

Aleš JANŽOVNIK
Dušan BLATNIK

Zmanjševanje vplivov gradnje vodnogospodarskih in hidroenergetskih objektov na naravno okolje na primeru izgradnje verige elektrarn na spodnji Savi

V Republiki Sloveniji je v zadnjih 30 letih le malo projektov, ki bi jih lahko označili s pridevnikom regionalni, še manj pa je takih, ki so aktivni. Kot pomemben projekt za razvoj regije in države lahko gotovo opredelimo tudi gradnjo verige hidroelektrarn (v nadaljevanju: HE) na Savi, pri katerem se na spodnji Savi gradnja končuje, na srednji pa šele začenja. HE so kot obnovljivi vir energije ključne za prehod Slovenije v brezogljnično družbo. Urbanizacija in industrija vplivata na naravno okolje in kulturno krajino. S širitvijo urbanega prostora prihaja do degradacije in spreminjanja naravnega okolja. Z umeščanjem vseh vrst stavb in objektov infrastrukture, »potrebni« za nemoteno delovanje družbe in gospodarstva, ter prilaganjem urbanega in suburbanega prostora potrebam ljudi se nepovratno trošijo naravni viri, uničujejo naravni habitati, spreminja krajina, fragmentirajo ekosistemi in prekinjajo naravni migracijski koridorji živali, hkrati pa se z urbanizacijo spreminjajo tudi naravni procesi, kar lahko vpliva na

zdravje okolja in ljudi. Podobno na okolje vplivajo tudi vodnogospodarski in hidroenergetski objekti. Z gradnjo teh se na celotnem območju posega namreč popolnoma spremenita naravno okolje in krajina, vplivi izgradnje pa se lahko kažejo tudi na celotnem vodotoku dolvodno od predvidenega posega. Članek obravnava obstoječe prakse pri urejanju zadrževalnikov tehnološke vode in podaja primere dobre prakse na primerih izgradnje zadnjih treh elektrarn v verigi HE na spodnji Savi. Cilj članka je na evidentiranih primerih kritično prikazati večdisciplinarni pristop pri načrtovanju in izvedbi regionalnih projektov in orisati pozitivne učinke omenjenih projektov na posavsko regijo.

Ključne besede: hidroelektrarna, vpliv, habitat, večdisciplinarnost, rešitve

1 Uvod

Vode so poleg reliefa ključni dinamični oblikovalec prostora in krajine. Hkrati so te pomemben naravni vir, ki je v prostoru ali odločujoč razvojni dejavnik (namakanje, proizvodnja električne energije ipd.) ali omejitveni (poplave). S svojim obrežjem so tekoče vode in jezera ne glede na to, ali so ta naravnega ali antropogenega izvora, eden najbolj raznolikih prostorskih, krajinskih in ekoloških sistemov. Zaradi edinstvene zgradbe vodnega prostora, ki ga tvorijo stik kopnega z vodo (obrežje), bujna vegetacija in raznolik živalski svet ter široka uporabnost vode kot tekočine, omogočajo vodna telesa številne možnosti izrabe, hkrati pa ponujajo številna doživetja posebne vrste. Prav zato so vodna telesa med najprivlačnejšimi krajinskimi prizorišči (Hudoklin, 1998). Človek je začel vodni in obvodni prostor zaradi njegovih edinstvenih potencialov v svoje namene izrabljati že zelo zgodaj v zgodovini, že v času

prvih trajnih naselbin (Cech, 2018) pred več kot 14.000 leti (Batler, 2005). S poseljevanjem širšega odvodnega prostora in »prilaščanjem« obsežnih ravnin, ki so se izoblikovale z nasipanjem rodovitnega materiala ob popravah, je postopno preoblikoval in razvrednotil^[1] obvodni prostor, hkrati pa se je s posegi na območja naravnih procesov vodotokov nevarno približal vodi in s tem povečal tveganja za nastanek naravnih nesreč. O tem pričajo tudi katastrofalne poplave iz avgusta 2023, ki so prizadele Slovenijo (v nadaljevanju: poplave 2023). Čeprav so ljudje v naši deželi od prvih koliščarskih naselij na Barju in vse do danes pokazali veliko pestrosti in iznajdljivost pri rabi vodnih virov, je vendarle mogoče reči, da naš vodni in obvodni prostor v primerjavi s podobnimi prostori v Evropi in po svetu kaže dokaj veliko naravne ohranjenosti. Zato je treba izhodišča za poseganje v ta prostor oziroma za njegovo



Slika 1: Replika koliščarskega naselja na Ljubljanskem barju pri Igu (foto: Aleš Janžovnik)

urejanje postaviti na drugačne temelje, ki postavljajo v ospredje predvsem ekosistem vodnega telesa. Čeprav se voda glede na splošno razširjen odnos danes še vedno večinoma obravnava le kot snov v okolju, kaže ta v krajini številne pojavne oblike, ki imajo svojo lastno zgradbo, prepoznavnost, naravne zakonitosti in individualnost, ki jih pri urejanju obvodnega prostora nikakor ne smemo zanemariti. Kot je zapisal Marušič (1998: 6) v eni od svojih razprav: »Voda ni le likovna prvina, niti nosilka pomenov, ki so povezani z vodo kot virom, je tudi okolje naravnih procesov.« Prav zato pri načrtovanju posegov v vodni in obvodni prostor vode ne smemo obravnavati samo kot vode same po sebi, ampak kot vodni pojav v vsej njegovi celovitosti in kompleksnosti. Posledice poplav 2023 so opozorile na številne napake v dosedanji praksi umeščanja v prostor oziroma pri urejanju vodotokov in njihovih porečij, hkrati pa spodbudile zelo poglobljeno strokovno debato o načinih urejanja vodotokov in zagotavljanja poplavne varnosti v prihodnje. Ob upoštevanju podnebnih sprememb in z njimi povezanih vse bolj ekstremnih vremenskih pojavov bo prav to eno ključnih vprašanj, s katerimi se bo stroka morala soočiti v prihodnje.

