

dr. Daša ZABRIC*

Maša ČARF*

Aljaž JENIČ*

Danilo PUKLAVEC*

Barbara BRIC*

mag. Sašo ŠANTL**

PREHODNOST JE NAŠA PRIHODNOST

POVZETEK

Eden izmed osrednjih ciljev Okvirne direktive o vodah (Water Framework Directive; 2000/60/EC) je ohranjanje in vzpostavljanje prehodnosti vodotokov za vodne organizme. Med hidromorfološki elementi, ki opredeljujejo ekološko stanje vodotokov, je kontinuiteta rečnega toka pokazatelj hidromorfološke kvalitete vodotoka. Enakovreden biološki element, ki opredeljuje ekološko stanje vodotoka, je vrstna in starostna struktura ribjih združb ter številčnost ribjih populacij. V Sloveniji se že desetletja srečujemo z ovirami, ki na različne načine prekinjajo rečno kontinuiteto in tako onemogočajo nemoteno migracijo rib in ostalih vodnih organizmov. Naša prihodnost bo usmerjena v reševanje problematike prehodnosti vodotokov za ribe, kar bomo lahko dosegli le v sodelovanju tako z upravljalci vodne infrastrukture kot s strokovnjaki z različnih področij. Seveda pa je treba poudariti, da je vzpostavljanje prehodnosti slovenskih vodotokov za ribe smiselno le ob hkratnem ohranjanju habitatov ribjih vrst.

V Sloveniji je zagotavljanje vzdolžne in prečne prehodnosti vodotokov zakonsko utemeljeno. Dejstvo je, da so tudi selilske (migratorne) vrste rib, njihovi habitati in enovitost oziroma povezanost njihovega selitvenega območja zaščiteni tako z mednarodno kot slovensko zakonodajo. Na svetovni ravni je selitev prostoživečih vrst utemeljena z Bonsko (Konvencija o varstvu selitvenih vrst prostoživečih živali; Bonn, 1979) in Bernsko konvencijo (Konvencija o varstvu prosto živečega evropskega rastlinstva in živalstva ter njunih naravnih življenjskih prostorov; Bern, 1979), na evropski ravni z Direktivo o habitatih (The Habitat directive – FFH, directive 92/43/EEC) in Okvirno direktivo o vodah. V Sloveniji smo zahteve svetovne in evropske zakonodaje v zvezi z zagotavljanjem migracij živalskih vrst prenesli v pravne akte, ki so se nanašajo na ohranjanje narave, sladkovodno ribištvo in upravljanje z vodami. Po pregledu tako velikega števila pravnih aktov, sprejetih že pred leti, se seveda postavlja vprašanje, zakaj ostaja prehodnost vodotokov v večini primerov za ribe zgolj na papirju in ne tudi v realnosti.

Če povzamemo bistvo vse zakonodaje, je zagotavljanje prehodnosti slovenskih rek in potokov nujnost, prehodi za ribe pa minimalni standard, ki ga mora izpolnjevati vsaka neprehodna vodna pregrada, in ne opcijski nadstandard. Pri dolgoročnem načrtovanju poplavne varnosti je smiselno hkrati načrtovati ureditve, ki bodo zagotavljale ugodno ekološko stanje vodotokov. Na ta način bomo lahko zagotovili obstoj vodnih habitatov in prehodnost za ribe ter tako preseglji številna nasprotja interesov, ki se pojavljajo na področju upravljanja z vodami.

V Sloveniji dolžina toka reke Drave znaša okoli 142 kilometrov. V letošnjem letu so zaključki več različnih projektov, ki so se izvajali na območju koridorja reke Drave, pokazali, da ima reka Drava potencial za razvoj športa in turizma. Ta potencial predstavlja razvojno priložnost za prebivalce občin, skozi katere teče reka Drava. Že od nekdaj je bila Drava ribolovna reka in ostaja s stališča športnega ribolova zanimiva tako za domače kot tudi tuje ribiče.

Od začetka gradnje hidroenergetskih objektov na Dravi se je zaradi sprememb pretočnosti in prodonosnosti bistveno spremenila hidromorfologija reke in kvaliteta habitatov za ribe kot tudi za

* dr. Daša ZABRIC, univ. dipl. biol., * Maša ČARF, univ. dipl. biol., * Aljaž JENIČ, univ. dipl. biol., * Danilo PUKLAVEC, univ. dipl. biol., * Barbara BRIC, univ. dipl. biol., vsi Zavod za ribištvo Slovenije, Sp. Gameljne 61a, 1211 Ljubljana – Šmartno, in ** mag. Sašo ŠANTL, univ. dipl. inž. grad., Inštitut za vode Republike Slovenije, Hajdrihova 28 c, 1000 Ljubljana.

ostale vodne organizme. Eden od dejavnikov, ki ima zagotovo bistven vpliv na ribje združbe že od postavitve prve jezovne zgradbe na reki Dravi, je prav vzdolžna neprehodnost reke.

V tem prispevku opisujemo rekonstrukcijo ribje steze na HE Mariborski otok kot primer dobre prakse v smislu interdisciplinarnega sodelovanja in uporabe znanja s področja ihtiologije in hidrodinamičnega modeliranja.

