

# VODNE TURBINE MALIH HIDROELEKTRANA

*Uroš Karadžić, Petar Vukoslavčević<sup>1</sup>*

## SAŽETAK:

Male hidroelektrane se sve više koriste širom svijeta za dobijanje električne energije. Ekonomski isplativa rješenja su bazirana na novim tehnologijama koje omogućuju visok stepen iskorišćenja energije i tehnikama koje pružaju maksimalnu zaštitu životne sredine. Vodne turbine malih hidroelektrana moraju biti konstruisane i izabrane na način koji će omogućiti optimalno korišćenje potencijala malih vodotoka uz minimalno narušavanje okolne sredine. U Crnoj Gori je u poslednjih desetak godina došlo do sazrijevanja ideje o potrebi iskorišćenja potencijala malih vodotoka i učinjeni su prvi koraci u pravcu izgradnje novih malih hidroelektrana u poslednjih pola vijeka. U ovom radu je dat prikaz vodnih turbina za primjenu u malim hidroelektranama sa posebnim osvrtom na turbine pogodne za iskorišćenje hidropotencijala malih vodotoka u Crnoj Gori.

*Ključne riječi: male hidroelektrane, male vodne turbine, obnovljivi izvori energije*

## 1. UVOD

Mala hidroelektrana je elektrana čija instalisana snaga ne prelazi 10 MW. Mogu biti izgrađene kao protočne, akumulacione a mogu biti ugrađene i u sisteme vodosnabdijevanja. Male hidroelektrane se poslednjih pola vijeka u čitavom svijetu sve više koriste za iskorišćenje hidropotencijala malih vodotoka. Ovaj potencijal mora biti iskorišćen optimalno na način koji neće ugroziti prirodno okruženje. U ovom smislu sve više se vodi računa prilikom konstruisanja vodnih turbina za male hidroelektrane. Pod pojmom vodna turbina se podrazumijeva hidraulička mašina koja transformiše dovedenu energiju vode u mehanički rad na njenom vratilu.

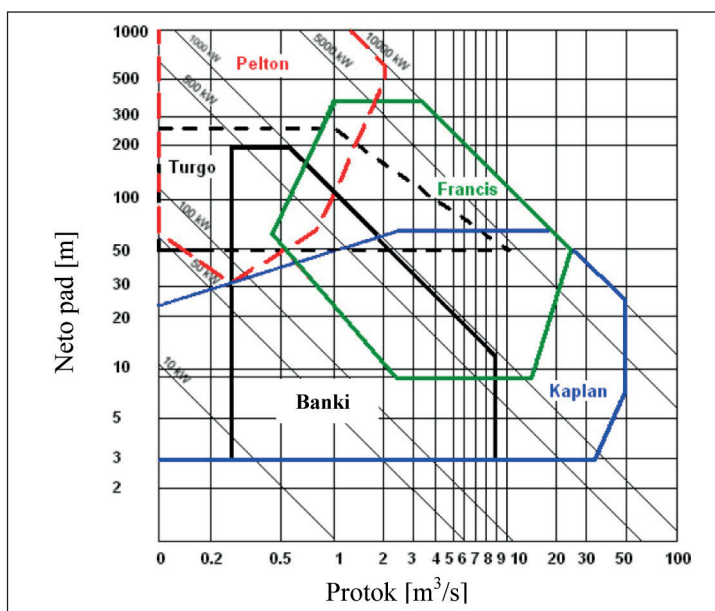
---

<sup>1</sup> Dr Uroš Karadžić, prof. dr Petar Vukoslavčević, Univerzitet Crne Gore, Mašinski fakultet, Džordža Vašingtona bb, 81000 Podgorica, Crna Gora, Telefon: + 382 20 206 131, Fax: + 382 20 206 131, E-mail: uros.karadzic@ac.me, petarvuk@ac.me

## 2. TURBINE MALIH HIDROELEKTRANA

Vodne turbine se po principu svoga dejstva dijele na akcijske i reakcijske. Kod akcijskih turbina je pritisak na ulazu i izlazu iz radnog kola praktično isti i one koriste samo kinetičku energiju mlaza vode. Akcijske turbine se nazivaju i turbine sa slobodnim mlazom. Kod reakcijskih turbina mijenjaju se sve tri komponente strujne energije (pritisna, kinetička i potencijalna) a pritisak na ulazu u radno kolo je veći nego na izlazu iz radnog kola pa se ove turbine još nazivaju i pritisne [1]. U akcijske turbine spadaju Pelton, Turgo i Banki turbina a u reakcijske Francis i Kaplan sa svojim podvarijantama.