2 Dosedanja praksa pri urejanju vodotokov in alternative

Še do pred kratkim je na področju urejanja vodotokov veljala doktrina, da je treba vodo čim prej in čim hitreje speljati mimo oziroma skozi urbanizirana območja. Da bi se »preprečilo« neposredno negativno delovanje vodotokov (poplavljanje, erozija, odlaganje plavin ipd.), so se struge vodotokov kanalizirale in poglobljale. Zaradi povečanja hidravlične prevodnosti in zagotavljanja čim hitrejšega odtekanja vode z območij, so se osi tras vodotokov izravnavale, brežine preoblikovale in uniformirale, obrežna vegetacija pa se je popolnoma odstranjevala. S preoblikovanjem strug in kanaliziranjem vodotokov ter posledičnim odvzemanjem površin, ki so naravno pripadale rekam, potokom in drugim površinskim odvodnikom, so se pridobivale tudi dodatne površine za poselitev, s čimer se je človek s svojimi rabami in dejavnostmi vedno bolj približeval vodotokom. S poseganjem v naravno dinamiko vodotokov je človek spreminjal krajinsko-ekološke lastnosti vodotokov in posameznih vodnih režimov in tako vplival na »varnost«

območij dolvodno od območja, ki ga je preurejal. Z enostransko načrtovanimi ukrepi, ki so upoštevali samo hidravlični vidik urejanja vodotokov, je človek razvrednotil in osiromatil^[2] obvodni prostor, hkrati pa povzročil, da so prej lokalno prostorsko omejeni dogodki prerastli v naravne nesreče večjih razsežnosti, s čimer je potencialno ogrozil življenja ljudi, povečal verjetnost za poškodbe stavb, infrastrukturnih objektov in naprav, v primeru poplav pa ustvaril pogoje za hitrejšo in večje odnašanje tal s kmetijskih površin oziroma za pospešene erozijske procese (Zakotnik, 2014). Kot se je izkazalo v poplavih 2023, je človek s tako imenovanim klasičnim pristopom pri urejanju vodotokov povzročil več škode kot koristi. Čas je torej za spremembe in drugačne pristope pri urejanju vodnega in obvodnega prostora. Pri tem ne gre samo za iskanje in implementacijo alternativnih, sonaravnih načinov urejanja posameznih delov vodotoka (sonaravne ureditve), temveč tudi za celovit pristop urejanja porečja vodotoka od njegovega izvira do njegovega izliva (interdisciplinarni pristop) ter obravnava vodotoka kot pojavne oblike in okolja naravnih procesov. Zaradi kompleksnosti obravnave in ker vodotok ni samo lokalna entiteta, je treba problematiko urejanja vodotokov reševati na regionalni ravni.

3 Regionalizacija in regionalni pristop urejanja vodotokov

V Sloveniji je v zadnjih 30 letih le malo projektov, ki bi jih lahko označili s pridevnikom regionalni v merilu Evropske unije, še manj pa je takih, ki so dejansko aktivni. Čeprav je Slovenija razdeljena na dvanajst statističnih regij in dve kohezijski regiji (Zahodna in Vzhodna Slovenija; Statistični urad Republike Slovenije, v nadaljevanju: SURS, 2023), jo je glede na različna merila in velikost na ravni Evropske unije mogoče obravnavati kot eno izmed evropskih regij. Med največje dokončane regionalne projekte Slovenije lahko zagotovo štejemo dokončani avtocestni križ in verigo hidroelektrarn (v nadaljevanju: HE) na reki Dravi. Med večje še nedokončane projekte gotovo spada veriga HE na reki Savi, začetki katere segajo že v čas pred osamosvojitvijo Slovenije. Pri tem je treba poudariti, da se regionalni projekti izvajajo zelo počasi in da so bili temelji za večino teh položeni že v času nekdanje države, ko so posamezne republike in država svoj prostorski razvoj načrtovali s srednjeročnimi in dolgoročnimi plani. V času po osamosvojitvi Slovenije se je večkrat in na hitro spremenila prostorska zakonodaja, spremenila, dopolnila in zaostрила pa se je tudi zakonodaja na področju varstva okolja. »Celovito« prostorsko načrtovanje, kot smo ga poznali, se je umaknilo v ozadje, načrtovanje prostora pa so prevzeli posamezni sektorji, ki so zakonodajo prilagodili sebi v prid. Z oblikovanjem nove države in politiko decentralizacije so prej velike kadrovske in strokovno močno podkrepjene občine razpadle na več

