

**ЕКСТРЕМНЕ ПАДАВИНЕ У РЕПУБЛИЦИ СРПСКОЈ  
(анализа 2010. и 2011. године)**Горан Трбић<sup>1</sup>, Владан Дуцић<sup>2</sup>, Нада Рудан<sup>3</sup>, Горан Анђелковић<sup>4</sup> и Сретенка Марковић<sup>5</sup><sup>1</sup>Природно-математички факултет, Универзитет у Бањој Луци, Република Српска<sup>2,4</sup>Географски факултет, Универзитет у Београду, Република Србија<sup>3</sup>Републички хидрометеоролошки завод Републике Српске<sup>5</sup>Пољопривредни факултет, Универзитет у Бањој Луци, Република Српска

**Сажетак:** Једна од последица глобалних и регионалних климатских промјена су и промјене интензитета и фреквенција падавина у појединим областима или локално. У раду су приказане мјесечне количине падавина током 2010. и 2011. са одступањима у милиметрима и процентуално као и према припадајућем перцентилу, на основу чега се и утврђује категорија кишности/сушности а који је у вези с вјероватноћом тј повратним периодом. На бази анализа количине падавина утврђено је да је 2010. година била екстремно кишна у посљедњих 60 година а да је 2011. година била најсушнија у инструменталном периоду. Добијени резултати указују на неопходност укључивања података о ризицима екстремних климатских појава, у овом случају падавина, код израде планских и стратешких докумената Републике Српске. Сем тога, честе смјене екстремно кишних и сушних година и њихов утицај на појаву поплава и суша утичу и на комплексност код техничких и технолошких рјешења за изградњу система за наводњавање али и одводњавање вода. Другим ријечима, екстремне падавине треба да буду веома битан параметар интегралног управљања водним ресурсима Републике Српске.

**Кључне ријечи:** Екстремне падавине, Република Српска, поплаве, суше, климатске промјене, планирање, водни ресурси.

Original scientific papers

**EXTREME PRECIPITATION IN REPUBLIKA SRPSKA  
(2010 and 2011 analyses)**Goran Trbić<sup>1</sup>, Vladan Ducić<sup>2</sup>, Nada Rudan<sup>3</sup>, Goran Anđelković<sup>4</sup> and Sretenka Marković<sup>5</sup><sup>1</sup>College of Sciences, University of Banja Luka, Republika Srpska<sup>2,4</sup>Faculty of Geography at Belgrade University, Republic Serbia<sup>3</sup>HydroMeterological Service of Republika Srpska, Republika Srpska<sup>5</sup>College of Agriculture, University of Banjaluka, Republika Srpska

**Summary:** One of the consequences of global and regional climate changes are the alterations in the intensity and frequency of precipitation in certain areas and on local levels. This paper presents monthly precipitation in 2010 and 2011, with deviations that are measured in millimetres and given in percentage and in accordance to percentiles, based on which we estimated the category of rainfall/aridity that is further connected with probability, i.e. reaccurance period. Based on the analysis of precipitation, it was estimated that 2010 was extremely rainy regarding the period of past 60 years, and that 2011 was most arid over the period of interest. The results implied the necessity to include data on risks of extreme climate phenomena, in this case precipitation, when it comes to creating plan and strategic documents of Republika Srpska. Besides, frequent shifts of extremely rainy and arid years and their influence on floods and drains affect the complexity of technical and technological solutions for irrigation and drainage systems. In other words, extreme precipitation should be a crucial parameter of the integral management over the water resources in Republika Srpska.

**Key words:** Extreme precipitation, Republika Srpska, floods, droughts, climate changes, planning, water resources.

## УВОД

У посљедње вријеме свједоци смо интензивних колебања климе која већ попримају обиљежје климатских промјена због временске дужине трајања аномалије. Једна од посљедица али и елемената глобалних климатских промјена јесте варијација pluviометријског режима, често праћеног промјенама интензитета и фреквенције падавина. Овакве промјене условљавају све чешћу појаву суша и поплава, које из године у године врше све већи притисак на животну средину али и привреду Републике Српске. Од привредних сектора највише су угрожене пољопривреда и водопривреда, с тим да су индиректно угрожене и друге привредне гране као што су туризам и шумарство. Наравно, знатне посљедице трпе и осјетљиви екосистеми, али и животна средина уопште. Сем тога, честе промјене временских стања могу и неповољно да се одразе и на људско здравље.

Интензивне падавине у Републици Српској доминантно се јављају при врло развијеном циклону. Осим тога, оне могу настати када се успостави врло јако смицање вјетра са висином. То се дешава када на наше просторе продре хладна ваздушна маса из виших и хладнијих географских ширина у којима је развијен дубок антициклон, а затим се западно или југозападно развије јак циклон. Зимом се из таквих временских ситуација најчешће излучују обилне сњежне падавине. Таква временска ситуација изнад простора Републике Српске условила је и обилне сњежне падавине почетком фебруара 2012, праћене екстремно ниским температурама. Љети су конвективна (узлазна) кретања прегријаног ваздуха узрочници локалних пљускова, често праћених градом и јаким вјетром, због чега у прољеће и јесен долази до изливања многих ријека и поплава, а у току зиме формира се дебело слој сњежног покривача често и уз појаву сметова у планинским крајевима (Radinović, 1981). Са порастом интензитета падавина расте интензитет механичке водне ерозије, који је изузетно важан за сливове бујичних

## INTRODUCTION

Lately, we have witnessed intensive climate oscillations that have attained characteristics of climate changes due to an anomaly timeline. One of the consequences and elements of global climate changes is the variation of pluviometric regime, commonly accompanied by alterations in the intensity and frequency of precipitation. Such changes often bring about the droughts and floods, which have a growing effect on Republika Srpska environment and commerce. As we speak of commercial sectors, it is agriculture and water management that suffer most. Furthermore, other commercial branches are indirectly endangered, such as tourism and forestry. Naturally, sensitive ecosystems and general environment also suffer large consequences. Besides, frequent changes of weather conditions can badly affect human health whatsoever.

