

ЦРНОГОРСКА АКАДЕМИЈА НАУКА И УМЈЕТНОСТИ
ГЛАСНИК ОДЈЕЉЕЊА ПРИРОДНИХ НАУКА, 6, 1988.

ЧЕРНОГОРСКАЈА АКАДЕМИЈА НАУК И ИСКУССТВ
ГЛАСНИК ОДДЕЛЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК, 6, 1988.

THE MONTENEGRIN ACADEMY OF SCIENCES AND ARTS
GLASNIK OF THE SECTION OF NATURAL SCIENCES, 6, 1988.

UDK 621.311.21.000.55

Vladislav VLAHOVIĆ*

INŽINJERSKO-GEOLOŠKE MOGUĆNOSTI ZAŠTITE KANJONA TARE POMOĆU IZGRADNJE MAKSI I MINI HIDROELEKTRANA

**ENGINEERS GEOLOGICAL POSSIBILITIES OF BUILDING
MAXI AND MINI HIDRO POWER-STATIONS OWING TO
PROTECT THE CANYON TARA**

IZVOD

U radu se analiziraju inženjersko geološke mogućnosti izgradnje maks i mini elektrana u kanjonu Tare radi njegove zaštite od potapanja, kao i mogućnost njegovog iskorišćavanja u turističke i elektroprivredne svrhe.

SYNOPSIS

The work discusses about engineers geological possibilities of building maxi and mini power stations in the canyon Tara owing to protect from flood, and than about possibilities the canyon which would use for tourists and electrical-bu siness (economic) this purpose.

UVOD

Rijeka Tara protiče kroz krečnjački kanjon jednom polovinom od svoje dužine. Kroz njega teče plahovito i odnosi nepovratno velike količine neiskorišćene energije. S obzirom da postoje povoljni prirodni uslovi u ovom kanjonu za izgradnju vodnih akumulacija, to se i javila misao kako kanjon Tare da se sačuva takav kakvoga ga je priroda stvorila i kako vode Tare u njemu da se ukrote radi proizvodnje električne energije.

* Akademik Vladislav Vlahović, redovni član Crnogorske akademije nauka i umjetnosti, Titograd.

Da bismo ovaj problem što pravilnije shvatili, potrebno se prethodno upoznati sa rijekom Tarom, sa geologijom njenog kanjona i sa dosadašnjim studijama o eksploataciji voda kanjona Tare u energetske svrhe, kao i sa inženjersko-geološkim mogućnostima zaštite kanjona Tare pomoću izgradnje maks i mini hidroelektrana, i, najzad, sa značajem izgradnje maks i mini elektrana u kanjonu Tare.

TARA

Rijeka Tara formira se od rječica Veruše i Opasaonice, koje se sastaju kod Hana Garančića na nadmorskoj visini 1.095 m. Teče prema sjeveru u pravcu Kolašina, a od Mojkovca prema sjeverozapadu, i sastaje se sa Pivom kod Ščepan-Polja na nadmorskoj visini 433 m. Njen pad iznosi 662 m a dužina toka 137 km. Na svaki kilometar dužine pad joj iznosi 4,83 m, pa je zbog relativno velikog pada i bogatstva vode brza planinska rijeka.

Ona ulazi u čuveni kanjon kod ušća rijeke Bistrice ili na 79 km. od sastava sa Pivom. Teče kroz kanjon do iza Đemske Luke. Usputno u kanjonu prima veći broj pritoka. Najjače pritoke sa desne strane su: Vaškovska, Selačka i Draga. Od njih je najjača ova posljednja. Sa lijeve strane najjača je pritoka Sušica. Ona se uliva u blizini izlaza Tare iz kanjona na 23,2 km od sastava Tare i Pive.

GEOLOGIJA

Rijeka Tara ima veliko slivno područje (oko 1.899 km²). Po Z. Bešiću (1969, str. 108 i 1980, str. 178, 203, 235, 247 i 272) ovo područje je u gornjem dijelu sliva (uzvodno od Poljske Bistrice) izgrađeno je od stijena koje pripadaju paleozoiku, verfenu, dijabaz rožnoj formaciji i gornjokrednom flišu. Te su stijene u osnovi predstavljene škriljcima, laporcima, pješčarima, konglomeratima i laporovitim krečnjacima. U toj složenoj masi stijena preovlađuju škriljci i laporci, koji se pod djelovanjem spoljnih agenasa brzo raspadaju i taj raspadnuti sloj pogoduje za formiranje biljnog pokrivača. Zato je ovaj dio sliva sav u zelenilu.

Od ušća Poljske Bistrice rijeka Tara ulazi u kanjon koji je pretežno izgrađen od krečnjaka i dolomita srednjeg i gornjeg trijasa i gornje jure. Glavnu masu čine krečnjaci. U ovom krečnjačkom kanjonu ispoljena su dva manja proširenja u mekim stijenama i to tamo gdje se nalaze ispod srednje trijaskih krečnjaka verfenski škriljci, pješčari, laporci, laporoviti krečnjaci i šupljikavi dolomiti. To je prostor kod Đurđevića Tare i Lever-Tare i seoski prostor Tepaca.

U selu Tepcima verfenski škriljci normalno podilaze pod krečnjake na desnoj strani Tare i na suprotnoj strani pod krečnjake

Velikog i Malog Štuoca. U zapadnom dijelu ovog sela, u lokalnosti Lica, verfenske škriljce probile su manje eruptivne žice.

