

### УТИЦАЈ КЛИМАТСКИХ ПРОМЈЕНА НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ БАРДАЧЕ<sup>3</sup>

#### Апстракт:

У раду су анализирани промјене температуре ваздуха и плувиометријског режима на подручју Бардаче. Сем тога, детерминисани су и утицаји глобалних климатских промјена на мочварне екосистеме, те повратни утицај који мочваре врше на климатски систем. Добијени резултати истраживања указују на благо повећање средње годишње температуре ваздуха, те повећање температуре током љетног периода. Највеће промјене климата огледају се кроз смањење годишње количине падавина и промјеном плувиометријског режима. Измијењени плувиометријски режим условљава промјене биотопа на подручју Бардаче, те промјене у структури и диверзитету биљног и животињског свијета. Промјене у животној средини упућују на важност успостављања комплексног мониторинга на посматраном подручју, од чега посебно наглашавамо неопходност метеоролошког и хидролошког, те мониторинга биљног и животињског свијета

#### Кључне ријечи:

Климатске промјене, температура ваздуха, плувиометријски режим, Бардача, животна средина, мониторинг.

Original scientific papers

Goran Trbic, PhD<sup>4</sup>

Radoslav Dekic, PhD<sup>5</sup>

### THE IMPACT OF CLIMATE CHANGES ON THE BARDACA LAKE ENVIRONMENT<sup>6</sup>

#### Abstract:

This paper analyzes the changes in air temperature and pluviometric regime in the Bardaca Lake region. Furthermore, it determines the reciprocal impact of global climate changes and the wetland ecosystems. The research results indicate slow progression of mean air temperature on annual level, as well as the increase of temperature during summer period. The largest change in climate is reflected through decrease of annual precipitation and change in pluviometric regime. The changes of both Bardaca biotope and the structure and diversity of flora and fauna are conditioned by the alteration of pluviometric regime. The modification of environment reflects the importance of complex monitoring in the observed area, whereas it is of utmost relevance to stress out the meteorological, hydrological and flora and fauna monitoring.

#### Key words:

Climate change, air temperature, pluviometric regime, the Bardaca Lake, environment, monitoring.

<sup>1</sup> Др Горан Трбић, доцент, Универзитет у Бањој Луци, Природно-математички факултет у Бањој Луци.

<sup>2</sup> Др Радослав Декић, доцент, Универзитет у Бањој Луци, Природно-математички факултет у Бањој Луци.

<sup>3</sup> Рад је резултат научно-истраживачког пројекта “Интегрално планирање и управљање одрживим развојем Бардаче”, којег је финансирао Министарство науке и технологије у Влади Републике Српске (уговор бр: 06/0-020/961-87/08, од 24.10.2008. године)

<sup>4</sup> Professor assistant, Faculty of Sciences, University of Banjauka.

<sup>5</sup> Professor assistant, Faculty of Sciences, University of Banjauka .

<sup>6</sup> The study is the result of a scientific project named, “Integral planning and management of the sustainable development of the Bardaca area”, which was financed by the Ministry of Science and Technology of Republika Srpska (contract no. 06/0-020/961-87/08, from october 10, 2008)

## Увод

Мочварни екосистеми представљају станишта бројних биљних и животињских врста, који у таквим предјелима налазе погодне услове за живот. Специфични хидролошки, морфолошки и климатски услови који владају у мочварним екосистемима омогућавају развој великог броја биљних врста, а истовремено оваква станишта су насељена и бројним врстама ихтиофауне, орнитофауне, водоземаца, гмизаваца и сисара, а такође се сусрећу и представници различитих група инвертебрата. Мочварни екосистеми су изложени великом антропогеном притиску, што може довести до промјене структуре и нарушавања природне равнотеже. Ови притисци заједно са промјенама услова средине могу узроковати значајне промјене у оваквим екосистемима. Чињеница да се органске врсте у природи одржавају под стално промијенљивим условима средине, објашњава се тиме да свака од њих показује већу или мању пластичност према колебањима појединих еколошких фактора, а при томе реакција организма на дејство неког фактора зависи од степена, величине и интензитета самог фактора.

Глобалне климатске промјене су један од најактуелних научних, еколошких, економских и политичких проблема. Најзначајније елементи али и посљедице климатских промјена су: повећање температуре, колебање плувиометријског режима, смањење падавина у вегетационом периоду, повећање интензитета и фреквенција периода суше и поплава, те појава већег броја дана. Повећање температуре ваздуха и смањење падавина у топлијем периоду годину може имати и вишеструки негативан утицај на мочварно-барске екосистеме. Потенцијални утицаји су у распону од промјена у структури заједнице до промјене у еколошким функцијама, у смислу од уништења ка проширењу. Иако је наведена проблематика изузетно актуелна научном проучавању односа и веза између глобалних климатских промјена и мочвара није посвећена довољна пажња. Мочваре играју важну улогу у глобалном кружењу угљеника, гдје генерално врше изолацију угљеника у облику биомасе, метана, растворене органске материје и органског талога. Дренирано или дјелимично суво мочварно земљиште може да постане извор метана и угљен диоксида који се емитује у атмосферу, а самим тим и да позитивно утиче на глобално загријевање (*Schwander, 2009*).

