

USLOVI, MOGUĆNOSTI I KRITERIJUMI ZA IZGRADNJU MALIH HIDROELEKTRANA U CRNOJ GORI

Branislav Đorđević¹, Milinko Šaranović² i Srđan Vujadinović³

SAŽETAK:

Pored izvanrednih uslova za realizaciju izvjesnog broja većih elektrana, na Morači, Komarnici, Pivi, Tari, Čehotini, Limu i Ibru, Crna Gora raspolaže i sa mogućnostima da realizuje izvjestan broj manjih elektrana (MHE). Time bi se upotpunilo iskorišćenje sopstvenih vodnih potencijala, stvarajući uslove da u budućnosti najveći dio svog elektroenergetskog konzuma (preko 80%) zadovolji iz obnovljivih, ekološki najprihvatljivijih vodnih snaga. Veće elektrane su dispozicionim mjerama skladno uklopljene u ekološko okruženje. Međutim, imajući u vidu postulat o Crnoj Gori kao ekološkoj državi, neophodno je da se definišu jasni uslovi i kriterijumi za iskorišćenje dijela vodnih snaga koji se koristi preko malih hidroelektrana. U radu se razmatraju mogućnosti realizacije malih elektrana u Crnoj Gori i analiziraju uslovi i kriterijumi njihovog uklapanja u ekološko i socijalno okruženje. Uslovi za to uklapanje su složeniji u slučaju MHE, imajući u vidu suženije operativne mogućnosti upravljanja u kritičnim hidrološkim periodima.

Ključne riječi: Crna Gora, vodni potencijali, hidroenergetika, male hidroelektrane, ekološki uslovi, garantovani protoci, ihtiofauna

1. UVOD

Naglo zaoštavanje energetske probleme u svijetu stvorilo je nov okvir za vrednovanje hidroenergetskih potencijala, kao jedinog koncentrisanog izvora ob-

¹ Prof. dr Branislav Đorđević, Građevinski fakultet u Beogradu

² Akademik Milinko Šaranović, CANU, Podgorica

³ Inž. Srđan Vujadinović, Elektroprivreda Crne Gore, Nikšić

novljive energije sa visokom ukupnom energetsom dohodovnošću. Bitna promjena je sljedeća: *u novije vrijeme najveći dio tehnički iskoristivog potencijala prešao je u kategoriju ekonomski iskoristivog potencijala*. Očekuje se da će u skoroj budućnosti praktično cjelokupan tehnički iskoristiv potencijal, onaj koji je stavljen pod posebnu društvenu zaštitu (prostornim planovima i drugim mjerama čuvanja od obezvrjeđivanja namjene prostora i vodnih potencijala), naći u kategoriji ekonomski iskoristivog potencijala. Razloga za tu tendenciju ima više, pri čemu su posebno relevantni sljedeći: (1) tendencije poskupljenja fosilnih goriva (cijene nafte su prešle granicu od 80 USD po barelu, sa tendencijom daljeg povećanja) i sve oštrija i skuplja ekološka ograničenja koja se postavljaju u vezi sa dozvoljenom emisijom GHG (gasova „staklene bašte”) bitno mijenjaju uslove vrednovanja hidroelektrana (HE): ekonomične postaju sve HE čija je cijena energije manja od cijene energije najskupljih termoelektrana koje svojim ulaskom u pogon istiskuju iz elektroenergetskog sistema (EES); (2) sa razvojem EES i promjenama nivoa konzuma i strukture proizvodnje mijenja se uloga hidroelektrana u EES: hidroelektrane preuzimaju sve važniju i delikatniju ulogu u obezbjeđivanju vršne snage i energije i u ostvarivanju zahtijevane rezerve i pouzdanosti sistema; (3) kompleksno korišćenje voda učinilo je ekonomičnim mnoge energetske objekte koji nisu bili ekonomični kada su planirani jednonamjenski – samo kao hidroelektrane; (4) uvođenje novih HE u EES povećava ekonomsku stabilnost EES; (5) brzi razvoj tehnologije opreme za HE (posebno za objekte na malim padovima), kao i njihova tipizacija čini opremu specifično jeftinijom i proširuje opseg ekonomske eksploatacija mnogih ranije neekonomičnih hidropotencijala.

Međutim, i pored tih neospornih globalnih tendencija koje nameće energetska i ekološka realnost, sve češće se u neobaviještenoj javnosti osporava značaj hidroelektrana. Posebno se namjerno pogrešno ocjenjuju mogućnosti njihovog skladnog uklapanja u ekološko okruženje. Nažalost, sve se čvršće ukorjenjuje u javnost opasna strateška zabluda da su velike i srednje hidroelektrane, posebno one sa akumulacionim jezerima, nepovoljne za okruženje, te da izlaz treba tražiti isključivo kroz realizaciju malih hidroelektrana. Od svih zemalja jugoistočne Evrope ta strateška stranputica posebno je izražena u Crnoj Gori. Tokom diskusija o Prostornom planu Republike Crne Gore i Strategije razvoja energetike organizovana je i vješto vođena kampanja u medijima da se iz Plana izostave sve planirane akumulacije i svi hidroenergetski objekti. Lansirana je čak i krilatica da Crna Gora kao „ekološka država” ne smije da gradi objekte na svojim rijekama, navodno – radi zaštite vodenih ekosistema. To je velika i veoma opasna zabluda, koja na stratešku besputicu – energetska, ali i ekološka – dovodi Crnu Goru, koja bi iz hidroenergetskih potencijala, kao ekološki najčistijeg obnovljivog izvora energije, mogla da podmiri najveći dio svojih potreba za električnom energijom. Analizama je dokazano da se svi planirani objekti većih i srednjih hidroelektrana mogu

veoma skladno uklopiti u ekološko, socijalno i ostalo okruženje. Ne samo uklopiti već se akumulacijama mogu ostvariti veoma ozbiljna poboljšavanja ekoloških stanja. Naime, aktivnim upravljanjem vodama mogu se značajno poboljšavati vodni režimi (smanjivati poplavni talasi i značajno povećavati protoci u malovodnim periodima, kao vid tzv. oplemenjavanja malih voda), što je vid vrlo korisnog djelovanja na sve vodene i priobalne ekosisteme. Protocima u malovodnim periodima može se upravljati po količini vode, temperaturi i sadržaju kiseonika u vodi, na ekološki najdjelotvorniji način.