Na potezu Đurđevića Tara i Lever-Tara preko verfenskih slojeva leže takođe normalno krečnjaci srednjeg i gornjeg trijasa.

Nizvodno od Đemske Luke pa do sastava Tare i Pive, Tara teče proširenom dolinom koja je izgrađena od mekih stijena i to verfenskih škriljaca, pješčara i laporaca. Ove slojeve mjestimično su probile moćne mase eruptivnih stijena. Pri samom sastavu Tare sa Pivom ima pojave paleozojskih škriljaca.

U kanjonu Tare ispoljene su na više mjesta manje lokalnosti eruptivnih stijena. Takve lokalnosti nalaze se u koritu Tare od ušća Bistrice do ušća Vaškovskog potoka. Jedna veća lokalnost ovih stijena obuhvata prostor Kućišta i dio Džambasanskih greda.

KANJON TARE

Najdubljim i najljepšim kanjonom na svijetu, poslije Kolorada, smatra se kanjon Tare, zbog čega ga nazivaju evropskim Koloradom. Strane su mu strmi krečnjački odsjeci, ponegdje skoro vertikalni a, uz to, i nepristupačni.

Na njegovoj desnoj strani šire se planinski prostori: Tarske stijene, Lisac i Obzir, a na lijevoj Sinjajevina i Durmitor. Na tim prostorima pojedini vrhovi prelaze nadmorsku visinu 2.000 m. Najveći vrh na Durmitoru jeste Bobotov kuk (2.522 m), a na suprotnoj strani na Obziru najveći vrh ima 1.869 m. Prosječna dubina kanjona na pravcu Bobotov kuk — Obzir iznosi 1.725 m. Na tom je dijelu kanjon i najdublji, a to je sektor između ušća Sušice i Tepaca, gdje mu dubina prelazi 1.000 m. Uzvodno od Tepaca kanjon je nešto plići, ali mu je opet dubina imponantna, oko 1.000 m.

Ovako duboki kanjon Tara je usjekla zahvaljujući velikoj količini vode koja se sakuplja sa prostranog sliva, uzvodno od sela Poljske Bistrice, izgrađenog od praktično vodonepropusnih stijena. Ta količina vode i veliki pad u kanjonu omogućili su da rijeka Tara raspolaže velikom erozionom snagom. Ta snaga je bila u geološkoj prošlosti nekad veća a nekad manja, zavisno od klimatskih prilika, ali vremenski veoma dugi period, vjerovatno od oligocena, omogućio je toj snazi da izdubi tako gorostasni kanjon.

Iako je ovaj kanjon pretežno izgrađen od krečnjaka, Tara u njemu ne ponire, jer se njena erozija nalazila u neprekidnom rivalstvu sa kraškom, pa je do sad uspijevala da ide ispred kraške erozije. Zbog toga se kraška vrela javljaju iznad ili u nivou rijeke Tare.

U kanjonu Tare nalaze se jaka kraška vrela koja sa lijeve i desne strane dreniraju djelove planinskih prostora. Od tih vrela na desnoj obali najbogatija su vodom: Vaškovska vrela (ispod sela Vaškova), Mlinska vrela (ispod sela Orašca), Bijele vode (nizvodno od ušća Leverske rijeke za 1.250 m), Crna vrela (kod ušća potoka

Suvodo), Ograđenski mlini (nizvodno od ušća Drage za 3,7 km) i Sige Bajlovića (ispod Kruškovog rta). Sa lijeve strane najjača su vrela: Ljutica (uzvodno od mosta na Đurđevića Tari, oko 2 kilometra), Tepačka vrela (u selu Tepcima), Bijela vrela (pri ulazu Tare iz Tepaca u kanjon, pod Velikom kosom) i Sušačka vrela, od kojih se formira Sušica u donjem toku.

Kako su ova vrela jaka, ona vodu dobijaju sa relativno velike udaljenosti pa im je i slivna površina prostrana. Po Z. Bešiću (1969, str. 287) vrelo Bijele vode povezano je sa vodama rječice kojom otiče Crno jezero, a te vode poniru kod Žabljaka. Udaljenost je tih ponora od vrela pravom linijom 8 km. Ta dužina, i to što se ta voda javlja na suprotnoj obali Tare, za kras nije neobično. Ova veza je utvrđena bojenjem vode u ponorima.

Kanjon Tare počinje od ušća Poljske Bistrice i prostire se u dužini od 67 km. Upravo, dopire do Đemske Luke. Koristi se za splavarenje najdublji, najneprohodniji i najljepši dio kanjona na relaciji od ušća Mesnog potoka (uzvodno od mosta na Đurđevića Tari) pa do Đemske Luke u dužini od 46 km, ili od njegove ukupne dužine koristi se za splavarenja 68,65%.

Splavom se prolazi ispod najvećeg luka čuvenog mosta na Đurđevića Tari visokog iznad rijeke 163 m. i dalje se ide niz kanjon do Tepaca. On je na tom dijelu pretežno obrastao šumom. Od sela Tepaca ulazi se u najimpresivniji dio kanjona, poznatom po snažnom razbijenom kraškom izvorištu Bijelih vrela ispod Velike kose, Tarskim vratima, najužim dijelom kanjona na lokalnosti Velika kosa — Čardaci, Sige Bajlovića i ušće Sušice. I ovaj dio kanjona obrastao je šumom u kojoj se mogu zapaziti divokoze.

