

Komentar:

Predstudija izvodljivosti hidroenergetskog sustava Kosinj – Senj

(Energetski institut Hrvoje Požar, Zagreb, lipanj 2015.)

Općenito i metodologija

Opći je dojam da je predmetna predstudija napravljena kvalitetno. U osnovi sadrži sve elemente koje takva vrsta rada mora imati. Glede okolnosti, odnosno vjerojatno nedostatnih sredstava i vremena, neka su poglavlja obrađena u nedostatnom obujmu, a što nije na teret autora.

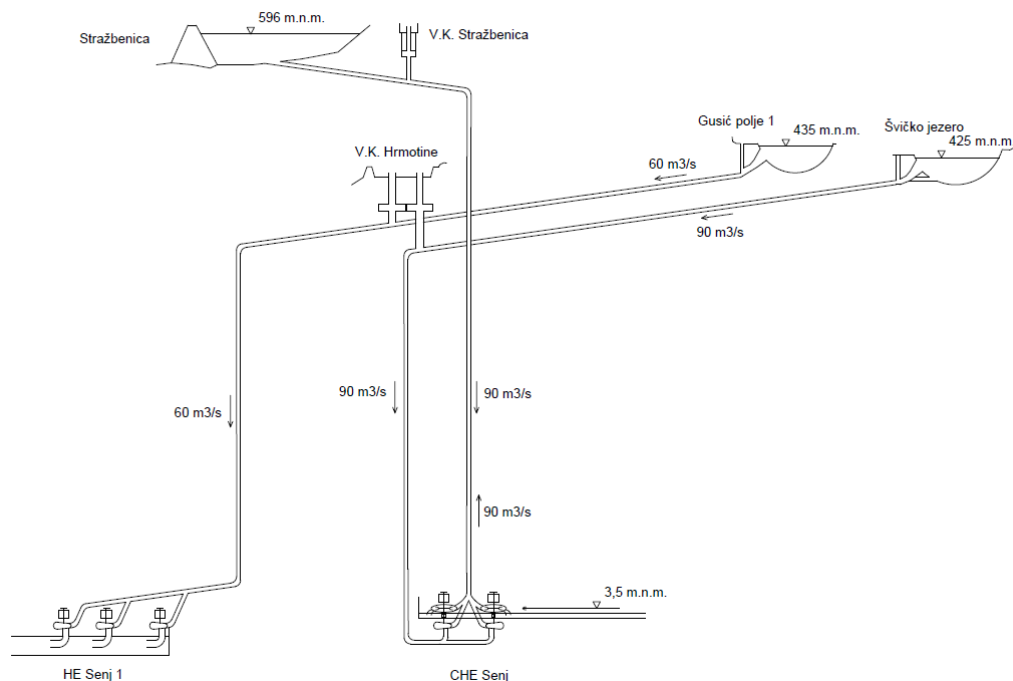
Do početka 80-tih godina prošlog stoljeća izgrađen je niz novih hidroelektrana. Na temelju saznanja steknutih tijekom njihove gradnje inženjerski korpus vojske SAD-a donosi preporuke [1] kojima definira način planiranja novih hidroelektrana. Ta metodologija danas se koristi u cijelom svijetu, od Nepala, preko Afrike do Kanade. Ona ima svoju svrhu. Ta je, da se za sve promatrane inačice prikažu tehničke, gospodarske i ostale značajke, te tek onda računa tehničko-gospodarska isplativost planiranog projekta. Zato nije primjereno da se u prvom poglavlju predmetne predstudije (“Sažetak”) navode ekonomski i financijski pokazatelji (NPV,IRR), a bez da su detaljnije u cijelosti uspoređene promatrane inačice.

Navedene preporuke [1] u predmetnoj studiji nisu u cijelosti ispoštivane, a što otežava uspoređivanje inačica. Navedeno je pak posjedica slijeđenja naloga iz projektnog zadatka.

Podloge

U točki 3.2. predmetne predstudije navedene su podloge koje su korištene. Razvidna je razlika u tome da su radovi korišteni za analizu sustava s izgradnjom akumulacije Kosinj drugačijeg karaktera od Analize (lit.[2]) iz 4. inačice. Dojam je da su u radovima o Kosinju inačice spomenute sporadično, dok je u 4. inačici u najvećoj mogućoj mjeri korištena metodologija iz lit.[1] i bavi se samo usporedbom mogućih varijanti dogradnje hidroenergetskog sustava Senj.

Autor predstudije vrlo korektno opisuje promatrane inačice. Jedina zamjerka se odnosi na sliku 3.9. iz 4.inačice. Navedena slika u predstudiji je donekle modificirana ona iz Analize (lit. [2]). U Analizi je u sufiksu naslova dodano “(konačnica)”. Razlog je bio taj da se ukaže na moguću prigradnju još dodatna dva samostalna agregata (Pelton turbine) radi povećanja generatorske snage. Glede okolnosti realnija je prva etapa prikazana na idućoj slici. To uvelike mijenja iznose u troškovniku.



Sl. Prva etapa izgradnje CHE Senj

U toj etapi dostatan je jedan cjevovod Grabova-Stražbenica koji je spojen na dva trojna agregata. Naravno, zbog višljeg pada, snaga agregata CHE Senj (2x240MW) veća je od snage agregata HE Senj 2 (2x171MW).

Priključak novih hidroelektrana u elektroenergetski sustav

U poglavlju 3.4.6. korektno je predviđen priključak HE Sklope. Možda je trebalo spomenuti mogućnost rekonstrukcije dalekovoda Sklope-Lički Osik kao dvostrukog (udovoljavanje kriterija "n-1", lit.[3]). To ovisi prvenstveno o onome tko će upravljati hidroelektranom.