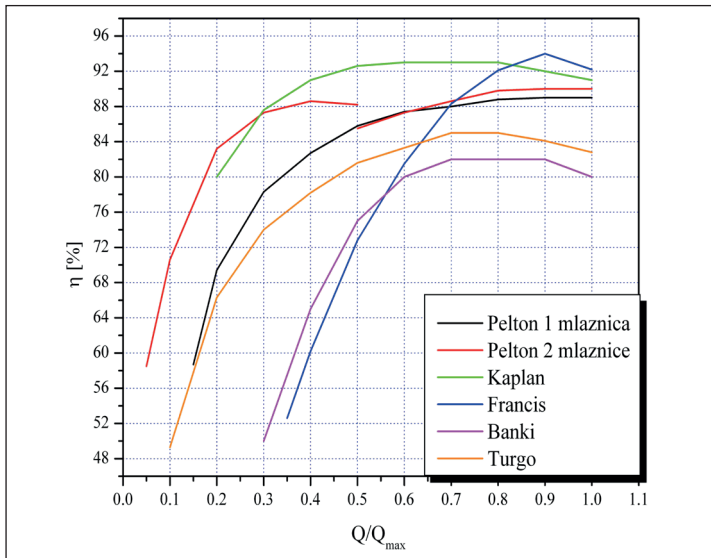
Na Sl. 1 je prikazano područje primjene raznih tipova vodnih turbina pogodnih za primjenu u malim hidroelektranama [2].



Slika 1: Oblast primjene pojedinih tipova malih vodnih turbina

Sa Sl. 1 se vidi da je Pelton turbina najpogodnija za velike padove, Francis turbina za srednje a Kaplan turbina za manje padove i veće vrijednosti protoka. Treba napomenuti da se Turgo i Banki turbine koriste samo kod malih hidroelektrana. Područja primjene pojedinih vrsta turbina se preklapaju pa se izbor turbine zasniva na tehničkim i ekonomskim parametrima.

Stepen korisnosti zavisi od vrste turbine i obično je maksimalan pri nominalnom protoku. Sa promjenom protoka vode kroz radno kolo mijenja se i stepen korisnosti turbine (Sl. 2).



Slika 2: Promjena stepena korisnosti u funkciji protoka kroz radno kolo

Pelton i Kaplan turbina imaju dosta veliki stepen korisnosti već na trećini maksimalnog protoka isto kao i Turgo turbina. Sa druge strane, Francis turbina mora da postigne makar polovinu maksimalnog protoka kako bi njen stepen korisnosti bio zadovoljavajući. Protok manji od  $0.4 Q_{max}$  može, kod Francis turbine, da dovede do nestabilnosti u radu i pojave vibracija [3]. Na Sl. 2 je za Banki turbinu prikazan stepen korisnosti za slučaj da voda struji preko čitavog radnog kola. Kod nje postoji mogućnost da se zadrži visok stepen korisnosti i pri manjim protocima o čemu će kasnije biti više riječi.

Parametar koji služi za tipizaciju radnih kola turbina naziva se specifična brzina obrtanja turbine i definisana je sledećim izrazom [1], [3],

$$n_q = n \frac{\sqrt{Q}}{Y^{3/4}}, \quad (1)$$

gdje je:  $n$  – broj obrtaja turbine,  $Q$  – zapreminski protok,  $Y$  – jedinični strujni rad. Specifična brzina obrtanja  $n_q$  brojno je jednaka brzini obrtanja uslovno izabrane turbine koja radi na jediničnom strujnom radu od  $Y = 1$  J/kg i protoku  $Q = 1$  m<sup>3</sup>/s. Na osnovu ovog parametra turbine se mogu podijeliti na sporohode i brzo-hode. Veća vrijednost neto pada odgovara manjim protocima i obrnuto (Sl. 1) tako da npr. Peltonove turbine pripadaju klasi sporohodih a Kaplanove klasi brzo-hodih turbina.

