



# Hidroenergetski potencial na odseku srednje Save

## *Priložnost ali tveganje?*

### IZVLEČEK

V Sloveniji smo leta 2011 proizvedli le 15,8 % energije iz obnovljivih virov, do leta 2020 pa naj bi se ta delež povečal na 25 %. Največji potencial za doseg tega cilja se kaže v hidroenergiji, kjer bi bilo tehnično možno zgraditi še hidroelektrarne s skupno proizvodnjo 5000 GWh (trenutno proizvedemo 4100 GWh). Veliko možnosti nudi reka Sava v njenem srednjem toku, kjer naj bi zgradili 9 hidroelektrarn. Vsaka takšna investicija prinaša pozitivne in negativne prostorske učinke.

Ključne besede: obnovljivi viri energije, hidroenergija, Sava, HE na srednji Savi, Slovenija.

### ABSTRACT

Hydroelectric potential on central segment of the Sava River – opportunity or risk? In year 2011, Slovenia produced only 15.8 % of energy from renewable sources, till 2020 we plan to increase this number to 25 %. The biggest potential is in hydroenergy, where technically it would be possible to build hydroelectric power plants with a total production of 5000 GWh (at this time the production is 4100 GWh). The Sava River has a great potential in the segment of central Sava, where there are plans to build 9 HEPP, but these investments bring both positive and negative territorial impacts.

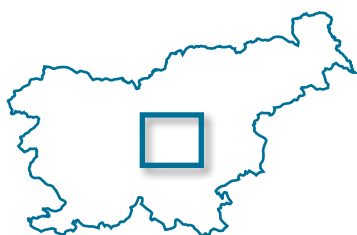
Key words: renewable energy, hydropower, Sava, HEPP in the middle Sava, Slovenia.

**T**rajnostni razvoj naj bi prihodnjim generacijam zapuščal enako ali povečano zalogo okoljskega, gospodarskega, človeškega in družbenega kapitala. Eden izmed nosilnih stebrov trajnostnega razvoja do leta 2050 je prevladujoča raba obnovljive energije, kamor spada tudi hidroenergija. Ta je v primerjavi z drugimi viri električne energije razmeroma poceni, obnovljiv in čistejši energetski vir. Na reki Savi je predvidena izgradnja sklenjene verige hidroelektrarn (HE). Na odseku srednje Save naj bi jih zgradili 9.

Članek najprej predstavi temeljne značilnosti hidroenergetske rabe v Sloveniji in možnosti njenega povečanja. Pozneje se osredotoči na reko Savo in predvidenih 9 HE. Na koncu poda najverjetnejše pozitivne učinke njihove izgradnje, pa tudi predvidene negativne posledice na prostor.

### Hidroenergija v Sloveniji

Leta 2011 je hidroenergija prispevala 3777 GWh energije oziroma skoraj 30 % celotne proizvodnje električne energije. Največ so je prispevale termoelektrarne (TE) in termoelektrarne-toplarnе (TE-TO), ki so s 6026 GWh proizvedle kar 47 % energije. Sledijo Nuklearna elektrarna Krško (NEK) s 3103 GWh oziroma 24 % in fotonapetostne sončne elektrarne s 46 GWh oziroma 0,4 % proizvedene energije. Leto pozneje se je delež proizvodnje električne energije iz HE zmanjšal za 3,1 %. Uvozna energetska odvisnost (upoštevajoč vse vire energije) je bila leta 2011 še vedno 50,3 %, leta 2012 pa je bil letni bilančni primanjkljaj 1795,4 GWh ali 12,4 % bruto porabe. V prihodnje bo treba torej nujno povečati domače zmogljivosti za pridobivanje električne energije, če se le da, iz obnovljivih virov energije (OVE). V direktivi Evropske unije (EU) je namreč navedeno, da bo Slovenija do leta 2020 delež OVE povečala na 25 % rabe končne energije (1, 2).