U ovom kanjonu oticanje Tare prati se preko četiri vodomjerne stanice od kojih su tri opremljene limnigrafom. To su vodomjerne stanice na Šćepan-Polju, Đurđevića Tari i Bistrici, uzvodno od ušća Poljske Bistrice u Taru. Vodomjerna stanica u Tepcima ima samo vodomjer. Najstarija je ona na Šćepan-Polju, osnovana 1924. godine. Na tim stanicama proticaji su vode određeni (u dosadašnjim projektima) za period od 1926. do 1965. godine. Za to razdoblje prosječni proticaji iznose: Šćepan-Polje 80,3, Tepca 70,2, Đurđevića Tara 59,4 i Bistrica 38,0 m³/sec.

Kanjon Tare nije samo impresivan po svojoj dubini i raznolikosti ambijenta nego i po tome što je povezan sa pet dubokih kanjona Sušice, Drage, Leverske rijeke, Selačke i Vaškovske rijeke. Ti su kanjoni koncentrisani na relativno malom prostoru prečnika 37 km. pa i po tome kanjon Tare predstavlja prirodnu rijetkost mase zemlje.

Dosadašnje studije o mogućnosti eksploatacije voda kanjona Tare u energetske svrhe

Prvi radovi za izradu projekata o energetskom iskorišćavanju voda kanjona Tare u pravcu prirodnog toka počeli su 1956. a završeni 1961. godine (»Osnovni projekat sliva Drine — rijeka Tara« i »Tara — osnovni energetski projekat«). Ovim projektima predviđeno je da se u kanjonu Tare izgrade HE »Vaškovo« i HE »Tepca«. Prva bi se nalazila u blizini ušća Vaškovskog potoka (66,7 km od ušća Tare), a drugu u selu Tepcima na 33 km od sastava Tare i Pive.

Odlukom o izgradnji Hidroelektrane »Piva« došlo se do nove koncepcije o izgradnji elektrana u kanjonu Tare. Već 1967. godine počela je izrada projekta »Korišćenje voda Tare, Pive, Lima, Drine, Morače i Zete — Osnovni projekat«. Projekat je završen 1970. godine i donio je za kanjon Tare izmjene u tome što je predvidio da se umjesto HE »Tepca« izgradi HE »Bijeli brijeg« sa znatno većom proizvodnjom i korisnom akumulacijom uz istu namorsku visinu jezera. Tim projektom predloženo je da se u ovom kanjonu izgrade elektrane »Vaškovo« i »Bijeli brijeg« sa ovim karakteristikama:

	HE »Vaškovo«	HE »Bijeli brijeg«
Kota normalnog uspona	795 mnv.	660 mnv.
Kota donje vode	600 mn.	503,7 mnv.
Srednji godišnji proticaj	51,7 m ³ /sec.	75,8 m ³ /sec.
Instalisana snaga	187 MW	274 MW
Srednja godišnja proizvodnja	468,7 GWh	758,0 GWh
Korisna zapremina bazena	371 hm ³	675 hm ³

Ukoliko bi se izgradile elektrane »Vaškovo« i »Bijeli brijeg«, proizvodile bi veliku količinu kvalitetne električne energije koja bi ukupno iznosila prosječno 1.226,7 miliona kilovat-časova KWh električne energije godišnje i imala ukupnu korisnu akumulaciju od 1.045 miliona m³ vode. Međutim, njihova izgradnja izazvala bi izuzetno velike teškoće: potapanje cijelog kanjona Tare i njene doline, sve do Mojkovca. Zatim, potapanje kolskog puta Đurđevića Tara — Mojkovac, u dužini od 25 km. potapanje Kolašinskih Polja i bazena za otpadne vode flotacije Rudnika »Brskovo«, kao i raseljavanje velikog broja stanovnika iz sela pored Tare do Mojkovca.

U toku 1971. godine završen je idejni projekat za HE »Bijeli brijeg«, zatim, 1976. »Dopunska investiciono-tehnička dokumentacija o uređenju sliva Drine, Tare, Pive, Lima i Morače« i 1981. »Vodoprivredna osnova Crnomorskog sliva SR Crne Gore«. Ti projekti i studije uvažili su HE »Vaškovo« i HE »Bijeli brijeg«, pa u vezi s njima nije učinjena nikakva izmjena položaja njihovih akumulacionih bazena.

Inžinjersko-geološke mogućnosti zaštite kanjona Tare pomoću izgradnje maks i mini hidroelektrana

Kanjon Tare kao prirodna rijetkost naše zemlje i svijeta ušao je u sastav Nacionalnog parka »Durmitor«. Od tada je interesovanje da se sačuva taj dar prirode sve veće.

Vijest da je prihvaćena koncepcija izgradnje elektrana u slivu Drine i Morače pravcem prirodnog toka, i da će se kanjon Tare potopiti izgradnjom HE »Bijeli brijeg«, pokrenula me je na razmišljanje i izučavanje mogućnosti kako da se sačuva najatraktivniji i najdublji dio kanjona Tare. Zatim, kako izbjeći potapanje Kolašinskih polja izgradnjom HE »Vaškovo«, koje bi bilo približno ravno potapanju Kolašina. I kako izgraditi elektrane u kanjonu Tare da po proizvodnji budu približne projektovanim elektranama (»Vaškovo« i »Bijeli brijeg«).

