



Journal of Engineering and Management

Volume 2 / No 1 / March 2024 / 25 - 28

UDK 621.221:621.311.21(497.6Sutjeska)

DOI <http://dx.doi.org/10.7251/JEM2402025K>

Case study

Hydropower potential of river Sutjeska

Hidroenergetski potencijal sliva rijeke Sutjeske

M. Kašiković^{*1}, U. Karadžić²

¹ Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Fakultet za proizvodnju i menadžment, Trebinje, Bosna i Hercegovina

² Univerzitet Crne Gore, Mašinski fakultet, Podgorica, Crna Gora

Abstract: Energy is a very important factor of development. The need for electricity is constantly increasing. A large part of the energy produced in the world comes from non-renewable energy sources, mainly fossil fuels, which are considered to be the main reason for global warming. A well-planned and efficient use of all available energy sources, especially renewable sources, is necessary to meet the requirements of energy demand. Hydropower represents one of the most important renewable energy sources. A significant part of the hydropower potential has already been used by the construction and operation of large hydropower plants, while smaller watercourses are still largely unused. Small hydropower plants have an insignificant negative impact on the environment, unlike conventional energy plants. The paper presents the hydro potential of the Sutjeska river basin, i.e. the possibilities of building small hydropower plants are listed. The river Sutjeska largely passes through the national park of the same name. On the river Sutjeska and its tributaries Hrvčavka, Jabušnica, Klobučarica and Sušica (Suha), the construction of 13 small hydropower plants with different technical solutions is planned. Based on that, it can be concluded that this basin has a significant technically usable hydro potential that is currently unused.

Keywords: hydroenergy, potential, small hydropower plants

Apstrakt: Energija predstavlja veoma važan faktor razvoja. Potrebe za električnom energijom su u stalnom porastu. Veliki dio proizvedene energije u svijetu dolazi iz neobnovljivih izvora energije, uglavnom fosilnih goriva za koje se smatra da su glavni razlog za globalno zagrijavanje. Dobro isplanirana i efikasna upotreba svih dostupnih energetske izvora, a posebno obnovljivih izvora, je neophodna da bi se ispunili zahjevi energetske potražnje. Hidroenergija predstavlja jedan od najvažnijih obnovljivih izvora energije. Značajan dio hidroenergetskih potencijala je već iskorišten izgradnjom i radom velikih hidroelektrana, dok su manji vodotoci i dalje velikim dijelom neiskorišteni. Male hidroelektrane imaju neznatan negativan uticaj na životnu sredinu, za razliku od konvencionalnih energetske postrojenja. U radu je predstavljen hidropotencijal sliva rijeke Sutjeske, tj navedene su mogućnosti izgradnje malih ehidroelektrana. Rijeka Sutjeska velikim dijelom prolazi kroz istoimeni nacionalni park. Na rijeci Sutjeski i njenim pritokama Hrvčavki, Jabušnici, Klobučarici i Sušici (Suhi) pklanirana je izgradnja 13 malih hidroelektrana sa različitim tehničkim riješenjima. Na osnovu toga može se zaključiti da ovaj sliv ima značajan tehnički iskoristiv hidropotencijal koji je za sada neiskorišten.

Ključne riječi: hidroenergija, potencijal, male hidroelektrane

1 UVOD

Hidroenergija, po svojoj definiciji, predstavlja obnovljiv energetske izvor, ali ne zadovoljava sve aspekte pojma obnovljivi izvori. Velike hidroelektrane su sklone procesu eutrofikacije, zbog dugotrajnog zadržavanja vode, pa negativno utiču na kvalitet vode,

na temperature vode, na režim nanosa i na povećanje emisije ugljen-dioksida.

Male hidroelektrane i male akumulacije, za razliku od srednjih i velikih mnogo se skladnije uklapaju u životnu sredinu i skoro da nemaju negativnih uticaja na okruženje. Prednost malih hidroelektrana je u tome i

*milica.kasikovic@fpm.ues.rs.ba

što svojim radom ne uzrokuju emisiju štetnih gasova u okolinu, a nivo buke svodi se na najmanju moguću mjeru. Male hidroelektrane se svojim dizajnom mogu uklopiti u pejzaž, tako da se i negativni vizuelni uticaji mogu svesti na najmanju moguću mjeru. Uopšteno se smatra da akumulacija koju koriste male hidroelektrane ne može bitno ugroziti geološke karakteristike zemljišta, za razliku od velikih akumulacija. Lokacije malih hidroelektrana su uglavnom u gornjim dijelovima vodotoka, što znači da se radi o nepristupačnim i slabo naseljenim područjima. To doprinosi poboljšanju naponskih prilika i povećanju pouzdanosti elektroenergetskog sistema [1, 2].