## Introduction

Wetland ecosystems are natural biotopes of numerous floral and animal species that, at these sites, find favorable life conditions. Typical hydrological, morphological and climate conditions that prevail in these ecosystems help the progress for many floral species. Concurrently, these biotopes are inhabited by numerous types of fish, birds, amphibians, reptiles, mammals and, finally, invertebrates. Wetlands are exposed to a vast anthropogenic pressure, which might lead towards changes in structure and alteration of natural balance. This type of pressure, along with moderation of environment conditions, could cause significant changes within these ecosystems. The idea that organic species constantly come across variable environment conditions is accounted for by the fact that each of the species indicates certain plasticity when it comes to oscillation of some ecological factors. Consequently, the reaction of an organism to some of these factors depends on the factor's degree, size and intensity.

Global climate changes are one of the currently most popular scientific, ecological, economic and political issues. The most relevant elements and consequences of climate changes are as follows: air temperature increase, oscillation of pluviometric regime, precipitation decrease during the growing period, the increase of intensity and frequency of droughts and floods, and the phenomenon of tropical days. The increase of air temperature and decrease of precipitation during the warm periods might have multiple negative effects when it comes to wetland ecosystems. These effects vary from structure changes within a biological community to changes of ecological functions i.e. from destruction to expansion. Despite the fact that these issues are currently very popular, there is not enough attention paid to scientific research on the relations between the global climate changes and wetlands. Wetlands play a huge role in global carbon circulation, in which process they generally isolate carbon in the forms of biomass, methane, solute organic substance and organic sediment. Drained or partially dry wetland soil might turn into a source of methane and carbon dioxide which are emitted into the atmosphere, and therefore have a positive effect on global warming (*Schwander, 2009*).

Према четвртом синтезном извјештају ИПСС (Међувладин панел за климатске промјене) закључено је да ће се већина главних утицаја климатских промјена на екосистеме и људе манифестовати путем промјена у водном циклусу Земље (*IPCC, AR4*)<sup>1</sup>. Због тога су и мочваре посебно осјетљиве, на шта указује и Трећи преглед о глобалном биодиверзитету, објављен од стране Секретаријата Конвенције о биолошкој разноврсности (ГБО-3, CBD)<sup>2</sup> који потврђује да се мочваре убрајају међу најугроженије екосистеме. Мочваре имају важну улогу у емисијама стакленичких гасова, јер утичу на понор око 35% глобалног земљиног угљеника (и поред тога што прекривају свега 6% Земљине копнене површине), те на понор велике количине метана (*Kusler, 2006*). Сем тога, мочваре имају и важну улогу у регулисању циклуса воде. Једна мање позната, али важна особина мочвара може се описати тзв. "карактеристиком сунђера". Наиме, у тренуцима повећане влаге сунђер упија воду и може смањити излијевање, односно поплаве, а у тренуцима смањења влаге чува текућину дуже вријеме и може спријечити појаву суше. И једна и друга екстремна климатска појава (поплаве и суша) изузетно су штетне за друштво и животну средину.

Повећање температуре ваздуха, учесталији периоди са олујама, сушама и поплавама могу изазвати непредвидиве промјене у нивоима мочварних вода, биљних заједница, као и диверзитету птица мочварица. Ефекти климатских промјена могу да доведу до пресељавања птица на подручја са нижим квалитетом мочварних станишта која могу само дјелимично испуне њихове потребе у току критичних дијелова њихових годишњих циклуса. Како су климатске промјене прилично тешко предвидиве, тј. још увијек немамо довољно сазнања хоће ли наше географско подручје бити погођено екстремним поплавама или сушама, неопходне су адекватне припреме на могуће сценарије промјене климе. За комплексно сагледавање ових веза и процеса неопходан је одговарајући мониторинг али и развој модела који ће дати јаснију слику о утицају климатских промјена на мочваре, те о повратном утицају који врше мочваре на глобалне климатске промјене.

The fourth combined IPCC report (Intergovernmental Panel on Climate Change) concludes that most effects that climate changes have on ecosystems and humans will be manifested through the alteration in Earth water cycles (*IPCC, AR4*)<sup>1</sup>. Therefore, the wetlands are highly sensitive, which is indicated by the Third Global Biodiversity Outlook, published by Secretariat of Convention on Biological Diversity (GBO-3, CBD)<sup>2</sup> that confirms the fact of wetlands being among the most endangered ecosystems. Wetlands are extremely relevant for greenhouse gas emission, because they have influence on about 35% of global natural gas precipice (besides the fact they cover only 6% of Earth land surface). They also have influence on the precipice of huge amount of methane (*Kusler, 2006*). In addition, wetlands are highly relevant for water cycles regulation. Yet another less familiar but important characteristic of wetland is so-called 'sponge characteristic'. Namely, in the moments of high humidity, sponge absorbs water and might diminish the effect of floods, and during the small humidity period it might prevent droughts. Both these extreme climate phenomena (droughts and floods) are highly harmful to either society or life environment.