Ideja o izgradnji HE »Vaškovo« i HE »Bijeli brijeg« postoji već tri decenije. Ona je bila dugo prisutna u našim mislima kao najbolje energetske rješenje o iskorišćavanju voda u kanjonu Tare. S obzirom na tu okolnost i na obimnost projektne dokumentacije izrađene od najvećih projektantskih timova naše zemlje i verificovane od mjerodavnih stručnih foruma, reklo bi se da je ta koncepcija nezamjenjiva i da se druge mogućnosti ne bi mogle ostvariti.

Izučavajući ovu problematiku, došao sam do zaključka da su inžinjersko-geološki uslovi u kanjonu Tare povoljni, pa se postavljeni ciljevi mogu ostvariti izgradnjom jedne od maks i elektrana u kombinaciji sa mini elektranama, ili pak samo mini elektranama. Ta maks i elektrana mogla bi se izgraditi uzvodno od Bijelog brijega na prostoru Čardaka, Tepaca i Ljutice.

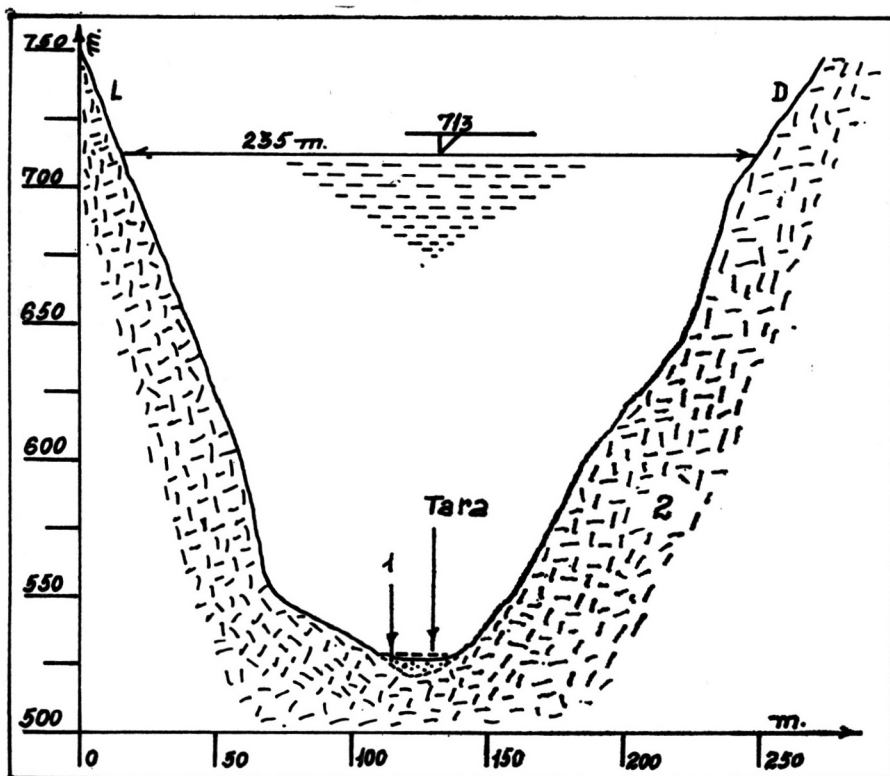
HE »Čardaci«. Elektrana »Čardaci« nalazila bi se na 28,5 km uzvodno od ušća Tare. Upravo, nalazila bi se na najužem dijelu kanjona Tare zvanom Tarska vrata. To je prostor gdje je ovaj kanjon razvio Veliku Kosu od Čardaka.

Taj prostor je izgrađen od čvrstih, masivnih, slojevitih i bankovitih krečnjaka srednjeg i gornjeg trijasa. Na njemu bi se mogla podići brana relativno velike visine, jer bi profil za nju bio uzan i simetričan (vidi sl. 1). Geologija ovog terena, njegovi geomorfološki činioci, ukazuju da su inžinjersko-geološki uslovi povoljni za izgradnju visoke brane bilo kojega tipa, od lučnobetonske do nasute. Ovo je najpovoljniji profil na Tari pa i na rijekama Crne Gore. Zbog toga je ova lokalnost primamljiva da se na njoj izgradi visoka brana do 240 metara sa džinovskom pribranskom elektranom najvećom te vrste u našoj zemlji.

Ako bi branu »Čardaci« podigli toliko da joj kubatura bude približna kubaturi projektovane brane »Bijeli brijeg«, iza njenih leđa formiralo bi se jezero do nadmorske visine 713 m, pa bi njegova korisna zapremina iznosila 1.045 miliona m³ vode, koliko čini ukupno projektovana korisna akumulacija »Bijelog brijega« i »Vaš-

kova«. Taba bi jezero »Čardaci« imalo ukupnu zapreminu od 1.145 miliona m^3 vode i, dopirući do Crnih poda, bilo dugačko 49 km.

