

PRIRODNE RIZNICE VODNOG RESURSA DUNAVA - ĐERDAP 1, 2 I 3, U KONTEKSTU ODRŽIVOSTI I UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU

Stevan V. Brezanović¹, Svetlana M. Stevović², Ivan S. Stevović³

Fakultet za ekologiju i zaštitu životne sredine, Cara Dusana 62-64, Beograd, Srbija¹²

Univerzitet Singidunum, Fakultet za poslovnu ekonomiju, Beograd, Srbija³

REZIME U ovom referatu je predstavljen prirodni vodni potencijal reke Dunav na potezu kroz Srbiju i realizovani i planirani vidovi korišćenja tog resursa, tehnički, ekonomski i u kontekstu uticaja i potrebne zaštite životne sredine. Hidroenergetski i plovidbeni sistem „Đerdap 1”, kompleksan i višenamenski objekat, izgrađen je na 943. kilometru Dunava od ušća u Crno more. Konačan položaj glavnog objekta na profilu Sip Gura Vaii, određen je na osnovu obimnih topografskih, hidroloških, geoloških, hidrogeoloških, geomehaničkih i geotehničkih studijskih i istražnih radova. Ovako realizovan i izgrađen hidrotehnički objekat je obezbeđivao najoptimalnije iskorišćenje hidroenergetskog potencijala Dunava i uslov da se tokom gradnje plovidba ne obustavlja. HEPS „Đerdap 2” druga je zajednička hidroelektrana na Dunavu na granici sa Rumunijom. Izgrađena je na 863. km Dunava od ušća u Crno more na profilu Kusjak – Ostrovul Mare. Kao i HEPS „Đerdap 1” i ovaj sistem je kompleksan i višenamenski hidrotehnički objekat. Pored energetskog i plovidbenog ima veliki značaj za poljoprivredu, drumski i železnički saobraćaj. „Đerdap 3” je specifično hidroenergetsko postrojenje u fazi projektovanja. U dnevnoj potrošnji električne energije postaje dva tzv. špica potrošnje – jutarnji i večernji. Ovaj drugi je u pogledu opterećenja do 2,5 puta veći od najmanjeg, koje nastaje posle 22 časa i traje do jutarnjih časova. PAHE „Đerdap 3” obuhvata izgradnju ne samo hidroelektrane na obali Đerdapskog jezera nego i veće akumulacije vode na pogodnim mestima u dolinama rečica Pesače i Brodice. Nivo vode u tim akumulacijama je približno 400m viši od nivoa vode u Đerdapskom jezeru. Hidroelektrana Đerdap 3 je reverzibilno pumpno akumulaciono postrojenje, koje treba da bude izgrađeno na 1007 kilometru Dunava, četiri kilometara uzvodno od Lepenskog Vira i oko 100 km vazdušne linije od Beograda. Konceptija rešenja sastoji se u tome da se voda zahvata iz Đerdapskog jezera sa kote 68, pumpa u gornje predviđene bazene "Pesača" i "Brođica", kada elektroenergetski sistem Srbije raspolaze viškom električne energije. Ako se dogovori saradnja sa stranim investitorima o realizaciji ovog projekta od strateškog značaja za našu državu, „Đerdap 3” bi bila najveća reverzibilna hidroelektrana u Evropi.

Ključne reči: prirodne riznice, vodni resurs, održivost, životna sredina, cena.

UVOD

Vodni resursi zahtevaju posebnu pažnju s obzirom na životni značaj vode kao materije. Vodni resursi obuhvataju resurse površinskih i podzemnih voda. Resursi podzemnih voda naročito su bitni, jer preko 80% pitke vode potiče od podzemnih voda. Za mnoga naselja u predstojećem periodu neophodno je obezbediti dovoljne količine pitke vode, ali i organizovati konstantnu kontrolu njihovog kvaliteta u izvoristima. Osim toga, veliki značaj sa privrednog aspekta imaju površinske akumulacije, bitne kako za vodosnabdevanje tako i za proizvodnju električne energije. Značajan resurs površinskih voda u Srbiji predstavljaju vodoprivredni kanali [1] na prostoru Vojvodine, koji imaju funkciju navodnjavanja i direktnu vezu sa produktivnošću poljoprivredne proizvodnje. U kompletnoj strategiji upravljanje vodnim resursima važno mesto ima i strategija borbe protiv površinskih voda i poplava, koje često uzrokuju velike ekonomske, poljoprivredne i druge posledice. Vodni resursi imaju veze i sa drugim privrednim granama, kao što su turizam, ribolov, rečni saobraćaj i drugo [2], a koje su pogodne za malo preduzetništvo. Treba napomenuti postojanje značajnog potencijala podzemnih voda za dalje istraživanje i eksploataciju.