UVOD

Sladkovodni ekosistemi so bili v zadnjih 100 letih med vsemi ekosistemi najbolj podvrženi človeškemu posegom. Rezultat teh posegov je, da so številne vrste izumrle, postale redke ali pa so ogrožene. Strokovnjaki ocenjujejo, da človekovi posegi trenutno ogrožajo 67 od 200 evropskih vrst rib. Za skoraj polovico od teh vrst je bilo ugotovljeno, da je eden najpomembnejših vzrokov ogrožanja prekinitve selitvenih poti rib z neprehodnimi vodnimi pregradami. Glavna negativna učinka sta izguba genetske variabilnosti in izguba vrst (Zitek, 2006).

Tekom svojega življenja ribe potrebujejo različne habitate, v katerih živijo v različnih obdobjih svojega življenja (kot ikra, zarod, mladica ali spolno zrela riba) in kjer lahko opravljajo svoje življenjske funkcije, kot so drst, prehranjevanje, rast in gibanje. Določene habitate potrebujejo tudi kot skrivališča, prezimovališča ali kot prostor, kjer lahko preživijo neugodne razmere (visoke poletne temperature, neugodne hidrološke razmere, itd.). Prehajanje med različnimi habitatmi je torej življenjskega pomena za ribe.

V naravnih rekah, kjer so v vzdolžni in prečni smeri habitatmi med seboj povezani, se ribe neovirano selijo in prosto razporejajo po vodotoku. V literaturi zasledimo dva izraza, ki opisujeta gibanje oz. prostorsko razporejanje rib v vodotokih. Prvi je »premik rib«, ki opisuje premike rib znotraj njihovega življenjskega prostora. »Selitev rib« oziroma »migracija« pa predstavlja gibanje, ki je usmerjeno v določeno smer, kar ima za posledico spremembo habitata. Definicija migracije je torej prehajanje med dvema ali več različnimi habitatmi, ki se dogaja periodično in se nanaša na večji del populacije posameznih vrst rib (Northcote, 1978).

Vsaka pregrada lahko prekine migracijo rib. Izgradnja visokih jezov za potrebe hidroelektrarn predstavlja eno največjih groženj selilskim (migratornim) vrstam rib, saj v vzdolžni smeri prekinjajo povezave med rečnimi habitatmi. Kot posledica izkoriščanja energetskega potenciala reke je Drava pregrajena s številnimi visokimi jezovnimi zgradbami. Mariborski otok je najnižje ležeča pretočna hidroelektrarna na Dravi v Sloveniji. Dolvodno ležeči HE Zlatoličje in HE Formin sta derivacijski hidroelektrarni, ki sta zgrajeni na energetskih kanalih, prvotna rečna struga Drave pa je ohranjena, vendar zaradi spremenjene hidrologije močno spremenjena. Gorvodno od HE Mariborski otok je še pet hidroelektrarn, ki so vse pretočne.

V reki Dravi na odseku od HE Fala do jezua Melje živi 33 vrst rib in ena vrsta piškurja. Med vrstami, ki poseljujejo Dravo na tem območju, je več selilskih vrst rib. Migracije so zelo pomembne za vrste rib, katerih habitatni prehranjevanja in razmnoževanja so zelo različni in pogosto zelo oddaljeni eden od drugega. Med večjimi vrstami rib, za ohranitev katerih je migracija bistvenega pomena, so v reki Dravi tudi podust, mrena, bolen in ščuka.

Razdalje med območji z drstišči rib so lahko kratke ali dolge, dejstvo pa je, da je bolj kot razdalja pomembno, da na poti, ki jo mora riba premagati do drstišča, ni neprehodnih ovir. Nedvomno so hidroenergetske jezovne zgradbe brez ribjih stez v gorvodni smeri za ribe popolnoma neprehodne.

Nad jezovno zgradbo HE Mariborski otok je zabeleženih deset drstišč ribjih vrst, in sicer osem v Dravi in dva v Lobnici, ki je desni pritok reke Drave. Tudi pod jezovno zgradbo HE Mariborski otok je evidentirano eno večje drstišče več ribjih vrst, ki je v bližini elektrarne. Z vzpostavitvijo povezave med obema navedenima odsekoma Drave s pomočjo delujoče ribje steze mimo HE Mariborski otok, bi ribam omogočili, prehod na drstišča na gorvodnem odseku, kjer so le ta številčnejša. Povezanost sedaj ločenih populacij rib bi preprečila osiromašenje genskega sklada, ki v daljšem časovnem obdobju vodi v izumrtje vrst.

REKONSTRUKCIJA OBSTOJEČE RIBJE STEZE NA HIDROELEKTRARNI MARIBORSKI OTOK

Ob izgradnji hidroelektrarne Mariborski otok po drugi svetovni vojni je bila v okviru jezovne jezovne zgradbe zgrajena tudi ribja steza. Ribja steza je delovala le kratek čas, po zaprtju pred več kot 30 leti pa je imela vrednost zgolj kot tehnična dediščina preteklega stoletja. Z vstopom Slovenije v EU se je ob prenosu zahtev evropske zakonodaje v slovenski pravni red izpostavilo vprašanje prehodnosti vodotokov v Sloveniji.