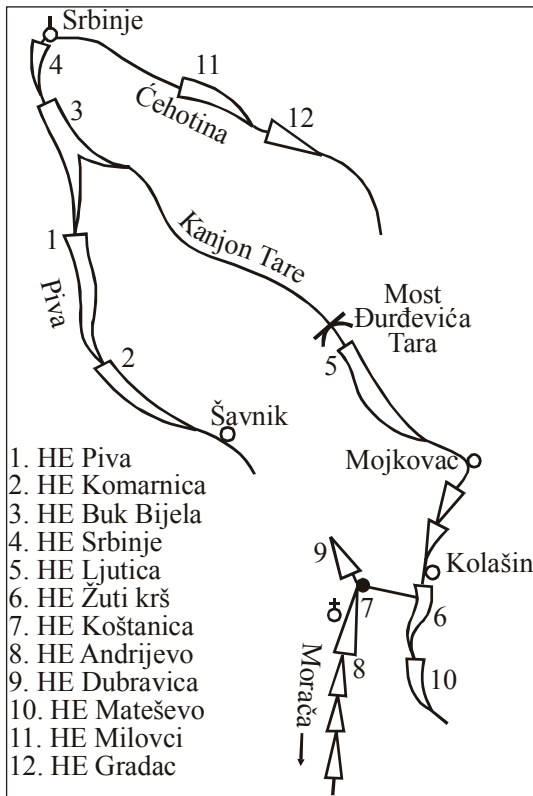
Pošto se objektivna naučna javnost ne može i ne smije defetistički pomiriti sa strateški pogrešnim odnosom prema iskorišćenju hidroenergetskih potencijala Crne Gore, moraju se razmatrati svi vodni potencijali. Ukoliko bi se samo analizirali potencijali tzv. malih hidroelektrana, mogao bi se steći pogrešan utisak da je stvar determinisana nakon usvajanja poznate Deklaracije o rijeci Tari, kojom je srušen čitav koncept uređenja, korišćenja i zaštite vodnih potencijala Crne Gore. Zbog toga će se i u ovom razmatranju dati osvrt na obje klase potencijala – velikih i srednjih objekata, kao i malih vodnih snaga.

2. VODNI POTENCIJALI – NAJVREDNIJI RAZVOJNI RESURS CRNE GORE

Crna Gora je jedna od rijetkih zemalja Evrope koja bi mogla, uz cjelovito iskorišćenje svojih hidroenergetskih potencijala, da najveći dio svojih potreba za električnom energijom u narednim decenijama zadovolji iz hidroelektrana, kao ekološki najpovoljnijih obnovljivih izvora. Bruto hidroenergetski potencijal na devet većih rijeka je oko 9.850 GWh/god. Potencijal na manjim vodotocima, koji bi se mogao iskoristiti bez značajnijih ekoloških posljedica na okruženje, procjenjuje se na oko [800÷1.000] GWh/god. Najveći potencijal je koncentrisan na rijeci Tari od oko 2.260 GWh/god, a za njom slijede Zeta sa oko 2010 GWh/god, Morača (do Zete) oko 1470 GWh/god, Lim 1440 GWh/god. i rijeka Piva sa oko 1360 GWh/god.

U skladu sa sve traženijom vršnom ulogom hidroelektrana u EES – poseban kvalitet tog potencijala je mogućnost ostvarivanja regulisanja protoka akumulacijama na većini rijeka, tako da se može realizovati efikasno upravljanje proizvodnjom, prema zahtjevima konzuma. To bi hidroelektranama u Crnoj Gori dalo posebno značajnu ulogu u EES jugoistočne Evrope i omogućavalo bi vrlo unosnu energetske razmjenu sa drugim sistemima u okruženju, plasiranjem veome vrijedne i mnogo tražene vršne energije u zamjenu za znatno više energije u konstantnom dijelu dijagrama opterećenja.

Tehnički iskoristivi potencijal Crne Gore na većim i srednjim postrojenjima zavisi od varijante korišćenja voda. U slučaju korišćenja voda Tare u prirodnom



Slika 1: Konfiguracija sistema na ključnim rijekama Crne Gore

jući u vidu i pogodnost razmjene vršne / varijabilne energije akumulacionih HE sa konstantnom energijom iz okolnih EES, kojima nedostaje vršna energija, Crna Gora bi se našla u maloj grupi zemalja svijeta koje svoje potrebe za električnom energijom mogu podmirivati prevashodno iz obnovljivih, ekološki najčistijih energetske izvora – iz vodnih snaga.

U traženju najboljeg načina iskorišćenja hidropotencijala Crne Gore, prije svega sa stanovišta najskladnijeg uklapanja i ekološko drugo rješenje, na svim rijekama su tehnička rješenja razmatrana u više varijanata. Analizom svih varijanata u monografiji [1], autori su predložili konfiguraciju sistema koja se veoma skladno može uklopiti u okruženje. Tačnije rečeno, to je varijanta koja omogućava da se upravljanjem akumulacijama mogu veoma uspješno poboljšavati ekološka stanja na rijekama, smanjivanjem vrhova talasa velikih voda i povećanjem malih voda, prema potrebama nizvodnih ekosistema. Ta varijanta ne narušava korišćenje rijeke Tare za splavarenje, već omogućava da se aktivnim upravljanjem

pravcu tečenja iznosi oko 4,6 TWh/god, dok u varijanti prevođenja dijela voda iz Tare u Moraču iznosi oko 5,3 TWh/god. Pored toga, Crna Gora bi dobila, shodno sklopljenom sporazumu sa Republikom Srpskom, oko 0,45 TWh/god iz HE Buk Bijela i HE Srbinje, u slučaju njihove realizacije. Najmanje još oko 0,4 TWh/god. može se realizovati u okviru malih HE. Znači, ukupni iskoristivi hidroenergetski potencijal Crne Gore je [5,4÷6,1] TWh/god, zavisno od varijante korišćenja voda. Na postojećim objektima iskorišćeno je oko 1,67 TWh/god, instalisane snage 658 MW. Pošto se okvirne potrebe Crne Gore u električnoj energiji oko 2021. godine procjenjuju na oko 6,9 TWh/god, stepen pokrivenosti elektroenergetskog konzuma energijom iz hidroelektrana mogao bi da dostigne vrijednost i preko 80%. Imajući

akumulacijom Ljutica, koja u toplom dijelu godine služi isključivo za poboljšanje ekoloških funkcija, vodni režimi na toj rijeci održavaju u najpovoljnijim ekološkim stanjima, sa većim protocima u malovodnim periodima no što bi to bilo u prirodnim režimima. Osnovna konfiguracija tog sistema na važnijim rijekama (osim Lima) prikazana je na sl. 1.

Tehničko rješenje koje na skladan način spaja ekološke, energetske i vodoprivredne funkcije ima sljedeću osnovnu konfiguraciju po pojedinim rijekama i dijelovima sistema.

SISTEM 'TARA – MORAČA'. To je ključni sistem Crne Gore. Najvažniji objekti su: akumulacija 'Žuti Krš' sa kotom normalnog uspora 1000 mnm, kompenzacioni bazen 'Bakovića klisura', kota 932 mnm, tunel prema Morači i HE Koštanica, snage ne manje od 550 MW, neto proizvodnje od 1.100 GWh/god. Dispozicija HE Koštanica treba da bude razrađena tako da se u slučaju potrebe taj objekat može pretvoriti u reverzibilnu elektranu po šemi sa četiri mašine, čime bi se ponovo uspostavio prirodan bilans voda na Tari i Drini, ali sa znatno poboljšanim režimom (ublaženi povodnji, povećani protoci u malovođu).