manjših, pristojnost urejanja prostora pa se je z državne ravni (urbanistični zavodi, 52 občin = stroka) prenesla na raven lokalne skupnosti (212 županov = politika). S tem se je končalo tudi obdobje velikopoteznega, vizionarskega, »regionalnega« prostorskega načrtovanja na strokovni osnovi, ki je ključno za razvoj in blaginjo države. Nova politika je sicer pripeljala do decentraliziranega in navidezno enakomernejšega razvoja države, hkrati pa je zelo ambiciozno in razvojno naravnano načrtovanje »županov« na vsak način in za vsako ceno, ki ga je sočasno podpirala tudi država, privedlo do tega, da so se ponekod kljub pomislekom preostanka stroke pozidale neustrezne in za gradnjo neprimerne površine. Na tem mestu pa se moramo tudi posuti s pepelom. Tudi stroka je včasih delovala servilno dnevni politiki, močnemu gospodarstvu ipd. Podnebne spremembe in z njimi povezani vse ekstremnejši vremenski pojavi, na primer poplave 2023, prinašajo streznitev in na široko odpirajo vrata za diskusijo, kako ravnati v prihodnje. Glede na to, da so številne občine finančno in kadrovske podhranjene, je skrajni čas, da pride do regionalizacije države. Da naj bi ta vzpostavila ravnovesje med lokalnimi skupnostmi in državo, se govori že od leta 1993, vendar zaradi strokovnih in političnih razlogov do njene izvedbe še vedno ni prišlo (Piry, 2005). Za razvoj naše države v tem trenutku sploh ni pomembno, kje in kakšne naj bodo regije ter koliko naj jih bo. Pomembno je, da te dobimo čim prej in da so oblikovane tako, da bo posamezna regija ekonomsko sposobna preživeti brez pomoči države. Ko bodo regije ustanovljene, pa je ključno, predvsem katere pristojnosti se bodo prenesle na regijo in da se bodo te prenesle brez dodatne birokratizacije.

V Sloveniji je vzpostavljeno kar nekaj primerov »regijskega združevanja občin« – Posavje, Zasavje, savinjsko-šaleška regija ipd. V prostoru je med lokalnimi skupnostmi največ interesa po združevanju upravnih funkcij na področju komunalne infrastrukture in določenih funkcij javne uprave (redarstvo, okolje in prostor ipd.). V številnih primerih se občine med seboj povezujejo tudi pri regijskih projektih, ki jih praviloma vodi občina z najprimernejšo kadrovske sestavo.

Kot je že bilo omenjeno, je dober primer združevanja občin na regijski ravni tudi Posavje. Ta trenutno neformalna slovenska pokrajina ob reki Savi obsega občine Radeče, Sevnica, Krško, Brežice, Kostanjevica na Krki in Bistrica ob Sotli (Wikipedija, 2023). Posavje velja za energetska regija, saj so v regiji poleg HE Vrhovo, Boštanj, Blanca, Krško in Brežice še nuklearna elektrarna Krško, termoelektrarna Brestanica in številne velike sočne elektrarne. Med njimi so tudi tri večje sončne elektrarne D2, D3 in D4 na deponiji sedimentov HE Brežice (Savaprojekt, 2021). Energetika je vsaj do zdaj veljala za dokaj »umazano« dejavnost, ki zaradi svoje funkcije praviloma omejuje razvoj drugih dejavnosti v prostoru, hkrati pa ima številne vplive na okolje. Zadnje naj bi še zlasti veljalo za

zadrževalnike tehnološke vode, med katere spadajo tudi bazeni HE, pri katerih ne gre le za vprašanje odzema, dotoka in odzema vode v oziroma iz zadrževalnika, temveč tudi za vprašanje delovanja in stabilnosti vodnega ekosistema v zadrževalniku ter združljivosti različnih rab na območju zadrževalnika. Vprašanje ekologije je zlasti pomembno pri bazenih HE, ki so nastali z zaježitvijo naravnih vodotokov, saj v njih naravni procesi potekajo bistveno drugače kot pri drugih zadrževalnikih, ki niso neposredno povezani z vodotoki (zasneževalni bazeni, bazeni za namakanje ipd.) (Janžovnik, 2002). Z zaježitvijo vodotoka se namreč v celoti spremeni ekologija vodnega telesa, delovanje HE pa lahko vpliva tudi na kakovost vode v vodotoku dolvodno od zaježitve. Dodaten problem je tudi nihanje gladine vode, o katerem bomo nekaj več povedali v nadaljevanju tega prispevka.

Zadrževalniki so po definiciji *Zakona o vodah* (ZV-1, Ur. l. RS, št. 67/02, 2/04, 41/04, 57/08, 57/12, 100/13, 40/14, 56/15, 65/20, 35/23 in 78/23) vodni objekti, namenjeni urejanju voda oziroma trajnemu ali občasnemu zadrževanju teh. Tehnološke vode so vode, ki se uporabljajo v najrazličnejših procesih proizvodnje, mednje spada tudi proizvodnja električne energije.

