

O MOGUĆNOSTIMA KORIŠĆENJA HIDROPOTENCIJALA REKE BISTRICE

*Milun Babić¹, Dušan Gordić², Davor Končalović³, Kazimir Darijević⁴,
Vuka Golubović⁵, Tomislav Knežević⁶, Nebojša Jovičić⁷,
Vanja Šustrešić⁸, Milan Despotović⁹*

SAŽETAK:

U ovom radu iznet je skraćeni prikaz mogućnosti korišćenja hidropotencijala reke Bistrice u cilju proizvodnje električne energije. Predložena je metodologija gradnje MHE koja neće ugroziti ni ekosistem, ni izgrađenu infrastrukturu oko njenog korita.

Ključne reči: *hidropotencijal, ekologija, hidroakumulacija, cena investicije, rok otplate*

1. UVOD

U toku realizacije „Studije o proceni energetske efikasnosti sistema vodosnabdevanja u Beranama“ [1] i ekspertize vodosnabdevnog sistema, s obzirom na činjenicu da se magistralni cevovod kaptaža „Lubnica“ – „prekidna komora“

¹ Dr inž. Milan Babić, redovni profesor Mašinskog fakulteta Univerzitet u Kragujevcu, šef Katedre za EPT i direktor Regionalnog evro centra za energetske efikasnost, Srbija, Kragujevac, ul. Sestre Janjić br.6, E-mail: nastasija@nadlanu.com , nastasija@kg.ac.yu

² Dr inž. Dušan Gordić, docent Mašinskog fakulteta Univerzitet u Kragujevcu, prodekan za NIR

³ Dipl. inž. Davor Končalović, poslediplomac-doktorant, istraživač saradnik Mašinskog fakulteta Univerzitet u Kragujevcu

⁴ Dipl. inž. Kazimir Darijević, direktor „Kraguj Elektrane“, Kragujevac

⁵ Dipl. prav. Vuka Golubović, predsednik Opštine Berane

⁶ Dipl. inž. Tomislav Knežević, poslediplomac Mašinskog fakulteta u Podgorici i saradnik Komunalnog preduzeća u Beranama

⁷ Dr inž. Nebojša Jovičić, vanredni profesor Mašinskog fakulteta Univerzitet u Kragujevcu

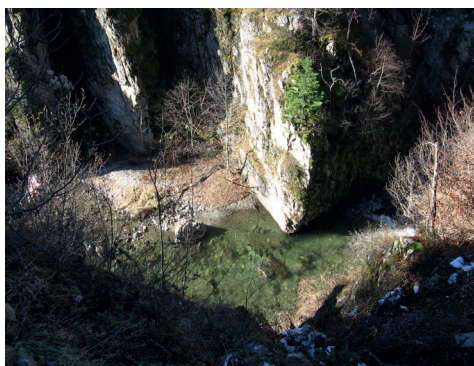
⁸ Dr inž. Vanja Šustrešić, docent Mašinskog fakulteta Univerzitet u Kragujevcu

⁹ Dr inž. Milan Despotović, docent Mašinskog fakulteta Univerzitet u Kragujevcu

pruža uz reku Bisticu, ekspertska ekipa Regionalnog evro centra za energetska efikasnost Mašinskog fakulteta i „Kraguj Elektrana” iz Kragujevca, snimila je energetske mogućnosti ove reke.

Zbog svoje dubine i nenaseljenosti, klisura reke Bistrice (sl. 1 i 2.) pokazala se kao veoma pogodna za gradnju malih hidroelektrana (MHE), jer bi, pored ostalog, hidro akumulacije MHE imale male površine svojih ogledala. Očigledno je bilo, takođe, da u klisuri reke Bistrice, iz ekoloških razloga, ali i zbog očuvanja postojeće putne, mostovske i druge infrastrukture i nepokretne imovine seoskih domaćinstava, nije optimalno graditi jednu hidroelektranu veće snage, već je pogodnije graditi sistem MHE manjih snaga, koje, ni uzvodno, ni nizvodno, neće bitno uticati na promenu ekosistema, ni na vodosnabdevanje Berana i usputnih sela vodom.

Naknadnom analizom, uz korišćenje veoma precizne vojne topografske karte ovog terena, ali i drugih dostupnih hidroloških podataka, ekspertski tim je konstatovao da reka Bistrica, na svom toku od naselja Lubnice do ušća u Lim u Beranama, pored koje vodi asfaltni put i trasa magistralnog cevovoda vodosnabdevnog sistema grada Berane, ima izuzetan hidroenergetski potencijal, jer ukupni hidrološki pad od Lubnica do Berana iznosi preko 280 m, a višegodišnji proticaji vode koritom Bistrice imaju vrednost od 1,3 do 1,4 m³/s.



