

AKUMULACIJSKA MALA HIDROELEKTRARNA NA OBSTOJEČEM JEZERU

Loris SOMI, Klemen DEŽELAK, Jože PIHLER

POVZETEK

Članek obravnava možnost izgradnje akumulacijske male hidroelektrarne na obstoječem Ledavskem jezeru v občini Krašči na Goričkem. Obravnavana je lokacija in umestitev objekta v prostor ob upoštevanju stanja naravnega okolja ter možnih vplivov nanj. V tehničnem delu so izračunani vsi merodajni parametri za potrebe elektrarne ter za določitev ekonomske upravičenosti gradnje s pomočjo kumulativnega pretoka finančnih sredstev. Donosnost elektrarne je določena s pomočjo zagotovljenega odkupa letne proizvodnje električne energije.

ABSTRACT

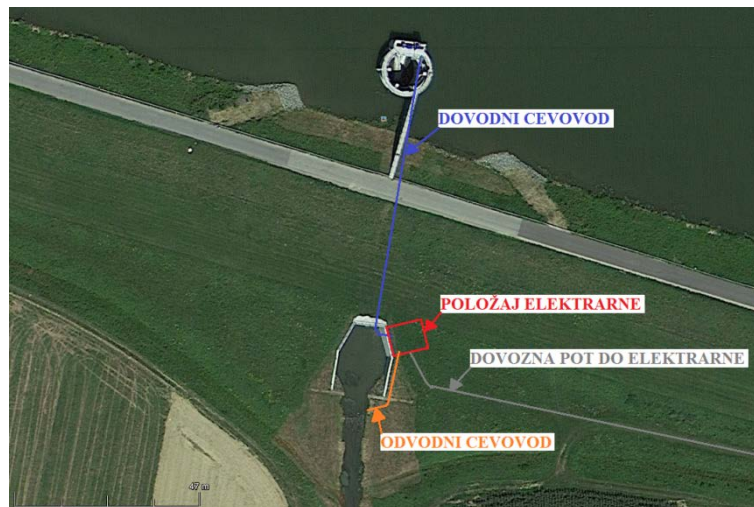
An article presents an Accumulation small hydro power plant on existent lake. The project could be built on an already existing infrastructure, consisting of an embankment, a tower and a lake outflow. In the paper the potential of the river Ledava in the western part of Goričko with the placement of the hydro power plant is dealt. The choice of technical equipment, location and the planned operation regime, as well as the construction and investment cost of the project are presented in the work.

1. UVOD

Potreba po električni energiji se iz dneva v dan povečuje, zato proizvodne enote čedalje bolj pridobivajo na svojem pomenu. Načrtovanje in gradnja le teh mora biti v prvi vrsti ekonomsko upravičljiva, v tehničnem smislu pa bi naj bile elektrarne kolikor se le da enakomerno razpršene na ozemlju posamezne države. S tem se izognemo neprijetnostim pri prenosu energije na velike razdalje, kot so izgube in visoki napetostni nivoji prenosa. Male hidroelektrarne so najprimernejše za razbremenitev elektroenergetskega sistema, saj je v Sloveniji veliko primernih, a žal še neizkoriščenih lokacij za postavitev le teh. Uvodoma omenimo le nekaj prednosti takih elektrarn. Najpomembnejša je vsekakor akumulacija, saj se v njej shranjuje »odvečna« energija, ki se nato porablja ob konicah. Neverjetna prednost je kratek zagonski čas hidroelektrarne, ki je do nekaj minut, tako je njena odzivnost na precejšnjo povišanje potrebe po energiji v omrežju hitra [1].

2. LOKACIJA IN UMESTITEV MHE V PROSTOR

Ledavsko jezero je že desetletja obstoječe jezero, ki je bilo zgrajeno v 70-ih letih prejšnjega stoletja z namenom preprečevanja poplav vzdolž struge reke Ledave, ki so se pojavljale redno ob vsakem večjem nalivu ali taljenju snega pri naših severnih sosedih. Obstoječi objekti so tako nasip, stolp in iztočno polje. To dejstvo ne gre spregledati, saj je tako že približno polovica stroškov, mislimo na gradbena dela, v celoti pokrita. Potrebna bi bila le izgradnja dovodnega cevovoda in elektrarne. Le ta bi se locirala vzhodno tik ob obstoječe iztočno polje, kot to prikazuje slika 1 [1].



Slika 1: Ortofoto posnetek obstoječih objektov z nakazanim načrtovanim cevovodom in elektrarno [1].

