Climatology*, 76:47– 63.
- Ракићевић, Т. (1971). Утицај рељефа на доњу границу температуре на примеру Сјенице и Златибора. *Зборник радова ПМФ.*, св. XVIII, Београд.
- Ракићевић, Т. (1988). Регионални распоред суше у СР Србији. *Гласник Српског географског друштва*, 68(1):9-18.
- Ракићевић, Т. (1989). Основне законитости у географском распореду падавина на територији СР Србије. *Зборник радова Географског института ПМФ*, 26: 5-18.
- Ramanathan, V., P. J. Crutzen, J. T. Kiehl, and D. Rosenfeld (2001). Aerosols, climate, and the hydrological cycle. *Science*, 294:2119–2124.
- Ramos, M.C. (2001). Rainfall distribution patterns and their change over time in a Mediterranean area. *Theoretical and Applied Climatology*, 69:163–170.
- Reinhard, M., M. Rebetz, and R. Schlaepfer (2005). Recent climate change: Rethinking drought in the context of forest fire research in Ticino, south of Switzerland. *Theoretical and Applied Climatology*, 82:17–25.
- Reiser, H. and Kutiel, H. (2010). Rainfall uncertainty in the Mediterranean: time series, uncertainty, and extreme events. *Theoretical and Applied Climatology*, 104:357-375.
- Rodrigo, F.S. and Trigo, R.M. (2007). Trends in daily rainfall in the Iberian Peninsula from 1951 to 2002. *International Journal of Climatology*, 27:513–529.
- Rodríguez-Puebla, C, Ayuso, S.M., Frias, M.D. and Garcia-Casado, L.A. (2007). Effects of climate variation on winter cereal production in Spain. *Climate Research*, 34:223–232.
- R-project (2011) <http://cran.r-project.org/doc/manuals/R-lang.html>.

- Ruiz-Sinoga, J.D., Garcia-Marin, R., Gabarron-Galeotea, M.A. and Martinez-Murillo, J.F. (2011). Analysis of dry periods along a pluviometric gradient in Mediterranean southern Spain. *International Journal of Climatology*, DOI: 10.1002/joc.2376.
- Saaroni, H., Ziv, B., (2000). Summer rain episodes in Mediterranean climate, the case of Israel: climatological – dynamical analysis. *International Journal of Climatology*, 20: 191-290.
- Salas, J.D., Delleur, J.W., Yevjevich, V.M., and Lane, W.L. (1980). Applied modeling of hydrologic time series: Littleton, Colorado, Water Research Publications.
- Sanchez-Lorenzo A, Calbó J, Brunetti M, Deser C (2009). Dimming/ brightening over the Iberian Peninsula: trends in sunshine duration and cloud cover and their relations with atmospheric circulation. *J Geophys Res* 114: D00D09, doi:10.1029/2008JD011394
- Sanchez-Lorenzo, A., M. Brunetti, J. Calbo, and J. Martin-Vide (2007). Recent spatial and temporal variability and trends of sunshine duration over the Iberian Peninsula from a homogenized data set, *Journal of Geophysical Research*, 112, D20115, doi:10.1029/ 2007JD008677.
- Savić, S., Petrović, P. and Milovanović, B. (2010). Homogenisation of Mean Air Temperature Data Series from Serbia. European Geosciences Union – General Assembly 2010, Vienna, Austria, 02-07 May 2010, Geophysical Research Abstract, 12:EGU2010-5521-1.
- Savić, S., Milošević, D., Marković, V. and Kujundžić-Dačović, R. (2012). Homogenisation of Mean Air Temperature Time Series from Vojvodina (North Serbia). *Geographica Pannonica*, 16 (2):38-43.
- Serrano, A., Mateos, V.L., García, J.A. (1999). Trend analysis of monthly precipitation over the Iberian Peninsula for the period 1921–1995. *Physics and Chemistry of the Earth, Part B: Hydrology, Oceans and Atmosphere*, 24:85–90.
- Sheikhhasan, H. (2006). A comparison of interpolation techniques for spatial data prediction. Ph. D. Thesis, Universiteit van Amsterdam, The Netherlands.

- Smith, T.M., Reynolds, R.W. (2005). A global merged land and sea surface temperature reconstruction based on historical observations (1880–1997). *Journal of Climate*, 18:2021–2036.
- Stanhill, G. (2005). Global dimming: A new aspect of climate change, *Weather*, 60, 11 –14.
- Stanhill, G., and S. Cohen (2005). Solar radiation changes in the United States during the twentieth century: Evidence from sunshine duration measurements, *Journal of Climate*, 18:1503– 1512.
- Станојевић, Г. (2011). Анализа варијабилности сезонских температура ваздуха на простору Србије. Зборник радова, Трећи конгрес српских географа, Бања Лука, 171-181.
- Станојевић, Г. (2012). Анализа годишњих падавинских сума на простору Србије. *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић”, САНУ*, 62(2):1-13.
- Streets, D. G., Y. Wu, and M. Chin (2006). Two-decadal aerosol trends as a likely explanation of the global dimming/brightening transition, *Geophysical Research Letters*, 33, L15806, doi:10.1029/2006GL026471.
- Sun, J.Q., Wang, H.J., Yuan, W. (2009). Role of the tropical Atlantic sea surface temperature in the decadal change of the summer North Atlantic Oscillation. *Journal of Geophysical Research—Atmospheres* 114, D20110.
- Tewelde, M., Beza, T., Costa, A.C., Painho, M., 2010. Comparison of different interpolation techniques to map temperature in the southern region of Eritrea. 13th AGILE International Conference on Geographic Information Science 2010, Guimarães, Portugal, 1–5.
- Tobler, W. (1970). "A computer movie simulating urban growth in the Detroit region". *Economic Geography*, 46(2): 234-240.
- Toreti, A., Desiato, F. (2008). Temperature trend over Italy from 1961 to 2004. *Theoretical and Applied Climatology*, 91:51–58.
- Tošić I (2004). Spatial and temporal variability of winter and summer precipitation over Serbia and Montenegro. *Theoretical and Applied Climatology*, 77:47–56.
- Tošić I (2005). Analysis of temperature and precipitation time series. Ph.D. thesis, Faculty of Physics, University of Belgrade, Belgrade. P. 164.

- Tošić, I. (2004). Spatial and temporal variability of winter and summer precipitation over Serbia and Montenegro. *Theoretical and Applied Climatology*, 77: 47-56.
- Tošić, I. and Unkasević, M. (2005). Analysis of precipitation series for Belgrade. *Theoretical and Applied Climatology*, 80: 67-77.
- Tošić, I. and Unkasević, M. (2013). Extreme daily precipitation in Belgrade and their links with the prevailing directions of the air trajectories. *Theoretical and Applied Climatology*, 111: 97-107.
- Trenberth KE, Jones PD, Ambenje P, Bojariu R, Easterling D, Klein A, Soden B, Zhai P (2007). Observations: surface and atmospheric climate change. In *Climate Change 2007: the physical science basis: working group I contribution to the fourth assessment report of the IPCC*, edited by S. Solomon et al., p. 235–336, Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK.
- Trenberth, K.E., Jones, P.D., Ambenje, P., Bojariu, R., Easterling, D., Klein Tank, A., Parker, D., Rahimzadeh, F., Renwick, J.A., Rusticucci, M., Soden, B., Zhai, P. (2007) Observations: Surface and Atmospheric Climate Change. In: *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.
- Trigo, R.M., DaCamara, C.C. (2000). Circulation weather types and their influence on the precipitation regime in Portugal. *International Journal of Climatology* 20: 1559-1581.
- Türkeş, M. and Erlat, E. (2003). Precipitation changes and variability in Turkey linked to the North Atlantic oscillation during the period 1930–2000. *International Journal of Climatology*, 23: 1771–1796
- Türkeş M. (1996). Spatial and temporal analysis of annual rainfall variations in Turkey. *International Journal of Climatology*, 16:1057–1076.

- Türkeş, M. (1998). Influence of geopotential heights, cyclone frequency and southern oscillation on rainfall variations in Turkey. *International Journal of Climatology* 18: 649-680.
- Türkeş, M. and Erlat, E., (2005). Climatological responses of winter precipitation in Turkey to variability of the North Atlantic Oscillation during the period 1930-2001. *Theoretical and Applied Climatology*, 81: 45-69.
- Türkeş, M. and Tatli, H. (2009). Use of the standardized precipitation index (SPI) and a modified SPI for shaping the drought probabilities over Turkey. *International Journal of Climatology*, 29: 2270–2282.
- Unger, J. (1999). Urban-rural air humidity differences in Szeged, Hungary. *International Journal of Climatology*, 19:1509–1515.
- Unkasevic, M. (1997). Characteristic global and diffuse solar radiation values for Serbia. *Hungarian Meteorological Service*, Budapest, HONGRIE, 101(1):55-64.
- Unkašević, M. and Radinović, Đ. 2000. Statistical analysis of daily maximum and monthly precipitation at Belgrade. *Theoretical and Applied Climatology*, 66: 241–249.
- Unkašević, M. and Tošić, I. (2011). A statistical analysis of the daily precipitation over Serbia: trends and indices. *Theoretical and Applied Climatology*, 106:69–78.
- Unkašević, M., Tošić, I. (2009). An analysis of heat waves in Serbia. *Global and Planetary Change*, 65:17–26.
- Unkašević, M., Tošić, I. (2013). Trends in temperature indices over Serbia: relationships to large-scale circulation patterns. *International Journal of Climatology*. DOI: 10.1002/joc.3652.
- Unkašević, M., Tošić, I. and Vujovic, D. (2004). Variability and probability of annual and extreme precipitation over Serbia and Montenegro. *Theoretical and Applied Climatology*, 79: 103-109.
- Unkašević, M., Vujović, D., Tošić, I. (2005). Trends in extreme summer temperatures at Belgrade. *Theoretical and Applied Climatology* 82: 9-205.
- Vicente-Serrano, S.M., Saz-Sánchez, M.A., Cuadrat, J.M. (2003). Comparative analysis of interpolation methods in the middle Ebro Valley (Spain): application to annual precipitation and temperature. *Climate Research*, 24(2):161–180.

- Walker, G.T. (1924). Correlation in seasonal variation of weather, IX. Mem. Indian Meteor. Dep., 24:275-332.
- Wang, J.X., Gaffen, D.J. (2001). Late-twentieth-century climatology and trends of surface humidity and temperature in China. *Journal of Climate*, 14:2833–2845.
- Wild, M., A. Ohmura, and K. Makowski (2007). Impact of global dimming and brightening on global warming, *Geophysical Research Letters*, 34, L04702, doi:10.1029/2006GL028031.
- Wild, M. (2009). Global dimming and brightening: a review. *Geophysical Research Letters* 114: D00D16, doi:10.1029/2008JD011470.
- WMO (2002) World Meteorological Organization, 2002: Technical Document 1125, GCOS-76. Geneva, Switzerland.
- Wypych, A. (2010). Twentieth century variability of surface humidity as the climate change indicator in Kraków (Southern Poland). *Theoretical and Applied Climatology*, 101:475–482.
- Xoplaki, E., Luterbacher, J. and Gonzalez-Rouco, J.F. (2006). Mediterranean summer temperature and winter precipitation, large-scale dynamics, trends. *Nuovo Cimento C*, 29:45–54.
- Yan, Z., Jones, P.D., Davies, T.D., Moberg, A., Bergström, H., Camuffo, D., Coche, C., Maugeri, M., Demarée, G.R., Verhoeve, T., Thoen, E., Barriendos, M., Rodríguez, R., Martín-Vide, J., Yang, C., 2002. Trends of extreme temperature in Europe and China based on daily observation. *Climatic Change*, 53:355–392.
- Zezere, J. L. Trigo, R.M., Frago, M., Oliveira, S. C. and Garcia, R. A. (2008). Rainfall-triggered landslides in the Lisbon region over 2006 and relationships with the North Atlantic Oscillation. *Natural Hazards and Earth Systems. Science*, 8: 483-499.
- Zhang, X.B., Vincent, L.A., Hogg, W.D. and Niitsoo, A. (2000). Temperature and precipitation trends in Canada during the 20th century. *Atmos Ocean*, 38:395–429.
- Zheng X, Kang W, Zhao T, Luo Y, Duan C, Chen J (2008) Long-term trends in sunshine duration over Yunnan–Guizhou Plateau in Southwest China for 1961–2005. *Geophysical Research Letters* 35:L15707. doi:10.1029/2008GL034482.

Ziv, B., Saaroni, H., Pergament, R., Harpaz, T. and Alpert, P. (2013). Trends in rainfall regime over Israel, 1975–2010, and their relationship to large-scale variability. *Regional Environmental Change*, DOI: 10.1007/s10113-013-0414-x.

Прилози

Табела 1.1: Вредности тренда падавина за јануар (1961-2009) у mm/год.

Станица	ГШ	ГД	НВ	тренд	Станица	ГШ	ГД	НВ	тренд
Александровац	43.46	21.06	360	-0.191					
Алексинац	43.54	21.71	180	0.012	Неготин	44.23	22.54	42	0.147
Бабушница	43.07	22.42	495	0.006	Ниш	43.32	21.90	202	-0.033
Бела паланка	43.22	22.32	290	-0.027	Нови Пазар	43.14	20.52	545	-0.318
Београд	44.78	20.44	132	0.060	Палић	46.10	19.77	102	-0.100
Блаце	43.30	21.29	395	-0.358	Петровац	44.38	21.42	125	-0.026
Блажево	43.23	20.93	800	-0.050	Пирот	43.16	22.59	370	0.098
Брус	43.38	21.04	440	-0.200	Пожега	43.85	20.04	333	-0.221
Бујановац	42.46	21.77	400	-0.216	Прешево	42.31	21.65	510	-0.305
Буковичка бања	44.31	20.56	265	0.352	Прокупље	43.23	21.59	265	0.212
Црни врх	44.14	21.97	834	0.245	Радмиловац	44.75	20.58	130	0.227
Чумић	44.13	20.77	366	0.081	Рековац	43.86	21.10	245	-0.087
Ћуприја	43.93	21.38	123	0.168	Римски шанчеви	45.32	19.85	86	0.056
Димитровград	43.01	22.73	446	0.046	Рудника	44.13	20.55	1132	-0.411
Гоч	43.56	20.83	990	-0.209	Шабач	44.75	19.69	80	0.093
Ивањица	43.58	20.24	465	-0.184	Сјеница	43.28	20.03	1015	-0.004
Јастребац	43.39	21.45	1492	-0.827	Смед.паланка	44.37	21.00	121	0.106
Јошаничка бања	43.39	20.76	555	-0.289	Сомбор	45.75	19.15	87	0.019
Каона	43.72	20.42	570	0.127	Срем.митровица	45.02	19.15	82	-0.103
Карајукића бунари	43.09	20.10	1160	-0.456	Трговиште	42.36	22.09	600	-0.386
Кикинда	45.85	20.47	81	-0.049	Ваљево	44.28	19.92	174	0.122
Књажевац	43.56	22.27	280	-0.084	Велико градиште	44.76	21.55	82	-0.057
Копаник	43.29	20.81	1711	-0.268	Владимирци	44.61	19.82	120	0.034
Крагујевац	44.01	20.92	175	0.007	Власотинце	42.96	22.13	270	-0.045
Краљево	43.73	20.70	219	-0.211	Врање	42.55	21.90	433	-0.162
Крупањ	44.37	19.37	280	0.149	Врњачка бања	43.62	20.93	235	-0.079
Крушевац	43.58	21.33	166	-0.067	Вршац	45.15	21.32	83	-0.105
Кукавица	42.79	21.95	1438	-0.151	Жагубица	44.20	21.79	314	0.130
Куршумлија	43.14	21.28	383	-0.107	Зајечар	43.91	22.32	137	0.002
Лесковац	43.00	21.96	224	-0.002	Житорађа	43.19	21.71	220	0.002
Љубовија	44.19	19.38	190	0.207	Златибор	43.72	19.70	1029	0.012
Лозница	44.53	19.23	147	0.424	Зрењанин	45.40	20.38	80	0.012