## 2. 1. FRANCISOVA TURBINA

Francisova turbina spada u grupu reakcijskih turbina jednostruke regulacije. Kod nje su lopatice radnog kola nepokretne (Sl. 3) a protok kroz radno kolo a time i snaga turbine se reguliše pomoću pokretnih lopatica sprovednog aparata. Francisova turbina može biti izvedena sa horizontalnim i vertikalnim vratilom.



Slika 3: Radno kolo Francisove turbine

Francisova turbina pokriva širok spektar specifičnih brzina obrtanja i to  $0.05 \leq n_q \leq 0.33$  [3]. Kod malih hidroelektrana se koristi najviše za srednje padove u rasponu od 10 do 350 m i protoke od 0.5 do 25 m<sup>3</sup>/s (Sl. 1). Pri protocima upola manjim od nominalne vrijednosti stepen korisnosti Francis turbine se znatno smanjuje pa se ne preporučuje za ugradnju u malim hidroelektranama koje imaju veliku varijaciju protoka tokom godine [4].

## 2.2 KAPLANOVA TURBINA

Kaplanova turbina spada u grupu reakcijskih turbina i kod malih hidroelektrana se koristi za manje padove u rasponu od 3 do 60 m i veće protoke do 50 m<sup>3</sup>/s (Sl. 1). Spada u grupu brzohodnih turbina sa specifičnim brojem obrtaja od  $0.19 \leq n_q \leq 1.55$  [3]. Kaplanova turbina može biti sa dvojnomo regulacijom ako postoji mogućnost zakretanja i lopatica radnog kola i sprovednog aparata ili sa jednostrukom regulacijom ako je sprovedni aparat fiksiran. Turbina sa dvojnomo regulacijom radi sa visokim stepenom korisnosti u širokom dijapazonu promjene pro-



Slika 4: Radno kolo Kaplanove turbine

toka i pada (Sl. 2). Na Sl. 4 je prikazano radno kolo Kaplanove turbine sa pokretnim lopaticama radnog kola.

Kaplanova turbina kod koje se lopatice radnog kola ne mogu zakretati naziva se propelernom turbinom i ona se koristi u slučajevima kada se protok i pad puno ne mijenjaju pa je ta osobina ne preporučuje za ugradnju u malih hidroelektranama.

### 2. 3. PELTONOVA TURBINA

Peltonova turbina spada u grupu akcijskih turbina. Kod nje jedan ili više mlazova vode djeluju na radno kolo na kojem se nalaze lopatice u obliku duple kašike (Sl. 5). Mlaz vode se formira u mlaznici u kojoj se potencijalna energija vode transformiše u kinetičku. Protok vode kroz mlaznicu se reguliše pomoću igle koja ga svojim pomjeranjem naprijed ili nazad smanjuje ili povećava. Peltonova turbina je opremljena i sa tzv. odrezačem mlaza čija je funkcija da prilikom rastereće-



Slika 5: Radno kolo Peltonove turbine

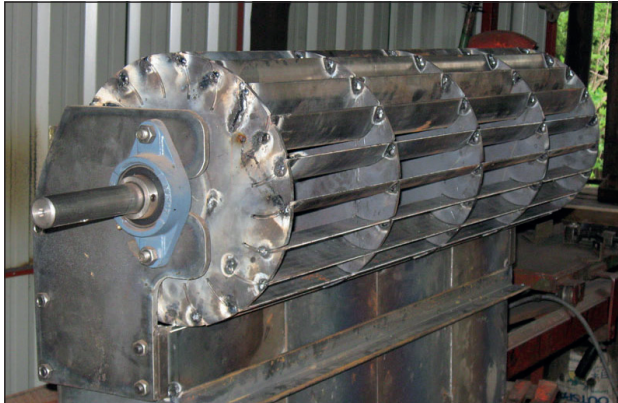
nja ili podešavanja snage agregata skrene mlaz ili jedan njegov dio sa radnog kola i time onemogući pojavu pobjega turbine. Igli mlaznice je tako omogućeno da lagano mijenja svoj položaj čime se izbjegava pojava hidrauličkog udara u cjevovodu koji je kod instalacija sa Peltonovom turbinom relativno dug. Dakle, Peltonova turbina spada u turbine sa dvojnog regulacijom.

