

ЗООБЕНТОС ВРБАЊЕ У УСЛОВИМА РАДА МАЛИХ ХИДРОЕЛЕКТРАНА

Невенка Павловић, Боро П. Павловић, Борис Б. Павловић*, Дејан Дмитровић,
Радојка Пајчин, Славен Филиповић

Природно – математички факултет
Младена Стојановића 2, 78000 Бања Лука

Abstract

PAVLOVIĆ Nevenka, Boro P. PAVLOVIĆ, Boris B. PAVLOVIĆ, Dejan DMITROVIĆ, Radojka PAJČIN, Slaven FILIPOVIĆ: ZOOBENTHOS OF VRBANJA IN CONDITIONS OF WORK OF SMALL HYDRO POWER PLANTS. I Симпозијум еколога Републике Српске, Бања Лука 4-6.11.2010. Скуп, 5.: 197-12. [University of Banja Luka – Faculty of Science, Mladen Stojanovića 2, 78000 Banja Luka].

Activities around the construction of number of small power plants on small flowing waters hill-mountain areas of Republic Serpska intensely develop. The initial two were built on the river in a short slot of Vrbanja gorge - canyon, flow full of waterfalls between Divič and Šepirice, a highland river below. It is a small space refuge of diverse relicts of ecosystems, of syntaxons, of species and variety of special populations within the geomorphological, hydrological and climatic phenomena that constitute specific biotopes. This area is known for small number of persons, but during the period of Austria-Hungary close to to the Second World War, transport of timbers went from the exploited powerful complexes of spruce forest (Ljuta greda - Kraljevo guvno - Duge - Prosječenika - Šepirice) down the streams to this area by the usages of riža-s (kilometres roads, like trough, made of along laid down timbers). There is no study of zoobenthos for this part of the flow Vrbanja before the construction of the mini power plants. About the former wealth of zoobenthoses has talked wealth and a specific feature of trout population. This population has been guarded the enclosed field of fishing during a few decade (in the time of socialism) and in that way were realized restorations of downstream populations in the confluence Vrbanje in which fishing have been permitted. For the purposes of this study, samples of zoobenthos were taken on April 25th and October 10th 2009th in the part of reduced flow and downstream of the mini power plant. Samples from affluents, both side of the explored part of Vrbanja, from sources, as well as from streams have been taken too. Capacities of the ecosystems of the flow dramatically have been disturbed, in this part of Vrbanja, because the mini power plants have been reduced quantity of water free flowing.

Key words: river Vrbanja, small hydro power plant, zoobenthos, mountain stream, capacity of ecosystems

Сажетак

На малим текућицама брдско-планинског подручја Републике Српске теку послови око изградње великог броја малих електрана. Прве су изграђене на ријечи Врбањи у кратком одсјечку клисурско-кањонског слаповитог тока између Дивича и Шепирица, а испод висије Речице. То је мали рефугијални простор разноликих реликтних екосистема, синтаксона, таксона и посебних популација унутар мноштва геоморфолошких, хидролошких и климатских феномена који творе посебне биотопе. Мало је оних којима је то подручје знано, мада је доведе низ потоке рижама (коритастим километарским путевима, направљеним од балвана) ишао транспорт балвана експлоатисаних моћних комплекса смрчевих шума (Љуте греде – Краљевог гумна – Дуга – Просјеченика – Шепирица) још од периода Аустроугарске до Другог Свјетског рата. Проучавања зообентоса Врбање у овом дијелу тока није било прије изградње мини електрана. О ранијем богатству зообентоса говорило је посебно богатство и особеност популације поточне пастрмке.

* пошту адресирати на првог аутора

Она је неколико деценија у вријеме социјализма чувана забраном риболова у том дијелу тока, чиме је обезбјеђивана обнова низводних изловљаваних популација у сливу Врбање. За потребе овог рада, пробе зообентоса узимане су 25.4.2009. године, те 10.10.2009. у дијелу кориштеног тока и низводно од мини електране. Такође су узета пробе извора, односно потока, који притичу у ове дијелове тока. Капацитети екосистема текућице драстично су нарушени у овом дијелу Врбање послје захватања вода за мини електране.

Кључне ријечи: ријека Врбања, мале хидроелектране, зообентос, брдско-планиске текућице, капацитет екосистема

УВОД

Изградња великог броја малих хидроелектрана (МХЕ) обавља се на малим текућицама брдско-планинског подручја Републике Српске, односно Босне и Херцеговине. Прве су изграђене на ријечи Врбањи у кратком одсјечку клисурско-кањонског слаповитог тока у подручју Крушева Брда, између Дивича и Шепирица, а испод висије Речице на планини Влашић. Заузеле су мали рефугијални простор разноликих реликтних екосистема, синтаксона, таксона и посебних популација унутар мноштва геоморфолошких, хидролошких и климатских феномена који творе посебне биотопе. Мало је оних којима је то подручје знано, мада је доведе низ потоке рижам (коритастим километарским путевима, направљеним од уздужно пореданих балвана) ишао транспорт балвана експлоатисаних моћних комплекса прекрасних смрчевих шума (Љуте греде – Краљевог гумна – Дуга – Просјеченика – Шепирица) још од периода Аустро-Угарске до Другог Свјетског рата. Око стрмина, греда и сипара Дивича завлачила се пруга уз Врбању и њоме је даље свакодневно возовима ишао транспорт балвана од Крушева Брда до Бања Луке. Пред II Свјетски рат почело је дизање пруге. Повезано са наставком кориштења шума трасом пруге изграђена је цеста у седмој деценији 20. вијека. Међутим, послје минулог рата у БиХ, након дуге паузе, настављено је са експлоатисањем богатих шума овог краја.

