
FUTURE OF ENERGY EFFICIENCY AND ENVIRONMENTAL IMPACT

Miodrag ŠmelcerovićVocational High School for Technology and Art – Leskovac, Republic of Serbia,
msmelcerovic@yahoo.com**Suzana Djordjević**

Vocational High School for Technology and Art – Leskovac, Republic of Serbia,

Dragan Djordjević

Faculty of Tehnology in Leskovac, Univerzity Niš

Tanja Nikolić

Vocational High School for Technology and Art – Leskovac, Republic of Serbia,

Abstract: Professors of the future should present themselves to children, The problem of the environment pollution reached its peak in the beginning of the last century. The energy sector is one of the major contributors to environment pollution. Energy consumption in the world is increasing year over year and the dominant energy sources are still fossil fuels regardless of their decreasing availability. Given the estimates that the tendency of the increase in consumption of oil and oil derivatives will be maintained, the measures to ensure the balance between consumption and renewal of natural resources are in the focus of the expert and scientific public. Environmental protection, energy sustainability, global warming, risk of nuclear power plants accidents are the main reasons for turning to renewable energy sources, both in the world and in Republic of Serbia. The most used renewable energy source is hydropower, which involves converting the kinetic energy of water masses into electricity. Serbia has a very favorable hydro potential, and almost the entire production belongs to large hydropower plants. However, large hydropower plants and dams have some shortcomings. They affect the appearance of the area and their ecosystems, they change the flow, speed and temperature of the river changing the existing ecosystems along the river, endanger and prevent the migration of fish, and finally, they change the flow of river sediment. In contrast, small hydropower plants have no significant environmental impact in case of a good choice of location and technological solution. The use of small hydropower plants on small water courses can significantly contribute to improving the efficiency of using these renewable energy sources, while the assessment of the impact of small hydropower plants on the quality of the environment can make a significant contribution to the justification of their use. From the hydrographic aspect, one of the important areas is the area of the municipality of Žagubica. Its main stream is the river Mlava, which together with its tributaries makes a very dense hydrographic network and as such represents the potential for the construction of mini hydropower plants. However, the construction of dams, as well as other water management facilities, influences the flow regime of natural waters, which leads to changes in the composition and the number of living organisms; some species disappear, while others alter the habitat. The aim of this paper is to assess the impact of small hydropower plant "Kozji grb", KO Krepoljin, municipality of Žagubica, on changes in fauna. Considering that a large part of the activities on the construction of a small hydropower plant, as well as its regular regime of work, are performed in the ecological area of aquatic organisms, the greatest impact should be expected from the aspect of changing the structure and state of the ichthyofauna. These impacts are minimized by providing a guaranteed biological minimum downstream from the water intake, which allows the unobstructed life and development of the aquatic biota. Also, an impact related to the construction and operation of a small hydropower plant on the fauna of amphibians, reptiles, birds, and mammals was analyzed. Generally, qualitative and quantitative losses in the living world are negligible, spatially and temporally very limited, practically to the very location.

Key words: small hydropower plant, fauna, protected species,

БУДУЋНОСТ ДОБИЈАЊА ЕНЕРГИЈЕ И УТИЦАЈ НА ОКОЛИНУ**Miodrag Šmelcerović**Vocational High School for Technology and Art – Leskovac, Republic of Serbia,
msmelcerovic@yahoo.com**Suzana Djordjević**

