

2. MOGUĆNOST KORIŠĆENJA HIDROENERGETSKOG POTENCIJALA CRNE GORE U NJENOM DALJEM RAZVOJU

*Goran Sekulić**

Sažetak: U radu je dat pregled postojećeg stanja iskorišćenosti hidroenergije u svijetu, sa kratkim opisom njenog značaja i prognozom daljeg razvoja. Pošto svi postojeći podaci govore da je Crna Gora zemlja koja ima izvanredne i još neiskorišćene mogućnosti korišćenja hidropotencijala, toj temi je posvećena posebna pažnja. Dat je pregled teorijskog, tehničkog i iskoristivog hidroenergetskog potencijala i mogućnost njegove energetske valorizacije. Na osnovu toga analizirani su scenariji izgradnje novih velikih i malih hidroelektrana na svim tokovima, sa efektima koji sa sobom nose njihova izgradnja. Kao zaključak svih prethodnih analiza nametnuo se stav da hidroenergija u Crnoj Gori ima budućnost i da postoji interes države da razvija ovaj sektor, jer su efekti koji se očekuju (smanjenje uvoza električne energije, korišćenje obnovljivih izvora energije radi čuvanja neobnovljivih i smanjenje zagađivanja životne sredine, regulisanje vodnih tokova i zapošljavanje domaće industrije) nesporni.

Ključne riječi: *hidroenergija, hidroenergetski potencijal, hidroelektrane, održivi razvoj*

Abstract: The paper deals with the present state of the usage of hydro-energy in the World, with the short description of its importance and prediction of the further development. As all present data refer to the fact that Montenegro is a country which has extraordinary and still unused possibilities of the usage of hydro-potential, special attention is paid to that subject. There is a review of theoretical, technical and experimental hydro-energy potential and the possibility of its energetic valorization. According to that, sceneries are analyzed of the construction of new big and small water-power plants on all courses, with the effects which follow their construction. As a conclusion of all previous analyses, there is a fact that hydro-energy in Montenegro has future, and there is a state interest to develop this sector, because the expecting effects are sure (reduction of the import of electric power, usage of renewed sources of energy for keeping unrenowned and for reduction of the environment pollution, regulation of water-courses and employment of the domestic industry).

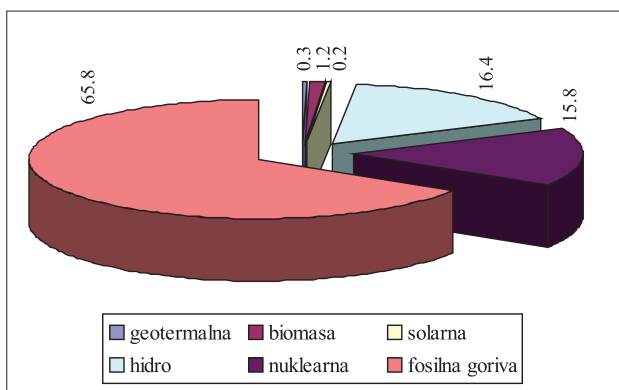
Key words: *hydro-energy, hydro potential, water power plants, sustainable development*

* Doc. dr Goran Sekulić, Građevinski fakultet, Univerzitet Crne Gore, Podgorica

2. 1. STEPEN ISKORIŠĆENOSTI HE POTENCIJALA U SVIJETU I NJEGOV ENERGETSKI, VODOPRIVREDNI I DRUGI ZNAČAJ

Globalni razvoj društva u budućnosti će, u značajnoj mjeri, zavisiti od stanja u oblasti energetike. S tim izazovom će se susresti sve države svijeta. Tome treba dodati da će korišćenje energije biti u velikoj sprezi i sa potrebom očuvanja i zaštite životne sredine od svih oblika i izvora njenog zagađivanja. Fosilna goriva sagorijevanjem i ispuštanjem proizvoda procesa u obliku gasovitih, tečnih i čvrstih zagađivača, značajno i trajno zagađuje okolinu: vazduh, vodu i tlo. Dodatna posljedica je vezana za prisustvo višeatomnih gasova a prije svega ugljen-dioksida (CO₂) i sumpor-dioksida (SO₂), metana (CH₄), višeatomnih molekula i oksida azota (N_xO_y) u atmosferi planete. Usljed toga, kao i prisustva čestica prašine i kondenzata vode u atmosferi, promijenjen je intenzitet razmjene energije planete sa okolinom i njeno zagađivanje meteorološkim padavinama hemijski agresivnog, kisjelog karaktera.

Sa ovim problemima se suočavaju u manjoj ili većoj mjeri sve zemlje svijeta. Uz to, naglo povećanje broja stanovnika naročito na geografskim prostorima sa nera-



Slika 2. 1. Struktura proizvodnje energije u svijetu na nivou 2004. godine (WEC (World Energy Council), 2007. Survey of Energy Resources 2007)

zvijenom svijješću o važnosti očuvanja prirodnih resursa i sa odlukama o ubrzanom privrednom, prije svega industrijskom razvoju, uzrokuje stalno povećanje potreba za različitim vidovima energije i zaštite okoline.

Na globalnom nivou, trend rasta potreba za energijom iznosi oko 2,8% godišnje. Trenutna struktura (podaci za 2006. i 2007. godinu) zaliha i proizvodnje energije u svijetu iz primarnih izvora energije izgleda ovako:

Nafta: pad u korišćenju za -0,2% (126000 barela) 2007/2006. Odnos zaliha i godišnje proizvodnje obezbjeđuje eksploataciju za narednih 40 godina. Proizvodnja raste samo u Rusiji i u zemljama bivšeg SSSR-a na Kaspijskom moru.

Prirodni gas: porast u 2007. za nekoliko postotaka (Srednji istok, Afrika, Kina), u Evropi se smanjuje. Odnos zaliha i godišnje proizvodnje obezbjeđuje eksploataciju za narednih 60 godina.

Nuklearna energija: -2% u 2007. godini (+ 1,3% u 2006) od čega 83,7% u zemljama OECD-a. U Evropi 40% svjetske proizvodnje, ali pad u te dvije godine za 6,8%. Porast u zemljama nečlanicama OECD-a.

Ugalj: porast u Kini i Indiji posljednjih godina, u Evropi smanjenje za 2% godišnje. Zalihe u Sjevernoj Americi, Evropi i zemljama bivšeg SSSR-a i Aziji dovoljne da se nivo proizvodnje iz 2007. održi sljedeće 133 godine.

Obnovljivi izvori: + 4,7% u 2006. godini (pokriva 18,6% proizvodnje električne energije), hidroenergija (89% obnovljivih izvora u 2006) + 4% prema 2005, od 1996. do 2006. iskorišćenje vjetra poraslo je 11 puta a sunčeve energije 6 puta.

Međunarodne obaveze iz Kjoto protokola vezane za smanjenje emisije ugljen-dioksida, kao i lokalni ekološki problemi, primorali su državne institucije mnogih zemalja da različitim mjerama i subvencijama podstiču izgradnju ekološki čistih elektrana i elektrana koje koriste obnovljive izvore energije. Ovakva opredjeljenja su dovela do izuzetne popularnosti i neočekivano naglog trenda povećanja udjela pojedinih obnovljivih izvora energije u ukupnoj proizvodnji električne energije na lokalnom nivou.

Obnovljivi izvori energije (hidroenergija, vjetar, sunce, biomasa itd.) predstavljaju velik neiskorišteni potencijal za pokrivanje energetske potreba svijeta, koje se u novije vrijeme počinje intenzivnije koristiti. Nekoliko je razloga za to:

– *Prirodni potencijal obnovljivih izvora energije* daleko nadmašuje svjetsku potrošnju energije.

– *Tehnički potencijal obnovljivih izvora energije* približno je triput veći od svjetske potrošnje energije.

– *Ekonomski potencijal obnovljivih izvora energije* stalno raste paralelno sa rastom cijena fosilnih goriva i razvojem tehnologija *obnovljivih izvora energije*, pokrivajući sve veći dio aktuelne potrošnje energije.

Energetska efikasnost nudi velike mogućnosti ušteda energije, osobito u brzorašućim sektorima potrošnje energije kao što su transport i domaćinstva.

Prema podacima pratećeg dokumenta Evropske komisije uz „Klimatsko-energetski paket 2007” (EK 2007), prema udjelu obnovljivih izvora energije u ukupnoj energetske potrošnji, na prvom mjestu je Letonija (36%), zatim Švedska (26%), Finska (24%), Austrija. Ove zemlje nadmašuju prosjek Evropske unije, koji iznosi 20%. Cilj je do 2020. godine postići udio od 34% u ukupnoj potrošnji na nivou cijele Unije.

Tabela 2. 1. Prognoza proizvodnje energije iz obnovljivih resursa (bilion kilovat časova) do 2030. godine

Oblik izvora	2010.	2015.	2020.	2025.	2030.	Prosječni godišnji prirast
Hidroenergija	3381	3887	4359	4594	4773	2.0
Vjetar	312	500	687	864	1214	9.9
Geotermalni izvori	75	93	99	104	109	2.9
Ostali	304	418	521	587	628	4.0
Ukupno	4072	4898	5666	6149	6724	2.9

Izvor: EIA, www.eia.doe.gov/iea, World Energy Projection Plus (2009)

2. 1. 1. HIDROENERGIJA KAO NAJZNAČAJNIJI OBNOVLJIVI OBLIK ENERGIJE U SVIJETU

Energija vode (hidroenergija) je najznačajniji obnovljivi izvor energije, a ujedno i jedini koji je ekonomski konkurentan fosilnim gorivima i nuklearnoj energiji. Ona je danas izvor oko 715,000 megavata, odnosno 19% električne energije proizvedene u svijetu. U posljednjih 30-ak godina proizvodnja energije u hidroelektranama je utrostručena, ali je time udio hidroenergije povećan za samo 50%. U nuklearnim elektranama u istom je razdoblju proizvodnja povećana gotovo sto puta, a udio 80 puta. Procjenjuje se da je iskorišćeno oko 25% svjetskog hidroenergetskog potencijala, što znači da energiju iz ovog resursa dobija oko 1 milijarda ljudi. Osim u nekoliko zemalja koje imaju energije vode dovoljno za pokrivanje većine potreba za električnom energijom, hidroelektrane uobičajeno pokrivaju vršne potrebe za električnom energijom, zahvaljujući mogućnosti brzog upuštanja u pogon. Većina neiskorištenog potencijala nalazi se u nerazvijenim zemljama, što je povoljno jer se u njima očekuje znatan porast potrošnje energije. Najveći projekti, planirani ili započeti, odnose se na Kinu, Indiju, Maleziju, Vijetnam, Brazil, Peru. Rastuća potreba za energijom pri tome često preteže nad brigom o uticaju na okolinu, a dimenzije nekih zahvata nameću utisak da je njihovo izvođenje ne samo stvar energije nego i prestiža. U Tabeli 2. 2. dat je pregled stanja hidropotencijala za sve države svijeta na nivou 2006. godine. U Tabeli 2. 3. dati su kapaciteti malih hidroelektrana u svijetu koji su u radu i planirani za izgradnju a čiji su izgradnja i razvoj posljednjih godina postali jako zanimljivi zbog svojih brojnih prednosti kako u izgradnji tako i u eksploataciji i uticaju koji imaju na okolinu.

Tabela 2. 2. Pregled stanja hidropotencijala za sve države svijeta (na nivou 2006. god.) [9]

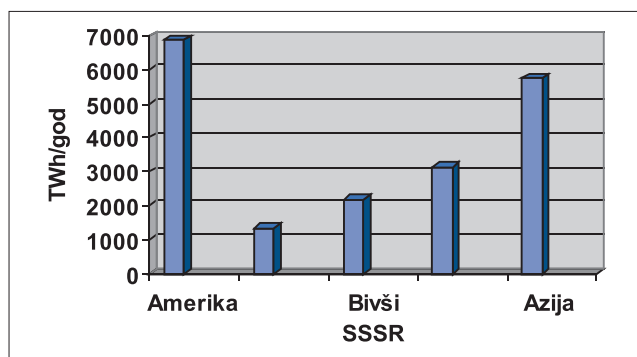
	Ukupni teorijski potencijal	Tehnički iskoristivi potencijal	Ekonomski iskoristivi potencijal
	TWh/god		
Alžir	12	5	
Angola	150	65	<65
Benin	2	N	
Burkina Faso	1	1	N
Burundi	6	2	1
Kamerun	294	115	103
Centralna Afrička Republika	7	3	
Čad	N	N	
Kongo (Brazzaville)	>50	10	
Kongo	1 397	774	419
Obala Slonovače	46	12	6
Egipat	>125	>50	50
Etiopija	650	>260	160
Gabon	190	76	33

	Ukupni teorijski potencijal	Tehnički iskoristivi potencijal	Ekonomski iskoristivi potencijal
	TWh/god		
Gana	26	11	
Gvineja	26	19	19
Gvineja-Bisau	1	N	N
Kenija	>24	9	
Lesoto	5	2	
Liberija	28	11	
Madagaskar	321	180	49
Malavi	15	6	
Mali	12	5	
Mauricijus	N	N	
Maroko	12	5	4
Mozambik	95	> 38	32
Namibija	25	10	2
Niger	3	> 1	1
Nigerija	43	32	30
Ruanda	2	1	
Senegal	11	4	2
Sijera Leone	11	7	
Somalija	2	1	
Južna Afrika	73	14	5
Sudan	48	19	2
Svazilend	4	1	N
Tanzanija	47	40	13
Togo	4	2	
Tunis	1	N	N
Uganda	>18	>13	
Zambija	53	30	11
Zimbabve	44	18	
<i>Ukupno Afrika</i>	>3 884	>1 852	
Belize	1	N	N
Kanada	2 216	981	536
Kostarika	223	43	20
Kuba	3	1	
Dominika	N	N	N
Dominikanska Republika	50	9	6
El Salvador	7	5	
Grenland	800	120	

	Ukupni teorijski potencijal	Tehnički iskoristivi potencijal	Ekonomski iskoristivi potencijal
	TWh/god		
Granada	N	N	
Gvatemala	54	22	
Haiti	4	1	N
Honduras	16	7	
Jamajka	1	N	
Meksiko	135	49	32
Nikaragva	33	10	7
Panama	26	>12	12
SAD	4 485	1 752	501
<i>Ukupno Sjeverna Amerika</i>	8 054	>3 012	
Argentina	354	130	
Bolivija	178	126	50
Brazil	3 040	1 488	811
Čile	227	162	
Kolumbija	1 000	200	140
Ekvador	167	134	106
Gvajana	>64	>26	26
Paragvaj	130	106	101
Peru	1 577	395	260
Surinam	32	13	
Urugvaj	32	10	
Venecuela	320	246	130
<i>Ukupno Južna Amerika</i>	>7 121	>3 036	
Jermenija	22	7	4
Azerbejdžan	44	16	7
Bangladeš	4	2	1
Butan	>263	99	56
Kambodža	88	30	5
Kina	6 083	2 474	1 753
Kipar	59	24	
Gruzija	180	80	40
Indija	2 638	660	600
Indonezija	2 147	402	40
Japan	718	136	114
Kazahstan	170	62	29
Koreja (Republika)	52	26	19

	Ukupni teorijski potencijal	Tehnički iskoristivi potencijal	Ekonomski iskoristivi potencijal
	TWh/god		
Kirgistan	163	99	55
Laos	232	63	
Malezija	230	123	
Mongolija	56	22	
Majanmar	>342	130	
Nepal	733	151	15
Pakistan	480	219	
Filipini	47	20	18
Šri Lanka	18	7	7
Tajvan, Kina	103	20	12
Tadžikistan	527	>264	264
Tajland	41	16	15
Turska	433	216	130
Turkmenistan	24	5	2
Uzbekistan	88	27	15
Vijetnam	300	123	78
<i>Ukupno Azija</i>	>16 285	>5 523	
Albanija	40	15	6
Austrija	150	75	56
Bjelorusija	8	3	1
Belgija	1	N	N
Bosna i Hercegovina	70	24	19
Bugarska	27	15	12
Hrvatska	20	9	8
Češka	13	4	
Danska	N	N	N
Estonija	2	N	N
Farska ostrva	1	N	N
Finska	48	23	14
Makedonija	9	5	
Francuska	270	100	70
Njemačka	120	25	20
Grčka	80	15	12
Mađarska	10	8	4
Island	184	64	40
Irska	1	1	1
Italija	340	105	65
Letonija	7	4	3

	Ukupni teorijski potencijal	Tehnički iskoristivi potencijal	Ekonomski iskoristivi potencijal
	TWh/god		
Litvanija	5	3	2
Luksemburg	N	N	N
Moldavija	2	1	1
Holandija	1	N	N
Norveška	560	200	187
Poljska	23	14	7
Portugalija	32	25	20
Rumunija	70	35	25
Rusija	2 295	1 670	852
Srbija	37	19	18
Slovačka	10	7	6
Slovenija	19	9	7
Španija	150	66	32
Švedska	130	100	85
Švajcarska	125	43	41
Ukrajina	45	24	17
Velika Britanija	40	3	1
<i>Ukupno Evropa</i>	4 945	2 714	
Iran	176	70	50
Irak	225	90	67
Izrael	N	N	
Jordan	4	2	
Liban	2	1	
Sirija	11	5	4
Ukupno Bliski istok	418	168	
Australija	265	100	30
Fidži	3	1	
Francuska Polinezija	1	N	N
Nova Kaledonija	2	1	N
Novi Zeland	46	37	24
Papua Nova Gvineja	175	49	15
Solomonka Ostrva	3	>1	
Zapadna Samoa	N	N	N
<i>Ukupno Australija i Okeanija</i>	495	>189	
<i>UKUPNO SVIJET</i>	>41 202	>16 494	

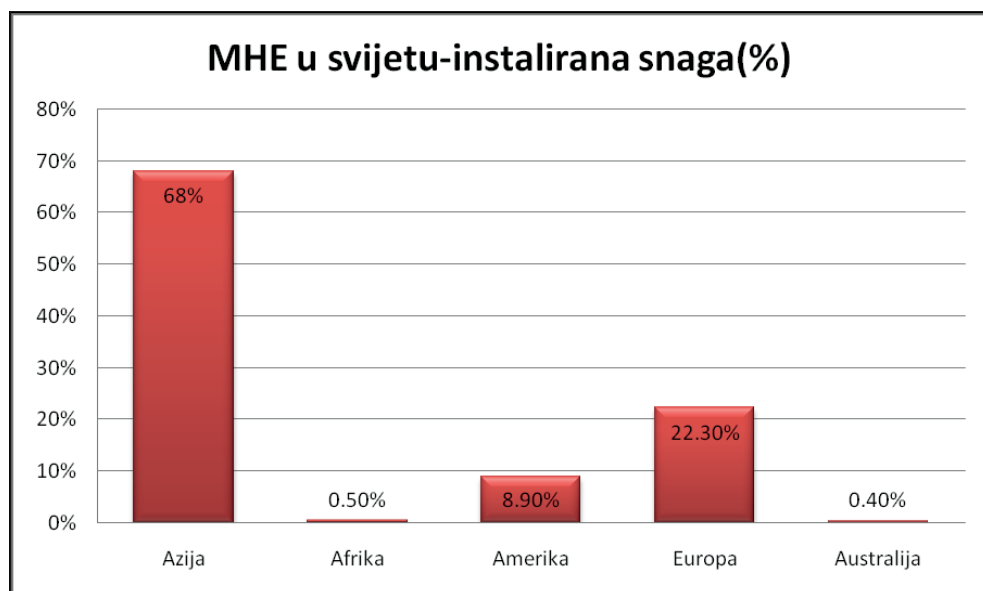


Slika 2. 2. Pregled tehnički iskoristivih vodnih potencijala po kontinentima

Tabela 2. 3. Kapaciteti malih hidroelektrana u svijetu [6]

	Ekonomski raspoloživi potencijal	U radu		Planirano i u izgradnji	
		Kapacitet	Aktuelna proizvodnja 2005.	Kapacitet	Moguća godišnja proizvodnja
		GWh/god	MW	GWh	MW
<i>Afrika</i>					
Alžir		54	17		
Obala Slonovače		5	11		
Egipat	180				
Etiopija		7	17		
Gabon		6	23	4	40
Gvineja	79	11	12		
Namibija	19	N	N		
Južna Afrika		34			
<i>Sjeverna Amerika</i>					
Kanada		978			
Meksiko	12 000	109	479		
SAD		2 838	10 701	16	70
<i>Južna Amerika</i>					
Argentina		92	338	229	1 193
Brazil	17 169	1 429	6 700	1 800	8 670
Paragvaj	1				
Peru		228	1 002	10	
Venecuela		2	3	5	22
<i>Azija</i>					
Indonezija		21	56	17	
Japan		3 478		106	478
Južna Koreja		56	179		

	Ekonomski raspoloživi potencijal	U radu		Planirano i u izgradnji	
		<i>Kapacitet</i>	Aktuelna proizvodnja 2005.	<i>Kapacitet</i>	Moguća godišnja proizvodnja
		GWh/god	MW	GWh	MW
Nepal		19			
Šri Lanka	1 226	97	277	114	350
Tajvan, Kina		71			
Tajland	208	76	212	10	23
Turska	8 736	173	675	1 086	4 940
<i>Evropa</i>					
Austrija	10 000	994	3 999	< 200	700
Bugarska		207			
Hrvatska	250	32	110		
Češka		277	1 071		
Danska		11	23		
Finska	1 400	300	1 240		
Francuska		2 024	5 823		
Mađarska	200	11	8		
Island		53	272		
Italija		2 405	7 616	164	676
Letonija	70	26	62	24	64
Litvanija	100	25	66	6	16
Luksemburg		28	73		
Poljska		72	248		
Portugalija		305	376	100	
Rumunija		244	729		
Rusija		66			
Srbija		35	15		
Slovačka	450	70	250	30	
Slovenija	475	143	379	11	
Španija		1 788	4 729	450	1 271
Švedska		985	3 800		
Švajcarska	190–300	56	246		
Ukrajina		66	252		
<i>Bliski istok</i>					
Iran		58	116	106	443
Izrael		6	30		
Jordan		10			
Sirija	100	33	20	30	60
<i>Okeanija</i>					
Novi Zeland	450	108	509	7	31

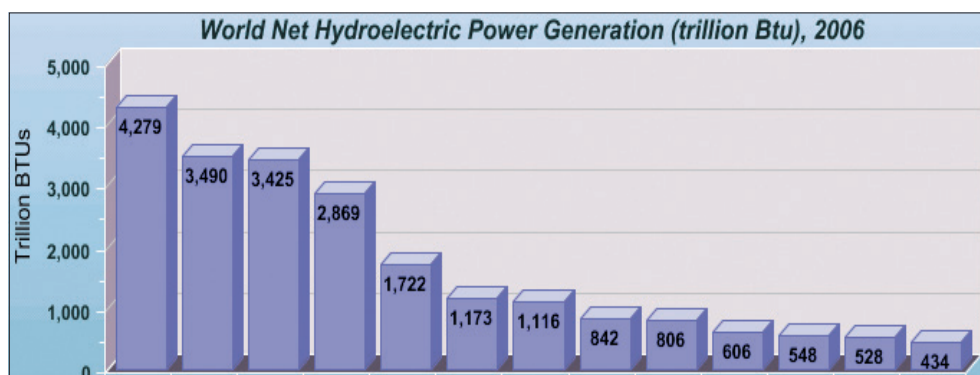


Slika 2. 3. Pregled instalisanih snaga malih hidroelektrana po kontinentima

Sveukupno gledano po kontinentima, najveće su vodne snage u Americi (oko 36% ukupnih), zatim u Aziji (oko 30%) i Africi (oko 16.3%). Evropa ima tek oko 7% ukupnog iznosa.

