

MOGUĆNOSTI I OGRANIČENJA KOD OBEZBJEĐENJA USLOVA ZA KORIŠĆENJE PREOSTALOG TEHNIČKI ISKORISTIVOG HIDROENERGETSKOG POTENCIJALA GLAVNIH POVRŠINSKIH VODOTOKA CRNE GORE

Prof.dr Ratimir ŽIVALJEVIĆ
Građevinski fakultet Univerziteta Crne Gore u Podgorici

REZIME

Polazište rada inicirale su dvije bitne činjenice: Respektivna raspoloživost hidroenergetskog potencijala površinskih vodotoka Crne Gore i nizak stepen njegove iskorišćenosti (17%) zbog nemogućnosti obezbeđenja uslova za njegovo korišćenje. U tom smislu, razmatrane su mogućnosti i ograničenja korišćenja preostalog tehnički iskoristivog hidroenergetskog potencijala za ključna HE rješenja koja su sadržana u Vodoprivrednoj osnovi Crne Gore iz 2001 godine i u razvojnim programskim dokumenata Elektroprivrede Crne Gore. Izuzetak se odnosi na HE «Kruševo» na rijeci Pivi, koja nije obuhvaćena u dosadašnjim strateškim dokumentima. Pojedinačno su analizirani uticaji četiri primarna ograničavajuća parametra na realizaciju planiranih HE rješenja: ekološki, kulturno-istorijski, međudržavni i sociološki. Akcentiran je ekološki parametar na ostvarljivost planiranih HE rješenja u kanjonu rijeke Tare i Morače. U radu su naznačeni mogući postupci za otklanjanje ograničavajućih parametara. Rezultujući stavovi izloženi su u vidu sistematizacije pet mogućih slučajeva kombinacije ključnih HE rješenja predloženim u varijantama 1 i 2 Vodoprivredne osnove Crne Gore. Rezultati ovog rada mogu pomoći u daljim aktivnostima oko donošenja odluka za izgradnju novih HE objekata u Crnoj Gori.

Ključne riječi: HE rješenja, preostali tehničko iskoristivi hidroenergetski potencijal (E_i), vodoprivredna osnova Crne Gore (VOCG), ograničavajući parametri, matična struktura, uslovi za korišćenje, ekološki, međudržavni, sociološki, kulturno-istorijski, sistematizacija, varijante, slučajevi, akumulacija.

1. UVOD

Crna Gora po veličini teritorije spada u relativno male države a po raspoloživosti hidroenergetskog potencijala

zauzima značajnu poziciju u upoređenju sa drugim balkanskim zemljama. Od ukupnog teorijskog potencijala u iznosu od 9846 GWh /godina, Crna Gora je dosada iskoristila oko 1665 GWh (višegodišnji prosjek), što iznosi svega 17 %. Polazeći od činjenice da je poslednji HE objekat "Piva" na rijeci Pivi završen 1976 godine, to znači da u proteklih 30 godina u Crnoj Gori nije urađen ni jedan novi HE objekat. Dominantni razlog takvom stanju, pored društveno ekonomskih i u posljednjih 15 godina nepovoljnih političkih događaja, je činjenica da Crna Gora ne može da pomiri oprečnost stavova koji je karakterišu kao ekološku državu i zahtjeva za rješavanje problema deficita električne energije. Dakle, Crna Gora se nalazi u jednoj vrsti sopstvene mreže strogo proklamovanih ekoloških kriterijuma, sa jedne i zahtjeva neodložnog rješavanja izgradnje novih energetske objekata sa druge strane. Autor rada smatra da tako zaoštren odnos ekologije prema korišćenju HE potencijala kao najčistijeg vidu energije ne može dugo opstati.



Slika 1. Karta glavnih površinskih vodotoka u Crnoj Gori sa pritokama Mrtvica, Mala Rijeka i Cijevna za hidroenergetsko korišćenje

2. PLANIRANA HE RJEŠENJA PREMA POSTOJEĆIM STRATEŠKIM DOKUMENTIMA CRNE GORE

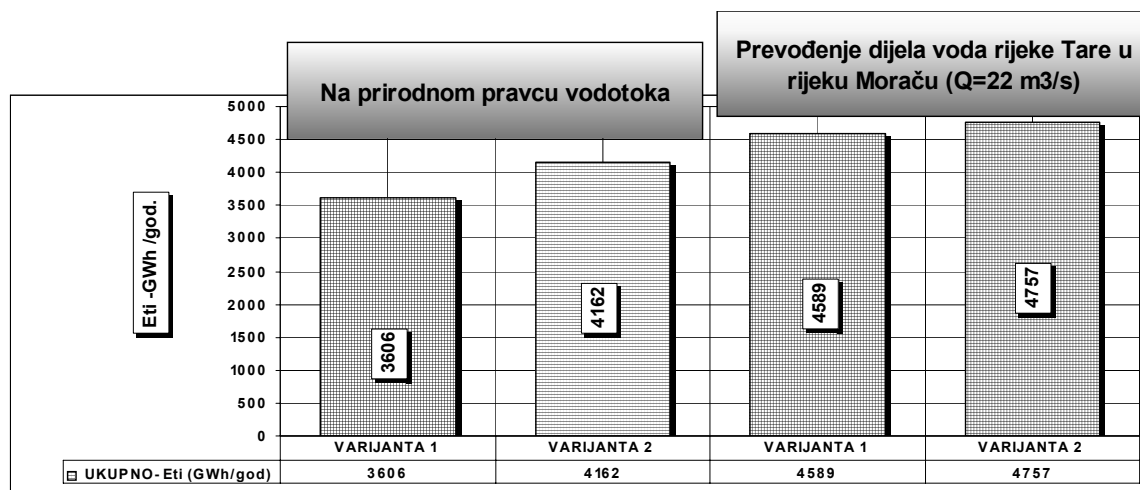
Mogućnosti i ograničenja kod obezbeđenja uslova za korišćenje nadalje će se razmatrati za planirane HE objekte i postrojenja predložena u okviru Vodoprivredne osnove Crne Gore iz 2001 godine (*u daljem tekstu: VOCG*) i razvojnih programa i planova Elektroprivrede Crne Gore, koja do sada upravlja ukupnim elektroenergetskim sistemom Crne Gore. Prema VOCG planirani HE objekti razmatrani su kroz dvije varijante(alternative) hidroenergetskih rješenja za korišćenje preostalog tehnički iskoristivog potencijala. Razmatrana HE rješenja u Vodoprivrednoj osnovi i njihov prostorni raspored usvojeni su kao relevantani pri izradi substudije «Energetika Crne Gore» za potrebe izrade Prostornog Plana Crne Gore i Strategije razvoja energetike Crne Gore. Izrada ova dva strateška dokumenta je u toku, čiji se završetak predviđa krajem 2006 godine.

Varijanta 1 odnosi se na HE rješenja sadržana u postojećoj tehničko-investicionoj dokumentaciji i u skoro svim programima razvoja i izgradnje elektroenergetskih objekata u Crnoj Gori. *Varijanta 2*

odnosi se na HE rješenja sadržana u VOCG. Hidroenergetska rješenja u obje varijante koncipirana su na korišćenju hidroenergetskog potencijala na prirodnom pravcu toka i sa prevođenjem dijela vode rijeke Tare u rijeku Moraču ($Q=15.2$ ili $Q=22\text{m}^3/\text{s}$) u sistemu integralnog korišćenja voda rijeke Gornje Tare i rijeke Morače.

U VOCG su analizirani HE objekti uporedo za obje varijante, za svaki rječni tok, što toj, iako uprošćenoj analizi optimizacije rješenja, daje poseban značaj. Rezultati te analize sprovedeni su za četiri grupe osnovnih kriterijuma za vrednovanje sa ukupno 20 parametara.

Ukupna vrijednost preostalog tehnički iskoristivog hidroenergetskog potencijala (E_{ti}) glavnih površinskih vodotoka sa tri značajne pritoke (Mrtvica, Mala Rijeka i Cijevna) procijenjena je u iznosima od 3606 GWh do 4162 GWh za HE rješenja na prirodnom pravcu toka i 4589 GWh do 4757 GWh za HE rješenja u slučaju prevođenja dijela voda rijeke Tare u rijeku Moraču i u zavisnosti od varijante korišćenja. Na sumarnom dijagramu konstatuje se, da se u slučaju prevođenja voda postiže veća energetska iskorišćenost u odnosu na prirodni pravac (slika 2).



Napomena: Uključen E_{ti} za HE «Kruševo» na rijeci Pivi umjesto HE «Buk Bijela» na rijeci Drini

Slika 2. Sumarni dijagram procjene preostalog tehnički iskoristivog potencijala (E_{ti}) glavnih površinskih vodotoka u Crnoj Gori sa pritokama Mrtvica, Mala Rijeka i Cijevna

2.1. PREGLED UKUPNOG BROJA PLANIRANIH HE RJEŠENJA PO RAZMATRANIM VARIJANTAMA (VOCG) NA GLAVNIM VODOTOCIMA I ZNAČAJNIJIM PRITOKAMA

VARIJANTA 1

Rijeka Tara: Ukupan broj planiranih HE rješenja na prirodnom pravcu je pet, od čega je ključni objekat HE "Ljutica" sa akumulacijom sa KNU = 770 mnm. Predviđene su HE sa akumulacijama: "Žuti Krš" sa KNU=1000 mnm, "Bakovića Klisura" sa KNU= 932 mnm, "Trebiljevo" sa KNU= 903 mnm i «Opasanica» sa KNU= 1160 mnm. **Rijeka Morača:** Ukupan broj planiranih HE rješenja na prirodnom pravcu je sedam, od čega četiri ključna HE objekta: "Visoko Andrijevo" sa KNU=285 mnm i nizvodne kaskade "Raslovići", "Milunovići" i "Zlatica". **Rijeka Lim:** Ukupan broj planiranih HE rješenja na prirodnom pravcu je devet, od čega je ključni HE objekat "Andrijevića" sa KNU= 860 mnm. **Rijeka Čehotina :** Ukupan broj planiranih HE rješenja na prirodnom pravcu je dva: HE "Mekote" i «Gradac». **Rijeka Piva :** Ukupan broj planiranih HE rješenja na prirodnom pravcu je tri, od čega je HE "Komarnica" u profilu «Lonci» ključni objekat sa KNU= 818 mnm. Ukupan broj planiranih HE po ovoj varijanti je 31.