Iskorištenje hidroenergetskog potencijala je ograničeno različitim uslovima koje diktira priroda, ali i ljudski faktor koji je najčešće izražen kroz postojeće zakonske procedure, ali i stav određenih stručnih službi, koji je nerijetko u suprotnosti sa određenim zakonima ili uredbama. Sa ekološkog stanovišta postoje ograničenja koja se moraju uzeti u obzir prilikom izrade tehničke dokumentacije i ta ograničenja su konstantna. Tehničko-tehnološki razlozi se odnose na koeficijent korisnog dejstva turbine i generatora koji variraju od 0,87 do 0,92 za turbine aza generator od 0,92 do 0,93 [3].

Male hidroelektrane mogu se povezati sa različitim načinima korištenja vode, kao što su:

- Proizvodnja električne energije i vodosnabdjevanje. Da bi se obezbjedio transport vode kroz cijevi visokog pritiska, uglavnom podrazumijeva stavljanje ventila za smanjenje pritiska. Smanjenje pritiska u cijevi se može obezbjediti i turbinom.
- Proizvodnja električne energije i navodnjavanje: kanali koji se koriste za navodnjavanje mogu poslužiti za dotok vode u malu hidroelektranu.
- Proizvodnja električne energije i prevencija poplava. Brane koje se koriste prilikom zaštite od poplava stvaraju akumulaciju vode koja može biti korištena i za proizvodnju energije.
- Proizvodnja električne nenerije i zaštita životne sredine. Korištenje malih hidroelektrana za proizvodnju električne energije ima neznatan uticaj na kvalitet vode i životnu sredinu posebno

u poređenju sa drugim energetske postrojenjima [4].

Male hidroelektrane sve više privlače pažnju kao pouzdana i fleksibilna opcija obnovljivih energetske izvora. Uglavnom se ispituju nove lokacije za igradnju malih hidroelektrana na postojećim branama i akumulacijama koje se koriste za neenergetske svthe. Odluke o izgradnji hidroelektrana se zasnivaju na cijeni, izvodljivosti i performansama postrojenja [5].

2 SLIV SUTJESKE

Sutjeska je planinska rijeka koja se nalazi u istočnoj Hercegovini i predstavlja lijevu pritoku Drine, u koju se uliva južno od Foče. Protiče kroz jedan od najvećih kanjona Bosne i Hercegovine.

Sutjeska izvire ispod vrha Vlasulja na planini Volujak na nadmorskoj visini od 1520 m. U gornjem toku teče na sjeverozapad, u srednjem na sjeveroistok, a u donjem na istok. Utiče u Drinu kod sela Kosmana na nadmorskoj visini od 437 m. Sutjeska teče kroz usku i duboku dolinu čije su strane većim dijelom pošumljene. Zbog velikog pada od 1037 m vrlo je brza i raspolaže sa oko 20.000 kWh teorijskog hidroenergetskog potencijala [6]. Desne su joj pritoke Suški potok i Perućica, a lijeve Trlorišnica, Klobučarica, Jabušnica, Usovički potok i Hrčavka.

Slivno područje rijeke Sutjeske ima oblik raznokrakog trougla. Ovaj sliv je smješten između planinskih masiva, Lebršnika, Živnja i Zelengore na jugozapadu, Lebršnika, Volujaka i Maglića na jugoistoku i istoku, a na sjeveru sliv se oslanja na podgoru Zelengore, Trskavca i Vjetrenika. Gustina riječne mreže je 380 m/km² [7].

Sutjeska velikim svojim dijelom protiče kroz nacionalni park istog imena. U literaturi su najviše istraživani načini zaštite biljnog i životinjskog svijeta tog područja, iako postoji značajan hidroenergetski potencijal [8, 9, 10].

Vodotoci se napajaju atmosferskim padavinama i podzemnim kraškim vodama. Najviši vodostaj je u novembru, decembru, martu i aprilu., a najniži od juna do oktobra mjeseca. Klima je planinska kontinentalna. Područje karakterišu hladne i duge zime, kratka proljeća i ljeta, visoke temperaturne amplitude (max u

avgustu 30-40° C, min u februaru -30°C) i visok nivo padavina (1500 – 2000 mm) u planinskim predjelima [11].