Kada je u pitanju proizvedena energija u velikim hidrocentralama, stanje izgleda kao na Slici 2. 4.

Učešće hidroenergije u ukupnoj domaćoj proizvodnji energije pojedinih zemalja uglavnom je najveće kod velikih proizvođača. Spisak prvih deset proizvođača po procentu učešća u ukupnoj domaćoj potrošnji energije dat je u Tabeli 2. 4.



Slika 2. 4. Najveći proizvođači hidroenergije u svijetu (1 milion Btu =293.07 KWh), na nivou 2006. godine (izvor: Foundation for water and energy education)

Tabela 2. 4. Procenat učešća hidroenergije u ukupnoj domaćoj proizvodnji energije u svijetu (podaci na nivou 2005. godine) [2]

Prvih deset proizvođača	Procenat učešća hidroenergije u ukupnoj domaćoj proizvodnji energije
Norveška	98.9
Brazil	83.7
Venecuela	73.9
Kanada	57.9
Švedska	46.0
Rusija	18.3
Kina	15.9
Indija	14.3
Japan	7.8
SAD	6.8
Ostatak svijeta	13.9
Svijet ukupno	16.4

Hidroenergija je čista, nema otpada; nema troškova goriva (voda je besplatna) pod uslovom da je ima u dovoljnoj količini; moderne hidroelektrane mogu do 90% energije vode pretvoriti u električnu energiju; puštanje hidroelektrane u pogon vrlo je brzo i mogu se pokriti nagla povećanja potrošnje; akumulacije stvorene izgradnjom hidroelektrana lokalno doprinose ekonomiji i omogućavaju navodnjavanje, snabdijevanje vodom, turizam i rekreaciju. Evidentno je, međutim, da gradnja vodenih akumulacija, potrebnih za hidroenergetske potrebe, ima uticaja i na mikroklimu, floru i faunu na mikroregionu, kao i na cjelokupan ekonomski život regiona.

Uz realizaciju i primjenu procesa kojima se obezbjeđuje ponovno korišćenje jednom iskorišćene energije vode (na istom ili drugom akumulacionom jezeru), kao i dokazana tehnička sigurnost pri eksploataciji tog potencijala, budućnost njene primjene je izvjesna i za ekonomičnu primjenu sasvim sigurna.

One zemlje koje su svoje hidroenergetske potencijale iscrpile razmatraju sljedeće mogućnosti:

- povećavanja instalisanih snaga postojećih hidroelektrana, radi ostvarivanja veće operativne rezerve elektroenergetskih sistema;
- dorade postojećih hidroenergetskih objekata i sistema dogradnjom pumpnih stanica za uvođenje u sisteme voda sa nižih horizonata, radi koncentracije protoka u visokolocirane akumulacije i povećavanja performansi akumulacionih hidroelektrana na velikim padovima;
- izgradnju reverzibilnih hidroelektrana (RHE) raznih tipova i stepena regulisanja, radi podmirivanja vršnih djelova dijagrama opterećenja;
- napokon, što je za nas veoma bitno, realizaciju hidroenergetskih objekata u zemljama koje još nijesu iskoristile svoje vodne potencijale, primjenom koncesionih modela ili po raznim BOT aranžmanima.

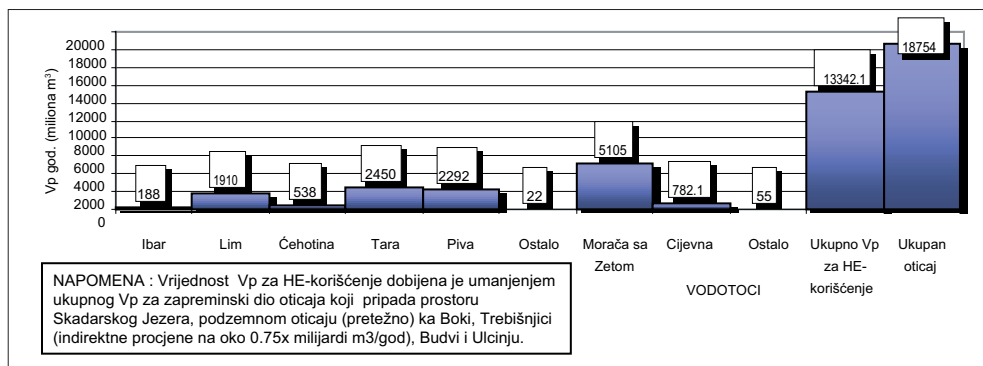
Sve to stavlja u sasvim novu situaciju sve one zemlje koje imaju neiskorišćene, a vrlo respektabilne hidroenergetske potencijale. Crna Gora je upravo zemlja koja ima izvanredne još neiskorišćene mogućnosti na tom planu. Sa bruto potencijalom na samo devet velikih rijeka od 9,85 TWh/god, i potencijalom na manjim vodotocima, koji bi se mogao realizovati bez značajnijih ekoloških posljedica na okruženje, koji se procjenjuje na oko 0,8 - 1,0 TWh/god., kao i sa dokazanim tehnički iskoristivim potencijalom, koji će sigurno preći u ekonomski iskoristiv potencijal od oko 6 TWh/god, Crna Gora se dugoročno gledano nalazi u strateški povoljnom položaju. Sa raspoloživim specifičnim hidropotencijalom od oko 12 MWh po stanovniku, Crna Gora spada u zemlje bogate vodnim snagama, te je, zavisno od scenarija razvoja konzuma, u stanju – uz mudro i cjelovito korišćenje svog potencijala – da oko 80% svojih potreba za električnom energijom koristi iz ekološki najčistijih i obnovljivih hidroizvora. Po tim pokazateljima Crna Gora spada u grupu zemalja bogatih vodnim resursima, jer dobar dio svog elektroenergetskog konzuma može da podmiri iz hidropotencijala, kao najracionalnijeg obnovljivog izvora.

2. 2. HE POTENCIJAL U CRNOJ GORI I NJEGOVA ENERGETSKA VALORIZACIJA U VELIKIM I MALIM HE

2. 2. 1. UVOD

Izražena vodnost površinskih vodotoka Crne Gore rezultira respektivnim vodnim potencijalom, koji se može transformisati u hidroenergetski potencijal. Gledano po slivovima, ukupna zapremina oticaja sa jadranskog sliva iznosi $11.814 \times 10^9 \text{ m}^3$ (unutrašnje vode $11.353 \times 10^9 \text{ m}^3$), a sa crnomorskog sliva ukupna zapremina oticaja je $7.85 \times 10^9 \text{ m}^3$ (unutrašnje vode $7.401 \times 10^9 \text{ m}^3$). Ukupna količina vode od padavina i tranzitnih voda sa teritorije Crne Gore je oko $26 \times 10^9 \text{ m}^3$, od čega isparava oko $6.32 \times 10^9 \text{ m}^3$. To daje ukupan oticaj sa teritorije Crne Gore u zapreminskom iznosu od $19.7 \times 10^9 \text{ m}^3$, dok od unutrašnjih voda iznosi $18.75 \times 10^9 \text{ m}^3$ ili $595 \text{ m}^3/\text{sec}$. Vrijednost V_p čini oticaj vodotoka crnomorskog sliva + oticaj u jadranskom slivu za vodotoke: Morača, Zeta i Cijevna plus ostalo.

Ukupni vodni potencijal (V_p) ili postojeća voda kao fizička kategorija je determinisana matričnom trojkom, tj. lokacijom (L), količinom (Q) i kvalitetom (K): $V_p = \{L, Q, K\}$. Uvažavajući prethodni stav, procijenjena zapreminska vrijednost postojeće vode $V_p = 18.75 \times 10^9 \text{ m}^3$ ili ukupni vodni potencijal, smatra se samo kao fizička kategorija, ali ne i vodni resurs (V_r). Naime, samo uz postajanje uslova za korišćenje (U_k), V_p se može transformisati u parcijalni HE potencijal. Sa druge strane, ukupan V_p se umanjuje zbog različitih fizičkih gubitaka vode. Gubici su uglavnom zbog geoloških i hidrogeoloških odlika terena, zatim voda koje padnu direktno na površinu Skadarskog jezera, oticaj sa neposrednog sliva S. jezera ka Jadranskom moru, oticaj u vidu izvora i vrela i drugih nedefinisanih gubitaka vode. U tom kontekstu, zapreminska vrijednost postojeće vode $V_p = 18.75 \times 10^9 \text{ m}^3$ umanjuje se za procijenjenu veličinu gubitaka i iznosi: $V_{ps} = 13.3 \times 10^9 \text{ m}^3$ (Slika 2. 5).

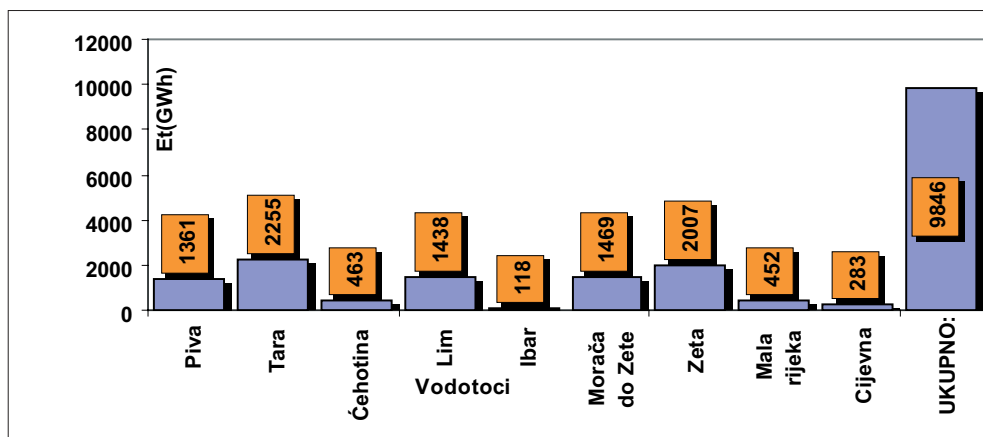


Slika 2. 5. Pregled ukupnog vodnog potencijala po vodotocima i sumarno za HE-korišćenje

Usvojena vrijednost V_{ps} je ukupni vodni potencijal, koji se, uz postojanje uslova za korišćenje (U_k), može transformisati u hidroenergetski potencijal. Zapreminska vrijednost $V_{ps} = 13.34 \times 10^9 \text{ m}^3$ daje protok u iznosu od $Q=423 \text{ m}^3/\text{s}$, ili 71.1% od unutrašnjih površinskih voda Crne Gore. Vrijednost V_{ps} čini oticaj u slivu vodotoka crnomorskog sliva + oticaj u jadranskom slivu za vodotoke Moraču i Zetu sa pritokama, bez zapreminskog dijela oticaja ka Boki Kotorskoj, Trebišnjici, Ulcinju i Budvi ($5.41 \times 10^9 \text{ m}^3$).

2. 2. 2. TEORIJSKI HIDROENERGETSKI POTENCIJAL GLAVNIH VODOTOKA

Svaki profil jednog vodotoka definisan je visinskom kotom (bruto padom) H i srednjim višegodišnjim protokom $Q(\text{m}^3/\text{s})$. Tada se prosječna snaga između dva razmatrana profila može definisati relacijom: $P_t(1 \div 2) = 9,81 \cdot Q \cdot H$. Godišnji teorijski



Slika 2. 6. Pregled teorijskog potencijala Et. god (GWh) glavnih vodotoka u Crnoj Gori

hidropotencijal vodotoka definisan je relacijom: $E_t = 8760 \bar{N}$ (kWh). Prema aktuelnoj vodoprivrednoj osnovi Crne Gore u formi linijskog potencijala, sa korakom od 5 km duž 9 vodotoka sračunat je prosječni teorijski hidroenergetski potencijal u ukupnom iznosu od 9846 GWh.

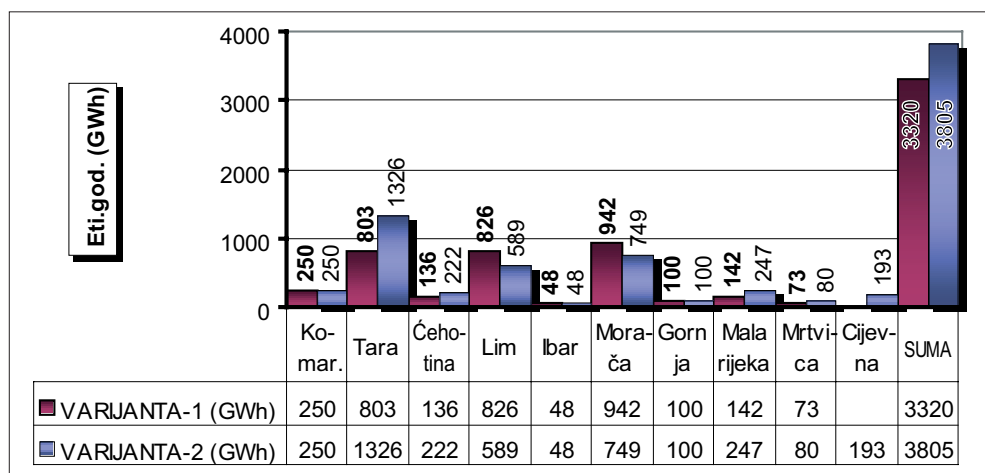
2. 2. 3. TEHNIČKI ISKORISTIVI POTENCIJAL GLAVNIH VODOTOKA

Tehnički iskoristivi potencijal predstavlja onaj dio hidroenergetskog potencijala za koji je odgovarajućim analizama utvrđeno da se može tehnički realizovati. Za određivanje tog potencijala potrebno je da su zadovoljeni uslovi:

- da je stepen istražne i projektne dokumentacije takav da omogućava pouzdano zaključivanje da su razmatrani objekti hidroelektrana tehnički ostvarivi;
- da su postrojenja energetske izvučena do nivoa kada se može pouzdano odrediti prosječna moguća godišnja proizvodnja.

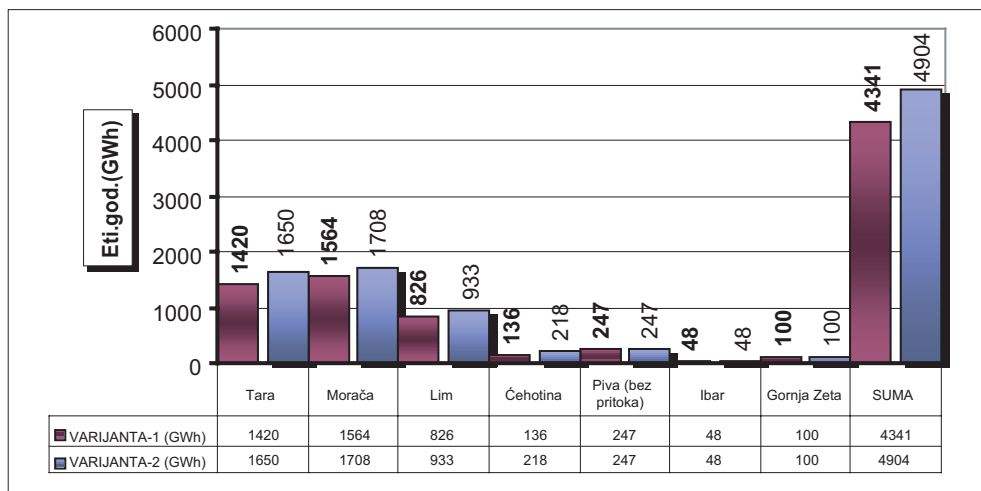
Tehnički raspoloživi potencijal jednak je hidropotencijalu rijeke, umanjenom za gubitke, koji se za današnji stepen razvoja mogu uzeti generalno da iznose oko 13%, pa se tehnički iskoristiva snaga izražava relacijom: $P_{ti} = 8,5 \times Q_p \times H_n$ (kW), gdje je: Q_p – prosječan višegodišnji protok raspoloživ za proizvodnju energije (m^3/s), H_n - neto pad postrojenja u (m). Odgovarajuća energija u toku godine je: $E_{ti} = 8760 N_{ti}$ (GWh).

Prema dosadašnjem stepenu istraživanja i projektne dokumentacije, tehnički iskoristivi potencijal (E_{ti}) može se iskazati u odnosu na dvije varijante korišćenja hidroenergetskih potencijala. Varijante 1 i 2 razmatraju korišćenje hidroenergetskog potencijala na prirodnom pravcu toka i sa prevođenjem dijela vode rijeke Tare u rijeku Moraču ($Q=15.2$ ili $Q= 22 m^3/s$). Varijanta 1 egzistira u mnogobrojnim razvojnim programima planovima i projektnoj dokumentaciji hidroenergetskih objekata Elektroprivrede Crne Gore. Varijanta 2 egzistira u aktuelnoj Vodoprivrednoj osnovi Crne Gore (uporedo sa Varijantom 1). Do sada je od ukupno 9846 GWh raspoloživog (teorijskog)

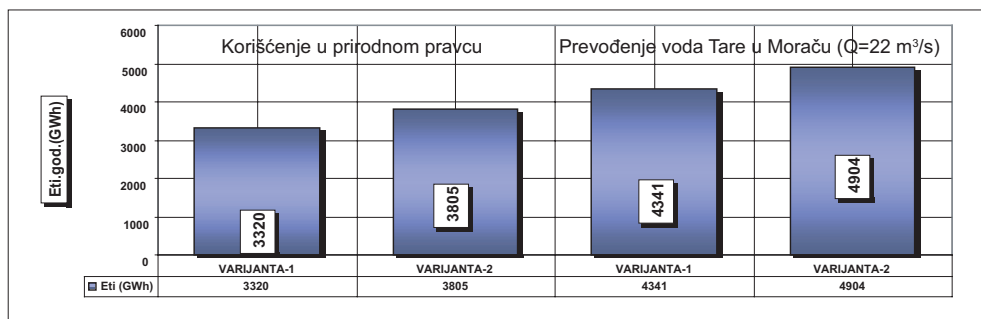


Slika 2. 7. Pregled preostalog tehnički iskoristivog potencijala (Eti) duž glavnih vodotoka u prirodnom pravcu tečenja po Varijanti 1 i Varijanti 2

potencijala, preko izgrađenih velikih hidroelektrane (HE Perućica i HE Piva) i sedam malih hidroelektrana, realizovano oko 1665 GWh ili oko 17% od ukupnog teorijskog hidroenergetskog potencijala. Na slikama 2. 7, 2. 8. i 2. 9. prikazan je preostali tehničko iskoristivi potencijal na glavnim vodotocima i pritokama, pojedinačno i ukupno, koji se može realizovati sa hidroenergetskim objektima u granicama teritorije CG i dijelom van njenih granica.