Vocational High School for Technology and Art – Leskovac, Republic of Serbia,

Dragan Djordjević

Faculty of Tehnology in Leskovac, Univerzity Niš

Резиме:Професори будућности, требају представити деци проблем загађења животне средине достигао је врхунац почетком прошлог века. У значајне загађиваче животне средине спада и сектор енергетике. Потрошња енергије у свету се повећава из године у годину, при чему доминантне енергенте још увек представљају фосилна горива, без обзира на ограниченост овог ресурса. С обзиром на процене да ће се тенденција пораста потрошње нафте и нафтних деривата задржати, мере које ће довести потрошњу енергије у границе одрживости, односно мере које треба да обезбеде равнотежу између потрошње и обнављања природних ресурса су у жижи стручне и научне јавности. Заштита животне средине, енергетска одрживост, глобално загревање, опасност од хаварија у нуклеарним електранама, основни су разлози окретања обновљивим изворима енергије, како у свету, тако и у Републици Србији. Најискоришћенији обновљив извор енергије је хидроенергија, која подразумева претварање кинетичке енергије водених маса у електричну енергију. Србија има веома повољан хидропотенцијал, при чему готово целокупна производња припада великим хидроелектранама. Међутим, велике хидроцентрале и бране имају и неке недостатке. Оне утичу на изглед предела и њихове екосистеме, мењају ток, брзину и температуру река мењајући постојеће екосистеме уз реку, угрожавају и спречавају миграцију риба и коначно, мењају проток речног талога. За разлику од њих, мале хидроелектране, у случају доброг избора локације и технолошког решења, немају већих штетних утицаја на животну средину. Коришћење мини хидроелектрана на малим водотоковима може значајно допринети унапређењу ефикасности коришћења ових обновљивих извора енергије, при чему процена утицаја малих хидроелектрана на квалитет животне средине може дати значајан допринос у погледу оправданости њиховог коришћења. Једно од значајних подручја са хидрографског аспекта је подручје општине Жагубица. Њен главни речни ток је река Млава, која са свим својим притокама чини врло густу хидрографску мрежу и као таква представља потенцијал за изградњу мини хидроелектрана. Међутим, изградња брана, као и других водопривредних објеката, утиче на режим протока код природних вода што доводи до промена у саставу и броју живих организама; неке врсте нестају, док друге мењају станиште. Циљ овог рада је процена утицаја мале хидроелектране "Козји грб", КО Крепољин, општина Жагубица, на промене у фауни. С обзиром на то да се велики део активности на изградњи мале хидроелектране, као и њен редовни режим рада одигравају у еколошком простору водених организама, највеће утицаје треба очекивати са аспекта промене структуре и стања ихтиофауне. Ови утицаји су сведени на минимум обезбеђивањем гарантованог биолошког минимума низводно од водозавхвата, којим се омогућује несметани живот и развој воденог биома. Такође, анализиран је утицај везан за изградњу и рад мале хидроелектране на фауну водоземаца, гмизаваца, птица и сисара. Генерално, квалитативни и квантитативни губици у живом свету су занемарљиви, просторно и временски врло ограничени, и то практично на саму локацију.

Кључне речи: мале хидроелектране, фауна, заштићена врста, река Млава

1. УВОД

Полазећи од чињенице да је необновљивих извора енергије (угаљ, нафта, гас) све мање, као и да су штетни утицаји који настају њиховим коришћењем све израженији последњих година, неминовно се намеће потреба за ефикаснијим коришћењем обновљивих извора енергије. Хидроенергија, као обновљив извор енергије, пружа велике могућности за даљи развој. Иако су веће реке углавном коришћене, мањи водотокови пружају могућности за даљу градњу малих хидроелектрана.² Професори будућности, требају, едукоти ученике о утицају на флору и фауну, као и предности њиховог коришћења, а главне предности малих хидроелектрана, осим што користе обновљив извор енергије и технологију која је проверена у домаћој и светској пракси, су могућност уштеде горива, флексибилност на промену оптерећења, висока ефикасност рада, поузданост и дугочекност, ниски трошкови рада и одржавања и, што је од изузетног значаја, најчешће не загађују околину. Основне мане су велики почетни трошкови и зависност од падавина, а при изградњи неких малих хидроелектрана може доћи до плављења земљишта, промене рибљег станишта и затварања рибљих путева.³

С обзиром на повољан хидропотенцијал, као и геолошке карактеристике источне Србије и Браничевског округа, изграђена је мала хидроелектрана "Козји грб" на реци Млави. У овом раду вршена је процена утицаја везана за изградњу и рад мале хидроелектране "Козји грб", КО Крепољин, општина Жагубица, на промене у фауни испитиваног подручја.

2. КАРАКТЕРИСТИКЕ МАЛЕ ХИДРОЕЛЕКТРАНЕ "КОЗЈИ ГРБ" И ФАУНЕ ИСПИТИВАНОГ ПОДРУЧЈА

Мала хидроелектрана "Козји грб" лоцирана је на реци Млави, КО Крепољин, општина Жагубица, око 7km узводно од Горњачке клисуре, 3,5 km југо-западно од Крепољина и на 18 km западно од Жагубице (ваздушном линијом). Спада у хидроелектране са малим падом и садржи следеће објекте: бетонску преграду у кориту реке Млаве, захватну грађевину са решетком, канал за одвод воде од водозахвата до објекта електране, објекат електране (машинска зграда) у коме је смештена турбина, генератор, трансформатор и преносна и мерна опрема. Брана мале хидроелектране је бетонска гравитациона брана која се састоји од преливног дела ширине 9,0 m, четири испусна поља са табластим уставама за евакуацију великих вода, а за испуст воде биолошког минимума и омогућавање миграционог кретања риба изведена је риблива стаза.⁴