Preglednica 1: Skupna proizvodnja električne energije leta 2011 (1, 2).

vrsta proizvodnje	proizvodnja (GWh)	delež (%)
hidroelektrarne	3777	29,2
termoelektrarne	6026	46,5
jedrsko elektrarna	3103	24,0
sončne elektrarne	46	0,4
<b>skupaj</b>	<b>12.952</b>	<b>100,0</b>

Avtorica besedila in fotografij:

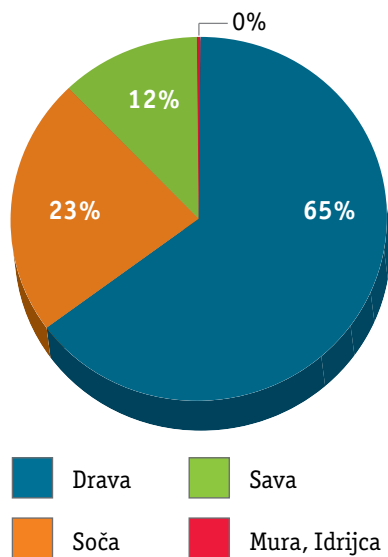
SANDRA KAVČIČ, dipl. geogr.

Pot na polje 20, 4290 Tržič

E-pošta: sandra.kavcic1@gmail.com

COBISS 1.04 strokovni članek

Največ električne energije iz OVE se v Sloveniji proizvede v hidroelektrarnah. Leta 2011 je bil njihov delež kar 91,8 % (2). Veliko je še neizkoriščenih možnosti. Ocenjeni hidroenergetski potencial v Sloveniji je 19.400 GWh/leto, tehnično razpoložljivi potencial pa 9145 GWh/leto. Od tega je ekonomsko izvedljiva proizvodnja 6370 GWh/leto. Za zdaj proizvedemo 4115 GWh/leto, s čimer izkoristimo približno 45 % tehnično razpoložljivega potenciala (5).



Slika 1: Delež proizvedene hidroenergije na posameznih slovenskih rekah leta 2010 (5, 8).

Največji delež v HE proizvedene električne energije prispeva reka Drava, ki je s sistemom 8 HE edina skoraj v celoti energetsko izkoriščena reka (89 % potenciala). Leta 2008 so Dravske elektrarne proizvedle 2600 GWh energije. Razlog so predvsem energetsko ugodni najvišji pretoki v poletnih mesecih, ki so posledica snežnega rečnega režima. Ob visokih vodnih pretokih delujejo dravske HE kot pretočne, ob nižjih pa kot HE s pretočno akumulacijo. Na Soči so tri večje HE in več manjših. Voda za HE Doblar se zbira v akumulacijskem jezeru pri Mostu na Soči, preostali večji soški HE pa sta pretočni. Izkoriščenega je 40 % energetskega potenciala. Leta 2008 so soške HE skupaj proizvedle 580 GWh energije. Na Savi je bilo julija leta 2013 zgrajenih 7 HE: HE Moste, HE Mavčiče, HE Medvode, HE Vrhovo, HE Boštanj, HE Blanca in HE Krško. Leta 2008 so skupaj proizvedle 450 GWh energije, izko-

riščenega pa je bilo le 16 % energetskega potenciala reke (5, 8). Različni pretočni režimi rek (snežni na Dravi, snežno-dežni v zgornjem toku in dežno-snežni v spodnjem toku Soče in Save) omogočajo sorazmerno dobro izravnano energetske rabe skozi vse leto (6).

### Hidroenergija na reki Savi

Ideja o energetske izrabi Save na območju Slovenije sega že na začetek prejšnjega stoletja. Prva je bila leta 1952 zgrajena HE Moste, že naslednje leto pa še HE Medvode. Naslednja hidroelektrarna v Mavčičah je bila dograjena šele leta 1986. Takrat so bile narejene tudi prve študije o izgradnji sklenjene verige hidroelektrarn vzdolž celotnega toka Save. Pri tem so nameravali v zgornjem toku zgraditi čelne akumulacije (HE Moste in HE Radovljica). Te naj bi s sezonsko akumulacijo zagotavljale obratovalno sposobnost verige v sušnem delu leta. Pozneje so načrte za akumulaciji Radovljica in Radovna na zgornji Savi popolnoma opustili zaradi naravovarstvenih razlogov (6).