Slika 2. 8. Pregled preostalog tehničko iskoristivog potencijala (E_{ti}) duž glavnih vodotoka sa prevođenjem dijela vode Tare u Moraču ($Q=22 \text{ m}^3/\text{s}$) po Varijanti 1 i Varijanti 2



Slika 2. 9. Sumarni prikaz preostalog tehničko iskoristivog potencijala (E_{ti}) glavnih vodotoka u prirodnom pravcu i sa prevođenjem dijela vode Tare u Moraču

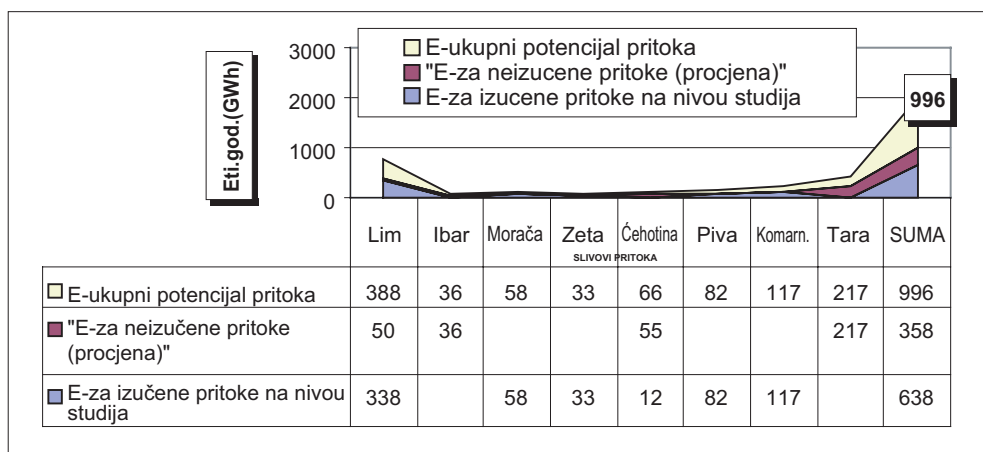
2. 2. 4. TEHNIČKO ISKORISTIVI POTENCIJAL PRITOKA IZUČAVANIH NA NIVOU STUDIJA ZA IZGRADNJU MALIH HIDROELEKTRANA

Tehničko iskoristivi potencijal pritoka izučavanih na nivou studija za izgradnju malih hidroelektrana razmatran je na osnovu pregleda energetskih i prostornih po-

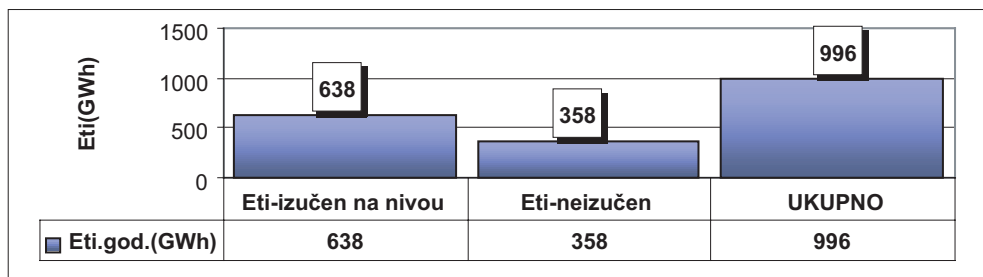
kazatelja mHE sa pratećih objekata za izučene pritoke na nivou studija. Za ukupno 68 mHE instalisane snage 226,23 MW, tehničko iskoristivi potencijal iznosi 638 GWh (Slika 2. 10 i Slika 2. 11). Pošto su u predmetnim studijama razmatrana i hidroenergetska postrojenja koja ne spadaju u kategorizaciji mHE (instalirane snage do 10 MW ili bar blisko toj granici), to je tehničko iskoristivi potencijal za 3 glavne pritoke rijeke Morače: Mala Rijeka, Cijevna i Mrtvica izkazan posebno, u sklopu glavnih vodotoka (Slika 2. 8). Naravno, hidroenergetski potencijal i ostalih pritoka pokriva domen malih i velikih hidroelektrana.

2. 2. 5. TEHNIČKO ISKORISTIVI POTENCIJAL (E_{ti}) NEIZUČAVANIH PRITOKA

Procjena neizučenog raspoloživog i tehnički iskoristivog potencijala izvršena je na indirektnan način. Potencijal je određen kao proizvod površinskog neto potencijala (ϵ_{ti}) i površine sliva određene pritoke ($A \text{ km}^2$): $E_{ti} = \epsilon_{ti} \cdot A$, gdje je: E_{ti} - raspoloživi prosječni godišnji HE potencijal (GWh), ϵ_{ti} - specifični površinski HE potencijala (GWh/km²). Vrijednost ϵ_{ti} računata je pomoću specifičnog površinskog tehničko iskoristivog potencijala za pritoke Lima ($A = 1164.8 \text{ km}^2$), koje su razmatrane u dosadašnjim studijama mHE u slivu rijeke Lima, $\epsilon_{ti} = 337/1164.80 = 0.355 \text{ GWh/km}^2$. Za teritoriju nekadašnje SFRJ $\epsilon_{ti} = 0.36 \text{ GWh/km}^2$. Na osnovu usvojene vrijednosti $\epsilon_{ti} = 0.36 \text{ GWh/km}^2$ i površine sliva procijenjen je tehničko iskoristivi potencijal za neizučavane pritoke u ukupnom iznosu od 358 GWh/god. Na osnovu potencijala $E_{ti} = 638 \text{ GWh}$ do sada izučavanih pritoka na nivou studija i prethodnog indirektnog proračuna $E_{ti} = 358 \text{ GWh}$ za do sada neizučavane pritoke, na Slici 2. 11 prikazan je ukupni godišnji tehničko raspoloživi potencijal pritoka (E_{ti}) pojedinačno po slivovima pritoka i u ukupnom iznosu (Slika 2. 12).



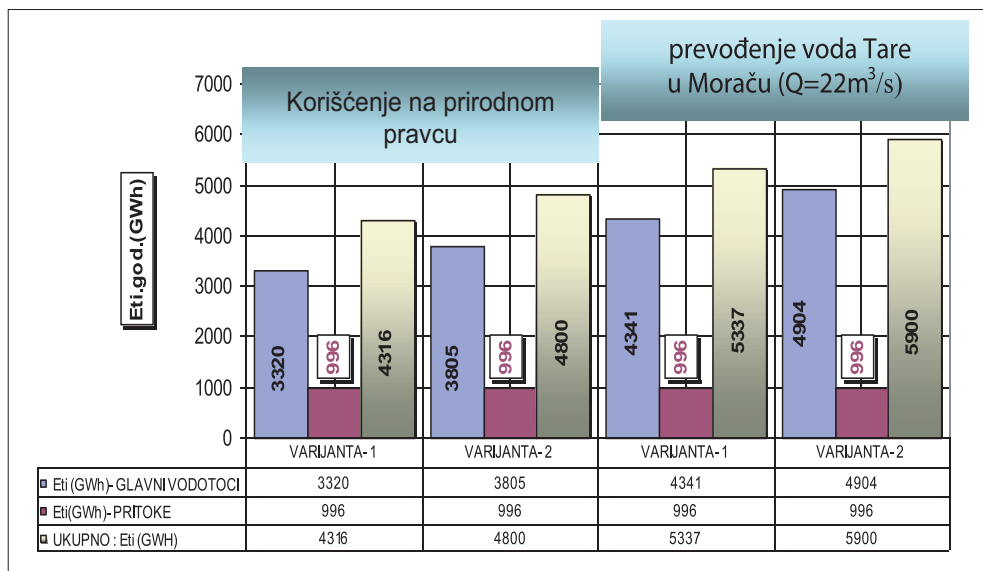
Slika 2. 10. Pregled procjene tehnički iskoristivog potencijala pritoka u slivovima glavnih vodotoka



Slika 2. 11. Sumarni prikaz procjene tehnički iskoristivog potencijala izučavanih i neizučavanih pritoka u slivovima glavnih vodotoka

2. 2. 6. PREOSTALI TEHNIČKO ISKORISTIVI HIDROENERGETSKI POTENCIJAL NA GLAVNIM VODOTOCIMA I PRITOKAMA U CRNOJ GORI

Na osnovu sumarnog pregleda preostalog tehnički iskoristivog hidroenergetskog potencijala (E_{ti}) po navedenim varijantama korišćenja u prirodnom pravcu, prevođenjem dijela vode Tare u ($Q=22 \text{ m}^3/\text{s}$) u Moraču (Slika 2. 9.) i sumarnog prikaza E_{ti} pritoka glavnih vodotoka (Slika 2. 11.), prikazan je sumarni iznos preostalog E_{ti} glavnih vodotoka i pritoka koji se može realizovati izgradnjom HE objekata u granicama teritorije Crne Gore (Slika 2. 12).



Slika 2. 12. Pregled ukupnog E_{ti} glavnih vodotoka i pritoka po Varijanti 1 i Varijanti 2 koji se može realizovati sa HE objektima u granicama teritorije Crne Gore

2. 2. 7. TEHNIČKO ISKORISTIVI POTENCIJAL KOJI SE MOŽE REALIZOVATI SA HE OBJEKTIMA VAN GRANICA CRNE GORE

Dio tehničko iskoristivog potencijala koji se formira na teritoriji Crne Gore, a može da se realizuje, ili je već realizovan sa HE objektima van njenih granica, odnosi se za sada na 3 HE objekta. Planirana izgradnja HE objekta „Buk Bijela” u R. Srpskoj (instalisanе snage oko 450 MW i prosječne godišnje proizvodnje oko 1140 GWh), čija je izgradnja planirana na rijeci Drini sa 1/3 pripadnosti energije Crnoj Gori (oko 400 GWh). Dva izgrađena HE objekata: „Trebinje–1” u sistemu Trebišnjica (R. Srpska) i „Dubrovnik” (R. Hrvatska). Prema raspoloživoj dokumentaciji koja na nivou studija razmatra pitanja razgraničenja HE potencijala između CG i R. Srpske, rezultati analize se razlikuju.

Prema dokumentaciji [17], proizvodnja energije u HE Trebinje–1 je 471.22 GWh i HE Dubrovnik 1564 GWh u prosječnoj vlažnoj godini. Ukupni realizovani HE potencijal ove dvije HE je 2035 GWh. Iskazana je procentualna pripadnost energije sa HE Trebinje–1 Crnoj Gori u iznosu od 17.69% (83.35 GWh) u I fazi izgradnje. Sa druge strane, vodni potencijal koji se formira na slivnom području Crne Gore naznačen je u iznosu od $305 \times 10^6 \text{ m}^3$ vode, ili 24% u odnosu na ukupnu zapreminu akumulacije Bileća od $1,28 \times 10^9 \text{ m}^3$. U predmetnoj dokumentaciji nije analiziran udio Crne Gore u proizvodnji energije iz HE Dubrovnik.

Prema dokumentaciji [15], iskazana je procentualna pripadnost energije sa HE Trebinje–1 Crnoj Gori u iznosu od 30% (147 GWh) i udio Crne Gore u proizvodnji energije iz HE Dubrovnik u iznosu od 123 GWh, ili 7.6% od prosječne godišnje proizvodnje energije HE Dubrovnik. Procijenjeni udio energije u Crnoj Gori sa HE Dubrovnik ocjenjuje se kao potcijenjen, jer je primijenjeni kriterijum jednostrano argumentovan. Sa druge strane, učešće vodnog potencijala koji se formira na slivnom području Crne Gore na HE Dubrovnik nije analiziran, već dobijen od strane naručioca studije u iznosu od $273.25 \times 10^6 \text{ m}^3$ vode, ili 21.3% u odnosu na ukupnu zapreminu akumulacije Bileća od $1,28 \times 10^9 \text{ m}^3$.

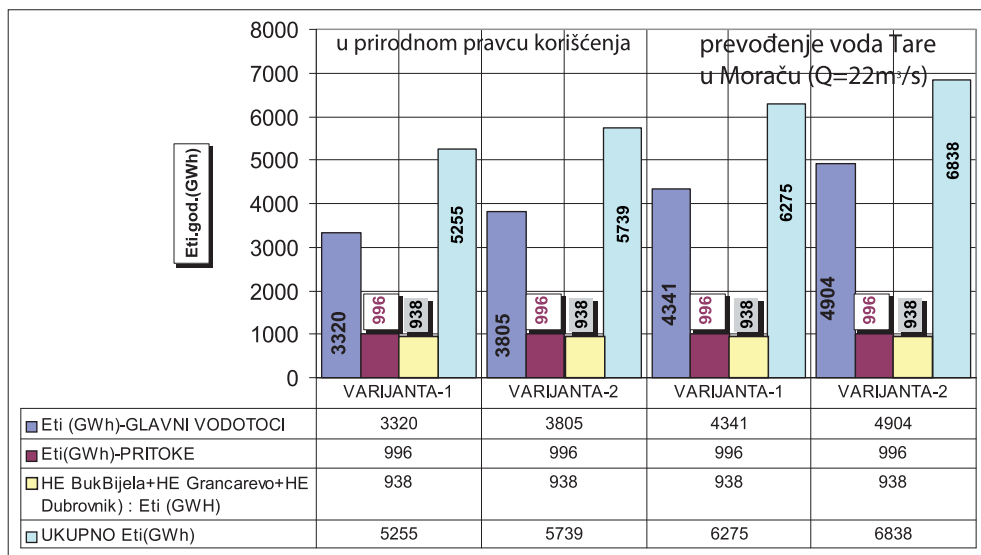
Polazeći od činjenice da za razgraničenje potencijala između Crne Gore, R. Srpske i R. Hrvatske do sada ne postoji prethodno određeni sporazum o kriterijumima raspodjele hidroenergetskog potencijala, neki autori su [16] kao jedan od kriterijuma usvojili okvirnu procjena udjela HE potencijala, koji se formira na teritoriji Crne Gore, na proizvodnju energije u ta dva HE objekta van njenih granica. U tom smislu, oni usvajaju kriterijum veličine zapreminskog udjela ukupnog vodnog potencijala sa teritorije Crne Gore na ukupnu godišnju proizvodnju u predmetnim HE objektima u iznosu od $305 \times 10^6 \text{ m}^3$ vode ili 24%. Po tom kriterijumu, taj procentualni iznos na prosječnu godišnju proizvodnju razmatranih HE objekata slijedi:

HE Trebinje–1: 24% (471.22 GWh) =	113 GWh
HE Dubrovnik: 24% (1564 GWh) =	375.4 GWh
UKUPNO:	488.4 GWh

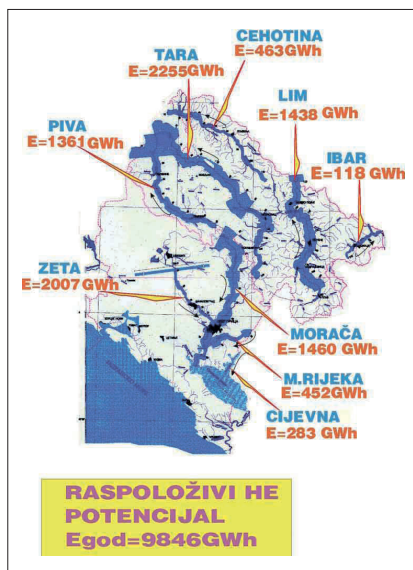
(Bez planiranih HE sa prevođenjem voda iz „gornjih horizonata” u R. Srpskoj: Nevesinje, Dabar, Trebinje–2 i bez HE Čaplina u R. Hrvatskoj.)

Na osnovu prethodne analize, ukupno procijenjeni E_{ti} koji se realizuje sa HE objektima van teritorije Crne Gore je: HE Buk Bijela + HE Trebinje–1 + HE Dubrovnik = $450 + 113 + 375.4 = 938.4 \text{ GWh}$.

Na osnovu vrijednosti E_{ti} u na Slici 2. 12 i vrijednosti E_{ti} koji se realizuje sa HE objektima van teritorije Crne Gore u iznosu od 938, 4 GWh, sračunat je ukupni E_{ti} glavnih vodotoka i pritoka koji se može realizovati sa hidroenergetskim objektima unutar i jednim dijelom van granica CG.



Slika 2. 13. Ukupan E_{ti} glavnih vodotoka i pritoka koji se može realizovati sa HE objektima unutar i dijelom van granica CG



Slika 2. 14. Raspored HE potencijala Crne Gore po glavnim vodotocima

2. 3. SCENARIJI IZGRADNJE NOVIH VELIKIH HE DO 2025. GODINE, SA DUGOROČNOM VIZIJOM DO KRAJA XXI VIJEKA, UKLJUČUJUĆI I KONCEPT PREVOĐENJA DIJELA VODA TARE U MORAČU

2. 3. 1. UVOD

U Crnoj Gori je došlo do značajnih promjena u okruženju u odnosu na vrijeme kada je, početkom 70-ih godina prošlog vijeka, rađen Osnovni projekat korišćenja vode sliva Drine, i kada su izučavani načini iskorišćenja i ostalih hidroenergetskih potencijala Republike. Neke do tada relativno malo naseljene i infrastrukturno slobodne rječne doline kasnije su doživjele pravu ekspanziju u naseljavanju, u čemu posebno prednjači dolina u gornjem toku Lima. Značajno su se promijenila i shvatanja o nužnosti zaštite posebnih ekoloških vrijednosti rječnih ekosistema, što je unijelo nova ograničenja u moguće koncepcije iskorišćenja vodnih potencijala nekih rijeka (posebno rijeke Tare). Svjetski standardi koji se odnose na zaštićene vodene ekosisteme počeli su da se dosljednije primjenjuju i u Crnoj Gori, što neizbježno utiče na rješenja koja se mogu realizovati na nekim rijekama, prije svega na rijeci Tari a djelimično i Morači. Saglasno ovome u Strategiji razvoja energetike do 2025. godine, kao jedno od glavnih strateških opredjeljenja, a koje se odnosi na hidropotencijal, predlaže se: „Racionalno i mudro korišćenje hidroenergetskog potencijala na slivovima rijeka Morače, Komarnice, Lima, Pive, Tare, Zete, Ibra i Čehotine, uz puno poštovanje važećih deklaracija Uneska, odluka Skupštine CG i načela održivog razvoja”.

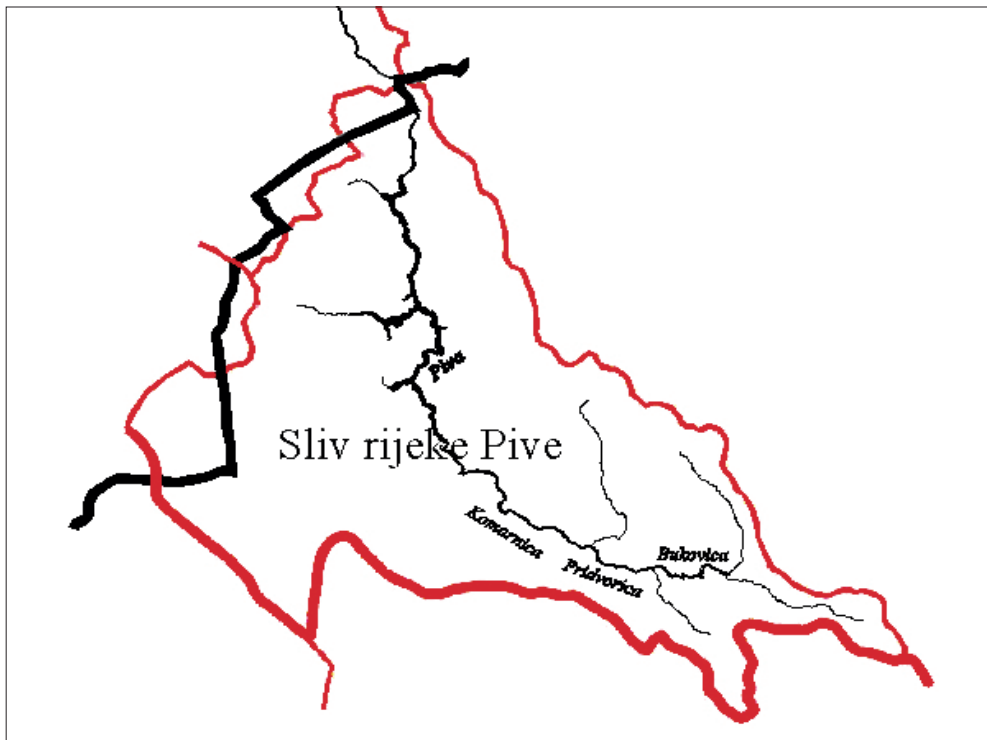
Prema planiranoj izgradnji hidroenergetskih objekata u pojedinim rječnim slivovima do 2025. godine, uvažavajući današnje ekonomske kriterijume, moguće je obezbijediti dodatnih oko 3500 GWh/god. električne energije. Prema razmatranoj dokumentaciji, ukupan tehnički iskoristiv i uslovno ekonomski iskoristiv preostali hidropotencijal za glavne vodotoke sa pritokama u potpunosti zadovoljava deficitarnu energiju i projektovane potrebe za energijom do 2025, ako i samo ako se budu obezbijedili uslovi za njegovo racionalno korišćenje. Ovdje se prije svega ističe konačno definisanje načina korišćenja vodnog potencijala rijeke Tare, koje iziskuje multidisciplinarni pristup u rješavanju postojećih oprečnih stavova. Potpuno je izvjesno da su nužni dogovori i kompromisi, posebno, da negativni efekti na životnu sredinu budu što manji, a doprinos ovih radova i objekata na ukupan kvalitet životne sredine i život ljudi na tim prostorima bude što veći. Analizom rješenja koja se nalaze u razmatranju, bilo u okviru ranijeg Osnovnog projekta sliva Drine, kao i u okviru (tokom 2001. godine usvojene) Vodoprivredne osnove Crne Gore i Prostornog plana, mogu se izvući zaključci o realnosti tehničkih rješenja u novim okolnostima. Ovdje će ta rješenja biti analizirana po rijekama.