Табела 1.2: Вредности тренда падавина за фебруар (1961-2009) у mm/год

Станица	ГШ	ГД	НВ	тренд	Станица	ГШ	ГД	НВ	тренд
Александровац	43.46	21.06	360	-0.0279					
Алексинац	43.54	21.71	180	-0.0147	Неготин	44.23	22.54	42	-0.3582
Бабушница	43.07	22.42	495	-0.0659	Ниш	43.32	21.90	202	-0.2366
Бела паланка	43.22	22.32	290	-0.1977	Нови Пазар	43.14	20.52	545	0.149
Београд	44.78	20.44	132	-0.0682	Палић	46.10	19.77	102	-0.0575
Блаце	43.30	21.29	395	-0.1789	Петровац	44.38	21.42	125	0.2281
Блажево	43.23	20.93	800	0.0472	Пирот	43.16	22.59	370	-0.3041
Брус	43.38	21.04	440	-0.2759	Пожега	43.85	20.04	333	-0.1
Бујановац	42.46	21.77	400	-0.2	Прешево	42.31	21.65	510	-0.1803
Буковичка бања	44.31	20.56	265	0.4048	Прокупље	43.23	21.59	265	-0.0066
Црни врх	44.14	21.97	834	0.0274	Радмиловац	44.75	20.58	130	-0.0351
Чумић	44.13	20.77	366	0.1164	Рековац	43.86	21.10	245	-0.0878
Ћуприја	43.93	21.38	123	0.1024	Римски шанчеви	45.32	19.85	86	-0.0836
Димитровград	43.01	22.73	446	-0.1222	Рудника	44.13	20.55	1132	-0.309
Гоч	43.56	20.83	990	-0.1385	Шабац	44.75	19.69	80	-0.0269
Ивањица	43.58	20.24	465	0.2354	Сјеница	43.28	20.03	1015	0.2581
Јастребац	43.39	21.45	1492	-0.6883	Смед.паланка	44.37	21.00	121	0.0412
Јошаничка бања	43.39	20.76	555	-0.1536	Сомбор	45.75	19.15	87	-0.1286
Каона	43.72	20.42	570	0.3592	Срем.митровица	45.02	19.15	82	-0.1816
Карајукића бунари	43.09	20.10	1160	0.1174	Трговиште	42.36	22.09	600	-0.2364
Кикинда	45.85	20.47	81	-0.0974	Ваљево	44.28	19.92	174	-0.0311
Књажевац	43.56	22.27	280	-0.3781	Велико градиште	44.76	21.55	82	-0.1282
Копоник	43.29	20.81	1711	0.5134	Владимирци	44.61	19.82	120	-0.1801
Крагујевац	44.01	20.92	175	0.0655	Власотинце	42.96	22.13	270	-0.0521
Краљево	43.73	20.70	219	-0.1691	Врање	42.55	21.90	433	-0.1469
Крупањ	44.37	19.37	280	0.2337	Врњачка бања	43.62	20.93	235	-0.0234
Крушевац	43.58	21.33	166	-0.0544	Вршац	45.15	21.32	83	-0.1631
Кукавица	42.79	21.95	1438	-0.0472	Жагубица	44.20	21.79	314	-0.08
Куршумлија	43.14	21.28	383	-0.1146	Зајечар	43.91	22.32	137	-0.2768
Лесковац	43.00	21.96	224	0.0641	Житорађа	43.19	21.71	220	0.0967
Љубовија	44.19	19.38	190	0.0399	Златибор	43.72	19.70	1029	0.3462
Лозница	44.53	19.23	147	-0.0318	Зрењанин	45.40	20.38	80	-0.2133

Табела 1.3: Вредности тренда падавина за март (1961-2009) у mm/год

Станица	ГШ	ГД	НВ	тренд	Станица	ГШ	ГД	НВ	тренд
Александровац	43.46	21.06	360	-0.0538					
Алексинац	43.54	21.71	180	0.1808	Неготин	44.23	22.54	42	-0.4125
Бабушница	43.07	22.42	495	-0.1027	Ниш	43.32	21.90	202	0.0221
Бела паланка	43.22	22.32	290	-0.0317	Нови Пазар	43.14	20.52	545	0.2476
Београд	44.78	20.44	132	-0.0066	Палић	46.10	19.77	102	0.0391
Блаце	43.30	21.29	395	0.0854	Петровац	44.38	21.42	125	0.0427
Блажево	43.23	20.93	800	0.2736	Пирот	43.16	22.59	370	-0.1483
Брус	43.38	21.04	440	-0.1014	Пожега	43.85	20.04	333	-0.2093
Бујановац	42.46	21.77	400	-0.0769	Прешево	42.31	21.65	510	-0.0646
Буковичка бања	44.31	20.56	265	0.0657	Прокупље	43.23	21.59	265	0.0422
Црни врх	44.14	21.97	834	0.1167	Радмиловац	44.75	20.58	130	0.081
Чумић	44.13	20.77	366	-0.0325	Рековац	43.86	21.10	245	0.0394
Ћуприја	43.93	21.38	123	0.175	Римски шанчеви	45.32	19.85	86	0.0541
Димитровград	43.01	22.73	446	-0.1107	Рудника	44.13	20.55	1132	-0.2253
Гоч	43.56	20.83	990	0.0508	Шабац	44.75	19.69	80	0.1945
Ивањица	43.58	20.24	465	0.1141	Сјеница	43.28	20.03	1015	0.2444
Јастребац	43.39	21.45	1492	-0.4359	Смед.паланка	44.37	21.00	121	-0.1407
Јошаничка бања	43.39	20.76	555	0.1385	Сомбор	45.75	19.15	87	0.1671
Каона	43.72	20.42	570	0.579	Срем.митровица	45.02	19.15	82	0.127
Карајукића бунари	43.09	20.10	1160	0.0672	Трговиште	42.36	22.09	600	-0.1467
Кикинда	45.85	20.47	81	0.1083	Ваљево	44.28	19.92	174	0.0835
Књажевац	43.56	22.27	280	-0.3169	Велико градиште	44.76	21.55	82	0.1535
Копоник	43.29	20.81	1711	0.5824	Владимирци	44.61	19.82	120	-0.05
Крагујевац	44.01	20.92	175	-0.0329	Власотинце	42.96	22.13	270	-0.1242
Краљево	43.73	20.70	219	0.0078	Врање	42.55	21.90	433	0
Крупањ	44.37	19.37	280	0.7306	Врњачка бања	43.62	20.93	235	0.2245
Крушевац	43.58	21.33	166	0.0547	Вршац	45.15	21.32	83	0.0547
Кукавица	42.79	21.95	1438	0.1137	Жагубица	44.20	21.79	314	0.2234
Куршумлија	43.14	21.28	383	-0.0816	Зајечар	43.91	22.32	137	-0.2539
Лесковац	43.00	21.96	224	-0.0184	Житорађа	43.19	21.71	220	0.1756
Љубовија	44.19	19.38	190	0.3606	Златибор	43.72	19.70	1029	0.3923
Лозница	44.53	19.23	147	0.2283	Зрењанин	45.40	20.38	80	0.1013

Табела 1.4: Вредности тренда падавина за април (1961-2009) у mm/год

Станица	ГШ	ГД	НВ	тренд	Станица	ГШ	ГД	НВ	тренд
Александровац	43.46	21.06	360	-0.1563					
Алексинац	43.54	21.71	180	0.0224	Неготин	44.23	22.54	42	-0.4352
Бабушница	43.07	22.42	495	0.2086	Ниш	43.32	21.90	202	0.1686
Бела паланка	43.22	22.32	290	0.0388	Нови Пазар	43.14	20.52	545	-0.0294
Београд	44.78	20.44	132	-0.17	Палић	46.10	19.77	102	0.0265
Блаце	43.30	21.29	395	0.3666	Петровац	44.38	21.42	125	0.3194
Блажево	43.23	20.93	800	-0.1367	Пирот	43.16	22.59	370	-0.0027
Брус	43.38	21.04	440	-0.0319	Пожега	43.85	20.04	333	-0.1194
Бујановац	42.46	21.77	400	-0.2454	Прешево	42.31	21.65	510	-0.1113
Буквичка бања	44.31	20.56	265	0.0396	Прокупље	43.23	21.59	265	0.1558
Црни врх	44.14	21.97	834	0.0926	Радиловац	44.75	20.58	130	-0.3402
Чумић	44.13	20.77	366	-0.1	Рековац	43.86	21.10	245	-0.1211
Ћуприја	43.93	21.38	123	0.2129	Римски шанчеви	45.32	19.85	86	-0.2017
Димитровград	43.01	22.73	446	-0.0311	Рудника	44.13	20.55	1132	-0.8054
Гоч	43.56	20.83	990	-0.3367	Шабац	44.75	19.69	80	-0.1807
Ивањица	43.58	20.24	465	0.0436	Сјеница	43.28	20.03	1015	0.2552
Јастребац	43.39	21.45	1492	-0.9568	Смед.паланка	44.37	21.00	121	-0.1062
Јошаничка бања	43.39	20.76	555	-0.1218	Сомбор	45.75	19.15	87	-0.0972
Каона	43.72	20.42	570	-0.0579	Срем.митровица	45.02	19.15	82	-0.18
Карајукића бунари	43.09	20.10	1160	-0.2497	Трговиште	42.36	22.09	600	0.0132
Кикинда	45.85	20.47	81	-0.3536	Ваљево	44.28	19.92	174	-0.308
Књажевац	43.56	22.27	280	0.0724	Велико градиште	44.76	21.55	82	-0.18
Копоник	43.29	20.81	1711	0.3689	Владимирци	44.61	19.82	120	-0.1974
Крагујевац	44.01	20.92	175	-0.1094	Власотинце	42.96	22.13	270	0.233
Краљево	43.73	20.70	219	-0.178	Врање	42.55	21.90	433	-0.0535
Крупањ	44.37	19.37	280	-0.2227	Врњачка бања	43.62	20.93	235	-0.1919
Крушевац	43.58	21.33	166	-0.1365	Вршац	45.15	21.32	83	0.2023
Кукавица	42.79	21.95	1438	-0.0996	Жагубица	44.20	21.79	314	0.0622
Куршумлија	43.14	21.28	383	-0.1333	Зајечар	43.91	22.32	137	-0.3417
Лесковац	43.00	21.96	224	0.2262	Житораја	43.19	21.71	220	0.25
Љубовија	44.19	19.38	190	0.0148	Златибор	43.72	19.70	1029	0.1181
Лозница	44.53	19.23	147	-0.4207	Зрењанин	45.40	20.38	80	-0.1089

Табела 1.5: Вредности тренда падавина за мај (1961-2009) у mm/год

Станица	ГШ	ГД	НВ	тренд	Станица	ГШ	ГД	НВ	тренд
Александровац	43.46	21.06	360	-0.3					
Алексинац	43.54	21.71	180	-0.4506	Неготин	44.23	22.54	42	-0.4656
Бабушница	43.07	22.42	495	-0.1812	Ниш	43.32	21.90	202	-0.1333
Бела паланка	43.22	22.32	290	-0.4046	Нови Пазар	43.14	20.52	545	-0.148
Београд	44.78	20.44	132	-0.3845	Палић	46.10	19.77	102	0.0562
Блаце	43.30	21.29	395	-0.5016	Петровац	44.38	21.42	125	-0.5467
Блажево	43.23	20.93	800	-0.1851	Пирот	43.16	22.59	370	-0.2958
Брус	43.38	21.04	440	-0.616	Пожега	43.85	20.04	333	-0.2638
Бујановац	42.46	21.77	400	-0.505	Прешево	42.31	21.65	510	0.0143
Буковичка бања	44.31	20.56	265	-0.6406	Прокупље	43.23	21.59	265	-0.175
Црни врх	44.14	21.97	834	-0.9775	Радмиловац	44.75	20.58	130	-0.525
Чумић	44.13	20.77	366	-0.357	Рековац	43.86	21.10	245	-0.5864
Ћуприја	43.93	21.38	123	-0.4575	Римски шанчеви	45.32	19.85	86	0.1448
Димитровград	43.01	22.73	446	-0.2843	Рудника	44.13	20.55	1132	-1.1334
Гоч	43.56	20.83	990	-1.0364	Шабац	44.75	19.69	80	0.159
Ивањица	43.58	20.24	465	-0.1717	Сјеница	43.28	20.03	1015	0.0384
Јастребац	43.39	21.45	1492	-1.038	Смед.паланка	44.37	21.00	121	-0.5549
Јошаничка бања	43.39	20.76	555	-0.4052	Сомбор	45.75	19.15	87	-0.0434
Каона	43.72	20.42	570	-0.5532	Срем.митровица	45.02	19.15	82	-0.202
Карајукића бунари	43.09	20.10	1160	-0.331	Трговиште	42.36	22.09	600	-0.8106
Кикинда	45.85	20.47	81	-0.1702	Ваљево	44.28	19.92	174	-0.3607
Књажевац	43.56	22.27	280	0.0117	Велико градиште	44.76	21.55	82	-0.1757
Копоник	43.29	20.81	1711	-0.2217	Владимирци	44.61	19.82	120	-0.3042
Крагујевац	44.01	20.92	175	-0.6114	Власотинце	42.96	22.13	270	-0.1777
Краљево	43.73	20.70	219	-0.7	Врање	42.55	21.90	433	-0.0781
Крупањ	44.37	19.37	280	-0.0658	Врњачка бања	43.62	20.93	235	-0.6589
Крушевац	43.58	21.33	166	-0.7292	Вршац	45.15	21.32	83	-0.3217
Кукавица	42.79	21.95	1438	0.0298	Жагубица	44.20	21.79	314	-0.6779
Куршумлија	43.14	21.28	383	-0.0618	Зајечар	43.91	22.32	137	-0.6938
Лесковац	43.00	21.96	224	0.1468	Житораја	43.19	21.71	220	0.049
Љубовија	44.19	19.38	190	-0.3657	Златибор	43.72	19.70	1029	-0.1084
Лозница	44.53	19.23	147	-0.1205	Зрењанин	45.40	20.38	80	-0.2817

Табела 1.6: Вредности тренда падавина за јун (1961-2009) у mm/год

Станица	ГШ	ГД	НВ	тренд	Станица	ГШ	ГД	НВ	тренд
Александровац	43.46	21.06	360	-0.3635					
Алексинац	43.54	21.71	180	-0.5524	Неготин	44.23	22.54	42	-0.1583
Бабушница	43.07	22.42	495	-0.3513	Ниш	43.32	21.90	202	-0.3038
Бела паланка	43.22	22.32	290	-0.5661	Нови Пазар	43.14	20.52	545	-0.1364
Београд	44.78	20.44	132	0.5903	Палић	46.10	19.77	102	0.5285
Блаце	43.30	21.29	395	-0.4728	Петровац	44.38	21.42	125	-0.2354
Блажево	43.23	20.93	800	0.0849	Пирот	43.16	22.59	370	-0.3301
Брус	43.38	21.04	440	-0.5183	Пожега	43.85	20.04	333	0.384
Бујановац	42.46	21.77	400	0.0197	Прешево	42.31	21.65	510	-0.107
Буквичка бања	44.31	20.56	265	0.2322	Прокупље	43.23	21.59	265	-0.1469
Црни врх	44.14	21.97	834	-0.4483	Радмиловац	44.75	20.58	130	0.5448
Чумић	44.13	20.77	366	-0.3506	Рековац	43.86	21.10	245	-0.4241
Ћуприја	43.93	21.38	123	-0.2425	Римски шанчеви	45.32	19.85	86	0.3503
Димитровград	43.01	22.73	446	-0.6694	Рудника	44.13	20.55	1132	0.116
Гоч	43.56	20.83	990	-0.7	Шабац	44.75	19.69	80	0.1551
Ивањица	43.58	20.24	465	-0.1343	Сјеница	43.28	20.03	1015	-0.1954
Јастребац	43.39	21.45	1492	-0.9789	Смед.паланка	44.37	21.00	121	-0.0303
Јошаничка бања	43.39	20.76	555	-0.0367	Сомбор	45.75	19.15	87	0.1237
Каона	43.72	20.42	570	0.5146	Срем.митровица	45.02	19.15	82	0.0169
Карајукића бунари	43.09	20.10	1160	-0.0109	Трговиште	42.36	22.09	600	-0.4962
Кикинда	45.85	20.47	81	0.1032	Ваљево	44.28	19.92	174	0.2721
Књажевац	43.56	22.27	280	-0.5783	Велико градиште	44.76	21.55	82	0.0607
Копоник	43.29	20.81	1711	-1.0242	Владимирци	44.61	19.82	120	-0.2217
Крагујевац	44.01	20.92	175	-0.1396	Власотинце	42.96	22.13	270	-0.1937
Краљево	43.73	20.70	219	-0.1697	Врање	42.55	21.90	433	0.0951
Крупањ	44.37	19.37	280	1.0464	Врњачка бања	43.62	20.93	235	0.1918
Крушевац	43.58	21.33	166	-0.579	Вршац	45.15	21.32	83	-0.1923
Кукавица	42.79	21.95	1438	-0.3127	Жагубица	44.20	21.79	314	-0.282
Куршумлија	43.14	21.28	383	-0.0213	Зајечар	43.91	22.32	137	-0.5353
Лесковац	43.00	21.96	224	-0.1236	Житораја	43.19	21.71	220	0.2442
Љубовија	44.19	19.38	190	-0.1796	Златибор	43.72	19.70	1029	0.2986
Лозница	44.53	19.23	147	0.4622	Зрењанин	45.40	20.38	80	0.3424