The increase of air temperature, more frequent periods of storms, droughts, or floods could bring about unpredictable alterations when it comes to wetland water, floral society and wetland bird diversity. Climate change effects might lead towards bird migrations to the areas of poor wetland biotope quality that could only partially meet their needs during the critical periods of their annual cycles. Climate changes being unpredictable (i.e. we still do not have enough knowledge to know whether our region would be affected by extreme floods or droughts), it is of crucial importance to take certain measures that may apply to possible climate change scenarios. In order to provide a clear view on these relations and processes, it takes appropriate monitoring and model that would account for the influence that climate changes have on wetlands (this also refers to reciprocal effect that wetlands have on global climate change).

<sup>1</sup> [www.ipcc.ch/ar4](http://www.ipcc.ch/ar4)

<sup>2</sup> [www.cbd.int](http://www.cbd.int)

<sup>1</sup> [www.ipcc.ch/ar4](http://www.ipcc.ch/ar4)

<sup>2</sup> [www.cbd.int](http://www.cbd.int)

## Методологија истраживања

Раније смо нагласили да је за комплексно детереминисање утицаја климатских промјена на мочварно-барске екосистеме, али и повратног утицаја који врше мочваре неопходан адекватан метеоролошки и еколошки мониторинг. На жалост, такав мониторинг тренутно не постоји на простору Бардаче па смо за потребе овог рада, односно детерминације климатских колебања користили податке са метеоролошке станице у општинском центру Српцу. Анализирани метеоролошки подаци, који су коришћени у истраживању, добијени су од Републичког хидрометеоролошког завода Републике Српске. Истраживања су вршена за два периода 1961-1990. и 2000-2010. година. За период 1961-1990. године метеоролошки низ података за температуру ваздуха није хомоген па је било неопходно те недостатке превазићи методама интерполације и редукције. Сем тога, одређене анализе и закључци произашли су из комплексније анализе падавина за поједине екстремне године, у последнем десетогодишњем периоду, када су забиљежене велика колебања плувиометријског режима што можемо довести у везу са глобалним климатским промјенама.

## Резултати и дискусија

Климатске специфичности подручја Бардаче условљене су географским положајем, атмосферском циркулацијом и орографијом. На њене микроклиматска обиљежја утичу и комплекси зелених и водних површина, која у одређеној мјери модификују термички режим и релативну влажност ваздуха. Наведени фактори условљавају заступљеност умјерено-континенталног климатског типа са средњим годишњом температуром преко 10°C, просјечним годишњим колебањем температуре око 22°C и количином падавина око 850 mm. Током године преовлађују вјетрови из сјеверног квадранта а ријетке су појаве јаких и олујних вјетрова. У укупној годишњој учесталости појаве вјетра тишине учествују са око 30% што погодује честом образовању и задржавању магли у зимском периоду, када је изнад региона Југоисточне Европе доминантан антициклинални временски тип (Спасов, 2004).

Током последње деценије прошлог вијека

## Research methodology

Previously, it was emphasized that, in order to determine the reciprocal impact of climate changes and wetland ecosystems, it takes an adequate meteorological and ecological monitoring. Unfortunately, the Bardaca Lake area does not provide this type of monitoring at the moment. Therefore, this study capitalized on meteorological data from meteorological station in the town of Srbac, so as to determine the climate oscillations. The data were provided by Republic Hydro-meteorological Service of Republika Srpska. The research refers to two periods, i.e. 1961-1990 and 2000-2010. Data on air temperature for the period 1961-1990 is not homogeneous so in order to overcome these gaps we used methods of interpolation and reduction. Besides, certain analyses and conclusions are the results of a complex scrutiny of precipitation for typical extreme years over the last decade when there were huge oscillations of pluviometric regime, which might be brought into connection with global climate changes.

## Results and discussion

The climate characteristics of the Bardaca area are conditioned by the geographic settings, atmospheric circulation and orography. The microclimate marks of the area are also influenced by the green and water surfaces, which to a certain extent modify the thermal regime and relative air humidity. The factors listed above bring about the moderate continental climate with mean annual air temperature above 10°C, the average annual temperature oscillation being around 22°C and precipitation of 850mm. Over the year, there are winds from northern quadrant and there are rarely any strong winds or storms. When it comes to annual wind frequency, calm winds make 30%, which is convenient for regular fog periods during winter, when there is anticyclone above the region of South-East Europe (Spasov, 2004).