PIVA. U slivu Pive, pored HE Piva, ključni objekat je HE Komarnica, u pozicionoj šemi koja ne ugrožava Šavnik (kota uspora 818 mnm). Za dio sliva uzvodno od Šavnika postoje dvije varijante (Var. 1: HE Pošćenje i HE Buk – Šavnik; Var. 2: HE Šavnik i HE Timar). Čitav dio toka Pive nizvodno od HE Piva do sastavnice predviđen je za hidroenergetsko korišćenje. HE Piva će dobiti u vrijednosti ukoliko se poveća njena instalisana snaga. U tab. 1 prikazani su osnovni parametri dijela sistema na rijeci Pivi.

Tabela 1: Pokazatelji planiranih hidroenergetskih objekata u slivu Pive

Naziv HE	Tip HE	Deriv. (km)	Q_{sr} (m ³ /s)	Q_{inst} (m ³ /s)	H_b (m)	H_n (m)	N_i (MW)	E_{god} (GWh/g)	V_k (hm ³)	KNU mnm
Glavni tok: Komarnica	Pribr.	–	21,6	130	155	153,4	160	247	220	818
Varijan. 1:										
Pošćenje	Deriv.	4,2	1,45	6	156	148	7,3	16	9,6	976,5
Buk Šavnik	Deriv.	6,66	2,93	10	256,5	243	20	53	0,95	1080
Σ Varj. 1:							27,3	69	10,6	
Varijan. 2:										
Šavnik	Deriv.	5,5	7,65	25	162	151	35	86	1,5	980
Timar	Deriv.	2,8	2,72	10	165	159,4	14	32,3	1,8	1150
Σ Varj. 2:							49	118	3,3	

Ukupno sliv Pive (novi objekti)	N_{inst} (MW)	E_{god} (GWh/god)	V_k (hm ³)
HE Komarnica + pritoke varij. 1:	187	316	231
HE Komarnica + pritoke varij. 2:	209	365	223

GORNJI TOK TARE. Pored navedenih objekata iz sistema 'Tara – Morača', u gornjem dijelu toka najpogodnija je konfiguracija sljedećih objekata: derivaciona HE Opanonica (kota uspora 1160 mnm, zapremina akumulacije $45 \times 10^6 \text{ m}^3$), HE Trebaljevo, kao derivaciona HE (uspor 903 mnm), HE Ljutica, kao ključni objekat za ekološko upravljanje vodnim režimima u zaštićenom kanjonu. Ključne performanse HE Ljutica: uspor 770 mnm, korisna zapremina $316 \times 10^6 \text{ m}^3$, snaga 212 MW. U toplom dijelu godine taj objekat se uopšte ne koristi energetske, čak nije ni u ulozi operativne rezerve sistema, već isključivo služi u ekološke svrhe – da regulacijom vodnih i temperaturnih režima stvori optimalne režime za ekološku i turističku valorizaciju zaštićenog kanjona. Kota uspora HE Ljutice je odabrana da ne ugrožava zaštićene vrijednosti na tom dijelu doline: manastir Dobrilovina, rezervat Crne Podi, Donja Polja. Performanse tog sistema date su u monografiji [1].

ČEHOTINA. Optimalnu konfiguraciju sistema na Čehotini čine objekti: HE Gradac, NU = 742 mnm, $V_k = 85 \times 10^6 \text{ m}^3$, 72 GWh/god.; HE Milovci, NU = 650 mnm, $V_k = 386 \times 10^6 \text{ m}^3$, 153 GWh/god.

LIM. Energetski veoma značajna rijeka koja se može uspješno iskoristiti kaskadnim sistemom sa niskim stepenicama sa kanalskim elektranama, koje najvećim dijelom ostaju u major koritu Lima. Cio potez toka Lima na teritoriji Crne Gore predviđa se za energetske korišćenje u okviru kontinuiranog kaskadnog sistema od ukupno 12 stepenica, proizvodnje 590 GWh/god. [1]. Akumulacije za regulisanje protoka smještaju se u sada malo zauzetim bočnim pritokama. To su objekti: Grlja (Grnčar) NU = 1060 mnm, Đurička rijeka (1100 mnm), Zlorečica (880 mnm), Šekularska rijeka (885 mnm), Trebačka rijeka (1360 mnm), Beranska Bistrica (850 mnm), Kaludarska (1030 mnm), Lješnica (740 mnm), Ljuboviđa (750 mnm), Bjelopoljska Bistrica (698 mnm). Ukupna zapremina akumulacija je oko $720 \times 10^6 \text{ m}^3$, što bi sistemu na Limu omogućilo godišnje regulisanje protoka, sa ukupnom proizvodnjom od 933 GWh/god. Realizacija sistema bio bi velik razvojni projekat sa čitavom lepezom socijalnih, ekonomskih, ekoloških, kulturoloških, vodoprivrednih i drugih ciljeva. Po toj koncepciji bi se rješenje u slivu Lima skladno uklopilo u okruženje.

IBAR. Akumulaciona HE Bač, sa NU = 971 mnm, zapremine $200 \times 10^6 \text{ m}^3$, E = 48 GWh/god.

MORAČA. Sistem na Morači je razmatran u dvije varijante. Osnovna konfiguracija je u oba slučaja ista (postrojenja: Andrijevo, Raslovići, Milunovići i Zlatica). Razlika je u tome što se u prvoj varijanti predviđa kota NU akumulacije Andrijevo 285 mnm, dok se u drugoj varijanti predviđa sniženje te kote na 250 mnm (moglo bi i neko 'međurješenje', npr. sa kotom 265 mnm). U tom drugom slučaju sistem čine objekti: HE Dubravica (NU = 500 mnm), HE Grlja (335 mnm), HE Andrijevo (250 mnm), HE Raslovići (155 mnm), HE Milunovići (119 mnm) i HE

Zlatica (81 mnm). Rješenje obuhvata i najvažnije protoke, što se vidi na tab. 2. U okviru integralnog sistema predviđa se trajna zaštita manastira Morača, koji je sada ugrožen na više načina [1].