VARIJANTA 2

Rijeka Tara : Ukupan broj planiranih HE rješenja na prirodnom pravcu je pet, od čega je ključni objekat HE "Tepca" sa KNU=740 mnm i "Niski Žuti Krš" sa KNU=980mnm. **Rijeka Morača:** Ukupan broj planiranih HE rješenja na prirodnom pravcu je šest, od čega su četiri ključna objekta: "Nisko Andrijevo" sa KNU=ispod 265 mnm i tri nizvodne kaskade "Raslovići", "Milunovići" i "Zlatica" (kao u Varijanti 1). **Rijeka Lim:** Ukupan broj planiranih HE rješenja na prirodnom pravcu je dvanaest kanalskih derivacija. Umjesto akumulacija na glavnom toku planirano je deset HE sa višenamenskim akumulacijama na pritokama, od čega je najveća akumulacija na rijeci Ljubovidi (KNU=750 mnm) i na rijeci Lješnici sa KNU= 690 mnm. **Rijeka Čehotina:** Ukupan broj planiranih HE rješenja na prirodnom pravcu je dva, od čega je ključni objekat HE "Milovci" sa velikom akumulacijom sa KNU= 650 mnm sa prolongiranjem uspora van teritorije Crne Gore (granični dio sa Republikom Srpskom). **Rijeka Piva (Komarnica):** Ukupan broj planiranih HE rješenja na prirodnom pravcu je tri, od čega je ključni objekat HE "Komarnica" u profilu «Lonci» sa KNU= 818 mnm kao

i u Varijanti 1. Ukupan broj planiranih HE po ovoj varijanti je 46.

U obje varijante su istovjetna rješenja za **rijeku Ibar** sa HE "Bać" i za HE «Buk Bijelu» (KNU= 500 mnm) čija je planirana izgradnja na rijeci Drini u Republici Srpskoj onemogućena od strane Crne Gore zbog prostiranja dijela uspora oko 15 km duž kanjona rijeke Tare, koji je pod posebnim ekološkim tretmanom. Objie varijante su uslovne, a moguće je i kombinovanje varijantnih rješenja.

3. PROCJENE MOGUĆNOSTI OBEZBEĐENJA USLOVA ZA KORIŠĆENJE PREOSTALOG TEHNIČKI ISKORISTIVOG HIDROENERGETSKOG POTENCIJALA ZA PLANIRANE KLJUČNE HE OBJEKTE U CRNOJ GORI

Imajući u vidu da se HE potencijal svrstava u kategoriju čistih obnovljivih energetskih izvora, korišćenje tog obnovljivog resursa ne bi trebalo da bude u naglašenoj oprečnosti sa zahtjevima očuvanja životne sredine. Naprotiv, u sadašnjim uslovima se ključni HE objekti na rijeci Tari i dijelom na Morači tretiraju kao negativni činiooci na prirodnu okolinu. Sa druge strane, postoji činjenica, da je posjedovanje energije iz sopstvenih izvora jedan od nabitnijih preduslova za ukupni društveno-ekonomski razvoj države ili nekog regiona. Sa tog gledišta slijedi logičan stav, da je rješavanje energetskog problema Crne Gore u direktnoj zavisnosti od obezbeđenja uslova za korišćenje preostalog tehnički iskoristivog hidroenergetskog potencijala kao najčistijeg vida energije.

3.1. TEORIJSKE POSTAVKE USLOVA ZA KORIŠĆENJE

■ Postojeća voda, vodni resurs i uslovi za korišćenje (osnovni postulati)

U svim aktivnostima, vezanim za realno definisanje tehnički iskoristivog hidroenergetskog potencijala, potrebno je polaziti od osnovnog postulata (*prof.B.Dorđević*), da je ukupni vodni potencijal (V_p) ili **postojeća voda** kao fizička kategorija, determinisana matičnom strukturom, koju čine tri atributa: prostorna lokacija vodnog potencijala (L), količina vode (Q) i kvalitet vode (K).

$$V_p = [L, Q, K] \quad (1)$$

Sa druge strane, pojam **vodni resurs** je socijalna, ekonomska i ekološka kategorija, jer pored pomenuta tri

atributa posjeduje i četvrti, izuzetno važan: *postojanje-obezbeđenje uslova za korišćenje vode* (u daljem tekstu : U_k). Zato se, pri definisanju vodnog resursa, matična struktura "postojeće vode" obavezno mora proširiti uslovima za korišćenje :

$$V_r = [V_p, U_k] \quad (2)$$

Tada se zadatak planiranja vodoprivrednih sistema svodi na logističku strukturu:

$$V_p : \xrightarrow{U_k} VS \xrightarrow{U} V_z \quad (3)$$

Gornja logistička struktura, prema teoriji sistema, označava, da prisutna voda (postojeća voda) V_p , preko uslova za korišćenje (U_k), omogućava razvoj vodoprivrednog sistema (VS), posredstvom koga se, primjenom odgovarajućeg upravljanja (U), transformišu u matičnu strukturu *potrebne-zahitijevane vode* (V_z).

Uslovi za korišćenje (U_k) su višedimenzionalna vektorska veličina, jer se sastoje iz više parametara, od kojih zavisi ostvarljivost rješenja korišćenja voda na određenom slivnom području, vodotoku ili državi.

Na primjer, za slučaj hidroenergetskog korišćenja voda osnovni parametri U_k su: geotehnički (GU), hidrograđevinski (HGU), ekonomski (EKU), ekološki (EU), socijalni (SU), kulturno-istorijski (KUIU), međudržavni, (MDU) i drugi. U tom smislu U_k se može dekomponovati u matičnu strukturu :

$$U_k = \{GU, HGU, EKU, EU, SU, KUIU, MDU...\} \quad (4)$$

Pojedini parametri (komponente ili uslovi) u matičnoj strukturi (4) mogu se definisati odgovarajućim kvantitativnim ili kvalitativnim ocjenama, koje iskazuju ostvarljivost, neostvarljivost ili ostvarljivost samo pod određenim uslovima i ograničenjima korišćenja voda na nekom području. Svaki od tih parametara može biti ograničavajući faktor. Ukoliko samo jedan od navedenih parametara dobije ocjenu koja iskazuje neostvarljivost projekta korišćenja voda, čitav projekat

korišćenja voda postaje neostvarljiv, jer se ne može realizovati odgovarajući vodoprivredni sistem neophodan da bi se moglo uraditi preslikavanje matrice "postojeća voda" u matricu "zahitijevana voda". U tom slučaju se voda koja postoji na tom području ne može smatrati resursom. Polazeći od činjenice da je Crna Gora Ekološka država, to se od svih parametara matične strukture (4) posebno ispoljava ekološki parametar (EU) kao ograničavajući uslov za korišćenje preostalog tehnički iskoristivog potencijala (E_i) u Crnoj Gori.

3.2. OGRANIČAVAJUĆI PARAMETRI ZA OBEZBEĐENJE USLOVA ZA KORIŠĆENJE

Analizira se ostvarljivost planiranih ključnih HE objekata preko ocjene četiri ograničavajuća parametra (u daljem tekstu : OGP) matične strukture U_k :

- 1 Ekološki (EU),
- 2 Međudržavni (MDU)
- 3 Kulturno-istorijski (KUIU)
- 4 Sociološki (SU)