Intensive precipitations in Republika Srpska are predominant in burly cyclones. In addition, rainfall can occur as the altitude weakens the wind. This happens as the cold air mass comes to our area from higher and colder altitudes with deep anticyclone, followed by a strong cyclone in west and southwest. In wintertime, these weather conditions result in severe snowfall. Such one weather condition in Republika Srpska caused severe snowfall accompanied by extremely low temperatures in February 2012. In summertime, the convective heat transfer causes local showers, frequently followed by hail and strong winds, due to which there are river outflows and floods in spring and autumn. In addition, in winter there is a thick snow layer often followed by blizzard in mountain areas (Radinović., 1981). As the precipitation intensity grows so does the intensity of mechanical water erosion, which is highly relevant for the mouths of the torrent. Intensive precipitation can wipe out the cultivated soil and destroy the plants, especially if it is about the terrain with high levels of underground waters caus-

карактеристика. Интензивне падавине могу да однесу плодно тло и униште засијане културе, нарочито ако се јављају на територијама гдје је висок ниво изданских вода, и узрокују друге негативне последице, у зависности од годишњег доба у којем се јављају.

ing negative consequences depending on the season.

## МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ

Оцјена колебања климе према режиму падавина дата је на бази анализе историјских метеоролошких података Републичког хидрометеоролошког завода Републике Српске и података из Метеоролошких годишњака I у издању Савезног хидрометеоролошког завода СФРЈ. На бази метеоролошких података са станица у Бањој Луци, Добоју, Бијељини, Сокоцу, Чемерну, Гацку, Билећи и Требињу, за период 1971-2010 урађене су анализе просторног распореда падавина на мјесечном и годишњем нивоу, и по годишњим добима. У раду су анализирани мјесечне количине падавина за двије најекстремније године (2010. и 2011.) са одступањима у милиметрима и процентуално као и припадајућем перцентилу, према чему се и утврђује категорија кишности/сушности а који је у вези с вјероватноћом тј. повратним периодом. Екстремно велике количине падавина базиране на методи расподеле перцентила су оне које премашују вриједност која одговара 0.98 перцентилу, што практично значи да је та вриједност блиска апсолутном максимуму, док екстремно мале количине одговарају вриједностима с припадајућим 0.02 перцентилу, тј. вриједност је блиска апсолутном минимуму.

Година 2010. била је година са највише падавина у посљедњих 50 година (период 1961-2010), док је 2011. била најсушнија година у инструменталном периоду (од 1883) на сјеверу Српске а једна од најсушњијих у Херцеговини. Према подацима Глобалног климатолошког центра за падавине (GPCC), у Европи је нарочито у периоду од фебруара до априла 2011. године забиљежена мала количина падавина, која се кретала од 40 до 80%

## METHODS AND MATERIALS

The evaluation of climate oscillations due to precipitation regimes is given based on the analyses of the historic meteorological data of the Republic Weather Bureau of RS and the data provided in Meteorological yearbook I issued by Federal Weather Bureau of SFRJ. The analyses of spatial precipitation arrangement on monthly and annual levels, according to seasons, were performed based on the data from weather stations in towns of Banjaluka, Doboј, Bijeljina, Sokolac, Cemerno, Gacko, Bileca, and Trebinje in period 1971-2010. The paper analyzes monthly precipitations for two most extreme years (2010 and 2011) with deviations expressed in milimetres, percentage, and percentile, according to which the rainfall/aridity category was estimated in connection with probability, i.e. recurrence period. Extremely large precipitation based on the method of percentile distribution is the one exceeding 0.98 percentiles, which practically means that it is close to the absolute maximum, whereas extremely small precipitation has the value of 0.02 percentiles, i.e. it is close to the absolute minimum.

The year of 2010 had most precipitations in the last 50 years (1961-2010), whereas 2011 was the most arid year over the instrumental period (since 1883) in the north of RS and one of the most arid in Herzegovina. According to the data of Global Precipitation Climate Centre (GPCC), the February-April 2011 period in Europe had a small amount of precipitation (40-80%) in comparison with 1951-2000 period average as the precipitation in Central Europe was 40% of the average (World Meteorological Organization, 2011).

у односу на просјек 1951-2000. година а на великим подручјима средње Европе била је и испод 40% од просјека (World Meteorological Organization, 2011).

## РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Последња деценија (2001-2010) била је кишнија у односу на климатску нормалу 1981-2010. на скоро свим метеоролошким станицама у РС и то за 12% до 15% (Добој, Соколац, Билећа, Гацко), док је на сјеверу остварен деценијски дефицит/суфицит од -2% (Нови Град, Приједор) до +4% (Бијељина, Бања Лука). Јануар, децембар и септембар су током 2001-2010 на свим анализираним станицама имали суфицит падавина, док је у осталим мјесецима изражена зависност од режима падавина и климата.

## RESULTS AND DISCUSSION

The last decade (2001-2010) had more rain-falls than it was the climate normal for the period 1981-2010 at almost all weather stations in RS - 12% - 15% (Doboj, Sokolac, Bileca, Gacko), whereas in north there was a decade deficit/surplus of -2% (Novi Grad, Prijedor) up to +4% (Bijeljina, Banjaluka). January, December, and September 2001-2010 showed surplus precipitation in all weather stations analysed, but other months had extreme dependancy on precipitation regime and climate.

Таб. 1. Просјечне количине падавине (мм) у Републици Српској (1981-2010)

1981-2010.	Бања Лука Banja Luka	Бијељина Bijeljina	Добој Doboj	Соколац Sokolac	Чемерно Semerno	Гацко Gacko	Билећа Bileca	Требиње Trebinje
Јануар	69.7	55	61.7	53.9	175.8	149.7	132.7	153.3
Фебруар	62.8	43.3	53.2	52.2	153.6	134.9	140.5	145.0
Март	86.7	62	68.9	57.9	168.3	138.6	130.5	135.2
Април	82.1	64.6	71.9	67	156.6	137.7	130.3	111.1
Мај	89.4	68.5	89.6	73.7	123.4	98.1	97.7	89.2
Јун	112.2	105.3	121.7	93.2	110.5	78	70.2	67.2
Јул	80.8	72.2	90.1	71.9	63.5	48.9	47.7	43.8
Август	77.1	65.5	72	72.7	82.9	62.4	61.2	64.8
Септембар	98	59.3	82.5	81.3	133.2	127.4	118.2	138.6
Октобар	87.2	64.7	75.8	76.5	188.8	178.2	179.2	174.0
Новембар	92.5	69.4	81	85.5	245.9	229.4	222.6	237.9
Децембар	95	62	75.2	70	231	218.1	208	216.7
Година	1034	792	934	859	1835	1588	1520	1577
Прољеће	258	195	230	199	448	370	359	336
Љето	270	243	284	238	257	189	179	176
Јесен	278	193	234	244	568	531	510	551
Зима	229	160	187	175	552	475	463	512

Таб. 1. Mean precipitation values (mm) in Republika Srpska (1981-2010)

Извор: Републички хидрометеоролошки завод Републике Српске, 1981-2010.

