

Evropske vode su ugrožene sa više strana, kao što su zagađenje voda, nestašica voda i poplava. Najveći uticaj ima na morfologiju i tok voda. Među najvećim trenutnim pretnjama koju utiču na hidromorfološki status reka su hidroelektrane. Njihova prednost kao obnovljiv resurs proizvodnje električne struje je dobro poznat ali takođe treba da se prepozna da oni mogu da znatno utiču na ekološku funkcionalnost reka i staništa u kojima su smeštene. Ovo istraživanje pruža integritet ekološke procene četiri reka u Makedoniji, koje su ugrožene malim hidroelektranama koji imaju mali uticaj ali mogu da imaju značajne štetne uticaje na ekosistem reka. Hidroelektrane su finansirane od strane internacionalnih razvojnih banaka Evropska investiciona banka i Evropska banka za obnovu i razvoj.

Uvod

Evropske vode su ugrožene sa više strana, zagađenje voda, nestašica vode, poplava i pod najvećim uticajem na morfologiju i tok voda. Skorija istraživanja od strane Evropske agencije za zaštitu sredine, pokazala su da je više od 40% Evropskih voda ugroženo od strane hidromorfoloških pritiska. Urbani razvoj, zaštita od poplava, energija uključujući hidroenergiju, rečni prevoz, izravnavanje reka i odvodnjavanje zemljišta za agrokulturu koji su važni za hidromorfološki status vodenih površina. Režim vodenih tokova (sezonski i godišnje varijacije) i nivo fluktuacije vode su dve glavne determinante ekosistemskog funkcionisanja reka. Glavni izazov upravljanje vodenih tokova i nivoa vode je da porepoznaju potrebe različitih korisnika vode, ostavljajući dovoljno vode u okruženju kako bi sačuvali rečna staništa i vrste.

Među najvećim trenutnim pretnjama koje utiču na hidromorfološki status reka su hidroelektrane. Njihova prednost kao obnovljiv resurs proizvodnje električne struje je dobro poznat ali takođe treba da se prepozna da oni mogu da znatno utiču na ekološku funkcionalnost reka i staništa u kojima su smeštene.

Smatra se da izvor hidroelektrana ima manji ekološki uticaj od zatvorenog tipa električnih šema. Kako imaju manju električnu jačinu, projekti derivate su često izuzeti provere uticaja na životnu sredinu. Uprkos njihovoj percepciji slabog uticaja, MHE imaju značajno štetan uticaj na ekosistem reke i longitudinalan kontinuitet za žive organizme. Rezultati Vaikasasa, kao i onih predstavljeni u nacrtu dokumenta Upustvo Evropske komisije o razvoju hidroenergije i Naturi 2000, otkrivaju da njihov biofizički uticaj može biti veći nego kod velikih hidroelektrana, posebno po pitanju sigurnosti staništa i hidroloških promena. Ovo je posebno tačno u državama koje imaju slabu ekološku svest, i gde takozvana "nadležna nacionalna vlast" ne uspeva da sprovede adekvatno izdavnje dozvola i praćenja šema. Sve u svemu, vrste uticaja spadaju u sledeće kategorije:

Promene u staništu: Konstrukcija ili obnova hidroelektrana može da utiču na razne načine

Procena ekološkog integriteta četiri reke u Makedoniji pod uticajem derivacije hidroenergetskih šema bazirane na vodenim makrobekičmenjacima.

na rečne ekosisteme. Promene mogu da utiču ne samo na fizičke gubitke već i na pogoršenje i degradaciju (kroz promene u funkcionalnosti i elastičnosti) i fragmentaciju staništa.

Direktni uticaj na prisutne vrste: životinjske vrste mogu da budu sprečene od cirkulisanja zbog korišćenja hidroelektričnih turbina, brana i ustava koje su prepreke kretanju i migraciji. Ovaj uticaj može da se odrazi kroz gubitak ili povredu vrsta, kao i premeštaj, poremećaj i blokadu, itd.

Među promenama u staništu kao što su prekid ekološkog kontinuiteta zbog uništenja prirodnog toka reke, dinamika tla, hemijska promena vode itd., dnevne promene toka reke zasnivana na traženju energije, poznate kao "hidroizolacija" ima najveći negativan uticaj na biološkim zajednicama. Naročito na ribe i beskičmenjake.