Korektno je opisan priključak obje hidroelektrane HE Senj2 i CHE Senj. Glede trenutnih okolnosti u elektroenergetskom sustavu to je i jedino moguće rješenje. Mišljenje je da je trebalo detaljnije analizirati i drugu mogućnost, a vezanu za izgradnju CHE Senj. Naime, druga je ideja bila da se 220kV dalekovod Melina-Senj-Brinje pretvori u 400kV dalekovod. Na njega bi se spojile elektrane CHE Senj i PHE Vinodol ukupne snage oko 850MW (prijenosna snaga normiranog 400kV dalekovoda je 1300MW). To bi omogućilo njihov komotan tandemski rad (opisan u 3. poglavlju Analize). Zamjenom postojećih 110kV vodiča, novima tipa ACC omogućio bi se rad HE Senj1 sa sva tri agregata na 110kV mreži. Zamjenom 220kV dalekovoda 400kV-tnim omogućio bi se uredan priključak CHE Senj (2x240MW) i PHE Vinodol (3x130MW) u elektroenergetski sustav. Minimalno bi se devastirao prostor korištenjem trase postojećeg dalekovoda, a uz izgradnju TS 400kV Lika osigurao siguran tranzit energije u slučaju ispada postojećeg 400kV dalekovoda na dionici Melina-Žuta lokva.

U poglavlju 3.4.8. opisan je priključak HE Švica. Glede mogućnosti razvoja turizma na Švičkom jezeru priključak na novu 110kV trafostanicu treba izvesti podzemnim 110kV kabelom, duljine oko 3000m. To poskupljuje priključak u dijelu koji se odnosi na sam vod.

Općenito, treba na svim principnim shemama izbrisati generatorski prekidač između generatora i blok transformatora (10,5kV). Također, ne bi trebalo u ovoj fazi određivati i risati u principnim shemama rezervno napajanje vlastite potrošnje. Ono će se odrediti tijekom detaljnije analize pojedinog objekta.

Troškovi priključaka novih elektrana u € iz predstudije 2. i 4. varijanta prikazani su u idućoj tablici. Iz obje inačice isključeni su zamjena blok transformatora 220/110kV u Grabovi, te revitalizacija dalekovoda 220kV Melina-Senj (smatra se da su oba objekta u nadležnosti HOPS-a). Također je u 4. inačici izbačena gradnja novog 220kV GIS postrojenja, jer se tehničkim rješenjem izgradnje 110kV GIS postrojenja otvara prostor za normalnu izgradnju 400kV GIS postrojenja, pa postojeće 220kV postrojenje može ostati.

Opis	2.inačica s akumulacijom Kosinj	4.inačica s jezerom Švica
HE Sklope	2,389,380	2,726,430
HE Kosinj	3,367,150	
HE Švica		3,466,250
HE Senj 2	11,992,250	
CHE Senj		16,204,923
UKUPNO	17,748,780	22,397,603

Tablica1: Procijenjeni troškovi priključka (HOPS cijene)

Varijanta 2. je jeftinija. Razlika u cijeni od 4,6 mil€ najvećim dijelom je posljedica izgradnje 400kV dalekovoda i GIS postrojenja.

Proračun proizvodnje

U predstudiji je za proračun proizvodnje korišten program Plexos. To je vrhunski program koji omogućuje niz analiza. Takvi programi, zbog cijene, dostupni su rijetkima. Pokušaj autora Analize, prije deset godina, je bio koristiti "otvorene" module programa inženjerskog korpusa američke vojske. Kao i Plexos ti su programi dominantno usmjereni na satnu analizu. Takav pristup otežava testiranje rezultata, a vremenski iznimno dugo traju. Zato su napravljeni novi programi koji se temelje na dnevnim podacima. Opasnost programa kao Plexos, s nizom detalja, je da se "od stabala ne vidi šuma".

Uvodno se navode elementi koji će se modelirati u programu. Mišljenje je da je trebalo modelirati i retenciju Lipovo polje te bazen Stražbenica. Također su dani i koeficijenti hidrauličkih gubitaka za postojeće i nove objekte. U predstudiji nije prikazano kako su dobivene krivulje akumulacija te koeficijenti hidrauličkih gubitaka. U Analizi je cijelo jedno poglavlje 4. posvećeno analizi niza akumulacija mogućih na promatranom području s krivuljama volumena i površina, a u 6. poglavlju Analize prikazan je izračun koeficijenata. Indikativno je da je većina koeficijenata u predstudiji jednaka onima iz Analize.

Mišljenje je da je na kraju tog poglavlja predstudije trebalo dati iznose ulaznih podataka (formule za krivulje akumulacija i proizvodnju agregata), na način kako je to napravljeno u Analizi (poglavlje 6.5.).

U uvodnom dijelu poglavlja 4.3. predstudije navodi se da je međudotok (potok Bakovac) od brane Kruščice do Selišta $3,04\text{m}^3/\text{s}$, a to je 13% dotoka Like u Kruščicu. Od početka analize promatranog sustava tvrdi se da je dotok Bakovca tih 13%, ali realnost je da je on na temelju mjerenja manji 4,7%. Do Selišta dodatni dotok se poveća na ukupno 8%.

U nastavku je prikaz izračunanih proizvodnja u predstudiji i Analizi.

(GWh)	HE Sklope	HE Senj	Ukupno
Predstudija	83	967	1,050
Analiza	80	1,027	1,107

Tablica 2: Proizvodnja postojećeg stanja

Razlika u proizvodnji HE Senj može biti posljedica toga da je u Analizi proizvodnja računana simulacijom na modelu koji ne uključuje gubitke (Gusić polje, vodoopskrba i dr.). Uključe li se navedeni gubitci proizvodnja HE Senj je približna onoj iz predstudije. Moguće je da je proizvodnja iz predstudije stvarno ostvarena.

(GWh)	HE Sklope	HE Kosinj	HE Senj1 i 2	Ukupno
Predstudija	70	43	1,261	1,374
Analiza	65	40	1,185	1,290

Tablica 3: Proizvodnja u 2. inačici s akumulacijom Kosinj i HE Senj2

Proizvodnja HE Sklope i Kosinj je u analizi uvećana zbog upotrebe agregata u HE Sklope većeg protoka 50m³/s. Najveća razlika je u proizvodnji elektrana u Grabovi (1.261-1.185=76GWh). Ta je razlika 6%, odnosno upravo onoliko za koliko je u predstudiji precijenjen dotok potoka Bakovca.