2. 3. 2. RIJEKA PIVA

Hydroenergetsko rješenje rijeke Pive je najvećim dijelom određeno položajem i parametrima postojeće HE Piva. Donji dio toka koristiće se u okviru HE Buk Bijela do kote 500 mnm, za šta je objekat HE Piva već pripremljen tokom građenja (položaj

platoa i opreme, izgrađen donji vodostan na izlaznom tunelu, jer će u novim uslovi-
ma biti pod pritiskom). Gornji dio toka Komarnice, na potezu do Šavnika, sasvim je
determinisan sadašnjim projektnim rješenjem HE Komarnica, koji spada u kategoriju
ekonomski iskoristivog potencijala. Kota normalnog uspora HE Komarnica, zbog ukla-
panja u urbano okruženje (očuvanje grada Šavnika), spuštena je na 818 mnm. I pored
tog sniženja u odnosu na ranija rješenja, koja su predviđala izmještanje naselja Šavnik,
dobija se vrlo značajna HE Komarnica, snage 160 MW, sa godišnjom proizvodnjom
od oko 250 GWh/god, sa akumulacijom za godišnje regulisanje od oko 220 hm³, koja
ima značaj na udio u popravljaju vodnih režima Drine.

Hydroenergetsko rješenje sliva uzvodno od Šavnika je moguće u dvije varijante,
ali one nijesu presudne za konačnu konfiguraciju sistema i mogu se odabrati kasnije
optimizacionom analizom. Jednu grupu varijanti na Pivi čine objekti derivacionih
hidroelektrana Pošćenje i Buk Šavnik, snage 7,3 MW i 20 MW, proizvodnje 16 GWh/
god. i 53 GWh/god, dok drugu grupu čine derivacione hidroelektrane, u uzvodnom
slivu Komarnice: Šavnik (35 MW, 86 GWh/god) i Timar (14 MW, 32 GWh/god). Va-
rijanta 2 je energetski i sa gledišta dužine derivacionih tunela povoljnija, ali bi bila
potrebna detaljnija energetsko-ekonomska analiza, na nivou generalnog projekta, koja
bi potvrdila da li je to rješenje povoljnije sa gledišta kompletiranja korišćenja voda u
gornjem slivu Komarnice.



Slika 2. 15. Rijeka Piva sa svojim pritokama

Tabela 2. 5. Pokazatelji planiranih hidroenergetskih objekata u slivu Pive

Naziv HE	Tip	Deriv.	Q_{sr}	Q_{inst}	H_b	H_n	N_i	E_{god}	V_k	KNU
	HE	(km)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(MW)	GWh/g	hm ³	mnm
Glavni tok:										
Komarnica	Pibr.	–	21,6	130	155	153,4	160	247	220	818
Varijanta 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	
Varijanta 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

U okviru rješenja na slivu Pive treba razmotriti i mogućnosti povećanja instalirane snage na postojećoj HE Piva. Sadašnja instalacija od $3 \times 80 = 240 \text{ m}^3/\text{s}$ ($Q/Q = 3,2$), instalirane snage 360 MW, nominalne snage 342 MW, postaje nedovoljna za akumulacionu HE tako velike korisne zapremine akumulacije od $790 \times 10^6 \text{ m}^3$. Povećanjem snage na oko 700–750 MW, HE Piva bi postala jedna od najvrednijih elektrana u čitavom ovom dijelu Evrope. Dodatna korisna zapremina od 220 hm^3 , koju bi obezbjeđivala uzvodna HE Komarnica, poboljšala bi ionako izvanrednu regulacionu i vršnu ulogu HE Piva.

2. 3. 3. RIJEKA TARA

Tara je energetska najznačajnija rijeka Crne Gore (linijski potencijal od oko 2260 GWh/god), ali je i najsloženija za rješavanje, upravo zbog vrlo čvrstih ekoloških uslovljenosti i ograničenja u okruženju. Polazište za određivanje prihvatljive varijante je sljedeće:

1. Neprikosnoven je i ne smije se na bilo koji način remetiti dio toka koji sada služi za turizam, od polazišta uzvodno od mosta, pa sve do isklinjavanja uspora od HE Buk Bijela. Rješenje na dijelu toka od Ljutice do Mojkovca mora da bude u potpunom skladu sa zahtjevima očuvanja ekoloških i turističkih funkcija nizvodnog dijela toka. To podrazumijeva:

– poboljšanje režima malih voda, posebno u toplom dijelu godine, kada se donji dio toka koristi za turizam;

– upravljanje temperaturnim i kiseoničnim režimima toka i njihovim održavanjem u najpovoljnijem ekološkom stanju, kao i u stanju koje obezbjeđuje nesmetanu turističku valorizaciju toka;

– zaštitu manastira Dobrilovina i prirodnog rezervata Crne Pode; zaštita Donjih Polja nizvodno od Mojkovca, kao zemljišnih resursa na koje se naslanja grad Mojkovac.

2. Rješenje sistema u dijelu toka uzvodno od Mojkovca treba da bude fleksibilno, da može da obezbijedi cjelovito iskorišćenje vodnog potencijala i u uslovima prevođenja dijela voda iz Tare u Moraču, i u slučaju da do takve odluke ne dođe. Za rješenja na tom potezu postavljaju se sljedeći zahtjevi:

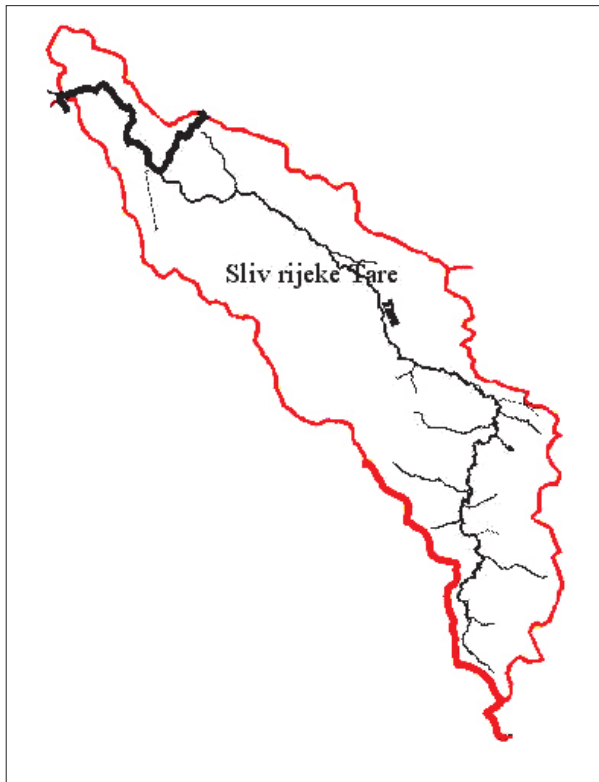
– Rješenje treba da obezbijedi uslove za potpuno skladan razvoj grada Kolašina, kao i za njegovo čvrsto povezivanje sa novim jezerskim akvatorijama kraj kojih će se naći.

– Moraju se predvidjeti mjere zaštite koje obezbjeđuju da se jezera na tom dijelu toka, kao i sva ostala na Tari, trajno održavaju u oligotrofnom stanju, ili na granici oligotrofnog i mezotrofnog stanja, koje obezbjeđuje punu turističku i sportsko-rekreativnu valorizaciju tih akvatorija.

Sa tako definisanim zahtjevima razmatrane su dvije grupe varijanata koje su razrađivane za rijeku Taru. Varijanta 1 predviđa izgradnju objekata (većih i manjih akumulacija): Žuti krš (viša varijanta, sa ND=1000 mnm, $V_k=198 \text{ hm}^3$), Bakovića klisura

(NU=932 mnm, 7 hm^3), Trebaljevo (ND = 903 mnm, $4,5 \text{ hm}^3$) i Ljutica (ND = 770 mnm, 316 hm^3). Sa tom konfiguracijom objekata moglo bi da se realizuje rješenje, bilo na prirodnom pravcu tečenja, ili u pravcu prevođenja dijela vode iz akumulacije Žuti krš prema Morači. Na najuzvodnijem dijelu toka, nezavisno od varijanata, predviđa se akumulaciono-derivaciona HE Opananica. Ključne performanse tog rješenja daju se u Tabeli 2. 6.

Varijanta 2 predviđa izgradnju sljedećih objekata: velike akumulacione HE Tepca u dijelu kanjona koji se sada koristi za splavarenje (NU=740 mnm, $V_k=1050 \text{ hm}^3$), akumulacije Mojkovac (85 hm^3), Žuti krš (ND = 980 mnm, niža varijanta, sa $V_k = 50 \text{ hm}^3$), i Mateševo (ND = 1050 mnm, 145 hm^3), kojim se kompenzi-



Slika 2. 16. Rijeka Tara sa svojim pritokama

Tabela 2. 6. Pokazatelji objekata na rijeci Tari za slučaj prirodnog pravca toka

Naziv HE	Tip	Deriv.	Q_{sr}	Q_{inst}	H_b	H_n	N_i	E_{god}	V_k	KNU
	HE	(km)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(MW)	GWh/g	hm ³	mnm
Opasanica	Deriv.	3,1	6,0	12	110	~ 102	10	43	45	1160
Žuti krš	Pribr.	–	16,62	80	61	59	40	73	198	1000
Bakovića kl.	Pribr.	–	25,53	80	28	26	20	49,4	7	932
Trebaljevo	Deriv.	14,2	26,34	70	107		59	154,2	4,5	903
Ljutica	Pribr.	–	51,98	200	127	125	212	484	316	770

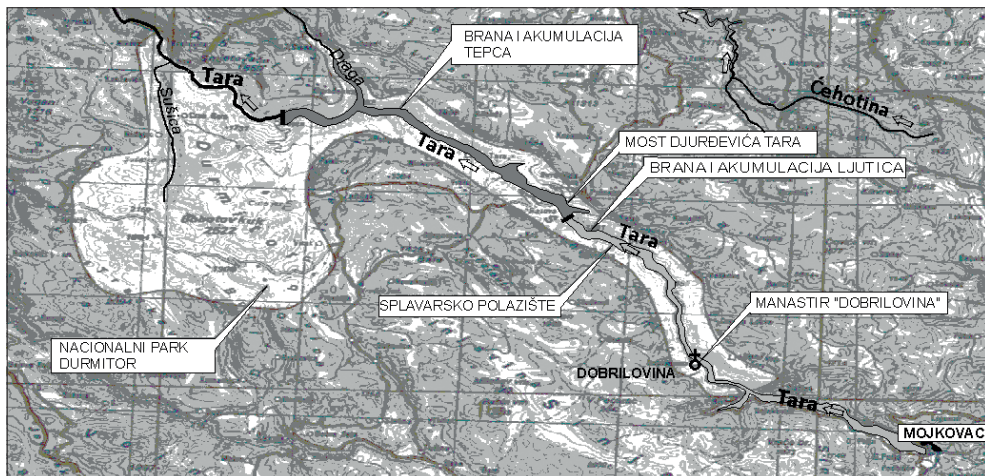
ra zapremina koja se gubi na akumulaciji Žuti krš u uslovima obaranja kote sa 1000 mnm na 980 mnm.

Zahtjeve i kriterijume koji su gore navedeni u pogledu očuvanja kanjona ispunjava samo Varijanta 1, sa akumulacionom HE Ljutica, sa kotom 770 mnm, koja ne ugrožava nijednu od zaštićenih ekoloških i kulturno-istorijskih vrijednosti, a koja omogućava ispunjavanje ciljeva ekološke i turističke valorizacije kanjona (upravljanje temperaturnim i kiseoničnim režimom, poboljšavanje režima malih voda prema potrebi splavarenja itd.).

Varijanta 2, sa velikom akumulacijom Tepca koja se nalazi usred strogo zaštićenog kanjona koji se nalazi pod „lupom“ čitave svjetske javnosti – nije realna. Nesumnjive su vrlo značajne energetske i vodoprivredne performanse tog objekta, posebno zbog vrlo velike akumulacije (1050 x 106 m³), ali je njegova ostvarljivost krajnje nerealna sa gledišta zaštite kanjona Tare kao raritetnog, zaštićenog vodenog ekosistema. Stanje ekološke svijesti u svijetu je takvo da bi se Crna Gora našla pod velikim udarom ekoloških krugova iz cijelog svijeta već pri prvom nagovještaju ideje da realizuje veliku akumulaciju usred kanjona koji sada doživljava intenzivnu turističku i ekološku valorizaciju u toplom dijelu godine (splavarenje, ribolov, izletnički turizam), i koji predstavlja zaštićenu prirodnu rijetkost biosfere. Izgradnja tog objekta bi zahtijevala i prethodnu izgradnju pristupnog puta, što bi predstavljalo svojevrsnu ekološku destrukciju kanjona. Zbog toga se čini svrsishodnim da se HE Tepca odmah isključi iz daljeg razmatranja, jer bi dovela do otpora koji bi se prenio i na sve ostale objekte čitavog sistema na Tari koji nemaju nepovoljne efekte na okruženje. Umjesto nje vrlo izgledna postaje varijanta sa HE Ljutica, koja se u cjelosti nalazi izvan – uzvodno od zone rijeke Tare koja se sada koristi za turističke i sportsko-rekreativne potrebe, i koja se može valjano uklopiti u ekološko okruženje. I to ne samo da se uklopi u okruženje već akumulacija Ljutica treba da bude objekat koji oplemenjuje životnu sredinu, omogućavajući da se upravlja režimima voda, posebno u malovodnom periodu (povećavanje malih voda), i upravljanje temperaturnim i kiseoničnim režimom, kako bi se ekološki uslovi u kanjonu održavali na najvišem nivou.

Potreban je još jedan kraći osvrt na akumulaciju Žuti krš. Ukoliko izvjesne nedoumice izaziva kota normalnog uspora akumulacije Žuti krš, treba jasno istaći da je ta kota sasvim korektna i sa tehničkog stanovišta i sa gledišta bezbjednosti brane, evakuacije velikih voda, investicija, ali i sa gledišta uklapanja u urbano tkivo obližnjeg

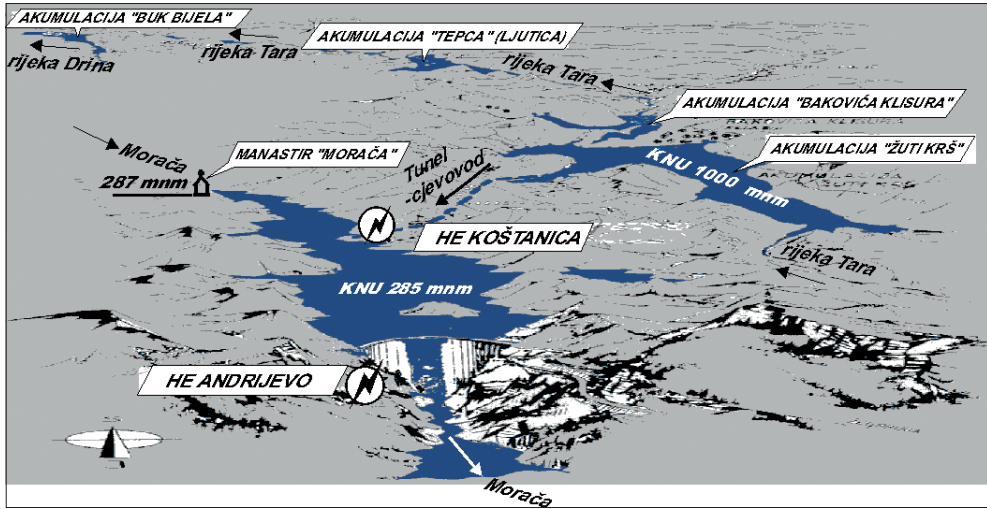
grada Kolašina. Grad bi se mogao izuzetno dobro povezati sa takvom akvatorijom, koja bi predstavljala osnovu za njegov turistički i urbani razvoj. Međutim, ukoliko se postavi kao problem psihološki efekat postojanja velike akumulacije iznad Kolašina, postoji varijantno rješenje: moguće je kombinovanje elemenata rješenja varijanata 1 i 2: (a) usvajanje niže kote akumulacije Žuti krš (spuštanje kote do oko 980 mnm, sa još uvijek prihvatljivom akumulacijom od oko 50 hm³), čime se iznad Kolašina stvara ne prevelika, ali dosta stabilna akvatorija, koja bi mogla da ima veoma uspješnu turističku



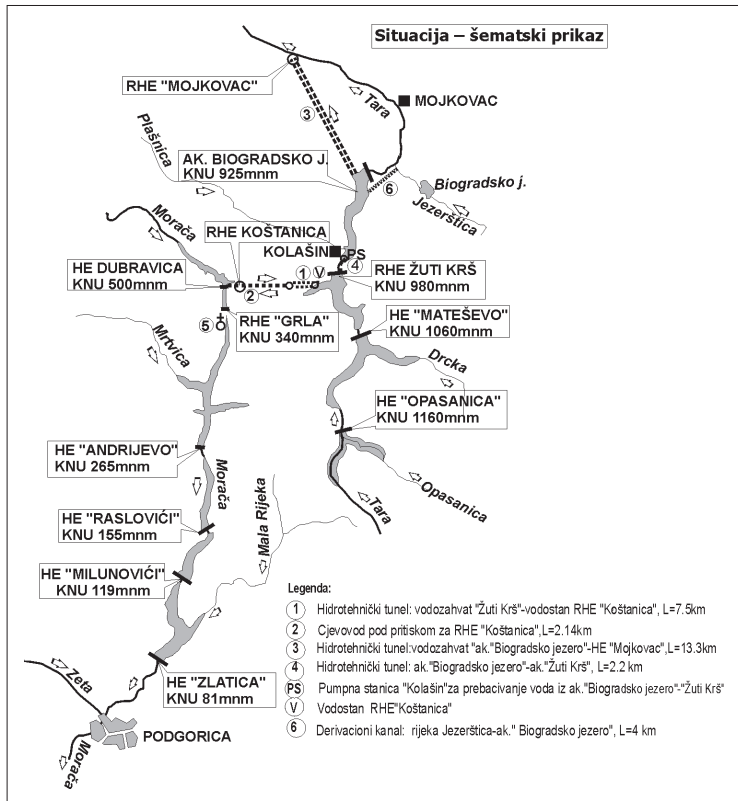
Slika 2. 17. Situacija razmatranih objekata na središnjem dijelu toka rijeke Tare

i sportsko-rekreativnu valorizaciju, kao izletišta i mjesto odmora i rekreacije na vodi građana Kolašina i turista, (b) ostvarivanje potrebnog stepena regulisanja voda može se ostvariti proširenjem sistema sa akumulacionom HE Mateševo (ND = 1050 mnm, 145 hm³), čime bi se umjesto jedne velike ostvarile dvije akumulacije, približno iste zapremine, koje se odlično uklapaju u ekološko rješenje. Time se na Tari dobija konfiguracija objekata koja se najbolje uklapa u okruženje (idući od uzvodnih objekata ka nizvodnim): HE Mataševo (145 hm³), akumulacija Žuti krš (niska varijanta, 50 hm³), Bakovića klisura (7 hm³), Trebaljevo (4,5 hm³) i Ljutica (316 hm³). Čitav kanjon Tare koji se sada tretira kao strogo zaštićen dio kanjona ostao bi i dalje slobodan i potpuno zaštićen, a na kraju toka Tare koristio bi se dio potencijala u okviru HE Buk Bijela (oko 380 GWh/god. za Crnu Goru). Ta konfiguracija objekata se može koristiti i u uslovima prevođenja dijela voda Tare, što će biti posebno razmotreno u dijelu koji se odnosi na integralno korišćenje voda sliva gornje Drine.

Imajući uvid u energetske i ekonomske performanse, kao i odlične mogućnosti za uklapanje akumulacije Žuti krš u urbano tkivo Kolašina, kao i hidroenergetske potencijale Crne Gore i nužnost njihovog što bržeg iskorišćenja razvojne mogućnosti koju pruža ta akvatorija na planu turističkog razvoja ne samo grada već te čitave regije (najbolji spoj ljetnjeg jezerskog i planinskog turizma, imajući u vidu Bjelasicu, i zimskog smučarskog turizma), preporučuje se zadržavanje kote NU = 1000 mnm.