Source: HydroMeteorological Service of the Republika Srpska, 1981-2010.

На основу анализе расположивих метеоролошких података утврдили смо да годишња сума падавина показује највећу зависност од рељефа али и од континенталности простора и путање атмосферских поремећаја који условљавају кишно вријеме. Низијски простор Семберије налази се на најмањој надморској висини и има највише изражену континенталност са најмање падавина и најсушнији је у Републици Српској (око 800mm). Најобилније падавине генерално има Источна Херцеговина. Од запада ка истоку, те дијелом од југа ка сјеверу количина падавина знатно се смањује. Годишњи режим падавина у РС прилично је комплексан, што је утврђено и досадашњим истраживањима (Вемић, 1953; Милосављевић, 1973; Дуцић и др., 2008; Трбић, 2010). Максимуми падавина у сјеверном дијелу Републике Српске (Бања Лука, Добој, Бијељина, Соколац) јављају се крајем прољећа и почетком љета што је одлика континенталног режима, док се максимуми падавина на подручју Херцеговине (Чемерно, Гацко, Билећа, Требиње) готово по правилу догађају у јесен, тачније у новембру (таб.1).

Падавине су изузетно промјенљив климатски елемент, просторно и временски, па су и прагови за интензивне падавине у Републици Српској доста различити. На највећем броју мјеста они су између 43mm (Бијељина) и 100mm (Гацко, Чемерно, Требиње, Невесиње) мјесечне вриједности. Годишње вриједности прагова не показују зависност од рељефа као што је то случај код просјечних падавина, али занимљиво је да су у јужном дијелу Републике Српске, тачније у Херцеговини, најинтензивније. Ово је битно за издајање посебних подручја за упозорења. С обзиром на такво стање прагова на територији Републике Српске, падавине представљају опасност за нека мјеста уколико се у једном дану излучи 43 mm, а у неким мјестима постаје опасна тек дупло већа дневна количина кише. У складу са тим тешко је ићи са истим упозорењима при наиласку циклона. Врло је битно тачно и благовремена метеоролошка прогноза, а у складу са њом упозорења би мо-

Analyzing the meteorological data, we inferred that the annual precipitation sum tends to be relief-dependant but it also depends on terrain and the trails of atmospheric disturbance that assume rainy weather. Semberia plain is situated at the smallest altitude and has strongest continental climate characteristics with the least precipitation being thus the driest area in Republika Srpska (around 800mm). Eastern Herzegovina has most precipitations on a general level. The precipitation amount gradually decreases going west-south and partially going south-north. The annual precipitation regime in RS is rather complex, which is confirmed by previous estimations and researches (Vemic, 1953, Milosavljevic, 1973, Ducic et al., 2008 Trbic, 2010). Maximum precipitation in north part of Republika Srpska (Banjaluka, Doboј, Bijeljina, Sokolac) occurs in late spring and early summer, which is typical of a continental regime, whereas the maximum precipitation in Herzegovina (Cemerno, Gacko, Bileca, Trebinje) almost regularly appears in autumn, or more precisely in November (Tab.1).

Precipitation is an extremely variable element of climate, regarding space and weather, so the intensive precipitation treshold in Republika Srpska may vary. At most locations it is between 43mm (Bijeljina) and 100mm (Gacko, Cemerno, Trebinje, Nevesinje) monthly. Annual values of tresholds show no relief-dependancy as it is the case with mean precipitation, but it is interesting that in southern parts of RS, i.e. Herzegovina, it is most intensive. This fact is relevant for the assessment of special areas of alert. Taking into account the treshold situation in Republika Srpska, on some locations precipitation is a threat if there are 43 mm of rainfall per day, but on other locations it is a threat if the rainfall amount is double. According to this, it is difficult to issue the same alerts in case of cyclones. An accurate and timely weather forecast is highly pertinent, and the alerts should be issued separately for various parts of the country. Generally speaking, in case of

рала да се дају посебно за поједине дијелове земље. Генерално, то би било за Посавину у случају прогнозираних падавина око 45 mm, Подриње око 55 mm, Семберију већ око 35 mm, а за Херецеговину око 70 mm. Савремена техника и технологија, те развој нумеричких модела прогнозе и стручност метеоролога-синоптичара у новије вријеме кључни су фактори све тачнијих временских прогноза и упозоравања на екстремна временска стања.

Детаљно су анализиране 2010. као врло кишна до екстремно кишна и 2011. година као врло сушна до екстремно сушна година на територији Републике Српске. Добијени резултати указују на неопходност укључивања анализа о ризицима екстремних климатских појава, у овом случају падавина, код израде планских и стратешких докумената Републике Српске, како на мјесечном нивоу тако и за краће временске интервале од 5 минута до 3 дана. Утврђивање потребних прагова критичних интензитета у краћим временским интервалима (5, 10, 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240, 360, 540, 720 минута), отежано је због недостатка података, јер је методологија тежа (запис на плувиографским тракама се обрађује на установљен начин, што је практично досад било могуће само у Бањој Луци). Аутоматске станице које су у посљедње вријеме постављене на појединим локацијама у РС рјешавају тај проблем, али не постоје потребни подаци за дужи временски период. Честе смјене екстремно кишних и сушних година и њихов утицај на појаву поплава и суша утичу и на комплексност код техничких и технолошких рјешења за изградњу система за наводњавање али и одводњавање вода и изградње одбрамбених насипа. Другим ријечима, екстремне падавине треба да буду веома битан параметар код интегралног управљања водним ресурсима Републике Српске.