Фауна риба (ихтиофауна). При ихтиофаунистичким истраживањима Млаве, утврђено је да је изворишни део Млаве све до Рибарске клисуре типично салмонидни. Доминантна врста је поточна пастрмка (*Salmo trutta*). На потезу Жагубица-Рибари укупно је евидентирана једна врста колоуста и пет врста риба (дунавска паклара - *Eudontomyzonvladykovi*, поточна пастрмка - *Salmotrutta*, дужичаста пастрмка - *Oncorhynchusmykiss*, пијор - *Phoxinusphoxinus*, клен - *Leuciscuscephalus* и пеш - *Cottusgobio*), док је у низводнијем делу реке, посебно на потезу Крепољин-Горњак, установљено још 6 врста (поточна мрена - *Barbuspeloponnesius*, мрена - *Barbusbarbus*, двопругаста уклија/плиска - *Alburnoidesbipunctatus*, скобаљ - *Chondrostomansus*, бркица - *Barbatulabarbatula* и вијун - *Cobitiselongata*).⁵

Фауна водоземаца и гмизаваца (херпетофауна и батрахофауна) читаве долине Млаве је релативно богата и разноврсна. На ширем истраживаном простору, од значајнијих врста водоземаца до сада је забележено присуство следећих: зелена крастача (*Bufo viridis*), обична крастача (*Bufo bufo*), шумска жаба (*Rana dalmatina*), права жаба (*Rana ridibunda*), грчка жаба (*Rana graeca*), жутотрби мукач (*Bombina variegata*), мали мрмољак (*Triturus vulgaris*), шарени даждевњак (*Salamandra salamandra*). Од гмизаваца, неке од значајнијих врста чије је присуство регистровано, или се може очекивати на предметном локалитету су: слепић (*Anguis fragilis*), обични зелембаћ (*Lacerta viridis*), зидни гуштер (*Podarcis muralis*), обични смук (*Zamenis longissima*), белоушка (*Natrix natrix*), рибарица (*Natrix tessellata*), поскок (*Vipera ammodytes*).⁶

Фауна птица (орнитофауна). Број регистрованих врста које се редовно виђају на, и у околини предметне локације током репродуктивног периода, према расположивим подацима премашује стотину.^{7,8} На стаништима која се налазе непосредно уз водоток Млаве и у обалној вегетацији, најкарактеристичније врсте су: воденкос (*Cinclus cinclus*), бела плиска (*Motacilla alba*), жута плиска (*Motacilla flava*), планинска плиска (*Motacilla cinerea*).

Фауну сисара (териофауна) предметне локације и ширег подручја чини око 30-так врста. На предметној локацији се као стално присутне врсте сисара могу очекивати пре свега оне које су уско везане за водена станишта, као што су: видра (*Lutra lutra*), водена валухарица (*Arvicola terrestris*), водена ровчица (*Neomys fodiens*), мочварна ровчица (*Neomys anomalus*), као и врсте које настањују станишта уз обалу Млаве и присутних притока, првенствено карактеристични фаунистички елементи европских листопадних шума. Нешто ширу околину предметне локације, али не и њу саму, настањују и врсте крупних сисара.^{9,10}

3. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

С обзиром на то да се велики део активности на изградњи мале хидроелектране, као и њен редовни режим рада одигравају у еколошком простору водених организама, највеће утицаје треба очекивати са аспекта промене структуре и стања ихтиофауне. Као активности које доводе до промене хидролошког режима на предметној локацији треба истаћи бетонирање обале или дела речног дна, подизање насипа, стварање акумулације. У табели 1 приказане су заштићене врсте ихтиофауне реке Млаве.

Табела 1. Заштићене врсте ихтиофауне реке Млаве

Фамилија	Врста	Домаћи назив	СЗВ ¹	ЗВ ²	ЕУ ³	БЕРН ⁴
Petromyzontidae	<i>Eudontomyzon vladykovi</i>	паклара	+			
Salmonidae	<i>Salmo trutta</i>	поточна пастрмка		+		
Cyprinidae						
	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	двопругаста укклија		+		III
	<i>Barbus barbus</i>	мрена		+	V	
	<i>Barbus peloponnesius</i>	поточна мрена		+	V	III
	<i>Chondrostoma nasus</i>	скобаљ		+		III
	<i>Leuciscus cephalus</i>	клен		+		
Cobitidae	<i>Cobitis elongata</i>	вијун	+	+	II	III
	<i>Barbatula barbatula</i>	брица				
Centrarchidae	<i>Lepomis gibbosus</i>	сунчаница				
Percidae	<i>Perca fluviatilis</i>	греч		+		

¹СЗВ -Строго заштићена врста;

²ЗВ - Заштићена врста;

³ЕУ - Директива Савета 92/43/ЕЕЗ, Анекс II и V;

⁴БЕРН - Бернска конвенција, Анекс III.