Slika 2. 18. Ilustrativni prikaz prevođenja dijela voda gornje Tare u rijeku Moraču: HE „Koštanica” sa akumulacijom „Žuti Krš” na rijeci Tari kod grada Kolašina i HE „Andrijevo” u kanjonu rijeke Morače (Varijanta 1)



Slika 2. 19. Šematski prikaz situacije energetskih profila HE rješenja integralnog korišćenja voda Tare-Morače (energetska dionica: Biogradsko jezero-Žuti krš-RHE Koštanica-Dubravica-Grla-Andrijevo KNU=265 mmm, prema Varijanti 2, VOCCG)

2. 3. 4. RIJEKA LIM

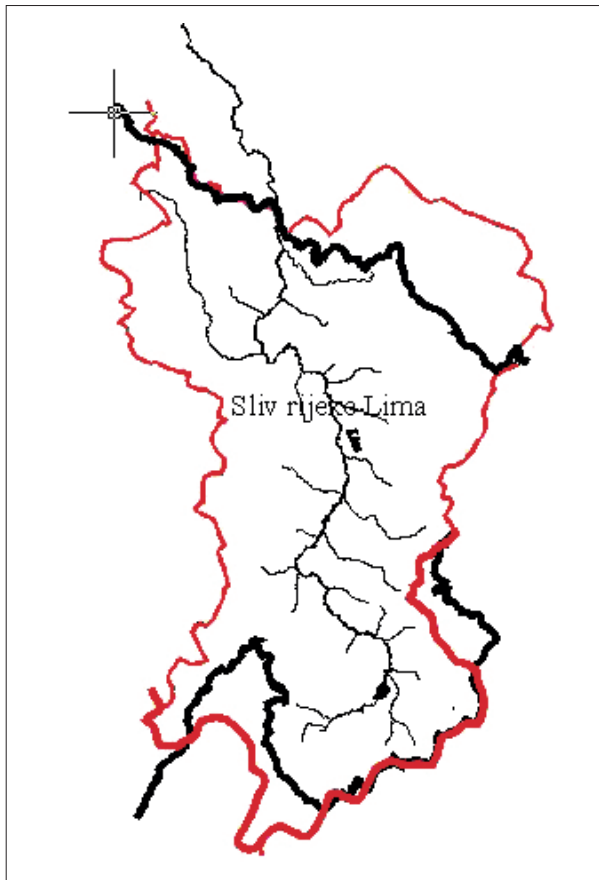
Dolina Lima je doživjela najveće urbane i socijalne promjene u periodu od izrade osnovnog projekta 1970. godine. To onemogućava primjenu strategije ranijih tehničkih rješenja, koja su se temeljila na realizaciji velike čeone akumulacione HE Andrijevića, sa kotom NU = 860 mm, koja bi regulisala protoke za nizvodnu kaskadu nižih stepenica.

Sadašnje analize ukazuju na sljedeće moguće strategije korišćenja potencijala Lima:

(1) Ukoliko se ide na akumulacioni tip elektrana na gornjem Limu, mora doći do značajnog obaranja NU akumulacije Andrijevića, na kotu ne višu od 830 mm.

(2) Uklapanje u vrlo obavezujuće okruženje može se ostvariti potpunim odustajanjem od akumulacionih objekata na tom potezu Lima, prelaskom na kaskadu niskih stepenica, derivacionim kanalskim hidroelektranama koje bi se najbolje uklopile u socijalno i urbano okruženje.

(3) Akumulacije za regulisanje protoka mogle bi se smjestiti na pritokama, u bočnim dolinama, koje nijesu angažovane urbanim sadržajima.



Slika 2. 20. Rijeka Lim sa svojim pritokama

Analizirajući moguće varijante hidoenergetskih rješenja na Limu nameću se dvije modifikovane grupe varijanta.

Varijanta 1: kaskada sa modifikovanim, sniženim akumulacijama na Limu, kako bi se sistem adekvatno uklopio u socijalno i urbano okruženje. Kaskadu bi činile četiri derivacione hidroelektrane. Najuzvodnija bi bila derivaciona kanalska HE Murino (24 MW, oko 90 GWh/god), koja bi koristila pad Lima između Plavskog jezera (oko 906 mnn) do nizvodne snižene akumulacije Andrijevića. Sa instalisanim protokom od oko 40 m³/s taj objekat se može uklopiti u urbano okruženje bez većih teškoća. Drugu stepenicu čini akumulaciona HE Andrijevića, sa kotom NU = 830 mnn (obaranje kote za 30 m u odnosu na prvobitnu), kojim se još uvijek u prihvatljivim gra-

nicama potapa dio dolina Lima i ne ugrožava naselje Murino. U derivacionoj podvarijanti te grupe varijanti (dervacija do nizvodne HE Lukin Vir), realizovala bi se snaga od oko 73 MW, sa godišnjom proizvodnjom od oko 187 GWh/god. Treću stepenicu čini HE Lukin Vir (NU= 740 mnn, 13 MW, 50 GWh/god), a četvrtu derivaciona HE Navotina, koja koncentriše i koristi dio pada u dolini uzvodno od Berana (13 MW, 44 GWh/god). Ova varijanta može se uklopiti u urbano okruženje, ali znatno otežava značajan obim potapanja rječne doline uzvodno od Andrijevice, koja se nalazi u ekspanziji izgradnje, tako da se u budućnosti može očekivati da će se troškovi raseljavanja povećavati. Postoji mogućnost uvođenja Zlorečice i Šekularske rijeke u tu akumulaciju, čime bi se njene proizvodne performanse poboljšale.

Varijanta 2 bi se mogla nazvati „varijantom sa najmanje remećenja socijalnog i urbanog okruženja”. Čini je kaskada od 12 niskih stepenica, sa usporom koji se uglavnom zadržava samo u okviru korita za veliku vodu, sa kratkim kanalskim derivacijama, sa padovima od oko 25–29 m, pojedninačne snage 8–20 MW, ukupne snage od oko 156 MW, sa prosječnom proizvodnjom od oko 590 GWh/god. U toj varijanti akumulacije bi se mogle realizovati u bočnim dolinama, na pritokama, pri čemu su moguće veće zapremine akumulacija na sljedećim rijekama: Ljuboviđi (240 hm³), Lješnici (115 hm³), Grlji – Grnčar (92 hm³), Zlorečici (70 hm³) i Duričkoj rijeci (oko 60 hm³). Po toj varijanti, koja je veoma izgledna sa gledišta uklapanja u socijalno i infrastrukturno okruženje, glavna dolina Lima bi se maksimalno čuvala od zaposjedanja akvatorijama i plavljenja, dok bi se težište regulisanja protoka prebacilo u bočne doline, koje nijesu zaposjednute naseljima i drugim objektima.

Tabela 2. 7. Pokazatelji objekata na rijeci Lim u uslovima niskih stepenica

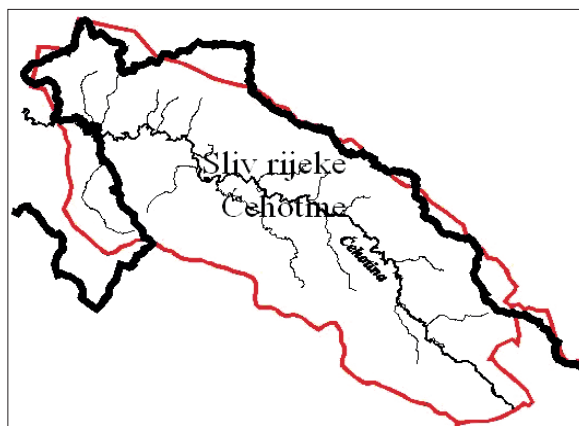
Naziv HE	Tip	Deriv.	Q _{sr}	Q _{inst}	H _b	H _n	N _i	E _{god}	V _k	KNU
	HE	(km)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(MW)	GWh/g	hm ³	mnm
Glavni tok:										
Plav	K. der.	2,8	23,0	40	29	27	8	37		907
Reženica	K. der.	2,5	23,0	40	28	26	8	35,6		878
Murino	K. der.	3	25,0	40	25	23	8	34,3		850
Mostine	K. der.	3,5	26,5	40	25	23	8	36,3		825
Jagnjilo	K. der.	4	28,5	40	25	23	8	39,0		800
Bukva	K. der.	2,7	29	60	25	23	12	39,7		775
Trešnjevo	K. der.	5,5	35,6	60	25	23	12	48,7		750
Novotine	K. der.	4,2	37,7	80	25	23	16	51,7		725
Ivangrad	K. der.	4,5	38,8	80	25	23	16	53,2		700
Podá	K. der.	9,1	47,2	100	25	23	20	64,7		645
Grućevica	K. der.	8,5	53,3	100	25	23	20	73		620
Pripčići	K. der.	8	55	100	25	23	20	75,4		595
Σ glavni tok:							156	589		

Tabela 2. 8. Pokazatelji objekata na pritokama Lima

Naziv HE	Tip	Deriv.	Q_{sr}	Q_{inst}	H_b	H_n	N_i	E_{god}	V_k	KNU
	HE	(km)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(MW)	GWh/g	hm ³	mnm
Pritoke Lima:										
Grlja Grnčar	Pribr.	-	7,5	17	90	88	13	49,1	92	1060
Đurička r.	Deriv.	3,5	2,4	10	178,6	171,6	15	25,5	60	1100
Zlorečica	Deriv.	2,6	6,7	20	123	117,9	20	49,8	70	880
Šekularska r.	Deriv.	3,3	1,5	10	148	141,5	12	13,8	20	885
Trebačka r.	Deriv.	3,5	1,1	5	620	613	26	41,5	30	1360
Ber. Bistrica	Pribr.	-	5,2	15	86	84	11	27,6	30	850
Kaludarska	Deriv.	9,0	1,1	10	317	315	27	21,9	25	1030
Lješnica	Pribr.	-	3,7	10	70	68	10	15,7	115	740
Ljuboviđa	Deriv.	6,0	7,2	17	176	164	26	75	240	750
Bjel. Bistrica	Pribr.	-	4,1	20	95	93	16	24,1	40	698
Σ pritoke:							175	344	722	
Lim + pritoke							331	933	722	

2. 3. 5. RIJEKA ČEHOTINA

Čehotina se može rješavati u dvije varijante. Varijantu 1 čine akumulacione i derivacione HE Gradac (85 hm³, 23 MW, 66 GWh/god) i HE Mekote (74 hm³, 26 MW, 71 GWh/god). Varijanta 2 ima znatno bolje energetske i vodoprivredne performanse i čine je HE Gradac (74 hm³, 25 MW, 72 GWh/god) i HE Milovci (386 hm³, 50 MW, 150 GWh/god). Osnovna vrijednost druge varijante je u tome što se može realizovati velika akumulacija Milovci (386 hm³), koja se može dosta uspješno uklopiti u okruženje, a koja svojom velikom korisnom zapreminom može da bude atraktivna za regulisanje vodnih režima toka Drine, što će se razmatrati u dijelu koji se odnosi na rješenje gornjeg sliva Drine.



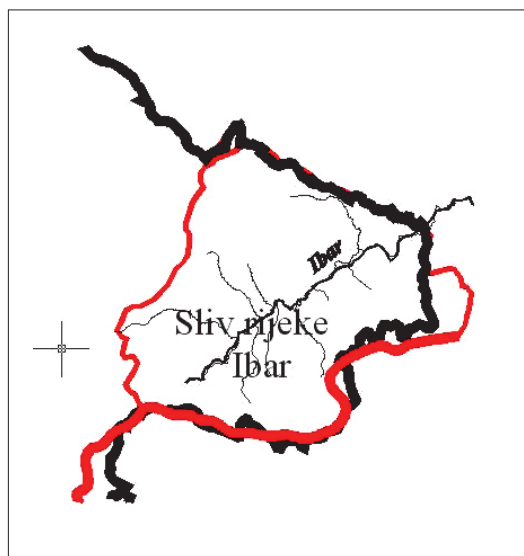
Slika 2. 21. Rijeka Čehotina sa svojim pritokama

Tabela 2. 9. Pokazatelji objekata na rijeci Čehotini

Naziv HE	Tip	Deriv.	Q_{sr}	Q_{inst}	H_b	H_n	N_i	E_{god}	V_k	KNU
	HE	(km)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(MW)	GWh/g	hm ³	mnm
Varijanta 1:										
HE Gradac	Deriv.	4,0	12,56	38	78	70	23	65,5	85	742
HE Mekote	Deriv.	6,2	15,39	38	74	62	26	70,6	74	657
Σ Varij. 1:							49	136	159	
Varijanta 2:										
HE Gradac	Deriv.	3,8	12,56	38	85	77	25	72	85	742
HE Milovci	Pribr.	-	17,18	50	119	117	50	150	386	650
Σ Varij. 2:							75	222	471	
Varijanta 2a:										
HE Gradac	Deriv.	3,8	12,56	38	85	77	25	72	85	742
HE Milovci	Pribr.	-	17,18	100	119	117	100	153	386	650
Σ Varij. 2a:							125	225	471	

2. 3. 6. RIJEKA IBAR

Iskorišćenje potencijala Ibra u Crnoj Gori rješava se samo sa jednom akumulacionom HE Bač (200 hm³, 29 MW, 48 GWhl god). Akumulacija se dosta uspješno uklapa u okruženje. Njena se vodoprivredna funkcija posebno valorizuje nizvodno, u Srbiji, što može da bude predmet ekonomskih razmatranja, radi zajedničkog investiranja u taj objekat. Ključni parametri su prikazani na Tabeli 2. 10.



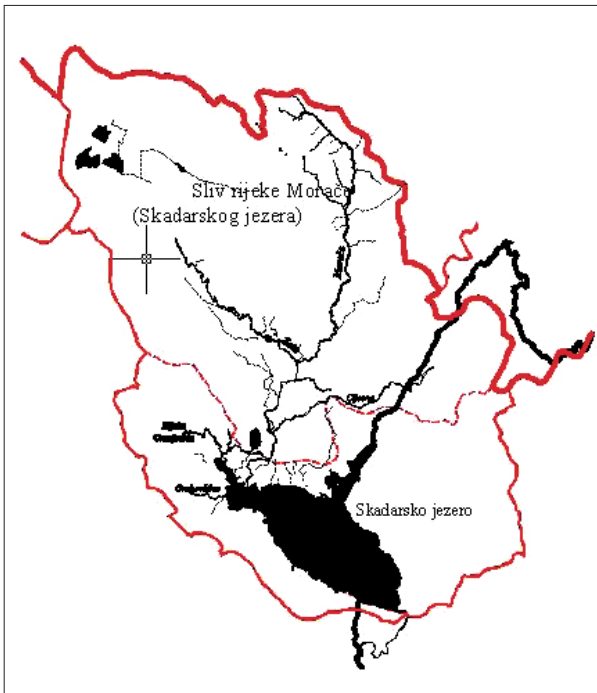
Slika 2. 22. Rijeka Ibar sa svojim pritokama

Tabela 2. 10. Pokazatelji objekata na rijeci Ibar

Naziv HE	Tip	Deriv.	Q_{sr}	Q_{inst}	H_b	H_n	N_i	E_{god}	V_k	KNU
	HE	(km)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(MW)	GWh/g	hm ³	mnm
HE Bać	Pribr.	-	5,56	30	117	115	29	48	200	971

2. 3. 7. RIJEKA MORAČA

Određivanje hidroenergetskog rješenja na toku Morače je u vrlo poodmakloj fazi, tako da je na osnovu Idejnog projekta kaskade od četiri stepenice (HE Andrijevo, Raslovići, Milunovići, Zlatica) već bio raspisan i međunarodni tender za izgradnju. Rješenje koje je predloženo i sa kojim se ušlo u tenderski postupak, nesumnjivo je vrlo atraktivno u energetsom smislu. Ono je atraktivno i u varijanti sa prirodnim tokom vode, ali je još atraktivnije u uslovima prevođenja, zbog čega su u dispozicijama sve četiri stepenice bila predviđena mjesta za ugradnju trećih agregata, jer se na taj način otvaraju mogućnosti za kasnije znatno poboljšavanje performansi kaskade, u uslovima prevođenja dijela voda Tare u Moraču. Rješenje karakteriše velika čeona akumulacija Andrijevo (250 hm³), koja vrši godišnje regulisanje protoka, što je od velikog značaja za ulogu takve varijante moračke kaskade u elektroenergetskom sistemu. Međutim, ta velika akumulacija, sa kotom NU = 285 mnm, je i određena slabost tog rješenja, isključivo iz psiholoških razloga. Naime, akumulacija sa tom kotom uspora nalazi



Slika 2. 23. Rijeka Morača sa svojim pritokama

se samo nekoliko metara ispod platoa na kome se nalazi Manastir Morača, što stvara nepovoljan psihološki efekat da će takvim rješenjem biti ugrožen taj vjerski i kulturno-istorijski spomenik najvišeg ranga. Tehničko rješenje je predvidjelo sve potrebne mjere da se manastir ne samo ne ugrozi već i da se znatno poboljša geotehnička sigurnost terena na kome se nalazi u odnosu na sadašnje stanje. Sažeto rečeno, hidrotehničko rješenje sa velikom akumulacijom Andrijevo je imalo pored ostalih ciljeva i cilj potpune revitalizacije i osiguranja manastirskog kompleksa, koji je sada veoma ugrožen po više osnova. Zbog toga je bilo predviđeno potpuno osiguranje riječne terase na

kojoj se nalazi manastir, jednom posebnom kamenom nasutom konstrukcijom, koja je trebalo da podupre sada dosta nestabilnu rječnu terasu na kojoj se nalazi manastir.

Takođe, bili su predviđeni i radovi koji je trebalo da valjano dreniraju čitav plato na kome se nalazi manastir, kako bi se spriječila sadašnja devastacija fresaka na donjem dijelu manastirskih zidova, zbog prodiranja vlage iz temeljnih zidova. Planirani radovi na obezbjeđenju geotehničke stabilnosti rječne terase, kao i izmještanje puta i svih neprikladnih profanih sadržaja iz neposrednog okruženja Manastira Morača, imali su plemenit cilj: potpuno obezbjeđenje tog vjerskog i kulturno-istorijskog spomenika najvišeg nivoa značajnosti i uređenje njegove okoline na način koji je primjeren sakralnim funkcijama tog kompleksa svjetskog značaja.

Tabela 2. 11. Pokazatelji objekata na rijeci Morači u Varijanti 1 (Andrijevo 285 mm)

Naziv HE	Tip	Deriv.	Q_{sr}	Q_{inst}	H_b	H_n	N_i	E_{god}	V_k	KNU
	HE	(km)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(MW)	GWh/g	hm ³	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
Σ 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
Σ pritoke							135	256	50	
Morača + pritoke							507	1198	424	

Drugim riječima, hidrotehničko rješenje je imalo zadatak i da potpuno sanira sadašnje veoma loše stanje manastirskog kompleksa i da ga pripremi da bezbjedno i dostojanstveno, sa obnovljenim sjajem, može da traje u narednim vjekovima. Međutim, sve te veoma dobre i, sa gledišta zaštite manastira, neosporno valjane namjere nijesu bile prihvaćene sa razumijevanjem u javnosti. Zbog toga bi trebalo punu pažnju posvetiti varijanti koja je nastala tokom rada na Vodoprivrednoj osnovi Crne Gore, koja predviđa sniženje kote uspora akumulacije Andrijevo za oko 35 m (na kotu NU = 250 mnm), koja se upravo sa tog psihološkog stanovišta znatno bolje uklapa u kulturološko okruženje. Naravno, i u tom slučaju treba predvidjeti mjere zaštite manastira, jer je

on, kako je već naglašeno, već sad ugrožen geotehničkom nestabilnošću rječne terase na kojoj se nalazi (u seizmičkim uslovima) i neuređenim vodotokom, koji prodire u podzemlje i fundamente manastira, odakle kapilarno vlaži zidove i razara freske u nižem dijelu crkve. To rješenje je povoljnije i u ekološkom pogledu, jer znatno manje potapa kanjon Platije.

Tabela 2. 12. Pokazatelji objekata na rijeci Morači u Varijanti 2 (Andrijevo 250 mm)

Naziv HE	Tip	Deriv.	Q_{sr}	Q_{inst}	H_b	H_n	N_i	E_{god}	V_k	KNU
	HE	(km)	(m^3/s)	(m^3/s)	(m)	(m)	(MW)	GWh/g	hm^3	mnm
Glavni tok:										
Dubravica	Pribr.	–	9,78	50	146	144	60	104,9	100	500
Grla	Pribr.	–	9,78	30	40	38	10	27,7	2	335
Andrijevo	Pribr.	–	37,8	120	85	83	127	233,6	100	250
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
Σ glavni tok							308	749	225	
Pritoke Morače:										
Ibrija	Deriv.	0,7	1,27	6	231	229,6	12	21,7	8,4	481
Velje Duboko	Deriv.	5,8	2	10	550	538,4	46	80,2	1,6	800
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
Sjevernica	Pribr.	–	2	10	100	98	9	14,6	30	350
Pavličići	Pribr.	–	13	60	111	109	56	105,5	55	200
Prifta	Pribr.	–	27	100	98	96	82	193,0	180	200
Σ pritoke							293	584	303	
Morača + pritoke							601	1332	527,8	

U toj varijanti dio zapremine koja se gubi obaranjem kote NU za 35 m u akumulaciji Andrijevo nadoknađuje se izgradnjom uzvodne čeone akumulacije Dubravica, zapremine oko 100 hm^3 . U Varijanti 2 rješenje hidroenergetske kaskade na Morači sastoji se iz sljedećih objekata, idući od uzvodnog dijela nizvodno: akumulaciona HE Dubravica (100 hm^3 , 60 MW, 105 GWh/god.), protočna HE Grla (2 hm^3 , 10 MW, 28 GWh/god.), akumulaciona HE Andrijevo – nisko (100 hm^3 , 127 MW, 234 GWh/god.), dok bi ostale nizvodne stepenice ostale sa sada planiranim parametima: HE Raslovići ($2,8 \text{ hm}^3$, 37 MW, 107 GWh/god.), HE Milunovici ($6,8 \text{ hm}^3$, 37 MW, 120 GWh/god.), HE Zlatica (13 hm^3 , 37 MW, 107 GWh/god.). Kao što se zapaža, tom varijantom se ne devalvira veoma izgledno hidroenergetsko rješenje planirane kaskade na Morači, već je isto: (a) prihvatljivije sa gledišta uklapanja u kulturološko okruženje; (b) bolje uklopljeno u ekološko okruženje; (c) povoljnije je sa gledišta prevođenja dijela vode Tare

u Moraču jer se može obezbijediti donji kompenzacioni basen, za slučaj eventualnog pretvaranja HE Koštanica u reverzibilnu elektranu, dogradnjom pumpnih agregata u nekom nedefinisanim vremenskom presjeku u budućnosti, o čemu će biti riječi u predloženom integralnom rješenju u gornjem slivu Drine.