Za regionalno načrtovanje »potrebujemo« regije! Poplave 2023 (njihove posledice) bodo spodbudile in prisilile, da bomo končno začeli drugače gledati na sobivanje z naravo. Prav razumevanje poplav ter vedenje in upoštevanje stroke lahko dajo zagon prostorskemu načrtovanju, ki ga v zadnjih 30 letih ni bilo. Velika izkušnja poplav je dovolj močen razlog za združitev različnih prostorskih strok, da bodo tudi v praksi nastopale interdisciplinarno, ne samo deklarativno, ne samo ob izrednih dogodkih. Segmentarnemu planiranju oziroma sektorskemu planiranju je treba narediti konec. Treba se je preusmeriti v sodelovanje, v proces celovitega trajnostnega načrtovanja v korist človeka. Celovito pomeni od vrta do tretjega življenjskega obdobja. Porečje rek je primerna (fizična) osnova za organiziranje strokovnih služb, saj ima vsaka regija izkušnje s poplavami in erozijo. Včasih so obstajala vodnogospodarska podjetja z ustreznimi stroki (vodenje, nadzor), ki so precej bolje opravljala delo na vodah, kot to počnejo današnji koncesionariji brez inženirjev ipd. Regionalne organiziranosti ni treba vzpostavljati za vsako ceno. Nastajati mora v stiku z ljudmi s terena in za ljudi. Prebivalci ob vodnem svetu imajo izkušnje poselitve zadnjih 3.000 let in več, ki jih ni mogoče zanemariti. Nekateri prišleki v ta prostor so v zadnjih poplavah drago plačali zanemarjanje avtohtonih prebivalcev in stroke. Tudi v prihodnje se bodo porajale želje po umeščanju različnih gradenj v prostor. In vsak poseg bo treba prostorsko preveriti na »ravnih regijah«. Zlasti je pomembno upoštevanje sinergijskih učinkov. Mogoče bi lahko bile nastajajoče tehnične pisarne zametek regionalnega prostorskega planiranja, tudi (ponovno) regionalne vodarske stroke in osnove za logistiko prihodnjih regij.

4 Vpliv urbanizacije in industrije na vodno in obvodno krajino

Urbanizacija in industrija vplivata na naravno okolje in kulturno krajino. S širitvijo urbanega prostora prihaja do degradacije in nepovratnega spreminjanja naravnega okolja. Z umeščanjem vseh vrst stavb in objektov infrastrukture, »potrebnih« za nemoteno delovanje družbe in gospodarstva, ter prilaganjem urbanega in suburbanega prostora potrebam ljudi se nepovratno trošijo naravni viri, uničujejo naravni habitati, spreminja krajina, fragmentirajo ekosistemi in prekinjajo naravni migracijski koridorji živali, hkrati pa se z urbanizacijo spreminjajo tudi naravni procesi, kar lahko vpliva na zdravje okolja in ljudi. Čeprav ima gradnja HE številne prednosti (obnovljivi vir energije, zaščita pred poplavami), vodnogospodarski in hidroenergetski objekti vplivajo tudi na okolje. Z gradnjo teh se na celotnem območju posega namreč popolnoma spremenita naravno okolje in krajina, vplivi izgradnje pa se lahko kažejo tudi na celotnem vodotoku dolvodno od predvidenega posega.

Če je v praksi, podobno kot pri urejanju vodotokov še do pred kratkim veljalo, da so bazeni HE popolnoma tehnološki objekti z izključno energetske rabe, se stroka danes trudi, da bi bazene HE spremenila v večnamenske objekte s stabilnim »naravnim« ekosistemom.

Proizvodnja elektrike v HE je specifična dejavnost, ki za svoje delovanje potrebuje vodo. Dejavnost je zaradi svoje narave tako vezana na obstoječe vodotoke, kar pomeni, da umeščanje in gradnja HE posega v naravno okolje in obvodno krajino, pri čemer se nepovratno spreminja obvodni prostor. Če z gradnjo HE zaradi pridobljene elektrike in varstva pred poplavami pridobi človek, se z zaježitvijo, zasedbo prostora in spremembo ekoloških procesov spreminja tudi narava v širši okolici HE. Poleg omenjenega pri proizvodnji energije zaradi narave dejavnosti prihaja tudi do nihanja gladine vode vodnega telesa. To pomeni, da se glede potrebe po elektriki, glede na dnevne oziroma tedenske cikle in posamezna obdobja v letu nenehno spreminjata količina in raven vode v bazenu. Nihanje gladine vode ni odvisno le od potreb, vezanih na proizvodnjo električne energije, temveč tudi od vremenskih razmer. Vreme namreč vpliva na evaporacijo vode iz bazena, manjšo količino vode v sušnih obdobjih, večjo količino vode v mokrih obdobjih ali obdobjih intenzivnih padavin ipd. Količina vode v bazenu in nihanje gladine močno vplivata na ekologijo vodnega telesa in rabe obrežnega pasu. Prav nihanje oziroma tehnološka raba bazena je resen problem, saj omejuje večino drugih rab, hkrati pa preprečuje, da bi se na obrežju vzpostavil stabilen ekosistem, ki je ključen za zagotavljanje kakovosti vode v bazenu HE. Zaradi specifične rabe bazena HE ter z njo povezanega zagotavljanja stabilnosti brežin in visokovodnih energetskega nasipov so se

vse do pred kratkim pri gradnji bazenov in urejanju njegovih brežin uporabljali izključno gradbeno-inženirski ukrepi, kot so kamnite oziroma betonske obloge, betonske kašte, betonski zidovi ipd., ki praviloma ne omogočajo večnamenskosti obrežja, saj so namenjeni samo stabilizaciji brežin (Janžovnik, 2002). Tu se pojavlja tudi vprašanje posledic vodotesnih nasipov in vplivov na zaledje, obstoječe vodotoke, podzemne vode ipd.