Ради изградње МХЕ „Дивич“ пут је продужен до највишег водозавхата на висији Речице у првој деценији трећег миленијума. Тиме су такође обезбјеђене могућности експлоатације преостале шуме са недоступних стрмих дијелова око Врбање. То је допринјело измјени изгледа овог предјела и негативно се одразило на хидролошко стање извора у горњем сливу ријеке Врбање, као и на саму Врбању. Поред тога, пројекат изградње МХЕ је условио још већи поремећај еколошке равнотеже у овом подручју. Узимањем воде у цјевоводе малих хидроелектрана смањује се количина воде у току. На основу тога очекују се јачи утицаји на стање зообентоса у дијелу редуцираног тока. Мање или никакве промјене зообентоса могу да се очекују у низводном дијелу Врбање односно у притокама.

Задовољавање парцијалних интереса, за комбиновану сјечу и извлачење постојеће дрвне масе са успостављањем „проточног“ система за кориштење енергетског потенцијала у овом дијелу слива Врбање, обавља се без разумијевања мноштва новонасталих проблема у обухваћеним биогеоценозама, чак и уз искључивање интереса антропосистема тог подручја. Анализа тих проблема превазилази оквире рада у коме покушавамо да сагледамо улогу МХЕ као новог еколошког фактора у промјенама стања и одржавању квантитативног и квалитативног састава зообентоса припадајућих биогеоценоза.

Проучавања зообентоса Врбање у овом дијелу тока није било прије изградње мини електрана. О ранијем богатству зообентоса говорило је посебно богатство и особеност популације поточне пастрмке – *Salmo trutta-fario*. Популација је неколико деценија у вријеме социјализма чувана забраном риболова у том дијелу тока. Тако је обезбјеђивана обнова низводних изловљаваних популација у сливу Врбање.

Стања богатства лимнофауне овог дијела Врбање може да се процјењује екстраполацијом резултата комплексних лимнолошких проучавања која су обављана

раније на сливу ријеке Босне (Благојевић и сар., 1969, Каћански, 1971; Мучибабић и сар., 1973, 1979), појединим дијеловима слива Дрине (Каћански, 1970, 1970а; Крек, 1970; Маринковић - Господнетић, 1970) и Врбаса (Каћански и сар., 1984), као и на основу новијих истраживања започетих 1997. (Павловић, Павловић, 1999, 2000; Павловић и сар., 2006), у сливу Сутјеске (Павловић и сар., 2008; Павловић и сар., 2009), те на ријеци Говзи (Павловић и сар., 2009). У горњем сливу ријеке Врбање присутан је велики број извора, који саставом живог свијета и својом љепотом заслужују да буду предмет истраживања.

Циљ овог рада је да се сагледају утицаји рада малих хидроелектрана на стање зообентоса: Врбање у подручју редуцираног тока (очекиван јак утицај) и низводно од доњих енергетских обејката (очекиван слаб утицај), те у притокама Врбање у подручју МХЕ „Дивич“ које нису укључене у енергетску експлоатацију (очекивање да нема утицаја). Ова сагледавања треба да се повежу са планирањима изградње МХЕ на водотоцима Републике Српске и да дају орјентацију за даљња истраживања ради процјене утицаја и нивоа ризика за опстанак припадајуће лимнофауне.

МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ

Узорковање материјала обављено је у горњем сливу ријеке Врбање гдје је изграђена мала хидроелектрана (МХЕ) „Дивич“ испод Дивича, огранка планине Влашић, по коме је и добила име. За потребе овог рада узето је 14 проба зообентоса (12 квантитативних и 2 квалитативне) у априлу и октобру 2009. године. Квантитативне проба зообентоса узете су са Surber-овом мрежом (површине 34 cm x 33.5 cm чији је дијаметар окаца 350 μ m), а квалитативне прикупљене руком заједно са дијелом подлоге (маховина и опало лишће) приближно са површине као Surber-ова мрежа.

Квантитаивне пробе зообентоса Врбање узете су:

- у клисурско-кањонском дијелу редуцираног тока, „јак утицај“ означен бројем **2**, на три мјеста (поредано низводно): испод **Томине луке**, изнад **Мандића вира**, на ушћу извора „**Запотци**“;
- низводно од МХЕ „Дивич“, у проширеном дијелу уз Луке (проток одговара интензитету пражњења цијеви при раду агрегата и вода неколико низводних притока) „слаб утицај“ означен бројем **1**, једно пробно мјесто: Врбања изнад моста код извора „**Дуги точак**“.