V letu 2011 smo strokovnjaki s področja ribištva in s področja hidravlike na povabilo podjetja Dravske elektrarne Maribor, d.o.o., analizirali stanje obstoječe ribje steze, ki je sicer popolnoma ohranjena, vendar že vrsto let ne obratuje. Namen interdisciplinarne študije je bil preveriti možnost sanacije ribje steze na način, da bi le-ta postala funkcionalna in bi omogočala prehajanje čim večjemu številu ribjih vrst, ki živijo v reki Dravi. V okviru ihtiološke študije prehodnosti obstoječe ribje steze smo od Dravskih elektrarn Maribor, d.o.o., pridobili tehnične podatke o objektu, kar je bil prvi korak pri preučitvi možnosti za obnovo ali vzpostavitev funkcionalnosti ribje steze.

Na podlagi teoretične študije je bila v letu 2014 izdelana tudi podporna ihtiološko hidravlična študija za izdelavo projekta za izvedbo (PZI) za sanacijo ribje steze na jezu HE Mariborski otok.



Slika 1: Pogled na ribjo stezo HE Mariborski otok od zgoraj (vir: arhiv ZZRS).

V 21. stoletju imamo za uspešno analizo prehodov za ribe poleg strokovnega znanja in praktičnih izkušenj na razpolago številna napredna orodja. Odločili smo se, da za analizo ustreznosti obstoječega ribjega prehoda, ribje steze HE Mariborski otok in oceno potencialne učinkovitosti obstoječega objekta uporabimo najnovejše znanstvene smernice s področja ihtiologije. Na podlagi letih smo za določitev pogojev za vzpostavitev prehodnosti obstoječe ribje steze HE Mariborski otok vzpostavili dvo-dimenzionalni matematični hidravlični model.

Za oceno ustreznosti določenega prehoda za ribe je nujna pravilna izbira kriterijev. Tako smo za oceno ustreznosti obstoječe ribje steze izbrali kriterije, povzete po priznani literaturi s področja načrtovanja ribjih stez, in sicer *Fish passes - design, dimensions and monitoring* (FAO & DVWK, 2002) in *Grundlagen für einen österreichischen Leitfaden zum Bau von Fischaufstiegshilfen* (FAHs) (AG-FAH, 2011). Za slovenske vodotoke je relevantna predvsem evropska literatura, ki sloni na raziskavah in dognanjih iz geografskih območij, kjer najdemo sorodno ribjo združbo kot pri nas. Pomembno je namreč, da pri načrtovanju ribje steze upoštevamo vrste rib, ki živijo na obravnavanem odseku reke,

njihovo biologijo in ekologijo ter seveda specifične geomorfološke, hidrološke, fizikalno kemijske ter biotske lastnosti lokacije. Na načrtovanje ribje steze pa v primeru, da se ribja steza nahaja ob elektrarni, vplivajo tudi lastnosti in način obratovanja elektrarne ter finančni vidik projekta, ki mora biti podrejen cilju - izdelati ribjo stezo, ki bo v največji meri ustrezala prisotni ribji združbi.

Načrtovanje, teoretična izhodišča in metode dela

Ribje steze so namenjene prehajanju rib v gorvodni in dolvodni smeri. Za premagovanje različnih ovir je treba poznati tako splošne zahteve glede oblikovanosti ribjih stez kot tudi omejitve, ki so vezane na posamezne vrste rib.

Pri načrtovanju obnove ribje steze v jezovni zgradbi HE Mariborski otok smo upoštevali zahteve vrst rib, ki sestavljajo združbo v reki Dravi. Pričakujemo, da bodo po dokončni sanaciji ribjo stezo uporabljale glavne selilske vrste rib, ki živijo na tem območju, in sicer podust, mrenam ščuka ter manjši osebki bolena. Prav tako obstaja možnost za prehajanje po ribji stezi za manjše število osebkov vrst potočne postrvi, lipana, platnice, klena, blistavca, navadnega globočka, pisanke in ploščiča.

Za oceno ustreznosti ribje steze in pri oblikovanju predlogov za izboljšanje njenega delovanja smo vzeli kriterije, pri katerih je upoštevana prisotnost največjih selilskih vrst rib ter največje dolžine ostalih, prisotnih potamodromnih vrst rib, kjer maksimalne dolžine ribjih vrst niso upoštewane (*Preglednica 1*).

Preglednica 1: Največje pričakovane dolžine izbranih potamodromnih vrst rib v reki Dravi.

Vrsta	Dolžina (cm)
ščuka	120
mrena	80
ploščič	70
klen	60
potočna postrv	60

Ribja steza HE Mariborski otok je tehničnega tipa, zato je bilo treba določiti dimenzije režastega prehoda, in sicer širino in dolžino posamezne kotanje, širino reže ter globino vode v kotanji in reži. Med glavnimi dejavniki, ki določajo robne pogoje za prehajanje ribjih vrst so tudi disipacija energije, višina stopnje, naklon in seveda pretok. Večino smernic smo povzeli po že navedeni strokovni literaturi s področja načrtovanja ribjih stez. Pri AG-FAH (2011) smernicah smo za načrtovanje uporabili zahteve vrst rib, ki sestavljajo združbe epipotamala velikih rek.