Peltonova turbina se izvodi sa horizontalnim vratilom i jednom ili dvije mlaznice i vertikalnim vratilom i dvije, četiri ili šest mlaznica. Rešenje sa šest mlaznica nije uobičajeno kod malih hidroelektrana [3], [5]. Koristi se za velike padove u rasponu od 30 – 1000 m i manje protoke do  $2 \text{ m}^3/\text{s}$  (Sl. 1). Specifična brzina obrtanja se kreće u granicama  $0.005 \leq n_q \leq 0.025$  i povećava se sa kvadratnim korijenom broja mlaznica tako da spada u grupu sporohodnih turbina [3]. Peltonova turbina se preporučuje za ugradnju u malim hidroelektranama u izrazito planinskim područjima koja imaju konstantan pad. Promjena protoka tokom godine se kompenzuje sa većim brojem mlaznica jer tada Peltonova turbina može i pri manjem protoku da radi sa visokim stepenom korisnosti (Sl. 2).

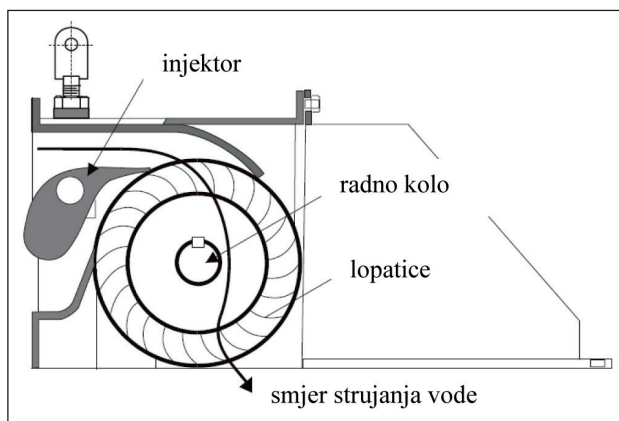
## 2. 4. BANKI TURBINA

Banki turbina spada u grupu akcijskih turbina i koristi se samo u malim hidroelektranama na padovima od 3 – 200 m i protocima od 0.3 do 9 m<sup>3</sup>/s (Sl. 1). Njena specifična brzina obrtanja se kreće u granicama  $0.09 \leq n_g \leq 0.63$ . Voda se pomoću pravougaonog injektorskog sprovednog sistema dovodi na radno kolo u obliku bubnja (Sl. 6) i zatim dva puta prolazi kroz njega i to prvo od spolja ka unutrašnjosti a zatim obrnuto (Sl. 7).

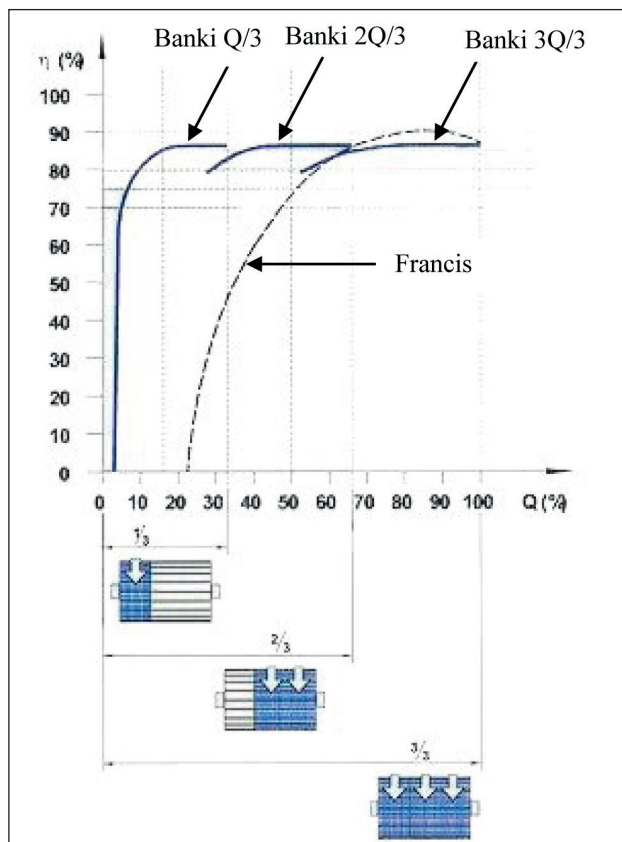
Pri prvom prolasku kroz radno kolo turbina teoretski iskoristi oko 68% energije vode a pri drugom prolasku još 19%, međutim, stvarni maksimalni stepen iskorišćenja je oko 82% [6]. Iako Banki turbina ima manji stepen korisnosti u poređenju sa ostalim turbinama koje se koriste prilikom projektovanja malih hidro-