3.2.1. Rijeka TARA

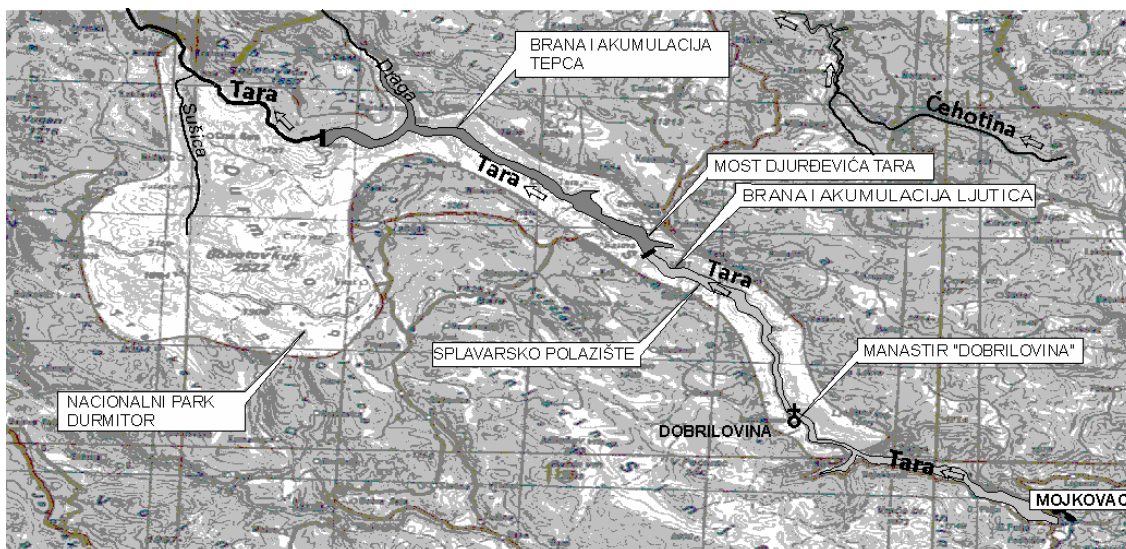
■ HE rješenja na prirodnom pravcu toka

Pod pretpostavkom da su svi ostali parametri u matičnoj strukturi (4) definisani sa pozitivnom ocjenom ostvarljivosti planiranih HE rješenja, dva ključna HE rješenja HE "Tepca" po varijanti 2 ili HE "Ljutica" po varijanti 1 imaju negativnu ocjenu ostvarljivosti, zbog ograničenja koja proizilaze iz EU parametra (slika 3., tabela 1.). Argumentacija ekološkog parametra kao ograničavajućeg je u specifičnosti prirodnih sadržaja kanjona rijekeTare. Kanjon je dužine oko 80 km i dubine oko 1300m, drugi u svijetu, poslije kanjona Kolorado u SAD-u. Zbog svojih prirodnih specifičnosti, kanjon Tare je pod zaštitom UNESCO-a, rezervat biosfere 1977, sa nominacijom i upisom lokacije na Listu svjetske baštine 1980 i ograničenjima najnovijeg dokumenta «Deklaracije o zaštiti rijeke Tare» (Sl.List RCG br.78/04).

Tabela 1. Osnovni energetske pokazatelji HE "TEPCA" i HE "LJUTICA" sa OGP parametrima

np	tp	Q_{sr}	Q_i	L_u	N_i	E_{sr}	V_k	V_k/V_{sr}	KNU	OGP
		m^3/s	m^3/s	km	MW	GWh	$10^6 m^3$		mnm	
Varijanta 1										
HE LJUTICA	Prib	51,98	200	25	212	484	316	0,19	770	EU, SU
Varijanta 2										
HE TEPCA	Prib	71,35	220	45	316	893	1050	0,47	740	EU

Legenda: np- naziv postrojenja, tp-tip postrojenja, Q_{sr} -srednji protok, Q_i -instalirani protok, L_u -dužina uspora, N_i -instalirana snaga, E_{sr} -srednja godišna energija, V_k -zapremina korisne akumulacije, V_k/V_{sr} -stepen izravnjanja, KNU- kota normalnog uspora, OGP-ograničavajući parametar ostvarljivosti planiranog HE postrojenja, Prib-pribranski tip postrojenja.



Slika 3. Situacija akumulacija HE "Tepca"/HE "Ljutica" u kanjonu rijeke Tare

Upoređujući ova dva planirana HE rješenja sa aspekta energetske vrijednosti objekta, onda je HE "Tepca" sa velikom zapreminom i izraženim stepenom izravnjanja voda $V_k/V_{s_{red.god}} = 0.47$ u značajnoj prednosti u odnosu na HE "Ljutica" sa manjom akumulacijom i manjim stepenom izravnjanja voda $V_k/V_{s_{red.god}} = 0.19$. Sa aspekta EU parametra, HE "Tepca" je sa skoro dvostruko većom dužinom uspora akumulacije značajno nepovoljnija od HE "Ljutica". Sa kotom normalnog uspora 774 mm, akumulacija HE "Ljutica" potapa postojeći putni pravac Mojkovac–Đurđevića Tara u dužini od 16 km. To znači, da se osim ograničavajućeg ekološkog parametra EU može pojaviti i sociološki uslov (SU) kao mogući ograničavajući parametar realizacije. Pored HE "Tepca"/HE "Ljutica", iz sličnih razloga, od 1984 godine "zamrznute" su aktivnosti vezane za ranije planirana HE rješenja na srednjom toku rijeke Tare: Bijeli Brijeg, Vaškovo, Čardaci i Lever.

Pomenuta HE rješenja koja su razmatrana u sklopu kompleksnog korišćenja sliva rijeke Drine, takođe pripadaju području nacionalnog parka "Durmitor".

■ HE rješenja van prirodnog pravca toka

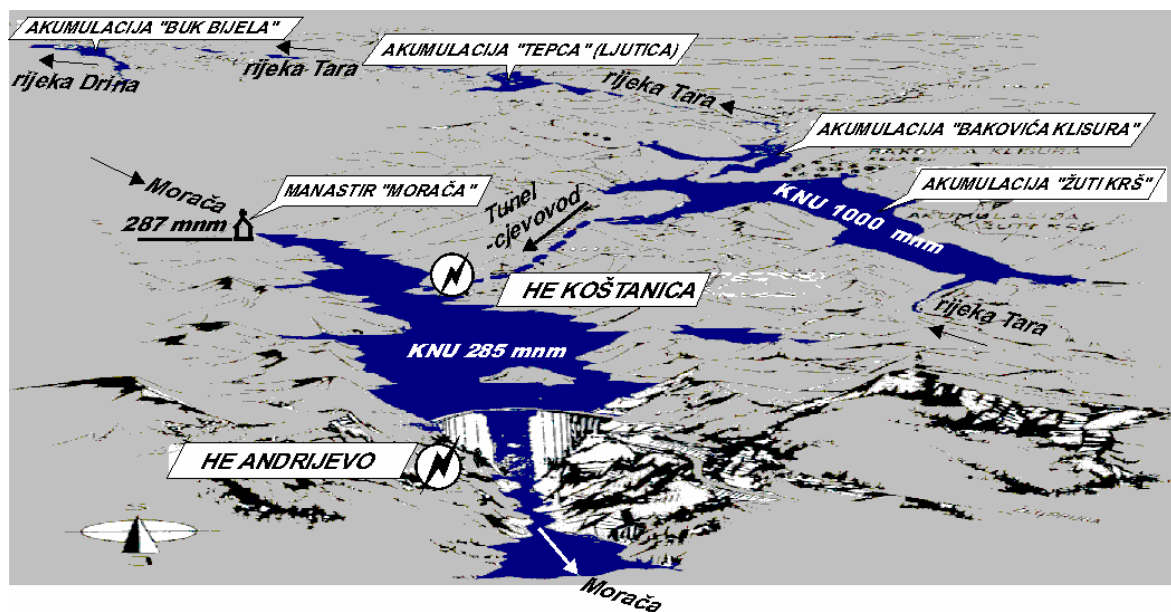
Ideja o prevođenju dijela voda rijeke Tare egzistira skoro jedan vijek. Sama ideja je logična zbog izražene prirodne topografske dispozicije rijeka Morače i Tare. Raspolaze se velikom visinskom razlikom rijeke Tare u području grada Kolašina ("Žuti Krš") u odnosu na rijeku Moraču od oko 700 m. Zbog približne paralelnosti tokova Tare i Morače, koncentracija pada se ostvaruje na vrlo kratakom potezu od 7 km. Vode koje se prerade na turbinama HE "Koštanica" ulaze u akumulaciju HE "Andrijevo" kao čeonu akumulaciju u sistemu HE objekata na rijeci Morači (slika 4., tabela 2 i 3).

Tabela 2. Osnovni energetski pokazatelji za HE rješenja van prirodnog pravca toka rijeke Tare: HE «KOŠTANICA» (prevođenje dijela voda Tare u Moraču, $Q=22.2 \text{ m}^3/\text{s}$) sa OGP parametrima

np	tp	Q_{sr}	Q_i	L_u	N_i	E_{sr}	V_k	V_k/V_{sr}	KNU	OGP
		m^3/s	m^3/s	km	MW	GWh	10^6 m^3		mm	
Varijanta 1										
KOŠTANICA«	Ak.der.	22,2	92	7.7	552	1144,9	198	0.38	1000	MDU, EU

Legenda: Ak.der.-akumulaciono derivaciono HE postrojenje

Napomena: Značenja ostalih skraćenih oznaka u zaglavlju tabele su u svemu prema legendi tabele 1.