(GWh)	HE Sklope	HE Švica	HE Senj 1 + CHE gen	CHE mot	Ukupno
Predstudija	88	73	1,372	260	1,273
Analiza	93	53	1,553	458	1,241

Tablica 4: Proizvodnja u 4. inačici s jezerom Švica i CHE Senj

Veliko je odstupanje u izračunu proizvodnje HE Švica. Prvi je razlog da se u predstudiji precjenjuje dotok potoka Bakovca. To znači da bi u predstudiji proizvodnja HE Švica trebala biti manja, ne 73GWh nego 69. Drugi razlog je temeljna ideja s CHE Senj, a to je da je cijeli sustav od akumulacije Kruščica do elektrane u Grabovi dimenzioniran za kapacitet protoka od 90m³/s. Stjecajem okolnosti to bi značilo ugradnju tri nova agregata (dogradnja HE Sklope, HE Švica) istih značajki, s Francis turbinom snage 23MW. Izračun proizvodnje u Analizi je napravljen na način da se računalo s radom oba agregata istovremeno. To nije nužno. Razlog je postojanje Švičkog jezera nizvodno. Razlika u volumenu od od kote jezera 425 do 424 mnm je oko 1,5hm³. Takav volumen omogućuje dnevno izravnjanje u CHE Senj. Također se treba uzeti u obzir i dotok Gacke kroz Južni krak, pa je i time smanjen zahtjev za većom proizvodnjom HE Švica. Sve navedeno ima utjecaj na izbor optimalnog promjera dovodnog tunela. To je i naznačeno u poglavlju 6.4.7. Analize. Proračuni u Analizi rađeni su kao najgori slučaj kada rade oba agregata istovremeno, a preliminarni proračuni realnijih prilika (kada najčešće radi samo jedan agregat) daju novu energiju oko 80GWh.

Velika su odstupanja u generatorskom i motorskom radu CHE Senj. Ali, razlika između te dvije vrste rada je posljedica toga da su autori uzeli različita vremena rada CHE Senj. U oba slučaja razlika između generatorskog i motorskog rada je oko 1.100GWh, a rezultati se razlikuju svega 5%. Pri tome je proizvodnja elektrana u Grabovi umanjena za 6% dotoka Bakovca.

Za konačnu usporedbu preuzeti će se podatci iz Analize.

(GWh)	Postojeći sustav	2. inačica - HE Senj 2	4. inačica - CHE Senj
Ukupna izračunana proizvodnja	1,107	1,290	1,241
Razlika	/	183	134
Gubitci	≈25	>200	≈62

Tablica 5: Usporedba proizvodnje 2. i 4. inačice

Proizvodnja je izračunana za idealan slučaj i u njoj nisu uračunati gubitci. Većinu gubitaka u postojećem sustavu čine gubitci u Gusić polju od 18hm^3 (zbog otežanog održavanja). Gubitci za potrebe vodoopskrbe su minimalni $5\text{-}6\text{hm}^3$.

Gubitci u 2. inačici najviše se odnose na samu akumulaciju Kosinj. Gubitci dovodnog dijela sustava i vodoopskrbe procijenjeni su na 10GWh . Na temelju dostupnih podataka izračunano je isparavanje iz akumulacije Kosinj. Ono iznosi $1,3\text{m}^3/\text{s}/\text{god}$, što je 41hm^3 volumno. Drugi su gubitci radi ekoloških razloga. Oni su posljedica Studije o utjecaju na okoliš HES Kosinj [4], poglavlje 6.6.2. Oni su znatni (57GWh). I konačno treba procijeniti koliko će akumulacija Kosinj propuštati. Na osnovu ponašanja akumulacije Kruščica ocjenjuje se da će propuštanje Kosinja biti najmanje $3\text{m}^3/\text{s}$. Konačni zbroj svih gubitaka je veći od 200GWh , a što znači da će novi sustav s akumulacijom Kosinj proizvoditi manje energije nego postojeći.

Gubitci u 4. inačici najviše se odnose na preljeve nužne radi održanja podzemne flore i faune (lit.[4]). Gubitci dovodnog dijela sustava i vodoopskrbe procijenjeni su na 10GWh . Gubitci zbog ekoloških razloga na preljevu brane Selište su 52GWh . Ukupna nova proizvodnja sustava s jezerom Švica je oko 70GWh .

Iz prethodno navedenoga jasno je da jedino kvaliteta proizvedene energije može opravdati gradnju tako skupog objekta za ništa ili vrlo malo nove energije. Mišljenje je da tu kvalitetu može dati regulacijska energija u oba smjera, generatorskom i posebno motornom iz CHE Senj.

Zanimljivo je da se u poglavlju predstudije u kojem se uspoređuju inačice u tablici 4.10. procjenjuje (malo preuranjeno, jer nisu sagledani svi elementi) da je prihod od prodane energije najviši u 4. inačici.

Mogućnost pružanja pomoćne usluge rezerve snage

Mišljenje je da je u ovom poglavlju 4.7. trebalo opisati regulacijska svojstva planiranih hidroelektrana. U osnovi treba usporediti HE Senj2 i CHE Senj. U HE Senj2 planiraju se ugraditi dvije Francis turbine snage svaka 171MW . Zbog pojave kavitacije Francis turbine imaju ograničena regulacijska svojstva. U slučaju HE Senj2 to bi bio raspon od $+80$ do $+340\text{MW}$ u generatorskom radu, odnosno ukupno $+260\text{MW}$.

U 4. inačici koristi se tzv. trojni agregat, gdje su na istoj osovini crpka, turbina, generator-motor i spojka. Zbog specifičnog hidrauličkog spoja regulacijski raspon takvog agregata je od -340 (vjerojatno -480MW) do $+480\text{MW}$. Dakle, ukupno 820MW od čega je 340MW u tzv. motornom radu (a može biti i višji). Elektranu s takvim svojstvima omogućuje priključak i rad na mreži znatnog broja vjetroelektrana i drugih nepredvidivih izvora električne energije. Treba spomenuti da takav trojni agregat u hidrauličkom kratkom spoju ima najbolja moguća regulacijska svojstva elektroenergetskog sustava od svih ostalih poznatih sustava.