Преглед аномалије падавина у Републици Српској (по мјесецима и на годишњем нивоу) у 2010. и 2011. години представљен је у табелама које слиједе.

Posavina alerts would be issued in case of 45 mm of rainfall, in Podrinje for some 55 mm, in Semberia for some 35 mm, and in Herzegovina for around 70 mm. Modern techniques and technology, the development of numeric forecast models, and the meteorologist expertise have recently been considered as crucial features of accurate weather forecasts and extreme weather condition alerts.

In Republika Srpska, the year of 2010 was analyzed as a very/extremely rainy, and 2011 as very/extremely dry. The results imply the necessity to include the risk analyses on precipitation into the drafts of plan and strategic documents of RS (on a monthly level, and for shorter periods such as 5 minutes, or 3 days). The estimation of critical intensity thresholds for shorter intervals (5, 10, 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240, 360, 540, 720 minutes) is difficult due to lack of data because it requires a more complex methodology (the pluviometric tape input is analyzed in a common manner, which has been practically possible only in Banjaluka). Automatic stations that have recently been set at some locations in RS deal with this problem, but there are no necessary data for longer periods of time. Frequent shifts of extremely rainy and dry years and their impact on droughts and floods affect the complexity of technical and technological solutions for irrigations systems, drainage, and dykes. In other words, extreme precipitation should be a relevant parameter with the integral management of water resources in Republika Srpska.

The precipitation anomalies in Republika Srpska (monthly and annually) in 2010 and 2011 are provided in the following Tables.

Таб. 2. Одступања падавина од просјека у Бањој Луци у 2010. и 2011.

Tab. 2. Precipitation anomalies in Banja Luka in 2010<sup>th</sup> and 2011<sup>th</sup>

Бања Лука/Ванја Лука									
период/ period	просјек/ average 1971- 2000	Падавине/ Precipitation 2010				Падавине/ Precipitation 2011			
		количина/ amount (mm)	одст/ anomal y (mm)	девијац/ deviation %	перцентил/ percentile	количина/ amount (mm)	одст/ anomal y (mm)	девијац/ deviation %	перцентил/ percentile
јан/Jan	65.9	132.2	66.3	100.6	0.97	51.6	-14.3	-21.7	0.35
феб/Feb	57.3	101.6	44.3	77.4	0.93	29.3	-28.0	-48.8	0.18
мар/Mar	78.8	113.8	35.0	44.4	0.84	34.2	-44.6	-56.6	0.10
апр/Apr	82.2	71.1	-11.1	-13.5	0.35	37.7	-44.5	-54.1	0.07
мај/May	92.3	148.0	55.7	60.4	0.84	62.6	-29.7	-32.2	0.29
јун/Jun	107.1	234.6	127.5	119.1	1.00	37.0	-70.1	-65.4	0.04
јул/Jul	99.0	66.3	-32.7	-33.0	0.29	112.7	13.7	13.8	0.59
авг/Aug	82.9	87.0	4.1	4.9	0.53	8.9	-74.0	-89.3	0.09
сеп/Sep	88.5	196.0	107.5	121.5	0.99	26.3	-62.2	-70.3	0.09
окт/Oct	93.7	83.8	-9.9	-10.6	0.45	62.1	-31.6	-33.8	0.33
нов/Nov	97.8	73.6	-24.2	-24.7	0.29	5.1	-92.7	-94.8	0.02
дец/Dec	84.8	88.0	3.2	3.8	0.53	120.7	35.9	42.4	0.76
год/ann	1030	1396	366	35.5	1.00	588	-442.2	-42.9	0.03

Таб. 3. Одступања падавина од просјека у Бијељини у 2010. и 2011.

Tab. 3. Precipitation anomalies in Bijeljina in 2010<sup>th</sup> and 2011<sup>th</sup>

Бијељина/Вијелјина									
период/ period	просјек/ average 1971- 2000	Падавине/ Precipitation 2010				Падавине/ Precipitation 2011			
		количина/ amount (mm)	одст/ anomal y (mm)	девијац/ deviation %	перцентил/ percentile	количина/ amount (mm)	одст/ anomal y (mm)	девијац/ deviation %	перцентил/ percentile
јан/Jan	50.5	106.0	55.5	109.8	0.98	39.3	-11.2	-22.2	0.35
феб/Feb	45.5	66.3	20.8	45.7	0.77	45.0	-0.5	-1.1	0.53
мар/Mar	53.6	76.4	22.8	42.7	0.76	19.4	-34.2	-63.8	0.14
апр/Apr	61.8	84.1	22.3	36.2	0.83	31.4	-30.4	-49.2	0.10
мај/May	67.2	85.8	18.6	27.6	0.68	77.7	10.5	15.6	0.65
јун/Jun	93.6	196.6	103.0	110.1	0.99	51.0	-42.6	-45.5	0.16
јул/Jul	72.5	65.4	-7.1	-9.8	0.44	85.8	13.3	18.3	0.58
авг/Aug	65.4	101.8	36.4	55.7	0.77	1.0	-64.4	-98.5	0.00
сеп/Sep	57.1	78.6	21.5	37.6	0.72	18.5	-38.6	-67.6	0.17
окт/Oct	53.6	62.2	8.6	16.1	0.58	34.4	-19.2	-35.8	0.27
нов/Nov	65.0	48.0	-17.0	-26.1	0.26	9.5	-55.5	-85.4	0.02
дец/Dec	62.8	55.3	-7.5	-11.9	0.41	52.9	-9.9	-15.7	0.45
год/ann	748	1024	276	36.9	0.99	466	-282	-37.7	0.012

Таб. 4. Одступања падавина од просјека на Чемерну за 2010. и 2011.