Пробе зообентоса притока Врбање (4 квантитативне, 2 квалитативне), у дијелу гдје производња електричне енергије нема утицаја на проток воде („нулти утицај“ знак **0**), узете су на три мјеста: **извор „Запотци“** мала кратка лијева притока у клисурско-кањонском дијелу, **извор „Ланишће“** и из **потока Килавац** изнад моста (којим прелази цеста).

Сакупљени материјал је пренесен у стаклене теглице, етикетиран са убиљеженим подацима (локалитет, датум, сат), а потом фиксиран 70% етил-алкохолем. Узорци су потом допремани у лабораторију Природно-математичког факултета Универзитета у Бањој Луци, обрађивани уз кориштење лупе Leica EZ4D. Јединке су пребројане и сортиране по систематској припадности (Масан, 1959; Керовец, 1986, Fitter и Manuel, 1986; Nilsson, 2005, 2005а). Систематизоване јединке припадајућих узорака су похрањене у пластичне флакончиће и послужују за даљње анализе и проучавања.

За статистичку обраду узорака кориштен је рачунарски програм Microsoft Office Excel и Microsoft Office Word. Током анализе узорака формирана је електронска база фотодокумената.

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Мале хидроелектране

У Републици Српској одређено је 100 локације за изградњу МХЕ, чија би се укупна снага кретала од 150 до 180 MWh. До сада су реализована два пројекта изградње двије МХЕ. Један је МХЕ „Дивич“ на ријеци Врбањи концесионара „Елинг инжењеринг“ из Теслића, а реализован је у периоду 2003. до 2006. године. Према подацима из 2006. године инсталисана снага МХЕ „Дивич“ на ријеци Врбањи износи 1.4 MW за планирану годишњу производњу од 2500 MWh (2.5 милиона kW часова). Тек у октобру 2008. године добијена је дозвола за производњу струје МХЕ „Дивич“, која укупно има пет агрегата, а инсталисана снага је 2.807 MVA (мега волт ампера). Према подацима из 2010. годишња производња МХЕ износи 5 милиона kW часова, што је по садашњој цијени недовољно за годишњу отплату кредита наведене фирме, па у задње четири године МХЕ послује као губиташ. Такође, у Федерацији је изграђена МХЕ „Витез I“ на ријеци Лашви, али је тамо цијена kW часа већа, па је ова МХЕ рентабилнија. Изградњом МХЕ „Дивич“ дошло је до нарушавања стања екосистема у подручју горњег тока Врбање (Слика 1), па је из тог разлога и одлучено да се посвети већа пажња овом проблему кроз израду овог рада и текућег пројекта: „Екосистемске, ценотичке и популационе основе кориштења хидропотенцијала Републике Српске“ (координатор Н. Павловић).

Зообентос и утицаји малих хидроелектрана

Међу 14 обрађених проба зообентоса из горњег подручја Врбање са процјењеним нултим утицајем је 6 (4 квантитативне и 2 квалитативне), слабим утицајем 2 квантитативне, те са јаким утицајем МХЕ 6 квантитативних проба. У раду су табеларним приказима спајани локалитети по нивоу утицаја.

Локалитети са нултим утицајем (Табела 1) су: извор Запотци – (прољетни аспект - **II** и јесењи аспект - **XI**), извор испод Ланишћа (**VII**) и поток Килавац (**VIII**). На извору Запотци су узете двије квалитативне пробе (III, X - прољетњи и јесењи аспект које нису бројчано приказане).

	
<p>Транспорт посјечених стабала околине Дивича – свакодневна слика (ориг. Б. Б. Павловић)</p>	<p>Девастирани шумски екосистем око ријеке Врбање - падине Дивича (ориг. Б. Б. Павловић)</p>



Врбања и цијеви МХЕ „Дивич” са “заробљеном” водом Врбање, поглед на мјесто испод ушћа извора „Запотци“ (ориг. Б. Б. Павловић)

Цијеви и преливна решетка над отвором за додатно захватање воде сакупљене од притока (ориг. Б. Б. Павловић)

Слика 1. Нарушавање стања екосистема у подручју горњег тока Врбање изградњом МХЕ „Дивич“

Извор Запотци (II) по броју таксона (15) је на првом мјесту, а по броју јединки (601) на другом мјесту у прољетњем аспекту, док је у јесењем аспекту (XI) по броју јединки (644) на првом мјесту, а по броју таксона (10) на другом мјесту. Уколико спојимо извор испод Запотака из прољетњег аспекта са извором испод Запотака из јесењег аспекта у њему констатујемо присуство 16 таксона са просјечном вриједношћу 12,50 и укупним просјечним бројем јединки 622,50. Међу њима на прво мјесто долазе водени пужеви из фамилије Hydrobiidae са просјечном вриједношћу од 289,50, на другом је род *Gammarus* са 156,50, а на трећем ларве Trichoptera 38,50, док остали таксони показују нижу просјечну вриједност.

Поређењем проба зообентоса сакупљених у прољеће и јесен констатујемо да јесењи аспект има већу густину насеља зообентоса јер водостај постаје нижи, а простор за живот заједнице се смањује, па се јединке концентришу својим присуством у преосталом простору. Број јединки појединих таксона се повећао у јесењем аспекту у односу на прољетњи. Тако се број јединки из фамилије пужева Hydrobiidae повећао са 107 у прољетњем аспекту на 472 у јесењем аспекту. Број рачића *Gammarus*-а се смањио са 260 на 53 што се десило и са ларвама Trichoptera са 48 на 29, Plecoptera са 49 на 4, док ларве неодређених Diptera потпуно одсуствују у јесењем аспекту. За инсекте који су само развићем везани за воду, ово се објашњава првенствено излијетањем одраслих.