Sl. 1. Detalj klisure reke Bistrice



Sl. 2. Detalj klisure reke Bistrice

U ovom radu iznet je skraćeni prikaz mogućnosti korišćenja hidropotencijala reke Bistrice u cilu proizvodnje električne energije i predložena je metodologija gradnje MHE, koja neće ugroziti ni ekosistem, ni izgrađenu infrastrukturu oko njenog korita.

2. ANALIZA HIDROENERGETSKOG POTENCIJALA I MOGUĆNOSTI IZGRADNJE MHE

Imajući u vidu činjenice iznete u Uvodu, u ovom odeljku iznet je naš predlog energetskog iskorišćenja reke Bistrice, pri čemu su poštovana sledeća pravila i pretpostavke:

- predložiti rešenje kojim se može iskoristiti raspoloživi hidroenergetski potencijal na celom njenom toku;
- predložiti optimalnu varijantu sa aspekta moguće snage koja se može dobiti, uzimajući u obzir ekonomsku stranu te nove investicije i
- omogućiti izgradnju MHE po principu „korak po korak”.

U skladu sa takvim prilazom, u nastavku iznosimo naš predlog za pet mogućih lokacija za izgradnju MHE, sa njihovim osnovnim parametrima, kao i dispozicije MHE na karti 1:25000. Na sl. 3. prikazane su ustave i lokacije pet izabranih MHE, a analiza hidro-energetskog potencijala (mogućnosti i potrebne investicije za gradnju MHE na reci Bistrici) izložena je u tabelama 1, 2, 3, 4 i 5.



Sl. 3. Predlog dispozicije MHE na reci Bistrici i prikaz uzvodnog pružanja njihovih hidroakumulacija (■ – MHE; ● – vodostan; ◀ – ustava; — jezero; □ – brana; —, - - - cevovod)

Tabela 1. Analiza hidroenergetskog potencijala, mogućnosti i potrebnih investicija za gradnju MHE Praćevac

1. MHE Praćevac		
Karakteristični podaci		
Kota zahvata		950 mNV
Kota donje vode		916 mNV
Bruto pad		34 m
Neto pad		29 m
Srednji protok		1,2 m ³ /s
Instalisani protok		1,8 m ³ /s
Instalisana snaga		380 kW
Broj agregata		2
Godišnja proizvodnja		2.133.600 kWh
Investiciono ulaganje	Građevinski deo	280.000 €
	Elektromašinski deo	240.000 €
	Ukupno	520.000 €
Vrednost proizvedene električne struje		85.344 €

Tabela 2. Analiza hidroenergetskog potencijala, mogućnosti i potrebnih investicija za gradnju MHE Gaj

2. MHE Gaj		
Karakteristični podaci		
Kota zahvata		915 mNV
Kota donje vode		887 mNV
Bruto pad		28 m
Neto pad		24 m
Srednji protok		1,3 m ³ /s
Instalisani protok		1,95 m ³ /s
Instalisana snaga		350 kW
Broj agregata		2
Godišnja proizvodnja		1.660.400 kWh
Investiciono ulaganje	Građevinski deo	350.000 €
	Elektromašinski deo	215.000 €
	Ukupno	565.000 €
Vrednost proizvedene električne struje		66.416 €

Tabela 3. Analiza hidroenergetskog potencijala, mogućnosti i potrebnih investicija za gradnju MHE Zdravac

3. MHE Zdravac		
Karakteristični podaci		
Kota zahvata		883 mNV
Kota donje vode		830 mNV
Bruto pad		53 m
Neto pad		46 m
Srednji protok		1,5 m ³ /s
Instalisani protok		3 m ³ /s
Instalisana snaga		1.000 kW
Broj agregata		3
Godišnja proizvodnja		5.661.600 kWh
Investicono ulaganje	Građevinski deo	575.000 €
	Elektromašinski deo	475.000 €
	Ukupno	1.050.000 €
Vrednost proizvedene električne struje		226.464 €

Tabela 4. Analiza hidroenergetskog potencijala, mogućnosti i potrebnih investicija za gradnju MHE Miolje polje

4. MHE Miolje polje		
Karakteristični podaci		
Kota zahvata		800 mNV
Kota donje vode		757 mNV
Bruto pad		43 m
Neto pad		38 m
Srednji protok		1,5 m ³ /s
Instalisani protok		2,25 m ³ /s
Instalisana snaga		640 kW
Broj agregata		2
Godišnja proizvodnja		3.660.000 kWh
Investicono ulaganje	Građevinski deo	495.000 €
	Elektromašinski deo	355.000 €
	Ukupno	850.000 €
Vrednost proizvedene električne struje		146.400 €

Tabela 5. Analiza hidroenergetskog potencijala, mogućnosti i potrebnih investicija za gradnju MHE Bjelovac

5. MHE Bjelovac		
Karakteristični podaci		
Kota zahvata		750 mNV
Kota donje vode		726 mNV
Bruto pad		24 m
Neto pad		20 m
Srednji protok		1,7 m ³ /s
Instalisani protok		2,55 m ³ /s
Instalisana snaga		380 kW
Broj agregata		2
Godišnja proizvodnja		2.133.600 kWh
Investiciono ulaganje	Građevinski deo	315.000 €
	Elektromašinski deo	255.000 €
	Ukupno	570.000 €
Vrednost proizvedene električne struje		85.344 €

Rekapitulacija analize i ukupne mogućnosti hidroenergetskog potencijala, kao i potrebne investicije za gradnju MHE na Bistrici, izložena je u tabeli 6.