Rijeka Sutjeska pripada slivu Drine, a njene najznačajnije pritoke, sa hidrogeloškog aspekta su Klobučarica, Jabušnica, Sušica i Hrčavka. Osnovne karakteristike vodotoka Sutjeske sa pritokama prikazane su u Tabeli 1. Te karakteristike su dužina, površina sliva, maksimalna, prosječna i minimalna kota sliva.

Tabela 1 Osnovne karakteristike vodotoka

Vodotok	L (km)	F (km ²)	Max.ks m.n.m	P.ks m.n.m	Min.ks m.n.m.
Klobučarica	5.5	11.7	21355	1170	830
Jabušnica	14,1	31.5	2014	1508	782
Sušica (Suha)	11.5	34.2	2396	1726	680
Hrčavka	13.5	53.2	2014	1310	532
Sutjeska	36.5	319	2396	1340	415

U Tabeli 2 su prikazani podaci o ukupnim padavinama i protoku vodotoka na ušću.

Tabela 2 Podaci o padavinama vodotoka

Vodotok	Srednje padavine (mm)	Zapremina (10 ⁶ m ³)	Q bruto (m ³ /s)
Klobučarica	2570	30.07	0,95
Jabušnica	2410	75.93	2,41
Sušica (Suha)	2145	73.36	2,33
Hrčavka	2385	126.89	4,02
Sutjeska	2219	707.75	22,44

Na osnovu prikazanih tabela vidi se da sliv Sutjeske posjeduje značajan teorijski hidroenergetski potencijal, koji je do sada u jako maloj mjeri iskorišten.

3 PLANIRANA HIDROENERGETSKA POSTROJENJA

Na rijeci Sutjesci su postojećom projektom dokumentacijom predviđene tri male hidroelektrane (mHE):

- S-1 akumulaciono pribransko postrojenje
- S-2 akumulaciono derivaciono postrojenje sa malom akumulacijom za dnevno izravnjanje (postoje dvije varijante ovog postrojenja)
- S-3 derivaciono postrojenje sa tirolskim vodozahvatom.

Rijeka Hrčavka je lijeva pritoka Sutjeske na kojoj je predviđena izgradnja dvije mHE:

- S-H-1 akumulaciono derivaciono postrojenje sa akumulacijom za višednevno izravnjanje protoka
- S-H-2 derivaciono postrojenje sa tirolskim zahvatom

Rijeka Jabušnica je lijeva pritoka Sutjeske. Na rijeci Jabušnici predviđene su tri male hidroelektrane:

- S-J-1 akumulaciono derivaciono postrojenje (postoje tri varijante ovog postrojenja)
- S-J-2 derivaciono postrojenje sa tirolskim vodozahvatom
- S-J-3 derivaciono postrojenje sa tirolskim vodozahvatom

Na rijeci Klobučarici predviđeno je jedno pregradno mjesto (S-K-1) sa dva moguća riješenja iskorištenja tog vodnog potencijala od kojih je jedno akumulaciono derivaciono, a drugo akumulaciono pribransko postrojenje.

Rijeka Suha je desna pritoka rijeke Sutjeske. Na ovoj rijeci su predviđene četiri male hidroelektrane:

- S-S-1 derivaciono postrojenje
- S-S-2 derivaciono postrojenje
- S-S-3 akumulaciono postrojenje
- S-S-4 derivaciono postrojenje.

U Tabeli 3 navedene su osnovne karakteristike planiranih hidroelektrana. Te karakteristike su instalisani protok, pad, nominalna snaga i energija. Na osnovu prikazane tabele vidi se da bi se izgradnjom mHE proizvela značajna količina energije koja je dobijena iz obnovljivih izvora energije. Još neke od prednosti izgradnje bi bile:

- poboljšanje vodosnabdjevanja,
- uređenje vodotoka (uređenje bujica, spriječavanje nanosa...),
- navodnjavanje,
- sportski i privredni ribolov.