Tab. 4. Precipitation anomalies in Čemerno in 2010<sup>th</sup> and 2011<sup>th</sup>

Чемерно/Čemerno									
период/ period	просјек/ average 1971- 2000	Падавине/ Precipitation 2010				Падавине/ Precipitation 2011			
		количина/ amount (mm)	одст/ anomal y (mm)	девијац/ deviation %	перцентил/ percentile	количина/ amount (mm)	одст/ anomal y (mm)	девијац/ deviation %	перцентил/ percentile
јан/Jan	137.1	328.9	191.8	140.0	0.97	76.5	-60.6	-44.2	0.28
феб/Feb	136.3	331.5	195.2	143.3	0.99	107.0	-29.3	-21.5	0.36
мар/Mar	140.2	161.8	21.6	15.4	0.61	118.1	-22.1	-15.8	0.38
апр/Apr	159.1	180.3	21.2	13.3	0.61	50.4	-108.7	-68.3	0.07
мај/May	118.0	191.2	73.2	62.0	0.87	176.8	58.8	49.8	0.81
јун/Jun	92.6	146.3	53.8	58.1	0.80	126.4	33.9	36.6	0.70
јул/Jul	58.5	41.4	-17.1	-29.2	0.32	126.4	67.9	116.2	0.97
авг/Aug	77.1	11.6	-65.5	-85.0	0.07	17.4	-59.7	-77.4	0.09
сеп/Sep	135.6	230.8	95.2	70.2	0.84	71.3	-64.3	-47.7	0.25
окт/Oct	188.9	180.1	-8.8	-4.7	0.47	108.5	-80.4	-42.6	0.24
нов/Nov	229.5	490.4	260.9	113.7	0.98	65.3	-164.2	-71.5	0.10
дец/Dec	206.7	395.8	189.1	91.5	0.90	266.4	59.7	28.9	0.66
год/ann	1679	2690	1011	60.2	1.00	1310	-369	-22.0	0.13

Таб. 5. Аномалије падавина у Билећи за 2010. и 2011.

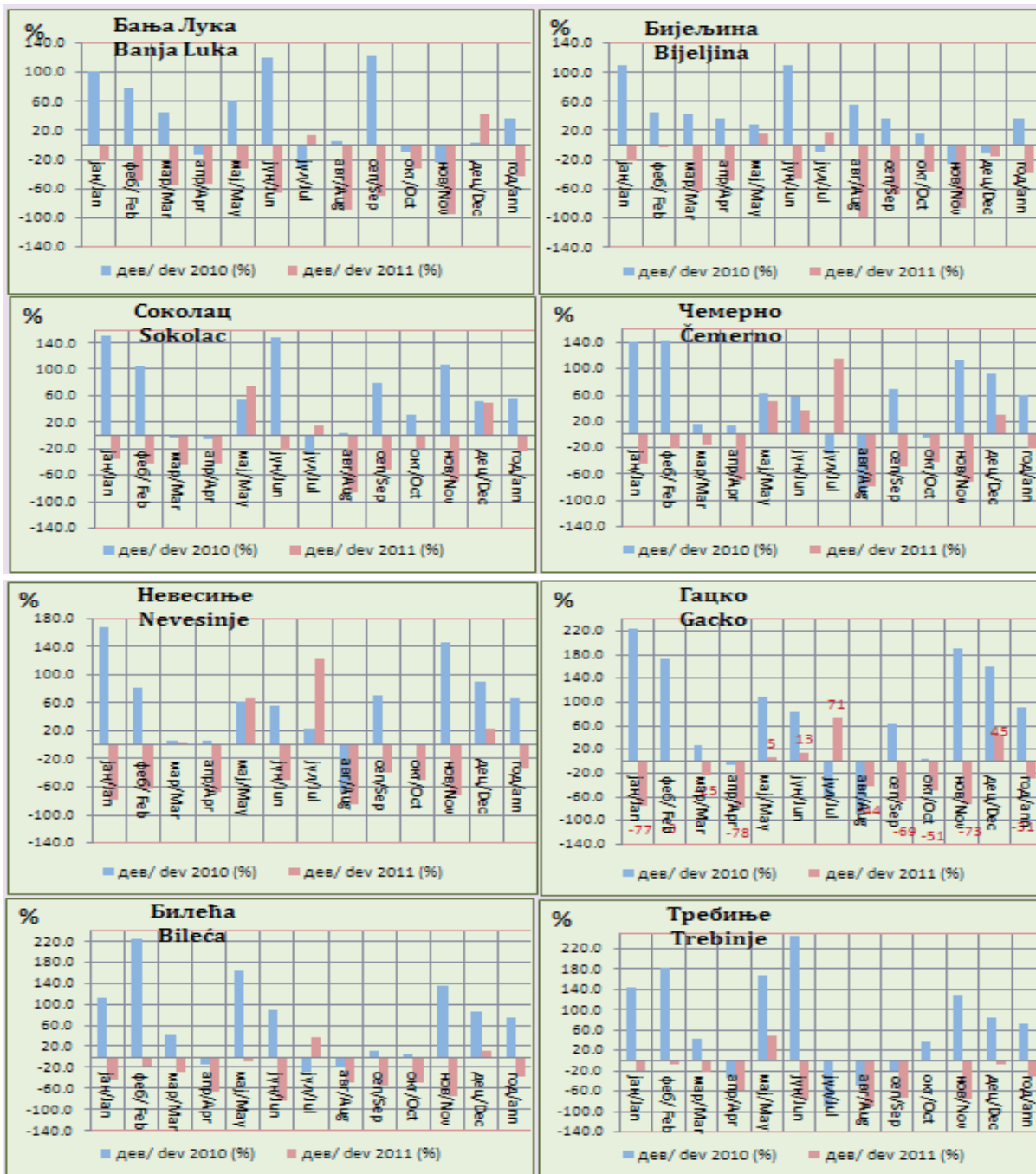
Tab. 5. Precipitation anomalies in Bileća in 2010<sup>th</sup> and 2011<sup>th</sup>