Slika 6: Radno kolo Banki turbine



Slika 7: Princip rada Banki turbine [3]



Slika 8: Stepen korisnosti Banki turbine [7]

lektrana (Sl. 2) ona ima osobinu da može da radi sa visokim stepenom korisnosti kada protok ima vrijednost samo trećinu ili manju od nominalne vrijednosti i to tako što se voda usmjerava samo preko trećine radnog kola (Sl. 8).

Banki turbine se standardno izvodi sa horizontalnim vratilom a zbog relativno jednostavne konstrukcije, manje cijene koštanja prilikom izrade u odnosu na druge turbine, konstantnog stepena korisnosti za širok opseg promjene protoka kao i jednostavnog održavanja predstavlja odlično rešenje za male hidroelektrane čija instalisana snaga ne prelazi 1 MW.

## 2. 5. TURGO TURBINA

Turgo turbina spada u grupu akcijskih turbina i primjenjuje se samo kod malih hidroelektrana za padove od 50 – 250 m i protoke do  $10 \text{ m}^3/\text{s}$  (Sl. 1). Radno ko-



lo Turgo turbine (Sl. 9) izgleda kao radno kolo Pelton turbine podijeljeno na pola. Za istu nominalnu snagu Turgo turbina će, u odnosu na Pelton turbinu, imati dva puta manji prečnik i dva puta veću specifičnu brzinu obrtanja. Vrijednosti za specifičnu brzinu obrtanja Turgo turbine se nalaze između vrijednosti Pelton i Francis turbine.

Mlaz vode udara u radno kolo pod uglom od  $20^{\circ}$ , ulazeći sa jedne a izlazeći sa druge strane radnog kola (Sl. 10).



Slika 9: Radno kolo Turgo turbine

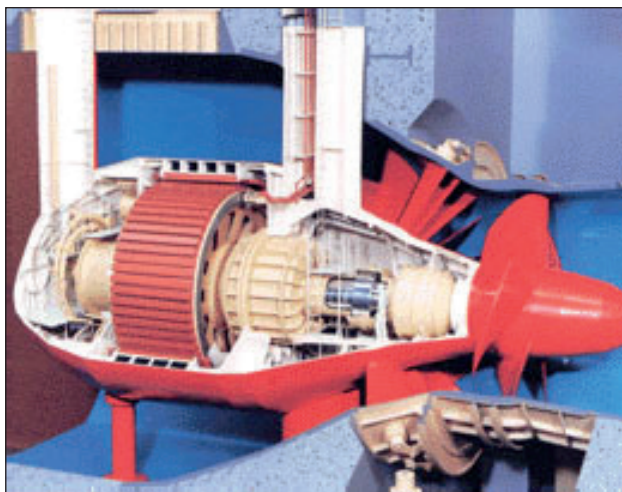


Slika 10: Princip rada Turgo turbine

Maksimalni stepen korisnosti Turgo turbine je oko 85% ali on zadržava visoku vrijednost i za vrijednosti protoka koje dostižu trećinu nominalne vrijednosti tako da je u prednosti u odnosu na Francis turbinu u istom opsegu pada i protoka. Kao i Peltonova turbina može da se izvodi sa jednom ili više mlaznica.