Табела 1.7. Вредности тренда падавина за јул (1961-2009) у mm/год

Станица	ГШ	ГД	НВ	тренд	Станица	ГШ	ГД	НВ	тренд
Александровац	43.46	21.06	360	-0.1495					
Алексинац	43.54	21.71	180	0.0813	Неготин	44.23	22.54	42	0.1043
Бабушница	43.07	22.42	495	-0.5227	Ниш	43.32	21.90	202	0.066
Бела паланка	43.22	22.32	290	-0.1781	Нови Пазар	43.14	20.52	545	0.07
Београд	44.78	20.44	132	-0.3588	Палић	46.10	19.77	102	-0.0359
Блаце	43.30	21.29	395	-0.3546	Петровац	44.38	21.42	125	0.0398
Блажево	43.23	20.93	800	0.2062	Пирот	43.16	22.59	370	-0.1802
Брус	43.38	21.04	440	-0.0345	Пожега	43.85	20.04	333	-0.5569
Бујановац	42.46	21.77	400	-0.1466	Прешево	42.31	21.65	510	0.1168
Буквичка бања	44.31	20.56	265	-0.0191	Прокупље	43.23	21.59	265	-0.0487
Црни врх	44.14	21.97	834	-0.2954	Радиловац	44.75	20.58	130	-0.4678
Чумић	44.13	20.77	366	-0.5382	Рековац	43.86	21.10	245	-0.4385
Ћуприја	43.93	21.38	123	-0.1213	Римски шанчеви	45.32	19.85	86	0.0255
Димитровград	43.01	22.73	446	0.0013	Рудника	44.13	20.55	1132	-0.3039
Гоч	43.56	20.83	990	-0.2335	Шабац	44.75	19.69	80	-0.2983
Ивањица	43.58	20.24	465	0.1749	Сјеница	43.28	20.03	1015	0.3228
Јастребац	43.39	21.45	1492	-0.1287	Смед.паланка	44.37	21.00	121	-0.05
Јошаничка бања	43.39	20.76	555	0.3279	Сомбор	45.75	19.15	87	0.1486
Каона	43.72	20.42	570	-0.0602	Срем.митровица	45.02	19.15	82	-0.2134
Карајукића бунари	43.09	20.10	1160	-0.4632	Трговиште	42.36	22.09	600	-0.0948
Кикинда	45.85	20.47	81	-0.1043	Ваљево	44.28	19.92	174	-0.5187
Књажевац	43.56	22.27	280	-0.3597	Велико градиште	44.76	21.55	82	-0.1814
Копоник	43.29	20.81	1711	-0.0728	Владимирци	44.61	19.82	120	-0.2776
Крагујевац	44.01	20.92	175	-0.6344	Власотинце	42.96	22.13	270	0.124
Краљево	43.73	20.70	219	-0.1092	Врање	42.55	21.90	433	-0.2249
Крупањ	44.37	19.37	280	-0.0531	Врњачка бања	43.62	20.93	235	0.1388
Крушевац	43.58	21.33	166	-0.1514	Вршац	45.15	21.32	83	0.0301
Кукавица	42.79	21.95	1438	0.3216	Жагубица	44.20	21.79	314	-0.5403
Куршумлија	43.14	21.28	383	0.4957	Зајечар	43.91	22.32	137	0.1783
Лесковац	43.00	21.96	224	0.0695	Житораја	43.19	21.71	220	-0.0068
Љубовија	44.19	19.38	190	-0.3941	Златибор	43.72	19.70	1029	0.0625
Лозница	44.53	19.23	147	-0.1275	Зрењанин	45.40	20.38	80	-0.0815

Табела 1.8: Вредности тренда падавина за август (1961-2009) у мм/год

Станица	ГШ	ГД	НВ	тренд	Станица	ГШ	ГД	НВ	тренд
Александровац	43.46	21.06	360	0.1017					
Алексинац	43.54	21.71	180	0.5045	Неготин	44.23	22.54	42	0.3536
Бабушница	43.07	22.42	495	0.4147	Ниш	43.32	21.90	202	0.4439
Бела паланка	43.22	22.32	290	0.3765	Нови Пазар	43.14	20.52	545	0.1332
Београд	44.78	20.44	132	0.6475	Палић	46.10	19.77	102	0.1329
Блаце	43.30	21.29	395	-0.1659	Петровац	44.38	21.42	125	0.44
Блажево	43.23	20.93	800	0.3345	Пирот	43.16	22.59	370	0.1472
Брус	43.38	21.04	440	-0.1634	Пожега	43.85	20.04	333	0.2921
Бујановац	42.46	21.77	400	0.2801	Прешево	42.31	21.65	510	0.3814
Буквичка бања	44.31	20.56	265	0.1091	Прокупље	43.23	21.59	265	0.2942
Црни врх	44.14	21.97	834	0.3076	Радмиловац	44.75	20.58	130	0.5252
Чумић	44.13	20.77	366	0.5432	Рековац	43.86	21.10	245	0.2485
Ћуприја	43.93	21.38	123	0.2804	Римски шанчеви	45.32	19.85	86	0.1212
Димитровград	43.01	22.73	446	0.3132	Рудника	44.13	20.55	1132	0.3667
Гоч	43.56	20.83	990	0.3897	Шабац	44.75	19.69	80	0.4478
Ивањица	43.58	20.24	465	0.4165	Сјеница	43.28	20.03	1015	0.1826
Јастребац	43.39	21.45	1492	0.1224	Смед.паланка	44.37	21.00	121	0.6
Јошаничка бања	43.39	20.76	555	0.3656	Сомбор	45.75	19.15	87	0.2436
Каона	43.72	20.42	570	1.0246	Срем.митровица	45.02	19.15	82	0.2271
Карајукића бунари	43.09	20.10	1160	-0.5567	Трговиште	42.36	22.09	600	0.1325
Кикинда	45.85	20.47	81	0.1845	Ваљево	44.28	19.92	174	0.655
Књажевац	43.56	22.27	280	0.1695	Велико градиште	44.76	21.55	82	0.2271
Копоник	43.29	20.81	1711	-0.2635	Владимирци	44.61	19.82	120	0.3118
Крагујевац	44.01	20.92	175	0.6598	Власотинце	42.96	22.13	270	0.2984
Краљево	43.73	20.70	219	0.37	Врање	42.55	21.90	433	0.1682
Крупањ	44.37	19.37	280	0.2319	Врњачка бања	43.62	20.93	235	1.021
Крушевац	43.58	21.33	166	0.3845	Вршац	45.15	21.32	83	-0.1263
Кукавица	42.79	21.95	1438	0.3955	Жагубица	44.20	21.79	314	0.3652
Куршумлија	43.14	21.28	383	-0.0626	Зајечар	43.91	22.32	137	0.2231
Лесковац	43.00	21.96	224	0.2269	Житораја	43.19	21.71	220	0.5729
Љубовија	44.19	19.38	190	0.5036	Златибор	43.72	19.70	1029	0.3132
Лозница	44.53	19.23	147	0.0352	Зрењанин	45.40	20.38	80	-0.2789

Табела 1.9: Вредности тренда падавина за септембар (1961-2009) у mm/год

Станица	ГШ	ГД	НВ	тренд	Станица	ГШ	ГД	НВ	тренд
Александровац	43.46	21.06	360	0.5232					
Алексинац	43.54	21.71	180	0.3937	Неготин	44.23	22.54	42	0.3259
Бабушница	43.07	22.42	495	0.4613	Ниш	43.32	21.90	202	0.2687
Бела паланка	43.22	22.32	290	0.725	Нови Пазар	43.14	20.52	545	0.7053
Београд	44.78	20.44	132	0.0719	Палић	46.10	19.77	102	0.48
Блаце	43.30	21.29	395	0.2254	Петровац	44.38	21.42	125	0.3019
Блажево	43.23	20.93	800	0.7222	Пирот	43.16	22.59	370	0.3728
Брус	43.38	21.04	440	0.4023	Пожега	43.85	20.04	333	0.4163
Бујановац	42.46	21.77	400	0.2725	Прешево	42.31	21.65	510	0.2135
Буквичка бања	44.31	20.56	265	0.7722	Прокупље	43.23	21.59	265	0.3215
Црни врх	44.14	21.97	834	0.3308	Радмиловац	44.75	20.58	130	0.2261
Чумић	44.13	20.77	366	0.5407	Рековац	43.86	21.10	245	0.3857
Ћуприја	43.93	21.38	123	0.3338	Римски шанчеви	45.32	19.85	86	0.417
Димитровград	43.01	22.73	446	0.7944	Рудника	44.13	20.55	1132	0.6593
Гоч	43.56	20.83	990	0.6413	Шабац	44.75	19.69	80	-0.0318
Ивањица	43.58	20.24	465	0.8126	Сјеница	43.28	20.03	1015	0.8387
Јастребац	43.39	21.45	1492	0.3032	Смед.паланка	44.37	21.00	121	0.6236
Јошаничка бања	43.39	20.76	555	0.5453	Сомбор	45.75	19.15	87	0.3153
Каона	43.72	20.42	570	0.8568	Срем.митровица	45.02	19.15	82	0.2222
Карајукића бунари	43.09	20.10	1160	0.4522	Трговиште	42.36	22.09	600	0.4217
Кикинда	45.85	20.47	81	0.4921	Ваљево	44.28	19.92	174	0.2195
Књажевац	43.56	22.27	280	0.5413	Велико градиште	44.76	21.55	82	0.2792
Копоник	43.29	20.81	1711	0.7246	Владимирци	44.61	19.82	120	0.166
Крагујевац	44.01	20.92	175	0.4769	Власотинце	42.96	22.13	270	0.5825
Краљево	43.73	20.70	219	0.3394	Врање	42.55	21.90	433	0.1206
Крупањ	44.37	19.37	280	0.6885	Врњачка бања	43.62	20.93	235	0.4542
Крушевац	43.58	21.33	166	0.5057	Вршац	45.15	21.32	83	0.5087
Кукавица	42.79	21.95	1438	1.0149	Жагубица	44.20	21.79	314	0.3043
Куршумлија	43.14	21.28	383	0.6433	Зајечар	43.91	22.32	137	0.4613
Лесковац	43.00	21.96	224	0.5416	Житорађа	43.19	21.71	220	0.2967
Љубовија	44.19	19.38	190	0.2656	Златибор	43.72	19.70	1029	0.9521
Лозница	44.53	19.23	147	0.0906	Зрењанин	45.40	20.38	80	0.3021

Табела 1.10: Вредности тренда падавина за октобар (1961-2009) у mm/год

Станица	ГШ	ГД	НВ	тренд	Станица	ГШ	ГД	НВ	тренд
Александровац	43.46	21.06	360	0.4698					
Алексинац	43.54	21.71	180	0.465	Неготин	44.23	22.54	42	0.2444
Бабушница	43.07	22.42	495	0.3253	Ниш	43.32	21.90	202	0.545
Бела паланка	43.22	22.32	290	0.3785	Нови Пазар	43.14	20.52	545	0.505
Београд	44.78	20.44	132	0.6387	Палић	46.10	19.77	102	0.4082
Блаце	43.30	21.29	395	0.45	Петровац	44.38	21.42	125	0.7442
Блажево	43.23	20.93	800	0.5335	Пирот	43.16	22.59	370	0.3395
Брус	43.38	21.04	440	0.3	Пожега	43.85	20.04	333	0.4667
Бујановац	42.46	21.77	400	0.451	Прешево	42.31	21.65	510	0.24
Буквичка бања	44.31	20.56	265	0.859	Прокупље	43.23	21.59	265	0.3082
Црни врх	44.14	21.97	834	0.8118	Радмиловац	44.75	20.58	130	0.5624
Чумић	44.13	20.77	366	0.6415	Рековац	43.86	21.10	245	0.5543
Ћуприја	43.93	21.38	123	0.7405	Римски шанчеви	45.32	19.85	86	0.3522
Димитровград	43.01	22.73	446	0.4945	Рудника	44.13	20.55	1132	0.7124
Гоч	43.56	20.83	990	0.628	Шабац	44.75	19.69	80	0.7268
Ивањица	43.58	20.24	465	0.5305	Сјеница	43.28	20.03	1015	0.571
Јастребац	43.39	21.45	1492	0.35	Смед.паланка	44.37	21.00	121	0.4417
Јошаничка бања	43.39	20.76	555	0.4339	Сомбор	45.75	19.15	87	0.1803
Каона	43.72	20.42	570	0.7803	Срем.митровица	45.02	19.15	82	0.3506
Карајукића бунари	43.09	20.10	1160	0.3043	Трговиште	42.36	22.09	600	0.4504
Кикинда	45.85	20.47	81	0.4307	Ваљево	44.28	19.92	174	0.5357
Књажевац	43.56	22.27	280	0.4958	Велико градиште	44.76	21.55	82	0.3821
Копоник	43.29	20.81	1711	0.55	Владимирци	44.61	19.82	120	0.6412
Крагујевац	44.01	20.92	175	0.5663	Власотинце	42.96	22.13	270	0.582
Краљево	43.73	20.70	219	0.4433	Врање	42.55	21.90	433	-0.0698
Крупањ	44.37	19.37	280	0.7901	Врњачка бања	43.62	20.93	235	0.6577
Крушевац	43.58	21.33	166	0.5779	Вршац	45.15	21.32	83	0.1472
Кукавица	42.79	21.95	1438	0.7381	Жагубица	44.20	21.79	314	0.7427
Куршумлија	43.14	21.28	383	0.3684	Зајечар	43.91	22.32	137	0.3577
Лесковац	43.00	21.96	224	0.671	Житорађа	43.19	21.71	220	0.4472
Љубовија	44.19	19.38	190	0.6	Златибор	43.72	19.70	1029	0.5771
Лозница	44.53	19.23	147	0.9699	Зрењанин	45.40	20.38	80	0.2455

Табела 1.11: Вредности тренда падавина за новембар (1961-2009) у mm/год

Станица	ГШ	ГД	НВ	тренд	Станица	ГШ	ГД	НВ	тренд
Александровац	43.46	21.06	360	0.0912					
Алексинац	43.54	21.71	180	0.0525	Неготин	44.23	22.54	42	-0.2786
Бабушница	43.07	22.42	495	-0.5556	Ниш	43.32	21.90	202	-0.175
Бела паланка	43.22	22.32	290	-0.3199	Нови Пазар	43.14	20.52	545	0.1138
Београд	44.78	20.44	132	-0.06	Палић	46.10	19.77	102	-0.0893
Блаце	43.30	21.29	395	0.1969	Петровац	44.38	21.42	125	0.1573
Блажево	43.23	20.93	800	0.1102	Пирот	43.16	22.59	370	-0.6651
Брус	43.38	21.04	440	-0.048	Пожега	43.85	20.04	333	0.2482
Бујановац	42.46	21.77	400	-0.5153	Прешево	42.31	21.65	510	0.2869
Буквичка бања	44.31	20.56	265	0.3445	Прокупље	43.23	21.59	265	0.0158
Црни врх	44.14	21.97	834	0.0468	Радмиловац	44.75	20.58	130	-0.1012
Чумић	44.13	20.77	366	0.2111	Рековац	43.86	21.10	245	-0.2183
Ћуприја	43.93	21.38	123	0.1166	Римски шанчеви	45.32	19.85	86	-0.0953
Димитровград	43.01	22.73	446	-0.6	Рудника	44.13	20.55	1132	0.0894
Гоч	43.56	20.83	990	-0.0423	Шабац	44.75	19.69	80	-0.0362
Ивањица	43.58	20.24	465	0.5921	Сјеница	43.28	20.03	1015	0.2054
Јастребац	43.39	21.45	1492	-0.7365	Смед.паланка	44.37	21.00	121	-0.0886
Јошаничка бања	43.39	20.76	555	0.3	Сомбор	45.75	19.15	87	-0.0805
Каона	43.72	20.42	570	0.1977	Срем.митровица	45.02	19.15	82	-0.1429
Карајукића бунари	43.09	20.10	1160	0.0976	Трговиште	42.36	22.09	600	-0.4953
Кикинда	45.85	20.47	81	0	Ваљево	44.28	19.92	174	0.0778
Књажевац	43.56	22.27	280	-0.0892	Велико градиште	44.76	21.55	82	-0.0881
Копоник	43.29	20.81	1711	0.6706	Владимирци	44.61	19.82	120	0.0687
Крагујевац	44.01	20.92	175	0.0928	Власотинце	42.96	22.13	270	-0.1464
Краљево	43.73	20.70	219	-0.0623	Врање	42.55	21.90	433	-0.5964
Крупањ	44.37	19.37	280	0.2707	Врњачка бања	43.62	20.93	235	0.1649
Крушевац	43.58	21.33	166	-0.0531	Вршац	45.15	21.32	83	-0.2458
Кукавица	42.79	21.95	1438	-0.1356	Жагубица	44.20	21.79	314	-0.0543
Куршумлија	43.14	21.28	383	-0.0143	Зајечар	43.91	22.32	137	-0.2182
Лесковац	43.00	21.96	224	-0.0892	Житораја	43.19	21.71	220	-0.08
Љубовија	44.19	19.38	190	0.1976	Златибор	43.72	19.70	1029	0.5854
Лозница	44.53	19.23	147	0.1558	Зрењанин	45.40	20.38	80	-0.2139