Билећа/Bileća									
период/ period	просјек/ average 1971- 2000	Падавине/ Precipitation 2010				Падавине/ Precipitation 2011			
		количина/ amount (mm)	одст/ anomal y (mm)	девијац/ deviation %	перцентил/ percentile	количина/ amount (mm)	одст/ anomal y (mm)	девијац/ deviation %	перцентил/ percentile
јан/Jan	134.6	286.3	151.7	112.7	0.94	77.3	-57.3	-42.6	0.28
феб/Feb	130.9	425.6	294.7	225.0	1.00	109.4	-21.5	-16.5	0.40
мар/Mar	126.8	181.8	55.0	43.4	0.83	89.8	-37.0	-29.2	0.26
апр/Apr	144.9	125.1	-19.8	-13.7	0.40	50.7	-94.2	-65.0	0.13
мај/May	95.9	252.5	156.6	163.2	1.00	89.4	-6.5	-6.8	0.45
јун/Jun	67.0	127.7	60.7	90.7	0.91	11.2	-55.8	-83.3	0.10
јул/Jul	53.1	37.6	-15.5	-29.1	0.34	73.3	20.2	38.1	0.70
авг/Aug	64.8	52.5	-12.3	-19	0.40	32.8	-32.0	-49.4	0.26
сеп/Sep	131.3	148.5	17.2	13.1	0.57	58.6	-72.7	-55.4	0.24
окт/Oct	188.4	200.9	12.5	6.6	0.55	99.1	-89.3	-47.4	0.20
нов/Nov	212.1	497.1	285.0	134.4	0.98	55.5	-156.6	-73.8	0.12
дец/Dec	194.6	362.6	168.0	86.4	0.93	218.3	23.7	12.2	0.58
год/ann	1544	2698	1154	74.7	1.00	965	-579	-37.5	0.04



Током 2010. углавном је у свим мјесецима било позитивно одступање падавина, са највишим суфицитом у појединачним мјесецима- од 100% на сјеверу до 225% на југу земље. Није било сушних категорија изузев у неким предјелима Херцеговине, гдје су јул и август били сушни. Година 2011. била је најсушнија у посљедњих 100 година на сјеверу Српске, док је у јужним крајевима била једна од најсушнијих. Август и новембар били су екстремно сушни, с малим количинама падавина, нарочито на сјеверу. У Бијелини је у августу било свега 1mm кише, што је најмања вриједност у посљедњих 50 година, док је у Бањој Луци у новембру 2011. излучено свега 5.1mm кишних падавина, што овај мјесец чини најсушнијим у периоду 1883-2011. Суфицит/дефицит падавина у процентима у појединачним мјесецима и на годишњем нивоу у 2010. и 2011. години је представљен на прилогу 1.

In 2010, most months had the positive precipitation deviation rate, with largest surplus, in separate months, of 100% in north and up to 225% in the south of the country. There were no arid categories except some regions in Herzegovina, where July and August were the driest months. 2011 was the driest in the past 100 years regarding the north of the country and one of the driest in the south regions. August and November were extremely dry, with small amounts of precipitation especially in the north. There was only 1mm of rain in Bijeljina in August, which makes it the smallest value in the past 50 years, whereas Banjaluka in November 2011 had only 5.1mm of rainfall. This makes this month the driest in 1883-2011 period. Surplus/deficit precipitation in percentage in separate months and on annual level in 2010 and 2011 is presented in Figure 1.



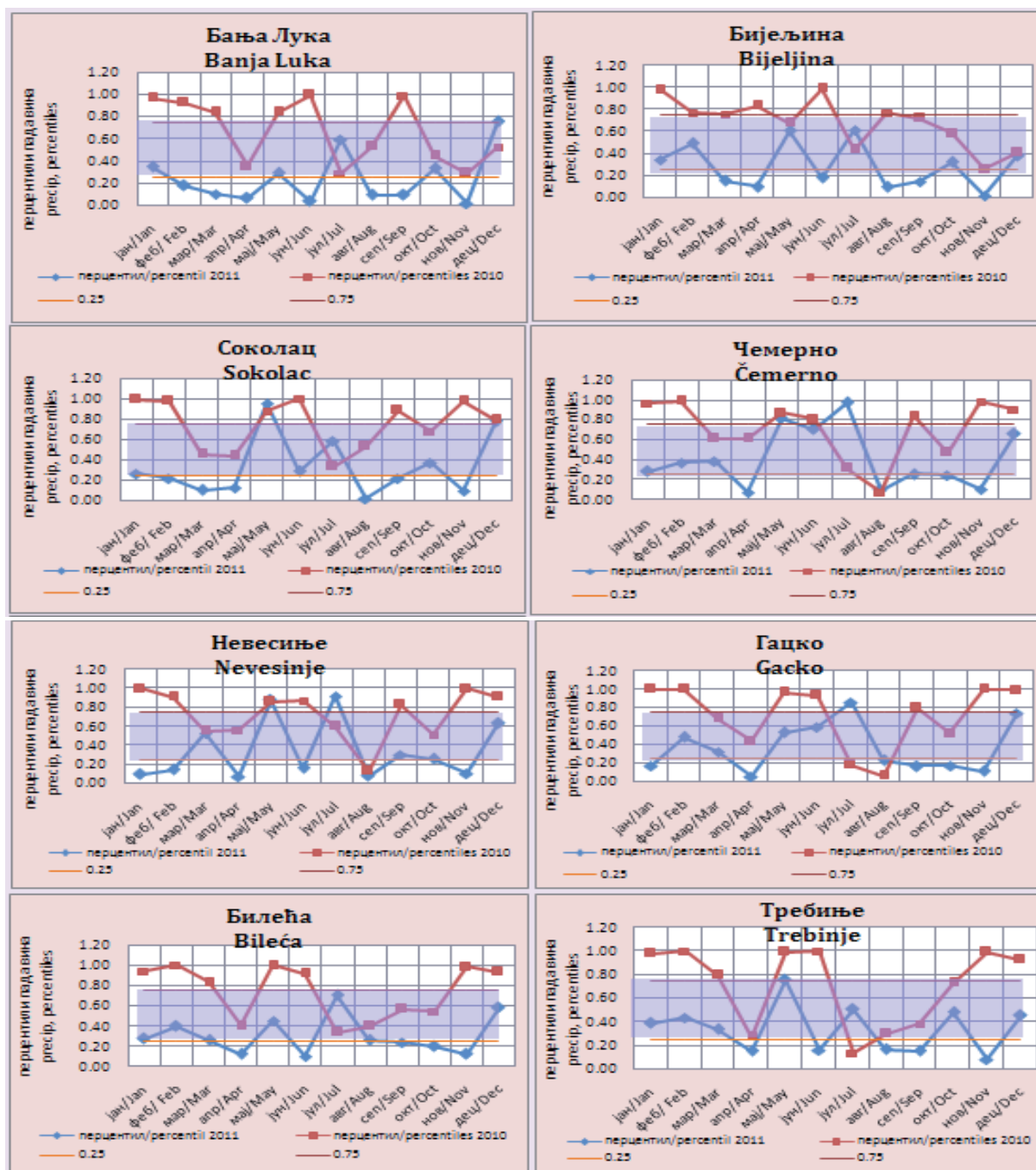
Прилог 1. Девиијација падавина 2010. и 2011.