5 Ukrepi za zmanjševanje vplivov gradnje HE na naravo

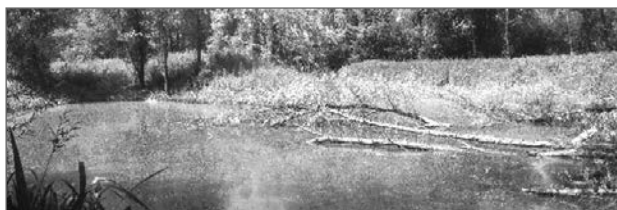
5.1 Ekoremediacije in ukrepi za varstvo narave

Da bi se v čim bolj zmanjšali vplivi gradnje HE na okolje ter hkrati omogočila večnamenskost prostora, je treba za gradnjo tovrstnih objektov oblikovati popolnoma drugačna izhodišča, ki bodo v ospredje postavila sonaravne pristope v urejanju obrežja – ekoremediacije, s katerimi se izboljšujejo ekološke razmere v bazenu HE, in krajinsko arhitekturne ureditve, s katerimi se na obrežju omogočajo tudi druge rabe (kmetijstvo, gozdarstvo, rekreacija, turizem ipd.). Dober primer uveljavljanja tovrstne prakse je regionalni projekt gradnje verige HE na spodnji Savi, kjer je od prve HE v Vrhovem do trenutno zadnje zgrajene HE v Brežicah viden velik premik v smeri zmanjševanja vplivov HE na okolje. Če se je HE Krško, ki je bila zgrajena leta 2013 (*Uredba o državnem lokacijskem načrtu za hidroelektrarno Krško*, Ur. l. RS, št. 103/06, 33/07), plaho spogledovala z uvajanjem ekoremediacijskih ukrepov, posameznimi naravovarstvenimi ureditvami in krajinskoarhitekturnimi pristopi urejanja, se je večji premik zgodil z umeščanjem in gradnjo HE Brežice, ki se je umeščala v letih od 2009 do 2013 (*Uredba o državnem prostorskem načrtu za območje hidroelektrarne Mokrice*, Ur. l. RS, št. 69/13) in gradila med letoma 2013 in 2019 (Janžovnik idr., 2016).

Leta 2019 je bila po štirih letih gradnje v omrežje priključena HE Brežice, peta v nizu elektrarn na Spodnji Savi. Za HE Mokrice, zadnjo in šesto v nizu, se trenutno izdeluje projekta dokumentacija za pridobitev gradbenega dovoljenja. HE Brežice je prva, ki je že z *Uredbo o državnem prostorskem načrtu za območje hidroelektrarne Brežice* (Ur. l. RS, št. 50/2012 in 69/13) imela načrtovanih 6 nadomestnih habitatov ter številne dodatne ukrepe za varstvo narave in okolja. Akumulacija pokriva okoli 300 hektarjev površin med jezom nuklearne elektrarne Krško in jezovno zgradbo HE ter omogoča zajetje $19,3 \times 10^6$ m³ vode, kar jo po velikosti uvršča na drugo mesto med umetnimi zaježitvami in na tretje mesto med vsemi vodnimi telesi v Sloveniji, večji sta samo Velenjsko in Bohinjsko jezero. Zgrajeni bazen HE Brežice je zasedel pretežno kmetijska zemljišča, obstoječe topolove nasade, gramozne jame, v celoti pa je bila potopljena tudi struga reke Save. Na širšem območju Vrbine,



Slika 2: Nadomestni habitat za dvoživke (vir: Rožman in Hribar, 2019)



Slika 3: Nadomestni habitat za želve in dvoživke (vir: Rožman in Hribar, 2019)



Slika 4: Mlake v topolovih nasadih, v ozadju ekocelica za razmnoževanje in razvoj škrlatnega kukuja (lat. *Cucujus cinnaberinus*), ki je pri nas ogrožena vrsta hrošča (vir: Rožman in Hribar, 2019).

kamor je umeščena akumulacija, se je po izgradnji bazena HE razvila bogata biotska pestrost, ki se je oblikovala kot posledica ustrezno načrtovanih in izvedenih ureditev (Vanič, 2019).

Na območju HE Brežice je bilo načrtovanih in zgrajenih šest nadomestnih habitatov, od teh jih je pet vezanih na nove vodne/obvodne površine in eden na kmetijske (travniki). Vodni nadomestni habitat nadomeščajo nekdanje štiri gramozne jame z brežinami, kjer so se skozi leta razvili habitat za želve (močvirska sklednica, lat. *Emys orbicularis*), plazilce, dvoživke in ptiče, in izgubo brežin reke Save, kjer so domovale najrazličnejše vrste ptic, kot so breguljka (lat. *Riparia riparia*), vodomec (lat. *Alcedo atthis*), čebelar (lat. *Merops apiaster*), mali martinec (lat. *Actitis hypoleucos*), navadna čigra (lat. *Sterna hirundo*) ipd. Vodne površine so se nadomeščale v razmerju 1 : 1,5, kar pomeni, da jih je zunaj akumulacije danes veliko več, kot jih je bilo pred zavezitvijo reke Save. Po izgradnji akumulacijskega bazena so zaradi dviga podtalne vode ponovno oživel tudi stari rokavi Save (mrtvice), ki so danes novi habitat za dvoživke in želve.