Табела 1. Стање зообентоса на локалитетима са нултим утицајем (0)

Таксон	Извор Запотци			Извор испод Ланишћа VII	Извори (II, VII, XI) Ср. в.	Поток Килавац VIII	Средња вриједност за све локалитете II, VII, XI, VIII
	II	XI	Ср. в.				
Turbellaria	2		1.00		0.67		0.50
<i>Cochlostoma sp.</i>	11		5.50		3.67		2.75
Hydrobiidae	107	472	289.50	4	194.33		145.75
<i>Planorbis sp.</i>	3		1.50	5	2.67		2.00
<i>Lymnaea sp.</i>		1	1.00		0.50		0.33
Oligochaeta	3		1.50		1.00		0.75
Acarina	5		2.50		1.67		1.25
<i>Asellus aquaticus</i>	2	4	3.00		2.00		1.50
<i>Gammarus sp.</i>	260	53	156.50	83	132.00		99.00
Ephemeroptera						14	4.67

Trichoptera - ларве	48	29	38.50	6	27.67	9	23.00
Plecoptera	49	4	26.50	10	21.00	18	20.25
Diptera – ларве	9		4.50	4	4.33		3.25
Chironomidae	50	1	25.50	5	18.67	3	14.75
Psychodidae	21	1	11.00		7.33		5.50
Simuliidae						1	0.33
Coleoptera - адулти	23	27	25.00		16.67		12.50
<i>Elmis sp.</i>	8	52	30.00		20.00		15.00
Број јединки	601	644	622.50	117	454.00	45	351.75
Број таксона	15	10	12.50	7	10.67	5	9.25

Извор испод Ланишћа (VII) уз каптажу „Елинг“ је по броју јединки (117) на трећем мјесту у прољетњем аспекту, као и по броју таксона (7). Поток Килавац (VIII) долази на посљедње мјесто по броју јединки (45) и по броју таксона (5) у прољетњем аспекту. Разлози сиромаштва бентоса нису јасни. Могуће разлог је серпентинитски тип подлоге слабо обрасле алгама, те смањена примарна продукција која узрокују мању густину насеља зообентоса, што није случај на осталим локалитетим. Састав зообентоса показује добар квалитет воде.

Обједињавањем проба обрађених извора тачке II и XI (извор испод Запотака – прољетњи јесењи аспект) и тачке VII (извор испод Ланишћа уз каптажу „Елинг“ – прољетњи аспект) добијамо укупно 16 таксона, са просјеком: 10,67 таксона и 454 јединке у проби. Међу таксонима по просјечном броју јединки на пробну површину на прво мјесто долазе Hydrobiidae 194,33, на друго *Gammarus sp.* 132,00, а на треће ларве Trichoptera 27,67 те Plecoptera са просјечним бројем јединки 21,00.

Посматрањем свих локалитета заједно са нултим утицајем (0), тј. контролних проба зообентоса долазимо до укупно 18 таксона, просјечно 9,25 таксона и просјечно 351,75 јединка у проби (Табела 1).

На основу анализе проба зообентоса и присуства карактеристичних таксона констатујемо да је извор Запотци са најбољим квалитетом воде, потом слиједи извор Ланишће, а на крају поток Килавац.

Јак ниво утицаја (2) МХЕ „Дивич“, одузимањем воде у одсјечцима текућица, сагледава се из анализе шест (6) проба зообентоса прољетног и јесењег аспекта на три тачке идући узводно (Таб. 2): Врбања испод Запотака (IV, IX), Врбања изнад Мандића вира (V, XIII) и Врбања испод Томине луке (VI, XIV). Међу њима по броју јединки на прво мјесто долази проба XIII (Врбања изнад Мандића вира, испод централе, јесен) са 969 јединки из 11 таксона. На локалитету изнад Мандића вира најмања је локална брзина тока што доприноси да се одржи велики број организама, у таквим условима, праћен њиховим већим биодиверзитетом. На другом мјесту је проба IX (Врбања испод извора Запотци, јесен) са 755 јединки из 11 таксона, а на трећем проба IV (Врбања на ушћу извора Запотци, прољеће) са 303 јединке из четири таксона, то јест са трећином јесењег броја таксона (најмањи број таксона међу шест обрађених проба). Потом слиједи Врбања изнад Мандића Вири испод објекта „Елинг“ (V), а на посљедњем мјесту је брзак на десној страни Врбање испод Томине луке (VI и XIV), чему је могући разлог највећа брзине воденог тока Врбање, па организми вјероватно бивају однесени водом.