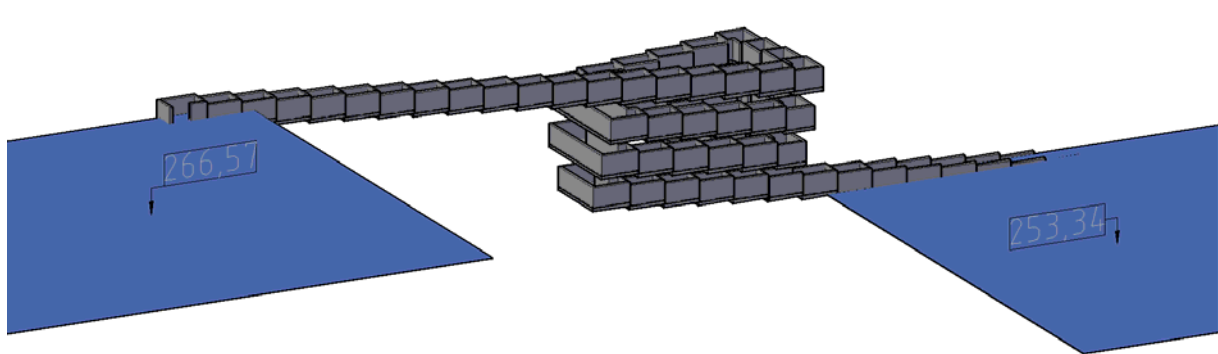
Ribiči, ki se spominjajo delovanja ribje steze v preteklosti, so povedali, da so v kratkih obdobjih delovanja le-te v njej opazili veliko število rib, predvsem podusti. Ker smo želeli preveriti tudi, ali obstoječa ribja steza j deluje vsaj za nekatere vrste rib, smo se odločili, da ribjo stezo odpremo in jo opazujemo. V 36 dneh dnevnega opazovanja nismo v ribji stezi opazili niti ene ribe, kar lahko razložimo tudi z občasnim pomanjkanjem vode v ribji stezi zaradi denivelacije v kombinaciji z neustrezno koto vtoka v ribjo stezo. Na vodostaj v ribji stezi vpliva tudi naravni pretok reke Drave. Odsotnost rib v ribji stezi je zato razumljiva, saj ribe potrebujejo stalen pretok vode.

Hidravlično modeliranje

Za vzpostavitev dvo-dimenzionalnega matematičnega hidravličnega modela smo potrebovali naslednje vhodne podatke:

1. Poznavanje geometrije:
 - dimenzije kotanj in prepustov, ki sestavljajo ribjo stezo,
 - število kotanj,
 - višinska razlika med kotanjami,
 - višinska razlika zgornje in spodnje vode,
 - višinske kote dna vtoka in dna iztoka,
 - dimenzije vtoka in iztoka.
2. Poznavanje hrapavosti ostenja (dna in stene) ribje steze.

Betonsko ribjo stezo HE Mariborski otok sestavlja okoli 64 kotanj, njen povprečni naklon pa je 8 %. Disipacija energije pri pretoku 300 l/s je 233 W/m³. Volumen posamezne kotanje je 5,5 m³. Višinske stopnje med posameznimi kotanjami so 25 cm; dimenzije odprtih (prepustov v prečni steni kotanje) so 40 cm x 40 cm. Hitrost vode v odprtinah je več kot 2 m/s. Kotanje so dolge 260 cm in široke 145 cm. Dno ribje steze ni nasuto z rečnimi usedlinami in je gladko; gladke so tudi stene ribje steze. Na *Sliki 2* so prikazane dimenzije (okvirne mere) povprečne kotanje.



Slika 2: Načrt ribje steze s prikazom gladine zgornje in spodnje vode na dan terenskega ogleda (vir: Zabrig D. s sod., 2012).



Slika 3: Vhod v ribjo stezo (levo) in izhod za ribe iz ribje steze oz. vtok v ribjo stezo HE Mariborski otok (desno) (vir: arhiv ZZRS).

Vsi pridobljeni podatki so bili podlaga za izvedbo podpornega eno- in dvo-dimenzionalnega hidravličnega matematičnega modeliranja.

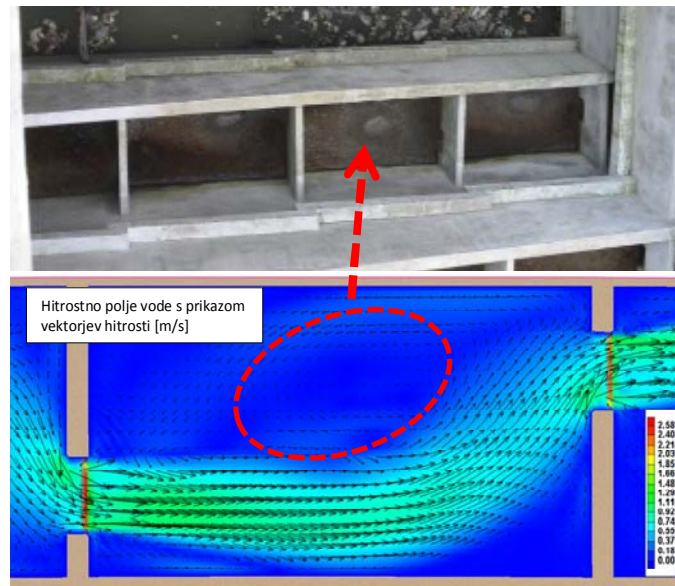
Potreba po natančnejšem poznavanju hitrostnega polja, ki vključuje ne le prostorsko razporeditev hitrosti, torej kje se tok skoncentrira in kje se nahajajo mirne cone, ki potujočim ribam dovoljujejo počitek, temveč tudi vrednosti maksimalnih hitrosti, ki se v ribji stezi pojavijo, je narekovala izbiro dvodimenzionalnega modela. Za dvo-dimenzionalno hidrodinamično modeliranje smo uporabili orodje MIKE (MIKE by DHI, 2011) ter CCHE (Jia et al. 2001). V fazi optimiziranja tehničnih rešitev smo uporabili tudi eno-dimenzionalno hidravlično modeliranje (HEC-RAS, 2010).

