

IZBOR STRATEGIJE ENERGETSKOG KORIŠĆENJA DONJEG TOKA DRINE

Slavica KAJGANA - BORKOVIĆ
Enrgoprojekt - Hidroinženjering, Beograd

REZIME

Strategija energetskog korišćenja reke Drine nizvodno od HE Zvornik proverena je na bazi aktuelnih sagledavanja svih relevantnih uticaja u Studiji koja je urađena za potrebe Vodoprivredne osnove donje Drine (Energoprojekt-Hidroinženjering, 1998. godine). Usporedna analiza mogućih rešenja energetskog korišćenja raspoloživog potencijala, sa hidroelektranama u rečnom koritu ili sa kanalskim derivacijama u pravcu Šapca i Bijeljine, pokazala je da je povoljnije energetsko i ukupno vodoprivredno rešenje sa rečnom varijantom, koje je predviđeno i važećom planskom dokumentacijom Republike Srbije i Republike Srpske.

Ključne reči: energetsko korišćenje, hidroelektrana, reka Drina.

1. UVOD

U toku izrade Vodoprivredne osnove donje Drine (Energoprojekt - Hidroinženjering, 1998. god.) ustanovljena je potreba da se izvrši aktuelizacija tehničkih rešenja energetskog korišćenja donjeg toka Drine na potezu od Zvornika do ušća, s obzirom da je ova problematika poslednji put kompleksno razmatrana pre skoro 30 godina u Osnovnom projektu i Vodoprivrednoj osnovi sliva reke Drine, a u međuvremenu su se izmenili mnogi kriterijumi, posebno ekološki. Urađena je Studija mogućih rešenja energetskog korišćenja donje Drine (Energoprojekt-Hidroinženjering 1998. god.) sa osnovnim ciljem da se na bazi aktuelnih tehno-ekonomskih sagledavanja, posebno uzimajući u obzir ekološke uticaje i zaštitu priobalja, proveriti tehničko opredeljenje vezano za koncepciju energetskog korišćenja donje Drine, uz uslov da ovo rešenje bude saglasno sa aktuelnim rešenjima ostalih vodoprivrednih segmenata.

2. ALTERNATIVNA REŠENJA

Potez donjeg toka Drine, nizvodno od HE Zvornik do ušća u Savu, sa srednjim višegodišnjim proticajem od 369 m³/s na profilu Zvornik, i pored relativno malog bruto pada od oko 57 m, raspolaže značajnim energetskim potencijalom od oko 1500 GWh godišnje, koji je još uvek neiskorišćen. Energetsko rešenje ovog poteza vezano je za rešenja većeg broja složenih hidrotehničkih i vodoprivrednih problema.

Aktuelizovana su i analizirana dva alternativna rešenja:

- rečna varijanta sa četiri pribranske hidroelektrane u prirodnom pravcu rečnog toka i
- kanalska varijanta sa HE Kozluk i derivacionim hidroelektranama u pravcu Bijeljine i Šapca.

Rečna varijanta - energetsko korišćenje donjeg toka Drine u prirodnom pravcu

Ovaj sistem je obrađen sa četiri betonske gravitacione brane sa protočnim hidroelektranama: HE Kozluk (km 60+200, KNU 135 mnm), HE Drina 1 (km 43+600, KNU 121 mnm), HE Drina 2 (km 28+200, KNU 107 mnm) i HE Drina 3 (km 8+600, KNU 93 mnm). Tehničko rešenje je koncipirano tako da se obezbedi isti stepen inastalisanosti hidroelektrana i time omogući racionalno tipsko rešenje objekata i opreme, koje podrazumeva i smanjenja eksploatacionih troškova sistema. Predviđenom koncepcijom u potpunosti bi se iskoristio raspoloživi energetski potencijal donje Drine, koji odgovara denivelaciji donje vode HE Zvornik (uzvodno) i reke Save (nizvodno).

Dispozicija objekata je standardna za ovu vrstu postrojenja - u rečnom koritu je betonska brana koju čine prelivni deo za evakuaciju velikih voda i neprelivni deo sa mašinskom zgradom. Akumulacije se formiraju u

okviru bočnih nasipa. Koncentracija pada na lokacijama hidroelektrana postiiže se delimično usporom, a delimično prokopavanjem rečnog korita u zoni donje vode. Hidroelektrane su opremljene sa po četiri horizontalna cevna agregata i ostalom pratećom elektro-mašinskom i hidromehaničkom opremom. Na svim objektima prelivna polja su opremljena segmentnim ustavama sa klapnama i nisko su postavljena tako da u isto vreme imaju i funkciju temeljnih ispusta.