Slika 4. 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)

Pod uslovom obezbeđenja svih drugih parametara matrične strukture(4) HE «Koštanica» kao ključni planirani HE objekat za integralno korišćenje voda Tare i Morači ima u ovom a i u ranijim vremenskim periodima negativnu ocjenu ostvarljivosti ograničavajućeg MDU parametra. Ograničavajući MDU parametar nije rezultat problema koji proizilaze iz klasičnih slučajeva prolongiranja uspora akumulacija na stranoj teritoriji, već kroz kompleks hidroloških, vodoprivrednih i hidroenergetskih uticaja. U tom smislu, MDU parametar se ispoljava kroz postojanje negativnih stavova od strane nizvodnih korisnika voda u slivu Drine, od kojih se navode kao primarni :

- Da će se odvođenje dijela voda rijeke Tare u Moraču negativno odraziti na promjenu prirodnog režima voda u nizvodnom vodotocima Crnomorskog sliva. U tom smislu, na profilu brane i akumulacije «Žuti Krš» procenjuje se smanjenje protoka rijeke Tare za oko 90%, da bi se taj uticaj nizvodno smanjivao i na ušću Tare u rijeku Drinu iznosio oko 5%.
- Da će se odvođenje dijela voda rijeke Tare u Moraču negativno odraziti na rješavanje vodoprivrednih zahtjeva u različitim vodoprivrednim granama.
- Da će odvođenje dijela voda rijeke Tare u Moraču imati i izvjesne negativne energetske efekte na nizvodna postojeća i planirana HE rješenja na rijeci Drini i dalje ka Dunavu. Naime, prema

vodoprivrednoj osnovi Crne Gore HE «Koštanica» bi radila u jedinstvenom elektroenergetskom sistemu Crne Gore i Srbije. Što znači, zbog njene izgradnje smanjila bi se proizvodnja na postojećim HE, te bi njen doprinos elektroenergetskom sistemu bio oko 75 sopstvene proizvodnje, a nakon potpune izgrađenosti planiranih HE na rijeci Tari, Morači i Drini njen doprinos se procenjuje na oko 30% sopstvene proizvodnje u zavisnosti od realizovane varijante i konačnog izbora količine vode koja će se prevoditi iz rijeke Tare u rijeku Moraču.

3.2.2. Rijeka MORAČA

■ HE rješenja na prirodnom pravcu toka Morače i pritooke Cijevne

Realizacija HE «Andrijevo» ključnog HE objekta sa kotom uspora 285 mnm (varijanta 1), pod uslovom obezbeđenja svih drugih parametara matrične strukture(4) ima dva ograničavajuća parametra: kulturno istorijski uslov (KUIU) kao preovladavajući i ekološki uslov (EU) kao mogući ograničavajući. Planirano pribransko HE postrojenje «Prišta» sa akumulacijom na pritoci Cijevni, zbog prolongiranja uspora sa KNU=200mnm na teritoriji Albanije ima negativnu ocjenu ostvarljivosti MDU parametra (Tabela 3).

Tabela 3. Osnovni energetske pokazatelji sa OGP parametrimana

np	tp	Q _{sr}	Q _i	L _u	N _i	E _{sr}	V _k	V _k /V _{sr}	KNU	OGP
		m ³ /s	m ³ /s	km	MW	GWh	10 ⁶ m ³		mm	
Varijanta 1										
ANDRIJEVO	prib	37.8	120	14	127	323.7	250	0.210	285	KUIU, EU
Varijanta 2										
ANDRIJEVO	prib	37.8	120	14	130	267	150	0.126	265	EU
Varijanta 2										
PRIFTA (Cijevna)	prib	27	100		82	193	180	0.21	200	MDU

Napomena: Značenja skraćenih oznaka u zaglavlju tabele su u svemu prema legendi tabele 1

3.2.3. Rijeka LIM

■ HE rješenja na prirodnom pravcu toka i pritoke Grnčar, Ljuboviđa i Lješnica

Planirana ključna HE rješenja "Andrijevića" sa akumulacijama na glavnom toku Lima (Varijanta-1) su

u oprečnosti sa zahtjevima sociološkog parametra (SU). Negativna ocjena tog parametra je u potapanju najkvalitetnijeg poljoprivrednog zemljišta, stambene i putne infrastrukture. Takođe, planirana HE rješenja (varijanta 2) sa relativno velikim akumulacijama na tri pritoke Lima imaju negativnu ocjenu ostvarljivosti po parametrima MDU i SU (tabela 4).

Tabela 4. Osnovni energetske pokazatelji sa OGP parametrimana

np	tp	Q _{sr}	Q _i	L _u	N _i	E	V _k	V _k /V	KNU	OGP
		m ³ /s	m ³ /s	km	MW	GWh	10 ⁶ m ³		mm	
HE Andrijevića	Prib	29,9	110	13	110	176,7	224	0,24	860	SU
HE Grlja (Grnčar)	Prib	7.5	17	6	13	49.1	92	0.39	1060	MDU
HE Ljuboviđa	Prib	7.2	17	10	26	75	240	1.05	750	SU
HE Lješnica	Prib	3.7	10		10	15.7	40	0,31	698	SU

Napomena: Značenja skraćenih oznaka u zaglavlju tabele su u svemu prema legendi tabele br. 1

3.2.4. Rijeka ČEHOTINA

■ HE rješenja na prirodnom pravcu toka

Planirano ključno HE rješenje na rijeci Čehotini je HE «Milovci» kao pribiransko i u varijanti derivacionog tipa

sa akumulacijom relativno velike zapremine, sa usporom koji se prolongira dijelom granice sa Republikom Srpskom u dužini oko 6 km (na nivou preliminarnih procjena). Prolongiranje uspora na teritoriji druge države ima za posledicu negativne ocjene po MDU parametru (tabela 5).

Tabela 5. Osnovni energetske pokazatelji sa OGP parametrimana

np	tp	Q _{sr}	Q _i	L _u	N _i	E	V _k	V _k /V	KNU	OGP
		m ³ /s	m ³ /s	km	MW	GWh	10 ⁶ m ³		mm	
«MILOVCI»	Prib	17,18	50	6	50	149,7	386	0,71	650	MDU

Napomena: Značenja skraćenih oznaka u zaglavlju tabele je u svemu prema legendi tabele br. 1

4. POSTUPCI ZA OTKLANJANJE ILI UBLAŽAVANJE NEGATIVNE OCJENE OGRANIČAVAJUĆIH PARAMETARA ZA PLANIRANE KLJUČNE HE OBJEKTE

4.1. Rijeka TARA

■ HE rješenja na prirodnom pravcu toka

Za HE «Терса» (varijanta 2) ili HE «Ljutica» (varijanta 1) sa najvećim akumulacionim prostorima na rijeci Tari ne predlažu se postupci za otklanjanje negativne ocjene OGP. Naime, u sadašnjoj fazi izraženih oprečnih stavova ekologa i energetičara, bilo koji predlozi mogu izazvati napregnutu situaciju u "borbi mišljenja" i uopštavanja negativnih ocjena problematičnih HE rješenja na druga HE rješenja koja to nisu.

Upravo iz tih razloga, autor rada bio je u dilemi, da li da ovom prilikom podrži najnovije predloge prof. B. Đorđevića (*Izveštaj o superviziji knjige D: Strategija razvoja energetike Crne Gore do 2025.godine CANU, 26.02.2006, Podgorica*) i da ih naznači kao postupke za otklanjanje negativne ocjene ostvarljivosti po ograničavajućem EU parametru. Naime, suština tih predloga je na davanju prednosti ostvarljivosti HE «Ljutica» u odnosu na HE «Терса». Argumentacija predloga je u postupcima koji se zasnivaju na mogućnostima realizacije selektivnog vodozahvata HE «Ljutica» kojim bi se planirano upravljalo sa proticajima u malovodnom režimu, temperaturnim i kiseoničkim režimom voda rijeke Tare i rijeke Drine. Na taj način bi se u udovoljilo namjenskim vodoprivrednim potrebama nizvodnih korisnika, potrebama nizvodnih biocenoza i turističkim zahtjevima tog atraktivnog prirodnog područja.

Pored ograničavajućeg EU parametra, ostaje otvoreno pitanje ograničavajućeg uticaja SU parametra. Naime, nivo dosadašnje tehničke izučenosti HE «Ljutica», zaključno sa 2005 godinom, ne daje mogućnost realnije procjene stepena uticaja predmetne akumulacije na saobraćajnu infrastrukturu i priobalno zemljište. To znači, stavovi profesora Branislava Đorđevića su potpuno prihvatljivi sa aspekta otklanjanja ili ublažavanja negativne ocjene ostvarljivosti HE «Ljutic» po EU parametru. Međutim, dileme o stepenu ograničavajućeg uticaja SU parametra mogu biti otklonjene kroz više faze izrade tehničke i energetske dokumentacije. Autor rada smatra, da će pozitivan ishod ostvarljivosti tog rješenja i drugih na rijeci Tari zavisiti i od konačnih rezultata «rada vremena».

■ HE rješenje van prirodnog pravca toka

Pod pretpostavkom obezbjeđenja svih drugih parametara u matričnoj strukturi(4), MDU ograničava realizaciju HE «Koštanica» a time i čitavi koncept integralnog korišćenja voda HE sistemu Tara–Morača. Taj ograničavajući parametar može biti ublažen ili otklonjen u sledećim postupcima:

- a. Da se sadašnje tehničko rješenje HE «Koštanica» doprojektuje kao reverzibilno postrojenje prema rješenjima po varijanti 2 VO CG, 2001 ili sa podzemnom mašinskom zgradom u izvedbenoj shemi sa primjenom četiri agregata prema predlogu profesora Branka Đorđevića (*Vodoprivredna osnova Crnomorskog sliva Crne Gore, Beograd, 1984*). U tom slučaju planirano postrojenje bi u početnom periodu korišćenja radilo kao klasično HE postrojenje a u narednoj fazi kao reverzibilno. Na taj način, stvorili bi se preduslovi za eliminisanje negativne ocjene MDU. Naime, reverzibilnim postrojenjem moguće je, da se prirodni neupravljeni vodni režim rijeke Tare i rijeke Drine pretvori u upravljani vodni režim. U tom smislu bilo bi moguće:
 - a.1. Obezbeđenje uslova za realizaciju stanja prirodnog hidrološkog bilansa rijeke Tare, a time i rijeke Drine, kada to budu zahtijevali nizvodni korisnici.
 - b. Vodoprivredni problemi nizvodnih korisnika u slivu rijeke Drine koji se potenciraju u slučaju prevođenja dijela voda rijeke Tare u Moraču a koji doprinose ograničenjima parametra MDU mogu se prevazići realizacijom planiranih HE rješenja sa akumulacijama na gornjem toku rijeke Tare i Morače i na pritokama r.Lima. O veličinama tih akumulacija odluka se može donijeti tek nakon izrade tehničke dokumentacije u višim fazama projektovanja u odnosu na VO CG. Akumulacije bi pozitivno uticale na dva ključna vodoprivredna problema za nizvodne korisnike rijeke Drine i dalje :
 - b.1. Retenziranje poplavnih talasa za vrijeme velikih voda u priobalnom području rijeke Drine
 - b.2. Povećanje stepena upravljanja vodnim režimom rijeke Drine u vegetacionom periodu, čime se povećavaju proticaji malih voda i stvaraju mogućnosti navodnjavanja ne samo postojećih već i planiranih poljoprivrednih površina i za potrebe drugih vodoprivrednih grana.