Интегрална заштита и очување аутохтоног, изворног диверзитета риба и ихтиогенофонда, као и заштита воде као ресурса и као станишта самих врста и њихових заједница садржана је у међународним конвенцијама, директивама и другим документима који налазе примену и на националном и локалном нивоу.^{11,12,13}

Директивом о заштити природних станишта и дивље фауне и флоре (Habitats Directive - Council Directive 92/43/EEC on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora), Анексом II (врсте од значаја на европском нивоу за чије је очување неопходно означити посебна заштићена подручја) заштићена је врста вијун (*Cobitis elongata*), а врсте из рода мрена (*Barbus barbus*, *Barbus peloponnesius*) налазе се у Анексу V, односно на списку врста за чије се хватање и експлоатацију могу применити одређене мере управљања.

Према IUCN Црвеној листи угрожених врста и категоријама угрожености, већина евидентираних врста риба има статус LR (LC), односно захтевају "најмању бригу" у односу на ниво потребне заштите.¹⁴ Са Прелиминарног списка врста за Црвену листу кичмењака Србије на овом подручју је од рибљих врста присутна поточна пастрмка (*Salmo trutta*).

При хватању површинских вода низводно од водозавхвата обезбеђен је гарантовани биолошки минимум који се утврђује према карактеристичним протицајима реке Млаве, односно хидролошким испитивањима и прорачуну и који износи 0,555 m³/s.⁵ Биолошки минимум ће омогућити несметани живот и развој воденог биома низводно од водозавхвата.

Фаунистичке групе водоземаца и гмизаваца имају већу осетљивост од припадника ихтиофауне. Узрок томе је везаност животног циклуса и за копно и за воду, тако да се негативни утицаји у оба медијума неминовно исказују кроз утицаје у различитим фазама живота гмизаваца и водоземаца. Ово дејство се нарочито испољава током уобичајених сезонских миграција у периоду репродукције.

Према IUCN категоријама угрожености, представници водоземаца и гмизаваца са испитиваног локалитета: шарени даждевњак (*Salamandra salamandra*), мали мрмољак (*Triturus vulgaris*), грчка жаба (*Rana graeca*), обични смук (*Zamenis longissima*), припадају категорији „најмања брига“ (LC), што указује на релативно повољан општи статус њихових популација.¹⁵

4.3АКЉУЧАК

Највећи утицај мале хидроелектране треба очекивати са аспекта промене структуре и стања ихтиофауне. Ови утицаји су сведени на минимум обезбеђивањем гарантованог биолошког минимума низводно од водозавхвата, којим се омогућује несметани живот и развој воденог биома, као и рибљих врста које су присутне на овом подручју а заштићене су међународним конвенцијама, директивама и другим

документима који налазе примену и на националном и локалном нивоу. Највећи степен резистентности на предвиђене утицаје везане за изградњу и рад мале хидроелектране показује фауна птица. Формирањем акумулације може се очекивати и појава нових врста, везаних за станишта оваквог типа. Генерално, квалитативни и квантитативни губици у живом свету су занемарљиви, просторно и временски врло ограничени, и то практично на саму локацију. Опстанак значајних, осетљивих или ретких екосистема није доведен у питање.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Катастар малих хидроелектрана у Републици Србији, Енергопројект-Хидроинжењеринг, Београд, Србија, 1991.
- [2] Мојић, З., Јаневски, Ј., Божић-Огњевић, Б., Искоришћење хидропотенцијала кроз изградњу малих хидроелектрана (МХЕ), Екоенерго инжењеринг доо, Београд, Друга међународна конференција о обновљивим изворима електричне енергије, МКОИЕЕ 13, Београд, октобар 2013.
- [3] Политике и стратегије Европске уније у области животне средине у југоисточној Европи, Приручник за обуку организација цивилног друштва из југоисточне Европе о примени ЕУ легислативе у области заштите природе, IUCN, Гланд, Швајцарска и Београд, Србија, 2011.
- [4] Стратегија биолошке разноврсности Републике Србије за период од 2011. до 2018. године, Министарство животне средине и просторног планирања, Београд, 2011.
- [5] Студија о процени утицаја за пројекат изградње мале хидроелектране „Козји грб“ К.О. Крепољин, општина Жагубица, Институт за квалитет радне и животне средине “1. Мај” а.д. Ниш, 2012.
- [6] Симоновић, П., Рибе Србије, ННК Интернационал, Завод за заштиту природе Србије и Биолошки факултет Београд, Београд, 2001.
- [7] Црнобрња, Ј., Фаунистичке цртице о гмизавцима и водоземцима Хомоља, 1982.
- [8] Рашајски, Ј., Птице Србије, Прометеј, Нови Сад, 1997.
- [9] Хам, И., Прилози фауни птица источне Србије, Зборник радова о фауни Србије, САНУ, 1:129-145, Београд, 1977.