3. DEJANSKO STANJE NARAVNEGA OKOLJA

Načrtovana lokacija postavitve elektrarne se nahaja v nekaterih naravnih območjih, ki si jih oglejmo na kratko.

3.1 Zavarovana območja

So eden izmed ukrepov narave, ki ga opredeljuje Zakon o ohranjanju narave. Razdeljena so na podpodročja, med katerimi se na naš projekt nanaša le območje Krajinskega parka Goričko [2].

3.2 NATURA 2000

Je evropsko omrežje posebnih varstvenih območij, razglašanih v državah članicah Evropske unije z osnovnim ciljem ohraniti biotsko raznovrstnost za bodoče rodove. Obravnavano področje spada med SPA in pSCI območja [3].

3.3 Ekološko pomembna območja

So po Zakonu o ohranjanju narave območja habitatnega tipa, ki pomembno prispevajo k ohranjanju biotske raznovrstnosti [3].

3.4 Območja naravnih vrednot

So poleg redkega, dragocenega ali znamenitega naravnega pojava tudi drug vredni pojav, del žive ali nežive narave, naravno območje ali del naravnega območja, ekosistem, krajina ali oblikovana narava [3].

V našem primeru gre za območje, ki je hkrati območje NATURE 2000, zavarovano območje in območje naravnih vrednot, zaradi česar je za izgradnjo elektrarne potrebno pridobiti naravovarstvene pogoje ter soglasja.

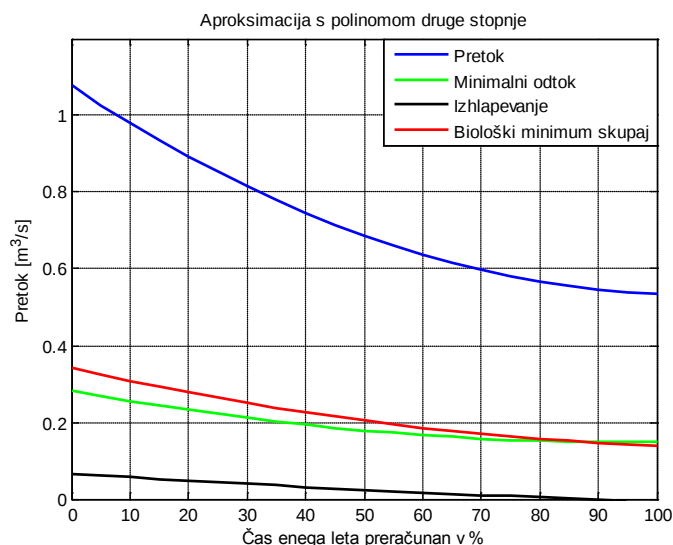
4. TEHNIČNI DEL

4.1 Določitev bruto padca vode

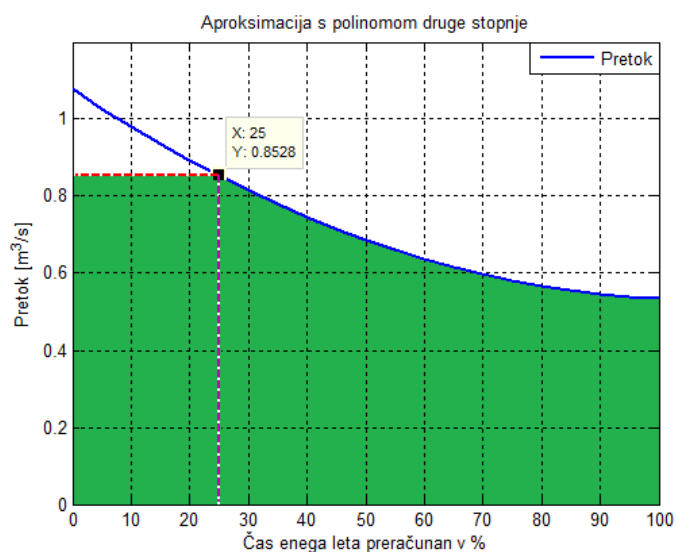
Bruto padec vode je bruto višinska razlika med koto zgornje in koto spodnje vode. Določimo ga z meritvijo višinske razlike med omenjenima točkama. V danem primeru znaša $H_B = 7,30$ m [1].

4.2 Določitev inštaliranega pretoka

Inštaliran pretok elektrarne določimo s pomočjo aproksimacije urejene krivulje pretoka (slika 2) na podlagi meritev večletnih povprečnih dnevni pretoknih količin, preračunanih na mesečno povprečje. Za naš primer smo določili $Q_{inst.} = 0,85 \frac{m^3}{h}$ (slika 3).