4.2. Rijeka MORAČA

■ HE rješenja na prirodnom pravcu toka

Eliminacija ili ublažavanje negativne ocjene dominantnog KUIU preko tehničkih rješenja koja se svode na stabilizaciju klizišta platoa Manastira Morače (varijanta 1), dosada nije bila dovoljna argumentacija za stvaranje pozitivne ocjene KUIU.

Naime, ne radi se samo o zaštiti značajnog srpskog pravoslavnog Manastira koji je sagrađen oko 1250 godine kao zadužbina srpskog kralja Stefana Nemanjića, već o promjeni vjekovnog izgleda njegovog prirodnog okruženja (slika 5). Na primjer, neće biti lako postići kompromis sa vjernicima Srpske pravoslavne crkve i sveštenstva da prihvate promjenu postojećeg ambijenta u kojem bi se našao Manastir u slučaju ostvarljivosti HE "Andrijevo" sa kotom uspora 285 mm.



Slika 5. Manastir Morača na desnoj obali rijeke Morače (XIII vijek)

To je samo jedan aspekt koji za sada egzstira, postoje i druge dileme, među kojima je nedovoljno argumentovan uticaj mogućih mikroklimatskih promjena na stanje fresaka i zidnog materijala. Ovo tim prije, što bi se u visinskom smislu smanjilo postojeće rastojanje platoa Manastira od 40 m iznad najnižih kота prirodnog dna korita rijeke Morače na svega 2 m. ispod kote praga ulaznih vrata Manastira.

Otklanjanje negativne ocjene ostvarljivosti parametra KUIU je opredeljenje na realizaciji HE "Andrijevo" sa

kotom normalnog uspora sa ili ispod 265 mm (Varijanta 2).

Postupke za eliminaciju ili ublaženje uticaja MDU parametra kod HE "Prifta" na rijeci Cijevni moguće je predložiti nakon izrade tehničke dokumentacije, bar na nivou osnovnog projekta.

U daljim fazama projektovanja, planirana HE rješenja na pritokama Mrtvici i Maloj Rijeci treba rješavati i u varijantama reverzibilnih i pumpno-akumulacionih (složena rješenja). Naprimjer, u prostoru kanjona Mrtvice treba proučiti lokacije mogućih akumulacija koje će pored sopstvenih voda prihvatati i dio voda Morače i njenih pritoka pomoću pumpnih postrojenja u blizini dosada planiranih akumulacija na glavnom toku Morače. Sličan postupak se odnosi i na Malu Rijeku. Jedan od bitnih uslova da se planirana HE rješenja realizuju kao složena je pozitivna ocjena ostvarljivosti geotehničkog parametra, posebno sa aspekta zahtjevane vododržljivosti akumulacija.

4.3. Rijeka LIM

■ HE rješenja na prirodnom pravcu toka

U smislu eliminisanja negativne ocjene ostvarljivosti ograničavajućeg sociološkog parametra (SU) kod planiranih ključnih HE sa akumulacijama na prirodnom pravcu može se riješiti sa realizacijom 12 HE rješenja tipa kanalskih derivacija na prirodnom pravcu i 7 HE na drugim značajnijim pritokama (varijanta 2). Ublažavanje ograničavajućih parametara HE rješenja na tri glavne pritoke, moguće je riješiti sa HE postrojenjima tipa kanalske derivacije na rijeci Ljubovidi ili sa nižom kotom akumulacije i derivacionim postrojenjem (blisko rješenju po varijanti 1). Slične mjere otklanjanja OGP su u slučaju HE "Lješnica". Ublažavanje ili eliminacija negativne ocjene MDU parametra za HE "Grlja" na Grnčaru treba tražiti kroz više faze projektovanja i istražne radove.

4.4. Rijeka ĆEHOTINA

■ HE rješenja na prirodnom pravcu toka

U sadašnjem vremenskom periodu postajanja negativnih emocija i opravdane «ljutnje» nizvodnih korisnika rijeke Drine zbog sprečavanja izgradnje HE «Buk Bijela» od strane Crne Gore, energetska povoljnost HE «Milovci» kao i povoljnost relativno velike akumulacije u izravnanju voda rijeke Drine u slučaju realizacije HE sistema Tara-Morača, ne bi bila dovoljan argumenat za

otklanjanje negativne ocjene ostvarljivosti MDU parametra.

Iz navedenih razloga, kao i razloga nedovoljne izučenosti HE "Milovci", bar na nivou osnovnog projekta, ublažavanje ili otklanjanje negativne ocjene njene ostvarljivosti po ograničavajućem MDU parametru, moguća je sa alternativnim rješenjima HE "Mekote" po varijanta-1 i HE "Gradac" po obje varijante.

5. SISTEMATIZACIJA MOGUĆIH SLUČAJEVA OSTVARLJIVOSTI PLANIRANIH KLJUČNIH HE RJEŠENJA

Sa aspekta uticaja četiri ograničavajuća parametra na ostvarljivost HE rješenja, sistematizovano je pet slučajeva kombinacija ključnih HE rješenja sadržanih u varijantama 1 i 2 VO CG i prikazanim u tabelama 6, 7, 8, i 9 sa osnovnim energetskim pokazateljima.

Pored razmatranja sistematizacija planiranih HE rješenja VO CG bez uticaja četiri razmatrana ograničavajuća parametra razmatrano je i HE «Kruševo» na rijeci Pivi (tabela 9). Razlog njegove aktualizacije je

u logičnoj pretpostavci, da bi se sa prosječnom godišnjom proizvodnjom električne energije iz tog HE rješenja u iznosu od 321.9GWh moglo nadoknaditi oko 71.3% dijela električne energije (450GWh) koja bi pripala Crnoj Gori iz HE "Buk Bijela"¹ na rijeci Drini. Lokacija HE «Kruševo» je nizvodno od postojeće HE Piva na rijeci Pivi. Energetski profil je oko 1.6 km uzvodno od ušća Pive u Taru sa kotom normalnog uspora 495 mnm. Na nivou osnovnog projekta iz 1973 (*Inženjerski biro «Elektroprojekat», 1973, Ljubljana*) razmatrano HE rješenje je u varijantama sa betonskom gravitacionom i zemljanom branom konstruktivne visine od 68 m odnosno 64 m i hidrauličke visine 58m. U sklopu HE «Kruševo» predviđeno je bagerovanje korita rijeke Pive od deponovanog materijala, nizvodno u dužini od 550m - 1500m u cilu povećanja neto pada od 3.5m do 6 m. Prema sadržaju jednog drugog elaborata (*«HE Piva - povećanja proizvodnje, STUDIJA sniženje nivoa donje vode», Energoprojekt, oktobar 1981 godine*), vrijednosti neto pada ostvarenog bagerovanjem korita u dužini 1300 m nizvodno od HE Piva iznose od 2.63m do 3.92m. Dobijeni neto pad po toj Studiji povećao bi prosječnu godišnju proizvodnje HE Piva za oko 2.28% (20.35 GWh).

Tabela 6. Slučaj1: Sistematizacija moguće ostvarljivosti HE rješenja na prirodnom pravcu glavnih površinskih vodotoka i dvije glavne pritoke rijeke Morače

r	n	var	tp	N _i	E	V _k	KNU
				MW	GWh	10 ⁶ m ³	mnm
LIM	12	2	kanalska derivacija	156	589		
KOMARNICA	1	1, 2	pibransko	160	247	220	818
TARA	3	2	pibranska i derivaciona	166	450	385	od 925 do 1160
MORAČA ⁽⁺⁾	6	2	pibranska	311	779	276	od 81 do 500
MRTVICA ⁽¹⁾	1	2	derivaciona	46	80.2	1.6	800
MALA RIJEKA ⁽¹⁾	2	2	derivaciona i pibranska	130	247.4	66.2	200 do 785
ČEHOTINA	1	1	akumul-derivaciono	23	65.5	85	742
UKUPNO	26			992	2458.1	1033.8	

Legenda: r-naziv rijeke, n-ukupan broj planiranih HE rješenja, var-broj varijante prema VO CG, tp-tip postrojenja, N_i-instalirana snaga, E_{sr}-srednja godišnja energija, V_k-zapremina korisne akumulacije, KNU- kota normalnog uspora

⁽⁺⁾ HE Andrijevo sa KNU 265 mnm eliminiše ograničenje po parametru KUIU, ali može biti sporan parametar EU.

