

INSTITUTE FOR NATURE
CONSERVATION
OF VOJVODINA PROVINCE



ПОКРАЈИНСКИ ЗАВОД
ЗА ЗАШТИТУ ПРИРОДЕ

**2. Симпозијум о заштити природе
са међународним учешћем**

**2nd International Symposium
on Nature Conservation**

**Зборник радова
Book of Proceedings**

**1-2. април 2016., Нови Сад, Србија
1st & 2nd April 2016, Novi Sad, Serbia**

Нови Сад, 2016.
Novi Sad, 2016

Издавач / Publisher

Покрајински завод за заштиту природе, Радничка 20а, 21000 Нови Сад
Institute for Nature Conservation of Vojvodina Province, Radnička 20a, 21000 Novi Sad

За издавача / On Behalf of the Publisher

Др Биљана Пањковић, директор / *PhD Biljana Panjković, Director*

Уредник / Editor

Др Слободан Пузовић

Рецензенти / Referees

Проф. др Владимир Сивојановић

Доц. др Имре Кризманић

Др Слободан Пузовић

Др Биљана Пањковић

Др Бојан Злајковић

Др Весна Кицошев

Др Оливер Фојкар

Др Јагранка Делић

Др Срђан Белиј

Др Бранислава Буџорац

Др Драјана Вуков

Др Драјиша Савић

Др Марјин Бобинац

Др Милан Пауновић

Др Зоран Рисић

Др Раско Ајвић

Др Миљан Велојић

Др Дражен Којрошан

Др Данијела Ђунисијевић-Бојовић

Мр Никола Сивојнић

Техничка обрада / Technical processing

Снежана Ђекић, Весна Прешова, Бојан Миленић, Најаша Пил, Ласло Галамбош

Штампа / Printed by

„Планета Принт Д.О.О.“, Виноградски венац 9/10, 11000 Београд

Тираж / Circulation

300 примерака / 300 copies

Нови Сад, 2016.

ISBN 978-86-915199-9-5

Препоручено цитирање рада / Recommended citation of paper:

Мијић-Ољачић, И., Галамбош, Л., Ђуић, М. (2016): Први кораци у ревитализацији Заштићеног станишта „Бара Трсковача“. 2. Симпозијум о заштити природе са међународним учешћем „Заштита природе – искуства и перспективе“, зборник радова, Покрајински завод за заштиту природе, Нови Сад, 393-405.

Mijić-Oljačić, I., Galamboš, L., Ćuić, M. (2016): The first steps in revitalisation of the protected habitat "Trskovaca pond". 2nd International Symposium on Nature Conservation „Nature conservation – experiences and perspectives“, Book of Proceedings, Institute for Nature Conservation of Vojvodina Province, Novi Sad, 393-405.

ДИВЕРЗИТЕТ АЛГИ У ЗАШТИЋЕНИМ ПОДРУЧЈИМА – „ВРЕЛО МЛАВЕ“ И „КРУПАЈСКО ВРЕЛО“

Diversity of algae in protected areas –the Mlava springhead and the Krupaj springhead

Снежана Б. Симић¹, Невена Б. Ђорђевић¹, Александра Б. Митровић¹

Извод: Врело Млаве и Крупајско врело су заштићена подручја у североисточној Србији. Проглашена су споменицима природе и стављена под режим заштите II степена. Међутим, и поред великог природног значаја, ова врела су веома слабо истражена са биолошког аспекта.

Алголошка истраживања подручја ових врела спроведена су у октобру 2014. и августу 2015. године. Истовремено су стандардним методама праћени и значајни физичко-хемијски параметри воде. Узорковање је вршено на по три локалитета, која су обухватала сама врела и врелске отоке. У бентосу и фитопланктону подручја врела Млаве и Крупајског врела присутно је 56, односно 79 (респективно) таксона следећих раздела: Cyanobacteria, Rhodophyta, Xanthophyta, Bacillariophyta, Chlorophyta и Phaeophyta. Подручје врела Млаве и подручје Крупајског врела показују разлике у диверзитету алги. Забележене су неуобичајене форме неких врста силикатних алги (*Melosira varians*), као и присуство ретко бележених на територији Србије, врста родова *Batrachospermum*, *Porterinema* и *Spirogyra*. На врелима су уочени директни и индиректни антропогени утицаји који доприносе промени физичких и хемијских параметара воде (пре свега повећању концентрације биогених соли) што угрожава присуство ретко налажених и осетљивих врста алги забележених на овим стаништима.