Ko so opustili idejo o čelnih akumulacijah, se je bilo treba znajti drugače. Aktualna je postala ideja o verigi 15 pretočnih elektrarn, razporejenih od Medvod do državne meje s Hrvaško pri Mokricah. Energetska veriga naj bi obratovala po principu pretočnih akumulacij z dnevno izrabo pretoka. Vlogo čelnih bazenov naj bi prevzeli akumulaciji hidroelektrarn Mavčiče in Medvode, vlogo izravnalnih bazenov pa akumulaciji Vrhovo in deloma Mokrice. Za vmesno izravnano pretokov je predvidena akumulacija HE

Vrhovo ter deloma akumulacije Jevnica, Kresnice in Ponoviče (6).

Gradnjo verige hidroelektrarn na Savi so začeli na odseku spodnje Save, ki je zaradi vodnatih pritokov Savinje in Krke energetske najbolj zanimiva.

Slika 2: Načrtovane hidroelektrarne na Savi (7).





HE Vrhovo obratuje od leta 1993, od leta 2006 pa tudi HE Boštanj (7). HE Blanca je zadnja dovoljena za obratovanje dobila leta 2010, HE Krško so začeli graditi leta 2007 in aprila 2013 je začela poskusno obratovati. Leta 2012 je bil sprejet državni prostorski načrt za HE Brežice, zadnja hidroelektrarna, šesta v verigi, pa je HE Mokrice, ki naj bi jo začeli graditi leta 2013, dokončana pa naj bi bila do leta 2017 (4).

### Hidroelektrarne na srednji Savi

Hidroelektrarne na srednji Savi naj bi stopnje na zgornji in spodnji Savi povezale v sklenjeno verigo. Na tem odseku je predvidenih 9 energetskih stopenj, ki se geografsko delijo na dve območji: Ljubljansko kotlino s hidroelektrarnami Ježica, Šentjakob, Zalog, Jevnica, Kresnice in Ponoviče ter kanjonski zasavski del s hidroelektrarnami Renke, Trbovlje in Suhadol (7). Holding slovenskih elektrarn (HSE) je dobil koncesijo za energetska izrabo srednje Save decembra 2005. Izgradnja je predvidena v letih 2011–2028 (5), začetek gradnje prve HE pa je po optimistični različici pričakovati v prvi polovici leta 2014 (4).

Preglednica 2: Temeljni podatki načrtovane verige hidroelektrarn med Medvodami in Mokricami (6, 9).

	prostornina akumulacije (milijonov m <sup>3</sup> )	neto padec (m)	instalirana moč (MW)	letna proizvodnja (GWh)	vrednost investicije (milijonov evrov)
HE Ježica	4	26	54,5	151,4	281
HE Šentjakob	19	7,3	15,9	52,4	89
HE Zalog	11	7,2	15,7	52,8	116
HE Jevnica	24	6,9	22,9	101,4	104
HE Kresnice	15	8,3	27,7	96,4	89
HE Ponoviče	14	18,8	63	190,7	252
HE Renke	4	8,5	28,6	97,9	123
HE Trbovlje	3	8,3	27,8	97,6	122
HE Suhadol	7	11,7	39,3	153,4	131
<b>skupaj</b>			<b>295,4</b>	<b>994,0</b>	<b>1307</b>

Instalirani pretok verige (omogoča proizvodnjo električne energije v taktu s HE na zgornji in spodnji Savi) na odseku do Zaloga znaša 260 m<sup>3</sup>/s, pod sotočjem z Ljubljaničo pa 400 m<sup>3</sup>/s. Bruto potencial znaša 1185 GWh/leto in je ocenjen na podlagi hidroloških podatkov za obdobje 1961–1990, z upoštevanjem povprečnih letnih pretokov in bruto padcem 117 metrov, kakršna je višinska razlika med spodnjo koto v Medvodah in zgornjo koto na Vrhovem. Povprečna neto proizvodnja verige je ocenjena na 994 GWh/leto, instalirana moč na pragu pa na 295,4 MW.

Poglavitni podatki o posameznih hidroelektrarnah so razvidni v preglednici 2 (7).