Vodni resurs Dunava od izvora do ušća

Ukupnom dužinom od 2857 km Dunav zauzima 21. mesto u svetu, a 2. u Evropi. Površina sliva od 817.000 km² Dunav stavlja na 25. mesto u svetu. Kao plovni put, Dunav se koristi u dužini od 2588km, od Suline (ušće u Crno more) do Ulma u zapadnoj Nemačkoj. Korito Dunava proteže se kroz teritorije 9 zemalja (Nemačka, Austrija, Slovačka, Mađarska, Hrvatska, Srbija, Bugarska, Rumunija, Ukrajina). Deonica kroz Srbiju iznosi 588 km, a na dužini od 230 km teče državnom granicom.

Na Dunavu se razlikuju tri karakteristična sektora:

- Gornji Dunav, od izvora do zapadnih Karpata kod Devinjskih vrata
- Srednji Dunav, od Devinjskih vrata do južnih Karpata kod Oršave
- Donji Dunav, od Oršave do ušća u Crno more.

Na potezu od državne granice do ušća Nere, Dunav ima sve osobine ravničarske reke. Korišćenje potencijala Dunava se nalazi u razvojnim planovima svih zemalja kroz koje prolazi. Resursi Dunava se koriste za snabdevanje vodom stanovništva, industrije, poljoprivrede, hidroenergetike, za plovidbu, ribarstvo, turizam, rekreaciju i dr.

Prirodne riznice Dunava kroz Srbiju

Koridor VII, odnosno tok Dunava kroz Srbiju, čine jedinstvenim: Đerdapska klisura - najveća i najlepša rečna klisura u Evropi, oaze nedirnute prirode i dva nacionalna parka – Fruška gora i Đerdap. Riznice kulturnog i prirodnog nasleđa čine i sedam velikih srednjovekovnih tvrđava, arheološki lokaliteti poput Lepenskog

vira, Vinče, Viminacijuma i Trajanove table, kao i raznolikost predela i bogatstvo običaja srpskog stanovništva i pripadnika 17 nacionalnih manjina.

Izvedeni hidrotehnički objekat Đerdap 1 u kontekstu održivosti

Hydroenergetski i plovidbeni sistem „Đerdap 1”, kompleksan i višenamenski objekat, izgrađen je na 943. kilometru Dunava od ušća u Crno more. Konačan položaj glavnog objekta na profilu Sip Gura Vaii, određen na osnovu opsežnih studijskih i istražnih radova, topografskih, hidroloških, geoloških, hidrogeoloških, geomehaničkih i geotehničkih, obezbeđivao je najoptimalnije iskorišćenje hidroenergetskog potencijala Dunava i uslov da se tokom gradnje plovidba ne obustavlja. Prema Sporazumu o izgradnji i eksploataciji između tadašnje SFRJ i SR Rumunije, glavni objekat HEPS „Đerdap 1” projektovan je i izgrađen tako, da svakoj strani pripadne po jedna elektrana, jedna brodska prevodnica, jedna polovina prelivne brane i po jedna neprelivna brana, sa pratećim objektima [3]. Preko brane napravljen je drumski put. Državna granica ide upravno na osu brane i deli objekat na dva simetrična dela. Da bi se to ostvarilo pomerena je u korist Rumunije. Svaka strana izvodila je, u principu, radove na svojoj teritoriji uz sinhronizaciju sa drugom stranom i striktno poštovanje utvrđenih rokova. Izgradnja HEPS „Đerdap 1” je zvanično počela 7. septembra 1964. godine. Prvi agregati pušteni su u rad 6. avgusta 1970. godine, istovremeno na jugoslovenskoj i rumunskoj strani. Rumunska brodska prevodnica počela je prevođenje brodova 3. avgusta 1969, a jugoslovenska oktobra 1970. godine. Konačno pregrađivanje Dunava obavljeno je 13. avgusta 1969. godine. Tokom izgradnje glavnog objekta iskopano je 13,4 miliona kubnih metara šljunka i rečnog nanosa, 7,2 miliona kubika stena, ugrađeno 3,2 miliona kubika betona, 167.000 tona armature i čelične konstrukcije i 69.000 tona opreme.