Instalisani proticaj na svakoj kaskadi je 800 m³/s, što odgovara planiranom instalisanom proticaju HE Zvornik. Bruto pad na svakoj stepenici je 13,3 m, pa je instalisana snaga svakog objekta 93,4 MW. Prosečna godišnja proizvodnja energije na jednoj kaskadi iznosi 342,1 GWh, odnosno ukupno, na sve četiri elektrane, 1368,4 GWh. Za potrebe obezbeđenja garantovanog proticaja predviđen je kontinualni rad postrojenja sa minimalnim ispuštanjem 52,5 m³/s, što odgovara 95 % maloj vodi.

Preliv na HE Kozluk ima osam prelivnih polja ukupnog kapaciteta 8.000 m³/s, što odgovara hiljadugodišnjoj velikoj vodi. Prelivi na HE Drina 1, 2 i 3 su dimenzionisani na redukovanu hiljadugodišnju veliku vodu, sa četiri prelivna polja ukupnog kapaciteta 4.075 m³/s. Na akumulaciji Drina 1, u bočnim nasipima na levoj i desnoj obali reke, predviđeni su pomoćni prelivni sa po dva prelivna polja, čija je uloga da obezbede kontrolisano izlivanje velikih voda manje verovatnoće pojave od stogodišnje velike vode.

Ovaj sistem energetskih objekata suočen je sa ozbiljnom problematikom zaštite od provirnih voda bogatog aluvijalnog kolektora Semberije i Mačve. Generalno, u priobalju postoje dvojaki problemi vezani za izgradnju ovih akumulacija:

- u čeonom delu akumulacija, u zoni povećane denivelacije u odnosu na nivo podzemnih voda, postoji tendencija povećanja infiltracije u podzemlje i podizanja nivoa podzemnih voda i
- obaranje nivoa podzemnih voda u zoni prokopanog korita.

Za zaštitu priobalja predviđeni su kanali u zaledu nasipa, ukupne dužine 72,9 km, koji su najvećom delom drenažni, a na delovima gde se zbog prokopavanja javlja depresija kanali su natapni. Ovakvim rešenjem obezbedilo bi se gravitaciono odvođenje dreniranih voda do nizvodne akumulacije. Predložene mere zaštite,

prema rezultatima matematičke modelske analize, mogu uspešno da izvrše dreniranje provirnih voda iz akumulacija, a istovremeno i da održavaju nivo podzemne vode na dozvoljenoj dubini. Prosečni gubitak vode iz jedne akumulacije iznosio bi oko 14 m³/s, što bi bio i gubitak u ukupnoj energetskoj proizvodnji na celom potezu.

Izgradnjom nasipa za formiranje akumulacija obezbedila bi se potpuna zaštita priobalja od poplava do 100-godišnje velike vode. Evakuacija 1.000-godišnje vode (8.000 m³/s) koncipirana je tako da se izvrši delimično ispuštanje talasa u doline nizvodno od HE Kozluk, preko pomoćnih preliva u nasipima na levoj i desnoj obali reke, u uzvodnom delu akumulacije Drina1.

Sa stanovišta koincidencije sa velikim vodama reke Save ovo energetsko rešenje ne bi pogoršalo uslove u periodima povodnja, s obzirom da bi se dospevanje poplavnog talasa do Save ubrzalo (zbog smanjenja retenzionog prostora između nasipa), pa bi se smanjila i verovatnoća superpozicije pikova talasa velikih voda Save i Drine.

Kanalska varijanta - energetsko korišćenje donjeg toka Drine sa derivacionim hidroelektranama

Sistem čine HE Kozluk, koji je isti kao kod prethodne varijante, i tri derivaciona postrojenja: HE Bijeljina (Republika Srpska) i HE Lešnica i HE Šabac (Republika Srbija). Pretpostavljena je ravnomerna raspodela vode (proticaja) u pravcima prema Mačvi i Semberiji. Sve hidroelektrane su protočne i rade u taktu sa uzvodnim akumulacijama.