Tabela 2: Pokazatelji objekata na rijeci Morači u varijanti 1 (Andrijevo 285 mnm):

Naziv HE	Tip HE	Deriv. (km)	Q_{sr} (m ³ /s)	Q_{inst} (m ³ /s)	H_b (m)	H_n (m)	N_i (MW)	E_{god} GWh/g	V_k hm ³	KNU mnm
Glavni tok:										
HE Ljevišta	Deriv.	2,2	3,56	20	300,5	277,1	47	73,4	27	1028
Krušev Lug	Deriv.	1,3	7,06	35	105,6	94,1	27	49,5	29	590
Ljuta	Deriv.	1,7	9,78	50	159	155	60	113	45	463
Andrijevo	Pribr.	–	37,8	120	117	115	127	323,7	250	285
Raslovići	Pribr.	–	42,1	120	36	34	37	106,6	2,8	155
Milunovići	Pribr.	–	44,8	120	38	36	37	120,1	6,8	119
Zlatica	Pribr.	–	57,3	120	38,5	36,5	37	155,7	13	81
– glavni tok							372	942	374	
Pritoke Morače:										
Ibrija	Deriv.	0,7	1,27	6	158,2	150,4	7	14,2	8,4	481
V Duboko	Deriv.	5,8	2	10	549	492	40	73,3	13,5	846
Nožica	Deriv.	1,6	2,56	12	154	140	14	26,7	17	948,5
Brskut	Deriv.	6,9	3,23	15	649	590	74	141,9	11,2	785
– pritoke							135	256	50	
Morača + pritoke							507	1198	424	

HE BUK BIJELA. Nesporazumi u vezi sa tim objektom nastali su kao rezultat neadekvatnog prezentiranja projekta. Taj najveći razvojni projekat, sa izuzetno značajnim socijalnim, privrednim, saobraćajnim, kulturološkim, ekološkim, vodoprivrednim i drugim ciljevima, predstavljen je sasvim suženo samo kao energetski, bez jasnog prikaza uklapanja u ekološko okruženje. Objekat se uz odgovarajuće upravljanje može uspješno uklopiti u ekološke i turističke ciljeve. U [1] su prikazani složeni ciljevi tog integralnog razvojnog projekta. Izgradnjom tog sistema i HE Komarnica – bile bi stvorene izvanredne mogućnosti za turističku valorizaciju tih jezera. Otvara se mogućnost za jedinstvenu turističku atrakciju, koja bi mogla da bude izuzetno prihvaćena u Evropi. Turisti bi se spuštali čamcima („rafting”) niz tok Tare do Šćepan Polja (ili do potpuno obnovljenih turističkih centara Papratište ili Jasena u dolini Tare u zoni uspora), a zatim bi brodicima prolazili kroz jezerske dijelove kanjona Pive – kroz pivski krak akumulacije Buk Bijela, kroz cijelo Pivsko jezero, sa nizom atraktivnih turističkih sadržaja. Prošavši kroz dio kanjona Komarnice, razgledali bi branu i HE Komarnica (što bi bila svojevrsna turistička atrakcija), a zatim bi presijedali na nov brod i prolazili kanjonom Komarnice do Šavnika, odakle bi odlazili na Durmitor ili u neki od drugih turističkih centara koji postoje ili bi se stvorili u širem okruženju (Bjelasica, Piv-

ska planina, Sinjajevina itd.). Takva turistička ponuda bi se veoma skladno mogla dopuniti i organizovanim planinarskim turama („treking“), koje postaju izuzetno popularne u svijetu i koje su ekonomski preporodile neke planinske zabiti u svijetu. To je izuzetna šansa za ekonomski i socijalni razvoj čitavog kraja. Tome treba dodati i realizaciju magistralnog puta pravcem Višegrad – Srbinje – Plužine – Nikšić, koji bi sa svim pratećim sadržajima postao okosnica za razvoj porodičnih preduzeća (turističkih objekata, servisa).

Na taj način bi se izgradnjom velikih akumulacionih i srednjih hidroelektrana ostvarila proizvodnja koja bi bila oko 5,7 TWh/god. Zahvaljujući akumulacijama, od kojih najveće imaju tzv. čeonu položaj (u gornjem toku), preko 70% energije imalo bi karakter vršne, varijabilne energije. To bi Crnoj Gori dalo izvanredno povoljan položaj u sistemu čitavog južnog dijela Evrope.

3. MALE HIDROELEKTRANE – SAMO KAO DOPUNA PRIMARNOG HIDROENERGETSKOG SISTEMA

Shodno uobičajenoj planerskoj praksi u svijetu, koja je ugrađena i u Vodoprivrednu osnovu Crne Gore, realizacija malih hidroelektrana (MHE) dozvoljava se na svim vodotocima, pod sljedećim uslovima:

- izgradnja samo na lokacijama na kojima MHE ne remete realizaciju planiranih objekata integralnog sistema korišćenja voda;
- pod uslovom da se odgovarajućim analizama uticaja na okruženje dokaže da MHE ne remete ekološke sisteme tih manjih vodotoka;
- ukoliko se obezbijedi ispuštanje garantovanog ekološkog protoka na način koji je pouzdan i koji se može kontinuirano kontrolisati tokom eksploatacije MHE;
- u dispozicionim šemama koje ne devastiraju ambijentalne vrijednosti zaštićenih područja;
- uz klauzulu da će se dozvola za eksploataciju oduzeti ukoliko se korisnik ogлуši o propisane uslove obezbjeđenja garantovanog protoka.

Elektroprivreda Crne Gore, kao i pojedine Opštine na sjeveru Crne Gore, u periodu od 1980. do 1988. godine vršile su pripremu i razradu dokumentacije za izgradnju MHE. Na osnovu studija koje su do sada urađene, evidentirano je više od 50 lokacija za male hidroelektrane. Njihove tehničke karakteristike prikazane su u tab. 3, sistematizovane po rijekama.

Tabela 3: Razmatrane male hidroelektrane na području Crne Gore

VODOTOK	POSTROJENJE	TIP	F _{slaba} km ²	Q _{sr} m ³ /sec	Q _i m ³ /sec	V _b 10 ⁶ m ³	KNU mm	H _{brano} m	H _{brano} m	P MW	E GWh/god	L _{TJK} m	L _c m	
Vrbnica														
1	Vrbnica	HE Jasen	14,6	1	2,9	6,1	1.201	56	256	6,1	18,2	1400	440	
2	Vrbnica	HE Stabna	44,9	1,5	3,6	-	945	-	185	5,3	15	1660	213	
2.1.	Suvodanj	der		1,54	2,9	-	845	-	85	1,8	8,3	1100	172	
3.	Vrbnica	HE Vrbnica	86,7	5,6	11	-	760	-	85	7,4	25	2120	130	
											20,6	66,5		
Mratinjski p.														
4.	Mratinjski potok	HE Mratinje I	15	1	1,5	-	900	-	120	1,4	7,4	850	160	
5.	Mratinjski potok	HE Mratinje II	19,3	1,2	2	-	780	-	105	1,5	7,7	1700	220	
											2,9	15,1		
Đurička r.														
6.	Jasenička r.	HE Pusta vrata	9,9	0,426	0,85	-	1.170	-	120	0,825	2,64	1600	420	
7.	Trokuska	HE Livotvirska	11,8	0,525	1,05	-	1.190	-	140	1,18	3,74	2820	320	
8.	Đurička r.	HE Đurička rijeka	53,5	2,2	6,6	11,8	1.049	47	136	7,05	19,22	1.150 + 600	350	
											9,055	25,6		
Komarača														
9.	Babinopoljska r	HE Bogičevica	9,12	0,392	0,8	-	1.684	-	124	0,77	2,4	3050	400	
10.	Babinopoljska r	HE Babino Polje	18,5 + 6,8	0,75 + 0,26	2,02	-	1.528	-	168	2,74	8,75	2200 + 770	430	
11.	Babinopoljska + Treskavačka	HE Jara		1,36 + 0,56	3,85	-	1.300	-	220	6,8	21,57	2450 + 1650	570	
12.	Komarača	HE Meteh	63	2,38	7	3,9	1.068	60	166	9	22,21	2100 + 800	500	
											19,31	54,93		
Vetička r.														
13.	Vetička r.	HE Vetička	10,4 + 8,9	0,38 + 0,34	1,43	-	1.065	-	100	1,17	3,72	1300 + 1200	220	
14.	Vetička r.	HE Papratište	26,6	0,939	1,88	-	950	-	75	1,1	3,51	2450	250	