U vrijeme kada su pisani predmetni radovi (prije deset godina) sve naše susjedne zemlje (i ne samo one) pokušavaju iznaći lokacije za crpne hidroelektrane. To pokušava i ravničarska Mađarska, kojoj nije uspjela ideja crpne hidroelektrane na Dunavu (zbog ekoloških razloga). Ali, u to vrijeme završena je crpna elektrana u nedalekoj Austriji Kopswerk II [5]. U osnovnim značajkama ona je vrlo bliska planiranoj CHE Senj. Zbog zauzeća svih pogodnih prostora i pooštrenih ekoloških zahtjeva u Europi je danas praktično zaustavljena gradnja crpnih hidroelektrana, bez obzira na to što su one najpovoljnije glede uravnoteženja elektroenergetskog sustava.

Također se nekoliko godina kasnije i u Hrvatskoj pojavljuje ideja o dva projekta novih crpnih hidroelektrana: Vrdovalo i Korita (Blace). Navedene elektrane, za razliku od CHE Senj, ne proizvode novu energiju, a u osnovnim parametrima su osjetno lošije od CHE Senj. Osnovno je koliki je odnos duljine tunela do gornjeg bazena i visinska

razlika. Što je taj broj manji crpna elektrana je isplativija. Tako je taj odnos za Vrdovo 11,0, Korita 16,4, Blace 12,5 i Senj 3,2. Dakle, CHE Senj je neusporedivo najjeftinija.

Savršeno je jasno da varijanta s akumulacijom Kosinj ima veće mogućnosti glede isporuke rezervne snage. Njen ukupni novi volumni prostor je 302hm³, dok je to u slučaju inačice s CHE Senj 81hm³.

Moguća maksimalna snaga 4. inačice s CHE je oko 790MW, dok je ta snaga inačice s HE Senj2 osjetno manja oko 600MW. Potrebno se osvrnuti na rijeku Gacku. Glede sustava s akumulacijom Kosinj volumen novog bazena Gusić polje 2 je takav da u slučaju većeg dotoka Gacke (a i dijela potoka Bakovca, uzvodno od brane akumulacije Kosinj) on mora biti ispražnjen na dnevnoj razini. Većina toga može biti u vrijeme vršnog opterećenja. Dakle, nema mogućnosti "skladištenja" voda Gacke. U 4. inačici s jezerom Švica i bazenom Stražbenica volumni prostor za spremanje Gacke je oko 20hm³ (Švica 17hm³, Stražbenica 4hm³), odnosno deset puta veći od bazena Gusić polje 2. To je volumen koji se u većini slučajeva može sačuvati u akumulacijama na području Lipovog polja (prvenstveno Kruščici). Također, spomenuti volumen od 20hm³ može poslužiti za spremanje dotoka Gacke većeg od 60m³/s (kapacitet tunela Gornja Švica – kanal Marasi). U razdoblju od 1970. do 2013.g. takvih je minornih 14 dana. Najveći je dotok Gacke bio 22.siječnja 2013.g. od 84,0m³/s. Još dva dana je dotok bio iznad 60m³/s s ukupnim volumenom iznad spomenutog dotoka od ukupno 14hm³. To znači da kota Švičkog jezera ne bude radna 425 nego niža 420 mm i jezero će prihvatiti višak voda Gacke.

Naravno, kako je uvodno napisano varijanta s akumulacijom Kosinj zbog većeg volumena ima mogućnost dugotrajnijeg davanja tercijarne rezerve. Izabrana je prosječna 2004.g. Uz simulaciju da glavne hidroelektrane rade devet sati dnevno varijanta s akumulacijom Kosinj je bez vode od 26.kolovoza do 20.listopada, dok je inačica s CHE bez vode od 20.srpnja do 12.studenoga.

Ali, navedena 2. varijanta ima slabost. Naime, zbog ograničenog kapaciteta dovodnog tunela Gornja Švica – kanal Marasi od 60m³/s, maksimalna snaga obiju elektrana u Grabovi od 580MW može biti korištena onoliko koliki je kapacitet bazena Gusić polje 1 i 2. To znači da elektrane u Grabovi mogu raditi punom snagom oko sedam sati. Na kraju tog razdoblja bazeni se isprazne, te je potrebno oko deset sati da se napune i opet budu spremni za rad s maksimalnom snagom.

Mišljenje je da je na kraju ovog poglavlja trebalo spomenuti mogućnosti obiju inačica glede sekundarne i tercijarne regulacije, gdje inačica s CHE Senj ima veće mogućnosti sekundarne, a varijanta s akumulacijom Kosinj tercijarne regulacije, doduše s ograničenjima, te to potvrditi brojkama.

Revitalizacija HE Senj 1

U poglavlju 6.2.4. Daljnji razvoj postojećeg HES Senj piše: *"Nadalje, projekt "Revitalizacije HES Senj - Studija podobnosti", pokazao je da je tehnički i gospodarski opravdano provesti obnovu hidrotehničkih objekata i elektrostrojarske opreme u postojećem HES Senj, kojom se povećava snaga i proizvodnja električne energije, ali i produžava životna dob i sigurnost objekata."*

Riječ je o tzv. "revitalizaciji" postojeće hidroelektrane Senj. Uvriježeno je mišljenje da će se povećanjem protoka elektrane za 10% za toliko povećati njena snaga, a novom opremom i njena sigurnost. Nažalost, to nije točno.

Već danas spomenuta hidroelektrana izložena je opasnosti od uvlačenja zraka u dovodni sustav. Ta pojava može prouzročiti uništenje elektrane, te stradavanje ljudi. Razlog tome je niska piezo linija na poziciji vodne komore, a ona je funkcija protoka. Povećanjem protoka ona će se još više sniziti te će se time povećati opasnost uvlačenja zraka.

Drugo opravdanje za zamjenu rotora turbine je njegov stupanj korisnosti. Nesolidna ispitivanja iz 90-tih godina govore o niskom stupnju korisnosti, ali naknadna

kvalitetna mjerenja [6] pokazala su da je on visok 93,0%. Danas se takve turbine rade sa stupnjem 94%.