Кључне речи: Врело Млаве, Крупајско врело, диверзитет, алге, угроженост станишта

Abstract: The Mlava springhead and the Krupaj springhead are protected areas located in the north-eastern Serbia. Both of them have been declared natural monuments and placed under the II degree protection regime. Despite the great natural importance, these springheads have not been biologically researched enough. Algology research of these springheads were carried out in October 2014 and August 2015. At the same time standard methods and significant physical-chemical parameters of water were followed. Sampling was conducted at three locality, which included itself springheads and part of the brook near the springheads. The benthos and phytoplankton of area Mlava springhead had 56, while Krupaj springhead had 79 (respectively) of the following taxa: Cyanobacteria, Rhodophyta, Xanthophyta, Bacillariophyta, Chlorophyta and Phaeophyta. The Mlava springhead and the Krupaj springhead show differences in the diversity of algae. Unusual forms of diatoms (*Melosira varians*) were recorded along with the presence of rarely recorded type genera *Batrachospermum*, *Porterinema* and *Spirogyra*. Direct and indirect anthropogenic influences contributing to changes in physical and chemical parameters of water (primarily an increase in the concentration of mineral salts) have been recorded in these habitats, threatening the presence of those rare algae species.

Key words: Mlava springhead, Krupaj springhead, diversity, algae, threat of habitat

¹ Природно - математички факултет, Институт за биологију и екологију, Крагујевац, Србија, snezasi@kg.ac.rs

УВОД

Карстни извори и подземне воде карстних терена представљају важан ресурс будућности. Карстна средина је изузетно осетљива на било какву промену природних карактеристика, а њена реакција на поремећаје брза и често веома драстична, што указује на неопходност заштите ових специфичних станишта (Марковић, 1998, Милановић и сар., 2010). Врело реке Млаве и врело реке Крупаје припадају карсту североисточне (карпатске) Србије, налазе се у Хомољској котлини. Због хидрографских, геоморфолошких и естетских обележја представљају феномен геонаслеђа националног ранга (Којадиновић, 2013, Којадиновић, 2013а). Ова врела су заштићена подручја од изузетног значаја, на којима је успостављен режим заштите II степена (Уредба Владе Србије, „Службени гласник РС“, бр. 9/95).

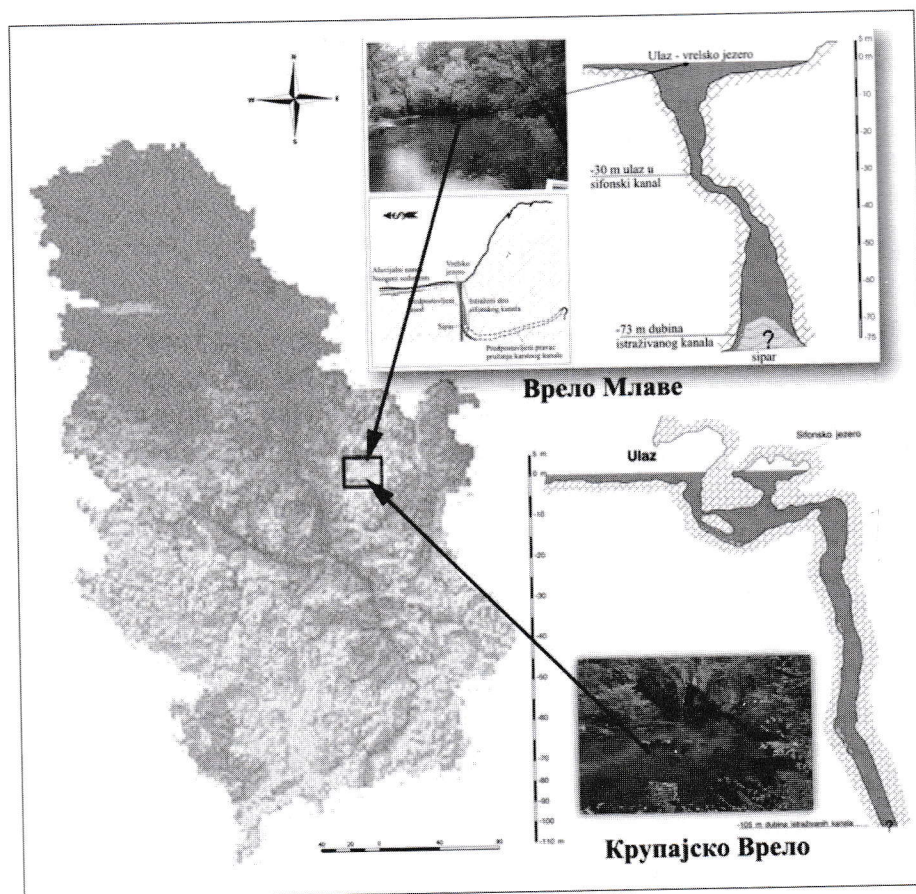
У Србији су извори веома слабо истражени са биолошког аспекта. Истраживања се углавном односе на макрзообентос (Марковић, 1998). Према подацима библиографског приказа алголошких истраживања у СР Србији, који обухвата период од 1947. до 1980. године, алге су проучаване у свега неколико извора, укључујући и врело Млаве (Blaženčić и сар., 1985). Од 1980. године до данас истраживања врела Млаве вршена су спорадично (Blaženčić и сар., 2000, Симић, 2002). О алголошким истраживањима Крупајског врела нема литературних података.