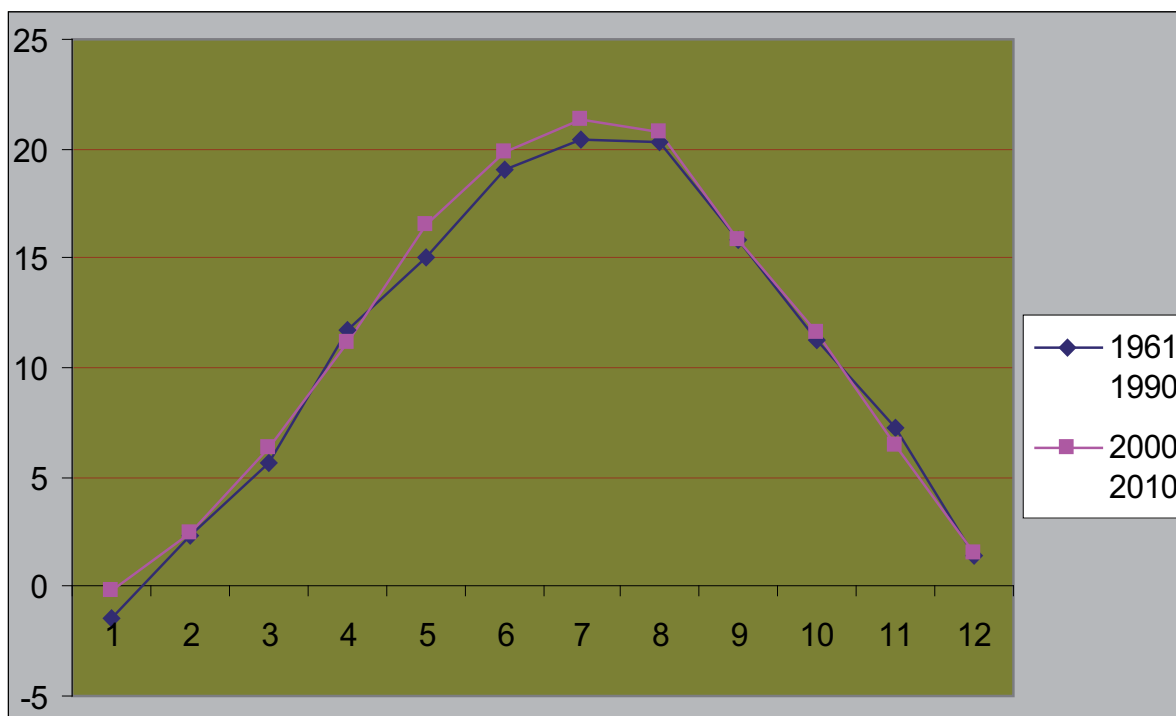
Over the last decade of 20<sup>th</sup> century, there were some global climate oscillations that brought about global air temperature increase and change of pluviometric regime. We analyzed these changes on the

дошло је глобалних климатских колебања која су условила глобално повећање температуре ваздуха и промјену плувиометријског режима. На бази расположивих метеоролошких података за станицу Србац која се налази у истоименом општинском центру, недалеко од Бардаче, анализирали смо промјене температуре ваздуха и плувиометријског режима

Компаративном анализом температуре ваздуха за период 1961-1990. и 2000-2010. године утврдили смо да трендови промјена немају статистичку значајност. На годишњем нивоу температура је порасла са 10,7°C на 11,1°C. Највеће повећање забиљежено је током маја (1,5°C), јануара (1,3°C) и јула (1,0°C), док је током новембра (0,7°C) и априла евидентирано смањење просјечних мјесечних температура (Прилог. 1). Наведена промјене могли би да дефинишемо као вишегодишња колебања температуре ваздуха. Доказ за ову тврдњу су и мање вриједности стандардне девијације на годишњем и мјесечном нивоу (изузев јуна), за период 2000-2010. у односу на период 1961-1990. године.

basis of meteorological data from a station situated in the town of Srbac, near the Bardaca Lake.

The comparative analyses of air temperature for the two periods (1961-1990 and 2000-2010) confirmed that the trends of changes had no statistical significance. At annual level, the air temperature rose from 10,7°C to 11,1°C. The largest increase was measured in May (1,5°C), January (1,3°C) and July (1,0°C), whereas during November (0,7°C) and April there was an evident decrease of mean monthly temperature (Graph 1). These changes might be defined as a multiannual air temperature oscillation. Another proof for this statement are the smaller value of annual standard deviation and almost all monthly deviations, except for June, for the period 2000-2010 in comparison with the 1961-1990 period.



Прилог 1: Графикон средњих мјесечних температура ваздуха у Српцу за периоде, 1961-1990. и 2000-2010. године