Z namenom umerjanja modelov smo na ribji stezi opravili tudi meritve pretokov. Pretoke smo merili s prenosnim merilcem FLO-TRACER, ki deluje na podlagi merjenja spremembe prevodnosti vode, ki ji je bila na določeni razdalji gorvodno primešana natančno določena količina popolno raztopljenega sledila, v našem primeru kuhinjske soli (NaCl), na katero je merilni instrument umerjen.

Meritve pretokov in gladin vode smo izvedli na vtočnem delu ribje steze in na odseku prvega umiritvenega dela znotraj jezovne zgradbe HE Mariborski otok. V času izvajanja meritev smo izvedli

tudi čiščenje prepustov, saj je bilo 6 prepustov iz vtočne strani skoraj popolnoma zamašenih z vejevjem in hlodovino, na katero se je dodatno vpletlo še vodno rastje.

Vzpostavljene modele smo umerili na osnovi podatkov meritev pretokov in fotografskega gradiva s terenskega ogleda, ki prikazuje tokovne razmere (koncentracija toka, lokacije in velikosti vrtincev), ki se vzpostavijo v kotanjah (Slika 4).



Slika 4: Prikaz podobnosti med lokacijo formacije usedline v ribji stezi in območjem najmanjših hitrosti v rezultatu modela (CCHE) pri nizkih pretokih ($Q = 0.05 \text{ m}^3/\text{s}$) (vir: Zabric D. s sod., 2012).

UGOTOVITVE IN REZULTATI

Bistveni parametri toka pri prehajanju rib, ki smo jih zajeli v analizi možnosti za preoblikovanje obstoječe ribje steze, so:

1. **Hitrost vode:** Pri ribah razlikujemo različne vrste plavanj, pri katerih so udeležene različne vrste mišic. Tako poznamo potovalno plavanje, ki ga riba lahko izvaja ure in pri tem ne pride do večjih fizioloških sprememb, sprint, ki lahko traja od nekaj sekund do nekaj deset sekund, in je za ribo izčrpavajoč, ter vzdrževalno plavanje, ki ga riba zmora izvajati nekaj minut.

Za ribe, ki sestavljajo v reki Dravi prisotno ribjo združbo velja, da lahko kratek čas plavajo proti toku, ki ima hitrost 2 m/s. Nekatere večje ribe zmorejo plavati tudi proti hitrejšemu toku. To je t.i. sprint. Tako visoke hitrosti so zato v ribji stezi dovoljene le na kratki razdalji, in sicer v prepustih med kotanjami. Znotraj kotanj se morajo hitrosti toka gibati okrog 1m/s, kar ribi omogoči potovanje proti toku z izvajanjem t.i. potovalnega plavanja. Pri daljših ribjih stezah in, če razmere glede želenih hitrosti toka niso ugodne, mora imeti ribja steza počivališča, v katerih disipacija energije ne sme presegati 50 W/m^3 .

2. **Globina vode:** V ribji stezi je potrebno zagotoviti ustrezno globino vode, ki omogoča tudi največjim ribam prosto gibanje in razporejanje. Za prisotno ribjo združbo v reki Dravi je najmanjša globina vode v ribji stezi 75 cm.
3. **Stopnja disipacije energije:** Disipacija energije zaradi turbulence je omejena na 200 W/m^3 (zaželeno je pod 150 W/m^3).

Z izvedbo analize vseh pridobljenih podatkov smo ugotovili, da je za izboljšanje delovanja obstoječe ribje steze kar nekaj možnosti. Kot najbolj učinkovite ukrepe za vzpostavitev delovanja ribje steze smo pri pripravi strokovnih podlag za izdelavo tehničnih rešitev za sanacijo ribje steze HE Mariborski otok, ki izhajajo iz ugotovitev predhodne teoretične študije, prepoznali sledeče:

Izvedba novega vtoka v ribjo stezo in ureditev iztoka iz ribje steze

Na podlagi pridobljenih podatkov o obratovalnih kotah gladine vode v akumulaciji in na podlagi opravljenih terenskih ogledov smo ugotovili, da ribja steza zaradi previsokega dna v vtočnem delu ne

obratuje, oziroma ustrezno obratuje le pri najvišjih kotah vode v akumulaciji. Pri načrtovanju strokovnih podlag za izdelavo projekta za izvedbo sanacije obstoječe ribje steze smo ugotovili, da je zaradi zagotavljanja ustreznih hidravličnih razmer pri različnih gladinskih stanjih akumulacije HE Mariborski otok treba izvesti dvo-nivojski (dvo-kraki) gorvodni vtok v ribjo stezo. Iz arhivske dokumentacije se je v teku te naloge ugotovilo, da je bil tak vtok predviden že v času projektiranja ribje steze v letu 1947. Zaradi obstoječega načina obratovanja HE Mariborski otok ni dovolj dograditev gorvodnega dela ribje steze z dodanim nižjim vtokom, ampak je treba ustrezno znižati tudi dno vtoka v zgornji krak vtoka. Vzpostavili in umerili smo matematični hidravlični model dvo-nivojskega vtoka ribje steze, tj. dotoka vode v dva niza prekatov od skupne vtočne komore z glavno zapornico do prekata, kjer se obe vodni poti združita. Pri pripravi strokovnih podlag za izdelavo tehničnih rešitev za sanacijo obstoječe ribje steze smo upoštevali tudi možnost drugačnega načina obratovanja hidroelektrarne, ki predvideva dvig obratovalnih gorvodnih gladin za 0,20 m, in preverili delovanje vtoka v ribjo stezo pri višjih gladinah vode ob izbrani tehnični izvedbi le-tega.

Obstoječi iztočni del je bil v času izgradnje ribje steze primerno zasnovan, vendar danes zaradi višjih gladin spodnje vode ne omogoča dobrega delovanja ribje steze. Tok vode iz ribje steze ni več skoncentriran in usmerjen v vodotok in se preveč porazgubi v spodnji vodi reke Drave. Atraksije za ribe tako rekoč ni in ribe zelo težko najdejo ribjo stezo. Stanje bi se izboljšalo z nadvišanjem zidov iztočnega dela ribje steze. Pri pripravi strokovnih podlag za izdelavo tehničnih rešitev za sanacijo iztoka iz obstoječe ribje steze nismo predvideli povečanja atrakcijskega toka z dodatno količino vode.

V primeru, da bi z monitoringom ugotovili, da ribe v premajhnem številu zaznajo vodni tok iz ribje steze in jih zato premajhen delež vstopa v ribjo stezo, je mogoče v iztok ribje steze dodajati atrakcijski tok. Ena od možnih tehničnih rešitev, ki omogoča instalacijo nizkih dodatnih količin vode, je dodajanje atrakcijskega toka, ki se po cevi sifonsko spelje iz zgornje vode v bližino vhoda v ribjo stezo, kjer izteka skozi šobe v hidravlično oblikovan prerez in na ta način zaradi nizkotlačnih nastalih razmer povzroča vlek dodatnih količin vode k vhodu v ribjo stezo.

Ureditev dna ribje steze

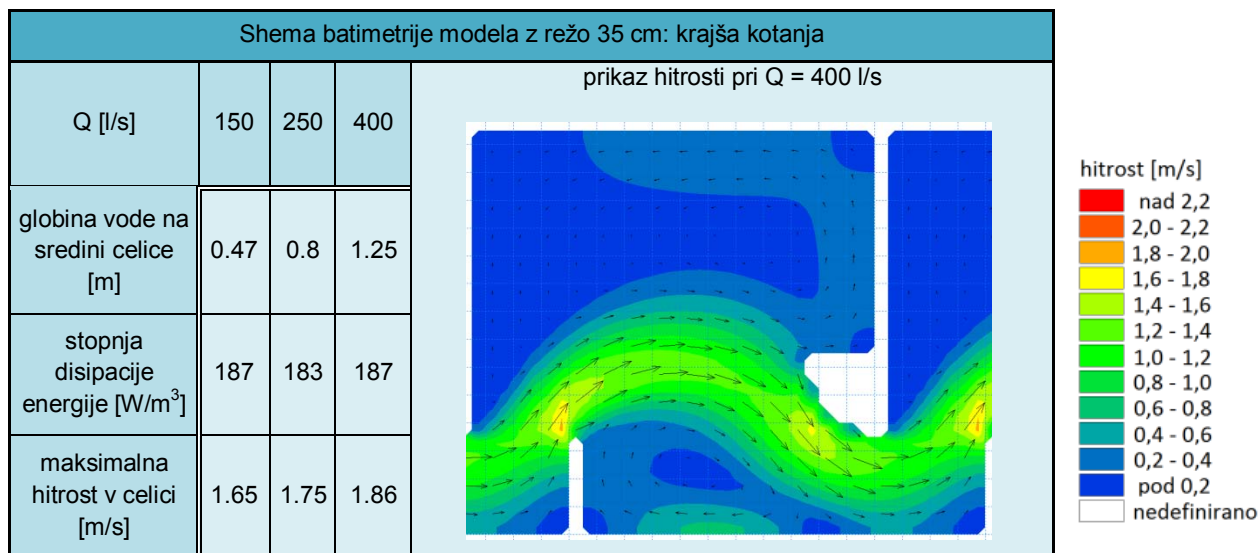
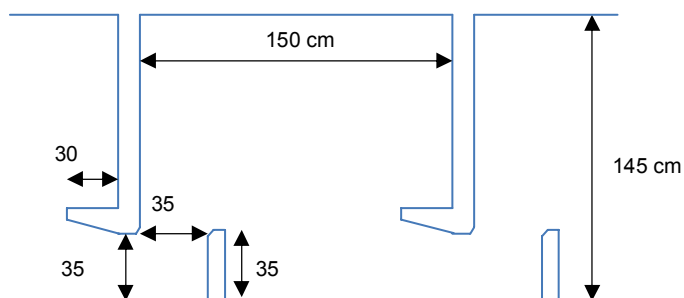
Kot ukrep za izboljšanje pretočnih razmer za ribe in vodne nevretenčarje v talnem delu ribje steze smo predlagali ureditev dna s povečanjem hrapavosti dna ribje steze. Substrat na dnu tehnične ribje steze občutno zmanjša hitrost toka pri dnu, kar omogoča manjšim ribam in slabšim plavalkam, da se uspešneje vzpenjajo. Poleg tega lahko predstavlja življenjski prostor vodnim nevretenčarjem. Idealno je, če se za dno ribje steze uporabi naravni rečni substrat iz Drave, ki se ga pred uporabo spere.