VODOTOK	POSTROJENJE	TIP	F _{pliva} km ²	Q _r m ³ /sec	Q _i m ³ /sec	V _b 10 ⁶ m ³	KNU mm	H _{bruto} m	H _{bruto} m	P MW	E GW/h/god	L _{TK} m	L _c m
Vrbnica													
											2,27	7,23	
Murinska r.													
15.	Murinska r.	HE Dosava	7,12	0,317	0,63	-	1.190	-	220	1,13	2,85	1250	400
16.	Murinska r.	HE Murino	15,7	0,6	1,21	-	960	-	135	1,27	4,04	2560	460
											2,4	6,89	
Vruja													
17.	Grija	HE Oko	18,5 + 14,8	1,22 + 0,98	4,2	-	1.050	-	52,5	1,85	5,6	1150 + 650	300
18.	Vruja	HE Gornje Vusanje	43,3	2,63	8	0,6	997,5	10	57,5	3,8	8,53	120	200
											5,65	14,13	
Zlorečica													
19.	Kuška – Ljute	HE Kuška	58,6	1,96	4,5	18	988	51,5	118	4,34	15,73	1.700	200
20.	Zlorečica	HE Zlorečica	155,3	4,83	8	26,5	866,5	71	113,5	7,4	33,06	3.200	150
											11,74	48,79	
Kraštica													
21.	Kraštica	HE Kralje	36,2	0,807	2	1	807	23	66,5	1	2,31	1.950	330
											1	2,31	
Trebačka r.													
22.	Trebačka r.	HE G. Trepča	22	0,575	1,725	5,7	1350	49	550	7,625	19,88	4.700	1200
23.	Trebačka r.	HE Donja Trepča	38	0,85	2,55		800		85	1,67	3,83	1.700	150
											9,295	23,71	
Vinička r.													
24.	Vinička r.	HE Ljute		0,15	0,4		1070		240	0,76	2	960*	450
25.	Vinička r.	HE Vinička	11	0,24	0,85	1,8	795	47	82	0,523	1,22	1500*	180
											1,283	3,22	

VODOTOK	POSTROJENJE	TIP	F _{plava} km ²	Q _r m ³ /sec	Q _i m ³ /sec	V _b 10 ⁶ m ³	KNU mm	H _{bravak} m	H _{bravak} m	P MW	E GW/h/god	L _{TK} m	L _c m
Vrbnica													
Bistrica r.													
26.	Jelovica	HE Lubnica	36	0,826	2,8	9,5	1325	48	340	7,3	19,51	4350	950
27.	Jelovica	HE Zdravac		2,3	4,65		485		65	2,4	6,28	1.900	100
28.	Bistrica r.	HE Buče	120	2,5	7,5	3,15	920	49	195	11,5	19,6	3000	550
										21,2	45,39		
Šekularska r.													
29.	Šekularska r.	HE Orah	26	0,628	2,3	2,5	1015	46	145	2,67	5,42	2400	350
30.	Šekularska r.	HE R. Marsenića	46,4	1,061	2,3	5	868	59	149	2,3	8,67	3500	350
										4,97	14,09		
Kaludarska r.													
31.	Zagorska	HE Luke	4,8	0,117	1	0,8	1229	34	251	2	5,06	3200*	200
32.	Kaludarska r.	HE Kaludra	37,8	0,91	2,7	7,8	976	52	96	2	5,08	1550	250
33.	Kaludarska r.	HE Ržanica	61,9	1,45	4,3	3,8	877	39	167	6,1	10,86	2650	220
										10,1	21		
Dapsićka r.													
34.	Dapsićka r.	HE Dapsiće	13,5	0,28	0,84	0,7	919	25	133	0,835	1,38	2500	400
35.	Dapsićka r.	HE Budimilje	51,5	0,98	2,95	3,6	728,5	40	51,5	1,25	2,4	650	200
										2,085	3,78		
Lješnica													
36.	Trpeška	HE Petnjica	25	0,49	1,96	3,2	798,5	40,5	78,5	1,27	2,96	1500	120
37.	Lješnica	HE Bioča	125	2,25	6,75	22,5	715	43,5	84	4,45	10,1	4000	400
										5,72	13,06		
Javorski potok													
38.	Javorski potok	HE Javor		0,51	2,5	4	1255	72		3	5	635	280
										3	5		

VODOTOK	POSTROJENJE	TIP	F _{otpa} km ²	Q _r m ³ /sec	Q _i m ³ /sec	V _b 10 ⁶ m ³	KNU mm	H _{bruto} m	H _{bruto} m	P MW	E GWh/god	L _{TK} m	L _c m
Vrbnica													
Ibrištica													
39.	Ibrištica	HE Ibrija		1,27	6	9,2	481	100		7	13	450	225
											7	13	
Koštanica													
40.	Koštanica	HE Luge		1,53	7,5	12	365	77		3	6	320	80
											3	6	
Komarnica													
41.	Komarnica	HE Klješine	13	0,26	0,65		1430		109,85	0,566	1,8	1500	240
42.	Komarnica	HE Poljane	25	0,52	2	3,9	1312		256,5	4,03	9,2	3500	395
43.	Komarnica	HE Pošćenje	65	1,45	6	10,6	976,5		154	7,3	15,6	3980	235
											11,896	26,6	
Grabovica													
44.	Grabovica	HE Čeoča	19	0,435	1		1160		183,5	1,44	2,7	450	350
											1,44	2,7	
Bijela													
45.	Bijela	HE G. Bijela	41	1,674	4	1,05	1055		84,6	2,69	7,33	3400	245
46.	Bijela	HE Žarijelo	61	2,48	13	19,2	958		112,5	11,74	19,62	500	180
47.	Bijela	HE Oko	21	0,866	1,3		1140		85	0,825	3,25	300	215
											15,255	30,2	
Tušina													
48.	Tušina	HE Skočanski potok	8	0,316	0,5		1440		140	0,523	2	950	260
49.	Tušina	HE Kmja Jela	35	1,23	5	7	1240		200	7,37	15,9	4000	310
50.	Tušina	HE Boan	73	2,2	3,3		1029		59	1,31	4,96	5000	90
											9,203	22,86	

Legenda: V_b – bruto zapremina akumulacije, KNU – kota normalnog uspora akumulacije ili zahvata, P – instalisana snaga (MW), E – godišnja proizvodnja (GWh/ godina), L_{TK} – dužina dovodnog tunela / kanala, L_c – dužina dovodnog cjevovoda pod pritiskom

U tabelu nije uvršten vodotok Bukovica (u slivu Komarnice) iz razloga što postoji više tehničkih rješenja za njegovo korišćenje u energetske namjene. U varijanti rješenja sa kaskadnim protočno-derivacionim malim hidroelektranama, instalisana snaga bi bila 4,89 MW i godišnja proizvodnja od 20,85 MW.