Figure 1. Deviation of precipitation in 2010. and 2011.

Годишња расподјела перцентила количине падавина представљена је графички те се може једноставније сагледати проблем екстремних и њима блиских падавина на разматраним метеоролошким станицама.

Годишња расподјела перцентила количине падавина представљена је графички те се може једноставније сагледати проблем екстремних и њима блиских падавина на разматраним метеоролошким станицама.

ЕКСТРЕМНЕ ПАДАВИНЕ У РЕПУБЛИЦИ СРПСКОЈ (анализа 2010. и 2011. године)  
EXTREME PRECIPITATION IN REPUBLIKA SRPSKA (2010 and 2011 analyses)



Прилог 2. Годишња расподела перцентила падавина у 2010. и 2011.

Figure 2. Annual distribution of percentile precipitation in 2010 and 2011

Тумач: између 0.25 и 0.75 перцентила је категорија „нормално“, испод 0.25 сушне а изнад 0.75 влажне категорије: >0.98 екстремно влажно; <0.02 екстремно сушно; између 0.02 и 0.08 врло сушно; између 0.9 и 0.24 сушно; између 0.76 и 0.91 кишно; између 0.92 и 0.98 врло кишно. Плаво осјенчен дио припада категорији „нормално“ тј. од 0.25 до 0.75. перцентила.

Interpretation: between 0.25 and 0.75 percentile belongs to the category of „normal“, 0.25 and less belongs to the category of dry and 0.75 and above belongs to the category of moist: >0.98 extremely moist; <0.02 extremely dry; between 0.02 and 0.08 very dry; between 0.9 and 0.24 dry; between 0.76 and 0.91 rainy; between 0.92 and 0.98 very rainy. The blue shaded area belongs to the category of „normal“ i.e. from 0.25 to 0.75. percentiles.

На графиконима перцентила лакше се уочава оно што је табеларно представљено а што иде у прилог тврђења да су 2010. и 2011. по свом карактеру биле екстремне године супротног знака у питању кишности/сушности јер од 24 мјесеца мање од 5 има блиске вриједности 0.50 перцентилу (тј. средњој вриједности), док су сви остали у екстремним или њима блиским категоријама (област изван граница или блиска границама осјенченог дијела између 0.25 и 0.75 перцентила). Са изузетком 2-3 љетна мјесеца, у јужном дијелу Српске, у 2010. години није било мјесеци са падавинама мањим од 0.25 перцентила, тј. није било сушних категорија, док у 2011, са изузетком углавном 0-2 мјесеца, није било кишних категорија већ само сушних и нормалне.

Период април-октобар (вегетациони период) 2011. био је најсушнији у посљедњих 50 година у Бањој Луци, Приједору и Добоју, док је у осталим мјестима међу четири најсушнија у инструменталном периоду. Узрок дуготрајног сушног периода био је у веома развијеном гребену високог ваздушног притиска изнад западне и централне Европе, који је блокирао зонално струјање. Сјеверноатлантска осцилација (NAO) имала је позитивне вриједности од фебруара 2011. (након дужег периода са негативним NAO), што подразумева релативно интензивно струјање ваздуха над сјеверним Атлантиком. Ипак, овај гребен високог притиска блокирао је продоре влажних ваздушних маса на европски континент. Оваква временска ситуација понекад је врло стабилна и може се задржати и неколико седмица или чак мјесеци (World Meteorological Organization, 2011).

Метеоролошке станице РХМЗ на подручју Источне Херцеговине су: Требиње, Чемерно, Невесиње, Гацко и Билећа и оне имају највише падавина на територији РС. Њихово учешће у укупним падавинама на годишњем нивоу на територији РС је близу 50% а у других 50% учествује двадесетак осталих мјерних локација. То не треба да чуди ако се има на уму чињеница да се у оближњим Црквица-

On the percentile graphs, it is easier to see data that are presented in Tables and that confirm the facts that 2010 and 2011 were extreme in their opposites regarding rainfall/aridity because out of 24 months 5 had values close to 0.50 percentiles (i.e. mean value) whereas other months belong to extreme categories (the area out of borders or close to borders of the shaded part is between 0.25 and 0.75 percentiles). With an exception of 2-3 summer months in the south part of RS, 2010 had no months with precipitation less than 0.25 percentiles, i.e. there were no dry categories, whereas in 2011 there were no rain categories with a 0-2 months exception.

April-October 2011 period (vegetation period) was the driest in last 50 years in towns of Banjaluka, Prijedor and Doboj, whereas in other towns it was among 4 driest for the period in regard. The cause of the long-term dry period was the highly-developed burr of high pressure above West and Central Europe that blocked the zone circulation. North-Atlantic oscillation (NAO) have had positive values since February 2011, after a long period of negative NAO, which means relatively intensive air circulation above north Atlantic. Still, this high-pressured burr blocked the outbreak of moist air mass towards the Europe. This weather condition is sometimes rather stable and can last for a few weeks or even months (World Meteorological Organization, 2011).

Weather stations of RS Weather Bureau in East Herzegovina are as follows: Trebinje, Čermerno, Nevesinje, Gacko and Bileća and they are typical of most precipitation on RS territory. Their participation in total precipitation in RS on annual level is nearly 50% and other 50% goes down to some twenty other stations. It is no surprise if we bear in mind the fact that Crkvice (Krivosije) in Montenegro that is close vicinity has the maximum precipitation in Europe. Taking into account all of the RS territory some 25 weather stations in 2010 had the 42% surplus precipitation, and in 2011 there was a 38% deficit in comparison to annual average for the last decade.