Substrat mora dno ribje steze neprekinjeno pokrivati po celotni dolžini. Ustrezno dno ribje steze lahko uredimo s kamenjem (okoli 16 cm), ki je z mešanico cementa prilepljeno na dno, ter zapolnjeno z vmesnim nasutjem gramoza in proda (16 - 64 mm) do višine okoli 10 cm. Zacementiranje gramoza mora biti ustrezno trdno izvedeno, da ga tok vode in povezane strižne sile po ostenju ne bi premaknile.

S hidravličnega vidika se pri predlagani ureditvi dna stanje pri nižjih pretokih delno izboljša, medtem ko pri višjih pretokih hidravlične razmere odraža predvsem dimenzija odprtine in vzdolžni padec dna. Vseeno pa se na ta način bistveno izboljša habitatna primernost dna za prehajanje manjših vodnih organizmov.

Predelava ribje steze v režasti prehod

Za dejansko izboljšanje pretočnih razmer se je kot najbolj učinkovita rešitev izkazala predelava ribje steze v režasti prehod. Pri režastem tipu ribje steze je osnovni pristop zagotovitev pretoka vode iz celice v celico z režami, ki se nahajajo na eni strani ribje steze (gledano prečno) in z usmeritvijo glavnega toka vode v poševno na drugo stran ribje steze. Prednost režastih prehodov pred ostalimi je v tem, da vertikalna reža po celotni višini kanala ribje steze omogoča lažji prehod večjemu spektru rib in drugih vodnih organizmov, saj je mogoč prehod po celotni višini tekoče vode. Poleg tega je tovrsten prehod najmanj občutljiv na nihanja globine vode v ribji stezi, saj se z višanjem gladine tokovne razmere v kotanjah bistveno ne spreminjajo. Po izvedbi hidravličnega modeliranja in analizi rezultatov le-tega, kjer smo preverili ustreznost dejavnikov, ki so bistvenega pomena za omogočanje prehajanja rib po ribji stezi v gorvodni smeri, smo se odločili za optimalno batimetrijo in dimenzije modela posamezne celice režastega tipa (*Sliki 5 in 6*).



Sliki 5 in 6: Shema optimalnih dimenzij izbranega tipa režastega prekata (zgoraj) in rezultati hidravličnega modela ob izvedbi predlagane variante celice režastega tipa z dimenzijami svetle odprtine reže 35 cm in dolžino prekata 1,5 m (vir: Steinman F. s sod., 2014 in Zabrig D. s sod., 2012).

Da bo ribja steza učinkovito delovala večji del leta, je treba zagotoviti ustrezne hidravlične razmere v vseh prekatih ribje steze predvsem v razponu gladin od 266,50 m n.v. do 267,10 m n.v. Na ta način bi zagotovili ustrezne hidravlične razmere v ribji stezi več kot 82 % časa oz. vsaj 303 dni v letu. S tem bi bilo zadoščeno osnovnemu pogoju za polno funkcionalnost ribje steze tudi glede na najnovejšo tehnične smernice Mednarodne komisije za zaščito reke Donave (icpdr, 2013), v katerih je zapisano, da ribja steza deluje ustrezno, ko deluje vsaj 300 dni v letu.

ZAKLJUČKI

Dejstvo je, da ima neprehodnost vodotokov izrazito slab vpliv na stanje ribjih populacij. Vzpostavitev prehodnosti vodotokov za ribe je nujna tako iz naše odgovornosti do narave kot z vidika veljavne zakonodaje.