Циљ рада је приказ диверзитета заједнице алги, анализа физичко-хемијских параметара воде подручја врела Млаве и подручја Крупајског врела, као и процена фактора угрожености ових станишта.

ОПИС ИСТРАЖИВАНОГ ПОДРУЧЈА

Споменик природе „Врело Млаве“ (сл. 1.) се налази у карстном подручју Хомољских планина (Којадиновић, 2013). То је типично крашко лимнокрено врело. Основно морфолошко и хидролошко обележје подручја врела Млаве је улазни, сифонски, крашки извор у облику овалног језерца пречника тридесетак метара тамноплаве или зеленкасте боје, смештено у вртачастом удубљењу стрмих страна, које је према северу просечено кратком клисурастом и лучно повијеном долином отоке врела. Вода се сакупља при излазу из подземља у мало језеро које затим отиче и чини текуће део врела, отоку или епикренон. Вода из врела се природно уливала у реку Тисницу после неких 160 m тока, а касније је на неких 140 m од врела на отоци изграђена брана којом је највећи део воде врела усмерен ка затвореном каналу који воду одводи до великог пастрмског рибњака у Жагубици, а затим чини горњи ток Млаве. Ширина врелске отоке износи 12 m. Са леве стране врелске отоке, гледано низводно, налази се мотел „Врело“, чији власник врши порибљавање врелске отоке калифорнијском пастрмком.

Споменик природе „Крупајско врело“ (Слика 1.) налази се у североисточној Србији, у западном подножју планине Бељанице, на 230 m надморске висине (Којадиновић, 2013а). Крупајско врело је природно вероватно више имало особине реокреног врела него типично лимнокреног, међутим, стварањем вештачке камене бране високе око 3 m, на неких 30 m од пећинског дела врела, настало је језерце просечне дубине од 1.7 m, тако да је врело на овај начин добило изглед и особине лимнокреног врела дужине 40 m и ширине 17 m. Почетни део врела (Слика 1.), испод стеновитог одсека високог десетак метара, наткриљен је лучним сводом поткапине. На овом месту налази се удубљење „велика каца“, које представља завршни



Слика 1. Позиција истраживаних подручја у Србији и њихов изглед

Figure 1. Position of the research areas in Serbia and their appearance

део сифонског канала дубине 14 m. Велика каца је малим кречњачким пречагама одвојена од друга два удубљења- мале каце, дубине 4 m и секундарног плићег отвора, дубине 2 m, али је са њима хидролошки повезана подземним каналима. На 6-7 m испред бране налази се удубљење дубине око 3 m, које је пре преграђивања представљало главно извориште врела. Врелска отока, укупне дужине 435 m, прво отиче према северу на дужини од 130 m, а затим скреће према западу и после неких 300 m улива се у Крупајску реку. Вода се преко прелива бране обрушава у виду водопада и чини епикренон или тачније епиритрон, јер корито излазне текућице има већи пад и брзину воде. Са леве стране бране, гледано низводно, полази зидани јаз до млина удаљеног око 35 m. У оквиру зграде млина је инсталирана минитурбина, приближне снаге 5 KW, која производи електричну енергију за потребе домаћинства, а у призиданом делу раније је радила и ваљарица за сукно. У време јачих издашности велика количина воде са околином обрушава преко бране и хучно отиче стеновитим коритом. Међутим, у периодима изразитијих суша дешава се да сва вода врела иде у јаз за млин тако да се преливање на брани прекида. Тада се у кориту отоке јавља само мала количина воде која се, уствари, процеђује из језерца кроз пукотине у кречњачкој подлози испод темеља и на боковима бране. Нешто низводније, услед смањења нагиба корита формира се велики вир из кога вода споро отиче у стокну а затим у Крупајску реку. Отока врела има просечну дубину од 0.7 m. На 60-70 метара од млина налазе се објекти домаћинства која је власник млина и дела земљишта у оквиру за-

штићеног простора. Домаћинство у оквиру дворишта има старију спратну зграду и неколико економских објеката, као и новозидани стамбено-пословни спратни објекат изван дворишта. Штала је на падини око 200 m изнад куће. Од грађевинских објеката на заштићеном простору се налазе штала и сеник, у доста руинираном стању.

МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ

Алголошка истраживања врела Млаве и Крупајског врела спроведена су у октобру 2014. и августу 2015. године. Узорковање је вршено на по три локалитета, која су обухватала сама врела (M1-три дубине M1-1 m, M1-5 m и M1-20 m и KB1) и врелске отоке (M2, M3 и KB2, KB3) (таб. 1.).

Узорци фитопланктона на локалитетима (M1, M2 и KB1 и KB3) сакупљени су планктонском мрежицом (\varnothing 22 μ m), док су узорци фитобентоса на локалитетима (M1, M2, M3, KB1, KB2) сакупљени у зависности од типа подлоге: пипетом по површини песка, стругањем са кречњачких стена, камења, грана. Узорци су фиксирани у 4% формалдехиду.