### Pozitivni in negativni učinki predvidene izgradnje hidroelektrarn na srednji Save na primeru HE Trbovlje

Vsak poseg v prostor prinese tako pozitivne kot negativne učinke. Kakšni bodo, je sicer možno predvidevati, povsem natančno pa jih ni mogoče določiti. Določeni predvidevani vplivi so lahko namreč po izgradnji popolnoma drugačni. V primeru iz-

Slika 3: Predvideni videz načrtovane HE Trbovlje (7).



gradnje celotne verige hidroelektrarn bodo negativni vplivi v času izgradnje bistveno večji od vplivov v času obratovanja, ko bo sistem deloval bolj uravnoteženo in bodo lahko ponovno tekli naravni procesi, vzpostavljena pa bo tudi nova organizacija prostora (6, 11).

HSE je kot prednosti projekta navedel (5):

- investicija ima širše družbene koristi za vzdrževanje socialne varnosti in zaposlovanja, izboljšanje regionalnega razvoja, disperzijo načinov oskrbe, vplive na okolje;
- velik vpliv v času gradnje na zaposlovanje v domači industriji (strojogradnja, gradbeništvo);
- država bo zagotovila potrebna zemljišča v njeni lasti in upravljanju ter pomagala pri organizaciji ureditve državne infrastrukture;
- država bo imela koristi od koncesijskih dajatev in davka na dobiček.

Tem lahko dodamo še nekatere druge koristi:

- povečanje proizvodnje energije iz obnovljivih virov energije za neto 994 GWh;
- povečanje instalirane moči za približno 300 MW;
- povečanje deleža sistemskih storitev;
- povečanje samooskrbe z energijo in s tem doseganje ustrezne donosnosti;
- izboljšana zaščita pred škodljivim delovanjem voda;
- izboljšanje vodne oskrbe;
- čiščenje odpadnih voda;
- ureditev prometnega in energetskega omrežja;
- splošne prednosti hidroelektrarn:
  - v primerjavi z drugimi viri elek-

trične energije so razmeroma poceni in veljajo za vir obnovljive ter čistejšje energije;

- pri delovanju HE ne prihaja do odpadkov in emisij CO<sub>2</sub> ter sproščanja drugih onesnaževal;
- delovanje HE je čisto, varno in učinkovito.

Nezanemarljivi pa so tudi negativni učinki. Ti so vrednoteni glede na težo pričakovanih vplivov in njihov prostorski obseg. Podani so na primeru HE Trbovlje. Ocena 1 je pripisana tistim, kjer bo predvidoma najmanj škodljivih sprememb in bo njihov prostorski obseg najmanjši, zato tudi ne bo velikih, navzven opaznih posledic v prostoru. Ocena 5 pa je pripisana tistim, kjer bodo negativni prostorski učinki predvidoma največji. Popolnoma se bodo spremenili videz prostora, njegova ureditev, bivalne razmere in podobno. Preostale tri ocene nakazujejo vmesno stanje (6).

Zajezitev ne bo vplivala na zrak in njegovo onesnaženost, ampak na lokalne, regionalne in globalne spremembe podnebja. Večja relativna vlažnost zraka bo povzročila večje število dni z meglo, predvsem v zimskem času, posledično bo zato manj Sončevega obsevanja in več padavin. Nezaželene so predvsem intenzivnejše kratkotrajne padavine. Ta vpliv bo večji v bližini mest. Poleti lahko zaradi povečane vlage v zraku pričakujemo več soparnih dni.

Površje se bo spremenilo predvsem v fazi gradnje objekta, s poglobitvijo struge ter izgradnjo nasipov in akumulacijskega bazena pa bo videz površja spremenjen tudi po izgradnji hidroelektrarne. Potrebno je upoštevati tudi erozijo, saj dvig vodne gladine lahko povzroči večje drsenje pobočij. Večjih izgub rodovitnih zemljišč ne bo, saj v okolici zajezitve prevladuje gozd.

Preglednica 3: Vrednotenje vplivov na posamezne sestavine okolja po izgradnji HE Trbovlje (6).

zrak in podnebje	zrak	0
	podnebje	3
relief in prst	oblikovanost površja	2
	prst	1
vodni viri	površinske vode	3
	podzemne vode	4
ekološke sestavine	rastlinstvo	3
	živalstvo	4
človek in njegove dejavnosti	stanovanjski objekti	0
	industrija	2
	kmetijstvo in gozdarstvo	1
	ribištvo	2
	cestna, komunalna in druga infrastruktura	5

Legenda: 0 – ni vpliva, 1 – zanemarljiv vpliv, 2 – majhen vpliv, 3 – zmeren vpliv, 4 – velik vpliv, 5 – uničujoč vpliv



Slika 4: Zaradi izgradnje hidroelektrarn na srednji Savi lahko pričakujemo večje spremembe v pokrajini (7; foto: Sandra Kavčič).