Табела 1.12: Вредности тренда падавина за децембар (1961-2009) у mm/год

Станица	ГШ	ГД	НВ	тренд	Станица	ГШ	ГД	НВ	тренд
Александровац	43.46	21.06	360	0					
Алексинац	43.54	21.71	180	0.2074	Неготин	44.23	22.54	42	0.109
Бабушница	43.07	22.42	495	-0.3986	Ниш	43.32	21.90	202	-0.1225
Бела паланка	43.22	22.32	290	-0.04	Нови Пазар	43.14	20.52	545	-0.0458
Београд	44.78	20.44	132	0.0216	Палић	46.10	19.77	102	-0.1162
Блаце	43.30	21.29	395	-0.2312	Петровац	44.38	21.42	125	-0.1
Блажево	43.23	20.93	800	0.0844	Пирот	43.16	22.59	370	-0.0708
Брус	43.38	21.04	440	-0.3212	Пожега	43.85	20.04	333	-0.175
Бујановац	42.46	21.77	400	0.016	Прешево	42.31	21.65	510	0.3553
Буковичка бања	44.31	20.56	265	0.6	Прокупље	43.23	21.59	265	0.2337
Црни врх	44.14	21.97	834	0.0104	Радмиловац	44.75	20.58	130	0.0296
Чумић	44.13	20.77	366	0.1397	Рековац	43.86	21.10	245	-0.2
Ћуприја	43.93	21.38	123	0.1166	Римски шанчеви	45.32	19.85	86	-0.228
Димитровград	43.01	22.73	446	-0.1416	Рудника	44.13	20.55	1132	-0.3303
Гоч	43.56	20.83	990	0.0588	Шабац	44.75	19.69	80	0.0667
Ивањица	43.58	20.24	465	-0.0347	Сјеница	43.28	20.03	1015	0.1575
Јастребац	43.39	21.45	1492	-0.3693	Смед.паланка	44.37	21.00	121	0.2845
Јошаничка бања	43.39	20.76	555	-0.2343	Сомбор	45.75	19.15	87	-0.1138
Каона	43.72	20.42	570	0.1297	Срем.митровица	45.02	19.15	82	-0.5
Карајукића бунари	43.09	20.10	1160	-0.1556	Трговиште	42.36	22.09	600	-0.3307
Кикинда	45.85	20.47	81	-0.1707	Ваљево	44.28	19.92	174	-0.0108
Књажевац	43.56	22.27	280	-0.217	Велико градиште	44.76	21.55	82	-0.5011
Копоник	43.29	20.81	1711	0.5023	Владимирци	44.61	19.82	120	-0.1374
Крагујевац	44.01	20.92	175	-0.0952	Власотинце	42.96	22.13	270	-0.0256
Краљево	43.73	20.70	219	-0.1536	Врање	42.55	21.90	433	-0.1773
Крупањ	44.37	19.37	280	0.0837	Врњачка бања	43.62	20.93	235	0.2107
Крушевац	43.58	21.33	166	0.1031	Вршац	45.15	21.32	83	-0.2213
Кукавица	42.79	21.95	1438	-0.2442	Жагубица	44.20	21.79	314	-0.0579
Куршумлија	43.14	21.28	383	0.0328	Зајечар	43.91	22.32	137	-0.0107
Лесковац	43.00	21.96	224	0.1811	Житораја	43.19	21.71	220	0.0913
Љубовија	44.19	19.38	190	-0.1708	Златибор	43.72	19.70	1029	0.1568
Лозница	44.53	19.23	147	0.164	Зрењанин	45.40	20.38	80	-0.2922

Табела 1.13: Вредности тренда падавина за зиму (1961-2009) у мм/год

Станица	ГШ	ГД	НВ	тренд	Станица	ГШ	ГД	НВ	тренд
Александровац	43.46	21.06	360	-0.1092					
Алексинац	43.54	21.71	180	-0.0184	Неготин	44.23	22.54	42	-0.2293
Бабушница	43.07	22.42	495	-0.1886	Ниш	43.32	21.90	202	-0.1893
Бела паланка	43.22	22.32	290	-0.2272	Нови Пазар	43.14	20.52	545	-0.1067
Београд	44.78	20.44	132	-0.2	Палић	46.10	19.77	102	-0.1061
Блаце	43.30	21.29	395	-0.3946	Петровац	44.38	21.42	125	-0.2357
Блажево	43.23	20.93	800	-0.0244	Пирот	43.16	22.59	370	-0.3247
Брус	43.38	21.04	440	-0.3656	Пожега	43.85	20.04	333	-0.2737
Бујановац	42.46	21.77	400	-0.1313	Прешево	42.31	21.65	510	0.0695
Буквичка бања	44.31	20.56	265	0.3862	Прокупље	43.23	21.59	265	-0.0361
Црни врх	44.14	21.97	834	0.0661	Радмиловац	44.75	20.58	130	-0.2498
Чумић	44.13	20.77	366	0.0347	Рековац	43.86	21.10	245	-0.1013
Ћуприја	43.93	21.38	123	0.0119	Римски шанчеви	45.32	19.85	86	-0.4024
Димитровград	43.01	22.73	446	-0.0934	Рудника	44.13	20.55	1132	-0.0321
Гоч	43.56	20.83	990	-0.086	Шабац	44.75	19.69	80	-0.0319
Ивањица	43.58	20.24	465	-0.171	Сјеница	43.28	20.03	1015	0.0293
Јастребац	43.39	21.45	1492	-0.7329	Смед.паланка	44.37	21.00	121	-0.1529
Јошаничка бања	43.39	20.76	555	-0.3458	Сомбор	45.75	19.15	87	-0.3046
Каона	43.72	20.42	570	0.1776	Срем.митровица	45.02	19.15	82	-0.4146
Карајукића бунари	43.09	20.10	1160	-0.2038	Трговиште	42.36	22.09	600	-0.1226
Кикинда	45.85	20.47	81	-0.1074	Ваљево	44.28	19.92	174	-0.2885
Књажевац	43.56	22.27	280	-0.3385	Велико градиште	44.76	21.55	82	-0.3115
Копоник	43.29	20.81	1711	0.2085	Владимирци	44.61	19.82	120	-0.1575
Крагујевац	44.01	20.92	175	-0.122	Власотинце	42.96	22.13	270	-0.2
Краљево	43.73	20.70	219	-0.3472	Врање	42.55	21.90	433	-0.0843
Крупањ	44.37	19.37	280	-0.0795	Врњачка бања	43.62	20.93	235	-0.2143
Крушевац	43.58	21.33	166	-0.174	Вршац	45.15	21.32	83	-0.035
Кукавица	42.79	21.95	1438	-0.2369	Жагубица	44.20	21.79	314	-0.1782
Куршумлија	43.14	21.28	383	-0.1333	Зајечар	43.91	22.32	137	-0.0739
Лесковац	43.00	21.96	224	-0.005	Житораја	43.19	21.71	220	-0.0745
Љубовија	44.19	19.38	190	-0.1687	Златибор	43.72	19.70	1029	-0.1333
Лозница	44.53	19.23	147	0.1289	Зрењанин	45.40	20.38	80	-0.2293

Табела 1.14: Вредности тренда падавина за пролеће (1961-2009) у mm/год

Станица	ГШ	ГД	НВ	тренд	Станица	ГШ	ГД	НВ	тренд
Александровац	43.46	21.06	360	-0.254					
Алексинац	43.54	21.71	180	-0.1424	Неготин	44.23	22.54	42	-0.4107
Бабушница	43.07	22.42	495	-0.2	Ниш	43.32	21.90	202	-0.0553
Бела паланка	43.22	22.32	290	-0.139	Нови Пазар	43.14	20.52	545	0.156
Београд	44.78	20.44	132	-0.0546	Палић	46.10	19.77	102	0.1689
Блаце	43.30	21.29	395	0.0613	Петровац	44.38	21.42	125	-0.1512
Блажево	43.23	20.93	800	0.2035	Пирот	43.16	22.59	370	-0.2631
Брус	43.38	21.04	440	-0.1626	Пожега	43.85	20.04	333	-0.1612
Бујановац	42.46	21.77	400	-0.38	Прешево	42.31	21.65	510	-0.1222
Буквичка бања	44.31	20.56	265	-0.1432	Прокупље	43.23	21.59	265	0.0017
Црни врх	44.14	21.97	834	-0.2208	Радмиловац	44.75	20.58	130	-0.3087
Чумић	44.13	20.77	366	-0.3377	Рековац	43.86	21.10	245	-0.1981
Ћуприја	43.93	21.38	123	-0.0247	Римски шанчеви	45.32	19.85	86	0.0305
Димитровград	43.01	22.73	446	-0.031	Рудника	44.13	20.55	1132	-0.8433
Гоч	43.56	20.83	990	-0.1889	Шабац	44.75	19.69	80	0.0475
Ивањица	43.58	20.24	465	0.0768	Сјеница	43.28	20.03	1015	0.3867
Јастребац	43.39	21.45	1492	-0.959	Смед.паланка	44.37	21.00	121	-0.3648
Јошаничка бања	43.39	20.76	555	-0.0373	Сомбор	45.75	19.15	87	0.0778
Каона	43.72	20.42	570	0.1095	Срем.митровица	45.02	19.15	82	-0.0422
Карајукића бунари	43.09	20.10	1160	-0.0211	Трговиште	42.36	22.09	600	-0.2805
Кикинда	45.85	20.47	81	-0.1033	Ваљево	44.28	19.92	174	-0.1552
Књажевац	43.56	22.27	280	0.0449	Велико градиште	44.76	21.55	82	0.0083
Копоник	43.29	20.81	1711	0.4665	Владимирци	44.61	19.82	120	-0.1803
Крагујевац	44.01	20.92	175	-0.3349	Власотинце	42.96	22.13	270	0.0156
Краљево	43.73	20.70	219	-0.4709	Врање	42.55	21.90	433	-0.1063
Крупањ	44.37	19.37	280	0.2345	Врњачка бања	43.62	20.93	235	-0.1854
Крушевац	43.58	21.33	166	-0.2899	Вршац	45.15	21.32	83	0.1104
Кукавица	42.79	21.95	1438	-0.014	Жагубица	44.20	21.79	314	-0.2626
Куршумлија	43.14	21.28	383	-0.0725	Зајечар	43.91	22.32	137	-0.3536
Лесковац	43.00	21.96	224	0.0838	Житораја	43.19	21.71	220	0.2115
Љубовија	44.19	19.38	190	0.0851	Златибор	43.72	19.70	1029	0.2247
Лозница	44.53	19.23	147	-0.0657	Зрењанин	45.40	20.38	80	-0.0095

Табела 1.15: Вредности тренда падавина за лето (1961-2009) у mm/год

Станица	ГШ	ГД	НВ	тренд	Станица	ГШ	ГД	НВ	тренд
Александровац	43.46	21.06	360	0.0513					
Алексинац	43.54	21.71	180	0.111	Неготин	44.23	22.54	42	0.2009
Бабушница	43.07	22.42	495	-0.012	Ниш	43.32	21.90	202	0.0824
Бела паланка	43.22	22.32	290	-0.0601	Нови Пазар	43.14	20.52	545	-0.0719
Београд	44.78	20.44	132	0.2609	Палић	46.10	19.77	102	0.0302
Блаце	43.30	21.29	395	-0.4743	Петровац	44.38	21.42	125	0.2867
Блажево	43.23	20.93	800	0.4153	Пирот	43.16	22.59	370	0.0399
Брус	43.38	21.04	440	0.0654	Пожега	43.85	20.04	333	0.0703
Бујановац	42.46	21.77	400	0.0174	Прешево	42.31	21.65	510	0.2622
Буковичка бања	44.31	20.56	265	0.4147	Прокупље	43.23	21.59	265	0.0403
Црни врх	44.14	21.97	834	0.0943	Радмиловац	44.75	20.58	130	0.1413
Чумић	44.13	20.77	366	0.0787	Рековац	43.86	21.10	245	-0.3574
Ћуприја	43.93	21.38	123	-0.0842	Римски шанчеви	45.32	19.85	86	0.145
Димитровград	43.01	22.73	446	-0.0158	Рудника	44.13	20.55	1132	0.1672
Гоч	43.56	20.83	990	0.3606	Шабац	44.75	19.69	80	0.0661
Ивањица	43.58	20.24	465	0.1853	Сјеница	43.28	20.03	1015	0.1012
Јастребац	43.39	21.45	1492	-0.1313	Смед.паланка	44.37	21.00	121	0.3577
Јошаничка бања	43.39	20.76	555	0.2232	Сомбор	45.75	19.15	87	0.1306
Каона	43.72	20.42	570	0.5815	Срем.митровица	45.02	19.15	82	0.1703
Карајукића бунари	43.09	20.10	1160	-0.3685	Трговиште	42.36	22.09	600	-0.1907
Кикинда	45.85	20.47	81	0.0477	Ваљево	44.28	19.92	174	0.0824
Књажевац	43.56	22.27	280	-0.2323	Велико градиште	44.76	21.55	82	0.1586
Копоник	43.29	20.81	1711	-0.3845	Владимирци	44.61	19.82	120	-0.0842
Крагујевац	44.01	20.92	175	0.0967	Власотинце	42.96	22.13	270	0.1862
Краљево	43.73	20.70	219	0.1197	Врање	42.55	21.90	433	-0.1063
Крупањ	44.37	19.37	280	0.2217	Врњачка бања	43.62	20.93	235	0.4993
Крушевац	43.58	21.33	166	0.137	Вршац	45.15	21.32	83	-0.1439
Кукавица	42.79	21.95	1438	0.3703	Жагубица	44.20	21.79	314	-0.0511
Куршумлија	43.14	21.28	383	0.314	Зајечар	43.91	22.32	137	0.1046
Лесковац	43.00	21.96	224	0.126	Житораја	43.19	21.71	220	0.1565
Љубовија	44.19	19.38	190	-0.1295	Златибор	43.72	19.70	1029	0.2509
Лозница	44.53	19.23	147	0.1833	Зрењанин	45.40	20.38	80	-0.1

Табела 1.16: Вредности тренда падавина за јесен (1961-2009) у мм/год

Станица	ГШ	ГД	НВ	тренд	Станица	ГШ	ГД	НВ	тренд
Александровац	43.46	21.06	360	0.3289					
Алексинац	43.54	21.71	180	0.4322	Неготин	44.23	22.54	42	0.0792
Бабушница	43.07	22.42	495	0.1765	Ниш	43.32	21.90	202	0.3756
Бела паланка	43.22	22.32	290	0.2375	Нови Пазар	43.14	20.52	545	0.5891
Београд	44.78	20.44	132	0.15	Палић	46.10	19.77	102	0.4
Блаце	43.30	21.29	395	0.3292	Петровац	44.38	21.42	125	0.5543
Блажево	43.23	20.93	800	0.4902	Пирот	43.16	22.59	370	0.1423
Брус	43.38	21.04	440	0.2999	Пожега	43.85	20.04	333	0.3648
Бујановац	42.46	21.77	400	0.0179	Прешево	42.31	21.65	510	0.2826
Буквичка бања	44.31	20.56	265	0.8072	Прокупље	43.23	21.59	265	0.1794
Црни врх	44.14	21.97	834	0.4409	Радмиловац	44.75	20.58	130	0.1775
Чумић	44.13	20.77	366	0.4632	Рековац	43.86	21.10	245	0.3578
Ћуприја	43.93	21.38	123	0.597	Римски шанчеви	45.32	19.85	86	0.3527
Димитровград	43.01	22.73	446	0.3687	Рудника	44.13	20.55	1132	0.5922
Гоч	43.56	20.83	990	0.3154	Шабац	44.75	19.69	80	0.175
Ивањица	43.58	20.24	465	0.5861	Сјеница	43.28	20.03	1015	0.5547
Јастребац	43.39	21.45	1492	-0.1646	Смед.паланка	44.37	21.00	121	0.4037
Јошаничка бања	43.39	20.76	555	0.2712	Сомбор	45.75	19.15	87	0.2126
Каона	43.72	20.42	570	0.4021	Срем.митровица	45.02	19.15	82	0.1827
Карајукића бунари	43.09	20.10	1160	0.2178	Трговиште	42.36	22.09	600	0.1679
Кикинда	45.85	20.47	81	0.5294	Ваљево	44.28	19.92	174	0.3782
Књажевац	43.56	22.27	280	0.3971	Велико градиште	44.76	21.55	82	0.2301
Копоник	43.29	20.81	1711	0.7107	Владимирци	44.61	19.82	120	0.4375
Крагујевац	44.01	20.92	175	0.4434	Власотинце	42.96	22.13	270	0.394
Краљево	43.73	20.70	219	0.2246	Врање	42.55	21.90	433	-0.2314
Крупањ	44.37	19.37	280	0.5517	Врњачка бања	43.62	20.93	235	0.365
Крушевац	43.58	21.33	166	0.3517	Вршац	45.15	21.32	83	0.1909
Кукавица	42.79	21.95	1438	0.6597	Жагубица	44.20	21.79	314	0.5348
Куршумлија	43.14	21.28	383	0.2685	Зајечар	43.91	22.32	137	0.3174
Лесковац	43.00	21.96	224	0.5144	Житораја	43.19	21.71	220	0.2701
Љубовија	44.19	19.38	190	0.3165	Златибор	43.72	19.70	1029	0.7471
Лозница	44.53	19.23	147	0.4779	Зрењанин	45.40	20.38	80	0.1766