Slika 2: Aproximacija urejene krivulje pretoka [1].



Slika 3: Določitev inštaliranega pretoka elektrarne [1].

4.3 Dovod vode do turbine

Voda se dovede do turbine po jeklenem cevovodu, ki se položi v obstoječi objekt na dno obstoječega iztočnega polja. Skupna dolžina cevovoda znaša $L_C = 75$ m, njegov premer pa $D_C = 0,80$ m [1].

4.4 Določitev neto padca vode

Neto padec vode smo določili z dvema različnima metodama. Prva je bila s pomočjo faktorja hrapavosti, druga pa s pomočjo koeficienta izgub. V nadaljevanju smo uporabili

rezultate iz prve metode, saj smo le tu dobili večje izgube. Neto padec tako znaša $H_n = 7,0353 \text{ m}$, izgube padca $H_i = 0,2647 \text{ m}$ in procentualne izgube $H_{i\%} = 3,627 \%$.

4.5 Izbira turbine

Turbino bomo izbrali na podlagi inštaliranega pretoka elektrarne in bruto padca vode. V obravnavanem primeru je ustrezna Francisova vodna turbina v spiralni izvedbi z vodoravno osjo. Moč na osi turbine določimo s pomočjo (1) [1]:

$$P_t = \rho g Q_{\text{inst}} h_n \eta_t, \quad (1)$$

kjer je:

P_t – moč turbine na osi [W],

ρ – gostota vode $\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$,

g – težnostni pospešek $\left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$,

Q_{inst} – inštaliran pretok $\left[\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right]$,

H_n – neto padec [m] in

η_t – izkoristek turbine [1].

Na podlagi izračuna znaša moč na osi turbine $P_t = 51,3 \text{ kW}$. Inštalirana moč turbine bo tako $P_{t\text{-inst}} = 51 \text{ kW}$.

4.6 Električna oprema

Za določitev električne opreme potrebujemo nazivno moč elektrarne, ki jo izračunamo s pomočjo (2) [1]:

$$P = \rho g \eta_h \eta_t \eta_g Q_{\text{inst}} h_b, \quad (2)$$

kjer je:

P – nazivna moč elektrarne [W],

ρ – gostota vode $\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$,

g – težni pospešek $\left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$,

η_h – hidravlični izkoristek [1],

η_t – izkoristek turbine [1],

η_g – izkoristek generatorja $[\]$,

Q_{inst} – inštaliran pretok $\left[\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right]$ in

H_b – bruto padec $[\text{m}]$.

Nazivna moč elektrarne znaša $P = 51,0 \text{ kW}$. Izberemo trifazni asinhronski generator nazivne moči $P_g = 50 \text{ kW}$, z nazivno napetostjo $U_g = 400 \text{ V}$ in frekvenco $f = 50 \text{ Hz}$.

4.7 Priključitev na elektroenergetsko omrežje

Elektrarna se priključi na najbližjo obstoječo transformatorsko postajo nazivne moči $S_{\text{TP}} = 250 \text{ kVA}$ z izvedbo novega priključnega kablovoda z dolžino trase 550 m . Za izbrano traso in presek kablovoda 150 mm^2 so pri prenosni moči 50 kW določeni naslednji parametri [1]:

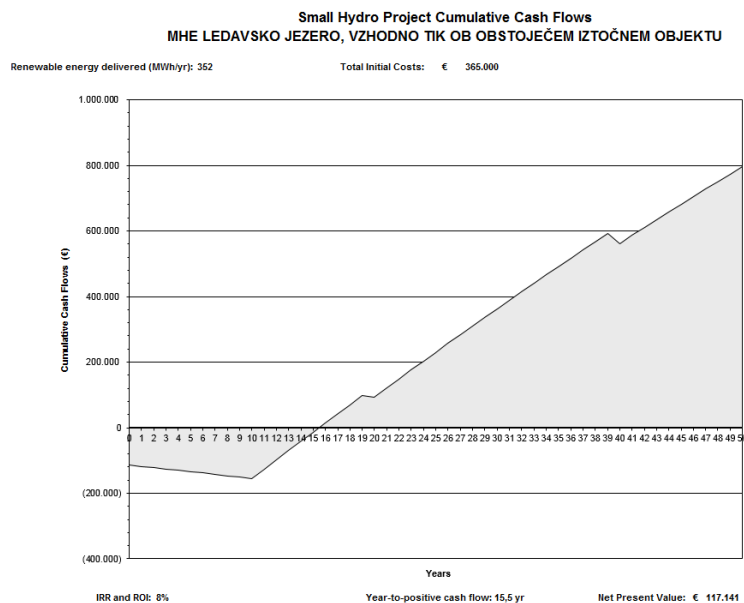
- skupni padec napetosti do točke odjema $u_{\%} = 3,59 \%$,
- bremenski tok vodnika $I_b = 75,97 \text{ A}$,
- nazivni tok varovalke $I_v = 80 \text{ A}$ in
- kratkostični tok v točki odjema $I_k = 842,71 \text{ A}$.