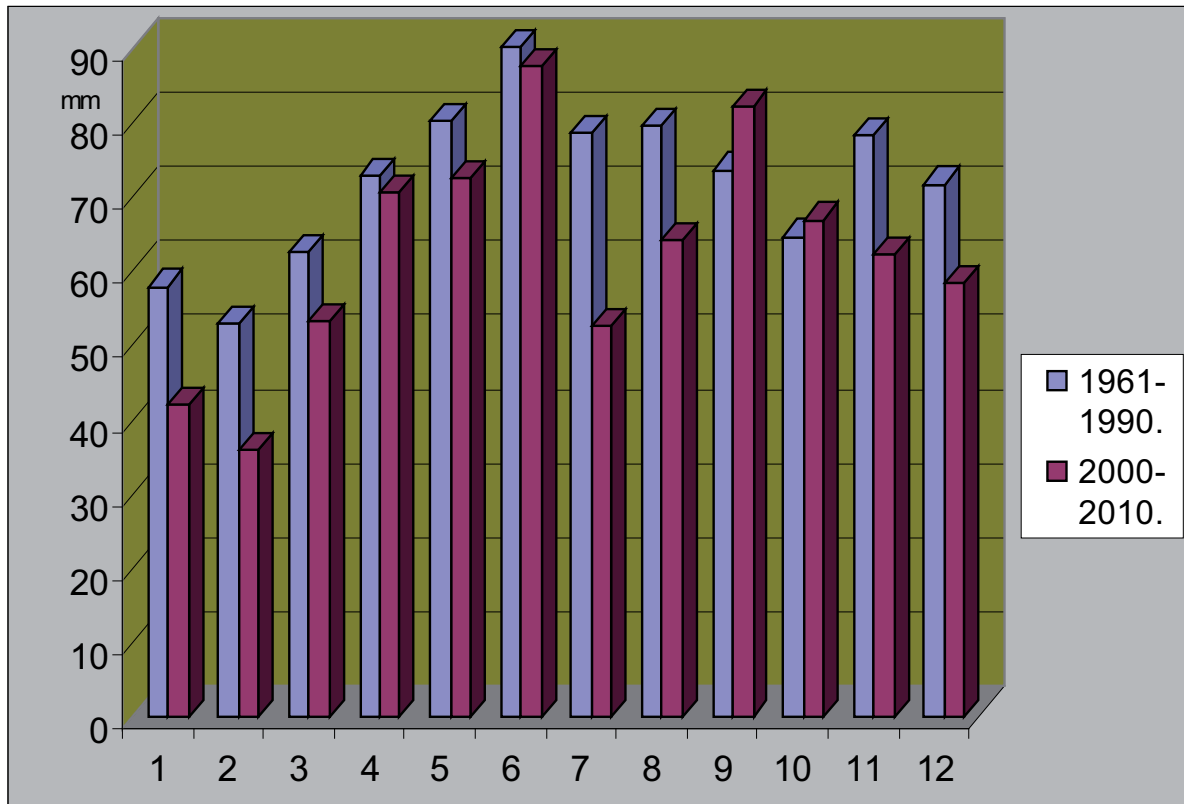
Graph 1: Mean monthly air temperature in the town of Srbac for 1961-1990 and 2000-2010 periods

На прилогу 1. можемо уочити и да су највећа повећања температуре у љетном периоду, док је током јесени утврђено веома благо смањење. Свакако да повећање температуре у љетном периоду, праћено мањком или недостатком падавина условљава могућност појаве суше на подручју Бардаче, с тим да је битно нагласити да појаву суше на посматраном подручју примарно условљава дуго-трајни период без кише.

Један од најзначајнијих елемената, али исто тако и посљедица климатских промјена су колебања количина падавина које су нарочито изражене промјеном плувиометријског режима. Компаративном анализом количина падавина уочили смо да су промјене много израженије у односу на колебање температуре ваздуха и да условљавају већи притисак на осјетљиви мочварно-барски екосистем Бардаче.

Graph 1 indicates the largest air temperature increase during summer whereas the autumn period shows minor decrease. The increase of temperature during summer, followed by lack of precipitation, certainly leads towards droughts in the Bardaca area, the important fact being the droughts in the observed area that primarily bring about the long period with no rains.

One of the relevant elements as well as the consequence of climate changes is the oscillation of precipitation, which is specifically strong under the influence of the pluviometric regime alteration. Comparative analysis of precipitation amount showed that these changes were more frequent in comparison to temperature oscillation, and that they precondition higher pressure in the sensitive wetland ecosystems of the Bardaca area.



Прилог 2: Графикон средњих мјесечних количина падавина Српца за периоде, 1961-1990. и 2000-2010. године

Graph 2. Mean monthly precipitation in the town of Srbac for 1961-1990 and 2000-2010 periods

На основу поређења средњих годишњих сума падавина за два периода: стандардног 1961-1990. године и декадног 2000-2010. године утврђено је смањење падавина на годишњем нивоу за око 15%. Посебно наглашавамо смањење падавина током љетног периода у мјесецима јулу и августу, те током зимског периода (Прилог 2). Само је у мјесецу септембру присутно повећање падавина. Сем тога, током посљедне деценије утврђене су доста честе смјене јако кишних година, које условљавају поплаве и изузетно сушних година. Као примјер можемо навести 2001. годину која је била изузетно кишна што је и условило поплаве током јуна, септембра и октобра. На основу расподеле падавина у перцентилима (Прилог 3.) можемо уочити да су вриједности изнад 98 перцентила забиљежене у јуну, септембру и новембру, док су јануар и март и имали вриједност преко 91 перцентил.

Табела 1: Тумач за расподелу перцентила

Тип	Вриједност перцентила
<b>Екстремно сушно</b>	<2
<b>Врло сушно</b>	2 до 9
<b>Сушно</b>	9 до 25
<b>Нормално</b>	25 до 75
<b>Кишно</b>	75 до 91
<b>Врло кишно</b>	91 до 98
<b>Екстремно кишно</b>	> 98

Година 2003. била је изузетно сушна, односно у категорији сушно или категорији испод 25 перцентила било је 7 мјесеци (фебруар, март април, мај, јун, август и децембар), док је октобар био у категорији врло кишно.