Tabela 3 Osnovni parametri planiranim hidroelektrana

Ozn.	Q_i (m ³ /s)	H_{kons} (m)	P (MW)	E_{sr} (GWh)
S-1	30.0	21.2	5.34	18.32
S-2	5.5	161.3	7.5	30.75
S-2a	5.5	82.63	3.8	15.77
S-3	2.0	187.1	3.2	16.68
S-H-1	5.2	312.88	13.8	49.27
S-H-2	2.2	90.61	1.7	6.98
S-J-1	6.8	158.55	9.2	42.38
S-J-1a	5.0	160.56	6.8	31.42
S-J-1b	8.0	66.33	4.4	13.52
S-J-2	2.0	91.54	1.55	6.73
S-J-3	1.0	201.41	1.7	8.21
S-K-1	2·0.9=1.8	58.25	0.9	3.92
S-K-1a	2·1.15=2.3	43.61	0.85	2.84
S-S-1	2·0.85=1.7	55.76	0.8	3.62
S-S-2	2·0.6+1·0.3		3.6	18.56
S-S-3	0.74	199.21	1.25	5.79
S-S-4	0.5	246.87	1.0	6.01
Σ			67.39	280.77

Ipak, bez obzira na prednosti koje donosi izgradnja mHE, postoje i određene prepreke koje se na posmatranom području najviše ogledaju kroz zaštitu životinjskog i biljnog svijeta i očuvanje netaknutog izgleda nacionalnog parka Sutjeska.

4 ZAKLJUČAK

Stalni porast energetske potreba zahtjeva i povećanje proizvodnje električne energije. Male hidroelektrane imaju minimalne negativne efekte na životnu sredinu tako da predstavljaju dobro energetsko rješenje. Sliv rijeke Sutjeske sa njenim pritokama ima znatan hidroenergetski potencijal koji je određenim dijelom tehnički iskoristiv. Na ovom području je planirana izgradnja 13 malih hidroelektrana (snage od 0,8 do 13,8 MW), ali do izgradnje do danas nije došlo

dijelom zbog investicionih ograničenja, a dijelom zbog potrebe za očuvanjem nacionalnog parka Sutjeska.

5 LITERATURA

- [1] Stevović, S. (2005). *Značaj i namena malih hidroelektrana i malih akumulacija*, Vodoprivreda, 37, 299-304.
- [2] Marinović, B. (2016) *Primjena multikriterijumske analize u procesima planiranja i rada malih hidroelektrana*, Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, str. 9
- [3] Mojić, Z., Janevski, J., Ognjević, B.B. (2018) *Iskorišćenje hidropotencijala kroz izgradnju malih hidroelektrana*, Zbornik Međunarodne konferencije o obnovljivim izvorima električne energije – MKOIEE, 1-5
- [4] Sachin Mishra; S.K. Singal; D.K. Khatod (2011). *Optimal installation of small hydropower plant—A review.*, Renewable and Sustainable Energy Reviews 15(8), 3862–3869, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.07.008>
- [5] Klein, S., Fox, E. (2022) *A review of small hydropower performance and cost*, Renewable and Sustainable Energy Reviews 169, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112898>
- [6] (1971) *Enciklopedija Jugoslavije: Srbija – Ž* (knjiga osma). „Jugoslavenski leksikografski zavod“, Zagreb.
- [7] (2014) *Bitka za Sutjesku, Stručna mišljenja o planiranim hidroelektranama u NP Sutjeska*, Centar za životnu sredinu, Banja Luka.
- [8] Tepić, S., Ilić, P. (2006) *Pregled alergijskih biljaka u ljekovitoj flori NP Sutjeska*, Zbornik radova, Jahorina-NP sutjeska.
- [9] Govedar, Z., Bašić, D., Zlokapa, B., Čuković, D. (2006) *Iskustva u planiranju i upravljanju šumama nacionalnog parka „Sutjeska“*, Glasnik Šumarskog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci.
- [10] Stevanović, O., Sekulić, Z., Nedić, D., Pavlović, I. (2022) *The presence of deer ked (Lipoptena cervi, Linnaeus, 1758) in Balkan chamois from the National park Sutjeska, Bosnia and Herzegovina*, International Journal of Parasitology, Parasites and Wildlife 17, 158-160, <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2021.12.009>
- [11] Sjeničić, J., Šćiban, M., Crnković, N. (2016) *Potencijalni uticaj hidroelektrana na ključne populacije ptica vodotoka Hrčavke i Sutjeske*, Ornitološko društvo Naše ptice, 6-16.
- [12] (2005) *Male hidroelektrane sliva rijeke Sutjeske*, Direkcija za investicije I razvoj ERS, Trebinje.
- [13] Studija (1984) *Hidroenergetska osnova pritoka sliva gornjeg toka rijeke Drine*