Hidroizolacija se sastoji od varijacija u pražnjenju i nivou vode usled puštanja vode zadržane u slivu radi proizvodnje struje prema zahtevima tržišta.

Ove neprirodne fluktacije protoka stvaraju česte i brze varijacije u veličini protoka, brzine protoka, dubine vode, temperature vode, vlažne sredine, i premeštaj taloga koji takodje mogu da utiču na morfologiju kanala. Ovakve promene mogu da dovedu do degradacije fizičkih uslova i staništa u lokalnim ekosistemima, koji direktno utiču na beskičmenjake u rekama. Dramatično podizanje i spuštanje nivoa vode je često iskustvo za morske beskičmenjake koji su prilagodjeni životu na kamenitoj obali -ali ne i za rečne beskičmenjake, bar istorijski gledano. Međutim, kada se izgradi mala hidroelektrana, tok reke više ne zavisi sezonskog ritma, nego uspeva da se prilagodi potražnji struje. Tokom zadnje decenije, Balkanske države su doživele talas hidroenergetskih projekata u zaštićenim oblastima. Na primer, Makedonija je trenutno veoma aktivna u dodeljivanju koncesija za izradnju malih hidroelektrana u zaštićenim sredinama uključujući I nacionalne parkove, Emerald položaj I važne oblasti biljki i ptica.

U trenutnom istraživanju, procena ekološkog integriteta četiri reke u Makedoniji koje su pod uticajem malih hidroelektrana bazirane na vodenim makrobekičmenjacima. Odabrane MHE su finansirane od svetskih razvojnih banaka kao što su Evropska investiciona Banka i Evropska Banka za obnovu i razvoj.

Markobekičmenjaci su izabrani kao ciljna grupa jer igraju bitnu ulogu u funkciji ekosistema, pružajući suštinsku vezu u lancu ishrane jer su bitan izvor ishrane većim životinjama. Manje se kreću u odnosu na ostale vodene organizme, lako se sakupljaju, i većina ima dug proces razvoja u vodenim ekosistemima. Većina markobekičmenjaka je osetljivo na brzu dnevnu promenu protoka, i regulisan doseg reka ispod malih hidroelektrana, sa nepravilnim tokom, uobičajeno su okarakterisani sa oskudnom zajednicom makrobekičmenjaka. Dakle, makrobekičmenjaci bi trebali da budu pokazatelj štetnih

događaja koji se odvijaju u vodenim ekosistemima, u svakoj fazi razvoja, iz tog razloga se koriste kao biološki indikatori.

Prvo Poglavlje: Metodologija

Praćenje stanja je sprovedeno na pet MHE u funkciji u period od 11-15 septembra 2017.godine u Makedoniji. Većina MHE koje su posećene i proverene se nalaze u granici predloženih ili najavljenih Emerald položaja i nacionalnih parkova u Makedoniji.

Sve u svemu, izabrane su 21 stanice za praćenje duž reka

Kamena, Bistrica, Treskonečka, Brajčinska i njene pritoke Kriva Kbila, Rzanska i Stanisar reka su posećene tokom terenskog praćenja. U većini slučajeva, makrobeskičmenjaci su prikupljeni iznad i ispod pogona MHE Lipkovo, MHE Tearce 97,98,99, MHE Tresonečka, MHE Brajčino 1, i MHE Brajčino 2. Isušena rečna korita ispod pogona reka Kriva Koliba I Brajčinska su onemogućila prikupljanje makrobeskičmenjaka.

Na svakoj stanici za praćenje, uzorci makrobeskičmenjaka su dobijeni "Kick" metodom, tehnika pomoću koje se potopljena rečna vegetacija, kamenje i ostala tvrda podloga poremete da bi podstakle organizme da teku nizvodno u mrežu od 500 µm. Da bi se omogućilo izračunavanje polu-kvantitativnih rezultata, kao i da se uhvati maksimalni broj taksona, uzorci su prikupljeni sa svih mikro staništa sa konstantnim udaranjem (20 minuta prikupljanja uzorka sa svih stanica praćenja). Praćena je standardna metodologija za sakupljanje faune dna. Sledeći korak je bio prenos biološkog materijala u kontejnere za uzorke. Uzorci su sačuvani sa 70 procentnim etanolom. Tokom terenskog praćenja, temperatura vode je izmerena sa prenosivim digitalnim termometrom.