Ovom spisku treba dodati i analizirane male hidroelektrane na temeljnim ispuštima brana: Otilovići (2,961 MW i 11,52 GWh), Slano (4,69 MW i 6,4 GWh) i Krupac (0,8 MW i 2,95 GWh).

Ukupna snaga analiziranih malih hidroelektrana iznosi 193,71 MW, dok je njihova prosječna godišnja proizvodnja 513,81 GWh. Ove veličine u stvari prikazuju tehnički iskoristiv potencijal analiziranih vodotoka.

Važno je napomenuti da do sada nijesu analizirani vodotoci u slivovima rijeka Tare, Čehotine i Ibra u cilju njihovog hidroenergetskog korišćenja.

Analizom razmatranih projekata mogu se uočiti neke bitne karakteristike do sada izučavanih malih hidroelektrana u Crnoj Gori.

– U svim razmatranim dispozicijama malih hidroelektrana u Crnoj Gori ključne energetske performanse se ostvaruju koncentracijom pada putem dosta dugih derivacija. Za koncentraciju pada koriste se morfološke osobenosti planinskih vodotoka, sa velikim podužnim padovima korita. To su najčešće pritoke u bočnim dolinama većih rijeka, sa velikim podužnim padovima, pa se koncentracija snage ostvaruje na račun tunelskih i cjevovodnih derivacija.

– Morfološke oblike terena, sa dubokim rječnim dolinama koje su razdvojene planinskim grebenima, otežavaju ili onemogućavaju uslove da se ostvari koncentracija protoka spajanjem dotoka iz više planinskih vodotoka, što praktično onemogućava koncentraciju većih snaga.

– Zbog velikih podužnih padova i kanjonskih odlika korita korišćenih vodotoka, najčešće se ne mogu ostvariti veće akumulacije, dovoljne za sezonsko regulisanje. Naime, podužni padovi tih bočnih uzanih dolina (često pravih kanjona jedinstvenih morfoloških formi) najčešće su tako veliki, da bi bila potrebna vrlo velika visina brane da bi se ostvarila dosta skromna zapremina akumulacije. U nekim slučajevima, odnos kubature potrebne nasute brane za formiranje akumulacije prema kubaturi zapremine jezera, koja bi se ostvarila tom branom vrlo je nepovoljan [1: 3 ÷ 1: 5], što znatno relativizira energetske i ekonomske vrijednosti takvih elektrana.

– MHE koje se planiraju samo kao protočna postrojenja, bez mogućnosti sezonskog regulisanja protoka, radile bi sa dosta nepovoljnim režimima, zbog veoma velike neravnomjernosti protoka tokom godine. Za takva postrojenja je veoma teško odabrati i prikladnu turbinsku opremu, jer je dijagram trajanja protoka veoma neravnomjeran, krećući se od izuzetno malih protoka, od samo nekoliko desetina litara u dugim malovodnim periodima, pa do velikih protoka, od po nekoliko m³/s. Pošto zbog malih snaga najčešće ima smisla instalirati samo jedan agregat,

u takvim režimima neravnomjernih protoka, sa dugim periodima vrlo malih voda, agregat će vrlo često raditi u zonama niskih koeficijenata korisnog dejstva.

– U veoma neravnomjernim vodnim režimima, kakvi su u Crnoj Gori, MHE protočnog karaktera često ne mogu da rade u dosta dugim malovodnim periodima, zbog potrebe obezbjeđivanja garantovanih ekoloških protoka.

– Na većini razmatranih vodotoka i slivova čak se i primjenom dosta dugih derivacija mogu ostvariti skromne instalisane snage, nerijetko i ispod 1 MW. Veće energetske performanse ostvaruju se samo na manjem broju slivova. U tom pogledu se ističu: Vrbnica sa mogućom proizvodnjom svih planiranih malih HE od 66,5 GWh/god, Komarača: 54,9 GWh/god, Zlorečica: 48,8 GWh/god, Bistrica: 45,4 GWh/god, Bijela: 30 GWh/god. Na ostalim manjim vodotocima energetske učinci su vrlo skromni. Tako se na Murinskoj rijeci sa dvije dosta duge derivacije (1250 m + 2560 m) ostvaruje samo 6,9 GWh/god, na Vinickoj rijeci (derivacije 960 m + 1500 m) samo 3,2 GWh/god, na Grabovici samo 2,7 GWh/god. Takve MHE imaju toliko malu energetske dohodovnost da se postavlja pitanje da li mogu tokom svoje eksploatacije vratiti primarnu energiju koja je utrošena za njihovu izgradnju (detaljnije u [2]).

– Ukupna prosječna proizvodnja svih 58 razmatranih malih hidroelektrana je dosta skromna i iznosi samo oko 514 GWh/god, što je u prosjeku samo nešto malo više od 8,8 GWh/god. po jednom postrojenju. Očigledno je da se radi o malim koncentracijama snaga i proizvodnji, tačnije o velikoj rasutosti tog vida hidroenergije u prostoru. Pošto bi prosječna proizvodnja velikih i srednjih hidroelektrana u Crnoj Gori iznosila oko 5.700 GWh/god. (zajedno sa dijelom proizvodnje iz HE Buk Bijela koji pripada Crnoj Gori), a razmatranih MHE samo 514 GWh/god. (oko 11 puta manje), potpuno je lišena svakog smisla tvrdnja, navodno ‘kompetentnih ekoloških krugova’, da Crna Gora svoje elektroenergetske probleme treba i može da rješava izgradnjom samo malih HE. To je jedan od esencijalnih strateški važnih zaključaka ovih istraživanja.