Vsi vodni nadomestni habitat se po izvedbi prepuščajo naravi, da jih ukroji po svojih potrebah, tako kot so bile nekoč naravi prepuščene gramozne jame, ki so do potopitve akumulacijskega bazena veljale za eno izmed najbolj biotsko pestrih območij v Posavju.

Poleg nadomestnih habitatov so se v sklopu ureditev HE Brežice izvedli tudi številni drugi ukrepi s področja ekologije in varstva narave. Prvič v zgodovini Slovenije so se brežine HE uredile tako, da kljub nihanju gladine vode omogočajo razvoj in obstoj naravnih ekosistemov. Na vodni strani visokovodnih energetskega nasipov so se med drugim oblikovali z močvirskimi rastlinami zaraščena in gola prodišča ter otoki za življenje in gnezdenje ptic, različno oblikovane peščene plitvine za življenje in drstenje rib ter reliefno členjeno in z rastlinami zasajeno obrežje, ki omogoča razvoj mikroorganizmov, ki opravljajo čistilno funkcijo vode.

Med inovacijami, ki bistveno prispevajo k izboljševanju stanja na področju varstva narave, je treba poudariti še ukrepe za ureditev ekocelic, postavitev netopirnic, ureditev prehodov za vodne organizme ter ureditev nadvišanja terena za umik divjadi in velikih sesalcev v primeru poplav.

5.2 Zasaditev topolovih nasadov in ekocelice

Območje Vrbine se je glede na terenske raziskave med letoma 2008 in 2011 izkazalo za eno ključnih območij za ohranjanje škrlatnega kukuja (lat. *Cucujus cinnaberinus*) v Sloveniji, saj je vrsta na območju topolovih nasadov, ki so sicer antropogenega nastanka, saj so bili nasajeni za papirno industrijo v Krškem, dosegala izjemno visoke gostote s skoraj 41 % zasedenostjo v odmrlih drevesih znotraj nasada (Vrezec – IDR, 2011). Velik del nasadov je bil po opustitvi papirne industrije posekan in spremenjen v kmetijske površine. Kukuj je vrsta hrošča in je tesno povezan z odmrli drevesi v zgodnji fazi razkroja. Ker se je življenjski prostor kukuja precej skrčil, je bilo širše območje Vrbine razglašeno za območje Natura 2000. Čeprav gradnja HE ni bistveno vplivala na življenjsko okolje tega hrošča, se je za izboljševanje njegovih življenjskih razmer v sklopu gradnje HE Brežice izvedbo 25 ekocelic. Te so namenjene prehodnemu obdobju ohranjanja populacije škrlatnega kukuja, dokler se na območju Vrbine ob Naturo 2000 ponovno ne vzpostavijo in ne dozori topolovi nasadi, ki so se ponovno vzpostavili v sklopu gradnje HE Brežice. Vsakoletni monitoring potrjuje stabilnost populacije (Vanič, 2019).

5.3 Netopirnice

Na območju načrtovanega akumulacijskega bazena HE Brežice je bilo opaženih devet vrst netopirjev, ki večinoma prebivajo v duplih, sušicah, pod odstopljeno drevesno skorjo, v prelomljenih in nalomljenih vejah in deblih dreves ter tudi na topolih, katerih premer je večji od 70 centimetrov (Center za kartografijo flore in favne – SP, 2008). Zaradi odstranitve dela vegetacije na območju načrtovanega akumulacijskega bazena HE Brežice je bilo na širšem območju HE Brežice ter ob potokih



Slika 5: Prehod za vodne organizme ob HE Brežice (vir: Rožman in Hribar, 2019)

Močnik in Struga 77 lesenih in leseno-betonskih netopirnic (Vanič, 2019).

5.4 Prehod za vodne organizme

Na levem bregu reke je bil ob jezovni zgradbi izveden prehod za vodne organizme v dolžini 750 metrov, ki je zasnovan sonaravno z brzicami, tolmunji, pragovi in drstišči. Prehod je tehnološka nadgradnja prehoda za vodne organizme ob HE Arto-Blanca (Vanič, 2019).

5.5 Nadvišanje terena za umik živali

Nadvišanja, izvedena iz melja in humusa ter delno zasajena z drevjem in grmičevjem, so namenjena umiku živali ob visokih vodah, kakšne so bile poplave 2023, ko se savska voda z odpiranjem prelivnega polja preliva na retenzijske površine na desnem bregu Save. Izvedena so bila tri nadvišanja (Vanič, 2019).