## 2. 6. OSTALA KONCEPCIJSKA REŠENJA

U praksi je moguće sresti razne izvedbe turbina za male hidroelektrane ali su u principu sve one samo varijacije turbina prethodno navedenih i opisanih. Možda najviše varijanti i modifikacija ima Kaplan turbina kao što su npr. cijevna, Saxo i kapsulna turbina. Kod kapsulne turbine su turbina i generator smješteni zajedno u vodonepropusnoj kapsuli koja je potopljena u vodi (Sl. 11).



Slika 11: Model kapsulne turbine

Posljednjih godina se, prilikom projektovanja malih hidroelektrana, sve više vodi računa o njihovom uticaju na životnu sredinu u prvom redu na riblji svijet koji obitava u rijekama na kojima se izgrađuju. Sve više se kao turbina za male hidroelektrane koristi tzv. Arhimedova zavojnica kroz koju ribe mogu da prođu gotovo nepovrijeđene.

Arhimedova zavojnica se koristi na malim padovima do 10 m i protocima do  $5 \text{ m}^3/\text{s}$ . Maksimalna snaga može da bude do 300 kW sa stepenom korisnosti i do 90% [8]. Uobičajena praksa je da se na mjestima zahvata malih hidroelektrana izgrađuju tzv. riblji prolazi kako bi se omogućila nesmetana migracija rječne faune [9].



Slika 12: Arhimedova zavojnica

### 3. PRIMJENA MALIH VODNIH TURBINA U CRNOJ GORI

Crna Gora kao izrazito planinska zemlja posjeduje veliki broj potoka i rječica pogodnih za izgradnju malih hidroelektrana. Prema dosadašnjim istraživanjima, u Crnoj Gori postoji preko 70 pogodnih lokacija za izgradnju novih malih hidroelektrana. Na prvom tenderu za male hidroelektrane dodijeljeno je osam koncesija a do kraja 2009. godine očekuje se raspisivanje novog tendera za novih deset vodotoka. Sve ovo nam govori da je i u Crnoj Gori sazrela ideja za potrebom iskorišćenja hidropotencijala malih vodotoka. Hidrometeorološki zavod Crne Gore je izvršio detaljna mjerenja i analize na 16 potencijalnih lokacija [10], [11] i dobio vrijednosti pada i instalisanog protoka koje su prikazane u Tabeli 1. Na osnovu ovih veličina moguće je predložiti tipove turbina koji bi bili pogodni za iskorišćenje hidropotencijala razmatranih lokacija.

Tabela 1: Neto padovi, instalisani protoci i predložene turbine za ispitane lokacije

Broj	Vodotok	Neto pad [m]	Instalisani protok [m <sup>3</sup> /s]	Snaga [MW]	Predloženi tip turbine
1	Vrbnica -Stabna	154	2.1	2.75	dvije Pelton turbine sa dvije mlaznice i horizontalnim vratilom
2	Bukovica – Donja	72	1.95	1.19	dvije Banki turbine
3	Bukovica – Timar	84	2.78	1.99	jedna Turgo turbina sa dvije mlaznice ili jedna Francis turbina
4	Tušina – Sirovac	36	1.71	0.523	jedna Banki turbina
5	Bijela	81	2.0	1.38	jedna Turgo turbina sa dvije mlaznice ili jedna Francis turbina
6	Jelovica – Lubnice uzvodno	156	1.28	1.7	dvije Pelton turbine sa dvije mlaznice i horizontalnim vratilom
7	Jelovica – Lubnice	45	2.1	0.807	dvije Banki turbine
8	Trepačka – Trepča	301	1.15	2.94	jedna Pelton turbine sa dvije mlaznice i horizontalnim vratilom
9	Kraštica – Kralje	63	1.5	0.803	jedna Banki turbina
10	Velička – Velika	84	0.488	0.348	jedna Banki turbina
11	Murinska – Murino	105	0.819	0.731	jedna Pelton turbina sa dvije mlaznice i horizontalnim vratilom ili jedna Banki turbina
12	Murinska – Murino uzvodno	221	0.737	1.39	jedna Pelton turbina sa dvije mlaznice i horizontalnim vratilom
13	Babinopoljska	221	1.213	2.28	jedna Pelton turbina sa dvije mlaznice i horizontalnim vratilom
14	Komarača – Jara	91	3.41	2.64	jedna Turgo turbina sa dvije mlaznice ili jedna Francis turbina
15	Trokutska – Hoti	195	0.815	1.35	jedna Pelton turbina sa dvije mlaznice i horizontalnim vratilom
16	Grlja – Donje Vusanje	56	4.33	2.06	dvije Turgo turbine sa dvije mlaznice ili jedna Francis turbina