Ovo jezero ne bi topilo naselja, ali bi se njime potopilo 13,4 km puta Đurđevića Tara — Mojkovac. Ono bi se nalazilo na terenu



Sl. 1. Podužni geološki profil za branu »Čardaci«
L — lijeva obala; D — desna obala; 1 — kvartarni nanos;
2 — masivni krečnjaci srednjeg i gornjeg trijasa

Fig. 1. Longitudinal geological section through flood-gate »Čardaci«
L — left bank; D — right bank; — Quaternary's sediments;
2 — massive limestones of middle and upper trias

kod kojega su hidrogeološke karakteristike takve da se pomoću brane i njene injekcione zavjese ujezerena voda može čuvati i u najsušnije doba godine.

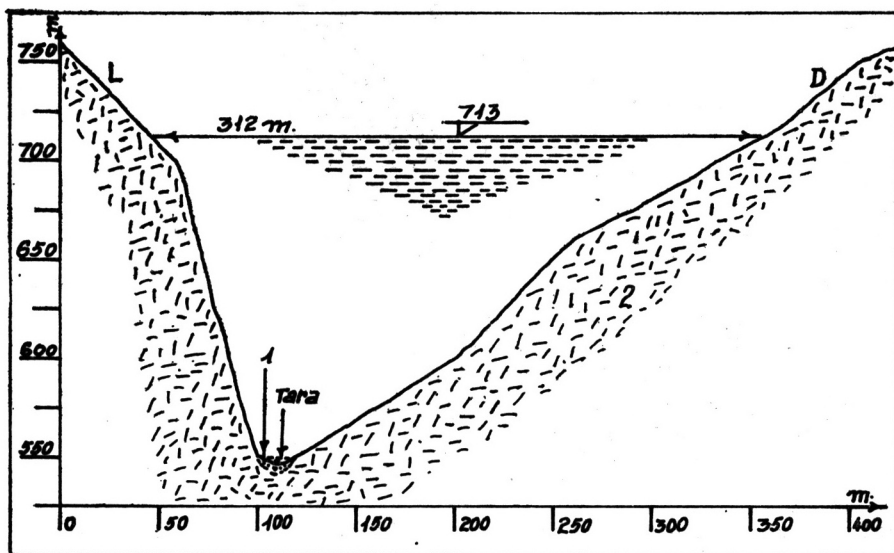
HE »Čardaci« nalazila bi se uz branu sa korisnim padom od oko 165 m, pa bi mogla imati instalisanu snagu 410.000 kilovata, a prosječnu srednju godišnju proizvodnju na pragu oko 898 miliona kilovat-časova (kWh) vršne energije, pod uslovom da prosječni srednjogodišnji proticaj Tare kod brane bude oko $72,5 m^3/sec$.

Uzvodno od HE »Čardaci« mogao bi se iskoristiti hidroenergetski potencijal izgradnjom manje elektrane HE »Crna pada« čiji bi koristan pad bio oko 55,7 m, a akumulacioni bazen ne bi prelazio nadmorsku visinu 770 m, pa bi prosječno godišnje proizvodila oko 195,8 miliona kWh energije, s tim da je srednji godišnji proticaj prosječio oko 46,87 m³/sec.

Takođe bi se, nizvodno od HE »Čardaci«, pomoću mini elektrana, mogao eksploatisati energetska potencijal, u kojem je sadržano godišnje u prosjeku oko 164,4 miliona kWh energije.

Pri ovakvoj koncepciji, HE »Čardaci«, sa uzvodnim i nizvodnim mini elektranama, proizvodila bi u prosjeku godišnje oko 1.258,2 miliona kWh energije, i sačuvao bi se kanjon Tare od potapanja u dužini od 16,5 km.

HE »Tepca«. Ako bi umjesto HE »Čardaci« izgradili HE »Tepca«, onda bi se ona nalazila nešto uzvodnije od sela Tepaca (na 33,2 kilometara uzvodno od ušća Tare). Profil za branu »Tepca« u inženjersko geološkom pogledu je nepovoljniji od profila brane »Čardaci« jer je asimetričan, a krečnjaci ove lokalnosti isječeni su rasjedima, pa geološki uslovi nijesu povoljni za visoku lučnobetonu branu, nego više odgovaraju tipu nasute brane (vidi sl. 2).



Sl. 2. Podužni geološki profil za branu »Tepca«
L — lijeva obala; D — desna obala; 1 — kvartarni nanos;
2 — masivni krečnjaci srednjeg i gornjeg trijasa

Fig. 2. Longitudinal geological section through flood-gate »Tepca«
L — left bank; D — right bank; — Quaternary's sediments;
2 — massive limestones of middle and upper trias

Za slučaj da se brana »Tepca« izgradi sa kubaturom približnom kubaturi projektovane brane »Bijeli brijeg«, jezero »Tepca« dostiglo bi nadmorsku visinu 713 m (kao i jezero »Čardaci«).

Pri toj nadmorskoj visini jezero »Tepca« imalo bi manju korisnu akumulaciju od jezera »Čardaci« sa 355 miliona m³ vode i manju prosječnu srednju godišnju proizvodnju za oko 127 miliona kWh energije godišnje. Ovo sve uz uslov da prosječni srednji godišnji proticaj na Tepcima bude oko 70,2 m³/sec.

Uzvodni i nizvodni potencijal ove elektrane u kanjonu Tare takođe bi se mogao iskorišćavati pomoću mini elektrana, pa bi uzvodni iznosio 195,8 (kao i kod HE »Čardaci«) a nizvodni 273,2 ili ukupni prosječno oko 1.240,2 miliona kWh energije godišnje. Pri ovoj mogućnosti sačuvao bi se kanjon Tare od potapanja u dužini od 21,2 km.