Povećanjem protoka smanjuje se tzv. neto pad elektrane. Formula za izračun neto pada elektrane je $H_{\text{neto}} = H_{\text{bruto}} - \beta Q^2$ (m), pri čemu je β tzv. koeficijent hidrauličkih gubitaka, i on je praktično konstantan, a u slučaju HE Senj visok 0,0063 zbog velikih tzv. linijskih gubitaka. Takav koeficijent prouzroči oko 2% manju snagu.

Dakle, osim što će se ugroziti elektrana, povećanje snage će biti manje od 10%. Uz poznate probleme dosadašnjih "revitalizacija" upitno je ulaganje u takav projekt.

Utjecaj na okoliš

Mišljenje je da je trebalo redom obraditi poplave, vodoopskrbu pa zatim sve ostalo. To kako su obrađene poplave, vodoopskrba i ostalo u predstudiji nije prihvatljivo. Zato će se u nastavku dati gledanje na neke važnije odnose između promatranih inačica.

Poplave

Sustav s akumulacijom Kosinj ne rješava problem poplava, naprotiv. U svim dokumentima HEP-a kojima se zagovara izgradnja hidroenergetskog sustava s akumulacijom Kosinj naglašava se kako će se tim sustavom spriječiti poplave na području Kosinjske doline i Lipovog polja i to će se napraviti tako da se trajno potopi Gornji Kosinj. Život u Kosinjskoj dolini traje tisućama godina i prilagođen je vremenskim prilikama i poplavama. Sve nastambe su podignute na takvu razinu da ih uobičajene poplave ne ugrožavaju, te su tek prometnice potopljene, a onda kao i prije tisuću godina komunikacija se obavlja čamcima. Danas je za razliku od prije tisuću godina te prometnice moguće jednostavno urediti da budu svrsishodne tijekom poplava, te nema potreba za čamcima.

Poplave koje se događaju u Kosinjskoj dolini su tzv. mirne i koliko je poznato nije bilo nikada ljudskih žrtava, pa ni stradavanja blaga. Tek su u iznimnim slučajevima velikih voda nastale materijalne štete. U slučajevima poput poplave 2010.g. jasno je da su te štete posljedice neznanja i nemara. Dakle, štete koje su nastale poplavama u Kosinjskoj dolini su materijalne (a moguće ih nije ni trebalo biti) i sanirane su te se život nastavio dalje. Za razliku od sadašnjeg stanja projekt HES Kosinj potpuno uništava materijalna dobra na preko 2000hA zemljišta s povijesnim selom Gornji Kosinj. Poplava odnosno materijalna devastacija je potpuna i nema povratka na staro odnosno nastavka života. Pri tome treba imati na umu da način na koji se to radi ne isključuje ekstremne poplave nizvodno od predviđene akumulacije, ekstremnije nego dosadašnje.

Dakle, bezgranična je besmislica tvrdnja da se spriječavaju poplave, kada se naprotiv radi sasvim suprotno te se potpuno poplavljuje i uništava Gornji Kosinj, a što nije bilo nikada u povijesti (Prijepis iz lit. [7]).

U slučaju stogodišnjih voda rijeke Like poplave nizvodno od nasipa u Lipovom polju iz 4. inačice ne dosegnu kotu nasipa od 492 mnm. S druge strane u 2. varijanti te poplave dosegnu kotu od najmanje 495 mnm (uz neodržavanje ponora u Lipovom polju) i poplave dio naselja Donji Kosinj. Iz prethodno navedenoga jasno je da inačica s akumulacijom Švica bolje rješava zaštitu od poplava, nego što to radi inačica s akumulacijom Kosinj.

U svakom slučaju sustav obrane od poplava u dolini Gacke i Lipovom polju mora biti obostrano simbiotski. Razlog je što se tijekom poplava u Lipovom polju te vode pretaču u dolinu Gacke. To će se dogoditi i kada se napravi i napuni akumulacija Kosinj (dokaz su poplave iz 2010.g. kada je kota u Lipovom polju bila 495 mnm). Navedeno je detaljnije opisano u lit.[7]. koja je prijavljena na znanstveno-stručni skup "Kosinjska dolina – jučer, danas i sutra" u Gornjem Kosinju 2022.g.

Vodoopskrba

U predstudiji se vodoopskrba spominje na dva mjesta. U poglavlju 6.2.7.1. govori se o tome kako će nova akumulacija Kosinj pozitivno utjecati na kvalitet vode, a u poglavlju 10.2.1.3. o tome da treba radi sigurnosti drugi spoj iz Like do Hrmotina.

U međuvremenu su od izrade predstudije do danas nastupile nove okolnosti. Zbog toga će se vodoopskrba obraditi u zasebnom prilogu [8].

Okoliš

U inačici s akumulacijom Kosinj devastira se preko 2000ha kvalitetnih staništa (Kosinjska dolina, Gusić polje). Također se uništavaju vodotoci, dio rijeke Like i značajniji dio potoka Bakovca s izvorima, u Kosinjskoj dolini. Ono što je najvažnije uništava se povijesno selo Gornji Kosinj sa svim svojim obilježjima (crkvama, školama, grobljima...). Dok se flora i fauna spomenutog područja može djelomično obnoviti na nekom drugom mjestu, to nije moguće s žiteljima tog kraja, odnosno, sve ono što je postojalo tisućama godina, a što je stvarano ljudskim radom biti će uništeno. Osim uništavanja Kosinjske doline izgradnja akumulacije negativno će utjecati na mikroklimatske prilike šireg područja, svojstva rijeke Like nizvodno od akumulacije, te posebno na poplave na području doline Gacke.

U inačici s HE Švica uništava se oko 40ha na lokaciji Stražbenica, radi izgradnje gornjeg bazena crpne hidroelektrane. Spomenuti lokalitet je bez ikakvih tragova ljudskog djelovanja (niti pregradni zidovi). S druge strane pojava vode na takvom mjestu može imati pozitivan učinak.