Based on the comparison of mean annual precipitation for the two periods (1961-1990 standard period and 2000-2010 decade period), the decrease of annual precipitation was estimated at around 15%. There was a heavy decrease during the summer period (July and August) and during the winter period (Graph 2). It was only in September that there was an evident increase of precipitation. Furthermore, over the last decade, there were frequent shifts of years with heavy rain that brought about the floods and extremely dry periods. For instance, there was the year of 2001 that was exceedingly rainy, which preconditioned floods in June, September and October. Based on the precipitation distribution in percentiles (Graph 3), we can clearly see that the values above 98 percentiles were measured in June, September and November, whereas January and March had the values above 91 percentiles.

Table 1: Interpretation of percentiles distribution

Type	Percentile value
<b>Extremely dry</b>	<2
<b>Very dry</b>	2 to 9
<b>Dry</b>	9 to 25
<b>Normal</b>	25 to 75
<b>Rainy</b>	75 to 91
<b>Heavy rain</b>	91 to 98
<b>Extremely rainy</b>	> 98

The year of 2003 was extremely dry, i.e. seven months were in the category dry or below 25 percentiles (February, March, April, May, June, August and December), whereas October was in the category of heavy rain.



Прилог 3: Графикон расподеле перцентила падавина Српцу за 2001., 2003., 2009. и 2010. год.

Graph 3: Precipitation percentile distribution for the town of Srbac in 2001

Велика колебања pluviometriјског режима забиљежена су и крајем прошле декаде, гдје посебно издвајамо: 2007., 2008. и 2009. годину које су биле изразито сушне. Током 2009. године шест мјесеци било је сушно (март, април, мај, јули, септембар и новембар), тј, количина падавина у тим мјесецима била је испод 25 перцентила. Посебно издвајамо мјесец јули који је био у категорији “врло сушно”, односно испод 9 перцентила. У 2010. години само је април био у категорији сушног мјесеца (испод 25 перцентила) али је зато мјесец јуни био изразито кишан (преко 98 перцентила).

На основу претходно изнесеног видљиво је да не постоји законитост у годишњем распореду суме и режима падавина. Међутим, изузетно је изражена промјенљивост pluviometriјског режима нарочито у љетним мјесецима. Да бисмо изводили конкретније закључке о утицају климатских колебања на животну средину Бардаче неопходна су додатна, комплекснија истраживања која би пратио адекватан мониторинг. Генерално локални и глобални утицаји изазивају директне промјене у

Huge variation of pluviometric regime was measured over the end of the last decade, with the accent on extremely dry years of 2007, 2008 and 2009. There were six dry months in 2009 (March, April, May, July, September and November), i.e. the amount of precipitation was below 25 percentiles. We also highlight July that was in the category of very dry, i.e. below 9 percentile. In 2010, only April was in the category of dry (below 25 percentiles) but June was extremely rainy (above 98 percentiles).

On the basis of the fact above, it is evident that there is no validity in annual distribution of precipitation. Nevertheless, there is a strong oscillation of pluviometric regime, especially during the summer period. In order to make some specific conclusions on the impact that climate changes have on the Bardaca environment, there is a necessity for further research followed by an adequate monitoring. Generally, both local and global impacts cause direct changes of the quality and quantity of the biotope and environment, which is a significant component to the sustain-



квалитету и квантитету станишта, те квалитету и квантитету услова средине што представља веома значајне компоненте одржавања биљних и животињских врста. Нарушавање станишта и услова средине у значајној мјери утиче на одржавање и бројност животињских врста.

Комплекс Бардаче као ихтиолошко станиште веома је интересантан и сложен јер обухвата вјештачка и природна водна тијела. С једне стране су заступљени рибњачки базени са узгојем рибе, а с друге стране су присутни природни водотокови и ободни канали. Резултати истраживања ихтиофауне ријека Брзаје и Матуре показују да су у овим водотоцима заступљене 24 рибље врсте из седам породица, а на основу индекса диверзитета могуће је закључити да су током испитиваног периода најдоминантније врсте биле *Carassius gibelio* и *Ameiurus nebulosus* (Vuković et al., 2008).

У природним непоремећеним водним екосистемима рибе су изложене сталним промјенама услова средине као резултат дневно-ноћних и сезонских климатских промјена, варирања хидролошког режима, као и развоја и метаболизма осталих хидробионата (Mitrović-Tutundžić i Branković-Popović, 1995). Исто тако редукција у квалитету и квантитету воде као средине у којој рибе живе доводи до значајних промјена које се огледају у повећаној фреквенцији болести због пада отпорности организма на обољење.