HE »Ljutica«. Hidroelektrana »Ljutica« nalazila bi se na 2 do 4 km uzvodno od mosta na Đurđevića Tari a u blizini vrela Ljutice. Ona bi se nalazila uz branu pa bi pripadala tipu pribranskih elektrana, a izgradila bi se u slučaju da se ne izgrade elektrane »Čardaci« ili »Tepca«.

Kanjon Tare na lokalnosti Ljutice vrlo je uzan. On je izgrađen od čvrstih krečnjaka srednjeg i gornjeg trijasa. Ti krečnjaci pretežno su masivni do bankoviti. Na toj lokalnosti mogla bi se sagraditi brana čiji bi profil bio uzan i simetričan. Te činjenice ukazuju da su tu inžinjersko-geološki uslovi povoljni za izgradnju bilo kojeg tipa brane, od nasute do lučnobetonske. Zbog takvih osobina ovaj profil vrlo je privlačan za izgradnju visoke brane.

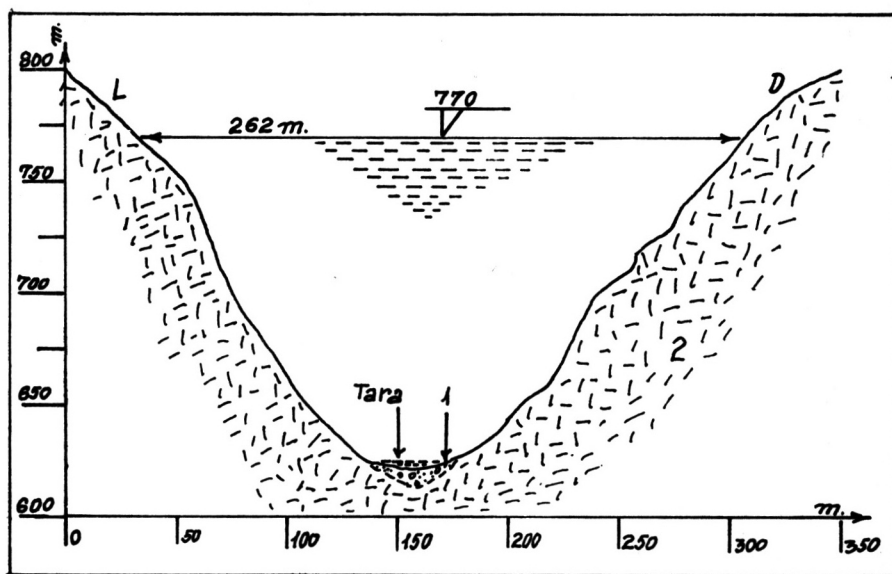
Ako bi se brana »Ljutica« podigla na 2,5 kilometara uzvodno od mosta na Đurđevića Tari (vidi sl. 3), a da njena kubatura bude približno za 23,5% manja od kubature projektovane brane »Bijeli brijeg«, tada bi se uzvodno od nje formiralo jezero nadmorske visine 770 m. Njegova akumulirana voda tada bi iznosila 530,8, sa korisnom akumulacijom od 430,8 miliona m³. Ta korisna akumulacija čini 23,15% vodnog bilansa Tare do jezerske brane, ali pod uslovom da u ovo jezero budu ubačene vode Selačke rijeke pomoću tunela dugog oko 1,1 km. Tada bi ovo jezero imalo veći stepen regulisanja dotičućih voda nego projektovano jezero »Andrijevo«, pa bi se cio njegov vodni bilans mogao prerađivati u električnu energiju.

Teren na kome bi ležalo ovo jezero izgrađen je od stijena koje imaju takva geološka svojstva da se sa navedenom branom i pogodno postavljenom injekcionom zavjesom u temeljima brane i njenim bokovima mogu čuvati ujezerene vode u bilo koje doba godine.

Ovo jezero ne bi topilo veća naselja, izuzev nekoliko kuća u Pošćenju i Donjoj Dobrilovini. Sa njim bi se potopio dio asfaltnog puta Đurđevića Tara — Mojkovac (13,6 km). S obzirom na to što bi se njegova brana nalazila na 57,7 km od sastava Tare i Pive, to

se ne bi potopio najdublji, najljepši i najnepristupačniji dio kanjona Tare od 45,7 km. Zapravo, ne bi se potopio kanjon kojim se sada splavari.

HE »Ljutica« imala bi sa takvim jezerom korisan pad od oko 142,6 m, pa bi pri takvom padu i prosječnom srednjogodišnjem



Sl. 3. Podužni geološki profil za branu »Ljutica«
L — lijeva obala; D — desna obala; 1 — kvartarni nanos;
2 — masivni krečnjaci srednjeg i gornjeg trijasa

Fig. 3. Longitudinal geological section through flood-gate »Ljutica«
L — left bank; D — right bank; — Quaternary's sediments;
2 — massive limestones of middle and upper trias

proticaju od $59 \text{ m}^3/\text{Sec}$. imala snagu od 288.365 kilovata (kW), kao i prosječnu srednjogodišnju proizvodnju na pragu od oko 631,5 a sa mini elektranom na kompenzacionom bazenu 698, h miliona kWh električne energije godišnje. Kompenzacioni bazen bi se nalazio kod ušća Selačke rijeke a služio bi da se omogući vršni rad HE »Ljutica« i bezbjedno splavarenje duž kanjona Tare. Ovaj bazen uradio bi se u slučaju da se odustane od izgradnje nizvodnih mini elektrana.