Tehnoekonomske performanse Đerdapa 1

Nominalna prividna snaga elektrane :	1203.33 MVA (3x190 + 3x211.11)
Nominalni napon :	15.75 kV
Nominalna aktivna snaga elektrane za nominalni napon I nominalni factor snage :	1083 MW (3x171 + 3x190)
Ukupni kontrolisani protok :	5040m ³ /s (6x840)
Tip hidroelektrane:	pribranska
Datum prve sinhronizacije :	05.08.1970.
Tip turbine	Kaplan (PL40-V-950)
Instalisana snaga	194-205 MW
Maksimalni pad - Minimalni pad	31.5 m do 17,5-18 m
Prividna snaga generatora	190-211.11 MVA
Aktivna snaga	171-190 MW
Nominalna snaga blok transformatora	380/190/190 MVA, 420/210/210 MVA
Ukupna zapremina akumulacije	2800 x 10 ⁶ m ³
Prosečan godišnji dotok Dunava	5650m ³ /s
Površina sliva Dunava	573 x 10 ⁶ km ²

Uticaj na životnu sredinu i zdravlje ljudi Đerdapa 1

Izgradnja hidroelektrana koje se nalaze u sastavu HE "HE Djerdap" D.o.o Kladovo (HE " Djerdap 1" , HE " Djerdap 2", HE "Piroć", i " Vlasinske HE") , neminovno je izazvala uticaje na životnu sredinu. To se na najbolji način ogleda kroz promene vodenog ekosistema akumulacija i ekosistema priobalja, koje su trajnog karaktera i koje zahtevaju stalno praćenje i preduzimanje određenih mera zaštite životne sredine [4]. U akumulacijama HE odvijaju se procesi tokom kojih dolazi do značajne degradacije kvaliteta voda, a kojima najviše doprinose organske materije i otpad donešeni u akumulacije. Mogući uticaj HE u sastavu "HE Djerdap" se prostire na oko 18000ha u priobalju. Za zaštitu ovih površina izgrađeni su ogromni sistemi drenažnih kanala i cevovoda, crpnih stanica i piezometara, koji zahtevaju velika materijalna ulaganja u cilju investicionog i tekućeg održavanja. Zbog izuzetno teških ekonomskih uslova, poslednjih deset godina ovi sistemi nisu dobro održavani pa značajan deo njih nije u funkciji. EPS je uradio program zaštite priobalja svih svojih HE, koji, među ostalim, obuhvata sanaciju i praćenje klizišta, antierozione radove, zaštitu obala, zaštitu od poplava i sl.

Izvedeni hidrotehnički objekat Đerdap 2 u kontekstu održivosti

HEPS „Đerdap 2” druga je zajednička srpsko - rumunska hidroelektrana na Dunavu. Izgrađena je na 863. km Dunava od ušća u Crno more na profilu Kusjak – Ostrovul Mare. Kao i HEPS „Đerdap 1” i ovaj sistem je kompleksan i višenamenski hidrotehnički objekat. Pored energetske i plovidbene ima veliki značaj za poljoprivredu, drumski i železnički saobraćaj. Preko ovog objekta, pored puta predviđena je izgradnja železničke pruge. Tokom izgradnje, počela je zvanično 3. decembra 1977. godine, poslednji deseti agregat na jugoslovenskoj strani pušten je u rad septembra 2000. godine, iskopano je 2,5 miliona kubnih metara zemlje i nanosa i ugrađeno 948.000 m³ betona i 70.000 tona betonskog gvožđa. HEPS „Đerdap 2” sastoji se od osnovne elektrane, dve dodatne elektrane, dve prelivne brane, dve brodske prevodnice i dva razvodna postrojenja TT GKV. Svakoj strani pripada po jedan od pomenutih objekata. Osnovna elektrana, kao građevinska celina, podeljena je na dva jednaka dela. U osnovnu i dodatnu elektranu na jugoslovenskoj strani ugrađeno je 10 agregata kapsulnog tipa, potopljenih u vodu, ukupne instalisane snage 270 MW. Turbina je Kaplanova sa horizontalno postavljenim vratilom.