Табела 1.17: Вредности тренда падавина на годишњем нивоу (1961-2009) у мм/год

Станица	ГШ	ГД	НВ	тренд	Станица	ГШ	ГД	НВ	тренд
Александровац	43.46	21.06	360	-0.0727					
Алексинац	43.54	21.71	180	0.1078	Неготин	44.23	22.54	42	-0.0016
Бабушница	43.07	22.42	495	-0.1163	Ниш	43.32	21.90	202	0.0133
Бела паланка	43.22	22.32	290	0.0104	Нови Пазар	43.14	20.52	545	0.0941
Београд	44.78	20.44	132	0.052	Палић	46.10	19.77	102	0.1147
Блаце	43.30	21.29	395	-0.1045	Петровац	44.38	21.42	125	0.1265
Блажево	43.23	20.93	800	0.1535	Пирот	43.16	22.59	370	-0.0887
Брус	43.38	21.04	440	-0.1533	Пожега	43.85	20.04	333	-0.0712
Бујановац	42.46	21.77	400	-0.1961	Прешево	42.31	21.65	510	0.0174
Буквичка бања	44.31	20.56	265	0.2913	Прокупље	43.23	21.59	265	0.0877
Црни врх	44.14	21.97	834	0.1646	Радмиловац	44.75	20.58	130	0.0168
Чумић	44.13	20.77	366	0.0337	Рековац	43.86	21.10	245	-0.071
Ћуприја	43.93	21.38	123	0.1008	Римски шанчеви	45.32	19.85	86	0.0913
Димитровград	43.01	22.73	446	-0.1247	Рудника	44.13	20.55	1132	-0.2868
Гоч	43.56	20.83	990	-0.0916	Шабац	44.75	19.69	80	0.0416
Ивањица	43.58	20.24	465	0.1641	Сјеница	43.28	20.03	1015	0.232
Јастребац	43.39	21.45	1492	-0.5125	Смед.паланка	44.37	21.00	121	0.0071
Јошаничка бања	43.39	20.76	555	-0.0921	Сомбор	45.75	19.15	87	0.1023
Каона	43.72	20.42	570	0.1822	Срем.митровица	45.02	19.15	82	-0.0206
Карајукића бунари	43.09	20.10	1160	-0.1834	Трговиште	42.36	22.09	600	-0.1939
Кикинда	45.85	20.47	81	0.0492	Ваљево	44.28	19.92	174	0.1
Књажевац	43.56	22.27	280	-0.0342	Велико градиште	44.76	21.55	82	0.0063
Копоник	43.29	20.81	1711	0.2236	Владимирци	44.61	19.82	120	-0.0402
Крагујевац	44.01	20.92	175	-0.0417	Власотинце	42.96	22.13	270	0.0935
Краљево	43.73	20.70	219	-0.2829	Врање	42.55	21.90	433	-0.1446
Крупањ	44.37	19.37	280	0.1104	Врњачка бања	43.62	20.93	235	0.0283
Крушевац	43.58	21.33	166	-0.0375	Вршац	45.15	21.32	83	-0.0092
Кукавица	42.79	21.95	1438	0.1734	Жагубица	44.20	21.79	314	-0.0174
Куршумлија	43.14	21.28	383	0.0671	Зајечар	43.91	22.32	137	-0.0265
Лесковац	43.00	21.96	224	0.1773	Житораја	43.19	21.71	220	0.1211
Љубовија	44.19	19.38	190	0.0489	Златибор	43.72	19.70	1029	0.2054
Лозница	44.53	19.23	147	0.0612	Зрењанин	45.40	20.38	80	-0.0112

Табела 1.17: Коефицијенти корелације између годишњих, зимских и пролећних сума падавина и NAO

Станица	годишње	зима	пролеће	Станица	годишње	зима	пролеће
Александровац	-0.249	-0.017	-0.224	Лозница	-0.176	-0.012	-0.279
Алексинач	-0.309	-0.223	-0.141	Неготин	-0.073	-0.051	-0.304
Бабушница	-0.307	-0.137	-0.412	Ниш	-0.353	-0.256	-0.347
Бела паланка	-0.3	-0.135	-0.346	Нови пазар	-0.166	-0.034	-0.288
Београд	-0.169	-0.116	-0.347	Палић	-0.131	-0.07	-0.393
Блаце	-0.167	-0.089	-0.156	Пет. на Млави	-0.124	-0.204	-0.234
Блажево	-0.155	0.026	-0.296	Пирот	-0.116	-0.099	-0.385
Брус	-0.065	0.104	-0.39	Пожега	-0.162	-0.066	-0.341
Бујановац	-0.0172	-0.096	-0.409	Прешево	-0.153	-0.063	-0.251
Буковичка бања	-0.194	-0.11	-0.213	Прокупље	-0.246	-0.17	-0.242
Црни врх	-0.41	-0.093	-0.263	Радмиловац	-0.198	-0.032	-0.349
Чумић	-0.104	-0.104	-0.316	Рековац	-0.159	-0.15	-0.202
Ћуприја	-0.171	-0.141	-0.185	Рим. шанчеви	-0.138	0.007	-0.347
Димитровград	-0.229	-0.064	-0.402	Рудник	-0.232	-0.08	-0.283
Гоч	-0.09	-0.015	-0.033	Шабац	-0.145	-0.089	-0.333
Ивањица	-0.094	0.027	-0.126	Сјеница	-0.157	-0.02	-0.352
Јастебац	-0.126	-0.075	-0.162	Смед. паланка	-0.109	-0.138	-0.314
Јошаничка бања	-0.198	-0.054	-0.181	Сомбор	-0.147	0.019	-0.34
Каона	-0.148	-0.043	-0.173	Ср митровица	-0.061	-0.032	-0.406
Кар. бунари	0.029	0.142	-0.307	Трговиште	-0.085	0.01	-0.269
Кинкинда	-0.157	-0.034	-0.334	Ваљево	-0.203	-0.132	-0.321
Књажевац	-0.229	0.009	-0.368	Вел. градиште	-0.096	-0.02	-0.397
Копоник	-0.136	-0.073	-0.073	Владимирци	-0.1	-0.134	-0.348
Крагујевац	-0.107	-0.125	-0.293	Власотинце	-0.172	-0.133	-0.315
Краљево	-0.133	-0.107	-0.249	Врање	-0.1	-0.056	-0.314
Крупань	-0.23	-0.007	-0.317	Врњачка бања	-0.198	-0.076	-0.244
Крушевац	-0.248	-0.123	-0.245	Вршац	-0.116	-0.048	-0.272
Кукавица	-0.113	-0.041	-0.171	Жагубица	-0.125	-0.117	-0.185
Куршумлија	-0.148	-0.114	-0.304	Зајечар	-0.176	-0.068	-0.36
Лесковац	-0.217	-0.183	-0.288	Житорађа	-0.165	-0.163	-0.228
Љубовија	-0.239	-0.032	-0.29	Златибор	-0.188	-0.036	-0.334
				Зрењанин	-0.218	-0.156	-0.398

Табела 1.18: Трендови температуре ваздуха за јануар (\square С/год) и године промене тренда (1961-2010).

станица	тренд 1	Год	тренд 2	станица	тренд1	Год	тренд2
Александровац	0.09674	1985	0.09764	Ниш	0.07355	1990	0.07429
Бабушница	0.0498	1992	0.00053	Нови пазар	0.09039	1990	0.08701
Бачки Петровац	0.10158	1990	-0.01013	Палић	0.09346	1986	0.00862
Бечеј	0.087	1986	0.01554	Пећ	0.06202	1990	0.06013
Бела Црква	0.07719	1990	0.02117	Пирот	0.03695	1996	0.04
Београд	0.0901	1990	-0.00312	Пожега	0.09054	1990	0.03766
Босилеград	-0.00144	2000	0.85818	Предејане	0.00719	1990	0.07481
Брус	0.19368	1980	0.04415	Приштина	0.04522	1990	0.1839
Бујановац	0.02	1990	0.13247	Призрен	0.08567	1990	0.06169
Буковичка бања	0.07108	1987	-0.05383	Прокупље	0.12887	1985	0.05682
Црни врх	0.16103	1978	-0.01945	Рековац	0.04529	1996	0.02714
Чумић	0.08527	1990	0.00714	Римски шанчеви	0.11262	1986	-0.00392
Ћуприја	0.07108	1990	0.03364	Рудник	0.07389	1990	0.00468
Димитровград	0.0395	1996	0.01	Шабац	0.08338	1986	0.00069
Драгаш	0.11004	1985	0.03361	Сента	0.08956	1990	-0.02026
Ивањица	0.07621	1990	0.02273	Сјеница	0.11803	1990	0.03584
Јагодина	0.06655	1990	0.05312	Смед. паланка	0.08977	1986	0.02038
Јаша Томић	0.09246	1990	0.0074	Сокобања	0.09236	1990	0.0074
Јошаничка бања	0.04171	1996	0.02107	Сомбор	0.09277	1986	0.00846
Кикинда	0.08635	1990	0	Срем. митровица	0.07182	1990	-0.02208
Књажевац	0.0868	1990	0.03312	Ваљево	0.08354	1986	0.01954
Копаоник	0.23168	1979	0.04366	Велико градиште	0.06401	1996	0.03286
Косов. Митровица	0.03479	1996	0.035	Владимирци	0.08261	1990	-0.01545
Крагујевац	0.08158	1990	0.03156	Власина	0.06709	1990	0.05156
Краљево	0.07517	1990	0.06117	Власотинце	0.05773	1990	0.02026
Крушевац	0.07926	1990	0.08286	Врање	0.03857	1990	0.09377
Кукавица	0.06284	1989	-0.02202	Врњачка бања	0.07266	1990	0.05052
Куршумлија	0.04527	1996	0.03143	Вршац	0.09123	1990	0.00597
Лесковац	0.06872	1990	0.08325	Жагубица	0.04483	1997	0.04242
Лозница	0.07335	1990	0.03195	Зајечар	0.14071	1984	0.00214
Љубовија	0.0869	1990	0.00299	Златибор	0.08069	1990	0.01403
Неготин	0.09674	1985	0.09764	Зрењанин	0.08962	1986	0.01831

Табела 1.19: Трендови температуре ваздуха за фебруар (\square С/год) и године промене тренда (1961-2010).

станица	тренд 1	Год	тренд 2	станица	тренд1	Год	тренд2
Александровац	-0.03722	1985	0.08639	Ниш	0.00044	1990	0.02818
Бабушница	0.02435	1992	0.04561	Нови пазар	0.02256	1990	0.06078
Бачки Петровац	-0.01537	1990	0.02299	Палић	-0.02531	1986	0.03362
Бечеј	-0.03954	1986	0.04469	Пећ	-0.00163	1990	0.03675
Бела Црква	-0.00946	1990	0.03494	Пирот	0.00683	1996	0.05714
Београд	-0.01099	1990	0.01026	Пожега	-0.00709	1990	-0.00325
Босилеград	-0.06022	2000	0.14727	Предејане	-0.0102	1990	0.08338
Брус	0.14035	1980	0.05516	Приштина	0.00064	1990	0.05519
Бујановац	0.003	1990	0.04909	Призрен	0.00133	1990	0.04675
Буковичка бања	-0.11118	1987	-0.12331	Прокупље	0.01543	1985	0.05357
Црни врх	0.08775	1978	0.00595	Рековац	-0.00367	1996	0.01357
Чумић	-0.02478	1990	-0.02688	Римски шанчеви	-0.02438	1986	0.036
Ћуприја	-0.01177	1990	0.04221	Рудник	-0.02059	1990	-0.00091
Димитровград	0.00403	1996	0.04143	Шабац	-0.05338	1986	0.06054
Драгаш	-0.002	1985	0.01891	Сента	0.00424	1990	0.02429
Ивањица	-0.00793	1990	0.02714	Сјеница	0.02498	1990	0.04169
Јагодина	-0.02153	1990	0.03429	Смед. паланка	-0.04654	1986	0.02269
Јаша Томић	0.00793	1990	0.0239	Сокобања	-0.00133	1990	-0.00727
Јошаничка бања	-0.00941	1996	0.02643	Сомбор	-0.04715	1986	0.06338
Кикинда	0.00828	1990	0.02208	Срем. митровица	-0.02813	1990	0.00688
Књажевац	-0.02182	1990	0.03896	Ваљево	-0.05669	1986	0.02354
Копаоник	0.11548	1979	0.03765	Велико градиште	0.00106	1996	0.04464
Косов. митровица	0.00821	1996	0.1	Владимирци	-0.03734	1990	0.02818
Крагујевац	-0.0134	1990	0.01286	Власина	-0.00123	1990	0.02299
Краљево	-0.00857	1990	0.01766	Власотинце	-0.00695	1990	-0.00571
Крушевац	-0.00468	1990	0.04091	Врање	0.00941	1990	0.03818
Кукавица	-0.01461	1989	-0.04715	Врњачка бања	-0.01685	1990	0.01636
Куршумлија	-0.00521	1996	0.0625	Вршац	0.00399	1990	0.0326
Лесковац	-0.00709	1990	0.04831	Жагубица	-0.02152	1997	-0.04198
Љубовија	-0.00956	1990	0.02299	Зајечар	-0.00237	1984	0.08034
Лозница	-0.03709	1990	0.01792	Златибор	-0.00404	1990	-0.01013
Неготин	-0.00326	1984	0.09512	Зрењанин	-0.02554	1986	0.04062

Табела 1.20: Трендови температуре ваздуха за март (\square С/год) и године промене тренда (1961-2010).

станица	тренд 1	Год	тренд 2	станица	тренд1	Год	тренд2
Александровац	0.04274	0.75	0.07778	Ниш	0.08162	1.17	0.12607
Бабушница	0.06504	1.65	0.14667	Нови Пазар	0.03734	0.78	0.02571
Бачки Петровац	0.02695	0.48	0.00532	Палић	0.02596	0.63	0.04065
Бечеј	0.07723	1.27	0.08408	Пећ	0.08815	1.5	0.06462
Бела Црква	0.02552	0.49	0.02338	Пирот	0.01951	0.41	0.00636
Београд	0.03059	0.55	0.00779	Пожега	0.043	1.31	0.24286
Босилеград	-0.04615	1.55	0.14636	Предејане	0.01842	0.42	0.01299
Брус	0.14333	1.83	0.02423	Приштина	0.0003	0.01	0.08571
Бујановац	0.01616	0.39	0.01104	Призрен	0.03079	0.71	0.01714
Буковичка бања	0.02123	0.37	0.01872	Прокупље	0.02369	0.51	0.00286
Црни врх	0.05098	0.47	-0.05217	Рековац	0.06965	1.26	0.05262
Чумић	0.01655	0.3	-0.01416	Римски шанчеви	0.03042	0.86	0.19107
Ћуприја	0.02384	0.5	0.04169	Рудник	0.09315	1.55	0.07677
Димитровград	0.03457	1.09	0.23214	Шабац	0.04803	0.9	-0.01935
Драгаш	0.0327	0.57	-0.06595	Сента	0.07408	1.26	0.07592
Ивањица	0.01246	0.28	0.00584	Сјеница	0.02739	0.5	0.00883
Јагодина	0.01571	0.32	0.08792	Смед. паланка	0.03074	0.65	0.01273
Јаша Томић	0.03034	0.56	0.00766	Сокобања	0.07492	1.36	0.06692
Јошаничка бања	0.01448	0.43	0.16143	Сомбор	0.03054	0.61	0.01026
Кикинда	0.03025	0.58	0.01299	Срем. митровица	0.07769	1.33	0.07854
Књажевац	0.0064	0.13	0.06312	Ваљево	0.01355	0.26	-0.00234
Копаоник	0.12415	1.28	-0.00532	Велико градиште	0.06185	1.17	0.061
Косов. митровица	0.03387	1.04	0.2175	Владимирци	0.03067	0.84	0.205
Крагујевац	0.03266	0.65	0.02831	Власина	0.00882	0.17	0.01494
Краљево	0.0267	0.54	0.01753	Власотинце	0.02552	0.6	-0.00597
Крушевац	0.03217	0.67	0.03974	Врање	0.02128	0.43	-0.05182
Кукавица	-0.00961	0.18	-0.07329	Врњачка бања	0.03833	0.85	0.0113
Куршумлија	0.04345	1.36	0.20179	Вршац	0.01857	0.39	0.01792
Лесковац	0.01783	0.41	0.03545	Жагубица	0.0303	0.55	0.02364
Љубовија	0.01872	0.41	0.01545	Зајечар	-0.01595	0.43	0.16989
Лозница	0.00813	0.16	0.01143	Златибор	0.09911	1.52	0.09542
Неготин	0.04274	0.75	0.07778	Зрењанин	0.03532	0.64	-0.02195

Табела 1.21: Трендови температуре ваздуха за април (\square C/год) и године промене тренда (1961-2010).