Postavitev hidroelektrarn bo povzročila spremembo vodnega režima na Savi, pritokih in podtalnici. Zaradi posegov se bo zmanjšala stopnja naravne ohranjenosti Save in njenih pritokov. Spremenjena bo prodonosnost, zato bo drugačna tudi dinamika poglobljanja struge. V akumulacijah se bo zbiral mulj, pojavila se bodo kolebanja vodnega pretoka in njegove dinamike, pa tudi spremembe gladine in kakovosti podtalnice. Treba bo izvesti tesnilne ukrepe, ki bodo na dnu in ob straneh akumulacije preprečevali vodne izgube in prehajanje morebitne onesnažene vode v podtalnico.

Prišlo bo tudi do negativnih vplivov na ekosisteme. Sprememba stanja vode iz tekoče v stoječo bo spremenila življenjske razmere. Zaradi zmanjšane hitrosti vodnega toka bo ogroženo kroženje vode, posledično bo v njej

manj kisika, povečana bo količina nutrientov, alg in bakterij, kar bo poslabšalo ekološke razmere. Največje spremembe se predvidevajo za živalstvo, zlasti za migracijo in drstenje rib, tako v glavnem vodotoku kot v pritokih. Poleg spremembe stanja vode je problem tudi regulacija rečnega dna. To je ponavadi regulirano, izravnano, utrjeno s kamnom, kar onemogoča odlaganje iker v ali na prod in kameenje. Na območju akumulacije in jezovne zgradbe so ponavadi vsa takšna drstišča uničena. Poleg rib bodo ogrožene tudi ostale živalske vrste, prilagajene na tekočo vodo. Ob preplavitvi območja bodo izginili nekdanji obrežni habitati, ki jih bo nadomestilo vodno rastlinstvo.

Stanovanjski objekti ne bodo ogroženi, ogroženih bo le nekaj industrijskih objektov južno od Zagorja ob Savi.

Kmetijstvo ne bo prizadeto, bolj bo ogroženo gozdarstvo, vezano na pobočja na obeh straneh Save, vendar bodo posledice občutne predvsem v bližini zajezitve. Najbolj ogrožene bodo cestna, komunala in druga infrastruktura. Ker bi zajezitev lahko povzročila njihovo poplavitve, bo na več odsekih potrebno nadvišanje infrastrukture ali sprememba njenih tras.


Zaradi sprememb vodnega režima se bodo spremenile ribje vrste. Zdaj tamkaj živi 48 vrst rib in vrsta piškurja. 26 jih živi izključno v hitro tekoči vodi, samo 9 pa je takih, ki bi se pogojno lahko prilagodile življenjskim razmeram v akumulaciji. Tudi zato so nujne ribje steze, saj je kar 12 vrst rib selivk, ki bi v nasprotnem primeru izumrle. Zato bo predvidoma nekoliko prizadeto tudi ribištvo, a manj, kot bo na splošno prizadeto živalstvo.

Negativnih učinkov ni malo. Zato moramo vselej pred posegom v prostor predvideti tudi ukrepe, s katerimi bi zmanjšali negativne vplive. Za to zelo primerni in tudi v praksi uporabljeni metodi sta presoja vpliva na okolje (PVO in celovita presoja vplivov na okolje (CPVO)). Gre za upravni postopek v pristojnosti Agencije Republike Slovenije za okolje (ARSO), ki ga ta izvede na zahtevo nosilca posega. Izdela se poročilo o vplivih na okolje (po novi uredbi poročilo o vplivih nameravnega posega na okolje), na podlagi tega pa se izda okoljevarstveno soglasje, ki je potrebno za pridobitev gradbenega dovoljenja ob posegu v prostor (9).