U Varijanti 2 moguća je realizacija više značajnih hidroelektrana na pritokama. To su: Ibrija (8,4 hm³, 12 MW, 22 GWh/god.), Velje Duboko (1,6 hm³, 46 MW, 80 GWh/god.), Nožice (17 hm³, 14 MW, 27 GWh/god.), Brskut (11,2 hm³, 74 MW, 142 GWh/god.), Sjevernica (30 hm³, 9 MW, 15 GWh/god.), Pavličići (55 hm³, 56 MW, 106 GWh/god.), Prifta (180 hm³, 82 MW, 183 GWh/god.). Razmatrana postrojenja HE Pavličići na Maloj Rijeci i HE Prifta na Cijevni prikazane u Tabeli 2. 12. u Varijanti 2, mogu se realizovati i u Varijanti 1, što važi i za neka postrojenja iz Varijante 1 (HE Ljevišta, HE Kružev Lug), koja se mogu realizovati i u Varijanti 2. Obje varijante treba shvatiti uslovno radi utvrđivanja mogućnosti realizacije tehnički iskoristivog potencijala. Zapaža se valjanost i Varijante 2, zbog čega je sasvim opravdano da i ona bude dobro projektno izučena, na istom nivou kao i Varijanta 1, kako bi mogla da se donese projektna odluka koja će biti tehnički opravdana i socijalno prihvatljiva. Ključna je projektna odluka izbor kote uspora HE Andrijevo, u kombinaciji sa HE Dubravica ili bez nje, a ostali objekti se tada logično uklapaju u to rješenje, u kombinaciji varijanata 1 i 2, sa pokazateljima koji su dati u tabelama 2. 11. i 2. 12.

Prema Strategiji razvoja energetike Crne Gore do 2025 godine, tj. preporučenom scenariju nazvanom N-2, kada se govori o realizaciji predviđenih elektrana na slivu Morače, taj scenario predviđa ulazak u pogon 2013. godine HE Andrijevo i HE Zlatica, 2014. godine HE Raslovići i konačno 2015. godine u pogon bi trebalo da uđe i HE Milunovići. Ukupna vrijednost investicija za izgradnju ovih HE procjenjena je na oko 430 miliona evra. U toku su završene pripreme za objavljivanje pretkvalifikacionog tendera za izgradnju ovih hidroelektrana i do kraja 2010. godine trebalo bi da bude potpisan ugovor sa izabranim koncesionarem za tu izgradnju.

2. 3. 8. INTEGRALNA RJEŠENJA U GORNJEM SLIVU DRINE

U slivu Drine se nalaze najznačajniji potencijali Crne Gore, ali i potencijali nizvodnih država – Srbije i BiH, čiji se najveći neiskorišćeni potencijali nalaze u srednjem i donjem toku Drine. Zbog toga se sva tehnička rješenja, posebno ona koja su vezana za izmjenu vodnih režima, moraju donijeti usaglašeno, dogovorima zainteresovanih država. Dosadašnje odsustvo dogovora o načinu korišćenja voda Tare potpuno je onemogućilo iskorišćenje veoma vrijednih potencijala najvećeg dijela sliva Drine. Grube analize pokazuju da je takva odluka donijeta prije 3–4 decenije kada su započete diskusije o načinu korišćenja voda gornjeg sliva Drine, postrojenja koja bi tada bila izgrađena isplatila bi se višestruko (vrijeme vraćanja kapitala za neka od njih su bila 5–6 godina), što bi stvorilo ekonomsku bazu za adaptaciju rješenja, na način koji bi bio prihvatljiv za sve učesnike u takvom dogovoru.

Šema jedne logične varijante, koja omogućava prevazilaženje nekih oprečnih zahtjeva koji se postavljaju pri definisanju strukture ciljeva, prikazana je na Slici 2. 25. Na Pivi, Tari i Čehotini moguća je realizacija najvećih akumulacionih hidroelektrana, koje

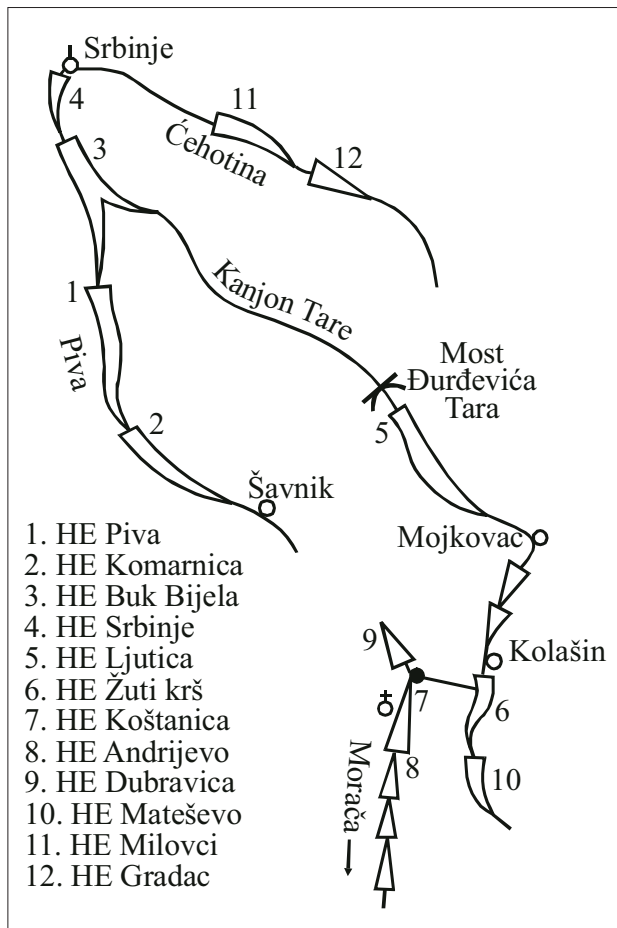


Slika 2. 24. Planirana ključna HE rješenja na rijeci Morači sa prevođenjem voda rijeke Tare u Moraču

bi imale izvanredan energetske, ali i vodoprivredni značaj, jer bi omogućile popravljavanje vodnih režima na čitavom toku Drine. Svi planirani objekti imaju izvanredne proizvodne i ekonomske pokazatelje. Najznačajniji objekti koji spadaju u kategoriju najvrednijih ekonomski iskoristivih potencijala Evrope su:

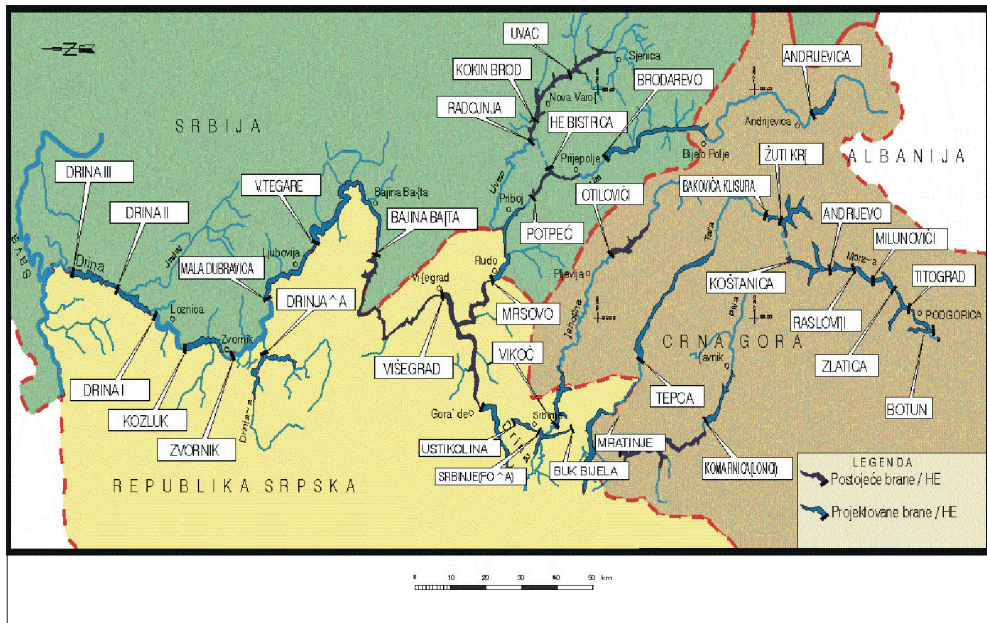
(a) HE Buk Bijela (3, na Slici 2. 25) snage $3 \times 150 = 450$ MW, proizvodnje oko $3 \times 380 = 1.140$ GWh/god, zapremine akumulacije oko 410×106 m³. HE Buk Bijela, najvažnije čeonno postrojenje u slivu Drine, nalazi se u Republici Srpskoj, sa dijelom uspora koji se duž sastavnica Pive i Tare prenosi u Crnu Goru, tako da predstavlja i objekat koji jednim dijelom pripada i sistemu Crne Gore (jedan agregat, odnosno 1/3 potencijala).

(b) HE Komarnica na Komarnici (2 na Slici 2. 25), na kraju uspora postojeće HE Piva, snage oko 160 MW, proizvodnje oko 250 GWh/god, korisne zapremine 220 hm³, čiji se uspor prenosi do Šavnika.



Slika 2. 25. Jedna varijanta korišćenja gornjeg sliva rijeke Drine sa prevođenjem dijela vode Tare u Moraču

Kao što je već rečeno, hidroenergetsko rješenje u kanjonu Morače najvećim dijelom je determinisano. Njegovu okosnicu čini kaskada hidroelektrana Andrijevo, Raslovići, Milunovići i Zlatica, snage oko 240 MW, proizvodnje preko 700 GWh/god, sa čeonom akumulacijom „Andrijevo”, koja reguliše vode za nizvodne tri stepenice. U slivu Morače planira se i više manjih HE na pritokama. Energetske performanse sistema na Morači veoma su značajne i u Varijanti 2, koja je već opisana, po kojoj se umjesto akumulacione HE „Andrijevo” (250 hm³) predviđaju dvije akumulacije: akumulaciona HE „Andrijevo” – niža (8) i HE „Dubravica” (9), ukupne zapremine oko 200 hm³, koje su povoljnije sa gledišta uklapanja u okruženje. Imajući u vidu dosadašnja iskustva sa uticajem javnosti na izbor tehničkih rješenja, ne isključuje se mogućnost da je ta druga varijanta, sa znatno manjim usporom u zoni Manastira Morača, realnija sa gledišta mogućnosti realizacije.



Slika 2. 26. Hidroelektrane u slivu Drine i Morače, varijanta sa prevođenjem $22 \text{ m}^3/\text{s}$ vode Tare u Moraču

Činjenica da između rijeka Morače i Tare, uzvodno od Kolašina, postoji denivelacija od oko 650 m, na rastojanju od samo oko 5 km (vidjeti crtkastu vezu na šemi), dala je davno, prije oko pet decenija, ideju da se ta prirodna koncentracija pada iskoristi za realizaciju velike HE „Koštаница” (označena sa 7), snage oko 5507600 MW, proizvodnje oko 1.100 GWh/god. Realizacija te visokovrijedne HE podrazumijeva da se prevodi dio voda Tare u Moraču (razmatrane su varijante prevođenja od 15 i $22 \text{ m}^3/\text{s}$). Prevođenje se ostvaruje iz akumulacije „Žuti krš” (6 na šemi), koja se može realizovati kao veći objekat, zapremine oko 200 hm^3 (sa kotom uspora 1000 mnm), ili kao nešto niži objekat (ND = 980 mnm), koji, u tom slučaju zajedno sa uzvodnom akumulacijom „Mateševo” (dopunska akumulacija te podvarijante), obezbjeđuje približno istu korisnu zapreminu jezera. U Tabeli 2. 13. prikazani su, radi okvirne orijentacije, parametri RHE Koštаница u režimu kada u prvoj fazi radi kao klasična HE, sa uvođenjem u sistem i dijela voda iz postrojenja Bakovića klisura, tako da je ukupni protok koji se energetske koristi na HE Koštаница $22,2 \text{ m}^3/\text{s}$.

Razmatra se i varijanta: Kota NU na akumulaciji Žuti Krš 1000 mnm, NU na Andrijevu 285 mnm. To je jedna od varijanata te bi se optimizacija parametara tog sistema obavila nakon postignutog dogovora o strategiji korišćenja voda na potezu Tara – Morača. Tada bi se razmotrila i eventualna mogućnost povećanja instalisane snage na oko 600 MW, što bi HE Koštаница svrstalo među najvrednije vršne hidroelektrane u čitavom EES Jugoistočne Evrope.

Sažeto, „razlozi za prevođenje” svode se na izuzetne energetske i ekonomske performanse HE Koštаница, ključnog objekta prevođenja, u uslovima kada se prevodi

Tabela 2. 13. Pokazatelji objekata RHE Koštanica u I fazi kada radi kao klasična HE

Naziv HE	Tip	Deriv.	Q_{sr}	Q_{inst}	H_b	H_n	N_i	E_{god}	V_k	KNU
	HE	(km)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m)	(m)	(MW)	GWh/g	hm ³	mnm
Koštanica	Deriv.	7,7	16,62	92	708	692,6	552	1145	198	1000
Bakovića k.	Pum.	-	25,53	16,4	- 69	- 71	- 16	- 45,4	7	932
Σ Koštanica								1100		

samo oko 5% od ukupnog bilansa voda na donjem toku Drine. Pristalice ideje o prevođenju ističu realnu činjenicu da se nepovoljni efekti prevođenja najvećim dijelom mogu neutralisati poboljšanjem vodnih režima spregnutim djelovanjem novih čeonih akumulacija u slivu Drine, koje bi bile dio jedinstvenog energetsko-vodoprivrednog sistema. Razlozi „protiv” svode se na zahtjev da se očuvaju neporemećeni vodni bilansi u prirodnom toku Drine, zbog eventualnih vodoprivrednih potreba u budućnosti.

Kao što je posebno naglašeno, korišćenje Tare moguće je samo ukoliko se valjano riješe problemi njene ekološke zaštite. Radi se o jedinstvenom, zaštićenom kanjonskom nacionalnom parku, koji nije samo pod formalnom zaštitom Uneska već se zbog svoje ekološke vrijednosti nalazi i pod najbrižljivijom lupom svjetske javnosti. U kontekstu tog problema najveće izgleda za realizaciju ima varijanta prikazana na Slici 2. 9. koja bi ostavila u prirodnom stanju potez Tare nizvodno od pritoke Ljutice, tj. na čitavom potezu koji se sada koristi za splavarenje. Na tom potezu bi se sprovodile i posebne mjere zaštite, aktivnim mjerama u gornjem dijelu sliva (poboljšanje režima malih voda u toplom dijelu godine, upravljanje temperaturnim i kiseoničnim režimom, kako bi se stvorili najpovoljniji uslovi u kanjonu za ekološku i turističku valorizaciju) U toj varijanti, koja se može nazvati i varijantom ekološki usmjerenog korišćenja Tare, rješenje leži u kaskadnom sistemu HE uzvodno od zaštićenog dijela kanjona, sa dvije ili tri veće akumulacije (npr. varijanta sa hidroelektranama „Opasanica”, „Žuti krš”, „Bakovića klisura”, „Trebalevo”, „Ljutica”), ukupne korisne zapremine preko 570 hm³. Najnizvodniji od tih objekata, HE Ljutica, snage 210 MW (oznaka 5 na šemi), u čitavom toplom dijelu godine bila bi isključivo u funkciji održavanja najpovoljnijih uslova ekosistema u zaštićenom dijelu kanjona. Tada se akumulacija ne bi energetski koristila, ne bi bila čak ni u ulozi rezerve EES, pošto bi to bilo nespojivo sa turizmom u nizvodnom kanjonu. Iz te akumulacije garantovani protok bi se u toplom dijelu godine ispuštao isključivo preko selektivnog vodozahvata. Takav zahvat omogućava da se voda ispušta na više mjesta po dubini akumulacije, ili sa same površine, što znači iz onog temperaturnog sloja koji je ekološki u tom momentu najpovoljniji kako bi se zaštićen kanjon mogao što uspješnije koristiti za turizam. Temperaturnim režimima rijeke Tare bi se upravljalo u skladu sa potrebama nizvodnih biocenoza. Time bi se na najbolji način ne samo sačuvala već i unaprijedile ekološke odlike tog prirodnog rariteta, jer bi se tokom ljeta i u malovodnom dijelu godine namjenskim ispuštanjem vode iz akumulacija mogli ostvariti veći protoci nego što bi bili u prirodnom stanju, ukoliko je to potrebno iz ekoloških i turističkih razloga.

Čehotina se može najumjesnije koristiti sa dvije akumulacione hidroelektrane: „Gradac” (85 hm³) i „Milovci” (386 hm³). One se na najbolji način uklapaju u kompleksno rješenje čitavog gornjeg sliva Drine, jer se regulacijom protoka u njihovim velikim korisnim zapreminama akumulacija poboljšavaju uslovi rada svih nizvodnih hidroelektrana na Drini. HE Milovci (oznaka 11 na šemi) ima poseban značaj zbog svoje velike korisne zapremine, tako da je jedan od ključnih objekata u slivu Drine.

Strateški interesi Crne Gore za postizanje dogovora o integralnom sistemu gornjeg sliva Drine su:

- a) optimalno iskorišćenje HE potencijala slivova Drine i Morače;
- b) obezbjeđenje HE visokih instalisanih snaga, od interesa za plasman i razmjenu sa regionom;
- c) potpuno očuvanje zaštićenog dijela kanjona Tare, sa dopunskom turističkom valorizacijom;
- d) intenzivnija urbanizacija Mojkovca i Kolašina i drugih naselja u gornjem toku rijeke Tare.

Strateški interesi Srbije i BiH su:

- a) poboljšanje režima malih voda (u vegetacionom periodu) na srednjem i donjem toku Drine;
- b) ublažavanje talasa velikih voda retenzionim djelovanjem čeonih akumulacija;
- c) stvaranje uslova za racionalno iskorišćenje srednje i donje Drine i Lima;
- d) povećanje snage hidroelektrana koje mogu da djeluju kao regulaciona i operativna rezerva u EES Srbije.

2. 4. PROJEKCIJA IZGRADNJE MALIH HE PO VODOTOCIMA DO 2025. GODINE, SA DUGOROČNOM VIZIJOM DO KRAJA XXI VIJEKA

2. 4. 1. UVOD

U posljednjih nekoliko godina u Crnoj Gori se provode sve intenzivnije aktivnosti na istraživanju potencijala razvoja mHE. Nedovoljna hidrološka izučenost malih vodotoka, tj. pritoka velikih rijeka, koje u suštini i čine ukupni potencijal glavnih vodotoka, osnovni je razlog da se nijesu mogli izdvojeno i precizno prikazati ukupni vodni potencijali po svakoj pritoci u zapreminskim iznosima. To je i razlog da u postojećim studijama i procjenama postoje izvjesne razlike u ocjeni bruto energetskeg potencijala koji može da bude iskorišćen na malim hidroelektranama.

Od postojećih studija izdvaja se dokument pod nazivom „Smjernice razvoja i izgradnje malih hidroelektrana u Crnoj Gori”, iz 2001. godine, u kojem je iznesena procjena hidroenergetskeg potencijala mHE u Crnoj Gori. Osim toga, u studiji je obrađena tehnička i pravna problematika i predložen koncept planskog pristupa razvoju i izgradnji mHE u Crnoj Gori. Osim navedenog dokumenta, izrađena je i publikacija pod nazivom „Male hidroelektrane u Crnoj Gori” (2003) koja obrađuje tehničke i ekonomske karakteristike mHE u CG. Naravno, tu je i „Strategija razvoja malih hidro-

lektrana u Crnoj Gori”, koja je urađena 2006. godine, sa projekcijama razvoja do 2015. godine i različitim scenarijima tog razvoja. Veći broj radova na ovu temu objavljen je u stručnim i naučnim časopisima i u zbornicima sa stručnih skupova.

Hidroenergetski potencijal vodotoka slivnog područja glavnih rijeka Crne Gore je ranije izučavan gotovo za sve pritoke izuzev slivnih područja Tare, Čehotine i Ibra i nekih pritoka Lima. Izučeni hidroenergetski potencijal malih vodotoka Crne Gore je obrađen na nivou studija u razdoblju od 1980. do 1986. godine, izuzev HE „Otilovići” (Idejni projekat i Licitaciona dokumentacija iz 2001), HE „Buča” i HE „Vukovo Vrelo” (Idejni projekat iz 1984), HE „Šavnik-2” (Idejno rješenje iz 1992), HE „Krupac” i „Slano” (Generalni projekat iz 2002).

Procjenu hidroenergetskog potencijala na studijskom nivou potrebno je inovirati na osnovu kvalitetno sprovedenih hidroloških mjerenja i to u skladu sa svim uslovima i kriterijumima zaštite životne sredine. U skladu sa tom prepoznatom potrebom, posljednje dvije godine (2007. i 2008), Hidrometeorološki zavod Crne Gore uradio je mjerenja i na osnovu njih hidrološke i hidroenergetske studije za veći broj profila malih (mini, mikro) hidroelektrana (mHE) na pritokama glavnih vodotoka u Crnoj Gori. Neki od tih profila i vodotoka su proučavani u prethodno navedenim studijama, a neki su potpuno novi.