станица	тренд 1	Год	тренд 2	станица	тренд1	Год	тренд2
Александровац	-0.16874	1985	0.03405	Ниш	-0.02118	1990	0.10766
Бабушница	-0.02008	1992	0.14649	Нови Пазар	-0.02374	1990	0.16442
Бачки Петровац	-0.03719	1990	0.12078	Палић	-0.09692	1986	0.06731
Бечеј	-0.10738	1986	0.08438	Пећ	-0.01537	1990	0.13519
Бела Црква	-0.04039	1990	0.10273	Пирот	-0.00936	1996	0.19286
Београд	-0.0297	1990	0.11766	Пожега	-0.04	1990	0.09948
Босилеград	-0.08682	2000	0.25273	Предејане	-0.06714	1990	0.16974
Брус	-0.10947	1980	0.03464	Приштина	-0.0302	1990	0.13416
Бујановац	-0.03148	1990	0.0939	Призрен	-0.00507	1990	0.14052
Буковичка бања	-0.09388	1987	0.01466	Прокупље	-0.10139	1985	0.00585
Црни врх	-0.14804	1978	-0.01788	Рековац	-0.03224	1996	0.19107
Чумић	-0.04399	1990	0.12039	Римски шанчеви	-0.08477	1986	0.06608
Ћуприја	-0.04251	1990	0.08221	Рудник	-0.00143	1990	0.13182
Димитровград	-0.01983	1996	0.14821	Шабац	-0.10815	1986	0.03577
Драгаш	-0.10135	1985	-0.04338	Сента	-0.04384	1990	0.13182
Ивањица	-0.03251	1990	0.09766	Сјеница	-0.02291	1990	0.12494
Јагодина	-0.03562	1990	0.12416	Смед. паланка	-0.09023	1986	0.03238
Јаша Томић	-0.03926	1990	0.11857	Сокобања	-0.02261	1990	0.04662
Јошаничка бања	-0.04978	1996	0.16393	Сомбор	-0.10423	1986	0.06423
Кикинда	-0.04108	1990	0.11104	Срем. митровица	-0.04015	1990	0.09922
Књажевац	-0.03788	1990	0.0939	Ваљево	-0.09254	1986	0.05669
Копаоник	-0.12549	1979	0.06323	Велико градиште	-0.02563	1996	0.14214
Косов. митровица	-0.02168	1996	0.30357	Владимирци	-0.04399	1990	0.05896
Крагујевац	-0.02616	1990	0.09338	Власина	-0.02271	1990	0.10026
Краљево	-0.02665	1990	0.09065	Власотинце	-0.0267	1990	0.05961
Крушевац	-0.02512	1990	0.09623	Врање	-0.02148	1990	0.11078
Кукавица	-0.03344	1989	0.04698	Врњачка бања	-0.03291	1990	0.08935
Куршумлија	-0.01745	1996	0.16857	Вршац	-0.03493	1990	0.11078
Лесковац	-0.04251	1990	0.09558	Жагубица	-0.02252	1997	0.29011
Љубовија	-0.03872	1990	0.13649	Зајечар	-0.06897	1984	0.01526
Лозница	-0.0399	1990	0.10455	Златибор	-0.02916	1990	0.13623
Неготин	-0.07727	1984	0.05031	Зрењанин	-0.09323	1986	0.05777

Табела 1.22: Трендови температуре ваздуха за мај (\square С/год) и године промене тренда (1961-2010).

станица	тренд 1	Год	тренд 2	станица	тренд1	Год	тренд2
Александровац	-0.07774	1.54	0.03641	Ниш	0.00946	0.27	0.10623
Бабушница	-0.01786	0.57	0.10526	Нови Пазар	-0.00182	0.06	0.14468
Бачки Петровац	0.02611	0.76	0.08351	Палић	0.03046	0.77	0.07354
Бечеј	0.02062	0.49	0.10115	Пећ	-0.00517	0.15	0.08117
Бела Црква	-0.00768	0.2	0.06844	Пирот	-0.01513	0.59	0.005
Београд	0.007	0.2	0.08338	Пожега	0.00069	0.02	0.07442
Босилеград	-0.05806	2.12	0.23	Предејане	-0.03946	1.3	0.12013
Брус	-0.00123	0.02	0.03706	Приштина	-0.00079	0.02	0.08584
Бујановац	-0.00158	0.05	0.03948	Призрен	0.00493	0.13	0.08416
Буковичка бања	0.00489	0.12	0.10459	Прокупље	-0.00283	0.06	0.02239
Црни врх	-0.04608	0.61	-0.01581	Рековац	-0.02017	0.8	0.04607
Чумић	-0.01837	0.49	0.08701	Римски шанчеви	0.03377	0.8	0.07323
Ћуприја	-0.00409	0.12	0.07338	Рудник	-0.01695	0.44	0.09
Димитровград	-0.02546	1.06	-0.02	Шабач	0.03215	0.79	0.08169
Драгаш	-0.01035	0.19	0.01094	Сента	0.00966	0.28	0.07987
Ивањица	0.00739	0.23	0.07156	Сјеница	0.00596	0.19	0.10065
Јагодина	-0.00714	0.2	0.10312	Смед. паланка	0.02115	0.49	0.07638
Јаша Томић	0.00655	0.18	0.07922	Сокобања	-0.00567	0.16	0.07416
Јошаничка бања	-0.04782	2.01	-0.01357	Сомбор	0.02708	0.68	0.07446
Кикинда	0.0101	0.3	0.07948	Срем. митровица	0.01389	0.42	0.07623
Књажевац	-0.01133	0.34	0.11935	Ваљево	0.02531	0.62	0.07962
Копаоник	-0.03003	0.41	0.07031	Велико градиште	-0.00359	0.13	0.00607
Косов. митровица	-0.03697	1.28	0.09	Владимирци	0.00335	0.1	0.07468
Крагујевац	0.00956	0.29	0.08675	Власина	-0.03404	1.04	0.14519
Краљево	-0.00463	0.14	0.08844	Власотинце	-0.01241	0.36	0.10247
Крушевац	0.00867	0.25	0.1	Врање	-0.00852	0.24	0.0939
Кукавица	0.00725	0.17	0.10536	Врњачка бања	-0.00192	0.06	0.09623
Куршумлија	-0.02978	1.03	0.02429	Вршац	0.01488	0.41	0.08143
Лесковац	-0.01163	0.35	0.09623	Жагубица	0.00678	0.27	0.14242
Љубовија	0.02985	1.03	0.10065	Зајечар	0.00138	0.03	0.04151
Лозница	0.01911	0.59	0.07455	Златибор	0.00695	0.18	0.11571
Неготин	-0.02777	0.64	0.08486	Зрењанин	0.02254	0.55	0.07638

Табела 1.23: Трендови температуре ваздуха за јун (\square C/год) и године промене тренда (1961-2010).

станица	тренд 1	Год	тренд 2	станица	тренд1	Год	тренд2
Александровац	-0.0793	1985	0.04581	Ниш	-0.04138	1990	0.04948
Бабушница	-0.02383	1992	0.11053	Нови Пазар	-0.04089	1990	0.06182
Бачки Петровац	-0.04207	1990	0.04896	Палић	-0.05115	1986	0.07392
Бечеј	-0.07746	1986	0.11546	Пећ	-0.02808	1990	0.00208
Бела Црква	-0.07527	1990	0.04688	Пирот	0.00375	1996	0.00393
Београд	-0.05443	1990	0.04831	Пожега	-0.04522	1990	0.04779
Босилеград	0.00279	2000	0.41636	Предејане	-0.07197	1990	0.07273
Брус	-0.02737	1980	0.03746	Приштина	-0.0303	1990	-0.01052
Бујановац	-0.01749	1990	-0.00766	Призрен	-0.00552	1990	-0.01299
Буковичка бања	-0.07812	1987	0.05985	Прокупље	-0.02143	1985	0.0453
Црни врх	-0.15245	1978	-0.01374	Рековац	-0.01784	1996	0.06071
Чумић	-0.06153	1990	0.03688	Римски шанчеви	-0.05177	1986	0.06608
Ћуприја	-0.04665	1990	0.04156	Рудник	-0.08414	1990	0.04377
Димитровград	-0.01034	1996	-0.00821	Шабац	-0.05092	1986	0.07223
Драгаш	0.00517	1985	0.01453	Сента	-0.05084	1990	0.04247
Ивањица	-0.03606	1990	0.03558	Сјеница	-0.01862	1990	0.0474
Јагодина	-0.05379	1990	0.07805	Смед. паланка	-0.05831	1986	0.07162
Јаша Томић	-0.05557	1990	0.04377	Сокобања	-0.03793	1990	0.03714
Јошаничка бања	-0.05286	1996	0.0175	Сомбор	-0.05023	1986	0.07154
Кикинда	-0.06261	1990	0.04182	Срем. митровица	-0.0531	1990	0.04558
Књажевац	-0.02773	1990	0.06195	Ваљево	-0.04946	1986	0.08623
Копаоник	-0.0904	1979	0.07154	Велико градиште	-0.02073	1996	0.01929
Косов. митровица	-0.00434	1996	0.00607	Владимирци	-0.06261	1990	0.04325
Крагујевац	-0.03951	1990	0.05714	Власина	-0.06493	1990	0.0887
Краљево	-0.047	1990	0.04494	Власотинце	-0.05773	1990	0.0226
Крушевац	-0.0331	1990	0.05805	Врање	-0.03409	1990	0.01273
Кукавица	-0.02786	1989	0.05539	Врњачка бања	-0.03995	1990	0.05091
Куршумлија	-0.03185	1996	0.03821	Вршац	-0.0635	1990	0.0561
Лесковац	-0.05217	1990	0.04351	Жагубица	0.00049	1997	0.10286
Љубовија	-0.03202	1990	0.06961	Зајечар	-0.01126	1984	0.0663
Лозница	-0.03635	1990	0.04987	Златибор	-0.03591	1990	0.05312
Неготин	-0.03538	1984	0.09335	Зрењанин	-0.06892	1986	0.07908

Табела 1.24: Трендови температуре ваздуха за јул (\square C/год) и године промене тренда (1961-2010).

станица	тренд 1	Год	тренд 2	станица	тренд1	Год	тренд2
Александровац	-0.00352	1985	-0.03186	Ниш	0.0068	1990	0.0639
Бабушница	-0.01218	1992	0.14211	Нови Пазар	0.00335	1990	0.08442
Бачки Петровац	0.01685	1990	0.06961	Палић	-0.01115	1986	0.03931
Бечеј	-0.06038	1986	0.08246	Пећ	0.02256	1990	0.06701
Бела Црква	-0.0236	1990	0.06117	Пирот	0.03653	1996	0.06643
Београд	0.01502	1990	0.09299	Пожега	0.00581	1990	0.06649
Босилеград	0.01964	2000	0.20364	Предејане	-0.04685	1990	0.0274
Брус	-0.06807	1980	0.01012	Приштина	0.00778	1990	0.03818
Бујановац	0.01094	1990	0.00247	Призрен	0.03606	1990	0.06182
Буковичка бања	-0.05316	1987	-0.00481	Прокупље	-0.05526	1985	0.03258
Црни врх	-0.14118	1978	0.01029	Рековац	0.00563	1996	0.13143
Чумић	-0.00207	1990	0.07636	Римски шанчеви	-0.03269	1986	0.03585
Ћуприја	0.00039	1990	0.06519	Рудник	-0.02414	1990	0.06558
Димитровград	0.00924	1996	0.04	Шабац	-0.03908	1986	0.05946
Драгаш	-0.05122	1985	0.05997	Сента	0.0233	1990	0.06948
Ивањица	0.00507	1990	0.07169	Сјеница	0.03074	1990	0.06325
Јагодина	-0.00202	1990	0.08805	Смед. паланка	-0.04708	1986	0.04254
Јаша Томић	-0.00483	1990	0.07857	Сокобања	-0.00739	1990	0.05377
Јошаничка бања	-0.02389	1996	0.12107	Сомбор	-0.01423	1986	0.03808
Кикинда	0.01192	1990	0.06325	Срем. митровица	0.00448	1990	0.06455
Књажевац	0.00675	1990	0.09597	Ваљево	-0.01992	1986	0.06185
Копаоник	-0.05459	1979	0.07476	Велико градиште	0.01667	1996	0.13036
Косов. митровица	0.03532	1996	0.09357	Владимирци	-0.00483	1990	0.09299
Крагујевац	0.00202	1990	0.08143	Власина	-0.04847	1990	0.11896
Краљево	0.00685	1990	0.06234	Власотинце	-0.01798	1990	0.0574
Крушевац	0.00222	1990	0.08506	Врање	-0.00394	1990	0.03987
Кукавица	0.00233	1989	0.04195	Врњачка бања	0	1990	0.07039
Куршумлија	0.00566	1996	0.08286	Вршац	0.00232	1990	0.08494
Лесковац	-0.01813	1990	0.05234	Жагубица	-0.036	1997	0.19451
Љубовија	0.02847	1990	0.10481	Зајечар	-0.0331	1984	0.05122
Лозница	0.02655	1990	0.08143	Златибор	0.02704	1990	0.07351
Неготин	-0.05415	1984	0.07131	Зрењанин	-0.03808	1986	0.06554

Табела 1.25: Трендови температуре ваздуха за август (\square С/год) и године промене тренда (1961-2010).

станица	тренд 1	Год	тренд 2	станица	тренд1	Год	тренд2
Александровац	-0.09413	1985	-0.04195	Ниш	-0.02261	1990	0.03377
Бабушница	-0.03536	1992	0.0793	Нови Пазар	-0.02232	1990	0.08883
Бачки Петровац	0.0065	1990	0.00156	Палић	-0.01138	1986	0.03554
Бечеј	-0.06531	1986	0.07631	Пећ	-0.01414	1990	0.02649
Бела Црква	-0.04591	1990	0.01675	Пирот	0.02437	1996	0.095
Београд	-0.00867	1990	0.01792	Пожега	-0.01517	1990	0.04649
Босилеград	-0.02814	2000	0.18182	Предејане	-0.05921	1990	0.06221
Брус	-0.13193	1980	0.03778	Приштина	-0.02788	1990	0.03104
Бујановац	-0.03365	1990	0.03558	Призрен	-0.00798	1990	0.0287
Буковичка бања	-0.03501	1987	0.03301	Прокупље	-0.10187	1985	0.00479
Црни врх	-0.22108	1978	0.01852	Рековац	0.00655	1996	0.0825
Чумић	-0.01857	1990	0.02364	Римски шанчеви	-0.03208	1986	0.01954
Ћуприја	-0.01975	1990	0.01623	Рудник	-0.05956	1990	-0.0061
Димитровград	-0.00448	1996	0.06821	Шабац	-0.04662	1986	0.01962
Драгаш	-0.13061	1985	0.03754	Сента	-0.00488	1990	0.03065
Ивањица	-0.01833	1990	0.04416	Сјеница	0.00833	1990	0.0687
Јагодина	-0.02911	1990	0.02299	Смед. паланка	-0.05915	1986	0.02554
Јаша Томић	-0.01798	1990	0.02039	Сокобања	-0.03345	1990	0.02117
Јошаничка бања	-0.02235	1996	0.11143	Сомбор	-0.00954	1986	0.02946
Кикинда	-0.0065	1990	0.00623	Срем. митровица	-0.00704	1990	0.00078
Књажевац	-0.033	1990	0.10429	Ваљево	-0.043	1986	0.03846
Копаоник	-0.1548	1979	0.07449	Велико градиште	0.01406	1996	0.05321
Косов. митровица	0.01445	1996	0.14214	Владимирци	-0.01961	1990	-0.00156
Крагујевац	-0.023	1990	0.03883	Власина	-0.07113	1990	0.1026
Краљево	-0.02044	1990	0.0187	Власотинце	-0.05123	1990	0.02883
Крушевац	-0.02182	1990	0.05143	Врање	-0.03631	1990	0.03065
Кукавица	-0.0422	1989	0.04077	Врњачка бања	-0.02335	1990	0.03584
Куршумлија	-0.00661	1996	0.05464	Вршац	-0.0164	1990	0.02636
Лесковац	-0.05177	1990	0.04299	Жагубица	-0.04578	1997	0.19187
Љубовија	0.00951	1990	0.05779	Зајечар	-0.07026	1984	0.03736
Лозница	0.01507	1990	0.01701	Златибор	-0.01788	1990	0.03519
Неготин	-0.09012	1984	0.08706	Зрењанин	-0.046	1986	0.04823

Табела 1.26: Трендови температуре ваздуха за септембар (\square С/год) и године промене тренда (1961-2010).