Tabela 6. Rekapitulacija analize hidroenergetskog potencijala i mogućnosti i potrebnih investicija za gradnju MHE

Naziv MHE	Snaga MHE [kW]	Godišnja proizvodnja električne struje [kWh]	Godišnja vrednost proizv. el. struje [€]	Vrednost investicije [€]		
				Građevinski deo	Elektromašinski deo	Ukupno
1. MHE	380	2.133.600	85.344	280.000	240.000	520.000
2. MHE Gaj	350	1.660.400	66.416	350.000	215.000	565.000
3. MHE Zdravac	1.000	5.661.000	226.464	575.000	475.000	1.050.000
4. MHE Miolje polje	640	3.660.000	146.400	495.000	355.000	850.000
5. MHE Bjelovac	380	2.133.600	85.344	315.000	255.000	570.000
Ukupno	2.750	15.248.600	609.968	2.015.000	1.540.000	3.555.000

Iz iznete preliminarne analize može se zaključiti sledeće:

- reka Bistrica raspolaže znatnim hidroenergetskim potencijalom;
- moguća je izgradnja MHE na pet lokacija ukupne snage od 2.750 KW;
- godišnja proizvodnja „zelene” električne energije na svih pet lokacija procenjuje se na 15.248.600 kWh;
- gradnju je moguće izvoditi po principu „korak po korak”, odnosno investicije se mogu planirati tako da prva izgrađena MHE svojom proizvodnjom „zelene” električne energije delimično finansira izgradnju sledeće;
- izgradnja MHE na ovim lokacijama neće poremetiti izgled okoline, jer se u gradnji može koristiti prirodni kamen, a obaveza investitora je da u reci Bistrici ostane potreban i neophodan biološki minimum;
- izgradnja MHE daće značajan doprinos kroz proizvodnju obnovljive „zelene” električne energije za elektrodistribucioni sistem Republike Crne Gore i njeno okruženje, a poboljšaće naponske uslove i time smanjiti gubitke u mreži.

Naš predlog je da se Opština Berane pojavi u ulozi investitora, pronalazanjem potrebnih donatora i soft-kreditora i da na taj način, kroz jedan određeni period, ostvari znatna sredstva koja se mogu upotrebiti za dalji planski razvoj Berana i okoline.

Da bi se što jasnije i potpunije ideja o gradnji pet MHE na reci Bistrici približila potencijalnim investitorima, u narednom odeljku sprovedena je ekonomska analiza sa ciljem da se dođe do perioda isplativosti ukupne investicije.

3. EKONOMSKA ANALIZA IZGRADNJE MHE

Ekonomska analiza isplativosti ukupne investicije vezane za izgradnju pet MHE na reci Bistrici zasnovana je na podacima koji su izneti u prethodnom odeljku, i ovde će se još jednom posebno specificirati:

vrednost ukupne investicije – $CI = 3.555.000 \text{ €}$,

godišnja proizvodnja električne energije – $GPE = 15.248.600 \text{ kWh}$,

cena električne energije po kWh je $0,04\text{€/kWh} - C = 0,04 \text{ €/kWh}$,

godišnji bruto prihod od proizvedene električne energije u svim MHE – $BPES = 15.248.600 \times 4 / 100 = 609.968 \text{ €}$ i

ukupni godišnji troškovi rada svih MHE – $UT = STR + ET$,

pri čemu upotrebljene oznake u poslednjem izrazu imaju sledeća značenja:

STR – stalni troškovi rada,

ET – eksploatacioni troškovi.

3. 1. Stalni troškovi rada

Stalne troškove rada – STR , koji figurišu i izrazu za određivanje ukupnih godišnjih troškova rada – UT , čine: troškovi amortizacije građevina i opreme – T_{am} , troškovi investicionog i tekućeg održavanja – T_{io} i troškovi ugovorenih obaveza – T_{uo} .

Svaki od ovih troškova je za slučaj rada sistema od pet MHE na reci Bistrici obračunat i prikazan u tabelama 7, 8 i 9, a njihova ukupna godišnja vrednost STR u tabeli 10.