Детерминација таксона урађена је према Eloranta и сар. (2001), John и сар. (2002), Komárek и Anagnostidis (2005), Кризманић (2009), Starmach (1972), Wehr и Sheath (2003). Део сваког узорка третиран је стандардним лабораторијским поступком са концентрованом сумпорном киселином (Krammer и Lange-Bertalot, 1986), да би се добио материјал погодан за израду трајних препарата силикатних алги.

Апсолутне вредности бројности таксона нису процењене, али је дата релативна бројност таксона према скали: + - присутан, 1 - бројан, 2 - веома бројан, 3 - доминантан.

Истовремено су праћени и физичко-хемијски параметри воде стандардним методама (APHA, 2005): температура (oC), електропроводљивост (μ sim/cm³), провидност (m), pH, концентрација кисеоника (mg/l), сатурација кисеоника (%), нитрати (mg/l), нитрити (mg/l), фосфати (mg/l), амонијак (mg/l) и тврдоћа воде (mg/l).

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Анализом сакупљених узорака подручја врела Млаве и подручја Крупајског врела констатован је укупно 91 таксон сврстан у шест раздела алги (Cyanophyta - 16, Rhodophyta - 4, Bacillariophyta - 56, Xanthophyta - 4, Phaeophyta - 1 и Chlorophyta -10). У оба врела највећи диверзитет имају алге раздела Bacillariophyta, што је уобичајено за кречњачка подручја (Round, 1981; Jasprika и Hafner, 2005; Dedić и сар., 2015).

Списак идентификованих таксона алги подручја врела Млаве и подручја Крупајског врела, као и њихова релативна бројност, приказани су у Табели 1.

Резултати добијени мерењем физичких и хемијских параметара воде са по три локалитета врела Млаве и Крупајског врела дати су у Табели 2.

Врело Млаве и Крупајско врело карактерише чиста, тврда, слабо алкална и добро аерисана вода, богата раствореним јонизујућим материјама. На локалитету M2 повећане су

вредности фосфата (до 0.65 mg/l) и нитрата (5 mg/l) у августу 2015. У летњем периоду 2015. на локалитетима KB2 и KB3 биле су повећане вредности нитрата (до 20 mg/l).

На загађење система врела Млаве и Крупајског врела утичу како природни процеси, тако и антропогени фактор. На врелу Млаве евидентно је непланско порибљавање калифорнијском пастрмком, у воду се убацује велика количина хране за рибе. Као потенцијални фактор угрожавања Крупајског врела јавља се пастрмски рибњак. У делу реке испод самог језера (KB2) је уочена велика количина остатака рибље хране.

У бентосу и планктону врела Млаве забележено је 56 таксона. Највећи диверзитет врста забележен је у разделу Bacillariophyta (39 таксона), посебно у родовима *Gomphonema* и *Navicula*. Макроскопске агрегације у систему врела Млаве образују *Batrachospermum cayennense* Montagne ex Kützing, *Tribonema viride* Pascher, *Microspora amoena* (Kützing) Rabenhorst и *Spirogyra* sp. и кончасте колоније силикатне алге *Melosira varians* C. Agardh, Талуси *Batrachospermum cayennense* су забележени на каменитој, засенченој подлози локалитета M1 и M2 у октобру 2014. и августу 2015. Присуство ове врсте у врелу Млаве, али и у Србији, по први пут су описали Blaženčić и сар. (2000), а касније и Симић (2002). Релативно бројна популација *B. cayennense* (покрива око 10% дна самог врела), пронађена и у нашем истраживању, указује на то потенцијални фактори угрожавања нису довели до значајнијих промена еколошких услова неопходних за опстанак и развој ове стеновалентне врсте.

У оба периода истраживања 2014 и 2015., на делу излаза отоке из врела и читавим дном врелске отоке, уочени су „конци“ *M. varians*, који су у дебелом слоју покривали и до 70% дна. Спорадично у летњем периоду развијају се талуси *Tribonema* sp., док их у јесењем периоду смењују кончасте талуси *Microspora amoena*. Према подацима Biggs-а (1996), пресудан фактор за развој *M. varians* је велика количина светлости и нутријената. Високе концентрације нутријената у систему врела Млаве омогућиле су њену обилну развијеност. Према подацима студије коју су спровели Јанковић и Јанковић (1962), у врелу су доминирали конци *Tribonema* sp., који су обилно прекривали вегетацију и дно отоке врела Млаве. За време ниског водостаја кончасте талуси *Tribonema* развијали су се у маси, награђујући прави зелени ћилим разасрт читавом дужином и ширином тока.

Праћењем сезонске динамике утврђене су промене и у разделу Bacillariophyta, што је најизраженије код *Achnanthydium minutissimum* (Kützing) Czarneski и *Cocconeis placentula* Ehrenberg, које су биле веома бројне у узорцима из јесењег периода истраживања, док је у летњем периоду истраживања њихова бројност драстично мања.