– Razmatrane male hidroelektrane se neuporedivo teže uklapaju u ekološko okruženje od velikih hidroelektrana. Kod velikih i srednjih HE mogu se realizovati brojni namjenski objekti kojima se takve elektrane na najskladniji način uklapaju u ekološko okruženje (selektivni vodozahvati za ispuštanje garantovanih protoka najpoželjnijih temperatura za nizvodne ekosisteme, povećanje sadržaja kisonika u vodi upravljenjem posebnim zatvaračima, korišćenje akumulacija za poboljšavanje režima malih voda). Takvi objekti se ne mogu realizovati kod malih hidroelektrana. Međutim, mnogo je nepovoljnija činjenica što se kod zabačenih MHE vrlo teško može kontrolisati da li se uredno ispunjavaju propisane obaveze u pogledu ispuštanja garantovanih protoka. Postoji realna opasnost da se u malovodnim periodima, koji sve više koincidiraju sa povećanom tražnjom električne energije u turističkom dijelu godine, zbog napregnutog konzuma reduciraju

garantovani protoci na MHE kako bi se ostvarili veći energetske učinci MHE. To je potencijalno velika opasnost, jer bi dovela do ekološke destrukcije veoma vrijedne manje vodotoka, koji služe za mrijest ili su staništa riba iz familije *Salmonidae*. Zbog toga je zahtjev za striktnim poštovanjem garantovanih protoka „uslov svih uslova” za davanje i produžavanje dozvole za realizaciju MHE.

Istraživanja koja su vršena na rijekama Srbije, Crne Gore i BiH finalizovana su izradom metode za određivanje garantovanih ekoloških protoka (GEP), koja je detaljnije prikazana u [5 i 1]. Obimna istraživanja su, radi jednostavne primjene metodike, namjerno svedena na primjenu samo tri parametra, kojima se raspolaže pri planiranju iole značajnijih objekata. To su: (1) prosječni višegodišnji protok na profilu brane, odnosno na mjestu zahvata vode (\bar{Q}); (2) mala mjesečna voda obezbijedenosti 95% ($Q_{95\%}^{\text{min.mes}}$); (3) mala mjesečna voda obezbijedenosti 80% ($Q_{80\%}^{\text{min.mes}}$). Ukoliko se raspolaže višegodišnjim serijama dnevnih protoka, umjesto minimalnih mjesečnih protoka ($Q_{95\%}^{\text{min.mes}}$ i ($Q_{80\%}^{\text{min.mes}}$) mogu se koristiti odgovarajuće vrijednosti 30-dnevnih protoka malih voda istih vjerovatnoća ($Q_{95\%}^{\text{min.(30)}}$ i ($Q_{80\%}^{\text{min.(30)}}$)⁴. Kada se raspolaže tim podacima, onda se svi navedeni principi izbora sažimaju u veoma jasnom pravilu koje definiše GEP metodu.

Garantovani ekološki protok ($Q_{\text{ekol. gar.}}$) koji se mora ispuštati iz akumulacija, ukoliko postoje u okviru MHE, usvaja se u sljedećim iznosima:

(1) U hladnom dijelu godine, koji obuhvata period [oktobar – mart], garantovani ekološki protok $Q_{\text{ekol. gar.}}$ treba odabrati tako da odgovara veličini mjesečne male vode vjerovatnoće 95% ($Q_{95\%}^{\text{min.mes}}$), odnosno male 30-dnevne vode iste vjerovatnoće ($Q_{95\%}^{\text{min.(30)}}$), ali ta vrijednost ne može da bude manja od $0,1 \times \bar{Q}$, niti veća od $0,15 \times \bar{Q}$. Znači, u hladnom periodu godine $Q_{\text{ekol. gar.}}$ bira se na osnovu relacije:

$$Q_{\text{ekol.gar.}} = \begin{cases} 0,1 \times \bar{Q} & \text{za } Q_{95\%}^{\text{min.mes}} \text{ ili } Q_{95\%}^{\text{min.(30)}} \leq 0,1 \times \bar{Q} \\ Q_{95\%}^{\text{min.mes}} \text{ ili } Q_{95\%}^{\text{min.(30)}} & \text{za } 0,1 \times \bar{Q} < Q_{95\%}^{\text{min.mes}} \text{ ili } Q_{95\%}^{\text{min.(30)}} < 0,15 \times \bar{Q} \\ 0,15 \times \bar{Q} & \text{za } Q_{95\%}^{\text{min.mes}} \text{ ili } Q_{95\%}^{\text{min.(30)}} \geq 0,15 \times \bar{Q} \end{cases} \quad (1)$$

⁴ Alternative su date iz operativnih razloga. Bolje je ako se raspolaže sa podacima o tridesetodnevnom malim vodama odgovarajućih vjerovatnoća javljanja, jer ekstremno malovode definisano najmanjim godišnjim protocima u neprekidnom trajanju od 30 dana može da zahvati dijelove dva mjeseca. Međutim, insistiranje isključivo na protocima ($Q_{95\%}^{\text{min.(30)}}$) i ($Q_{80\%}^{\text{min.(30)}}$) ne bi imalo smisla, jer se često ne raspolaže sa višegodišnjim serijama dnevnih protoka. Zbog toga je dopuštena upotreba vrijednosti malih mjesečnih voda odgovarajućih vjerovatnoća, kako bi se omogućilo da se metoda može primijeniti u svim projektima, jer se uvijek raspolaže sa dovoljno dugim serijama mjesečnih protoka. Upotreba malih mjesečnih voda umjesto 30-dnevnih minimalnih protoka daje, po pravilu, garantovane ekološke protoke na strani sigurnosti (malo veće vrijednosti).

(2) U toplom dijelu godine, koji obuhvata period [april – septembar], $Q_{\text{ekol. gar.}}$ treba odabrati tako da odgovara veličini mjesečne male vode vjerovatnoće 80% ($Q_{80\%}^{\text{min.mes}}$), odnosno male 30-dnevne vode iste vjerovatnoće ($Q_{80\%}^{\text{min.(30)}}$), ali ta vrijednost ne može da bude manja od $0,15 \times \bar{Q}$, odnosno ne treba da bude veća od $0,25 \times \bar{Q}$. Znači, u toplom dijelu godine $Q_{\text{ekol. gar.}}$ bira se na osnovu relacije:

$$Q_{\text{ekol. gar.}} = \begin{cases} 0,15 \times \bar{Q} & \text{za } Q_{80\%}^{\text{min.mes}} \text{ ili } Q_{80\%}^{\text{min.(30)}} \leq 0,15 \times \bar{Q} \\ Q_{80\%}^{\text{min.mes}} \text{ ili } Q_{80\%}^{\text{min.(30)}} & \text{za } 0,15 \times \bar{Q} < Q_{80\%}^{\text{min.mes}} \text{ ili } Q_{80\%}^{\text{min.(30)}} < 0,25 \times \bar{Q} \\ 0,25 \times \bar{Q} & \text{za } Q_{80\%}^{\text{min.mes}} \text{ ili } Q_{80\%}^{\text{min.(30)}} \geq 0,25 \times \bar{Q} \end{cases} \quad (2)$$

U slučaju da vrijednosti garantovanih ekoloških protoka dobijene preko definisanih vjerovatnoća malih voda izlaze izvan opsega koji su definisani gornjim pravilima i nejednačinama – usvajaju se granične vrijednosti.

(3) U slučaju vodotoka kod kojih postoje posebni ekološki ili turistički zahtjevi i ciljevi, vrijednosti koje se dobijaju po gore navedenim pravilima mogu se uvećati: u hladnom dijelu godine do 15%, u toplom dijelu godine do 30%. To se može činiti samo uz posebnu analizu svrsishodnosti takvog povećanja.