⁽¹⁾ HE rješenja na dvije glavne pritoke: HE «Velje Duboko» na rijeci Mrtvici; HE «Pavličići» i HE «Brskut» na Maloj Rijeci

Tabela 7. Slučaj 2: Sistematizacija moguće ostvarljivosti HE rješenja integralnog korišćenja voda Tare- Morače (bez HE rješenja na glavnim pritokama) sa ključnim objektom HE «Koštatica» i mogućnošću njenog rada kao RHE postrojenje sa četiri mašine

R	n	var	TP	N _i	E	V _k	KNU
				MW	GWh	10 ⁶ m ³	mnm
TARA	3	2	deriv. i akumul.	525	1146	305	od 925 do 1160
MORAČA ⁺	6	2	Pibranske	454	1185	276	od 81 do 500
UKUPNO*	9			979	2331	581	

Legenda: * Bez umanjena uticaja na smanjenje proizvodnje električne energije na nizvodnim HE postrojenjima na rijeci Drini i dalje

⁽⁺⁾ HE Andrijevo sa KNU 265 mnm eliminiše ograničenje po parametru KUIU, ali može biti sporan parametar EU

Napomena: Značenja ostalih skraćenih oznaka u zaglavlju tabele su u svemu prema legendi tabele br.6

Tabela 8. Slučaj 3 : Sistematizacija moguće ostvarljivosti ključnih HE rješenja na prirodnom pravcu vodotoka Lima, Komarnice, Čehotine i HE rješenje integralnog korišćenja voda Tare- Morače sa ključnim objektom HE «Koštanica» (sa mogućnošću rada kao RHE postrojenje sa četiri mašine)

R	n	var	TP	N _i	E	V _k	KNU
				MW	GWh	10 ⁶ m ³	mnm
LIM	12	2	kanalska derivacija	156	589		
KOMARNICA	1	1 i 2	pribranska	160	247	220	818
ČEHOTINA (Gradac)	1	1	akumulaciono-derivac.	23	65.5	85	742
TARA-MORAČA ⁽⁺⁾	9	2	pribranska i akum.der	979	2331	581	od 81 do 1160
UKUPNO*	23			1318	3232.5	886	

Legenda: * bez umanjenja uticaja na smanjenje proizvodnje električne energije na nizvodnim HE postrojenjima na rijeci Drini i dalje
Napomena: Značenja ostalih skraćenih oznaka u zaglavlju tabele su u svemu prema legendi tabele br 6

Tabela 9. Slučaj 4: Sistematizacija moguće ostvarljivosti HE rješenja planiranih na prirodnom pravcu glavnih vodotoka Komarnice, Lima, Čehotine, Morače i HE «Kruševo» na rijeci Pivi bez uticaja četiri razmatrana ograničavajuća parametra

r	n	var	tp	N _i	E	V _k	KNU
				MW	GWh	10 ⁶ m ³	mnm
LIM	12	2	kanalske derivacije	156	589		
KOMARNICA	1	1 i 2	pribranska	160	247	220	818
ČEHOTINA (Gradac)	1	1	derivaciono	23	65.5	85	742
PIVA (HE «KRUŠEVO»)	1	osn.projekat	pribransko	120	321.9	18	495
MORAČA (na prirodnom pravcu toka, HE «Andrijevo» KNU=265mnm)	6	1 i 2	pribranska	311	779	276	od 81 – 500 mnm
UKUPNO	21			770	2002	599	

Napomena: Značenja skraćenih oznaka u zaglavlju tabele su u svemu prema legendi tabele br.6

Tabela 10. Slučaj 5: Sistematizacija moguće ostvarljivosti ključnih HE rješenja na prirodnom pravcu površinskih vodotoka Lima, Komarnice, Čehotine i HE rješenja integralnog korišćenja voda Tare- Morače sa HE «Kruševo» na rijeci Pivi

Red broj	r	n	var	tp	N _i	E	V _k	KNU
					MW	GWh	10 ⁶ m ³	mnm
1								
2	LIM	12	2	kanalske derivacije	156	589		
3	KOMARNICA	1	1 i 2	pribranska	160	247	220	818
4	ČEHOTINA (Gradac)	1	1	derivaciono	23	65.5	85	742
5	TARA-MORAČA ⁽⁺⁾	9	2	pribransko	979	2331	581	od 81 do 1160
6	PIVA (KRUŠEVO)*	1	osn.proj.	kanalske derivacije	120	321.9	18	495
7	UKUPNO*	24			1438	3554.4	886	

Napomena: Značenja ostalih skraćenih oznaka u zaglavlju tabele su u svemu prema legendi tabele br.6

6. LINIJE PROSJEČNE GODIŠNJE ENERGIJE ZA RAZMATRANE SLUČAJEVE SISTEMATIZACIJE OSTVARLJIVOSTI HE RJEŠENJA

Na osnovu predhodne analize u tabeli 11 sumarno su prikazani razmatrani slučajevi sistematizacije moguće ostvarljivosti ključnih HE rješenja sa aspekta zadovoljenja četiri ograničavajuća parametra. a na slici 6., prikazane su linije prosječne godišnje proizvodnje (E) za pet razmatranih slučajeva sistematizacije

ostvarljivosti HE rješenja u odnosu na dijagram preostalog tehnički iskoristivog hidroenergetskog potencijala glavnijih površinskih vodotoka Crne Gore (E_{ti}).

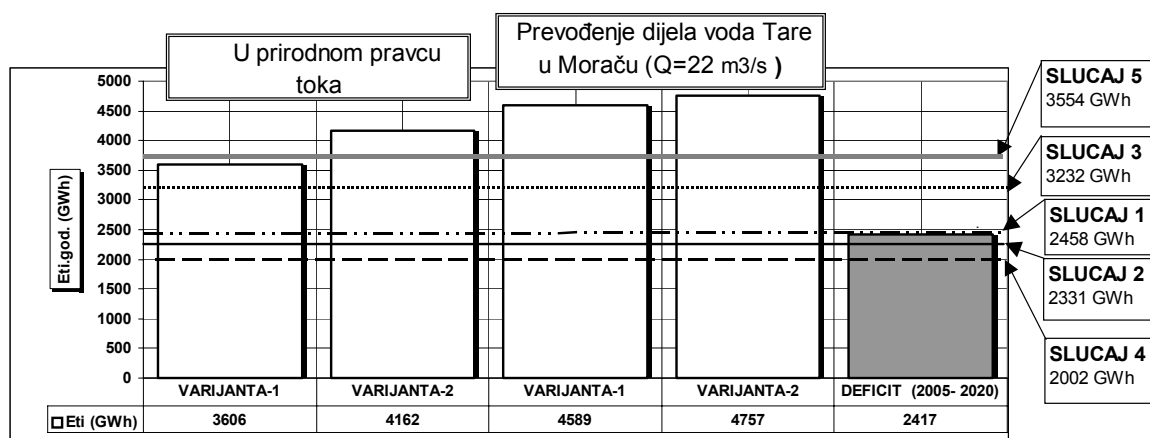
Na istom dijagramu prikazan je i položaj linija energije u odnosu na prognozirani deficit električne energije Crne Gore za period 2005-2020 u iznosu od 2417 GWh/god koji je u odnosu na deficit električne energije od 1617 GWh iz 2005 godine veći za 1.49 puta (slika 7).

Sa aspekta planiranog deficita do, analiziran je i stepen njegove pokrivenosti za razmatranih pet slučajeva moguće sistematizacije ostvarljivosti planiranih HE i

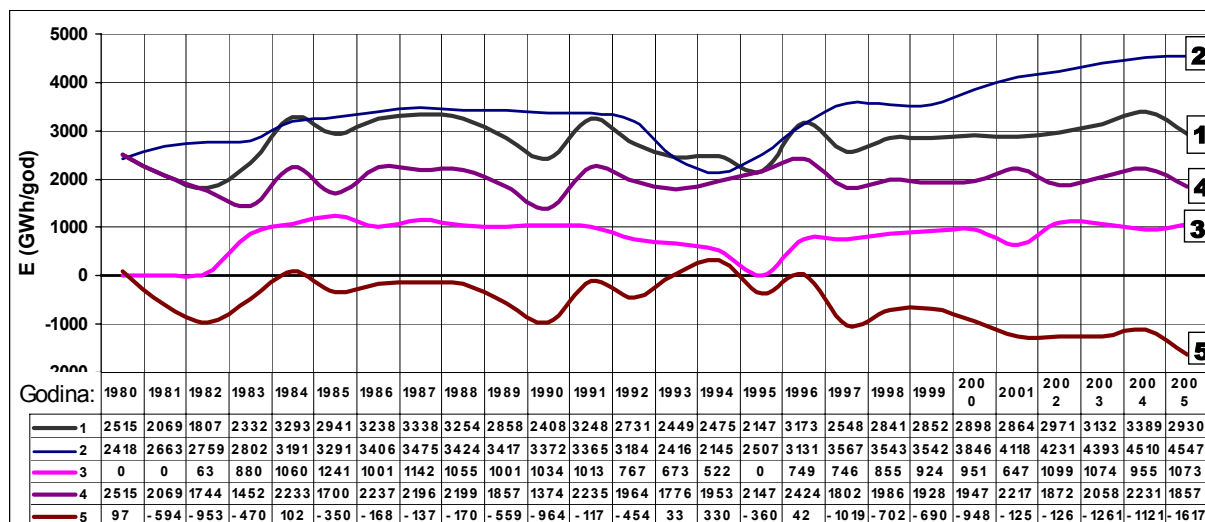
HE «Kruševo». Prema slici 8, samo u slučajevima 1 i 4 ne pokriva se prognozirani deficit, kod ostalih slučajeva isti se premašuje ili je njemu blizak (slučaj 2).