Разматрањем проба зообентоса истог локалитета (Врбања испод Запотака), то јест (IV и IX) у два аспекта (прољетњи и јесењи) добијамо просјечне вриједности броја организама 529 из једанаест таксона са њиховим просјечним бројем 7,50. Прво мјесто заузимају ларве из реда Plecoptera, друго јединке из фамилије Chironomidae, а на трећем су ларве Trichoptera (просјечно и јесењи аспект), односно Ephemeroptera (прољетњи аспект). Густине насеља Plecoptera, Chironomida и Trichoptera су веће у јесењем аспекту него у прољетњем.

Друга тачка узводно је Врбања изнад Мандића Вира (испод објекта „Елинг“) са које су узете пробе зообентоса V и XIII, показује просјечан број јединки 625,50 из 13 таксона чији је просјечан број 9. Plecoptera су са највећим просјечним бројем јединки у проби, затим Chironomidae, те припадници Ephemeroptera. На првом мјесту у прољетњем аспекту долазе ларве фамилије Chironomidae, на другом ларве Plecoptera, а на трећем Ephemeroptera. У јесењем аспекту, истог локалитета, су на првом мјесту ларве Plecoptera, на другом ларве Chironomida, а на трећем ларве Ephemeroptera. У сва три таксона густина је већа у јесењој него у прољетној сезони.

Табела 2. Стање зообентоса на локалитетима са јачим утицајем (2)

Таксон	Врбања испод Запотака			Врбања изнад Мандића вира, испод објекта „Елинг“			Брзак на десној страни Врбање испод Томине луке			Средња вриједност за све локалитете
	IV	IX	Ср. в.	V	XII I	Ср. в.	VI	XIV	Ср. в.	
Turbellaria		1	0.50							0.17
Hydrobiidae				1		0.50				0.17
<i>Lymnaea sp.</i>		1	0.50							0.17
Oligochaeta							1		0.50	0.17
Hirudinea					2	1.00				0.33
Acarina		1	0.50		2	1.00		2	1.00	0.83
<i>Gammarus sp.</i>					3	1.50		1	0.50	0.67
<i>Cypris sp.</i>		5	2.50		25	12.50		12	6.00	7.00
Ephemeroptera	41	25	33.00	11	181	96.00	9	37	23.00	50.67
Trichoptera - ларве	2	79	40.50	6	23	14.50	18	19	18.50	24.50
Plecoptera	15	32	236.0	10		311.0	25	125	75.00	207.33
Diptera - ларве	2	0	0	6	516	0	1	6	3.50	3.83
Diptera - лутке		9	4.50		8	4.00		2	1.00	1.67
<i>Liponeura sp.</i>				2		1.00				0.33
Chironomidae	10	28	197.0	14		172.0	66		33.00	134.00
Psychodidae	8	6	0	6	198	0	1		0.50	0.17
Tipulidae		17	8.50							2.83
Simuliidae				10	3	6.50	3		1.50	2.67
Coleoptera - адулти		11	5.50							1.83
<i>Elmis sp.</i>					1	0.50		1	0.50	0.33
Број јединки	30	75	529.0	28	969	625.5	124	205	164.5	439.67
Број таксона	4	11	7.50	7	11	9.00	8	8	8.00	8.17

Трећа тачка (узводно) је десна страна Врбање на брзаку испод Томине луке (VI и XVI) у оба аспекта са просјечним бројем јединки 164,50 из 12 таксона, чији је просјечан број 8. Бројност је ниска за све таксоне: у просјеку је присутно највише јединки Plecoptera, слиједе Chironomidae, те Ephemeroptera. На прво мјесто по густини у прољетном аспекту овог локалитета долазе ларве из фамилије Chironomidae (којих нема у јесењој проби), на друго ларве Plecoptera, а на треће ларве Trichoptera. У јесењем аспекту поредак је слиједећи: Plecoptera, Ephemeroptera и Trichoptera.

Поређењем тачке изнад Мандића вира са тачком уз ушће извора испод Запотака у оба аспекта (V, XIII са IV, IX) констатоване су мање разлике просјечних густина насеља 625,50 према 529 јединки из 13, односно 11 таксона, или просјечно 9, односно 7,5 таксона у проби. Од Мандића вира до пробне тачке испод Запотака нема узимања, али има нешто притицања воде. Услови биотопа (нагиб и водена струја) су слични, тако

да се не очекују веће разлике. Низводно смањење броја таксона може да се повеже већим одстојањем на коме се одржава редуцирани проток у односу на екотонску позицију тачке изнад Мандића вира. Plecoptera и Chironomidae су доминантне просјечно, а и у прољетним и јесењим пробама на обје тачке. Трећа позиција је бројност Ephemeroptera или Trichoptera у појединим пробама и просјечно за ове тачке.

Поређењем састава зообентоса на крајњим тачкама анализираних одсјечка Врбање са редуцираним током (највиша тачка брзак испод Томине луке, а најнижа на ушћу извора испод Запотака) уочавају се разлике бројева присутних таксона уз веће сезонско (прољеће, јесен) варирање на најдоњој тачки, а исти број таксона у обје сезоне на најгорњој тачки. Просјечан број јединки је већи за пробе испод Запотака него за пробе испод Томине луке, исто је и са разликама при поређењу проба исте сезоне. Plecoptera, Chironomidae и Ephemeroptera у просјеку доминирају на обје тачке, али у јесењој проби испод Томине луке нема јединки фамилије Chironomidae.