Dalja obrada materijala je sprovedena u Laboratoriji za beskičmenjake na Fakultetu Prirodnih Nauka i Matematike, što je uključilo sortiranje makrobeskičmenjaka u grupe za dalju identifikaciju, priprema brojnih trajnih slajdova, kao i adekvatno rukovođenje, obeležavanje i dokumentovanje materijala.

Uzorci makrobeskičmenjaka pripremljeni za taksonomsko delovanje su identifikovani pomoću Olympus SZX9 binokularnog mikroskopa koristeći odgovarajuće taksonomske tastere 13,14,15,16,17,18,19,29 do najnižeg mogućeg taksonomskog nivoa. Nakon toga, napravljena je lista identifikacije. Detaljna analiza sastava i zastupljenosti mikrobekičmenjaka je objavljena. Zastupljenost je predstavljeno kao broj pojedinca. Dobijeni rezultati o sastavu i zastupljenosti taksona podvrgnuti su proračunima različitih indeksa ili metrike koje inače služe za proučavanje uticaja HE. Da bi se pružili podaci o strukturi zajednice, Shannon-Wiener indeks diverziteta i Margalef indeks diverziteta su izračunati. Oba indeksa su veoma pogodna za procenu uticaja organskog zagađenja, degradacije morfologije struja, kao i generalne degradacije. Među njima,

Margalefov indeks diverziteta predstavlja zajedničko bogastvo vrsta koji uključuje ukupan broj taksona kao i ukupan broj individua. Indeks je informativan o zdravlju zajednice kroz raznolikost i povećanju raznolikosti staništa, kao i o pogodnosti i kvalitetu vode. Što je zdravija zajednica, to je veća vrednost indeksa. Shannon-Wiener indeks diverziteta se često koristi za računanje vodenih i kopnenih raznolikosti. Uzimajući u obzir relativnu zastupljenost, indeks diverziteta ne zavisi samo od bogastva vrste već i od ravnopravnosti, ili jednakosti sa kojom se pojedinci dele kroz druge vrste. Kako se broj raspodeljenih taksona povećava, tako se povećava i vrednost H.

Pored toga, najzastupljeniji biotički indeksi ili mere, kao što je broj vodenih cvetova, prolešnjaka, i tularaša (broj ETP taksona), BMWP i ASPT, su korišćeni u proceni ekološkog statusa stanica za praćenje. BMWP obezbeđuje pojedinačne vrednosti, na nivou porodice, (osim maločekinjastih crva), predstavlja toleranciju organizma prema ekološkim stresorima. Što je veća tolerancija, BMWP je manji. ASPT predstavlja prosečnu toleranciju taksona unutar zajednice, i računa se tako što se deli broj BMWPa sa brojem porodica predstavljenih u uzorku. Broj ETP taksona pokazuje gustinu unutar grupa insekata koje su osetljive na zagađenje, i ako se broj povećava, to znači da se kvalitet vode povećava. Ova tri indeksa su najprikladniji za procenu uticaja degradacije morfologiji protoka, acidifikaciji, kao i generalnoj degradaciji. Kategorizacija ekološkog statusa je napravljena klasifikacijom površnih voda predstavljene u Annexu V, Okvirne Direktive o vodama.

ASTERICS softver (verzija 3.0, www.aqem.de) je korišćen za računanje svih gore navedenih indeksa, kao i mernim vrednostima kao što su : broj taksona, broj osetljivih taksona, procenat vodenih cvetova, prolešnjaka i tularaša , kao i procenat vokrilača koji doprinose biodiverzitetu.

Drugo poglavlje: Pronalasci

MHE Lipkovo se nalazi u bitnom biljnom području. Tokom terenskog praćenja, material je sakupljen sa tri stanice praćenja na reci Kamena, koja je pod uticajem MHE Lipkovo. Skup makrobeskičmenjaka je ukazao na "zdrav" rečni sector reke Kamena iznad unosa. Mesto praćenja karakteriše veika biološka raznolikost (veliki broj taksona, broj EPT taksona i osetljivih taksona), kao i dominacija osetljivih EPT taksona (60.2 %) , kao što su vodeni cvetovi (*Ecdyonurus venosus*) prolešnjaci (*Perla marginata*) i tularaši (*Hydropsyche instabilis*) .