станица	тренд 1	Год	тренд 2	станица	тренд1	Год	тренд2
Александровац	-0.04017	1985	-0.06263	Ниш	-0.00798	1990	0.00338
Бабушница	-0.00456	1992	-0.00421	Нови Пазар	0.01404	1990	0.00377
Бачки Петровац	0.02892	1990	0.01506	Палић	0.01231	1986	-0.02069
Бечеј	-0.049	1986	0.01815	Пећ	0.00975	1990	-0.02052
Бела Црква	-0.03286	1990	0.01883	Пирот	0.01591	1996	0.11929
Београд	0.00527	1990	0.0161	Пожега	0.00926	1990	0.00831
Босилеград	-0.00184	2000	0.43182	Предејане	-0.05227	1990	0.02961
Брус	-0.11877	1980	-0.02661	Приштина	-0.0035	1990	-0.03143
Бујановац	-0.00103	1990	-0.03753	Призрен	0.01946	1990	-0.04091
Буковичка бања	-0.03627	1987	-0.04519	Прокупље	-0.04426	1985	-0.07053
Црни врх	-0.18309	1978	-0.07527	Рековац	-0.00653	1996	0.12929
Чумић	0.01167	1990	-0.01974	Римски шанчеви	-0.00623	1986	-0.03562
Ћуприја	-0.01813	1990	-0.00922	Рудник	0.00911	1990	-0.07883
Димитровград	-0.00866	1996	0.09321	Шабач	-0.01969	1986	-0.01638
Драгаш	-0.102	1985	0.10379	Сента	-0.00064	1990	0.03494
Ивањица	-0.00966	1990	-0.00636	Сјеница	0.01222	1990	-0.00636
Јагодина	-0.03172	1990	0.01377	Смед. паланка	-0.03254	1986	-0.03523
Јаша Томић	-0.00754	1990	0.02636	Сокобања	-0.02089	1990	-0.01117
Јошаничка бања	-0.01535	1996	0.09429	Сомбор	0.00023	1986	-0.01985
Кикинда	0.0067	1990	0.0213	Срем. митровица	0.00951	1990	0.00844
Књажевац	-0.02419	1990	0.05961	Ваљево	-0.01862	1986	-0.03623
Копаоник	-0.16357	1979	-0.03603	Велико градиште	-0.00487	1996	0.12
Косов. митровица	0.02482	1996	0.14107	Владимирци	-0.02069	1990	-0.00688
Крагујевац	-0.00473	1990	-0.00286	Власина	-0.03591	1990	0.01935
Краљево	-0.00818	1990	-0.0226	Власотинце	-0.03384	1990	-0.04896
Крушевац	-0.01369	1990	0.00636	Врање	-0.01744	1990	-0.02494
Кукавица	0	1989	-0.03778	Врњачка бања	-0.01034	1990	-0.00571
Куршумлија	0.00118	1996	0.07143	Вршац	-0.01153	1990	0.01675
Лесковац	-0.04177	1990	-0.00065	Жагубица	-0.07174	1997	0.13626
Љубовија	0.02626	1990	0.0187	Зајечар	-0.03725	1984	-0.04377
Лозница	0.01921	1990	0.00351	Златибор	0.00039	1990	-0.03532
Неготин	-0.03379	1984	-0.01325	Зрењанин	-0.02515	1986	-0.01638

Табела 1.27: Трендови температуре ваздуха за октобар (\square С/год) и године промене тренда (1961-2010).

станица	тренд 1	Год	тренд 2	станица	тренд1	Год	тренд2
Александровац	-0.04904	1985	0.0159	Ниш	-0.03852	1990	-0.03143
Бабушница	-0.01645	1992	-0.06614	Нови Пазар	-0.02596	1990	0.00234
Бачки Петровац	-0.01365	1990	0.00805	Палић	-0.01762	1986	0.02046
Бечеј	-0.06438	1986	0.04038	Пећ	-0.03813	1990	-0.01039
Бела Црква	-0.05433	1990	-0.00468	Пирот	-0.0028	1996	0.0475
Београд	-0.03507	1990	0.01688	Пожега	-0.02626	1990	-0.01156
Босилеград	-0.03887	2000	0.38091	Предејане	-0.06581	1990	0.02468
Брус	-0.1514	1980	-0.02262	Приштина	-0.04581	1990	-0.02974
Бујановац	-0.04892	1990	-0.03494	Призрен	-0.02567	1990	-0.03584
Буковичка бања	-0.06181	1987	0.08368	Прокупље	-0.02687	1985	-0.01108
Црни врх	-0.2326	1978	-0.04499	Рековац	-0.00731	1996	0.04321
Чумић	-0.03384	1990	-0.02844	Римски шанчеви	-0.04692	1986	0.01077
Ћуприја	-0.04867	1990	-0.02117	Рудник	-0.04552	1990	0.0074
Димитровград	-0.0095	1996	0.03893	Шабач	-0.04662	1986	0.072
Драгаш	-0.04122	1985	0.01757	Сента	-0.02837	1990	0.02325
Ивањица	-0.02916	1990	-0.02156	Сјеница	-0.00236	1990	-0.02325
Јагодина	-0.0532	1990	0.00805	Смед. паланка	-0.02938	1986	0.01654
Јаша Томић	-0.03773	1990	0.00442	Сокобања	-0.04773	1990	-0.04714
Јошаничка бања	-0.00725	1996	0.00286	Сомбор	-0.04354	1986	0.02569
Кикинда	-0.03113	1990	0.01	Срем. митровица	-0.01872	1990	-0.0113
Књажевац	-0.05379	1990	0.00987	Ваљево	-0.03138	1986	0.02138
Копаоник	-0.16677	1979	0.0059	Велико градиште	-0.01826	1996	0.02143
Косов. митровица	0.04681	1996	0.08286	Владимирци	-0.04892	1990	0.09948
Крагујевац	-0.02606	1990	-0.02208	Власина	-0.04773	1990	-0.0261
Краљево	-0.04404	1990	-0.03779	Власотинце	-0.05739	1990	-0.08416
Крушевац	-0.0498	1990	-0.03078	Врање	-0.05084	1990	-0.04208
Кукавица	-0.04381	1989	-0.03569	Врњачка бања	-0.04197	1990	-0.01896
Куршумлија	-0.00443	1996	-0.01	Вршац	-0.03857	1990	-0.00091
Лесковац	-0.07325	1990	-0.03026	Жагубица	-0.00619	1997	-0.04879
Љубовија	-0.01108	1990	0.00701	Зајечар	-0.05791	1984	0.0025
Лозница	-0.02433	1990	-0.00039	Златибор	-0.0097	1990	-0.03117
Неготин	-0.07352	1984	0.03187	Зрењанин	-0.04446	1986	0.01846

Табела 1.28: Трендови температуре ваздуха за новембар (\square С/год) и године промене тренда (1961-2010).

станица	тренд 1	Год	тренд 2	станица	тренд1	Год	тренд2
Александровац	-0.21361	1985	0.1374	Ниш	-0.17606	1990	0.09831
Бабушница	-0.11198	1992	0.10754	Нови Пазар	-0.14714	1990	0.02273
Бачки Петровац	-0.14399	1990	0.10416	Палић	-0.13223	1986	0.12923
Бечеј	-0.14977	1986	0.15062	Пећ	-0.16424	1990	0.05597
Бела Црква	-0.15877	1990	0.12714	Пирот	-0.11471	1996	0.08679
Београд	-0.14926	1990	0.13675	Пожега	-0.15167	1990	0.01584
Босилеград	-0.12549	2000	0.51364	Предејане	-0.21202	1990	0.12195
Брус	-0.19561	1980	0.08976	Приштина	-0.17384	1990	0.05987
Бујановац	-0.16581	1990	0.07961	Призрен	-0.18764	1990	0.05169
Буковичка бања	-0.20014	1987	0.17135	Прокупље	-0.20739	1985	0.08243
Црни врх	-0.23137	1978	0.06176	Рековац	-0.10922	1996	0.09857
Чумић	-0.15852	1990	0.14234	Римски шанчеви	-0.14438	1986	0.12808
Ћуприја	-0.17069	1990	0.09922	Рудник	-0.20227	1990	0.18299
Димитровград	-0.11843	1996	0.05786	Шабац	-0.16477	1986	0.09869
Драгаш	-0.23283	1985	0.10978	Сента	-0.13562	1990	0.10247
Ивањица	-0.17552	1990	0.03494	Сјеница	-0.18148	1990	0.01442
Јагодина	-0.177	1990	0.10766	Смед. паланка	-0.17192	1986	0.13531
Јаша Томић	-0.17128	1990	0.16714	Сокобања	-0.1866	1990	0.07182
Јошаничка бања	-0.10969	1996	0.06179	Сомбор	-0.13438	1986	0.13154
Кикинда	-0.14714	1990	0.12506	Срем. митровица	-0.13611	1990	0.07416
Књажевац	-0.19798	1990	0.1739	Ваљево	-0.18008	1986	0.11562
Копоник	-0.24438	1979	0.06732	Велико градиште	-0.09966	1996	0.12179
Косов. митровица	-0.06493	1996	0.085	Владимирци	-0.14906	1990	0.06234
Крагујевац	-0.1566	1990	0.11117	Власина	-0.17232	1990	0.09883
Краљево	-0.16773	1990	0.08169	Власотинце	-0.19877	1990	0.04792
Крушевац	-0.17729	1990	0.09468	Врање	-0.16591	1990	0.06026
Кукавица	-0.15326	1989	0.14065	Врњачка бања	-0.16227	1990	0.07195
Куршумлија	-0.12933	1996	0.05321	Вршац	-0.16768	1990	0.12364
Лесковац	-0.20374	1990	0.07429	Жагубица	-0.08064	1997	0.30637
Љубовија	-0.14739	1990	0.04558	Зајечар	-0.19229	1984	0.12283
Лозница	-0.14512	1990	0.09273	Златибор	-0.15901	1990	0.09312
Неготин	-0.16739	1984	0.12009	Зрењанин	-0.15046	1986	0.14846

Табела 1.29: Трендови температуре ваздуха за децембар (\square С/год) и године промене тренда (1961-2010).

станица	тренд 1	Год	тренд 2	станица	тренд1	Год	тренд2
Александровац	0.015	1985	0.05511	Ниш	0.03788	1990	0.11169
Бабушница	0.00206	1992	0.00737	Нови Пазар	0.0334	1990	0.10974
Бачки Петровац	0.09527	1990	0.08961	Палић	0.11454	1986	0.02738
Бечеј	0.10554	1986	0.056	Пећ	0.0101	1990	0.09455
Бела Црква	0.05837	1990	0.07987	Пирот	0.00171	1996	0.11964
Београд	0.09734	1990	0.09597	Пожега	0.03621	1990	0.08675
Босилеград	-0.07945	2000	0.59273	Предејане	-0.02754	1990	0.10987
Брус	0.12211	1980	0.00379	Приштина	0.01369	1990	0.10714
Бујановац	-0.00695	1990	0.10364	Призрен	-0.00576	1990	0.09922
Буковичка бања	0.07562	1987	-0.0094	Прокупље	0.06413	1985	0.0561
Црни врх	-0.00784	1978	-0.05735	Рековац	0.01541	1996	0.17607
Чумић	0.10626	1990	0.07558	Римски шанчеви	0.13669	1986	0.036
Ћуприја	0.04596	1990	0.10818	Рудник	0.10034	1990	0.09468
Димитровград	0.00076	1996	0.10464	Шабач	0.12231	1986	0.045
Драгаш	0.00552	1985	0.06027	Сента	0.07458	1990	0.06247
Ивањица	0.05108	1990	0.07597	Сјеница	0.04956	1990	0.0987
Јагодина	0.03507	1990	0.1113	Смед. паланка	0.11685	1986	0.06538
Јаша Томић	0.07232	1990	0.07429	Сокобања	0.05665	1990	0.08779
Јошаничка бања	0.01748	1996	0.17786	Сомбор	0.12031	1986	0.03069
Кикинда	0.07074	1990	0.07779	Срем. митровица	0.0736	1990	0.06403
Књажевац	0.04675	1990	0.10662	Ваљево	0.12115	1986	0.05592
Копаоник	0.11135	1979	-0.00456	Велико градиште	0.01557	1996	0.13571
Косов. митровица	0.03913	1996	0.22643	Владимирци	0.09901	1990	0.07935
Крагујевац	0.08916	1990	0.10208	Власина	0.01315	1990	0.08468
Краљево	0.06517	1990	0.12208	Власотинце	0.02892	1990	0.07299
Крушевац	0.05143	1990	0.12636	Врање	0.01384	1990	0.10649
Кукавица	0.02531	1989	0.06268	Врњачка бања	0.05951	1990	0.11078
Куршумлија	0.01185	1996	0.15107	Вршац	0.07177	1990	0.09792
Лесковац	0.01916	1990	0.12714	Жагубица	0.01269	1997	0.18791
Љубовија	0.06103	1990	0.0861	Зајечар	0.10208	1984	0.00055
Лозница	0.09227	1990	0.09195	Златибор	0.07271	1990	0.08701
Неготин	0.07866	1984	-0.01123	Зрењанин	0.12408	1986	0.05223

Табела 1.30: Трендови температуре ваздуха за зиму (\square С/год) и године промене тренда (1961-2010).

станица	тренд 1	Год	тренд 2	станица	тренд1	Год	тренд2
Александровац	0.0328	1985	0.08025	Ниш	0.04173	1990	0.07328
Бабушница	0.02721	1992	0.0215	Нови Пазар	0.04963	1990	0.08626
Бачки Петровац	0.07271	1990	0.03435	Палић	0.07877	1986	0.0232
Бечеј	0.06967	1986	0.03896	Пећ	0.02657	1990	0.06493
Бела Црква	0.04759	1990	0.04721	Пирот	0.01805	1996	0.07634
Београд	0.06913	1990	0.03367	Пожега	0.04799	1990	0.04084
Босилеград	-0.04986	2000	0.53843	Предејане	-0.00926	1990	0.09071
Брус	0.1694	1980	0.03614	Приштина	0.02001	1990	0.11503
Бујановац	0.00469	1990	0.09699	Призрен	0.03121	1990	0.07046
Буковичка бања	0.0231	1987	-0.06096	Прокупље	0.07503	1985	0.05732
Црни врх	0.1121	1978	-0.02121	Рековац	0.02333	1996	0.07421
Чумић	0.06462	1990	0.01741	Римски шанчеви	0.09373	1986	0.0232
Ћуприја	0.04377	1990	0.06289	Рудник	0.05774	1990	0.03345
Димитровград	0.01689	1996	0.05816	Шабач	0.06605	1986	0.03542
Драгаш	0.04536	1985	0.03973	Сента	0.06768	1990	0.02148
Ивањица	0.04474	1990	0.04244	Сјеница	0.06754	1990	0.06278
Јагодина	0.0348	1990	0.06664	Смед. паланка	0.06671	1986	0.03646
Јаша Томић	0.06915	1990	0.03578	Сокобања	0.05625	1990	0.03131
Јошаничка бања	0.01821	1996	0.07714	Сомбор	0.07371	1986	0.03434
Кикинда	0.06725	1990	0.03298	Срем. митровица	0.05002	1990	0.0169
Књажевац	0.0456	1990	0.06013	Ваљево	0.06111	1986	0.03333
Копаоник	0.18192	1979	0.02889	Велико градиште	0.0321	1996	0.07415
Косов. митровица	0.02801	1996	0.12215	Владимирци	0.0597	1990	0.02881
Крагујевац	0.0588	1990	0.04891	Власина	0.02741	1990	0.05845
Краљево	0.04953	1990	0.06683	Власотинце	0.02897	1990	0.03032
Крушевац	0.04875	1990	0.0841	Врање	0.02076	1990	0.08013
Кукавица	0.02905	1989	0.00212	Врњачка бања	0.04497	1990	0.05913
Куршумлија	0.01768	1996	0.08705	Вршац	0.06362	1990	0.04767
Лесковац	0.03061	1990	0.08845	Жагубица	0.01724	1997	0.064
Љубовија	0.04901	1990	0.04801	Зајечар	0.09596	1984	0.02797
Лозница	0.05665	1990	0.03747	Златибор	0.05579	1990	0.03015
Неготин	0.09139	1984	0.03271	Зрењанин	0.07881	1986	0.03743

Табела 1.31: Трендови температуре ваздуха за пролеће (\square С/год) и године промене тренда (1961-2010).