Zahvatanje vode za derivacije prema Bijeljini i Šapcu obezbeđuje se malom kanalskom akumulacijom Glavičica na Drini (nizvodno od HE Kozluk), sa kotom normalnog uspora 119.0 mnm. Brana je betonska sa prelivom koji je dimenzionisan da evakuise hiljadugodišnju veliku vodu (8.000 m³/s). Na ovom objektu bi se ispuštao garantovani proticaj, koji kao i kod rečne varijante iznosi 52,5 m³/s, ali ne učestvuje u energetskoj proizvodnji derivacionih postrojenja.

Derivacioni kanali su trasirani po obodima Mačve i Semberije. Za usvojeni instalisani proticaj od 400 m³/s dimenzije kanala bi bile vrlo velike - potrebna širina neobloženog kanala u dnu je oko 50 m. Imajući u vidu geološki sklop terena, kao i brojne objekte na trasi (sifoni, propusti) jasno je da se radi o vrlo kompleksnim

objektima, za koje bi se mogli očekivati problemi u toku izvođenja i eksploatacije, posebno oni koji se odnose na stabilnost padina.

U nastavku se daje prikaz osnovnih karakteristika derivacionih postrojenja:

	HE Bijeljina	HE Lešnica	HE Šabac
L_{kanala} (km)	28,1	23,6	29,1
Q_i (m ³ /s)	400	400	400
H_{br} (m)	36,6	18,9	21,1
N_i (MW)	128,1	66,7	74,5
E_{god} (Gwh)	422,0	214,6	243,1

3. OSTALI VODOPRIVREDNI ASPEKTI

U nastavku se daje kvalitativna analiza uticaja razmatranih energetskih rešenja na ostale vodoprivredne segmente.

Ekoloski uticaji su vrlo kompleksni kod oba razmatrana rešenja, ali se ne može reći da su i ograničavajući. Kod rešenja datog u rečnoj varijanti, kao i u sadašnjim uslovima, neophodno je preduzeti mere u slivu reke Drine za očuvanje potrebnog kvaliteta vode podzemnog akvifera u Podrinju, koji se aktuelnom planskom dokumentacijom tretira kao buduće izvorište vodosnabdevanja dela stanovništva Republike Srbije i Republike Srpske. U poređnim razmatranjem ekoloških uticaja ustanovljeno je da se prevodenjem voda derivacionim kanalima daleko više narušava prirodni režim, kako sa stanovišta hidrauličkih promena, promena biljnih i životinjskih zajednica, kvaliteta vode vodotoka, uslova za korišćenje izvorišta za vodosnabdevanje i ispuštanje otpadnih voda, tako i sa aspekta uticaja na privredne aktivnosti stanovništva. Stoga je, sa ekološkog aspekta zaštite i unapređenja kvaliteta životne sredine, prihvatljivije energetsko korišćenje potencijala donje Drine u prirodnom pravcu.

Zaštita priobalja. Na bazi izvršenih analiza raspoloživih podloga ustanovljeno je da je rešenje sa derivacionim postrojenjima nepovoljnije od alternativnog rešenja u prirodnom pravcu, prvenstveno zbog drastičnih promena vodnog režima reke Drine nizvodno od akumulacije Glavičica i odgovarajućih promena režima i kvaliteta podzemnih voda u akviferu Mačve i Semberije. Konstatovano je da se negativni uticaji akumulacija na nivoe podzemnih voda kod rečne varijante mogu efikasno eliminisati predviđenim tehničkim rešenjem.

Zaštita od poplava. Prema rezultatima izvršenih analiza u okviru Generalnog projekta zaštite od poplava i uređenja rečnog korita donje Drine (Energoprojekt-Hidroinženjering, 1998. god.) linija plavljenja pri nailasku merodavne 100-godišnje velike vode je takva da nije potrebno predviđati generalnu zaštitu područja od poplava, već samo lokalnu. Ovo znači da je energetsko rešenje nezavisno i snosi sve investicije vezane za formiranje akumulacija i zaštitu priobalja.

Zaštita rečnog korita Drine od fluvijalne erozije. Energetsko rešenje sa formiranjem akumulacija u rečnom koritu Drine obezbedilo bi potpuno rešenje sadašnjeg problema odnošenja obala.