Tabela 11. Sumarni karakteristični pokazatelji mogućih sistematizacija ključnih HE rješenja

Oznaka sistematizacije	var	n	N_i	(E)	V_k
			MW	GWh	10^6 m^3
SLUČAJ 1	2,1	26	992	2458	1038.8
SLUČAJ 2	2,1	9	979	2331	581
SLUČAJ 3	2,1	23	1318	3232.5	886
SLUČAJ 4	2,1	21	770	2002	599
SLUČAJ 5	2,1	24	1438	3554.4	886

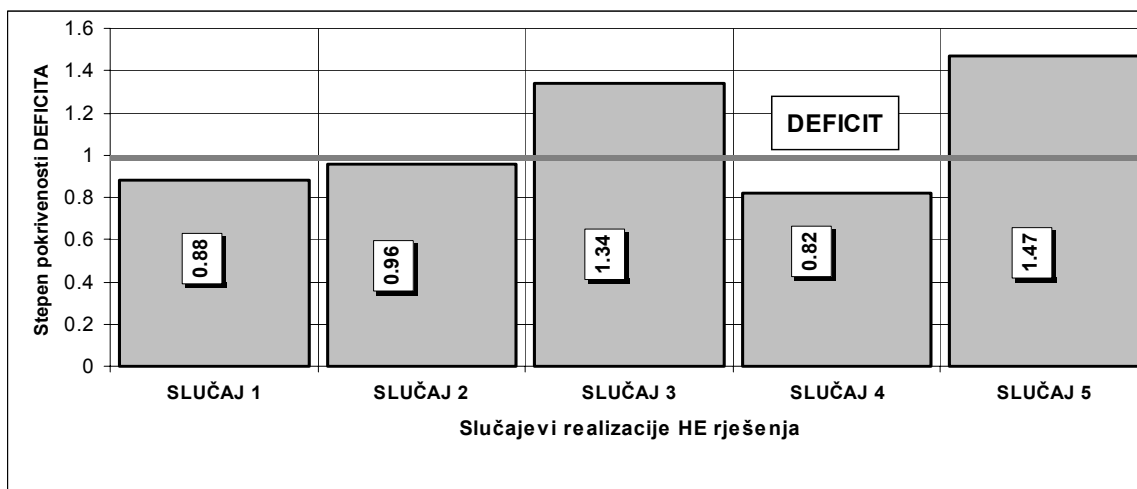


Slika 6. Položaj linija prosječne godišnje proizvodnje (E) za razmatrane slučajeve sistematizacije ostvarljivosti planiranih HE rješenja u odnosu na sumarni dijagram preostalog tehnički iskoristivog potencijala (E_{ti}) i planirani deficit električne energije Crne Gore do 2020



Legenda 1- Godišnja proizvodnja energije iz sopstvenih izvora (TE«Pljevlja»+ postojeće HE); 2-Godišnja potrošnja energije; 3-Godišnja proizvodnja energije iz TE Pljevlja; 4-Godišnja proizvodnja energije iz postojećih HE; 5-Deficit energije

Slika 7. Uporedni dijagram godišnje proizvodnje električne energije iz postojećih HE i termoelektrane «Pljevlja» i ukupne godišnje potrošnje električne energije u Crnoj Gori za period 1980-2005



Slika 8. Dijagram stepena pokrivenosti DEFICITA električne energije za razmatrane slučajeve mogućih ostvarljivosti planiranih HE rješenja

7. ZAVRŠNA RAZMATRANJA

Sa aspekta uticaja četiri ograničavajuća parametra matrične strukture (4) na ostvarljivost razmatranih HE rješenja, posebno se ističe:

- Neostvarljivost realizacije HE «Koštanica» kao najznačajnijeg hidroenergetskog postrojenja u Crnoj Gori zbog negativne ocjene dva ograničavajuća parametra (MDU, EU) može se prevazići kroz doprojektovanje klasične koncepcije tehničkog rješenja u tip reverzibilnog postrojenja. Na slikama 9 i 10 dati su shematski prikazi situacije i poduznog profila integralnog korišćenja voda sa RHE «Koštanica» kao ključnim HE objektom na prikazanoj energetske deonici (sumarni energetske podaci sadržani su u tabeli 10 pod rednim brojem 5).
- Sa aspekta pokrivenosti dijagrama preostalog tehnički iskoristivog HE potencijala, najbolja pokrivenost je kod slučajeva 5 i 3 (Slika 5). Sistematizacija ostvarljivosti 24 HE rješenja prema slučaju 5 (tabela 10) obuhvatila je HE rješenja po obje varijante VO CG i prema dokumentaciji u vidu izdvojenog separata: «*Novo rješenje hidroenergetskog korišćenja voda Tare i Morače*» Institut za vodoprivredu, «Jaroslav Černi», Beograd, novembar, 1999 godine.
- Neostvarljivost realizacije HE «Andrijevo» sa čeonom akumulacijom normalnog uspora na koti 285 mnm (varijanta 1) zbog negativne ocjene dva

ograničavajućih parametara: KUIU kao dominantnog i EU kao mogućeg, može se prevazići realizacijom HE «Andrijevo» sa akumulacijom normalnog uspora na koti do 265 mnm (VO CG, varijanta 2). U tom slučaju, gubitak akumulacionog prostora u odnosu na kotu 285 mnm koja egzistira u varijanti 1, nadoknađuje se sa uzvodnim akumulacijama «Dubravica» i «Grlo». Nizvodna HE postrojenja su u svemu kao u varijanti 1.

- Sistematizacija 21 HE rješenja koja nijesu pod uticajem bilo kojeg od četiri razmatrana ograničavajuća parametra (slučaj 4) imaju najbolje mogućnosti, a time i prioritet izgradnje. Imajući u vidu tehnološki napredak u tipizaciji opreme rječnih kanalskih derivacija, rijeka Lima sa 12 kaskada na glavnom pravcu toka dobija mjesto prioriteta u redosljedu realizacije predmetnih HE rješenja. Manjak pokrivenosti planiranog deficita električne energije od 18 % po ovom slučaju sistematizacije, moguće je nadoknaditi sa izgradnjom određenog broja malih hidroelektrana na pritokama. Pri čemu je nužno voditi računa, da se sa lokacijama malih hidroelektrana ne smiju zauzimati planirani energetske profili srednjih i velikih HE postrojenja.
- Analizirani «slučajevi» ostvarljivosti planiranih HE rješenja su bez uključivanja HE sa najvećim akumulacijama na rijeci Tari «Tepca» ili «Ljutica» i «Milovci» na rijeci Čehotini. Glavni ograničavajući EU parametar za HE «Tepca» u sadašnjem trenutku nije moguće otkloniti. Što se tiče HE «Ljutice»

postupak otklanjanja ograničavajućih EU parametara sa primjenom selektivnog vodozahvata (B.Đorđević) je prihvatljiv. Međutim, sve dok se ne izuči stepen ograničavajućeg SU parametra, to HE rješenje ostaje sporno. Takođe, planirana, relativno velika akumulacija HE «Milovci» na rijeci Čehotini zbog ograničavajućeg MDU parametra na sadašnjem nivou tehničke i energetske izučenosti ne daje dovoljno argumentacije o ostvarljivosti HE rješenja.

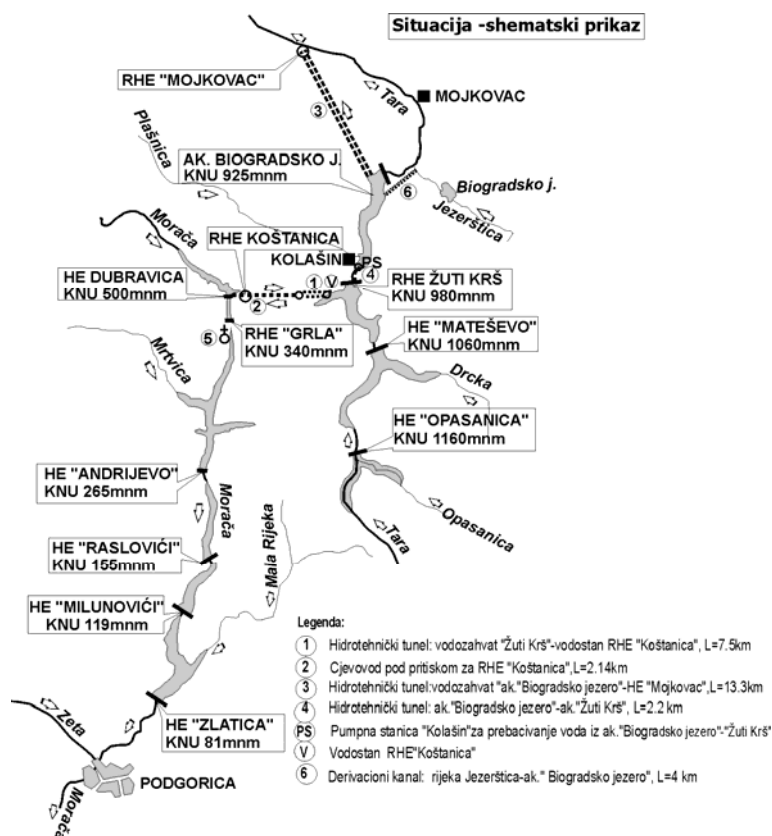
8. ZAKLJUČAK

Ako se pođe od činjenica, da je energija vodnih snaga jedan od najčistijih obnovljivih izvora energije i da je «energetska glad» čovječanstva na granicama izdržljivosti, onda je logično očekivati, da će se analizirani ograničavajući parametri posebno ekološki, u narednom periodu uspješnije rješavati. To znači, da treba očekivati kompromise koji će rezultirati realizaciju bar jednog od ključnih planiranih HE rješenja u Crnoj Gori. Najnoviji ograničavajući dokumenat «Deklaracija