2. 4. 2. TEHNIČKI – NETO ISKORISTIVI POTENCIJAL KOJI SE MOŽE ISKORISTITI KOD MALIH HIDROELEKTRANA

Izučeni tehnički iskoristivi hidroenergetski potencijal malih vodotoka Crne Gore, koji je uglavnom obrađen na nivou studija u prethodnom razdoblju, izuzev malog dijela dokumentacije koja je obradila određene lokacije na većem nivou, procjenjuje se u iznosu od 643 GWh/god.

Sa druge strane, kako je već opisano u prethodnom tekstu, indirektnim putem izvršena je procjena tehnički iskoristivog potencijala za neizučene pritoke u slivu rijeke Tare, Čehotine, Ibra i jednog broja pritoka rijeke Lima u iznosu od 683 GWh/god. Na osnovu ovakve analize, ukupan tehnički iskoristivi hidroenergetski potencijal za izgradnju malih hidroelektrana na pritokama procijenjen je u iznosu od 1.326 GWh/god.

2. 4. 3. REALNO ISKORISTIVI (OSTVARIVI) POTENCIJAL

Dosadašnji pristup kojim je potencijal malih hidroelektrana prezentiran vrijednošću tehnički iskoristivog potencijala može se reći da je prevaziđen. Tu se prije svega misli na nastalu promjenu ekološke svijesti društva i opšteprihvaćene principe održivog razvoja. Danas se prilikom planiranja i samog procesa građenja investitori susreću sa znatno većim brojem ograničenja, koja u velikom broju slučajeva limitiraju početno definisan tehnički iskoristiv potencijal na neke manje iznose, a u određenom broju slučajeva i potpuno onemogućuju njegovu realizaciju.

Uvažavajući sve prethodno navedeno, potrebno je naglasak dati lokacijama s realno ostvarivim projektima, uvažavajući sva ograničenja i uslove koji proizilaze iz propisa, tehničkih rješenja, pa i mišljenja javnosti – lokacijama koje predstavljaju realno

iskoristivi potencijal. Prema procjenama, u stručnim krugovima, realno iskoristivi potencijal malih hidroelektrana je oko 400 GWh/god. Ta procjena je data na bazi ocjene dosta ograničavajućih ekoloških i prostornih ograničenja koja se postavljaju na nizu malih vodotoka. Ovaj oprez je nužan jer je kod nas prisutna, može se reći, zabluda da se rješenje elektroenergetskih problema nalazi samo u malim, a ne i u velikim hidroelektranama.

2. 4. 4. POSTOJEĆE STANJE IZGRAĐENOSTI MALIH HIDROELEKTRANA

Prema odredbama Zakona o energetici, u Crnoj Gori se mHE smatraju hidroelektranama instalisane snage do 10 MW. Instalisana snaga sedam postojećih mHE iznosi 8,92 MW, uz ostvarenu prosječnu godišnju proizvodnju od 21,4 GWh. Udio postojećih mHE u snazi proizvodnih jedinica iznosi svega 1,1%, a udio proizvodnje mHE u ukupnoj godišnjoj proizvodnji EES Crne Gore, prema prosječno ostvarenim vrijednostima, je 0,9%. Pri tom treba imati u vidu da Crna Gora nabavlja približno 1/3 ukupnih potreba za električnom energijom iz drugih sistema, pa je doprinos mHE u pokrivanju ukupne potrošnje još manji.

U Tabeli 2. 14. su dati osnovni podaci o postojećim malim hidroelektranama, a u Tabeli 2. 15. prikazana je instalisana snaga, snaga na pragu, te ostvarena i planirana proizvodnja u postojećim mHE u Crnoj Gori na kraju 2005. godine.

Tabela 2. 14. Osnovni podaci o postojećim malim hidroelektranama

parametri/HE	„Glava Zete”	„Slap Zete”	„Rijeka Mušovića”	„Šavnik”	„Lijeva Rijeka”	„Podgor”	„Rijeka Crnojevića”
Napon gener. (kV)	6,3	3,15	3,15	0,4	0,4	0,4	0,4
Snaga gener. (kVA)	2 x 3200	2 x 12000	3 x 650	2 x 100	110	465	650
Faktor snage	0,7	0,8	0,7	0,8	0,87	0,8	0,8
Prenosni odnos transformatora (kV/kV)	6,3/35	3,15/10 10/35	3,15/35	0,4/10	0,4/10	0,4/6 6/35	0,4/10
Snaga transform. (kVA)	2 x 4000	2 x 1000 1600	2 x 1000	400	100	400	630
Tip turbine	Kaplan vertik.	Kaplan vertik.	Pelton horizont.	Francis horizont.	Banki	Michell Ossber.	Michell Ossberger
Snaga turbine (kW)	2 x 2680	2 x 600	3 x 420	2 x 100	55	395	555
Protok (m ³ /sec)	14,5 + 14,5	13 + 13	0,35 + 0,35 + 0,35	0,5 + 0,5	0,22	0,9	3,0

Tabela 2. 15. Instalirana snaga proizvodnih kapaciteta i proizvodnja električne energije u elektroenergetskom sistemu Crne Gore

	Instalirana snaga		Snaga na pragu		Prosječno ostvarena proizvodnja		Ostvareno u 2005. godini	
	MW	%	MW	%	GWh	%	GWh	%
Postojeće mHE	9,0	1,0	9,0	1,1	21,4	0,9	22,9	0,8

Dosadašnje izučavanje malih hidroelektrana u Crnoj Gori nije imalo organizovani i planski pristup i nije sistematski vrednovalo energetske potencijal svih malih vodotoka i bilo je kako u nadležnosti privrednih subjekata na teritorijama opština gdje se uglavnom nalaze vodotoci tako i u nadležnosti Elektroprivrede Crne Gore kao investitora. Najbolji dokaz prethodnog jesu dosadašnji rezultati valorizacije ovih hidroenergetskog potencijala, odnosno činjenica da nijedna od projektovanih malih hidroelektrana do sada nije realizovana.

Na osnovu okvirnih analiza, u pomenutoj dokumentaciji procijenjeno je da proizvodnja mHE u nacionalnom elektroenergetskom bilansu CG može dostići udio od približno 2,5% u 2015. godini. Ovaj cilj je, može se reći već sada, teško ostvariv, iako su pokrenute određene aktivnosti u vidu donošenja potrebnih akata kojima je definisan i omogućen razvoj mHE u CG.

2. 4. 5. PERSPEKTIVA RAZVOJA MALIH HIDROELEKTRANA

Crna Gora ima izvanredne mogućnosti za dobijanje električne energije iz malih vodotoka. Mnoštvo brdskih malih vodotoka, sa velikim padovima, omogućuje izgradnju znatnog broja malih hidroelektrana i pruža mogućnost za dobijanje „ekološki čiste” električne energije. Analizom prostorne lociranosti malih vodotoka u Crnoj Gori može se zaključiti da je veliki broj lokacija potencijalnih malih hidroelektrana smješten u ruralnim područjima Crne Gore. Logično je pretpostaviti da ne bi trebalo biti većih otpora u stvaranju pozitivne atmosfere i uslova za investiranje u male hidroelektrane na pomenutim područjima. U velikom dijelu svijeta pokazano je da ovakvi objekti postaju bitni nosioci razvoja područja u kojem se nalaze, a što je u ovom trenutku prioritetni interes tih područja. Iz tih razloga potrebno je predvidjeti poseban tretman za objekte u ovim područjima, koji bi uključivao niz mjera, od finansijskih olakšica, poreske politike, ulaganjem sredstava države, osiguravanje kredita uz povoljne uslove vraćanja, izgradnju pomoćne infrastrukture i usluga od strane države i slično.

Analiza cjelokupne problematike razvoja i realizacije projekata mHE ukazuje na to da u tom procesu postoje i određene prepreke. Prepreke proizilaze prije svega iz nepreciznosti i nedostataka pojedinih zakona i propisa, nedostatka finansijskih sredstava i nedostatka relevantnih informacija i koordinacije među nosiocima odgovornosti.

Prema rezultatima podloga za izradu Strategije razvoja malih hidroelektrana u Crnoj Gori, identifikovano je ukupno 70 mogućih lokacija za njihovu izgradnju. Ukupna instalirana snaga mHE iznosi 231,72 MW, a očekivana godišnja proizvodnja električne energije 643 GWh. Iskorišćenje maksimalne instalirane snage iznosi 31,7% ili 2 780 sati godišnje.

Strategija razvoja malih hidroelektrana u Crnoj Gori daje dva scenarija izgradnje mHE u Crnoj Gori – Referentni i Viši scenario. U tabelama 2. 16. i 2. 17. prikazana je pretpostavljena dinamika izgradnje mHE do 2015. godine za Referentni i Viši scenario. Potrebno je naglasiti da prilikom ovih proračuna nijesu razmatrane konkretne lokacije za male HE. Ova projekcija je još uvijek slovo na papiru, tj. ovih nekoliko godina nakon njenog donošenja nije došlo do bilo kakve realizacije nijedne od mHE sa tog spiska. Iz tih razloga projekcioni period se slobodno može pomjeriti za 10 godina, pa se brojke koje se odnose na 2005. godinu mogu prepisati za 2010, odnosno ono što je planirano za 2015. godinu realno je očekivati da će se realizovati 2025. godine. Ovo se posebno odnosi na drugi Viši scenario koji je jako ambiciozan jer se za 10 godina broj mHE uvećava više od 5 puta.

Prema Referentnom scenariju, u razdoblju do 2010. godine predviđena je izgradnja mHE sa ukupnom instalisanom snagom od 5 MW, te izgradnja dodatnih 15 MW na odgovarajućem broju lokacija u razdoblju do 2015. godine. Drugim riječima, u razdoblju od 10 godina predviđeno je povećanje instalisanih kapaciteta i proizvodnje mHE za 3 puta u odnosu na stanje krajem 2005. godine. Prema Višem scenariju, u razdoblju do 2010. godine predviđena je izgradnja mHE sa ukupnom instalisanom snagom od 10 MW i izgradnja dodatnih 20 MW na odgovarajućem broju lokacija u razdoblju do 2015. godine. Drugim riječima, u razdoblju od 10 godina predviđeno je povećanje instalisanih kapaciteta i proizvodnje mHE za više od 4 puta u odnosu na sadašnje stanje.

Tabela 2. 16. Referentni scenario izgradnje malih hidroelektrana u Crnoj Gori do 2015. godine

Referentni scenario	2005.	2010.	2015.
Instalisana snaga [MW]			
Postojeće mHE	9	9	14
Nove mHE	0	5	15
Ukupno mHE	9	14	29
Očekivana godišnja proizvodnja [GWh]			
Postojeće mHE	21	21	35
Nove mHE	0	14	28
Ukupno mHE	21	35	63

Tabela 2. 17. Viši scenario izgradnje malih hidroelektrana u Crnoj Gori do 2015. godine

Viši scenario	2005.	2010.	2015.
Instalisana snaga [MW]			
Postojeće mHE	9	9	19
Nove mHE	0	10	20
Ukupno mHE	9	19	39
Očekivana godišnja proizvodnja [GWh]			
Postojeće mHE	21	21	49
Nove mHE	0	28	56
Ukupno mHE	21	49	105

I sa ovako ambicioznom dinamikom izgradnje razvoj mHE ima ograničen uticaj na ukupnu snagu proizvodnih kapaciteta i proizvodnju električne energije u Crnoj Gori. Udio instalisane snage svih mHE u ukupnoj instalisanoj snazi u elektroenergetskom sistemu Crne Gore u 2015. godini iznosio bi 3,3% (za Referentni scenario), odnosno 4,4% (za Viši scenario), uz pretpostavku da nema nove izgradnje ostalih proizvodnih kapaciteta. U slučaju povećanja ukupnih proizvodnih kapaciteta, udio instalisane snage mHE bio bi odgovarajuće manji. Udio proizvodnje svih mHE u ukupnoj proizvodnji EES Crne Gore (bez valorizacije ugovora za HE Piva) u 2015. godini iznosio bi 2,5% (Referentni scenario), odnosno 4,2% (Viši scenario). Ako se u obzir uzme valorizacija ugovora za HE Piva, udjeli proizvodnje mHE u ukupnoj proizvodnji bili bi manji. I u ovom se slučaju primjenjuje pretpostavka da do 2015. godine neće biti izgrađen nijedan novi veći izvor električne energije. Drugim riječima, ako se posmatra i uvoz električne energije, mogući udio proizvodnje mHE u zadovoljenju potreba za električnom energijom u Crnoj Gori u 2015. godini kretao bi se u rasponu 1,5–3%, prema predviđenoj potrošnji električne energije iz EES-a.

Realno je očekivati da će u periodu u narednih 15 godina (do 2025. godine) postojeće i nove mHE imati mali udio u ukupnom proizvodnom kapacitetu EES Crne Gore. Njihov će uticaj biti posebno mali u poređenju sa problemom zadovoljavanja potražnje i održavanja sigurnosti pogona sistema u slučaju ispada jedne velike proizvodne jedinice. Ipak, one neće činiti poteškoće u poređenju sa ostalim fluktuacijama do kojih dolazi u snabdijevanju i potrošnji, a sa kojima se postupci vođenja pogona sistema moraju svakodnevno suočavati. Nove mHE s navedenim procijenjenim nivoom snage i proizvodnje mogu biti integrisane u EES Crne Gore bez pojave tehničkih ograničenja sa stanovišta vođenja pogona sistema, naravno, ukoliko su prethodno zadovoljeni svi uslovi priključenja na mrežu.

Prikazani scenariji dinamike razvoja mHE (Referentni i Viši scenario) pokazuju da je, uprkos ubrzanom razvoju i višestrukom povećanju instalisane snage mHE, krajnji uticaj na ukupnu snagu i proizvodnju EES Crne Gore ipak ograničen.

Sve urađene studije o mogućim malim hidroelektranama u Crnoj Gori, sa mnoštvom definisanih hidroloških, energetskih, tehničkih i ekonomskih podataka za iste, pružaju širok izbor interesantnih elektroenergetskih i ekonomskih parametara predviđenih malih hidroelektrana. Ove podatke nužno treba objediniti u bazu podataka koja je potrebna za izradu GIS-a za mHE Crne Gore i staviti na uvid potencijalnim investitorima, kako bi se putem koncesija ostvarilo hidroenergetsko korišćenje pojedinih dionica malih vodotoka. Nivo obrada u studijama je takav da će se za veliki broj mHE dati osnovni parametri na osnovu kojih će se raspisati koncesijska procedura, što će znatno racionalizovati i možda ubrzati projektovanje i izgradnju, naravno, u zavisnosti od investitora i drugih uslova.

2. 5. UTICAJ IZGRADNJE NOVIH HE NA SIGURNOST SNABDIJEVANJA ELEKTRIČNOM ENERGIJOM

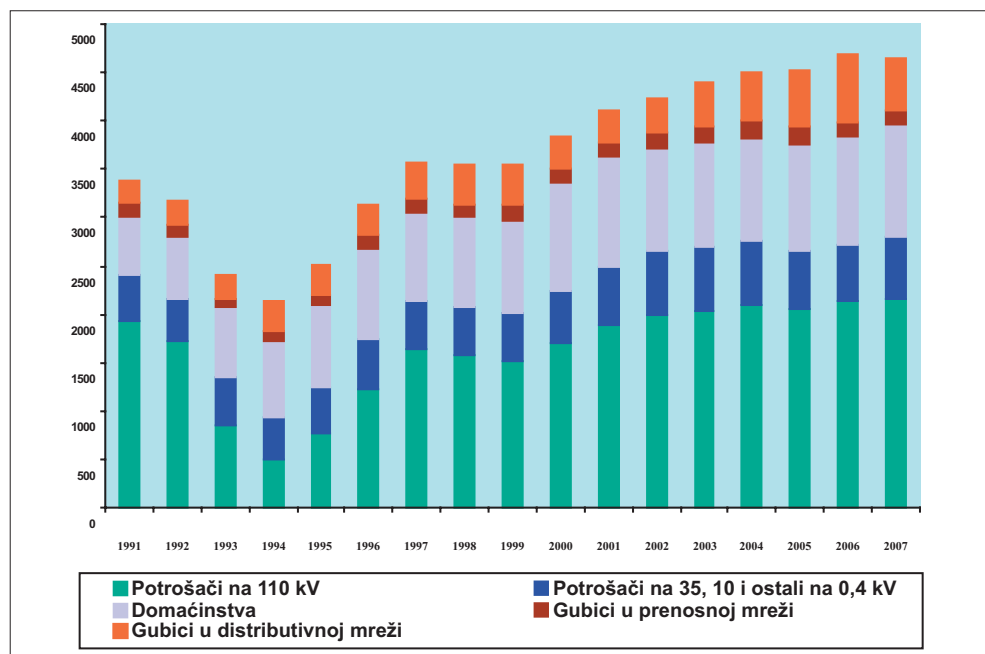
2. 5. 1. UVOD

Crna Gora je visokoenergetski zavisna zemlja. Pored nafte i naftnih derivata Crna Gora uvozi i trećinu potreba električne energije. Svi bilansi u elektroenergetskom sistemu Crne Gore pokazuju da u njemu postoji deficit električne energije koji se na nivou 2008. godine kretao preko 1.600 GWh/god. Takođe, nepobitna je činjenica da postoji tendencija daljeg rasta potrošnje električne energije i da se pomenuti deficit zbog toga može samo uvećavati. To za posledjicu ima tendenciju daljeg rasta uvoza električne energije čija se cijena takođe stalno uvećava pa tako troškovi uvoza električne energije u Crnoj Gori iznose preko 130 miliona EUR/god. Već je ranije rečeno koji su osnovni razlozi ovakvih tendencija i mogu se svesti u nekoliko osnovnih:

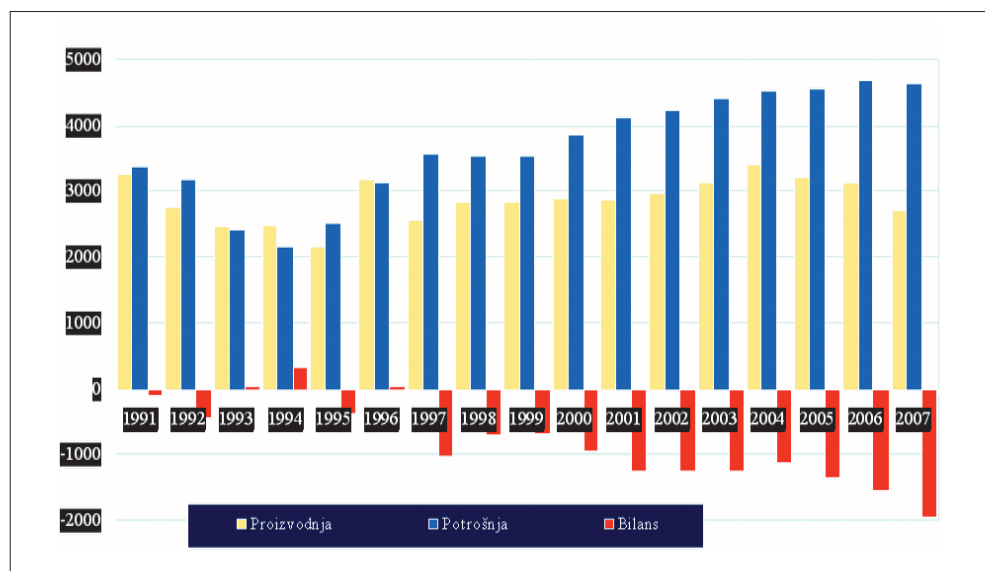
- Novi kapaciteti za proizvodnju električne energije nijesu građeni. Posljednja elektrana izgrađena je prije 26 godina.

- Postojeće elektrane rade u režimu koji je daleko od optimalnog. Potrebna je revitalizacija i rekonstrukcija postojećih hidroelektrana radi produženja njihovog eksploatacionog vijeka.

- Potrebna je revitalizacija, rekonstrukcija i dogradnja prenosne i distributivne mreže radi produženja njihovog eksploatacionog vijeka, boljeg povezivanja sa susjednim državama i radi sigurnijeg snabdijevanja potrošača u pojedinim regionima i gradskim područjima Crne Gore.



Slika 2. 27. Potrošnja električne energije u periodu 1991–2007. godine (GWh)



Slika 2. 28. Raspoloživa električna energija iz elektrana EPCG, proizvodnja, potrošnja i bilans 1991–2007 god.

Nedvosmislen je zaključak da je pri sadašnjem stanju proizvodnje i potrošnje električne energije nužna izgradnja novih elektrana radi smanjenja, odnosno eliminisanja deficita u Crnoj Gori i povećanja stepena sigurnosti snabdijevanja krajnjih korisnika.

Svi ključni planski dokumenti razvoja energetike: *Strategija razvoja energetike CG do 2025. godine*, *Strategija održivog razvoja* i *Strategija energetske efikasnosti* daju smjernice energetskog progressa i održivog razvoja koje se mogu svesti u nekoliko principa:

- povećanje energetske efikasnosti;
- veće korišćenje obnovljivih izvora energije (OIE);
- revitalizacija postojećih i izgradnja novih elektroenergetskih objekata;
- postizanje balansa između energetskog razvoja i zaštite životne sredine.