Такође промјене основних услова средине доводи до значајних промјена у одвијању физиолошких процеса у организму. Наиме повољна температура представља један од фактора за одвијање сложених физиолошко-биохемијских процеса. Многи организми подnose велика температурна колебања (еуритермне врсте), док други могу да живе само у стаништима у којима су она минимална (стенотермне врсте). Када су промјене температуре постепене или периодично наступају, организам се на њих прилагођава успостављањем одређених компензаторних механизма. Промјене у спољашњој средини изазивају промјене у унутрашњој средини, или покрећу регулаторне и адаптивне механизме који се супротстављају промјенама и усмјерени су ка одржавању сталности унутрашње средине. У погледу одржавања тјелесне температуре код животињских врста могуће је издвојити двије велике групе: хомеотерми (организми са сталном температуром тијела) и појикилотерми (организми са промјенљивом температуром тијела).

ability of flora and fauna. The impairment of biotope and environment greatly influences the number of animal species as well.

Ichthyologically, the Bardaca area is rather interesting for its artificial and natural water sites. On one side, there are fishing ponds, and on the other side, there are natural water streams and water courses. The results of the research on ichthyofauna of the rivers Brzaja and Matura indicate that these water streams have 24 fish species belonging to seven families, and the diversity index shows that the most dominant species during the observed period were *Carassius gibelio* and *Ameiurus nebulosus* (Vuković et al., 2008).

In naturally balanced water ecosystems, fish is exposed to constant variations of environment conditions coming from day-night shifts, seasonal climate changes, alterations of hydrological regime as well as from metabolism of other hydrobionts (Mitrović-Tutundžić, Branković-Popović, 1995). At the same time, the reduction of water (a natural biotope of fish) quality and quantity brings about significant changes reflected through the increase of disease frequency due to poor organism resistance.

Furthermore, alteration of basic environment conditions causes modification of physiological processes of an organism. Namely, suitable air temperature is one of the preconditions for complex physiological and biochemical processes.

Many organisms can cope with heavy temperature oscillations (eurithermal species), whereas some species can only live in biotopes with minor temperature oscillations (stenothermal species). In cases of gradual or occasional temperature oscillations, organisms fight and adjust through certain substitute mechanisms. Changes of outer environment cause changes of inner environment or they set off regulative and adaptive mechanisms that fight these changes and aim at preservation of inner environment. When it comes to temperature, animal species form two groups as follows: homeotherms (organisms with constant body temperature) and poikilotherms (organisms with variable body temperature).

Слатководне рибе су ектотермни организми који не могу регулисати своју тјелесну температуру (Moyle i Cech 2004) и чије тјелесне температуре су идентичне или приближне температури средине на њиховој специфичној локацији. Сходно томе и брзина биохемијских реакција зависи од тјелесне температуре и сви аспекти физиологије риба укључујући раст, репродукцију и активност су директно под утицајем промјена температуре (Ficke, et all., 2005). Међутим појиклотермни организми располажу адаптивним механизмима који им омогућавају одвијање физиолошко-биохемијских процеса и при различитим температурама тијела.

Посљедице повећавања температуре воде могу утицати на индивидуе повећавајући физиолошке функције као што су топлотна толеранција, раст, метаболизам, исхрана, репродуктивни успех, као и способност за одржање унутрашње хомеостазе насупрот промјењивој спољашњој средини (Roessig, et all., 2004).

Резултати из неколико истраживања показују да услед повећања температуре воде долази до промјена физиолошких параметара код слатководних риба (Ivanc et all., 2007, Ivanc et all., 2010., Dekić et all., 2010), што може да значајно утиче на њихову кондицију и успјешност размножавања и преживљавања у тако измјењеном екосистему.

### Закључак

Специфични хидролошки, морфолошки и климатски услови Бардаче условљавају стање и развој диверзитета биљних и животињских врста. У данашње вријеме мочварни екосистеми су изложени великом притиску, што може довести до промјене структуре и нарушавања природне равнотеже, те условити значајне промјене оваквим екосистемима. Најзначајније промјене животне средине Бардаче условљавају климатска колебања и човјек. Добијени резултати истраживања показују да промјене температуре на годишњем нивоу немају статистичку значајност, али да ипак повећање температура током љетног периода утиче на промјене у животној средини Бардаче. Повећање температуре ваздуха уз смањену количину падавина може условити појаву суше, али и повећање температуре воде на посматраном мочварно-барском екосистему. Повећавање температуре воде може узроковати значајне промјене код орга-

Freshwater fishes are ectotherms which can not regulate their body temperature (Moyle and Cech 2004) and which body temperatures are identical or approximate to the temperature of the environment in their specific habitat. Hence, the speed of biochemical reactions depends on the body temperature, therefore all aspects of fish physiology, including growth, reproduction and activity are directly influenced by the temperature alteration (Ficke, et all., 2005). However poikilotherms have the adaptive mechanisms that enable physiological-biochemical processes at different body temperatures.

The outcome of water temperature increase might affect the individual physiological functions such as heat tolerance, growth, metabolism, diet, reproduction, as well as the ability to sustain inner homeostasis with reference to changeable outer environment (Roessig, et all, 2004).

The results of several researches show that the water temperature increase causes changes of physiological parameters with freshwater fish (Ivanc et all, 2007, Ivanc et all, 2010, Dekic et all, 2010).