4.8 Gradbena izvedba

Primerna velikost elektrarne je $8 \times 8 \text{ m}$, notranja višina pa 3 m z eno vmesno steno in z dvema prostoroma. Tako je del sklopa turbina-generator od dela zaščite in upravljanja ločen.

5. STROŠKI IN UPRAVIČENOST IZGRADNJE

Elektrarna je namenjena neprekinjenemu obratovanju. Do prekinitve lahko pride le v najbolj sušnem mesecu oz. ob kritičnem pomanjkanju padavin, ki pa se pojavi le na nekaj let. Tako je faktor izkoriščenosti objekta $\eta_E = 80,4 \%$, letna proizvodnja pa $E_L = 352 \text{ MWh}$. Ocenjena investicijska vrednost projekta znaša $365.000,00 \text{ €}$. Odkup električne energije bi bil urejen na podlagi zagotovljenega odkupa, kjer je trenutni znesek $92,61 \text{ €/MWh}$ [4]. Če vse dosedanje podatke strnemo in izvedemo izračun kumulativnega toka finančnih sredstev, je rezultat sledeč (slika 4).



Slika 4: Kumulativni tok finančnih sredstev.

Pri tem smo upoštevali naslednje parametre:

- investicijska vrednost: 365.000,00 €;
- stalni letni stroški: 3.000,00 €;
- cena električne energije (ZO): 0,09261 €/kWh;
- obrestna mera na dolg: 5,5 %;
- doba vračanja dolga: 10 let;
- življenjska doba objekta: 50 let.

Iz slike 4 odčitamo še:

- doba povračljivosti investiranih stroškov: 15,5 let;
- IRR in ROI po obdavčitvi: 8,0 %;
- neto sedanja vrednost: 117.141,00 €.

6. SKLEP

Na podlagi izvedene študije za obravnavano elektrarno lahko z zagotovostjo trdimo, da bi bila uresničitev tega projekta rentabilna, saj je doba povračljivosti investiranih sredstev relativno kratka in znaša 15,5 let. K taki dobi vsekakor pripomorejo že omenjeni obstoječi objekti, ki zmanjšajo investicijsko vrednost objekta.

Na svetovni ravni se trudimo in spodbujamo razvoj in izrabo obnovljivih virov energije, med katere prištevamo tudi vodo. Njeno izkoriščanje s pomočjo hidroelektrarn je ena izmed zelo učinkovitih poznanih metod.

S postavitvijo take elektrarne bi pripomogli k zmanjšanju izpustov toplogrednih plinov v ozračje, predvsem CO₂ ter prispevali k bolj enakomerni obremenitvi omrežja s pomočjo proizvodnje električne energije iz obnovljivih virov energije.

7. LITERATURA

- [1] Loris Somi, Akumulacijska mala hidroelektrarna na Ledavskem jezeru, Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Diplomaska naloga, 2014.
- [2] Zakon o ohranjanju narave. Ur. l. RS, 96/2004, str. 11541.
- [3] ARSO, Agencija Republike Slovenije za okolje, <http://www.arso.gov.si/>.
- [4] Borzen, organizator trga z električno energijo, d. o. o. Določanje višine podpor električni energiji proizvedeni iz OVE in SPTE in višine podpor v letu 2014. Ljubljana: 27. 11. 2013.

NASLOV AVTORJEV

Loris Somi, dipl. inž. el. (UN)
doc. dr. Klemen Deželak, univ. dipl. inž. el.
red. prof. dr. Jože Pihler, univ. dipl. inž. el.

Univerza v Mariboru, Fakulteta, za elektrotehniko, računalništvo in informatiko
Smetanova ulica 17, 2000 Maribor, Slovenija

GSM: +386 51 644 935
Elektronska pošta: loris.somi@student.um.si