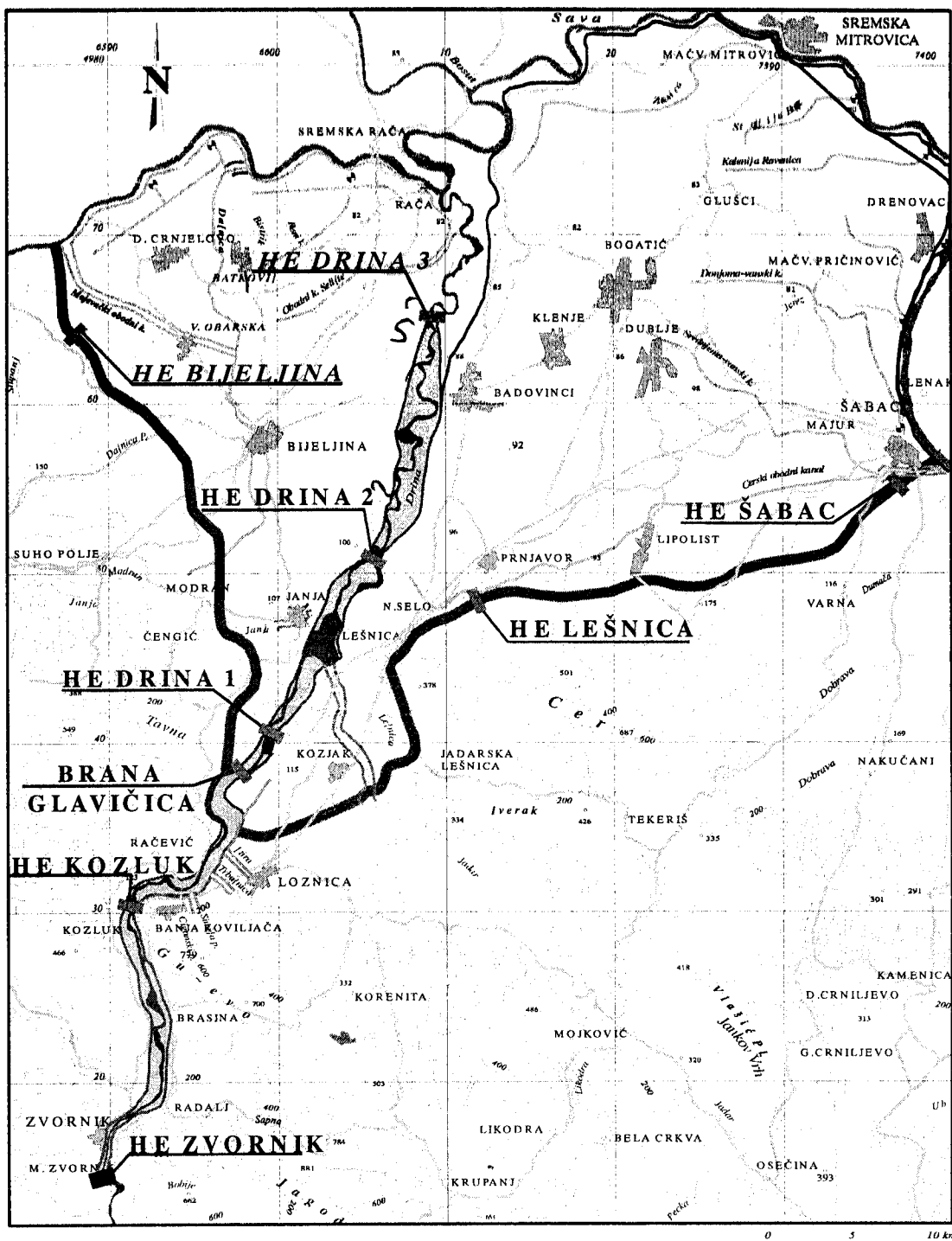
Navodnjavanje. Sa aspekta mogućnosti navodnjavanja poljoprivrednih površina Mačve, Semberije i indirektno Srema, od velikog značaja bi bila izgradnja novih akumulacionih prostora u slivu Drine. U tom smislu aspolutna je prednost rečne varijante energetskog rešenja, kojom bi se ostvarila dopunska zapremina akumulirane vode od oko 200 mil. m³. Ova zapremina vode, koja omogućava najviše dnevno izravnanje za energetsko korišćenje, mogla bi se koristiti i za podmirenje deficita vode za navodnjavanje u vegetacionom periodu. Energetsko rešenje sa derivacionim postrojenjima ne bi bilo od značaja za navodnjavanje, s obzirom da je koncepcija navodnjavanja sa direktnim zahvatanjem vode iz r. Drine u fazi realizacije (dovod Glogovac, COK).