5.6 Sonaravno »preurejanje« obstoječih vodotokov

Pri gradnji HE Brežice se je zgodil še en pomemben mejnik. Močnik in Struga sta bila pred ureditvijo potoka, ki ju v naravi na določenih odsekih zaradi posegov v prostor in kmetovanja ni bilo, njuni strugi pa sta bili na nekaterih delih popolnoma presušeni ali močno zamočvirjeni, kar pomeni, da potoka nista opravljala svoje ekološke funkcije. Na podlagi izdelanih strokovnih podlag, s katerimi je bila predvidna renaturacija obeh vodotokov, sta se v sklopu izgradnje HE Brežice na posameznih delih popolnoma preuredili strugi obeh potokov. S preoblikovanjem struge (različni nakloni brežin), oblikovanjem tolmunov in plitvin, brzic, naravnih pragov, odbijačev ipd. so se v potokih omogočili naraven pretok vode, mešanje in vrtinčenje vode, kar je vzpodbudilo naravne procese in pritegnilo življenje, tudi migracijo rib gorvodno. Primer urejanja strug obeh vodotokov je pomenil premik od klasičnega gradbenega pristopa k urejanju vodotokov v smeri sonaravnih ureditev, kar je za naravovarstveni nadzor, ki ga je s svojimi strokovnimi kadri opravljalo podjetje Savaprojekt, prineslo veliko težav, saj je bil to klasičen primer razhajanja mnenj glede ustreznosti

tovrstnega pristopa urejanja. Sonaravne ureditve naj s hidrološko-hidravličnega vidika ne bi bile ustrezne (Vanič, 2019). Kot se je izkazalo v popravah 2023, to ne drži, saj so te pokazale, da sonaravne ureditve ne spreminjajo bistveno hidrološko-hidravličnih značilnosti vodotoka, dolvodno pa se učinek popravilnih voda bistveno zmanjšuje, kar preprečuje katastrofalne posledice visokih voda.

6 Sklep

Gradnja verige HE na spodnji Savi je eden najpomembnejših regionalnih projektov naše države. Čeprav ta danes še ni popolnoma končan, se njegovi pozitivni učinki kažejo na celotnem območju Posavke regije, ki tudi zaradi HE postaja najpomembnejša energetska regija v Sloveniji, ki je že prehitela Podravje in savinjsko-šaleško regijo. Posavje z različnimi energetskimi objekti za proizvodnjo električne energije že danes proizvede večino elektrike v naši državi. Z gradnjo verige HE se je v regiji bistveno izboljšala prometna dostopnost, uredila pa se je tudi komunalna, okoljska in gospodarska infrastruktura. Izboljšave na tem področju so pospešile razvoj regije, kar je vplivalo tudi na njen gospodarski razvoj. Posavje je danes eno večjih zaposlitvenih območij, kjer delajo tudi visoko izobraženi kadri v dejavnostih z visoko dodano vrednostjo (energetika, razvoj ipd.) (SURS, 2023). Z gradnjo verige HE se je v Posavju bistveno izboljšala tudi poplavna varnost, kar potrjujejo tudi poplave 2023. Razen območij, na katerih v sklopu predvidenih HE protipoplavni ukrepi še niso bili dokončno izvedeni, in v delu spodnje Save, kjer se gradnja HE Mokrice še ni začela, Posavje ni bilo poplavljeno. Izvedeni ekoremediacijski ukrepi in krajinske ureditve pa so v številnih delih bistveno zmanjšali posledice delovanja visokih voda in tako preprečili najhujše. Kot je bilo omenjeno v tem prispevku, se je način urejanja in gradnje HE z leti spreminjal. Največje spremembe so se zgodile pri gradnji HE Brežice, kjer so se v celoti uveljavili sodobni trendi urejanja akumulacijskega bazena HE, ki postavljajo v ospredje ekologijo in varstvo narave. Pridobljene izkušnje pri projektiranju in izvedbi HE Brežice se nadgrajujejo v ureditvah HE Mokrice. Z izvedbo te se naše delo in prizadevanja za izboljšave ne bodo ustavila. Veriga HE na spodnji Savi namreč pomeni zelo velik razvojni potencial v smislu energetike, izobraževanja in turizma ter tudi v smislu ohranjanja in varovanja narave ter povečevanja biotske pestrosti v regiji. Nadgradnja in izboljšave obstoječih HE (Vrhovo, Boštanj, Arto-Blanca), ki so zgrajene po klasičnem gradbenoingenirskem pristopu, so naš naslednji cilj in nov potencialni razvojni projekt posavske regije, ki zlasti na področju urejanja vodnogospodarskih ureditev orje ledino in postaja vzorčni primer dobre prakse.

Aleš Janžovnik, univ. dipl. inž. kraj. arh.
Savaprojekt d. d., Krško
E-pošta: ales.janzovnik@savaprojekt.si

Dušan Blatnik, univ. dipl. inž. arh.
E-GRUS d. o. o., Ljubljana
E-pošta: egrus.urbanist@gmail.com

Opomba

^[1] Razvrednotenje je stanje brez vrednosti ali stanje z odvzeto vrednostjo. S tem pojmom se označujejo spremembe v prostoru, ki so zaradi negativnih vplivov na naravo in/ali na družbeno okolje opredeljene kot nesprejemljive zaradi vplivov na prostor kot naravni vir ali zaradi neposrednih vplivov na naravo ali zaradi negativnih vplivov, ki se kažejo kot onesnaževanje (Hudoklin, 1995).

^[2] Zaradi izravnave osi in spremembe vzdolžnih naklonov strug vodotokov se je povečala hitrost vodnega toka, kar preprečuje odlaganje mulja in drugih sedimentov (hranila), hkrati pa onemogoča da bi se v vodotoku izoblikovali stabilni ekosistemi. Zaradi gradbeno-tehničnih ureditev in utrditev brežin vodotokov ter odstranitve obvodne vegetacije se poslabšuje tudi samoočiščevalna sposobnost vodotokov, zato se v njih poslabšuje tudi kakovost vode (Janžovnik, 2002).