Pred gradnjo predvidenih 9 HE bo torej treba izvesti še presojo vplivov na okolje, šele potem se lahko sploh začnejo pogovori o gradnji. Prve naj bi se začele graditi HE v zasavskem kanjonskem delu, torej HE Renke, HE Trbovlje in HE Suhadol. Zanje je že izdelana pobuda za Državni prostorski načrt. Vse hidroelektrarne v verigi naj bi bile zgrajene predvidoma do leta 2030.

### Sklep

Gradnja hidroelektrarn pomeni ogromen poseg v prostor in s tem povzroči tako pozitivne kot negativne učinke. Ob misli na to, da svetovno prebivalstvo še vedno narašča, s tem pa se večja tudi poraba energije, se moramo

vprašati, kaj storiti, da bomo zagotovili trajnostni sonaravni razvoj. Z vidika energetike je nujen prehod na obnovljive vire energije. Hidroenergija ima v Sloveniji velik potencial, ki je za zdaj le polovično izkoriščen. Z izgradnjo verige HE na Savi bi lahko močno povečali delež hidroenergije v skupni proizvedeni energiji. Ali je ta veriga z vidika okolja sprejemljiva ali ne, je drugo vprašanje. Zato moramo pred gradnjo nujno raziskati vse možne negativne učinke in ugotoviti, kako jih z današnjo tehnologijo kar najbolj zmanjšati, če ne celo povsem preprečiti. Šele takrat, ko bomo to dosegli, bo poseg v prostor smiseln in bo ustrezno prispeval k slovenskemu energetskemu gospodarstvu. 

### Viri in literatura

1. Energetska bilanca Republike Slovenije za leto 2011. Medmrežje: [http://www.mg.gov.si/fileadmin/mg.gov.si/pageuploads/Energetika/Porocila/EBRS\\_2011.pdf](http://www.mg.gov.si/fileadmin/mg.gov.si/pageuploads/Energetika/Porocila/EBRS_2011.pdf) (1. 2. 2012).
2. Energetska bilanca Republike Slovenije za leto 2012. Medmrežje: [http://www.energetika-portal.si/fileadmin/dokumenti/publikacije/Energetska\\_bilanca/EBRS\\_2012.pdf](http://www.energetika-portal.si/fileadmin/dokumenti/publikacije/Energetska_bilanca/EBRS_2012.pdf) (1. 2. 2012).
3. HE na srednji Savi. Medmrežje: <http://www.ikb.si/index.php/sl/he-na-srednji-savi> (11. 7. 2013).
4. HESS – Hidroelektrarne na spodnji Savi d.o.o. Medmrežje: <http://www.he-ss.si/> (10. 7. 2013).
5. HSE in OVE v Sloveniji. Medmrežje: <http://www.hse.si/si/files/default/ostale-datoteke/hse-in-ove-v-sloveniji-marec-2011.pdf> (28. 1. 2012).
6. Kavčič, S. 2012: Okoljevarstveni vidiki hidroelektrarn na srednji Savi s poudarkom na HE Trbovlje. Diplomsko delo, Oddelek za geografijo Filozofske Fakultete Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
7. Kryžanowski A., Tomšič L., Stojič Z., Brilly M. 2006: Hidroelektrarne na srednji Savi. 17. Mišičev vodarski dan. Medmrežje: [http://www.geateh.si/Razni\\_dokumenti/HE%20NA%20SAVI-MVD06-rev0.pdf](http://www.geateh.si/Razni_dokumenti/HE%20NA%20SAVI-MVD06-rev0.pdf) (28. 1. 2012).
8. Plut, D. 2000: Geografija vodnih virov. Ljubljana.
9. Presoja vplivov na okolje. Medmrežje: <http://www.arso.gov.si/varstvo%20okolja/presoja%20vplivov%20na%20okolje/> (23. 6. 2012).
10. Proizvodnja električne energije iz obnovljivih virov energije. Medmrežje: [http://kazalci.arso.gov.si/?data=indicator&ind\\_id=488](http://kazalci.arso.gov.si/?data=indicator&ind_id=488) (18. 7. 2013).
11. Štojs, M. 2002: Učinki hidroenergetskih objektov in industrije v občini Sevnica. Diplomsko delo, Oddelek za geografijo Filozofske Fakultete Univerze v Ljubljani. Ljubljana.