У потопљеном сифонском каналу врела Млаве на дубини од 20 m нађени су талуси *Porterinema* sp. Овим истраживањем по први пут у Србији је установљено присуство ове мрке алге, која је према доступним литературним налазима до сада проналажена ретко, само у бракичној или морској води (Guiry и Guiry, 2016).

У бентосу и планктону Крупајског врела забележено је 79 таксона. Највећи диверзитет врста на подручју Крупајског врела забележен је у разделу Bacillariophyta (49 таксона), пре свега у родовима *Achnanthydium*, *Gomphonema* и *Navicula*, и у разделу Cyanophyta, пре свега у родовима *Leptolyngbya* и *Phormidium*. Макроскопске агрегације у систему Крупајског врела образују *Homoeothrix varians* Geitler, *Batrachospermum* sp., *Vaucheria* sp. и *Spirogyra* sp.

Таксон	Врело Млаве			Крупајско врело		
	Локалитет М1	Локалитет М2	Локалитет М3	Локалитет КВ1	Локалитет КВ2	Локалитет КВ3
	2014.	2014.	2014.	2014.	2014.	2014.
PHAEOPHYTA						
<i>Porterinema</i> sp. Waern	2	-	-	-	-	-
BACILLARIOPHYTA						
<i>Achnanthydium exiguum</i> (Grunow) Czarnecki	-	1	+	-	1	2
<i>A. jacksonii</i> Rabenhorst	-	-	-	-	-	-
<i>A. microcephalum</i> Kützing	-	-	-	+	+	+
<i>A. minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	+	2	+	+	2	2
<i>A. pyrenaicum</i> (Husted) Kobayasi	-	+	+	-	-	-
<i>A. saphrophilum</i> (Kobayasi and Mayama) Round et Bukhtiyarova	-	-	-	-	+	+
<i>Amphipleura pellucida</i> (Kützing) Kützing	-	-	-	-	+	+
<i>Amphora copulata</i> (Kützing) Schoeman et Archibald	-	1	1	-	-	-
<i>A. inariensis</i> Kramer	-	+	-	-	+	+
<i>A. ovalis</i> (Kützing) Kützing	-	+	+	-	-	-
<i>A. pediculus</i> (Kützing) Grunow	-	-	-	-	-	+
<i>Brachysira vitrea</i> (Grunow) Ross	-	+	-	-	+	1
<i>Cyclotella ocellata</i> Pantocsek	+	-	-	-	-	-
<i>Cymbella affinis</i> Kützing	-	1	+	-	-	1
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	1	2	+	1	2	2
<i>Denticula kuetzingii</i> Grunow	-	-	-	-	-	1
<i>D. tenuis</i> Kützing	-	2	2	-	-	2
<i>Diademsis confervacea</i> Kützing	-	1	1	-	+	1
<i>Diploneis</i> sp. Ehrenberg ex Cleve	-	1	+	-	1	2
<i>Diatoma mesodon</i> (Ehrenberg) Kützing	-	1	+	-	-	1
<i>D. vulgaris</i> Bory	-	-	+	-	-	2
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch) D. G. Mann	-	1	-	-	-	1

Таксон	Врело Млаве						Крупајско врело					
	Локалитет М1		Локалитет М2		Локалитет М3		Локалитет КВ1		Локалитет КВ2		Локалитет КВ3	
	2014.	2015.	2014.	2015.	2014.	2015.	2014.	2015.	2014.	2015.	2014.	2015.
<i>E. simile</i> Krammer	+	-	2	+	-	+	-	-	1	1	2	1
<i>E. ventricosum</i> (Agardh) Grunow	-	-	1	+	-	-	-	-	2	1	2	1
<i>Encyonopsis descripta</i> (Husted) Krammer	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	1	-
<i>Fragilaria biceps</i> (Kützing) Lange-Bertalot	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>F. delicatissima</i> (W. Smith) Lange-Bertalot	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>F. javanica</i> var. <i>javanica</i> Husted	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>F. ulna</i> Lange-Bertalot	-	-	+	1	-	-	-	-	-	1	+	1
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	1	+
<i>G. capitatum</i> Ehrenberg	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	2	1
<i>G. micropus</i> Kützing	-	-	1	+	-	-	-	-	1	-	2	+
<i>G. minutum</i> (Ag.) Agardh	-	-	1	+	-	-	-	-	-	+	1	+
<i>G. parvulum</i> (Kützing) Kützing	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	2	1
<i>G. subclavatum</i> (Grunow) Grunow	-	-	2	+	-	-	-	-	1	+	1	1
<i>G. truncatum</i> Ehrenberg	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+
<i>Gyrosigma scalproides</i> (Rabenhorst) Cleve	-	-	-	-	-	-	-	-	1	+	2	+
<i>Gyrosigma</i> sp.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Melosira varians</i> C. Agardh	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
<i>Meridion circulare</i> (Greville) Agardh	-	-	2	1	2	+	-	-	2	1	2	1
<i>Navicula gregaria</i> Donkin	-	-	1	+	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>N. kotschyi</i> Grunow	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+	+
<i>N. lanceolata</i> (C. Agardh) Ehrenberg	-	-	2	1	-	-	-	-	-	+	2	2
<i>N. radiosa</i> Kützing	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
<i>N. reinhardtii</i> (Grunow) Grunow	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>N. tripunctata</i> (O. F. Mueller) Bory	-	-	2	2	1	+	-	-	1	1	2	2
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow	-	-	2	2	-	-	-	-	2	2	2	2