Просјечна вриједност суме броја јединки за све побројане тачке (IV, V, VI, IX, XIII и XVI) истог нивоа утицаја (ниво утицаја 2) износи 439,67 из 19 таксона и просјечно 8,17 таксона у проби. На нивоу просјечног броја јединки, у проби су доминирајући таксоци Plecoptera, Chironomidae и Ephemeroptera, а на четвртој позицији су Trichoptera. Изненађујућа је пета позиција Ostracoda, што може да се повеже са укупним смањењем тока и импулсима преласка Врбање из стања континуиране текућице у стање низа проширења, са нешто више мирне воде, која су повезана одсјечцима тока са мало воде. То током лjeta и јесени омогућује успостављање популација из рода *Cypris*.

Слаб ниво утицаја (1) рада МХЕ „Дивич“ сагледаван је обрадом материјала са локалитета Дуги Точак (точак је са лијеве стране Врбање, а пробе су узете на десној страни Врбање изнад моста). Констатовано је изразито веће богатство пробе XII (1455 јединки зообентоса сврстаних у 12 таксона), узете у октобару, од пробе I узете априла 2009. године, са једанест пута мањим бројем јединки (131) из мањег броја таксона (9). Средња вриједност броја таксона за ове пробе је 10,50, а просјек броја јединки је 793,00 (Табела 3). Plecoptera имају највећу густину (и просјечно, као и у јесењој и прољетној сезони), Ephemeroptera (на исти начин заузимају) другу позицију, затим су Trichoptera и Chironomidae на трећој и четвртој позицији.

Табела 3. Стање зообентоса на локалитету Дуги точак са слабијим нивоом утицаја (1) и поређење средњих вриједности по сезонама свих тачака на ријечи Врбањи са нивоом утицаја 1 и 2

Таксон	Дуги точак		Средња вриједност за све тачке нивоа утицаја 1	Средње вриједности нивоа утицаја 1 и 2		Средње вриједности за све тачке нивоа утицаја 2	
	Прољеће I	Јесен XII		Прољеће	Јесен	Прољеће	Јесен
Turbellaria					0.25		0.33
Nematoda		7	3.50		1.75		
Cochlostoma sp.							
Hydrobiidae	1		0.50	0.50		0.33	
Planorbis sp.							
Lymnaea sp.					0.25		0.33
Oligochaeta	2	1	1.50	0.75	0.25	0.33	
Hirudinea					0.50		0.67
Acarina		6	3.00		2.75		1.67
Asellus aquaticus							
Gammarus sp.					1.00		1.33

<i>Cypris sp.</i>					10.50		14.00
Ephemeroptera	41	461	251.00	25.50	176.00	20.33	81.00
Trichoptera - larve	11	333	172.00	9.25	113.50	8.67	40.33
Trichoptera - lutke	3		1.50	0.75			
Plecoptera	57	493	275.00	85.00	363.50	94.33	320.33
Diptera - larve	3	12	7.50	1.00	8.50	0.33	7.33
Diptera - lutke		2	1.00		3.00		3.33
Rhagionidae		16	8.00		4.00		
<i>Liponeura sp.</i>				0.50		0.67	
Chironomidae	9	116	62.50	82.25	150.00	106.67	161.33
Psychodidae				0.25		0.33	
Tipulidae	1		0.50	0.25	4.25		5.67
Simuliidae		4	2.00	3.25	1.75	4.33	1.00
Coleoptera - adulti	3	2	2.50	0.75	3.25		3.67
<i>Elmis sp.</i>		2	1.00		1.00		0.67
Број јединки	131	1455	793.00	210.00	846.00	236.33	643.00
Број таксона	9	12	10.50	7	10.,25	6.33	10

Поређење сезона за нивое утицаја 1 и 2. Спајањем података за тачке на ријеци Врбањи у зони цјевовода и низводно од доњих испуста цјевовода (ниво утицаја 2 спојен са 1), за прољетњи аспект, добијене су средње вриједности густине (210 јединки из 13 таксона) и просјечне заступљености 7 таксона по проби. У јесењем аспект одговарајући бројеви су 846 јединки (из 19 таксона) и просјечним бројем 10,25 таксона. Ако разматрамо средњу вриједност посебно за нивоа утицаја 2, у прољетњем аспект, долазимо до средње вриједности броја јединки 236,33 из 10 таксона, чија је просјечна вриједност 6,33. За јесењи аспект, средња вриједност броја јединки је 643 из 15 таксона са њиховим просјечним бројем 10 (Табела 3).

Средња вриједност броја јединки, броја таксона којима припадају, као и просјечан број таксона у прољетњим пробама зообентоса Врбање су мањи у односу на јесење пробе. Раст популација од прољећа доприноси повећању густине насеља зообентоса до јесени, таксони са мањом густином или они чији стадијуми почињу касније да се развијају, у води, доприносе повећању броја таксона у јесен. Обрнуто је стање у извору испод Запотака: већи број таксона у прољеће него у јесен, већи број припадника фамилије Hydrobiidae доприноси да је број јединки мало већи у јесењој него у прољетној проби, с тим да је издашност извора изразито смањена у јесен. Разлог се може потражити у већем богатству воде у јесењем аспект у односу на прољетњи аспект у коме дио корита ријеке Врбање остаје сув, што се одражава на присуство јединки, односно таксона чијој већини је вода потребна за развиће.