Velika prednost inačice s HE Švica je da se njome renaturaliziraju vodotoci Sjevernog i Južnog kraka Gacke (a što se ne čini u inačici s akumulacijom Kosinj). Duljina sjevernog kraka Gacke od brane Vivoze do kanala Marasi je oko 20km. Sada je to suho, obraslo i zapušteno jalovo korito koje oživi tek par dana svakih nekoliko godina u slučajevima velikih vodnih valova. Duljina rijeke Gacke od izvora do Vivoza odnosno utoka u Sjeverni krak je oko 10km. Dakle, renaturalizacijom Sjevernog kraka dobilo bi se dodatnih oko 20km vodotoka vrhunske kvalitete rijeke Gacke (dva puta više nego što je sadašnji tok Gacke). Takav vodotok nije samo stanište kvalitetnih ribljih vrsta, nego i specifične flore, te posljedično ostalih predatorskih vrsta. Za razliku od sadašnjeg glavnog toga rijeke Gacke, koji je poprilično izložen urbanim utjecajima vodotok Sjevernog kraka je izoliran i prilično van ljudskog utjecaja.

Renaturalizacija Sjevernog kraka Gacke bi vratila prirodno stanje, ono kakvo je bilo prije izgradnje postojećeg hidroenergetskog sustava Senj na oko 1.000 ha uz vodotok Sjevernog kraka. Izdvojiti će se tek jedna vrsta specifična i značajne glede ekologije, a koja bi mogla naći svoj dom na području Sjevernog kraka Gacke, a to je vidra. Sjeverni krak je prikazan kao njeno potencijalno stanište. Njena pojava značila bi da se obnovio cijeli prehrambeni lanac.

Također bi se obnovio i Južni krak Gacke duljine oko pet kilometara s Donjim Švičkim jezerom. Osim vodotoka Gacke sa sedrenim barijerama, posebno je značajna fauna Švičkog jezera. Kao dokaz potpuno obnovljene flore i faune tog jezera trebao bi biti povratak jegulje. Posebnu ulogu u povratku jegulje u Liku trebao bi imati ponor Perinka uređen na poseban način. Svrha tog uređenja bila bi osim proizvodnje električne energije, povratak jegulje u jezero te napajanje izvora u Klenovici (Prijepis iz lit. [7]).

Poljoprivreda

Tvrđi se da će se izgradnjom akumulacije Kosinj omogućiti navodnjavanje preostalog dijela Lipovog polja te da će se zbog spriječavanja poplava omogućiti uzgoj ozimih kultura i to će doprinijeti razvoju poljoprivrede.

Navodnjavanje Lipovog i Kosinjskog polja tehnički je izvedivo i sada iz akumulacije Kruščica, ali je činjenica da osim što ono nije izvedeno, trenutno se stanovnicima Kosinjske doline prijeći korištenje voda Like koju su koristili od prapovijesti. Žitelji Kosinjske doline rijetko uzgajaju ozime kulture. Kulture koje uzgajaju su potvrđene stoljetnim uspješnim i ekološkim uzgojem i glede plodoređa i glede odnosa biljka prijatelj. Takav uzgoj uz minimalnu upotrebu pesticida i sličnih kemikalija je nužan, jer je slivno područje rijeka Like i Gacke izvor pitke vode ne samo za Liku nego i za obalno područje, sve od Novog Vinodolskog do Raba. Konačno treba shvatiti da novi sustav HES Kosinj neće spriječiti poplave, te da one mogu biti dramatičnije nego današnje, pa je time ideja o uzgoju ozimih kultura u Lipovom polju loša.

Istina je da se izgradnjom akumulacije Kosinj uništava oko 600hA obradivog zemljišta vrhunske kvalitete, te još oko 600hA pašnjaka u Kosinjskoj dolini. Za razliku od varijante s HES Kosinj inačica s HE Švica i renaturalizacijom Sjevernog kraka Gacke omogućava navodnjavanje uz vodotok dug 20km i oživljavanje davno napuštenih pojilišta te time razvoj proizvodnje poljoprivrednih kultura i razvoj stočarstva, kakav je bio prije više od 50 godina. Naravno, ne uništava se ništa u Kosinjskoj dolini (Prijepis iz lit. [7]).

Turizam

U sklopu promocije hidroenergetskog sustava Kosinj u više dokumenata govori se o mogućnosti razvoja turizma nakon izgradnje akumulacije. Akumulacija Kosinj će tijekom korištenja veći dio biti prazna ili poluprazna, a kada se tu i tamo napuni biti će to za zimskih mjeseci, a što glede turizma i nije posebno atraktivno. Primjerice, analizom podataka na matematičkom modelu utvrđuje se da je postojala akumulacija Kosinj ona bi u razdoblju između veljače 1982. i prosinca 1992. (akumulacija je na spomenute datume puna) bila praktično na biološkom minimumu, odnosno prazna. Na takvim obalama nemoguće je organizirati išta smisleno, a kamoli neke turističke sadržaje. Osim toga vizura takvog krajolika s potopljenim naseljem, crkvama i grobljima koji bi izvirivali iz vode nije nešto što privlači. Dakle, ideja o razvoju turizma na obalama akumulacije Kosinj je neprihvatljiva. Da je to tako dokaz je da se na postojećoj akumulaciji Kruščica (iako su oscilacije njenih voda znatno manje) nije ništa izgradilo.

Inačica s HE Švica naprotiv otvara neslućene mogućnosti razvoja turizma te posljedično tome i razvoja gospodarstva. Nepotapanjem Kosinja omogućuje se: uvid i boravak u jednoj od najljepših dolina u Hrvatskoj; etabliranje spoznaja o štampanom glagoljskom Misalu i glagoljici; upoznavanje sa svim sadašnjim i povijesnim znamenitostima doline, te upoznavanje s hidrogeološkim značajkama krša, koje su gotovo sve na dohvat Kosinja. Ali, najveća dobit inačice s HE Švica je renaturalizacija Donjeg Švičkog jezera te Sjevernog i Južnog kraka Gacke. Švičko jezero ima mnoge značajke slične Bledskom, te nije teško zamisliti kako uz atraktivni Južni krak Gacke, sa sedrenim barijerama, mlinicama i slapovima pred samim jezerom, može biti ekskluzivno turističko i sportsko rekreativno odredište

Kako je energetska nužno da Švičko jezero ima stalnu kotu s minimalnim oscilacijama (metar), oko njega je moguće izgraditi šetnicu i odgovarajuće sadržaje.