Čeona akumulacija »Ljutica« regulisala bi 78% voda koje se javljaju na izlazu kanjona Tare. Zahvaljujući tome, nizvodne mini elektrane mogle bi, uz svoje akumulacione bazene i uz pogodnu instalaciju, prerađivati sve dotičuće vode u električnu energiju.

Zbog toga bi one proizvodile prosječno oko 651,4 ili ukupno sa HE »Ljutica« oko 1.282,9 miliona kWh električne energije godišnje.

Mini elektrane. U slučaju da se odustane od izgradnje jedne od maksi elektrana u kanjonu Tare, njegov hidroenergetski potencijal mogao bi se iskorišćavati pomoću mini elektrana. Velike projektovane akumulacije u kanjonu Tare mogle bi se uzvodno izgraditi u izvornoj čelenci Tare, uzvodno od Kolašina, kada se za njima ukaže potreba.

Nizvodno od sela Poljske Bistrice u rječnom koritu Tare sve do Đemske Luke moglo bi se podići više mini elektrana sa akumulacionim bazenima koji bi se formirali pomoću malih brana (pragova). Ti bi se bazeni, izuzev čeonog, nalazili u nivou današnjeg rječnog korita, pa ne bi u prosjeku prelazili nivo izuzetno velikih voda Tare koje se javljaju u jesen ili proljeće, za vrijeme velikih oborina. Tada bi kanjon Tare ostao onakav kakvog ga je priroda isklesala.

Ovi akumulacioni bazeni služili bi da se u njima umiruju talasi Tare i talasi koje bi izazivao rad uzvodnih maksi elektrana, kao i da se tim elektranama omogući nesmetan rad i da mini brodovi njima mogu bezbjedno ploviti. Voda u njima bila bi mirna, pa bi se ovi brodovi mogli kretati u svako godišnje doba. Na njihovim branama mogle bi se podići prevodnice (ako bi se pokazale ekonomski opravdane) kako bi mini brodovi prelazili iz bazena u bazen bilo u uzvodnom ili nizvodnom pravcu.

Mini elektrane bile bi pribranske. Njihov koristan pad bio bi ravan bruto-padu zato što bi se njihovi akumulacioni bazeni održavali uglavnom na istom nivou. Za njih bi se mogli podesiti instalisani proticaji prema prilivu vode u bazene kako bi one radile u taktu.

Pri takvom aktiviranju ovog potencijala one bi se sa svojim bazenima oslanjale jedna na drugu i mogle bi sa tim bazenima da rade danju, a noću da se ti bazeni pune. Noću bi radile u slučaju velikih padavina, kada prijeti opasnost od prelijevanja vode iz njihovih bazena.

Akumulacioni bazeni mini elektrana ne bi izlazili iz rječnog korita Tare pa ne bi topili nacionalne parkove naselja, saobraćajnice, niti bilo koji društveni objekat. Stoga bi eksproprijacija zemljišta bila skoro zanemarljiva. Njihovi objekti bili bi relativno mali, a više od polovine tih elektrana nalazilo bi se pored modernih saobraćajnica ili u njihovoj blizini. Te okolnosti uticale bi da se one grade ekonomično i relativno brzo (do dvije godine). Jedino bi se čeona elektrana radila nešto duže (do tri godine).

Čeona mini elektrana nalazila bi se kod ušća Vaškovske rijeke ili na 66,7 km od ušća Tare. Ta je lokalnost izgrađena od čvrstih masivnih krečnjaka srednjeg i gornjeg trijasa. Na toj lokalnosti profil za branu bio bi uzan i simetričan. Stoga su inženjersko-geološki uslovi na tom mjestu izuzetno povoljni za izgradnju bilo kojeg tipa brane. Iza te brane formiralo bi se jezero ukupne zapremine oko

100 miliona m³ vode i dostiglo nadmorsku visinu 750 m. Pri toj visini ne bi bilo teškoća u pogledu raseljavanja stanovništva. Jedino bi se njime potopili kanjon Tare u dužini 12,3 km i asfaltni put u dužini 3,4 km. Ako bi se htjelo izbjeći to potapanje, mogla bi se brana pomjeriti negdje uzvodno.

Pad tih elektrana koristio bi se između nadmorskih visina 500 i 750 m. Pri tom padu i raspoloživoj vodi, one bi mogle da proizvede prosječno oko 1.140 miliona kWh energije godišnje.

Značaj izgradnje maks i mini elektrana u kanjonu Tare

Upoznali smo se sa četiri varijantne mogućnosti izgradnje maks i mini elektrana u kanjonu Tare. Proizvodne mogućnosti tih varijanti, od najniže do najviše razlikuju se prosječno za oko 143 miliona kWh energije godišnje. Bilo koja od njih da se realizuje, u kombinaciji maks i mini elektrana davala bi veću proizvodnju od projektovanih elektrana »Bijeli brijeg« i »Vaškovo«. Pored toga, bile bi i ekonomski povoljnije, jer ne bi topile Polja Kolašinska i jedan dio kanjona Tare, pa je i u tome njihov veliki značaj.