(4) Vrijednosti garantovanog protoka dobijene za hladan dio godine mogu se tretirati kao konstantne, mada je moguće, po potrebi, i njihovo izvjesno variranje (izvjesno povećanje protoka u martu, kada se mrijevaju neke riblje vrste koje to čine u tom hladnom periodu (štuka).

(5) Vrijednosti koje se dobijaju kao garantovano ispuštanje u toplom dijelu godine su prosječne. One se mogu finije prilagođavati potrebama razvoja biocenoza, posebno ihtiofaune, na taj način što se u kritičnim razdobljima (period mrijevaja, itd) povećava ispuštanje, u skladu sa eventualnim zahtjevima službi nadležnih za ekološku zaštitu i ribarstvo. Smanjenja su moguća u povoljnim hidrološkim situacijama, kada su protoci na pritokama povoljni, ali se ne smije dozvoliti da na dionici nizvodno od brane protoci budu manji od onih koji se ispuštaju u hladnom dijelu godine.

(6) Na rijekama na kojima nema akumulacija, već se protok za MHE zahvata malim pragom i uvodi u derivaciju, prekida se zahvatanje vode i rad MHE čim se protoci u rijeci smanje do vrijednosti navedenih u relacijama (1 i 2) i tada se nizvodno uspostavlja prirodni tok.

4. ZAKLJUČCI

Analizom svih vidova hidroenergetskih potencijala Crne Gore, uslova za njihovu realizaciju u okviru velikih, srednjih i malih hidroelektrana, kao i uslova za njihovo uklapanje u ekološko, socijalno i drugo okruženje, mogu se izvući sljedeći zaključci.

1. Državna strategija najvišeg nivoa značajnosti Crne Gore treba da bude – što potpunija i brža realizacija velikih i srednjih hidroelektrana, posebno onih sa akumulacijama koje imaju sezonsko i godišnje regulisanje protoka. Realizacijom tih objekata, uključivši i realizaciju integralnog projekta u zoni sastavnica Drine, Crna Gora može u budućnosti da preko 80% svog elektroenergetskog konzuma pokrije iz ekološki najvrednijih obnovljivih vodnih potencijala.

2. Male elektrane se mogu tretirati samo kao dopuna velikih integralnih rječnih sistema, koji u svojim ciljnim strukturama imaju i hidroenergetsko korišćenje voda sa velikim i srednjim hidroelektranama. Velika je strateška zabluda, koju zastupaju navodni „ekološki krugovi”, da se elektroenergetske potrebe mogu pokriti samo iz malih elektrana (MHE). Proizvodne mogućnosti MHE su za petnaestak puta manje od mogućnosti proizvodnje u velikim i srednjim hidroelektranama. Taj odnos je sljedeći: moguća proizvodnja od oko 5.700 GWh/god. u velikim i srednjim HE, prema 514 GWh/god. u do sada izučenim MHE, od kojih neke ne ispunjavaju osnovne ekološke i ekonomske uslove za realizaciju.

3. Velike i srednje elektrane se odgovarajućim mjerama zaštite mogu veoma skladno uklopiti u ekološko i drugo okruženje. Posebno su u tom pogledu vredne akumulacione elektrane, sa kojima se može na najbolji način ostvariti upravljanje vodnim režimima, u cilju poboljšanja ekoloških uslova u rijekama. Bitno je i to da se ostvarenje uslova ekološke zaštite može neprekidno kontrolisati i poboljšavati. Adekvatna ekološka zaštita se mnogo teže ostvaruje u slučaju malih elektrana, posebno onih sa dosta dugačkim derivacijama, koje se najčešće nalaze na manjim vodotocima izuzetnih prirodnih vrijednosti.

4. U slučaju realizacije MHE jedan od najvažnijih uslova je propisivanje garantovanih ekoloških protoka koji se moraju ostaviti u vodotoku nizvodno od akumulacije ili zahvata za derivacionu MHE. Mora se obezbijediti monitoring kako bi se kontinuirano i daljinski mogla ostvariti kontrola ispunjavanja propisanih uslova o garantovanim protocima.

5. Tretirane samo kao komplementarni objekti unutar integralnih sistema, realizacija malih hidroelektrana se dozvoljava na svim vodotocima, pod sljedećim uslovima: izgradnja samo na lokacijama na kojima MHE ne remete realizaciju planiranih objekata integralnog sistema korišćenja voda; pod uslovom da se odgovarajućim analizama uticaja na okruženje dokaže da MHE ne remete ekološke sisteme tih manjih vodotoka; ukoliko se obezbijedi ispuštanje garantovanog ekološkog protoka na način koji je pouzdan i koji se može kontinuirano kontrolisati tokom eksploatacije MHE; u dispozicionim šemama koje ne devastiraju ambijentalne vrijednosti zaštićenih područja; uz klauzulu da će se dozvola za eksploataciju oduzeti ukoliko se korisnik ogлуši o propisane uslove obezbjeđenja garantovanog protoka.

5. LITERATURA

- [1] B. Đorđević, i M. Šaranović: *Hidroenergetski potencijali Crne Gore – Mogućnosti korišćenja za razvoj i unapređenje životne sredine*, CANU, 2007, Podgorica
- [2] B. Đorđević: *Prilog objektivnijem vrednovanju obnovljivih energija*, I dio, Elektroprivreda, № 4, 2001, i II deo, Elektroprivreda, № 1, 2002, Beograd.
- [3] D. Dragović, i M. Šaranović: *Energetsko korišćenje voda u Crnoj Gori, Ekološke aktuelnosti u Crnoj Gori*, CANU, 1989, Podgorica
- [4] M. Šaranović: *Razvoj energetike*, u: *Mogućnosti tehnološkog razvoja privrede Crne Gore*, CANU, 1998, Podgorica
- [5] B. Đorđević, i T. Dašić: *Garantovani protoci nizvodno od hidroelektrana*, Elektroprivreda, № 1, 2007.
- [6] B. Đorđević: *Uticaj brana i akumulacija na socijalno i ekološko okruženje i mere za skladno uklapanje*. Generalni referat na Kongresu za visoke brane, Kladovo, 2003.
- [7] S. Vujadinović: *Razmatrane male hidroelektrane na području Crne Gore*, Studijska dokumentacija, EPCG, Nikšić, 2007.

CONDITIONS, OPTIONS AND CRITERIA FOR CONSTRUCTION OF SMALL HYDROPOWER PLANTS IN MONTENEGRO

ABSTRACT:

Besides from extraordinary conditions for development of certain number of big hydro power plants on the rivers Moraca, Komarnica, Piva, Tara, Cehotina, Lim and Ibar, Montenegro also has a potential for development of a certain number of small hydropower plants (SHPPs). Development of these plants would help to complement the use of existing hydro potential in the country creating in that way conditions to have the most of its electricity demand (more than 80%) in future covered from renewable, ecologically most acceptable type of hydro sources.