Dodatna istraživanja su pokazala dobru populaciju rečnih rakova (*Austropotamobius torrentium*) i vilinskih konjića (*Cordulegaster heros*), čija očuvanja zahtevaju određivanja Posebne Oblasti Konzervacije unutar Natura 2000 mreže.

Očigledno je da dobro očuvano stanište obezbeđuje kvalitetne uslove za održavanje dobrih

populacija kamenih rakova i vilinskih konjica (Balkan goldenring dragon fly) čija očuvanja zahtevaju određivanja Posebne Oblasti Konzervacije unutar Natura 2000 mreže. Obe vrste su spomenute u Annexu II Direktivi o Staništima i kameni rak je prioritarna vrsta, tako da obezbeđuje još veći nivo zaštite. Dalje, *A.torrentium* i *C.heros* su zastićena vrsta u Makedoniji, dok je je rangirana kao "skoro ugožena" na IUCN Crvenoj listi i Evropskoj Crvenoj listi pravih vilinih konjica.

Ove dve vrste su netolerante na promenu životne sredine, tako da pretnje poput domaćeg i industrijskog zagađenja, poljoprivrede, sedimentacije, eutrofikacije, pregrađivanje, vodozahvata i kanalizacije imaju ekstremno negativan uticaj na njih.

Sve u svemu, imamo dve vrste čija staništa ne treba menjati i koje zahtevaju posebnu zaštitu, posebno zato što ovo područje još nije prepoznato kao područje sa visokom vrednosti očuvanja. Nažalost, njihovo praćenje je zanemareno u proceni životne sredine kao i Strateške procene uticaja na životnu sredine pre izradnje MHE, uprkos činjenici da postoje podaci iz literature koji potvrđuju njihovu pojavu u ovom području. Ukratko, visok ekološki status i ne postojanje znakova fragmentacije populacije ukazuju na to da MHE Lipkovo ne utiče na reku Kamene iznad unosa.

Situacija ispod i iznad unosa reke je veoma drugačija. Bilo je očigledno da su građevinski radovi doveli do ekstremnog gubitka obalne vegetacije i doprineli sedimentaciji u rečnom koritu. Zapažena eutrofikacija u jezeru iznad unosa (prisustvo metanskih mehurića) je doprinula promeni u kvalitetu vode i masovnoj pojavi algi.

Tokom praćenja, primećen je smanjen nivo vode u rečnom koritu ispod unosa, i prema mišljenju lokalnog stanovništva, reka je često bila suva, stvarajući uslove za nastanak eurivalentnih vrsta kao što su vodeni puževi. Zbog akumulacije tanjih sedimenta i mogućeg efekta hidroizolacije, što dovodi do promene smene zajednica makrobeskičmenjaka dominirani EPT taksonom (34%) u zajednicu dominiranu od strane Dvokrilaca (51%), najčešće biljnih komaraca.

Uobičajeno je da insekti poput vodenih cvetova, tularaša i proletrnjaka, koji polažu jaja na stenama kraj reke, su jako ugroženi od hidroizolacije, dok biljni komarci, koju polažu jaja u vodi, nisu.

Štaviše, smanjenje gustine makrobeskičmenjaka i broja osetljiv taksona, kao i vrednosti raznovrsnosti su samo potvrdili manje povoljne uslove. Nedostatak vrsta je rezultat gubitka staništa.

Suprotno od već pomenutih promena u zajednici, broj taksona (19) i broj EPT taksona (8) je i dalje relativno visok, i skoro isti takson koji je nastao iznad unosa je sličan onom ispod

unosa, samo u manjem broju. Prema tome, merne vrednosti ,BMWP,ASPT i ETP takson, ukazuju na dobar ekološki status.