Обједињени подаци за 8 проба Врбање (нивоима утицаја 1 и 2): указују на већу просјечну густину насеља зообентоса (528 јединки у оквиру 21 таксона) и на већи просјечан број таксона (8,75) него у 4 пробе притока (нивоа утицаја 0) (притоке) просјечно 351,75 јединки из 18 таксона, али са већим просјеком броја таксона (9,25). Одабране притоке као контролни екосистеми (нивоа утицаја 0) не могу да замијене недостајуће податке о нултом стању зообентоса Врбање прије изградње МХЕ „Дивич“.

Констатовани су ниски коефицијенти корелације за израчунате пропорције присуства таксона између група проба по нивоима утицаја (0, 2, 1): $r_{(0,2)}=0.5326$; $r_{(0,1)}=0.4122$; $r_{(2,1)}=0.6391$, нижи са 0 него између нивоа утицаја 1 и 2.

Може се очекивати да импулсна прелијевања преко улазних решетки, ради отплављивања наноса, у периодима рада МХЕ пуним капацитетом, посебно зими и у другим периодима смањених токова, Врбања остаје без (довољно) воде у кориту дуж

цјевовода. Тиме би могло да буде узроковано смањење густине насеља зообентоса у прољетњем периоду, а у јесењем периоду већа густина се односи на смањену површину дна, чиме су изразито измијењене продукционе могућности биоценоза на том дијелу тока. Присуство таксона који припадају у већој мјери биотопима стајаћих вода на дијелу тока са великим просјечним нагибом поуздан је показатељ изнесених процјена да корито Врбање повремено остаје без тока. Постојање периода када се цијеви празне и периода када је пражњење смањено (обушављено) такође доводи до неповљних утицаја на биоценозу Врбање и низводно од доњих постројења МХЕ. То је такође могло да доведе до бројчаног и таксонског осиромашења у прољетњој проби код Дугог Точка. Громаде камења, од несхватљиво велике масе разрушених стијена, уз тачку испод Томине луке уништиле су првобитне биоценозе слаповитих станишта које се још дуго неће обновити. На тим дијеловима стијене природно обрасту маховином у којој би требало да се налазе Gammaridae и Elmidae слично као у извору испод Запотока.

Рад МХЕ производи изразите вибрације (објекат је позициониран на расједу уз рупу која је раније попуњена ријечним наносом), које даље неповољним звучним ефектима дјелују не само на особље и посјетиоце објекта него и на километарском одстојању ноћу ремете сан мјештана. Сасвим је извјесно да се то може сматрати фактором ризика у покретању тромба код особа које имају те здравствене проблеме. Само једна хаварија током првих проба покидала је дебело стабло усљед прскања цијеви. Стављање рампе и обавјештења о забрани приласка уводи додатне моменте на тасове интереса, узурпацији услова кретања, кориштења простора и опстајања становништва.

Претходно наведени подаци о економским проблемима пословања МХЕ „Дивич“ постављају питање који су то други разлози који би оправдали такав ниво разарања изразито осебујних система природе у којима су десетине домаћинстава обезбјеђивале вјековна трајања, гдје су уточиште налазиле и задње средњевјековне српске владарске породице.

ЗАКЉУЧАК

- Прве мале хидроелектране (МХЕ) су изграђене на ријеци Врбањи од 2003. до 2006. године.
- МХЕ „Дивич“ је добила дозволу за производњу струје 2008. године, има укупно пет агрегата, а инсталисана снага јој је 2.827MVA (мега волт ампера). Према подацима из 2010. годишња производња МХЕ износи 5 милиона kW часова, али се усљед ниске цијене електричне енергије показала нерентабилном и послује као губиташ.
- Прије изградње МХЕ проучавање зообентоса Врбање (у овом дијелу тока) није провођено, па се представа о ранијем његовом стању добијала на основу посебног богатства и особености популације поточне пастрмке.
- Укупно је изанализирано 12 проба зообентоса: 4 са нултим нивоом утицаја, 2 са slabим нивоом утицаја и 6 са јаким нивоом утицаја МХЕ „Дивич“.
- Сумирањем свих локалитета са нултим нивоом утицаја (у двије сезоне) добијамо просјечну суму броја јединки 351,75 са просјечним бројем таксона 9,25. Локалитет са slabим нивоом утицаја МХЕ (у двије сезоне) показује средњу вриједност броја јединки 793,00 и просјечан број таксона 10,50. Сумирањем свих локалитета са јачим нивоом утицаја МХЕ утврђен је просјечан број јединки 439,67 и просјечан број таксона 8,17.
- Утицај МХЕ на стање ценокона горњег дијела ријеке Врбање је велики и довешће према добијеним подацима о стању зообентоса у питање опстајања неких од њих, што ће имати несагледиве посљедице за живи свијет и за доступност воде. Неопходно је наставити истраживања, мониторинг и покушати

да се заштите станишта са нултим утицајем у овом подручју, која су сада под јаким антропогеним утицајем узрокованим сјечом шуме.