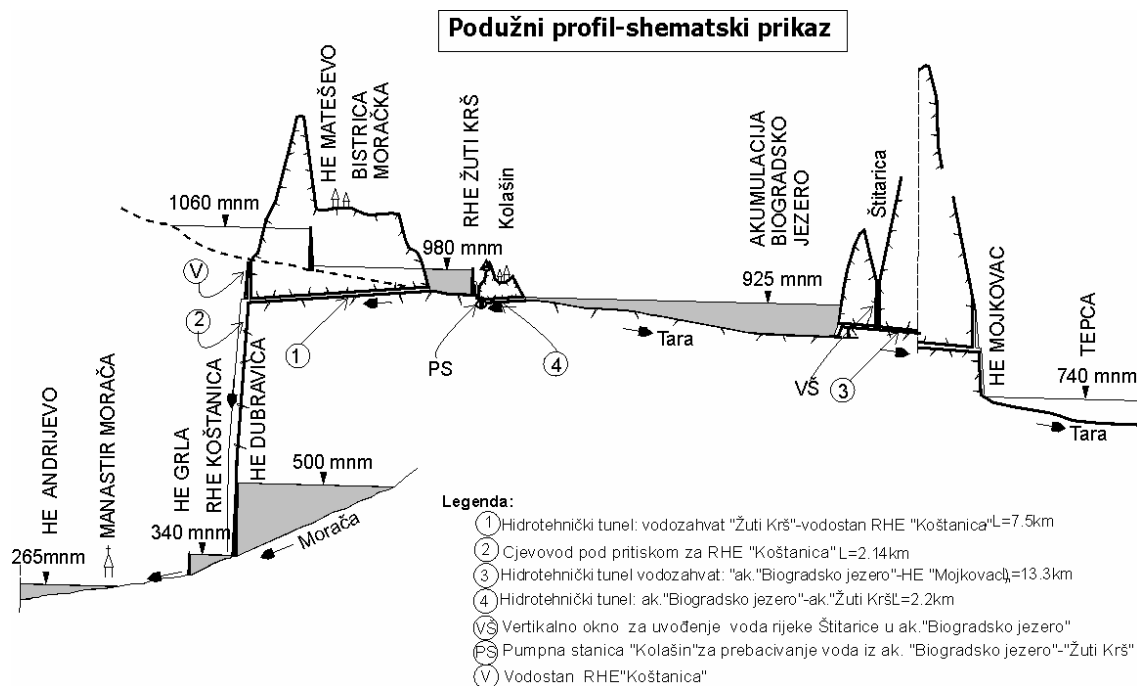
o zaštiti Tare» u suprotnosti je sa predhodnim optimizmom. Međutim, bilo koji pisani dokumenat nema premoć nad jednim od osnovnih životnih postulata: *energija je izvor života i obrnuto*.

Rezultati analize upućuju na obezbeđenje uslova za ostvarljivost planiranih HE rješenja sa sledećim karakteristikama:

HE rješenja koja su bez uticaja četiri ograničavajuća parametar (slučaj 4), HE rješenja u sklopu integralnog korišćenju voda, HE rješenja sa velikim akumulacionim prostorima sa sezonskim regulisanjem proticaja (zbog ekonomske dobiti kod plasmana vršne energije u odnosu na baznu energiju), kaskada rječnih kanalskih derivacija (rijeka Lim), reverzibilnih (RHE) i pumpno-akumulacionih (PAP) HE postrojenja kao i HE rješenja malih hidroelektrana na vodotocima nižeg hidrografskog reda koja nijesu u oprečnosti sa rezervisanim prostorima planiranih srednjih i velikih HE rješenja.



Slika 9. Shematski prikaz situacije energetskih profila HE rješenja integralnog korišćenja voda Tare- Morače (energetska dionica: Biogradsko jezero-Žuti Krš-RHE Koštanica- Dubravica-Grla- Andrijevo KNU=265 mnm, prema varijanti 2, VOCCG)



Slika 10. Shematski podužni profil HE rješenja integralnog korišćenja voda Tare- Morače (energetska dionica: Biogradsko jezero-Žuti Krš-RHE Koštanica- Dubravica-Grla- Andrijevo KNU=265 mmm, prema varijanti 2, VO CG)

Svako dalje prolongiranje odluke o korišćenju preostalog tehnički iskoristivog hidroenergetskog potencijala može dovesti do stanja njegovog obezvređivanja zbog zauzimanja akumulacionih prostora sa infrastrukturnim objektima. Sa druge strane, treba iskoristiti činjenicu, da energetska situacija u svijetu sve više pogoduje korišćenju vodnih snaga u odnosu na druge neobnovljive i obnovljive izvore energije. Naime, došlo je do pozitivnih promjena u odnosu na značaj, ulogu i mjesto HE postrojenja u mješovitom EE sistemu. Tako izmijenjeni odnos i prednosti HE rješenja u odnosu na druga energetska rješenja manifestuju se u sledećem: izražena fleksibilnost HE postrojenja kod pokrivanju stanja vršne energije, obezbeđenje potrebne rezervne snage za pouzdan rad mješovitih EE sistema, zbog porasta cijene fosilnih goriva na svejskom tržištu, zbog otpora ekologije izgradnji novih nuklearnih postrojenja, zbog tehnološkog napretka u izradi opreme (razvoj turbina za rad na malim padovima) i tipizacija HE postrojenja kaskada rječnih kanalskih derivacija što poboljšava ekonomski efekat izgradnje i dr.

Na osnovu predhodnog, može se konstatovati da je preostali tehnički iskoristivi hidroenergetski potencijal Crne Gore poprimio tretman ekonomski iskoristivog hidroenergetskog potencijala.

LITERATURA

- [1] Vodoprivredna osnova Crne Gore, Beograd, 2001
- [2] Smjernice razvoja i izgradnje malih hidroelektrana u Crnoj Gori, Elektroprivreda Crne Gore, Nikšić, 2001
- [3] Branislav Đorđević: Vodoprivreda, Tehničar br.6, "Građevinska knjiga", Beograd, 1997
- [4] Branislav Đorđević: Hidroenergetska postrojenja, Tehničar 6, "Građevinska knjiga", Beograd, 1997
- [5] Ratomir Živaljević: Osnovi hidrotehnike, Univerzitet Crne Gore, Podgorica, 2000
- [6] Substudija «Energetika» za izradu Prostornog plana Crne Gore, Podgorica, 2005
- [7] Tehnička dokumentacija Elektroprivrede Crne Gore, Nikšić

- [8] Novo rješenje hidroenergetskog korišćenja voda Tare i Morače, Institut za vodoprivredu, «JAROSLAV ČERNI», Beograd, novembar, 1999
- [9] HE «Kruševo» Osnovni projekat, inženjerski biro «Elektroprojekat», 1973, Ljubljana
- [10] HE «Piva»- povećanja proizvodnje, STUDIJA sniženje nivoa donje vode, «Energoprojekat», oktobar 1981
- [11] Supervizija knjige D : Strategija razvoja energetike RCG do 20025 godine, Izvještaj: 04 od 20 februara 2006, Crnogorska akademija nauka i umjetnosti, Podgorica

PROVISION OF REQUIREMENTS FOR EXPLOITATION OF THE REMAINING
TECHNICALLY FEASIBLE HYDROPOWER POTENTIAL OF MAJOR SURFACE
WATERFLOWS IN MONTENEGRO - POSSIBILITIES AND LIMITATIONS.

by

Prof.dr Ratomir ŽIVALJEVIĆ

Faculty of Civil Engineering of University of Montenegro in Podgorica

Summary

The starting points of this study are based on two key facts: magnitude of the available hydropower potential of surface water flows in Montenegro, and low level of its exploitation (17%). In the light of the aforesaid, consideration was given to the possibilities and limitations of the exploitation of the remaining technically feasible hydropower potential for key hydropower concepts, defined in the Water Management Master Plan of Montenegro, 2001 (WMMP) and the development program documents of the Electric Power Industry of Montenegro. The hydropower plant "Kruševo" on Piva River stands for an exception and is not included in these strategic documents. Separate analyses have been conducted for each of the four most important limiting factors with regards to the realization of the projected hydropower plants concepts, these being environmental, cultural-historic, interstate and sociologic parameters. Special emphasis has been placed on the environmental

parameter influencing feasibility of the projected hydropower plants concepts in the canyon of Tara and Moraca Rivers. The study outlines possible activities towards elimination of the restriction parameters. Resulting views are represented through systematisation of five possible combinations of the key hydropower plants proposed in Option 1 and Option 2 of WMMP. Results of this study may contribute to further activities on decision-making as regards to the construction of new hydropower plants in Montenegro.

Key words: hydropower plant concept, remaining technically feasible hydropower potential (E_{ti}), water management master plan of Montenegro (WMMP), restriction parameters, matrix structure, exploitation requirements, environmental, interstate, cultural-historic, sociologic, systematisation, options, cases, accumulation

Redigovano 01.08.2006.