Na osnovu stručnog mišljenja postoji mogućnost da je u stvari intezitet uticaja unosa jači i da je ekološki status gori (barem umeren). Naime, odrasli vodeni insekt, i čija je larva nastanjena na gornjem delu reke, su položili jaja u vodi ispod unosa. Štaviše, ne može se reći da je efekat hidroizolacije doprineo ovom. Naime, iznenadni porast protoka može da dovede do nizvodne promene malih larva koje ne mogu da tolerišu velike brzine i koje su često nedovoljno zastupljeni u nizvodnom smeru. Bez obzira na to, preciznije procene uticaja MHE i određivanje tačnog stanja, dalja istraga bi trebala da bude usmerena na ovaj sektor reke. Nalazi biološkog praćenja ukazuju na to da stanje biodiverzita reke Kamena bolji ispod elektrane nego ispod unosa. Elektranu reke Kamena nije radila tokom terenske posete, i reka je tekla svojim prirodnom tokom, doprinoseći većem broju taksona (18), broju EPT taksona (52,5%), kao i broju osetljivih taksona (7). Prisustvo rečnih rakova je indikator da je u ovom delu reke bolji kvalitet ekosistema.

Međutim, budući da je ovo jako mlada jedinka, moguće da je pristigla uz rečni tok. Jedini način da se potvrdi da li rečni rakovi stvarno naseljavaju ovaj deo reke jeste kroz dalja istraživanja. Ako stvarno naseljavaju, to bi značilo da ovaj deo reke još nije pod uticajem izradnje hidroelektrane (s obzirom da je operativna faza započeta 2015.godine), ili da se potpuno oporavio. Pored toga, mesto sa kojeg su uzimani uzorci se nalazi na ušću reke Brestajnska, ne može da se zanemari mogućnost da rečni rakovi naseljavaju tu reku a da su slučajno nađeni u Kameni (pristigli uz rečni tok) .

Činjenica na odsustvo , sugerise mali ali ipak postejeći uticaj hidroelektrane Lipkovo na biodiverzitet reke Kamena, što se preklapa sa rezultatima biološke procene koji ukazuju da je LBP pomalo izmenjen.

Tearce 97-99 (i Bistrica 97-98) finansirani od strane EIB

Da bi se otkrio uticaj MHE Tearce 97,98 i 99, koje se nalaze na Šar Planini, rečni beskičmenjaci su prikupljeni sa četiri stanice za praćenje na reci Bistrica . MHE Tearce 97 i 98 se nalaze u žastićenom podrčju Emerald mreže.

Reka Bistrica iznad prvog unosa (Tearce 97) se nalazi u prvobitnom, pridonom stanju, sa dobro razvijenom obalnom vegetacijom. Mesto praćenja karakteriše veliku biološku raznovrstnost, što takođe podrazumeva veliki broj taksona (23), broj EPT taksona (16), i broj osetljivih taksona (11), kao i dominaciju osetljivih EPT taksona (67.7%), kao što su vodeni cvetovi *Ecdyonurus helveticus*, *Habroleptoides confuse*, *Baetis rhodani*, proletnjaci *Dinocras megacpheala*, *Isoperla grammatica*, *Protonemura* i tulraši *Hydropsyche saxonica*, *Philopotamus montanus*, *Drusus discolor*.

Prisustvo odraslih primeraka osetljivih, stenotermnih tvrdokrilaca *Limnius volckmarii*, dodatno ukazuje na povoljne, nesmetane uslove reke Bistrice iznad prvog unosa. Ovo je u koleraciji sa rezultatima biološke procene zasnovane na indeksima BMWP, ASPT i bogastvo taksona EPT (visok ekološki status).

Gustina makrobeskičmenjaka, broj osetljivih taksona (5 i 5), kao i vredost indeksa raznovrsnosti, se umereno smanjila u odnosu na manje povoljne uslove reke Bistrice iznad i ispod drugog unosa. Međutim, broj taksona (20 i 18) i broj EPT taksona (12 i 11) je i dalje znatno visok, i većina taksona koji naseljavaju reku Bisticu iznad prvog unosa, naseljavaju i ispod I iznad drugog unosa, samo u manjem broju.

Postoji mogućnost da je sastav zajednice nastao zbog iznenadnih promena u ispuštanju voda iz elektrane Tearce 97 koja je radila tokom terenske posete. Populacija u ovom zahvaćenom protezu su najčešće vodeni insekti u ranoj larvalnoj fazi, sklone ka padanju i zato kolonizuju nizvodna područja.