Tehnoekonomske performanse Đerdapa 2

Snaga elektrane	270MW
Ukupni install. protok	4200m ³ /s
Tip	Rečna-protočna
Datum prve sinhronizacije	12.04.1985.
Tip turbine	Kaplan
Instalisana snaga	28 MW
Maksimalni pad - Minimalni pad	12,5 m - 2,5 m
Prividna snaga generatora	27,55 MVA
Aktivna snaga	27-32 MW
Faktor snage	0,98
Nominalna snaga blok transformatora	63 MVA
Ukupna zapremina akumulacije	716,5 10 ⁶ m ³

Uticaj na životnu sredinu i zdravlje ljudi Đerdapa 2

Istraživanja zaštite priobalja se u " HE Djerdap" kontinualno obavljaju kroz programe praćenja, merenja i analiza uticaja na životnu sredinu [5]. U okviru ovog multidisciplinarnog programa vrše se merenja i analize kroz:

Program I – Režim površinskih voda koji se sastoji iz :

- Osmatranje i praćenje nivoa podzemnih voda
- Dopuna postojeće osmatračke mreže
- Praćenje uticaja uspora i režima rada postojećih drenažnih sistema
- Analiza hemijskog sastava podzemnih voda
- Analiza podataka osmatranja režima podzemnih voda i efekta drenažnih sistema
- Studija režima podzemnih voda
- Program II – Praćenje i analiza režima nanosa
- Program III – Posmatranje, merenje i analiza leda
- Program IV – Posmatranje, analize i merenja uticaja na poljoprivredu
- Program V – izučavanje uticaja na šume
- Program VI – Odredjivanje uticaja na stabilnost nasipa
- Program VII – Praćenje i analiza kvaliteta površinskih voda i ekosistema
- Program VIII – Praćenje i analiza stabilnosti padina

Navedeni programi se realizuju godišnje, a na kraju osmotrenog perioda se rade godišnji izveštaji. U skladu sa vodoprivrednom dozvolom, HE "Djerdap" podnosi godišnji izveštaj o realizaciji programa, odnosno o izvršenim aktivnostima sa interpretacijom rezultata nadležnom Ministarstvu za vodoprivredu. Planiranje i sprovođenje aktivnosti iz oblasti zaštite životne sredine u HE "Djerdap" vrši centar za zaštitu životne sredine koji koordinira ove poslove u svim organizacionim delovima.

Novi projekat Đerdapa 3

„Đerdap“III je specifično hidroenergetsko postrojenje. U dnevnoj potrošnji električne energije postaje dva tzv. Špica potrošnje – jutarnji i večernji. Ovaj drugi je u pogledu opterećenja do 2,5 puta veći od najmanjeg, koje nastaje posle 22 časa i traje do jutarnjih časova. Protočne hidroelektrane, u koje se ubrajaju „Đerdap“ I i „Đerdap“II, kao i termoelektrane na uglj, nisu u stanju da se prilagođavaju

potrebama ritma dnevne električne energije. On mogu da smanje proizvodnju na 60 do 80% od maksimalnog kapaciteta. Nuklearne elektrane su još „kruće“, jer praktično rade podjednakom snagom, dok su termoelektrane na gas i tečna goriva fleksibilnije. Upravo iz tih razloga treba da se gradi reverzibilna ili pumpno-akumulaciona PAHE „Đerdap“ III. Ona treba da bude u blizini Lepenskog Vira, na 1008km toka Dunava – 162 km nizvodno od Beograda. Takva postrojenja akumuliraju vodu i proizvode električnu energiju kada je to najpotrebnije – u „špicevima“ potrošnje.

PAHE „Đerdap“ III obuhvata izgradnju ne samo hidroelektrane na obali Đerdapskog jezera nego i veće akumulacije vode na pogodnim mestima u dolinama rečica Pesače i Brodice. Nivo vode u tim akumulacijama je približno 400m viši od nivoa vode u Đerdapskom jezeru. Akumulacija vode obavlja se u noćnim časovima. Tada se u Đerdap“ III šalje potrebna energija iz „Đerdapa“ I i II. Lopatice njenih turbina menjaju smer, tako da pri priticanju električne energije rade kao pumpe i voda se kroz kosi cevovod izdiže u akumulaciju Pesače, pošto predhodno prođe kroz tunel širine 7m i dužine 1930m. Izdizanjem vode u akumulacije troši se električna energija. Pri tom se utroši približno 33% energije više nego što se dobije kada se akumulirana voda pusti da pada s visine na koju je izdignuta. Međutim, iako se pojavljuje pomenuti gubitak, elektro privreda i privreda u celini, uključujući i domaćinstva, korišćenjem potencijalne energije PAHE, imaju velike koristi. Zato se tako proizvedena električna energija naziva kvalitetna, čak i visokokvalitetna. Ona upravo deluje u časovima maksimalne potrošnje struje, a kad prestane potreba za njenom ispomoći, ona se isključuje iz mreže i prestaje sa radom. Na taj način se ispravljaju nedostaci u radu termoelektrana.