Na osnovu Tabele 1. može se zaključiti da su istraženi mali vodotoci u Crnoj Gori sa relativno velikim vrijednostima padova i manjim vrijednostima protoka koji dosta variraju tokom godine [11]. Zbog toga su predložene vrste malih turbina koje mogu da pokriju ovakve parametre uz optimalno iskorišćenje vodnog potencijala. To su uglavnom impulsne turbine (Pelton, Banki i Turgo) pogodne za iskorišćenje vodne energije u izrazito planinskim krajevima kao što je Crna Gora. Na lokacijama koje imaju visoku vrijednost neto pada (red. br. 1, 6, 8, 12, 13, 15 u Tabeli 1) preporučuje se ugradnja Pelton turbine sa dvije mlaznice. Ugradnja Pelton

turbine sa vertikalnim vratilom i četiri mlaznice takođe dolazi u obzir. Na srednjim vrijednostima padova (red. br. 3, 5, 14, 16 u Tabeli 1) postoji mogućnost izbora Turgo i Francis turbine. U ovim slučajevima ipak treba dati prednost Turgo turbini zbog promjenljivosti protoka koja se javlja tokom godine [3]. Na lokacijama čija instalirana snaga ne prelazi 1 MW a koje se karakterišu nešto nižim vrijednostima pada (red. br. 2, 4, 7, 9, 10 u Tabeli 1) preporučuje se ugradnja Banki turbina zbog velikog broja prednosti koje ova turbina ima u odnosu na druge modele. Predloženi tipovi turbina su dati samo orijentaciono na osnovu Sl. 1, a konačan izbor turbine za određenu lokaciju slijedi nakon detaljnih tehnoeekonomskih analiza.

U Crnoj Gori trenutno postoji sedam malih hidroelektrana koje se nalaze u vlasništvu EPCG. U Tabeli 2. su date vrijednosti njihovog neto pada, protoka, instalirane snage i ugrađenih tipova turbina [12]. Takođe su dati predlozi turbina koje bi bilo pogodno ugraditi na navedenim lokacijama ako bi se mala hidroelektrana gradila u današnje vrijeme.

Tabela 2: Postojeće mHE u Crnoj Gori, njihovi parametri i predloženi tipovi turbina

Broj	mHE	Neto pad [m]	Ukupni protok [m <sup>3</sup> /s]	Snaga [MW]	Ugrađeni tip turbine	Predloženi tip turbine
1	Glava Zete	21.5	29.0	5.4	dvije Kaplan turbine	dvije Kaplan turbine
2	Slap Zete	7	26.0	1.2	dvije Kaplan turbine	dvije Kaplan turbine
3	Rijeka Mušovića	160	1.0	1.3	tri Peltonove turbine sa horizontalnim vratilom i jednom mlaznicom	jedna Peltonova turbina sa vertikalnim vratilom i četiri mlaznice
4	Šavnik	23.5	1.0	0.2	Dvije Francis turbine	jedna Banki turbina
5	Rijeka Crnojevića	22	3.0	0.5	jedna Banki turbina	jedna Banki turbina
6	Podgor	54	0.9	0.4	jedna Banki turbina	jedna Banki turbina
7	Lijeva Rijeka	40	0.2	0.05	jedna Banki turbina	jedna Banki turbina

Na pet postojećih hidroelektrana i to mHE Glava Zete, mHE Slap Zete, mHE Rijeka Crnojevića, mHE Podgor i mHE Lijeva Rijeka postojeći tipovi turbina bili bi zadržani i za slučaj da se izbor turbine vrši sada. Kod mHE Rijeka Mušovića postojeće stanje sa tri Peltonove turbine bi bilo zamijenjeno sa jednom Peltonovom turbinom sa vertikalnim vratilom i četiri mlaznice i jedno takvo rešenje bi sigurno radilo sa većim stepenom korisnosti. Takođe izbor Francis turbine u mHE Šavnik bi bio promijenjen jer na ovakvim parametrima neto pada i instalisanog protoka Francis turbina ne dolazi u obzir. Za ovu lokaciju idealno rešenje bi bila jedna Banki turbina.