Таксон	Врело Млаве						Крупајско врело					
	Локалитет М1		Локалитет М2		Локалитет М3		Локалитет КВ1		Локалитет КВ2		Локалитет КВ3	
	2014.	2015.	2014.	2015.	2014.	2015.	2014.	2015.	2014.	2015.	2014.	2015.
<i>N. palea</i> (Kützing) W. Smith	-	-	2	2	1	-	-	-	2	2	2	1
<i>Nitzschia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
<i>Planothidium frequentissimum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	-	-	1	+	-	-	-	-	-	-	2	1
<i>P. lanceolatum</i> (Brébisson) Lange-Bertalot	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	+
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C. Agardh) Lange-Bertalot	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) O. Müller	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Surirella angusta</i> Kützing	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>S. brebissoni</i> Krammer et Lange-Bertalot	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. linearis</i> W. Smith	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-
XANTHOPHYTA												
<i>Tribonema viride</i> Pascher	-	+	+	2	+	2	-	+	-	+	1	1
<i>Tribonema</i> sp. 1	-	-	+	1	+	+	-	-	1	1	1	1
<i>Tribonema</i> sp. 2	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-
<i>Vaucheria</i> sp. A. P. de Candolle	-	-	1	+	1	-	+	-	2	-	+	-
CHLOROPHYTA												
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerheim	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Microspora amoena</i> (Kützing) Rabenhorst	-	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-
<i>M. tumidula</i> Hazen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
<i>Microspora</i> sp.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oedogonium</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
<i>Spirogyra varians</i> (Hassall) Kützing	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Spirogyra</i> sp. Link	-	-	+	2	-	2	3	-	-	2	+	-
<i>Ulothrix tenerima</i> (Kützing) Kützing	-	-	1	2	-	1	-	1	-	2	1	2
<i>U. zonata</i> (F. Weber and Mohr) Kützing	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+
<i>Ulothrix</i> sp.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+

Табела 2. Физички и хемијски параметри воде на истраживаним локалитетима врела Млаве и Крупајског врела
 Table 2. The physical and chemical parameters of water in the research locality of the Mlava springhead and the Krupaј springhead

Параметар	Врело Млаве												Крупајско врело								
	Локалитет М1						Локалитет М2						Локалитет М3			Локалитет KB1		Локалитет KB2		Локалитет KB3	
	M1-1 m		M1-5 m		M1-20 m		2014.		2015.		2014.		2015.		2014.		2015.		2014.	2015.	2015.
	2014.	2015.	2014.	2015.	2014.	2015.	2014.	2015.	2014.	2015.	2014.	2015.	2014.	2015.	2014.	2015.	2014.	2015.	2014.	2015.	2015.
Температура (°C)	10.4	14.5	11.3	14.2	11.3	12.9	10.3	13.3	13.3	10.2	12.5	11.1	12.3	/	11.9	11.1	13.5				
Електропроводљивост (µs/cm ²)	390	410	400	395	400	390	390	382	386	400	386	480	460	/	465	490	455				
Провидност (m)	3						до дна						1			3		до дна		2,5	
pH	8.04	8.73	8.3	8.9	8.36	8.95	8.87	8.88	8.76	8.56	8.76	8.54	8.76	/	8.37	8.3	8.23				
Концентрација кисеоника (mg/l)	9.33	9.23	9.73	9.38	9.72	9.64	9.53	11.37	14.07	9.47	14.07	9.98	9.99	/	10.09	10.45	11.9				
Сатурација кисеоника (%)	88.4	95.4	93.4	95.1	91.7	94.1	89.7	112.1	135.7	89.3	135.7	92.9	95.2	/	95.9	97.9	117.8				
Нитрати (mg/l)	<0.02	/	<0.02	/	<0.02	/	0.02	5	<0.02	<0.01	<0.02	0.03	14	/	19	0.03	20				
Нитрити (mg/l)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.1	<0.01	/	<0.01	0.1	0.01				
Амонијак (mg/l)	<0.02	0.05	<0.02	0.17	<0.02	0.19	<0.02	0.05	0.03	<0.02	0.03	<0.02	0.05	/	0.02	<0.02	<0.02				
Фосфати (mg/l)	0.14	0.24	0.09	0.21	0.19	0.2	0.65	0.1	<0.06	0.41	<0.06	<0.06	0.2	/	0.12	0.32	<0.06				
Тврдоћа воде (mg/l)	190	204	200	200	200	200	190	185	195	200	195	240	235	/	230	240	230				