### Conclusion

Typical hydrological, morphological and climate conditions of the Bardaca area stipulate the development of flora and fauna diversity. Nowadays, wetland ecosystems are exposed to high pressure, which might lead towards changes of structure and impairment of natural balance and therefore bring some serious alteration to these ecosystems. The most significant changes of the Bardaca environment are stipulated by climate oscillations and humans. The results of the research indicate that annual air temperature oscillations have no statistical relevance, but still, the temperature increase during the summer period affects the Bardaca environment changes. The air temperature increase accompanied by minor precipitation might cause droughts, as well as the increase of water temperature of the observed wetland ecosystem. This increase of water temperature could cause serious alterations with the representatives of water ecosystems and could greatly affect physi-

низама водних екосистема и у значајној мјери утицати на одвијање физиолошких процеса. Посебно наглашавамо колебање плувиометријског режима и велику промјенљивост у годишњој суми током претходне деценије. На основу претходно изнесеног евидентне су одређене промјене на подручју мочварно-барског екосистема-Бардаче, које могу условити промјене диверзитета биљног и животињског свијета. Због тога су неопходна додатна комплекснија истраживања животне средине Бардаче, која би пратио адекватан мониторинг.

ological processes. Therefore, we put an emphasis on the pluviometric regime oscillations and waywardness of annual sum over the last decade. Considering the previous statements, there are more than evident changes in the area of the Bardaca wetland ecosystem, all of which may stipulate changes in the flora and fauna diversity. Thus, it takes further research on the Bardaca environment followed by the appropriate monitoring.

### Литература и извори / Bibliography

1. Bergkamp, G. and B. Orlando (1999): Wetlands and Climate Change.
2. Blumenfeld, S., Lu, C., Christophersen, T. and Coates, D. (2009): Water, Wetlands and Forests. A Review of Ecological, Economic and Policy Linkages, Secretariat of the Convention on Biological Diversity and Secretariat of the Ramsar Convention on Wetlands, Montreal and Gland. CBD Technical Series No. 47.
3. Dekić, R., Ivanc, A., Mirošljević, D. (2010): Eritrogram kalifornijske pastrmke (*Oncorhynchus mykiss*) iz ribnjačkih i eksperimentalnih uslova, II simpozijum biologa Republike Srpske, 4-6. 11. 2010, Banja Luka.
4. Ficke, A. A., Myrick, C. A., Hansen, L. J., (2005): Potential Impacts of Global Climate Change on Freshwater Fisheries, WWF- World Wide Fund for Nature, Colorado, USA, 91pp.
5. Finlayson, C. M. (2000): A mechanism for developing a comprehensive wetland inventory database for Asia; background and methodology. Information paper submitted to Ramsar STRP meeting (STRP9), 27-30 June 2000.
6. Ivanc A., Dekic R., Haskovic E., Dulcic J., Glamuzina B., Mitrasinovic M., Suljevic D. i Bubic M. (2007): The effects of thermal stress on red blood cell parameters of *Barbus peloponnesis*. ECI XII, XII European Congress of Ichthyology, Cavtat (Dubrovnik), Croatia, Septembar, 2007.
7. Ivanc, A., Dekić, R., Bošković Jelena, Konyves, T., Mišćević, B., Lukić Svetlana, Galonja-Coghil Tamara, Vukosav Marija (2010): FCR and growth rate of common carp *Cyprinus carpio* Linnaeus 1758 at different water temperatures. XIV International Eco-conference, Novi Sad, 2010. Proceedings. p. 273-280.
8. Kusler, J. 2006. Common Questions: Wetlands, climate change, and carbon sequestering , Accessed at: [http://www.aswm.org/pub/11\\_carbon\\_6\\_26\\_06.pdf](http://www.aswm.org/pub/11_carbon_6_26_06.pdf).
9. Mitrović-Tutundžić, V., Branković-Popović, I. (1995): Normativi kvaliteta voda za ribarstvo, II Jugoslovensko savjetovanje, Ribarstvo Jugoslavije 95, 121-126.
10. Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat, Geneva, 210 pp. [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)
11. Roessig, J.M.; Woodley, C.M.; Cech, J.J.; Hansen, L.J.(2004): Effects of global climate change on marine and estuarine fishes and fisheries. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 14: 251-275.
12. Schwander, A., (2009): The effects of climate change on wetland ecosystems, [http://www.ramsar.org/key\\_unfccc\\_bkgd.htm](http://www.ramsar.org/key_unfccc_bkgd.htm) , 2009.
13. Vuković Dragojla, Tursi, A., Carlucci, R., Dekić, R. (2008): Ichthyofauna of the wetland ecosystem in the Bardača area (Bosnia and Herzegovina). *Ribarstvo*, 66, 2008 (3), 89-103.
14. Републички хидрометеоролошки завод Републике Српске, Документација и материјал, 2010.
15. Спасов, Д., (2004): Клима Бардаче, Живот у мочвари-Life in Wetland, Урбанистички завод Републике Српске, Бања Лука, 2004.
16. Federal Hydrometeorological Institute SFRJ, Meteorological Yearbooks I, 1961-1985.
17. Hydrometeorological Institute Republika Srpska, Documentation and materials 2000-2010.