ма (Кривошије) у Црној Гори налази европски максимум падавина. Посматрано за читав простор РС, око 25 станица, у 2010. остварен је суфицит падавина од 42% а у 2011. дефицит од 38% у односу на годишњи просјек посљедње деценије.

Важност падавина као климатског елемента је изузетна па би анализа свих њихових параметра могла по обиму да превазиђе све остале климатске екстреме. Такође, посебно је важно интензивирати истраживања падавина и унапређивати мониторинг на већим висинама. У новије вријеме интензивирана су истраживања падавинских екстрема, прије свега због екстремних хидролошких посљедица (Живковић и Анђелковић, 2007; Анђелковић, 2010).

#### ЗАКЉУЧАК

У раду су приказане мјесечне количине падавина током 2010. и 2011. са одступањима у милиметрима и суфицитом/дефицитом процентуално као и припадајући перцентилом према ком се на детаљнији начин утврђује категорија кишности/сушности у појединачним мјесецима а који је у вези с вјероватноћом тј. повратним периодом. Екстремно велике количине падавина базиране на методи расподеле перцентила су оне које премашују вриједност која одговара 0.98 перцентилу, што практично значи да је та вриједност блиска апсолутном максимуму, док екстремно мале количине одговарају вриједностима мањим од 0.02 перцентила, тј које су блиске апсолутном минимуму падавина.

На бази историјских метеоролошких података РХМЗ Српске, бројне вриједности статистичке анализе показују да је 2010. окарактерисана као врло кишна до екстремно кишна (суфицит 43% у односу на просјек 2000-2010) а 2011. година као врло сушна до екстремно сушна (дефицит 38% у односу на 2000-2010) на територији Републике Српске као и у већем дијелу Европе. Истраживања показују да је и екстремно сушно и екстремно

Precipitation is a relevant climate element and the analyses of its parameters might overpass other climate extremes. Furthermore, it is highly important to intensify precipitation researches and improve the monitoring with reference to higher altitudes. The reasearch on precipitation extremes has ately been intensified, firstly due to extreme hydrological consequences (Живковић, Анђелковић, 2007; Анђелковић, 2010 и др).

#### CONCLUSION

The paper presents montly precipitation amounts in 2010 and 2011 with deviations expressed in milimeters and surplus/deficit percentage as well as the adequate percentiles that determine aridity/rainfall category in separate months, which further affect the reoccurrence period. Extremely large amounts of precipitation based on the method of percentile distribution are those that overcome 0.98 percentiles, which practically means that this value is close to the absolute maximum, wehereas extremely small amounts of precipitation match the values less than 0.02 percentiles, i.e. they are close to the absolute minimum.

Based on the hystorical weather data of the RS Weather Bureau, statistical analyses indicate that 2010 was characterized as very rainy/extremely rainy (43% surplus in comparison to 2000-2010 average) and 2011 was very dry/extremely dry (38% deficit in comparison to 2000-2010) on both RS territory and most Europe. Researches indicate that both extremely dry and extremely rainy years were conditioned by an unusual atmosphere circulation above Europe. Shifts

кишну годину условила неубичајена циркулација атмосфере изнад подручја Европе. Смјене екстремно кишних и сушних мјесеци у посљедњој деценији и њихов утицај на појаву рекордних поплава и екстремних суша намећу потребу израде система за наводњавање али и одводњавања вода и градње одбрамбених насипа.

of extremely dry and rainy months over the last decade and their impact on floods and droughts make it necessary to construct irrigation and drainage systems as well as the dykes.

#### ЛИТЕРАТУРА И ИЗВОРИ/ BIBLIOGRAPHY

1. Анђелковић, Г., Живковић, Н. (2007). Падавине као неповољна климатска појава у Неготину. *Гласник Српског географског друштва, св. LXXXVII*, бр. 1, Београд.
2. Анђелковић, Г. (2010).: *Екстремне климатске појаве у Србији*, докторска дисертација. Географски факултет у Београду.
3. Драгићевић, С., Филиповић, Д. (2009). *Природни услови и непогоде у планирању и заштити простора*. Географски факултет, Београд.
4. Ducic, V. et al (2006). Connection between ENSO Index, NAO Index and decadal-scale variability of precipitation in Serbia. *Зборник радова: Global changes and regional challenges-International Scientific Conference dedicated to the International day and day of Faculty of Geology and Geography*, 28-29.04. 2006, St Kliment Ohridski, University of Sophia, Bulgaria.
5. Ducić, V, Trbić, G, Luković, J. (2008). Promene količine i režima padavina u Banjoj Luci u drugoj polovini 20. veka, *Herald br. 12, Geografsko društvo RS*, Banja Luka, 121-128.
6. Milosavljević, R. (1973). *Klima Bosne i Hercegovine*, doktorska disertacija, Prirodno-matematički fakultet u Sarajevu.
7. Radinović, Đ. (1981). *Vreme i klima Jugoslavije*. Građevinska knjiga, Beograd, 219-240.
8. Републички хидрометеоролошки завод Републике Српске, Документација и материјал, 1985-2010.
9. Савезни хидрометеоролошки завод СФРЈ, Метеоролошки годишњаци I, 1961-1985.
10. Trbić, G., Ducić, V., Rudan, N. (2009). Regionalne promjene količina padavina u Republici Srpskoj, *Herald br. 13, Geografsko društvo RS*, Banja Luka, 71-78.
11. Trbić, G. (2011). *Ekoklimatska rejonizacija Peripanonskog oboda Republike Srpske*. Monografija, Geografsko društvo RS, Pos. izd. br.18, Banja Luka, 1-172.
12. Trbic, G. et all. (2010). Regional changes of precipitation amount in Bosnia and Herzegovina. *Зборник радова: 6<sup>th</sup> International Scientific Conference Dedicated to the International Earth Day*, April 2010, Sofia, Bulgaria.
13. Вемић, М. (1954). О клими Босне и Херцеговине. III конгрес географа Југославије, Географско друштво НР Босне и Херцеговине, Сарајево.
14. <http://www.wmo.int/pages/mediacentre/news/documents/europedrought.doc>