#### 4. ZAKLJUČAK

U radu su predstavljene vodne turbine pogodne za ugradnju u malim hidroelektranama. Dati su dijagrami njihove oblasti primjene i stepena korisnosti i izvršena njihova podjela s obzirom na način razmjene energije u radnom kolu i vrijednosti specifične brzine obrtanja. Kako su istraženi vodotoci u Crnoj Gori sa velikim padovima i manjim vrijednostima protoka koji se značajno mijenja tokom godine, to se za ugradnju u male hidroelektrane u Crnoj Gori predlaže ugradnja akcijskih turbina tipa Pelton, Banki i Turgo. Ugradnja nekih novih modela kao što je npr. Arhimedova zavojnica došla bi u obzir samo na vodotocima koji teku u ravnijim djelovima države npr. na rijeci Zeti u Nikšićkom polju ili u Bjelopavličkoj i Zetskoj ravnici. Takođe, za postojeće male hidroelektrane u Crnoj Gori dat je predlog tipova turbina koje bi bile pogodne za ugradnju na predmetnim lokacijama u današnjim uslovima.

#### 5. LITERATURA

- [1] Benišek, M. (1998), *Hidraulične turbine*, Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, Srbija.
- [2] Magureanu, R. i dr. (2008), *Optimal operation of Francis small hydro turbines with variable flow*, IEEE International Symposium on Industrial Electronics, ISIE 2008, Cambridge, UK.
- [3] ESHA (2004), *Guide on how to develop a small hydropower plant*, European Small Hydropower Association, Brussels, Belgium.
- [4] Paish, O. (2002), *Small hydro power: technology and current status*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 6, 537-556.
- [5] Mrkić, M. (2003), *Male hidroelektrane u Crnoj Gori – razvojna istraživanja i projektovanje*, Centar za hidroelektrane, Mašinski fakultet, Podgorica, Crna Gora.
- [6] Grupa autora (1986), *Zgradimo majhno hidroelektrarno*, Zveza organizacij za tehnično kulturo Slovenije, Ljubljana, Slovenija.
- [7] <http://www.ossberger.de>
- [8] <http://www.ritz-atro.de>
- [9] Larinier, M. (2008), *Fish Passage experience at small-scale hydro-electric power plants in France*, Hydrobiologia, Vol. 609, 97-108.
- [10] Hidrometeorološki zavod Crne Gore (2007), *Hidrološka obrada za profile malih (mini, mikro) hidroelektrana (mHE) na pritokama glavnih vodotoka u Crnoj Gori*, HMZCG, Podgorica, Crna Gora.
- [11] Hidrometeorološki zavod Crne Gore (2008), *Preliminarna (gruba, aproksimativna, orijentaciona) obrada hidropotencijala na pritokama glavnih vodotoka Pive i Lima, malih, mini ili mikro (mHE) u Crnoj Gori*, HMZCG, Podgorica, Crna Gora.
- [12] Stoll EPC (2001), *Small Hydro Power Plants (SHPP) in Montenegro – Rehabilitation Analysis and Report*, Stoll EPC, Weingarten, Germany.

---

## WATER TURBINES FOR SMALL HYDRO POWER PLANTS

### ABSTRACT:

Small hydro power plants are increasingly used worldwide to obtain electricity. Economical solutions are based on new technologies that enable high efficiency and energy techniques that provide maximum environmental protection. Water turbines for small hydro power plants must be designed and selected in a way that will enable optimal use of resources of small rivers with minimal distortion of the surrounding environment. In Montenegro, the last ten years there has been a maturing ideas about the need for utilization potential of small rivers and made the first steps towards the construction of new small hydropower plants in the last half century. This paper presents a water turbines for application in small hydropower plants, with special emphasis on the use of turbines suitable for hydro potential of the small rivers in Montenegro.

Key words: *small hydro power plants, small water turbines, renewable energy sources*