станица	тренд 1	Год	тренд 2	станица	тренд1	Год	тренд2
Александровац	-0.06245	1985	0.05405	Ниш	0.01235	1990	0.0871
Бабушница	0.01212	1992	0.14205	Нови Пазар	0.00366	1990	0.12333
Бачки Петровац	0.00928	1990	0.0779	Палић	0.01261	1986	0.07425
Бечеј	0.00224	1986	0.0957	Пећ	0.00332	1990	0.08107
Бела Црква	-0.00352	1990	0.07255	Пирот	0.00868	1996	0.16201
Београд	0.00649	1990	0.07711	Пожега	-0.00328	1990	0.06943
Босилеград	-0.06167	2000	0.23413	Предејане	-0.03188	1990	0.13194
Брус	0.01949	1980	0.03516	Приштина	0.00361	1990	0.08604
Бујановац	-0.00194	1990	0.05501	Призрен	0.01161	1990	0.08281
Буковичка бања	-0.01786	1987	0.05406	Прокупље	-0.00613	1985	0.03154
Црни врх	-0.03556	1978	-0.02551	Рековац	-0.00474	1996	0.15772
Чумић	-0.01147	1990	0.07153	Римски шанчеви	0.01942	1986	0.07759
Ћуприја	-0.00364	1990	0.07326	Рудник	0.01345	1990	0.07442
Димитровград	-0.00108	1996	0.13512	Шабач	0.0044	1986	0.06985
Драгаш	-0.02122	1985	-0.02859	Сента	0.00182	1990	0.08158
Ивањица	-0.00061	1990	0.06527	Сјеница	0.00829	1990	0.08646
Јагодина	-0.00508	1990	0.11277	Смед. паланка	0.00712	1986	0.06394
Јаша Томић	0.00329	1990	0.07637	Сокобања	0.00469	1990	0.05108
Јошаничка бања	-0.0253	1996	0.11759	Сомбор	0.00553	1986	0.07804
Кикинда	0.00386	1990	0.07577	Срем. митровица	-0.0003	1990	0.06548
Књажевац	-0.01013	1990	0.09965	Ваљево	0.00317	1986	0.07096
Копаоник	-0.00113	1979	0.04564	Велико градиште	0.00317	1996	0.13368
Косов. митровица	-0.00588	1996	0.21814	Владимирци	-0.00677	1990	0.0569
Крагујевац	0.00913	1990	0.07673	Власина	-0.00675	1990	0.08687
Краљево	0.00222	1990	0.07262	Власотинце	-0.00229	1990	0.04375
Крушевац	0.00912	1990	0.0859	Врање	0.00647	1990	0.07897
Кукавица	-0.00788	1989	0.0326	Врњачка бања	-0.00167	1990	0.07502
Куршумлија	0.00112	1996	0.14574	Вршац	0.00732	1990	0.07967
Лесковац	-0.00829	1990	0.08286	Жагубица	-0.00795	1997	0.21806
Љубовија	0.00673	1990	0.09101	Зајечар	0.01701	1984	0.05557
Лозница	-0.00053	1990	0.07069	Златибор	0.00804	1990	0.08378
Неготин	-0.00097	1984	0.09199	Зрењанин	0.00855	1986	0.07448

Табела 1.32: Трендови температуре ваздуха за лето (\square C/год) и године промене тренда (1961-2010).

станица	тренд 1	Год	тренд 2	станица	тренд1	Год	тренд2
Александровац	-0.05827	1985	-0.00823	Ниш	-0.01847	1990	0.05037
Бабушница	-0.02324	1992	0.11209	Нови Пазар	-0.01935	1990	0.07944
Бачки Петровац	-0.00592	1990	0.04089	Палић	-0.02422	1986	0.05023
Бечеј	-0.0673	1986	0.09202	Пећ	-0.00587	1990	0.03338
Бела Црква	-0.04777	1990	0.04281	Пирот	0.02197	1996	0.05728
Београд	-0.01556	1990	0.05423	Пожега	-0.01783	1990	0.05433
Босилеград	-0.00166	2000	0.27353	Предејане	-0.05878	1990	0.05557
Брус	-0.07487	1980	0.02894	Приштина	-0.01612	1990	0.02088
Бујановац	-0.01282	1990	0.01142	Призрен	0.00816	1990	0.02713
Буковичка бања	-0.05489	1987	0.03082	Прокупље	-0.05894	1985	0.02849
Црни врх	-0.17047	1978	0.00561	Рековац	-0.00158	1996	0.09339
Чумић	-0.02678	1990	0.04713	Римски шанчеви	-0.0384	1986	0.04125
Ћуприја	-0.02159	1990	0.04207	Рудник	-0.05522	1990	0.03589
Димитровград	-0.00147	1996	0.03539	Шабац	-0.04509	1986	0.05111
Драгаш	-0.05802	1985	0.03821	Сента	-0.01044	1990	0.0484
Ивањица	-0.01602	1990	0.05128	Сјеница	0.00732	1990	0.06076
Јагодина	-0.02781	1990	0.06406	Смед. паланка	-0.05438	1986	0.04734
Јаша Томић	-0.02568	1990	0.04862	Сокобања	-0.02575	1990	0.0385
Јошаничка бања	-0.03264	1996	0.08588	Сомбор	-0.0244	1986	0.04693
Кикинда	-0.01877	1990	0.03805	Срем. митровица	-0.01826	1990	0.0378
Књажевац	-0.01768	1990	0.08825	Ваљево	-0.037	1986	0.06297
Копаоник	-0.09791	1979	0.07427	Велико градиште	0.00367	1996	0.06942
Косов. митровица	0.01561	1996	0.0828	Владимирци	-0.02856	1990	0.04587
Крагујевац	-0.01972	1990	0.06015	Власина	-0.06092	1990	0.10434
Краљево	-0.01971	1990	0.04311	Власотинце	-0.04164	1990	0.03759
Крушевац	-0.01713	1990	0.06589	Врање	-0.02402	1990	0.02923
Кукавица	-0.02167	1989	0.0476	Врњачка бања	-0.02064	1990	0.0534
Куршумлија	-0.0106	1996	0.06078	Вршац	-0.02538	1990	0.05707
Лесковац	-0.04021	1990	0.04739	Жагубица	-0.02695	1997	0.16487
Љубовија	0.00243	1990	0.07833	Зајечар	-0.0376	1984	0.05222
Лозница	0.0021	1990	0.05028	Златибор	-0.00819	1990	0.05527
Неготин	-0.05937	1984	0.08455	Зрењанин	-0.05051	1986	0.06503

Табела 1.33: Трендови температуре ваздуха за јесен (\square С/год) и године промене тренда (1961-2010).

станица	тренд 1	Год	тренд 2	станица	тренд1	Год	тренд2
Александровац	-0.10649	1985	0.02534	Ниш	-0.07834	1990	0.01611
Бабушница	-0.04773	1992	0.00323	Нови Пазар	-0.05697	1990	0.00236
Бачки Петровац	-0.04705	1990	0.0351	Палић	-0.05148	1986	0.03732
Бечеј	-0.09336	1986	0.06414	Пећ	-0.06852	1990	0.00096
Бела Црква	-0.08616	1990	0.03988	Пирот	-0.0367	1996	0.071
Београд	-0.06381	1990	0.0493	Пожега	-0.06037	1990	-0.00324
Босилеград	-0.05775	2000	0.41668	Предејане	-0.11386	1990	0.05174
Брус	-0.16352	1980	0.01015	Приштина	-0.0785	1990	-0.00752
Бујановац	-0.07612	1990	-0.0052	Призрен	-0.06894	1990	-0.01582
Буковичка бања	-0.10422	1987	0.06139	Прокупље	-0.09838	1985	-0.00471
Црни врх	-0.22656	1978	-0.02262	Рековац	-0.04377	1996	0.07744
Чумић	-0.06434	1990	0.02437	Римски шанчеви	-0.07138	1986	0.02896
Ћуприја	-0.08318	1990	0.0158	Рудник	-0.08352	1990	0.03069
Димитровград	-0.04826	1996	0.05084	Шабац	-0.08229	1986	0.04599
Драгаш	-0.13027	1985	0.07327	Сента	-0.05923	1990	0.04585
Ивањица	-0.07519	1990	-0.00448	Сјеница	-0.06083	1990	-0.01145
Јагодина	-0.09153	1990	0.03565	Смед. паланка	-0.08317	1986	0.03362
Јаша Томић	-0.07636	1990	0.05837	Сокобања	-0.08902	1990	-0.00264
Јошаничка бања	-0.04681	1996	0.04047	Сомбор	-0.06474	1986	0.04033
Кикинда	-0.0615	1990	0.04458	Срем. митровица	-0.05255	1990	0.01657
Књажевац	-0.09598	1990	0.07358	Ваљево	-0.08189	1986	0.0283
Копаоник	-0.19934	1979	0.00973	Велико градиште	-0.04381	1996	0.0744
Косов. митровица	-0.00055	1996	0.08887	Владимирци	-0.07697	1990	0.04434
Крагујевац	-0.0664	1990	0.02179	Власина	-0.08869	1990	0.02488
Краљево	-0.07739	1990	-0.00009	Власотинце	-0.10074	1990	-0.03579
Крушевац	-0.08438	1990	0.01622	Врање	-0.08231	1990	-0.00968
Кукавица	-0.06971	1989	0.01672	Врњачка бања	-0.07553	1990	0.00861
Куршумлија	-0.04682	1996	0.02575	Вршац	-0.07668	1990	0.03944
Лесковац	-0.11029	1990	0.00725	Жагубица	-0.05536	1997	0.11505
Љубовија	-0.04793	1990	0.01678	Зајечар	-0.1023	1984	0.02212
Лозница	-0.05401	1990	0.02496	Златибор	-0.05993	1990	0.00247
Неготин	-0.09838	1984	0.04104	Зрењанин	-0.05051	1986	0.06503

Табела 1.33: Трендови температуре ваздуха на годишњем нивоу (\square С/год) и године промене тренда (1961-2010).

станица	тренд 1	Год	тренд 2	станица	тренд1	Год	тренд2
Александровац	-0.0505	1985	0.03703	Ниш	-0.0117	1990	0.05557
Бабушница	-0.0084	1992	0.06799	Нови Пазар	-0.0060	1990	0.07190
Бачки Петровац	0.0046	1990	0.04629	Палић	0.0002	1986	0.04558
Бечеј	-0.0261	1986	0.07207	Пећ	-0.0120	1990	0.04378
Бела Црква	-0.0237	1990	0.04952	Пирот	0.0023	1996	0.08934
Београд	-0.0033	1990	0.05273	Пожега	-0.0102	1990	0.03977
Босилеград	-0.0423	2000	0.36256	Предејане	-0.0537	1990	0.08119
Брус	-0.0164	1980	0.02700	Приштина	-0.0179	1990	0.05230
Бујановац	-0.0215	1990	0.03836	Призрен	-0.0056	1990	0.03991
Буковичка бања	-0.0409	1987	0.01979	Прокупље	-0.0232	1985	0.02731
Црни врх	-0.0872	1978	-0.01681	Рековац	-0.0077	1996	0.09883
Чумић	-0.0116	1990	0.03893	Римски шанчеви	-0.0031	1986	0.04202
Ћуприја	-0.0181	1990	0.04745	Рудник	-0.0184	1990	0.04211
Димитровград	-0.0090	1996	0.06735	Шабац	-0.0175	1986	0.04997
Драгаш	-0.0427	1985	0.02961	Сента	-0.0025	1990	0.04857
Ивањица	-0.0129	1990	0.03780	Сјеница	0.0052	1990	0.04832
Јагодина	-0.0243	1990	0.06886	Смед. паланка	-0.0188	1986	0.04457
Јаша Томић	-0.0099	1990	0.05380	Сокобања	-0.0148	1990	0.02853
Јошаничка бања	-0.0220	1996	0.07789	Сомбор	-0.0063	1986	0.04927
Кикинда	-0.0048	1990	0.04702	Срем. митровица	-0.0077	1990	0.03347
Књажевац	-0.0212	1990	0.07942	Ваљево	-0.0162	1986	0.04811
Кобаоник	-0.0372	1979	0.03836	Велико градиште	-0.0024	1996	0.08612
Косов. митровица	0.0091	1996	0.12529	Владимирци	-0.0158	1990	0.04325
Крагујевац	-0.0060	1990	0.05086	Власина	-0.0322	1990	0.06698
Краљево	-0.0126	1990	0.04482	Власотинце	-0.0294	1990	0.01798
Крушевац	-0.0124	1990	0.06221	Врање	-0.0200	1990	0.04343
Кукавица	-0.0188	1989	0.02247	Врњачка бања	-0.0147	1990	0.04817
Куршумлија	-0.0097	1996	0.07742	Вршац	-0.0094	1990	0.05480
Лесковац	-0.0328	1990	0.05543	Жагубица	-0.0193	1997	0.13857
Љубовија	0.0008	1990	0.05780	Зајечар	-0.0100	1984	0.03877
Лозница	-0.0010	1990	0.04509	Златибор	-0.0027	1990	0.04137
Неготин	-0.0213	1984	0.06187	Зрењанин	-0.0139	1986	0.05471

БИОГРАФИЈА

Рођена је 14. јула 1979. године у Београду, где је завршила Основну школу "Максим Горки" и средњу, X београдску гимназију "Михајло Пупин". Студије географије на Београдском универзитету уписала 1998. године без полагања квалификационог испита, захваљујући наградама на републичким такмичењима из географије. Дипломирала је 2004. године са просечном оценом 9.39, одбранивши дипломски рад под називом "Климатске погодности за развој пољопривреде у општини Сјеница". Током студија била је стипендиста Фонда Краљевског дома



Карађорђевић, града Београда, фондације Студеница и Амбасаде Норвешке. Постдипломске студије уписала је 2004. године на смеру Физичка географија. Испите је положила са просечном оценом 9.83 и магистрирала са тезом "Промене температуре ваздуха у Србији у периоду сателитских осматрања у склопу глобалних климатских промена". Докторску тезу "Увођење просторне димензије у проучавању колебања климе у Србије у инструменталном периоду" је пријавила 2009. године. На Географском факултету најпре је била ангажована као стипендиста министарства науке од 2005 до 2008. године, затим као истраживач приправник од 2008. до 2010. године, а 2010. је изабрана у звање асистента на катедри за Физичку географију.

Докторску дисертацију је предала октобра 2013. године. Током израде дисертације објавила је 4 рада у референтним часописима (SCI list) и 5 радова у српским часописима. Један је од аутора је монографије "Колебање климе у Црној Гори у другој половини XX и почетком XXI века" (Црногорска академија наука и уметности). Такође је аутор уџбеника за 5. разред Основне школе. Учествовала је на многим научним скуповима у свету и Србији. Члан је Српског географског друштва и Америчког геофизичког друтва. Говори енглески, руски и грчки језик.

Прилог 1.

Изјава о ауторству

Потписани-ца Јелена Љубовић

број уписа _____

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

"УВОЂЕЊЕ ПРОСТОРНЕ ДИМЕНЗИЈЕ У ПРОУЧАВАЊУ КОЛЕБАЊА КЛИМЕ У СРБИЈИ У ИНСТРУМЕНТАЛНОМ ПЕРИОДУ"

- 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, 9.10.2013.



Прилог 2.

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора Јелена Луковић

Број уписа _____

Студијски програм Физичка географија

Наслов рада "УВОЂЕЊЕ ПРОСТОРНЕ ДИМЕНЗИЈЕ У ПРОУЧАВАЊУ
КОЛЕБАЊА КЛИМЕ У СРБИЈИ У ИНСТРУМЕНТАЛНОМ ПЕРИОДУ"

Ментор Проф.др Владан Дуцић, редовни професор

Потписани 

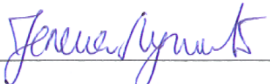
изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду**.

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, 9.10.2013.



Прилог 3.

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

"УВОЂЕЊЕ ПРОСТОРНЕ ДИМЕНЗИЈЕ У ПРОУЧАВАЊУ КОЛЕБАЊА КЛИМЕ У СРБИЈИ У ИНСТРУМЕНТАЛНОМ ПЕРИОДУ"

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, 9.10.2013.