PAHE „Đerdap“ III gradiće se u četiri faze. U prvoj će imati instalisanu snagu od 600 MW (600 000 kW), a u četvrtoj 2400 MW, snažnija od cele HE „Đerdap“ I. U prvoj etapi izgradnje (svaka faza trajaće do pet godina) instalisanom snagom 600MW, PAHE „Đerdap“ III proizvođiće godišnje 2040GWh visokokvalitetne energije uz utrošak 2790 GWh noćne energije, najvećim delom nekorišćene. U četvrtoj etapi izgradnje, instalisanom snagom od 2400 MW, godišnja proizvodnja visokokvalitetne električne energije, dostići će 7600 GWh (7,6 milijardi kWh) uz utrošak noćne energije od 10400 GWh. Jedino na taj način može racionalno da se koristi akumulirana vodna snaga i upravo onda kad je najpotrebnija. Zato se ovakvi objekti grade gde god je to moguće. Prema urađenoj analizi opravdanosti u 2010. godini, prva faza bi koštala oko 400 miliona evra. Procene su da bi ovaj projekat mogao ukupno da košta od 4 do 6 milijardi evra. I pored velikih potrebnih investicionih ulaganja, od projekta se ne odustaje, na njemu se radi, ali najveći problem nije tehničke prirode, već ekonomske, jer potrebna finansijska sredstva još uvek nisu obezbeđena.

Tehnoekonomske karakteristike Đerdapa 3

Nominalna snaga	300 MW
Prečnik osovine lopatica sprovodnog aparata	5250 mm
Broj lopatica sprovodnog aparata	20
Broj lopatica obrtnog kola	7
Stepen korisnosti motora	98,5-99 %
Prividna snaga generatora	315 MVA
Snaga generatora	300 MW
Maksimalna snaga rotora	311 MW
Težina motor-generat.	800-1000 t

Uticaj na životnu sredinu i zdravlje ljudi Đerdapa 3

Projektovani objekat Đerdap 3 omogućava uvođenje vetroelektrana i drugih obnovljivih izvora energije, jer svojim specifičnim režimom rada obezbeđuje stabilnost elektroenergetskog sistema. Time se smanjuje emisija CO₂ i globalno zagrevanje, a poboljšava kvalitet životne sredine.

ZAKLJUČAK

Ljudi još uvek uprkos приметnom povećanju ekološke svesti ne vide da su sami odgovorni za očuvanje planete Zemlje. Teško je priznati sopstvene greške i ispraviti ih. Ipak nešto se mora preduzeti da se sačuva planeta, tako da situacija nije sasvim bezizlazna. Takođe je trenutno teško, gotovo nerealno očekivati razvijenu ekološku svest od stanovnika siromašnih zemalja, jer je njihov primarni cilj preživljavanje. Bogate zemlje ne treba da se bave samo svojim ekološkim problemima, a da zanemaruju stanje u siromašnim zemljama, jer zagađenja su prekogranična. U stvari, za početak rešavanja ekoloških problema potrebna je jedna globalna akcija, jer pojedinačne akcije nisu i ne mogu biti dovoljne na globalnom planu.

Zahvalnost

Ovaj referat je nastao u okviru istraživanja sprovedenih na projektima Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja EE18031 i TR35030.

LITERATURA

1. H. Milosevic, N. A. Geydarov, Y. N. Zakharov, and S. Stevovic, "Model of incompressible viscous fluid flow driven by pressure difference in a given channel," *International Journal of Heat and Mass Transfer*, vol. 62, pp. 242-246, 2013.
2. S. Stevović and D. Stefanović, "Selection of the technical optimum for the purpose of environment quality preservation by Delphy method," *Tehnika-Naše građevinarstvo*, vol. 62, pp. 1-7, 2008.
3. S. Stevovic, "Present scenario for exploitation of hydropotential of the river changed according to environmental and legal aspects", *First International Conference Renewable Energy--Small Hydro, 3-7 February 1997, Hyderabad, India*, 1997, p. 343-351.
4. S. Stevovic, M. Miloradovic, and I. Stevovic, "Management of environmental quality and Kostolac mine areas natural resources usage," *Management of Environmental Quality: An International Journal*, vol. 25, pp. 285-300, 2014.
5. Stevović S., *Ekoloski menadžment u hidroenergetici*, Zadužbina Andrejevic, Beograd 2006.