У односу на покровност, у октобру 2014. године доминантне врсте биле су *Spirogyra* sp. и *Vaucheria* sp., док је у односу на бројност доминантна била *M. varians*, пронађена у планктону. У бентосу је образовала спорадичне накупине, на камењу и потопљеним гранама до максимално 5%. У августу 2015. године доминантне у односу на бројност биле су *M. varians* и *Spirogyra varians* (Hassall) Kützing, обе пронађене у планктону, док је доминантна у односу на покровност била *H. varians*.

Праћењем сезонске динамике утврђено је да промена покровности била најизраженија код *Batrachospermum* sp. и *Vaucheria* sp., које су биле веома бројне у узорцима из јесењег периода истраживања, док у летњем периоду истраживања њихово присуство није забележено. Разлог може да буде висока концентрација нутријената, у првом реду нитрата (19 mg/l у августу), али и низак ниво воде на локалитету.

Промена бројности веома је изражена код *A. minutissimum*, *C. placentula* и *Gyrosigma scalproides* (Rabenhorst) Cleve, које су биле релативно бројне у узорцима из јесењег периода истраживања, док је у летњем периоду њихова бројност драстично мања.

Осим врста силикатних алги уобичајених за карстна врела, у отоци оба врела пронађена је врста *Diadsmis confervacea* (таб. 1.). То је инвазивна тропска врста која последњих година у Србији насељава нова станишта. (Кризманић, 2009; Krizmanić и сар., 2015). Кризманић и сарадници (2015) наводе да је дошло до рапидне експанзије у дистрибуцији ове алге у рекама и каналима Србије. Појава ових алге у карстним врелима Србије је први пут сада забележена.

ЗАКЉУЧАК

Подручје врела Млаве и подручје Крупајског врела показују разлике у диверзитету алги. Већим диверзитетом, одликује се подручје Крупајског врело, што је последица већег броја различитих микростаништа у самом врелу и дуж отоке.

Забележене су неуобичајене форме неких врста силикатних алги (*Melosira varians*), као и присуство ретко бележених на територији Србије, врста родова *Batrachospermum*, *Porterinema* и *Spirogyra*.

Осим врста уобичајених за карстна врела, у води врела Млаве и води Крупајског врела пронађена је инвазивна тропска врста *Diadsmis confervacea*.

На врелима су уочени директни и индиректни антропогени утицаји који доприносе промени физичких и хемијских параметара воде (пре свега повећању концентрације биогених соли) што угрожава присуство ретко налажених и осетљивих врста алги забележених на овим стаништима (*Batrachospermum* sp.), а доприноси повећаној продукцији неких еутрофних врста (*Melosira varians*).

У циљу очувања и заштите споменика природе „Врело Млаве“ и споменика природе „Крупајско врело“, потребно је предузети мере које се односе на контролу обогаћивања ових специфичних биотопа нутријентима. Такође је неопходно обезбедити уједначени ниво воде у отоци Крупајског врела током целе године.

Резултати приказани у раду дају само прелиминарни увид у диверзитет алги ових врела, планиран је даљи континуирани мониторинг.