Plovidba. Rešenje plovidbe je moguće u oba razmatrana energetska rešenja, sa istim brojem prevodnica. Prednost rešenja plovidbe u rečnoj varijanti bi bila mogućnost tipizacije opreme na prevodnicama, što bi obezbedilo racionalnije rešenje kako u fazi realizacije, tako i u eksploatacionim uslovima.

Ribarstvo. Formirani akumulacioni prostori za potrebe energetskog iskorišćenja mogu se koristiti kako za razvoj sportskog ribolova, tako i u privredne svrhe, za gajenje ribe u kavezima. Predviđeni kanali u rešenju sa derivacijama, s obzirom na oscilacije vodostaja i brzine vode, ne smatraju se povoljnim za uzgoj ribe. Iz navedenih razloga, kao povoljnije, sa aspekta ribarstva, bilo bi energetsko rešenje u rečnoj varijanti.

4. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Na bazi izvršenih tehničkih i ekonomskih analiza ustanovljeno je da je varijanta energetskog korišćenja raspoloživog potencijala reke Drine nizvodno od HE



VARIJANTNA REŠENJA ENERGETSKOG KORIŠĆENJA
VODNOG POTENCIJALA DONJE DRINE

Zvornik sa hidroelektranama u rečnom koritu povoljnije rešenje sa:

- većim energetskeg efektima za 150 GWh/god (12%), za sadašnje stanje izgrađenosti akumulacionih postrojenja u slivu,
- manjim investicijama za oko 10%,
- mogućnošću fazne gradnje.

Sagledavajući sve relevantne činjenice koje proističu iz sprovedenih tehno-ekonomskih analiza za potrebe ove dokumentacije i prezentiranih u ostaloj raspoloživoj dokumentaciji koja se bavila tehničkim rešenjima energetskeg korišćenja donje Drine, ustanovljeno je:

- da rešenje sa malim akumulacijama i hidroelektranama u rečnom koritu Drine zadovoljava sadašnje i buduće zahteve sa aspekta kompleksnog vodoprivrednog iskorišćenja voda;
- sa aspekta uticaja na okolinu, generalna šema energetskeg korišćenja raspoloživog potencijala sa
- četiri kaskadne akumulacione hidroelektrane trebalo bi da bude donja granica broja postrojenja;

- u narednim fazama izrade dokumentacije treba optimizirati energetskeg šemu sa tipskim postrojenjima i ispitati opravdanost povećanja broja kaskada (5,6), pri čemu posebnu pažnju treba obratiti na analizu poteza od HE Zvornik do HE Kozluk i mogućnost smanjenja troškova izmeštanja saobraćajnica, koji energetskeg iskorišćenje ovog poteza čine manje atraktivnim.

LITERATURA

- [1] Osnovni projekat sliva Drine, Energoprojekt, 1969.
- [2] Vodoprivredna osnova sliva reke Drine, Energoprojekt, 1970.
- [3] Osnovni projekat HE većih od 10 MW, Energoprojekt, 1987.
- [4] Studija hidroenergetskeg iskorišćenja reke Drine na potezu od Zvornika do ušća, Energoprojekt, Energoinvest, 1991.

STRATEGY OF POWER UTILIZATION OF LOWER DRINA RIVER

by

Slavica KAJGANA - BORKOVIĆ
Energoprojekt - Hidroinženjering, Belgrade

Summary

The concept of utilization of the available water power potential of the Drina River downstream of the Zvornik HPP has been verified on the basis of the updated study, originally prepared within the framework of the Water Master Plan for the Lower Drina River (Energoprojekt - Hidroinženjering 1998). Two alternatives of water power utilization were compared: (a) with power plants within the river channel, and (b) solution with a headwater canal leading towards the

cities of Sabac and Bijeljina. The comparison has proven that alternative (a) with power plants in the river channel is more favorable; this alternative has been adopted also in the valid Planning Documentation of the Republic of Serbia and the Republic of Srpska.

Key words: power utilization, hydroelectric power plant, the Drina river

Redigovano 28.09.2002.