Viri in literatura

Balter, M. (2005): *The seeds of civilization*. Dostopno na: <https://www.smithsonianmag.com/history/the-seeds-of-civilization-78015429> (sneto 10. 5. 2023).

Cech, V. T. (2018): *Principles of water resources: History, development, management, and policy*. Hoboken, Wiley.

Hudoklin, J. (1998): Splošno o degradacijah v prostoru. V: Hudoklin, J. (ur.): *Degradacije v prostoru*, str. 7–12. Ljubljana, Društvo krajinskih arhitektov Slovenije.

Janžovnik, A. (2002): *Krajinsko oblikovalska sanacija zadrževalnikov tehnološke vode*. Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta.

Janžovnik, A., Kvaternik, K., Hribar, A., Vanič, N., Umek, S., in Pirc, D. (2016): *Infrastrukturne ureditve na območju Hidroelektrarne Brežice – načrt krajinske arhitekture*. PZI Krško, Savaprojekt d. d., IBE d. d.

Marušič, J. (1998): Voda v pojavnosti krajine. V: Mlakar, A., Simoneti, M., in Matjašec, D. (ur.): *Voda – raba, varovanje, oblikovanje*, str. 5–9. Ljubljana, Društvo krajinskih arhitektov Slovenije.

Pirc, D., Žarn, P., Umek, S., Tepavčević, T., Janžovnik, A., in Mežič, D. (2023): *Občinski podrobni prostorski načrti za sončne elektrarne na depozitih sedimentov D2, D3 in D4 HE Brežice ter projektna dokumentacija za iste sončne elektrarne*. OPPN ter projektna DGD in PZI dokumentacija, Krško, Savaprojekt d. d.

Piry, I. (2005): Regionalizacija Slovenije – nedokončana simfonija slovenske geografije. *Dela*, 24, str. 37–48.

Statistični urad Republike Slovenije (2022): *Razdelitev Slovenije v statistične regije*. Dostopno na: <https://www.stat.si/obcine> (sneto 7. 6. 2023).

Rožman, N., in Hribar, A. (2019): Izvedba omilitvenih in drugih ureditev za varstvo narave pri izgradnji Hidroelektrarne Brežice. V: Cerkvenc, S., in Rojnik, E. (ur.): *Vodni dnevi 2019*, str. 175–186. Ljubljana, Slovensko društvo za zaščito voda.

Trčak, B., Čarni, A., Petrinec, V., Jakopič, M., Erjavec, D., Košir, P., Šilc, U., Zelnik, I., Marinšek, A., in Sajko, I. (2008): Kartiranje habitatnih tipov na vplivnem območju predvidenih HE Brežice in HE Mokrice. V: Govedič, M., Lešnik, A., in Kotarac, M. (ur.): *Pregled živalskih in rastlinskih vrst, njihovih habitatov ter kartiranje habitatnih tipov s posebnim ozirom na evropsko pomembne vrste, ekološko pomembna območja, posebna varstvena območja, zavarovana območja in naravne vrednote na vplivnem območju predvidenih HE Brežice in HE Mokrice (končno poročilo)*, str. 45–124. Miklavž na Dravskem Polju, Center za kartografijo favne in flore.

Uredba o državnem lokacijskem načrtu za hidroelektrarno Krško. Uradni list Republike Slovenije, št. 103/06, 33/07 in 50/12. Ljubljana.

Uredba o državnem prostorskem načrtu za območje hidroelektrarne Brežice. Uradni list Republike Slovenije, št. 50/2012 in 69/13. Ljubljana.

Uredba o državnem prostorskem načrtu za območje hidroelektrarne Mokrice. Uradni list Republike Slovenije, št. 69/13. Ljubljana.

Vanič, N. (2019): Naravovarstveni nadzor nad izvedbo nadomestnih habitatov in drugih naravovarstvenih ureditev in ukrepov pri Hidroelektrarni Brežice. V: *Referati in predstavitve 14. konference slovenskih elektroenergetikov CIGRE-CIRED, Štirinajsta konferenca slovenskih elektroenergetikov, Laško, 21.–23. maj 2019*, str. 1–6. Ljubljana, Slovensko združenje elektroenergetikov.

Vrezec, A., Ambrožič, Š., in Kapla, A., (2011): *Dodatne raziskave kvalifikacijskih vrst Natura 2000 ter izvajanje spremljanja stanja populacij izbranih ciljnih vrst hroščev v letih 2010 in 2011 – končno poročilo*. Ljubljana, Nacionalni inštitut za biologijo.

Wikipedija (2023): *Posavje*. Dostopno na: <https://sl.wikipedia.org/wiki/Posavje> (sneto 7. 6. 2023).

Zakon o vodah (ZV-1). Uradni list Republike Slovenije, št. 67/02, 2/04, 41/04, 57/08, 57/12, 100/13, 40/14, 56/15, 65/20, 35/23 in 78/23. Ljubljana.

Zakotnik, M. (2014): *Pregled inženirsko bioloških metod v sonaravnem urejanju vodotokov*. Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.