Stoga, potpuno je razumljivo zašto vrednosti bioloških metrika ukazuju na to da je rečni domet blago izmenjen (dobar ekološki status). Na osnovu stručnog mišljenja, postoji mogućnost da je intezitet uticaja unosa Tearca 98 jači i da je ekološki status gori (barem umeren). Međutim, za precizniju procenu uticaja MHE i određivanja stvarnog stanja, dalja istraživanja treba biti usmerena na ovaj sektor reke.

Tresonečka (Nacionalni Park Mavrovo)

Procena uticaja na biodiverzitet sprovedena je na četiri stanice praćenja na reci Tresonečka koja je zahvaćena MHE Tresonce. Ova MHE nalazi se unutar granica Nacionalnog parka Markovo, deo Smaragdne mreže u Makedoniji (nije članica EU), koja predstavlja sledeću Natura 2000 lokaciju.

Najviši biodiverzitet (25 taksona) i najbolje očuvana staništa su primećena iznad unosa. Rezultati su pokazali da je ovaj deo reke naseljen makrobeskičmenjacima, karakterističnim za hladne i brze tokove, koji su bogati kiseonikom. Bentosnu zajednicu karakterišu EPT taksoni, veliki broj osetljivih taksona (11), kao i visoke vrednosti indeksa raznovrsnosti. Sa kvantitativne tačke gledišta, najbrojnije vrste su oligosaprobnii vodeni insekti kao što su: *Ecdyonurus helveticus*, *Rhithrogena gratianopolitana*, (Ephemeroptera), *Isoperla grammatica*, *Protonemura praecox* (Plecoptera), *Oecismus monedulla*, *Thremma anomalum* (Trichoptera), *Limnius volckmarii* (Coleoptera) - ovo ukazuje na netaknute uslove. Biološka procena, zasnovana na BMWP, ASPT i EPT taksonima, naznačio je "zdravi" sektor reke. (visok ekološki status).

Nadalje, vrste od interesa Zajednice, kao što su *austropotamobius torrentium* i *cordulegaster heros* nisu zapaženi (ista situacija je zapažena na reci Bistrica iznad

unosa), iako sadrži veliki biodiverzitet i bitne vrste za zaštitu. Značajni članovi faune makrobeskičmenjaka iz reke Tresonečka iznad unosa su tularaši (*Thremma anomalum*), vrsta sa Balkanskog poluostrva, Karpati i Kavkaz, endem balkanskih slatkovodnih pužića (*Bythinella drimica drimica*) koji naseljavaju tekuće vode u zapadnoj Makedoniji, istočnoj Albaniji i na Kosovu. Poslednja je rangirana na IUCN Crvenoj listi globalno ugroženih vrsta kao "najmanja briga" i na Evropskoj Crvenoj Listi Mekušca. *B. d. drimica* predstavlja retku vrstu sa ograničenom raspodelom na nekoliko lokaliteta u zapadnoj Makedoniji i predstavlja zaštićene divlje vrste u zemlji. Indetifikacija taksona pokazala je prisutnost i dalje neotkrivene vrste pijavice, koja dodatno održava dobro poznatu visoku vrednost očuvanja područja.

Iako stanište deluje da je dobro očuvano, terenska praćenja i procena biodiverziteta ukazuju na to da MHE ima jak uticaj na deo reke između unosa i elektrane.

Ispod unosa, crne linije na stenama sugerišu da je nivo vode u prethodnom period bio niži za 10-15 cm nego tokom terenskog praćenja, i da je fluktacija vode uobičajena, ili da je rečno korito suvo u određenom delu godine. Masovna pojava algi na stenama, kao i prisustvo vodenih puževa u delu reke iznad elektrane potvrđuju ovu pretpostavku. Dodatno se promenila i struktura faune makrobeskičmenjaka. Drastično smanjenje vodenih beskičmenjaka (9 i 7), i teški pad u broju EPT taksona (4 i 2), i zastupljenost bentos zajednice (10 puta manja) kod TBI i TAP, kao i nestanak osteljivih taksona (2 i 0) i endemske vrste (*Tularaši Thremma anomalum* i vodeni puževi *Bythinella drimica drimica*) može biti rezultat hidroizolacije ili dugotrajnog suvog stanja. Prema analizi ugroženih u slatkovodnih riba i mekušaca na Balkanu i potencijalnog uticaja hidroelektrana, mnogi ugroženi su jako osetljivi na izdranju brana i na promene koje nastaju u staništu. Takođe, ne može da se odbaci da postoje stresori povezani sa izgradnjom ili operativnom fazom (povišena temp. vode, pogoršanje kvaliteta vode, niža koncentracija kiseonika itd) koji sprečavaju faunu makrobeskičmenjaka da kolonizuju reku. Odsustvo još uvek neopisanih pijavica *Dina sp. nov. 1.* dalje dokazuje da se ovo područje, poznato kao žarište biodiverziteta, nalazi u risku od uništenja i da će mnoge vrste izumreti pre nego što se uopšte otkriju. Očigledno je da struktura zajednice ukazuje na visoki nivo ekosistemskog stresa- ili lošeg ekološkog statusa- na području između uliva i elektrane.