Tabela 7. Troškovi amortizacije – T_{am}

Red broj	Vrsta radova ili naziv objekta	Predračunska vrednost [€]	Stopa amortizacije [%]	Godišnja amortizacija [€]
1	Građevinski radovi	2.015.000	2	40.300
2	Elektro mašinska	1.540.000	4	61.600
Ukupni godišnji troškovi amortizacije				101.900

Tabela 8. Troškovi investicionog i tekućeg održavanja – T_{io}

Red broj	Vrsta radova ili naziv objekta	Predračunska vrednost (€)	Investiciono održavanje [%]	Ukupno (€)
1	Građevinski radovi	2.015.000	0,5	10.075
2	Elektro mašinska oprema	1.540.000	1	15.400
Ukupni godišnji troškovi investicionog održavanja				25.475

Tabela 9. Troškovi ugovorenih obaveza – T_{uo}

R. br.	Vrsta radova ili naziv objekta	Predračunska vrednost [€]	Stopa osig. od požara [%]	Godišnja amortizacija [€]
1	Građevinski radovi	2.015.000	0,1	2.015
2	Elektro mašinska oprema	1.540.000	0,2	3.080
Ukupni godišnji troškovi osiguranja				5.095

Tabela 10. Ukupni stalni godišnji troškovi rada – STR

R. br.	Vrsta radova ili naziv objekta	Godišnja amortizacija [€]
1	Troškovi amortizacije – T_{am}	101.900
2	Troškovi investicionog i tekućeg održavanja – T_{io}	25.475
3	Troškovi ugovorenih obaveza – T_{uo}	5.095
Ukupni stalni godišnji troškovi		132.470

3. 2. Eksploatacioni troškovi

Eksploatacione troškove – ET , koji figurišu i izrazu za određivanje ukupnih godišnjih troškova rada – UT , čine: troškovi radne snage – T_{rs} i pogonski troškovi – T_{pogn} .

Prema iskustvima, ukupni godišnji pogonski troškovi rada svih pet MHE na reci Bistrici iznosiće približno 0,3% od vrednosti opreme, tj. oko $T_{pogn} = 4.620$ €, a troškovi radne snage, koja će održavati ove energetske objekte, prikazana je u tabeli 11.

Tabela 11. Troškovi radne snage – T_{rs}

R. br.	Kvalifikacija	Broj potrebnih radnika	Potrebna sredstva za isplatu zarada [€]	Vreme angažovanja u toku godine u mesecima	Godišnji iznos [€]
1	Visoka stručna sprema	1	1.000	1	1.000
2	Srednja stručna sprema	1	550	2	1.100
3	KV radnik	1	450	2	900
Ukupni godišnji troškovi za isplatu zarada					3.000

3. 3. Isplativost investicije

Isplativost ukupne investicije vezane za gradnju pet MHE na reci Bistrici izložena je u tabeli 12.

Tabela 12. Isplativost investicije

Red. broj	Naziv	Oznaka/Formula	Iznos
1	Ukupna investicija sistema	CI	3.555.000 [€]
2	Stalni godišnji troškovi	$UTR = T_{am} + T_{io} + T_{uo}$	132.470 [€]
3	Eksploatacioni godišnji troškovi	$ET = T_{rs} + E_{pl}$	7.620 [€]
4	Ukupni godišnji troškovi	$UT = UTR + ET$	140.090 [€]
5	Ukupni godišnji bruto prihod	$BPES$	609.944 [€]
6	Ukupna godišnja zarada ili profit	$Z = BPES - UT$	469.854 [€]
7	Vreme za koje će se sistem MHC otplatiti otplatiti	$T_{otplate} = CI / Z$	7,57 [god]

4. ZAKLJUČAK

Činjenica da bi se ukupna investicija isplatila u potpunosti za maksimalno 7,57 godina pokazuje da se radi o profitabilnom infrastrukturnom projektu i da Opština Berane, zajedno sa nadležnim državnim organima Republike Crne Gore, treba odmah da formira radnu grupu za produblјivanje ove preliminarne analize i započne radnje vezane za izradu idejnog projekta i pripremu odgovarajuće tenderske dokumentacije.

5. LITERATURA

- [1] Milun Babić, Dušan Gordić, Kazimir Darijević, Davor Končalović: *Studija o proceni energetske efikasnosti sistema vodosnabdevanja u Beranama, dopunjena studijom o mogućnostima korišćenja hidropotencijala reke Bistrice*; Mašinski fakultet – Regionalni evro centar za energetska efikasnost, Kragujevac, decembar 2006.

ABOUT POSSIBILITIES OF USING OF BISTRICA RIVER HYDRO POTENTIAL

ABSTRACT:

In this work is exposed a short report of capabilities of using of river Bistrica hydro potential in the aim of production of electric power, and is proposed methodology of MHE construction which will not neither ecosystem, nor infrastructure built around the riverbed.