Takmičarska duljina veslačke staze je 2000 m. Duljina od zaseoka Švice do polovice Švičkog jezera je oko 2300 m. Takmičarske duljine za kajak i kanu na mirnim vodama su kraće. Jedina olimpijska disciplina na divljim vodama je kajak slalom. Mišljenje je da postoje mogućnosti postavljanja kajak slaloma na dijelu Južnog kraka Gacke od Gornjeg Švičkog jezera do mosta ceste Švica-Krasno. Ako se to ostvari Švica bi bila jedno od rijetkih mjesta na svijetu gdje se na jednom mjestu na prirodnim vodotocima mogu organizirati sve olimpijske veslačke discipline.

Rijeka Gacka poznata je po svojoj jedinstvenoj i vrhunskoj pastrvi. Renaturalizacijom Sjevernog i Južnog kraka Gacke dobilo bi se oko 25 km novih vodotoka s potencijalom za ribičke aktivnosti. Osim toga pojavljuje se i kvalitetno donje Švičko jezero sa mogućnostima lovljenja jezerske ribe (posebno polovica prema mjestu Ponori).

Također je poželjno da zbog ulaznog uređaja za tunel prema CHE Senj dio jezera uz zaseok Ponori bude zatvoreniji za pristup ljudima. To bi omogućilo povratak ptica posebno selica tijekom migracija te razvoj turizma s promatranjem ptica (Prijepis iz lit. [7]).

Ekonomsko-financijska analiza

Ekonomsko-financijska analiza napravljena je sukladno preporukama Europske unije lit.[9]. Mišljenje je da više pozornosti treba posvetiti odnosu koristi i troška (u predstudiji indeks profitabilnosti IP). Uobičajena je praksa označavati taj odnos B/C (benefit/cost). Njegova je značajka da mora biti veći od 1, a u ovoj fazi razrade, radi sigurnosti, i veći. Kako je proizvodnja novog sustava mala ili je i nema, važno je utvrditi koje su mogućnosti povećanja navedenog odnosa.

U konačnici ključne su veličine za ocjenu isplativosti: proizvodnja, troškovi izgradnje i cijena električne energije. Proizvodnja je obrađena, te je u svim inačicama osim 4. nema, odnosno manja je nego postojećeg sustava.

Troškovnik

Troškovi ulaganja prikazani su u poglavlju 9.2. predstudije. Prema procijenjenim podacima troškovi 2. varijante su 417 mil€, a troškovi 4. inačice 504 mil€. To su vrlo upitni podatci. Naime, na službenoj stranici HEP-a 2. varijanta je procijenjena na 450 mil€. Tijekom izrade Analize (2014.g.), procjena troškova dana je vanjskoj tvrtci, te su troškovi 2. varijante bili 500 mil€, a 4. inačice 440 mil€. Također je na zahtjev grada Otočca 2016.g. obavljena recenzija Analize (lit.[10]). Tada su utvrđene ove cijene: 2. varijanta >600 mil€, a 4. inačica ≈500 mil€.

Da se dokaže da je procjena troškova neprimjerena u prilogu lit.[11] dana je razrada troškova za radove na HE Sklope. Ona pokazuje da tzv. rekonstrukcija u 2. varijanti neće koštati 20 mil€, nego dvostruko više, oko 40 mil€. Cijena dogradnje u 4. inačici je osjetno manja oko 22 mil€.

Podatke navedene u uvodnom poglavlju treba uzeti s rezervom. Naime, veliki je vremenski odmak od kada je to rađeno. Danas su cijene materijala i rada u pravilu višlje nego tada, s time da je očito da zbog okolnosti tržište nije stabilno. Također treba uzeti u obzir da za 2. varijantu i nisu poznata sva tehnička rješenja, te moguće ima zamki koje mogu dodatno utjecati na cijenu. Osim toga u svim procjenama sudjelovali su apologeti Kosinja, pa je očit pristran odnos.

Mišljenje je da analiza troškova izgradnje 2. varijante nema smisla, jer ona proizvodi manje energije nego postojeći sustav. S druge strane kvalitetnija analiza troškova izgradnje 4. inačice može iznenaditi iznosom u oba smjera.

Cijena električne energije

Cijena električne energije, naravno, ovisi o tržišnim prilikama. Također ovisi i o vrsti tražene energije. Navedeno zahtijeva ozbiljnije istraživanje.

Kada su rađena oba promatrana rada u Hrvatskoj je tek započela gradnja vjetroelektrana. Danas se zbog svog povoljnog LCoE faktora gradi sve više fotonaponskih elektrana. Dakle, sada su na elektroenergetskoj mreži dva nepredvidljiva izvora obnovljive energije. To može u određenim razdobljima dana prouzročiti viškove energije, te posljedično nižu cijenu električne energije. Takva, negativna, cijena električne energije u austrijskom APG-u je u zadnje vrijeme od 15 do 30% sati dnevno. Korištenjem takve jeftinije energije u većem dijelu praktično se

anulira trošak crpljenja, a u isto vrijeme uravnotežuje sustav. Nakon obavljenog punjenja gornjeg bazena s jeftinijom, negativnom, strujom dodatno se zarađuje i otpuštanjem iste te vode kada je energija tijekom dana najskuplja. Navedeno ne vrijedi za razdoblja kada HES Senj mora spriječavati poplave u Lici, ali ostatak, najveći dio godine to se može raditi. Preliminarne simulacije ukazuju na to da je na taj način energija crpljenja besplatna, pa će se u konačnici novi sustav s CHE Senj ponašati kao da proizvodi preko 500GWh nove energije. Dakle, 4. inačica s CHE Senj i novih preko 500GWh energije može biti isplativa, dok 2. varijanta, jer proizvodi manje energije od postojećeg sustava, to ne može nikako biti.