Jasno se može prepoznati da hidroenergija u tim principima zauzima značajno mjesto zbog svih ranije iznijetih karakteristika. U prilog ovom ide i opredjeljenje Evropske unije za podsticanje korišćenja OIE i jasno definisani cilj EU da se do 2020. godine 20% ukupne potrošnje energije u EU dobije iz obnovljivih izvora energije. Sve zemlje članice EU su se obavezale da prihvataju mjere i podsticaje za ostvarivanje tog zahtjevnog cilja. Najveći broj evropskih zemalja već je gotovo u cjelosti (90%–95%) iskoristio vodne potencijale i sada upotpunjava i dograđuje hidroenergetske sisteme, prije svega revitalizacijom i poboljšavanjem radnih performansi svojih ranije sagrađenih postrojenja. Realizuju se i pumpni objekti i reverzibilne elektrane, kako bi se koncentracijom protoka i pada poboljšale proizvodne mogućnosti postojećeg sistema. Realizuju se hidroelektrane i na malim padovima, primjenom raznih cijevnih agregata koji su se upravo zbog takvih tendencija ubrzano razvijali. To je rezultat strateškog opredjeljenja tih država da je hidroenergija:

- ekonomski – najracionalniji energetska izvor;
- energetska – upravljački najfleksibilniji iskoristiv izvor;
- ekološki – najčistiji vid obnovljive energije, koji se najbolje može uklopiti u okruženje;
- socijalno – najefikasniji razvojni resurs čije aktiviranje omogućava uređenje i ekonomski razvoj.

Kako je opredjeljenje Crne Gore za članstvo u EU nepobitna činjenica, onda su samim tim i preporuke i iskustva zemalja članica EU svojevrsan vodič u daljim aktivnostima na realizaciji dokazanog hidroenergetskog potencijala. Sa samo oko 28% iskorišćenog hidroenergetskog potencijala (u odnosu na onaj manji, u uslovima prirodnog toka) Crna Gora strateški zabrinjavajuće zaostaje u iskorišćenju svog najdragocjenijeg prirodnog resursa – vodnih potencijala. Okolne države (Srbija, BiH, Hrvatska, Makedonija) su uspjele da u manje povoljnim prirodnim uslovima iskoriste oko 50% svojih potencijala i pripremaju ubrzani nastavak realizacije novih objekata.

2. 5. 2. SIGURNOST SNABDIJEVANJA – VELIKE ILI MALE HIDROELEKTRANE, DILEMA KOJA TO NIJE

Strateška dokumenta predviđaju izgradnju hidroelektrana različitih veličina i kapaciteta. Kako je već istaknuto, postoji i posebna strategija razvoja malih hidroelektrana. Vremenom se nametnula i, može se reći, isforsirana dilema kojim elektranama dati primat u izgradnji. Gledano u bilansu, ta dilema ne postoji, potrebe Crne Gore mogu zadovoljiti velike hidroelektrane. Nametnutu dilemu stvorili su promijenjeni uslovi i svijest ljudi tokom posljednjih 20 godina ubacivanjem u prvi plan, potpuno opravdano, brige o okolini. U Crnoj Gori je to dodatno potvrđeno njenim imenovanjem za ekološku državu. Mnogo je primjera planiranih rješenja gdje briga o okolini mora zauzeti značajno mjesto. Tako je realizacija integralnog razvojnog sistema u gornjim djelovima slivova Drine i Morače tijesno spregnuta sa rješavanjem problema skladnog uklapanja objekata u ekološko, urbano, kulturološko, socijalno i drugo okruženje.

Međutim, u crnogorskoj javnosti postoji, može se slobodno reći, opasna iluzija da se može realizovati planirani razvoj društva a da se zaustavi građenje neophodnih hidroenergetskih objekata. Pogrešno se smatra da je zemlja veoma bogata vodom i energetskim resursima, te da se uvijek može naći neka alternativa za sve one objekte na koje se stavljaju zabrane. Slogan: „Nađite drugo rješenje”, koji se čuje kada se razne grupe suprotstavljaju pojedinim projektima, rječito govori o toj opasnoj iluziji o vodnom i energetskom bogatstvu koje, navodno, omogućava da osporeni objekat ili sistem lako bude zamijenjen drugim. Zaboravljaju se činjenice:

- da su vodni režimi veoma neravnomjerni i da je za njihovo korišćenje neophodno regulisanje protoka akumulacijama sa godišnjim regulisanjem protoka;
- da se na vrlo ograničenom broju mjesta mogu graditi objekti vodne infrastrukture koji omogućavaju da se voda prisutna na slivu može vrednovati i iskoristiti kao vodni resurs.

Posebno treba istaći da je Skupština Crne Gore 14. decembra 2004. donijela Deklaraciju o zaštiti rijeke Tare, u kojoj je od Vlade Republike Crne Gore, Vlade Repu-

blike Srpske i Visokog predstavnika za BiH zatraženo „da učine sve što je u njihovoj nadležnosti da spriječe devastaciju rijeke Tare”. U Deklaraciji se ističe i obim zabrane sljedećom formulacijom: „Izgradnja hidroelektrane Buk Bijela, kao i eventualni drugi zahvati duž čitavog toka rijeke Tare, predstavljali bi remetilački faktor, ne samo na dijelu kanjona predviđenom za potapanje već i u cijelom regionu razvojno naslonjenom na kanjon”.

Imajući u vidu da se Deklaracija odnosi na cio tok rijeke Tare i da su njeni zaključci decidni u pogledu zabrane građenja bilo kakvih objekata na čitavom toku te rijeke, taj dokument radikalno mijenja uslove za bilo kakvo korišćenje voda u Crnoj Gori. Pošto su tehnička rješenja korišćenja voda na nekim djelovima tijesno spregnuta (primjer sistema „Tara – Morača”), moglo bi se reći da se Deklaracijom dovodi u pitanje čitav koncept korišćenja voda na području Crne Gore. Inače, treba napomenuti da je nesporno da je Tara dovoljno zaštićena ako bi se Deklaracija odnosila na kanjonski tok od 86 km!

Već je istaknuto da je udio malih elektrana u obezbjeđenju potrebne energije vrlo nizak i da može dostići približno 3% do 2025. godine, po najoptimističnijem scenariju. Njihov će uticaj biti posebno mali u poređenju sa problemom zadovoljavanja potražnje i održavanja sigurnosti pogona sistema u slučaju ispada jedne velike proizvodne jedinice. Izgradnjom velikih hidrocentrala mnogi od postojećih problema deficita energije bili bi riješeni.

Naravno da od izgradnje malih hidroelektrana ne treba odustajati i da smjernice strategije za njihovu realizaciju treba što prije realizovati. Polazeći od toga da za pogon koristi obnovljivi izvor energije, svaka, pa i mala hidroelektrana, zamjenjuje potrošnju uglja (oko 1,4 kg po svakom kWh proizvedne električne energije), te je u funkciji održivog razvoja ne samo u pogledu očuvanja postojećih prirodnih resursa već i u pogledu zaštite životne sredine od emisije oksida sumpora i azota i oksida ugljenika. Značajni ekonomski efekti gradnje malih hidroelektrana mogu nastati i zbog relativno velikog domaćeg učešća radne snage i industrije. Domaće učešće u ovakvim malim projektima je vjerovatnije i veće nego što je u slučaju velikih postrojenja.

U vezi sa smanjenjem uticaja na životnu sredinu, treba istaći i jednu dokazanu istinu: ušteda jednog kilovata električne energije mnogo je jeftinija nego proizvodnja novog kilovata. Proces otklanjanja gubitaka neizostavno se mora sprovoditi bez obzira na donijete odluke o gradnji ili zabrani gradnje novih hidroelektrana. Ovo se posebno odnosi na zemlje kod kojih je procenat gubitaka energije jako velik, a u koje svakako spada i Crna Gora.

2. 5. 3. MOGUĆNOSTI IZVOZA ELEKTRIČNE ENERGIJE IZ HE

Mogućnost izvoza energije proizvedene u hidroelektranama svakako postoji, posebno zbog samog karaktera hidroenergije i mogućnosti korišćenja HE kao vršnih elektrana. Dosadašnja iskustva pokazuju da je ta energija jako tražena a sve veće otvaranje tržišta električne energije garantuje njen siguran plasman. Skoro sve razvijene evropske zemlje imaju problem sa CO₂ i efektom staklene bašte. One su već popunile svoje kvote emisije i mogu da stvore prostor da prave nove termokapacitete samo

ako najprije obezbijede iz uvoza takozvanu „zelenu energiju”. Zato je logičan njihov interes, koji će svakako u budućnosti rasti, za čistu hidroenergiju jer će tako smanjiti procenat zagađivanja i stvoriti mogućnost ulaganja u nove kapacitete. U tom svijetlu može se posmatrati i planirana i dugo pominjana izgradnja podvodnog kabla kapaciteta 1000 megavata koji će povezivati Crnu Goru sa Italijom. Ovaj projekat učiniće Crnu Goru energetske jako atraktivnom i stvoriti realne pretpostavke za realizaciju izvoza električne energije. Ostale planirane interkonekcije sa susjednim zemljama u skladu su sa Sporazumom o energetskeo zajednici, ali može imati socijalne, ekonomske i ekološke implikacije koje bi trebalo procijeniti kroz stratešku procjenu uticaja na životnu sredinu.

Kao i u svim zemljama, i u Crnoj Gori postoji nekoliko nedoumica koje se tiču prioriteta razvoja cijelog društva. To se reflektuje i na sektor energetike. Tako je, na primjer, konzorcijum COWI (Norveška), koji je po nalogu Ministarstva ekonomije uradio Nacrt strateške procjene uticaja na životnu sredinu (SEA) za Detaljni prostorni plan (DPP) hidroelektrana na Morači preporučio je da Crna Gora ponovo ocijeni svoju energetske strategiju zbog promjena vezanih za Kombinat aluminijuma Podgorica (KAP). Iako je iz Vlade saopšteno da je cilj da opstane aluminijumska industrija, u radnoj verziji procjene uticaja na životnu sredinu je više puta pomenuto „predstojeće zatvaranje Kombinata”. KAP troši oko 40% ukupne potrošnje u Crnoj Gori, a gašenje postrojenja (ukoliko bude stalno) za posljedice će imati višak u odnosu na trenutno raspoloživu energiju. Takva odluka naravno baca sasvim drugo svijetlo na naprijed iznijete prioritete, ali ustanovljenje Crne Gore kao proizvođača, odnosno izvoznika energije, svakako da ne bi smetalo njenom razvoju, već bi naprotiv značajno doprinijelo tome.

Državi treba da bude najveći interes upravo u indirektnim efektima koji će se ogleđati u smanjenju uvoza električne energije, korišćenju obnovljivih izvora energije radi čuvanja neobnovljivih i smanjenja zagađivanja životne sredine, regulisanju vodotoka i zapošljavanju domaće industrije. Cijena električne energije u Crnoj Gori u budućnosti će neminovno značajno porasti i tada direktni efekti u periodu eksploatacije od 50 godina mogu da budu mnogostruko veći.

2. 5. 4. ZAKLJUČAK O UTICAJU IZGRADNJE NOVIH HE NA SIGURNOST SNABDIJEVANJA ELEKTRIČNOM ENERGIJOM

Svi podaci o elektroenergetskom sistemu Crne Gore pokazuju da u njemu postoji deficit električne energije i da je prisutna tendencija rasta potrošnje električne energije koja se mora uvoziti po sve većim cijenama. Posljednjih nekoliko godina u Crnoj Gori su pokrenute aktivnosti na stvaranju sistemskih pretpostavki za uspostavljanje pravnog, institucionalnog, finansijskog i regulatornog okvira, potrebnog za održivi razvoj energetskeo sektora.

Neiskorišćeni hidroenergetski resurs, kao i novi zakonodavni okvir i tržišna orijentacija, predstavljaju prostor na kome se realno mogu razviti veliki projekti u toj oblasti. Od statusa uvoznika i, može se reći, zavisnika Crna Gora lako može da pređe u status izvoznika električne energije. Pri tom radi se o energiji iz obnovljivog izvora,

ekološki, ekonomski, energetska i socijalno najpovoljnijeg, čiji se plasman može obezbijediti u svakom trenutku. Dilema graditi velike ili male hidroelektrane je sa aspekta bilansa nepostojeća, samo velike hidroelektrane mogu zadovoljiti potrebe Crne Gore i otkloniti sadašnji deficit. Male hidroelektrane imaju svoje mjesto u razvojnim planovima i njihova izgradnja je u funkciji održivog razvoja, ne samo u pogledu očuvanja postojećih prirodnih resursa već i u pogledu zaštite životne sredine.

2. 6. ZAKLJUČCI I PREPORUKE O HIDROENERGETSKOM POTENCIJALU CRNE GORE

1. Crna Gora raspolaže hidroenergetskim potencijalom koji spada u sam svjetski vrh po ekonomičnosti i po pogodnosti uklapanja u ekološko i socijalno okruženje, kao i po indeksu strateškog prioriteta za korišćenje (ISP).

2. Od oko 9,8 TWh/god. linijskog hidropotencijala na većim vodotocima, oko 5,5–6,1 TWh/god. već se nalazi, ili će se uskoro nalaziti, u kategoriji ekonomski iskoristivog potencijala.

3. Što brže aktiviranje hidroenergetskih potencijala strateški je interes Crne Gore. Da bi se hidroenergetski potencijali mogli nesmetano koristiti u budućnosti, neophodna je njihova normativna zaštita, odgovarajućim prostornim planovima nacionalnog značaja, kao i planovima prostora posebnih namjena. To je neophodno uraditi što prije, kako bi se ti potencijali sačuvali od obezvređivanja neplanskom urbanizacijom i spuštanjem infrastrukturnih sadržaja u zone u kojima će ometati i/ili poskupljivati iskorišćenje vodnih potencijala.

4. Izgradnja novih hidroelektrana može sa sobom da nosi i ozbiljne negativne posljedice po životnu sredinu, pa je odluke o njihovoj realizaciji potrebno donositi uz detaljnu i sveobuhvatnu procjenu uticaja na životnu sredinu. Prije započinjanja bilo koje gradnje, treba nadležnim organima podnijeti detaljne studije geomorfološke i hidrotehničke adekvatnosti predviđene lokacije, radi procjene uticaja na životnu sredinu lokacije, ali i na širu oblast radi procjene seizmičkih rizika i potencijalnih uticaja i ocjene socijalnih uticaja.

5. Najveći broj planiranih objekata hidroelektrana se adekvatnim mjerama mogu uspješno uklopiti u ekološko i socijalno okruženje. Izgradnja hidroelektrana se veoma uspješno uklapa u mjere integralnog uređenja prostora, urbanizacije naselja i znatno uspješnije turističke valorizacije voda, vodotoka i planinskih područja. Veoma je bitna strateška odrednica da se takvom izgradnjom, koja povlači i odgovarajuće privredne i infrastrukturne objekte, kao i objekte tercijarnih djelatnosti, prije svega u domenu turizma, stvaraju uslovi da se na planinskim područjima zadrže ljudi, jer im se omogućava privređivanje i odlična komunikacijska povezanost sa gradskim centrima.

6. Svaki predlog za izgradnju hidroelektrana na Morači trebalo bi da prate jasni dokazi o ekonomskom učinku sistema kada se on oslanja samo na vodu u razvođu Morače, jer bi prenos iz bazena Tare bio suprotan stavovima Uneska i Parlamenta CG o zaštiti rijeke Tare (koja je u mnogim tačkama dosta sporna).

7. Prema rezultatima podloga za izradu Strategije razvoja malih hidroelektrana u Crnoj Gori, identifikovano je ukupno 70 mogućih lokacija za njihovu izgradnju sa očekivanom godišnjom proizvodnjom električne energije 643 GWh. Nove mHE sa navedenom procijenjenom proizvodnjom mogu biti integrisane u EES Crne Gore bez pojave tehničkih ograničenja sa stanovišta vođenja pogona sistema. Međutim, gledano u bilansu, potrebe Crne Gore mogu zadovoljiti samo i jedino velike hidroelektrane. Naravno da od izgradnje malih hidroelektrana ne treba odustajati i smjernice Strategije za njihovu realizaciju treba što prije realizovati. To su objekti koji su svakako u funkciji održivog razvoja ne samo u pogledu očuvanja postojećih prirodnih resursa već i u pogledu zaštite životne sredine. Značajni ekonomski efekti gradnje malih hidroelektrana mogu nastati i zbog relativno velikog domaćeg učešća radne snage i industrije. Domaće učešće u ovakvim malim projektima je vjerovatnije i veće nego što je u slučaju velikih postrojenja.

8. Izvjesna je i realna mogućnost izvoza energije proizvedene u hidroelektranama, posebno zbog samog karaktera hidroenergije i mogućnosti korišćenja HE kao vršnih elektrana. Dosadašnja iskustva pokazuju da je ta energija jako tražena a sve veće otvaranje tržišta električne energije garantuje njen siguran plasman. Planirana izgradnja podvodnog kabla kapaciteta 1000 megavata koji će povezivati Crnu Goru sa Italijom čini Crnu Goru energetske jako atraktivnom i stvara realne pretpostavke za realizaciju izvoza električne energije.

9. Iskorišćenje hidroenergetskih potencijala – najveća je razvojna šansa Crne Gore. To je njena najefikasnija „lokomotiva razvoja” za socijalni, ekonomski i svekoliki drugi napredak sada nerazvijenih planinskih područja.

LITERATURA

- [1] European Strategy Document for Research, Technological Development and Demonstration in Small Hydropower, DG TREN, 2004.
- [2] Commission of the European Communities, Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the promotion of the use of energy from renewable sources. Version 15. 4, 64 pp, 2008.
- [3] http://www.erec.org/fileadmin/erec_docs/Documents/2008_res_directive_en.pdf
- [4] EREC (European Renewable Energy Export Strategy), 2007. EREC's Position on the Framework Directive for Renewable Energy Sources, 01. October 2007.
- [5] http://www.erec.org/fileadmin/erec_docs/Documents/Position_Papers/EREC_Position_Framework_Directive.pdf
- [6] Blue Energy for Green Europe, Strategic Study for Development of Small Hydropower in EU, ESHA, 2000.
- [7] White Paper for Community Strategy and Action Plan, COMM (97) 599.
- [8] WEC Member Committees, 2006/7; Hydropower & Dams World Atlas 2006, supplement to The International Journal on Hydropower & Dams, Aqua~Media International; estimates by the Editors.

- [9] WEC (World Energy Council), 2007. Survey of Energy Resources 2007; http://www.worldenergy.org/publications/survey_of_energy_resources_2007/default.asp
- [10] EIA, www.eia.doe.gov/iea, World Energy Projection Plus (2009).
- [11] *Vodoprivredna osnova Crne Gore*, Beograd, 2001.
- [12] *Smjernice razvoja i izgradnje malih hidroelektrana u Crnoj Gori*, Elektroprivreda Crne Gore, Nikšić, 2001.
- [13] Đorđević, Branislav: *Vodoprivreda*, Tehničar br. 6, „Građevinska knjiga”, Beograd, 1997.
- [14] Đorđević, Branislav: *Hidroenergetska postrojenja*, Tehničar br. 6, „Građevinska knjiga”, Beograd, 1997.
- [15] Elektroprojekt, Studija „Energetsko-ekonomska studija razgraničenja hidroenergetskog potencijala zahvaćenog sa HE Buk Bijela (kota uspora 500) i HE Trebišnjica”, Ljubljana, 1973.
- [16] Substudija „Energetika” za izradu Prostornog plana Crne Gore, Podgorica, 2005.
- [17] Energoprojekt „Studija raspodjele hidropotencijala na HE Trebinje 1 između Republike Crne Gore i Republike Srpske”, Nikšić, 2000.
- [18] Institut za vodoprivredu, „JAROSLAV ČERNI”, *Novo rješenje hidroenergetskog korišćenja voda Tare i Morače*, Beograd, novembar, 1999.
- [19] *Strategija razvoja energetike Crne Gore do 2025. godine*, Podgorica, 2007.
- [20] *Strategija razvoja malih hidroelektrana u Crnoj Gori*, Podgorica, 2006.
- [21] Supervizija knjige D: *Strategija razvoja energetike CG do 2025. godine*, Izvještaj: 04 od 20. februara 2006, Crnogorska akademija nauka i umjetnosti, Podgorica.
- [22] *Crnogorske elektrane*, Elektroprivreda Crne Gore, Nikšić i Export press, Beograd, 1971.
- [23] Đorđević, Branislav: *Uticaj brana i akumulacija na socijalno i ekološko okruženje i mere za skladno uklapanje*, Generalni referat na Kongresu za visoke brane, Kladovo, 2003.
- [24] Đorđević, Branislav: *Hidroenergetski potencijali Jugoslavije*, Vodoprivreda, 189–194, 2001.
- [25] Đorđević, Branislav, Šaranović, Milinko: *Hidroenergetski potencijali Crne Gore*, CANU, Podgorica, 2007.
- [26] Živaljević, R.: *Mogućnosti i ograničenja kod obezbjeđenja uslova za korišćenje preostalog tehnički iskoristivog potencijala glavnih tokova Crne Gore*, Vodoprivreda, 1–3, 2006.
- [27] Đurović, M.: *Obnovljivi izvori i Crna Gora, Novi energetski izvori u Crnoj Gori*, CANU, OPN, knjiga 9, Podgorica, 2004.