- Капацитети екосистема текућице драстично су нарушени у овом дијелу Врбање после захватања воде за мини електране.

ЛИТЕРАТУРА

1. Благојевић, С., Ј. Јерковић, С. Крек, Драгица Каћански, Р. Лакушић, Мара Маринковић-Господнетић, Смиља Мучибабић, Мирјана Танасијевић, Т. Вуковић (1969): Лимнички системи горњег слива Босне. III Kongres biologov Jugoslavije, Knjiga plenarnih referatov i poveztkov, Ljubljana: 71.
2. Fitter, R., R. Manuel (1986): Field Guide to the Freshwater Life of Britain and North West Europe. Collins, London.
3. Каћански, Драгица (1970): Фауна *Plecoptera* у подручју планина Маглић, Волујак и Зеленгора. ГЗМ, Сарајево, 9: 67-78.
4. Каћански, Драгица (1970а): Фауна *Simulidae (Diptera)* на подручју планина Маглић, Волујак и Зеленгора. ГЗМ, Сарајево, 9: 79-91.
5. Каћански, Драгица (1971): *Plecoptera* слива горњег тока ријеке Босне. ГЗМ, Сарајево, 10:117-130.
6. Каћански, Драгица, Велинка Чепић, Мирјана Танасијевић, Д. Вагнер (1984): Неке карактеристике зообентоса горњег тока ријеке Врбас. Билтен Друштва еколога Босне и Херцеговине, Серија Б – Научни скупови и савјетовања, Број 2. III Конгрес еколога Југославије – радови и резимеа Књига I: 77-82.
7. Керовец, М. (1986): Приручник за упознавање бескраљешњака наших потока и ријека. Загреб.
8. Крек, S. (1970): *Philosepedon balkanicus i Threticus optabilis*, нове врсте трибуса *Telmatoscopini Vaillant (Psychodidae)*. Год. Биол. инст. Унив. XXIII, Сарајево.
9. Масан, Т. Т. (1959): A guide to Freshwater Invertebrate Animals. Longman.
10. Маринковић-Господнетић, М. (1970): Фауна Trichoptera подручја Маглића, Волујака и Зеленгоре. ГЗМ, Сарајево, 9: 107-119.
11. Мучибабић, Смиља, Мара Маринковић-Господнетић, С. Благојевић, Дубравка Ремета, Р. Лакушић, Драгица Каћански, С. Крек, Мирјана Танасијевић, Велинка Чепић, Т. Вуковић, Ђ. Косорић, (1973): Лашва у комплексу екосистем слива горњег тока Босне. Први конгрес еколога (Човек и средина) Београд: 54-56.
12. Мучибабић, Смиља, Драгица Каћански, С. Благојевић, Велинка Чепић, Дубравка Хафнер, Ђ. Косорић, С. Крек, Мара Маринковић-Господнетић, Мирјана Танасијевић, Т. Вуковић (1969): Неке карактеристике биоценоза ријеке Криваје. Екологија, посебан отисак (Други конгрес еколога Југославије), Задар: 825-836.
13. Nilsson, A. (2005): The Aquatic Insects of North Europe 1. Apollo Books, Denmark.
14. Nilsson, A. (2005a): The Aquatic Insects of North Europe 2. Apollo Books, Denmark.
15. Павловић, Б. П., Н. Павловић (1999): Богатство лимнофауне изворским облицима и кориштење извора. У Ресурси природне воде за пиће са еколошким поријеклом. (М. Матовић, Н. Бајић). Пожега, Епоха: 67-72.
16. Павловић, Б. П., Н. Павловић (2000): Број врста и подврста у лимнофауни Еворопе које живе у кренонским биотопима Балканског полуострва и проблеми њиховог опстанка. Ecologica Београд – Бања Лука, посебно издање Но. 6: 135-138.

17. Павловић, Б. П., Невенка Павловић, Марина Мршић, Радојка Пајчин, С. Филиповић (2009): Неке биотичке и еконске основе кориштења енергетских потенцијала ријеке Говзе. У: Научно-стручни скуп са међународним учешћем „Заштита и здравље на раду и заштита животне средине“, Зборник радова, 441-453. Бања Лука.
18. Павловић, Невенка, Б. П. Павловић, Радојка Пајчин, С. Филиповић, Д. Дмитровић, Марина Мршић (2009): Стање таксоцена зообентоса кренона у сливу Сутјеске. У: Научно - стручни скуп са међународним учешћем „Заштита и здравље на раду и заштита животне средине“, Зборник радова, 427–440. Бања Лука.
19. Павловић, Невенка, Б. П. Павловић, С. Филиповић, Марина Мршић (2006): Поређење стања таксоцена зообентоса кренона Врела Босне, Паљанске Миљацке, Бистрице и снабдевање питком водом. У: Зборник радова – први међународни конгрес „Екологија, здравље, рад, спорт“ 76–80. Бања Лука.
20. Павловић, Невенка, Мира Божић, С. Филиповић (2008): Анализа зообентоса изворишта Усоре. У: Научно - стручни скуп са међународним учешћем „Савремене технологије за одрживи развој градова“, Зборник радова, 611-618. Бања Лука.

Примљено: 10.01.2011.

Одобрено: 12.07.2011.