Uvodno navedeno ozbiljnije istraživanje mora obraditi dugoročnu prognozu potrošnje električne energije, dnevni dijagram, gradnju i vrstu prvenstveno novih obnovljivih izvora energije te posljedično zahtjeve za novom hidroelektranom.

Završno

Kako je uvodno rečeno, mišljenje je da je zbog svih okolnosti, vjerojatni nedostatak vremena i sredstava, predmetna predstudija napravljena relativno kvalitetno. Veliki nedostatak je u nedefiniranim tehničkim rješenjima 1., 2. i 3. inačice. Kako god ovo je prvi materijal koji se ozbiljnije bavi proračunima varijante izgradnje s akumulacijom Kosinj, tako da je možemo svrstati u rang prefeasibility studije, a čega do predmetne studije nije bilo.

Također je jasno da autori predstudije nisu dostatno upućeni u razvoj i rad hidroelektrana, za razliku od analiza elektroenergetske mreže (koja je zbog toga opširnije obrađena), ali i tamo su očito previdene određene za HEP odnosno HOPS moguće povoljnije inačice razvoja mreže.

Osim toga postoji osnovana sumnja da su korišteni podatci iz Analize [2], a da o tome nije pitao autor, a što sam siguran ne ide na teret autora predstudije, nego naručitelja.

Mišljenje je da je na kraju predmetne studije trebalo dati usporednu tablicu obiju promatranih inačica (2. i 4.) na način kako je to dano u lit.[10] (tablica 6.).

	SLUŽBENA INAČICA (HE KOSINJ I HE SENJ 2)	DRUGA MOGUĆNOST (HE ŠVICA I CHE SENJ)
<i>Nova energija</i>	≤ 100 GWh	≥ 200 GWh
<i>Max. nova snaga(turbinska)</i>	< 400 MW	≈ 1000 MW
<i>Max. nova snaga(crpna)</i>	0	≈ 480 MVA
<i>Vrsta energije</i>	Vršna	regulacijska (i vršna)
<i>Cijena energije</i>	< 20% veća od temeljne	> 200% veća od temeljne
<i>Investicija</i>	> 600.000.000 €	≈ 500.000.000 €
<i>Vjerojatnost sufinanciranja</i>	nema je	velika
<i>Vrijeme pripreme gradnje</i>	3 - 5 god.	1 - 2 god.
<i>Vrijeme gradnje</i>	5 god.	5 god.
<i>Mogući početak</i>	za 3. - 5. godina	odmah
<i>Poplave u Lipovom polju</i>	rijeđe, dugotrajnije, nekontrolirane	češće, kratkotrajne, kontrolirane
<i>Potapanje</i>	povijesno selo Gornji Kosinj	niti jedno gospodarstvo, niti kuća
<i>Vodoopskrba</i>	trajno se narušava kvalitet pitke vode	maksimalna sigurnost vodoopskrbe i kvalitet pitke vode
<i>Ekologija</i>	devastira se oko 4000 hA kvalitetnih staništa	devastira se oko 40 hA manje kvalitetnih staništa
<i>Vodotoci</i>	uništava se oko 4 km kvalitetnih vodotoka	renaturalizira se oko 25 km kvalitetnih vodotoka
<i>Zauzeće prostora</i>	oko 2000 hA	oko 50hA
<i>Mogućnost gradnje OIE</i>	ne omogućuje gradnju VE i FN	omogućuje gradnju VE i FN oko 1.000 MW
<i>Mogućnost gradnje malih HE</i>	nema je	najmanje pet s više od 20 GWh ukupne proizvodnje
<i>Poljoprivredno zemljište</i>	uništava se oko 800 hA	uništava se oko 100 hA
<i>Poljoprivreda</i>	zapušta se	razvija se
<i>Razvoj turizma</i>	nema ga, naprotiv	iznimno velike mogućnosti

Tablica 6: Usporedba 2. i 4. inačice (lit.[10])

Konačno, projekt s akumulacijom Kosinj je katastrofalan u svakom pogledu: tehničko-gospodarskom (koštati će preko milijardu eura, a proizvoditi manje energije nego postojeći sustav), odbrane od poplava (za sve vijekove vijekova potopiti će se Gornji Kosinj i jedna od najljepših dolina u Hrvatskoj), vodoopskrbe (dugotrajno će se narušiti kvalitet vodoopskrbe), ekologije i naravno glede odnosa prema domicilnom stanovništvu i njihovom kraju. Postoji alternativno rješenje, nije savršeno, ali je u svemu bolje od projekta Kosinj, pa neka o njemu odluči javnost, a ne HEP-ovi samozvani energetičari.

Literatura

- [1] Engineering and Design – Hydropower, Department of the US Army Corps of Engineers EM 1110-2-1701, 1985.g.
- [2] Analiza mogućih inačica obnove i dogradnje HES Senj te izgradnje PHE Vinodol, B. Pinčić, Rijeka, 2014.g.
- [3] Mrežna pravila prijenosnog sustava, HOPS, Zagreb, 2023.g.
- [4] Studija o utjecaju na okoliš HES Kosinj, Elektroprojekt, Zagreb, 2016.g.
- [5] Kopswerk 2 – prezentacija, 2006.g.
- [6] Ispitivanje energetske značajke agregata HE Senj, Brodarski institut, Zagreb, 2004.g.
- [7] Dogradnja hidroenergetskog sustava Senj, B. Pinčić, Rijeka, 2022.g.
- [8] Vodoopskrba hidroenergetskog sustava Senj, B. Pinčić, Rijeka, 2024.g.
- [9] European Commission: Guide to Cost-benefit Analysis of Investment Projects (Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020), 2014.g.
- [10] Recenzija elaborata "Analiza mogućih inačica obnove i dogradnje HES Senj te izgradnje PHE Vinodol" prezentacija, Institut za elektroprivredu, Zagreb, 2016.g.
- [11] Usporedba izgradnje nove HE Sklope iz 2. i 4. inačice, B. Pinčić, Rijeka, 2024.g.