Od tih mogućnosti pokazalo se da je, u kombinaciji maks i mini elektrana, najpovoljnija ona sa varijantom HE »Ljutica«. Ta je povoljnost u tome što ona najmanje potapa kanjon Tare — kao veliko, jedinstveno prirodno dobro naše zemlje. Zatim, ona daje veću proizvodnju od ostalih. Njeni su objekti znatno manji pa bi se gradili brže i bili u cjelini ekonomski povoljniji. Brana bi se nalazila u neposrednoj blizini raskrsnice asfaltnih puteva. Bila bi udaljena od Žabljaka 26 km, a od Pljevalja i Mojkovca po 44 km, pa za nju ne bi trebalo raditi pristupne puteve. Struja i voda za piće nalaze se u neposrednoj blizini. Te okolnosti čine je privlačnijom od ostalih.

Pored toga, mini elektrane, sa HE »Ljutica« ili bez nje, pružaju šansu da se u kanjonu Tare, pomoću mini brodova, razvije i turistička privreda.

Značaj izgradnje HE »Ljutica« sa mini elektranama ili pak samo izgradnje mini elektrana nije jedino u velikoj proizvodnji, ekonomičnosti i brzini građenja, nego naročito u tome što one pružaju mogućnost da se, pored svih tih koristi, još i očuva onaj dio kanjona Tare koji je do sada služio za splavarenje, ili cio kanjon, i to u obliku u kojem su ga prirodni procesi oblikovali, sa svim njegovim vrijednostima.

Eto, kanjon rijeke Tare, naš Kolorado, nudi nam da u njemu izgradimo li samo mini elektrane ili maks elektranu »Ljutica« sa nizvodnim mini elektranama, uz mogućnost da ga sačuvamo od potapanja. Da li ćemo na najbolji način iskoristiti sve mogućnosti i sačuvati sve ljepote koje nam on pruža?

LITERATURA

- Bešić Z. (1969): Geologija Crne Gore. knj. II. Zavod za geološka istraživanja Crne Gore, Titograd.
- Bešić Z. (1980): Geologija Crne Gore, knj. I, sveska 2. Crnogorska akademija nauka i umjetnosti, Titograd.
- Cvijić J. (1926): Geomorfologija, knj. II, Beograd.
- »Energoprojekt« — Beograd (1961): Osnovni projekat sliva Drine — rijeka Tara. Tehnička dokumentacija »Elektroprivrede Crne Gore«.
- »Energoprojekt« — Beograd (1969): Korišćenje voda Tare, Pive, Lima, Morače i Zete — Osnovni projekat, Hidrološki elaborat, sveska 1. Tehnička dokumentacija »Elektroprivrede Crne Gore«.
- »Energoprojekt« — Beograd (1969): Korišćenje voda Tare, Pive, Lima, Morače, i Zete — Osnovni projekat, Tehnička rešenja Tare. Tehnička dokumentacija »Elektroprivrede Crne Gore«.
- »Energoprojekt« — Beograd, »Energoinvest« — Sarajevo i »Elektroprojekt« — Ljubljana (1976): Dopunska investiciono tehnička dokumentacija o uređenju sliva Drine, Tare, Pive, Lima i Morače. Tehnička dokumentacija »Elektroprivrede Crne Gore«.
- »Elektroprojekt« — Ljubljana (1961): Tara — Osnovni energetski projekt. Tehnička dokumentacija »Elektroprivrede Crne Gore«.
- Građevinski fakultet — Beograd (1981): Vodoprivredna osnova crnomorskog sliva SR Crne Gore. Tehnička dokumentacija RSIZ-a za vode Crne Gore.
- Radulović V. (1984): Hidrogeološki, inžinjersko-geološki i seizmološki vodič kroz SR Crnu Goru.
- Vlahović V. (1963): Izvještaj o pregledu Osnovnog projekta sliva Drine. Tehnička dokumentacija »Elektroprivrede Crne Gore«.
- Vlahović V. (1964): Izvještaj o podizanju velikih vodnih akumulacija u donjim tokovima rijeke Tare i Pive. Tehnička dokumentacija »Elektroprivrede Crne Gore«.
- Vlahović V. (1967): Izvještaj o mogućnosti podizanja brane na rijeci Tari kod Bijelog brijega. Tehnička dokumentacija »Elektroprivrede Crne Gore«.
- Vlahović V. (1970): Izvještaj o korišćenju voda Tare, Pive, Lima, Drine, Morače i Zete. Tehnička dokumentacija »Elektroprivrede Crne Gore«.
- Vlahović V. (1984): Inžinjersko-geološke mogućnosti izgradnje energetskog džina u Evropskom Koloradu. Zbornik referata VIII jugoslovenskog simpozijuma o hidrogeologiji i inžinjerskoj geologiji, Budva.

ENGINEERS GEOLOGICAL POSSIBILITIES OF BUILDING MAXI AND
MINI HIDRO POWER-STATIONS OWING TO PROTECT THE
CANYON TARA

Vladislav VLAHOVIĆ

Summary

The work discusses about the river Tara and hers position. Than its talking about geological terrain water flow of the river Tara and beauties of the canyon Tara, finally about engineers geological possibilities of building maxi and mini power-stations owing to protect the river-bed canyon Tara.

The work emphasise that is engineers geological possibilities conveniently to construct maxi power-station »Ljutica« and that down the river from her in the river-bed construct mini power-stations. In such a way would preserve the canyon Tara in that way as nature made.