Na reki Dravi se nahaja šest jezovnih zgradb, v sklopu katerih je mogoče bodisi na novo umestiti prehode za ribe bodisi obnoviti že obstoječe, vendar nedelujoče ribje steze. V sodelovanju z DEM, d.o.o., smo izvedli analizo stanja obstoječe ribje steze na HE Mariborski otok in preučili možnosti za sanacijo le-te na način, da bi bila prehodna vsaj za selilske vrste rib. Po zaključku interdisciplinarne teoretične študije smo ugotovili, da obstaja dejanska možnost za uspešno obnovo obstoječega objekta, zato smo se odločili, da preučimo tudi možnosti za vzpostavitev prehodnosti za ribe na hidroelektrarnah Dravograd, Vuzenica, Vuhred, Ožbalt, Fala in Melje. Jezovne zgradbe HE Dravograd, Vuzenica in Fala že imajo izvedene ribje steze tehničnega tipa, ki pa so bile v preteklosti uničene in so nedelujoče. Večinoma je predelava obstoječih nedelujočih ribjih stez smiselna ter s finančnega vidika manj zahtevna kot umestitev novih prehodov za ribe. Za ostale jezovne zgradbe smo ugotavljali možnosti za prostorsko umestitev novih ribjih stez. Menimo, da je sodelovanje koncesionarja DEM, d.o.o., ter strokovnjakov, ki se ukvarjamo z ihtiologijo in hidrodinamičnimi raziskavami, pravi pristop k učinkovitemu reševanju problematike prehodnosti reke Drave za ribe. Kljub temu se je treba zavedati, da je načrtovanje izvedbe posegov, s katerimi bi vzpostavili prehodnost za ribe na vseh hidroenergetskih jezovnih zgradbah, zelo zahteven proces. V prihodnost prehodnosti reke Drave

gledamo z optimizmom in upamo, da bo naš skupni napor prepoznan tudi s strani države. Nasloniti se bo treba tudi na evropske institucije, ki podpirajo izvedbo projektov, s katerimi bi bilo dejansko mogoče izboljšati ekološki potencial reke Drave, ki ima na dveh daljših odsekih tudi status posebnega varstvenega območja Natura 2000.

ZAHVALA

K pripravi prispevka je pripomoglo podjetje Dravske elektrarne Maribor, d.o.o., ki nam je omogočilo uporabo podatkov za izdelavo študije in preučitev možnosti za rekonstrukcijo obstoječe ribje steze na hidroelektrarni Mariborski otok, za kar se lastniku študij zahvaljujemo.

LITERATURA IN VIRI

- Bonska konvencija (Konvencija o varstvu selitvenih vrst prostoživečih živali; Bonn, 1979)
- Bernska konvencija (Konvencija o varstvu prosto živečega evropskega rastlinstva in živalstva ter njihovih naravnih življenjskih prostorov; Bern, 1979)
- DHI (MIKE by DHI), 2011, DHI, MIKE 21 HD (Hydrodynamic Module) Release 2.5, User Guide and Reference Manual, Danish Hydraulic Institute, Denmark, 1995
- Direktiva o habitatih (The Habitat directive – FFH, directive 92/43/EEC)
- Dravske elektrarne Maribor, d.o.o., Obrežna ulica 170, 2000 Maribor, na spletnem naslovu <http://www.dem.si/sl-si/>
- Grundlagen für einen österreichischen Leitfaden zum Bau von Fischaufstiegshilfen (FAHs). Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien, 2011, 87 S. Na spletnem naslovu:
http://www.bmlfuw.gv.at/wasser/wasser-oesterreich/plan_gewaesser_ngp/massnahmenprogramme/grundlagen_fah.html
- Jia, Y.F. and Wang, Sam S.Y., 2001, CCHE2D: Two-dimensional Hydrodynamic and Sediment Transport Model for Unsteady Open Channel Flow Over Loose Bed. NCCHE Technical Report. NCCHE-TR-2001-01, Aug. 2001
- Measures for ensuring fish migration at transverse structures, technical paper, Schmutz S., Mielach C., International Commission for the Protection of the Danube River (ICPDR), 2013, na spletnem naslovu http://www.ecrr.org/Portals/27/Publications/icpdr_fish_migration_final.pdf
- Kottelat in Freyhof 2007 - Kottelat M. in Freyhof J., (2007). Handbook of European Freshwater fishes. Kottelat, Cornol, Switzerland and Freyhof, Berlin Germany.
- Northcote, T.G., 1978: Migratory strategies and production in freshwater fishes. Ecology of Freshwater Fish Production. S.D. Gerking, Ed. Oxford-London_Edinburgh_Melbourne, Balckwell Scientific Publications:326-359.
- Okvirna vodna direktiva (Water Framework Directive; 2000/60/EC); na spletnem naslovu http://www.mop.gov.si/si/delovna_podrocja/direktorat_za_okolje/sektor_za_vode/vodna_direktiva/
- Rehabilitation of Rivers for Fish (Fishing News Books) Paperback – March 30, 1998; A study undertaken by the European Inland Fisheries Advisory Commission of FAO, Edited by Ian G. Cowx and Robin L. Welcomme.
- Steinman F. s sod., 2014. Podporna ihtiološko hidravlična študija za izdelavo projekta za izvedbo (PZI) za sanacijo ribje steze na jezu HE Mariborski otok. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.
- US Army Corps of Engineers (HEC-RAS). 2010. HEC-RAS River Analysis System – Hydraulic Reference Manual, Version 4.1
- Zabric D. s sod., 2012. Prehod rib skozi ribjo stezo na HE Mariborski otok. Zavod za ribištvo Slovenije, Spodnje Gameljne, študija.
- Zitek A., 2006: Migration processes of riverine fish: assessment, patterns of downstream migration & restoration, Institute of Hxdrobiology and Aquatic Ecosystem Management, Department of Natural Resources and Applied Life Sciences, BOKU, Vienna.