ЛИТЕРАТУРА

- APHA (2005). Standard methods for examination of water and wastewater. 17th ed. American Public Health Association, Washington.
- Biggs, B. J. F. (1996). Patterns in benthic algae of streams. In: Algal Ecology: Freshwater Benthic Ecosystems (Eds. R. J. Stevenson, M. L. Bothwell and R. L. Lowe), Academic Press, San Diego, 31-56.
- Blaženčić, J., Martinović-Vitanović, V., Cvijan, M. i Filipi-Matutinović, S. (1985). Bibliografija radova o algama i algološkim istraživanjima u SR Srbiji od 1947. do 1980 godine. Glasnik instituta za botaniku i botaničke bašte Univerziteta u Beogradu, Tom XIX, Beograd.
- Blaženčić, J., Cvijan, M., Vodeničarov, D. i Kirjakov, I. (2000). *Batrachospermum cayennense* Montage ex Kützing, 1849, (Rhodophyta), a new species for Europe. Arch. Biol. Sci., 52 (3), 169-172.
- Dedić, A., Plenković-Moraj, A., Kralj Borojević, K. i Hafner, D. (2015). The first report on periphytic diatoms on artificial and natural substrate in the karstic spring Bunica, Bosnia and Herzegovina. Acta Botanica Croatica, 74 (2), 393-406.
- Eloranta, P., Kwandrans, J. and Kusel-Fetzmann, E. (2011). Rhodophyta and Phaeophyceae. In: Büdel B., Gärtner G. Krienitz L., Preisig H. R. & Schagerl M. (eds): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg 7.
- Guiry, M.D. i Guiry, G.M. (2016). *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>.
- Јанковић, М. и Јанковић, М. М. (1962). Еколошки услови водене вегетације у врелу Млаве код Жагубице са посебним освртом на биљну врсту *Callitriche verna* – Архив биолошких наука, XIV, (3-4), 157-168.
- Jasprica, N. i Hafner, D. (2005). Taxonomic composition and seasonality of diatoms in three Dinaric karstic lakes in Croatia. Limnologica, 35, 304-319.
- John, D. M., Whitton, B. A. and Brook, A. J. (2002). The Freshwater Algal Flora of the British Isles An Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae. Cambridge University Press, New York.
- Којадиновић, С. (2013). План управљања спомеником природе „Врело Млаве“ за период 2014-2023. године. ЈКП „Белосавац“, Жагубица.
- Којадиновић, С. (2013а). План управљања спомеником природе „Крупјско врело“ за период 2014-2023. године. ЈКП „Белосавац“, Жагубица.
- Komárek, J. and Anagnostidis, K. (2005). Cyanoprokaryota 2. Teil: Oscillatoriales - In: Büdel B., Gärtner G. Krienitz L. & Schagerl M. (eds): Süßwasserflora von Mitteleuropa Spektrum Akademischer Verlag, 19/2, Stuttgart.
- Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. (1986). Bacillariophyceae 1, Teil: Naviculaceae. In: Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/1. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Кризманић, Ј. (2009). Флористичка, таксономска и еколошка истраживања силикатних алги са рафом (Bacillariophyceae, Bacillariophycideae, Bacillariophyta) Србије. Докторска дисертација, Београд: Биолошки факултет.
- Krizmanić, J., Predojević D., Trbojević, I., Vidaković, D., Jakovljević, O., Subakov-Simić, G. (2015). Expansion of invasive diatom species *Didymosphaenia geminata* (Lyngb.) M. Schmidt and *Diademesmia cofervacea* (Grun.) Hustedt in waters of Serbia. 6th Balkan Botanical Congress. Rijeka. 14-18. 09 2015. Abstract Book. 81p.
- Марковић, З. (1998). Извори брдско-планинских подручја Србије, Еколошка студија макрзообентоса. Биолошки факултет Универзитета у Београду, Београд.
- Милановић, С., Стевановић, З. и Васић, Љ. (2010). Мониторинг подземних вода Бељаничког масива у функцији формирања модела карстног система. Водопривреда, Београд, 42, 199-212.
- Round, F. E. (1981). The Ecology of the Algae. Cambridge University Press, Cambridge, 553.

- Starmach, K. (1972). Chlorophyta III, Zielenice nitkowate. Flora Slatkovodna Polski, 10, Polska akademia nauk, Warszawa.
- Симић, С. (2002). Макроалге у текућицама брдско- планинских подручја Србије.- Докторска дисертација, Београд: Биолошки факултет.
- Службени гласник Републике Србије (1995). Уредба о заштити споменика природе "Крупajско Врело" и "Врело Млаве". 9/95. Београд.
- Wehr, J. D. and Sheath, R. G. (2003). Freshwater Algae of North America Ecology and Classification, Academic Press, USA.

SUMMARY

The springhead of the Mlava River and Krupaj springhead are the karst springs in northeastern Serbia. Due their exceptional geomorphological and hydrological properties they have been under protection of our state representing nature reservation of II category. Karst springs are the most significant freshwater areas because of their inhabiting living communities. Besides their undisputed importance, these springs have been biologically insufficiently investigated. The researches on these springs' algae were performed in October 2014 and August 2015. The significant water parameters were simultaneously followed by using the standard methods. In phytoplankton and benthos of the Mlava and Krupaj springhead, 56, i.e. 79 taxa of the next division was recorded: Cyanobacteria, Rhodophyta, Xanthophyta, Bacillariophyta, Chlorophyta and Phaeophyta. Not surprisingly for karst regions, Bacillariophyta is the most dominant algal group in the springhead of the Mlava and Krupaj springhead. These springs exhibit some interesting differences regarding the diversity of species. The unusual form of *M. varians* was recorded in the springhead of the Mlava, completely covering the whole bottom of the spring's branch in the form of macroscopic aggregations. In Krupaj springhead this species inhabits plankton. The species of genus *Batrachospermum* and *Spirogyra* were also recorded in the researched springs being rarely recorded species in Serbia. Thalli of *Porterinema* sp. were found in the sunken siphon canal of the Mlava springhead. For the first time in Serbia, the presence of this rarely found brown alga has been identified by this research. Direct and indirect anthropogenic impacts were recorded at the localities. They contribute to the changes of physical and chemical water parameters, primarily related to the rise in concentration of biogenic salts endangering the presence of rarely found and sensitive species recorded in these springs and contributing to the larger production of some eutrophic species (*M. varians*).