Što se tiče reke Tresonečka, ispod elektrane je situacija sa uslovima vodenog toka je poboljšana, i konstatna zastupljenost makrobeskičmenjaka, broj taksona (16) i EPT taksona (10) je znatno povećana. Međutim, detaljnija biološka procena ukazuje na to da se ekosistem nije u potpunosti opravio, i da je ekološki status umeren. Naime, vrednosti indeksa raznolikosti su malo povećani, dok broj osetljivih taksona ostaje mali (3). Iako i dalje postoji

Procena ekološkog integriteta četiri reke u Makedoniji pod uticajem derivacije hidroenergetskih šema bazirane na vodenim makrobeskičmenjacima.

dobra populacija tularaša *T. anomalum*, stenotermični vodeni edemi vodenih puževa *Bythinella drimica* *drimica* i nepoznata *Dina* sp. nov. 1 su odsutni.

Brajčinska reka 1, Brajčino 1, finansirana od strane Evropske Banke za Obnovu i Razvoj MHE Brajčino 1 se nalazi u granicama Nacionalnog parka Pelister.

Zapažanja na rekama Brajčinska i Kriva Kobila iznad unosa MHE Brajčinska 1, kao i na reci Ržanska, su pokazala da su staništa dobro očuvana.

Skup makrobeskičmenjaka sa tri stanice praćenja je opisan kao najveća raznolikost vrsta. Tokom terenske posete je bilo primetno da su reke Brajčinska i Kriva Kobila snažno pogođene radnjama na MHE Brajčinski 1. Rečna korita ispod unosa su jako suva, a fauna makrobeskičmenjaka je potpuno nestala (loši ekološki status).

Što se tiče reke Brajčinska, iznad elektrane, primećena je mala količina vode, koja je stigla iz malih pritoka. Procena biodiverziteta je ukazala na povećanu zastupljenost biljnih komaraca, koja je rezultat promene zajednice dominiranom EPT taksonom (20%) u zajednicu dominiranu dvokrilcima (77%).

Opšte je poznato da insekti poput vodenih cvetova, tularaša i proletrnjaka koji polažu jaja na stenama pored reke, su značajno pogođeni hidroizolacijom, dok biljni komarci koji polažu jaja u vodi nisu. Istovremeno, u poređenju sa Brajčinskom i Krivom Kobilom iznad unosa kod MHE Brajčinska 1, broj osetljivih taksona (6) kao i vrednost indeksa raznovrsnosti je umereno smanjen, potvrđujući manje povoljne uslove. Odušustvo vrsta koje su od značaja Zajednici, je najverovatnije rezultat gubitka staništa. Međutim, gustina makrobeskičmenjaka, broj taksona (17) i broj EPT taksona (8) je i dalje relativno visok, metričke vrednosti ukazuju na dobar ekološki status, koji je verovatno rezultat minimalnog uticaja hidroizolacije. Na osnovu stručnog mišljenja, postoji mogućnost da je intezitet uticaja MHE Brajčino 1 jači i da je ekološki status gori (barem umeren). Međutim, radi detaljnije procene uticaja MHE i određivanja stvarnog statusa, dalja istraživanja treba da se sprovedu na ovom delu reke.

2.5. Brajčinska reka 2 finansirana od strane Evropske Banke za Obnovu i Razvoj i KfW MHE Brajčinska 2 se takođe nalazi u Nacionalnom Parku Pelister, a potencionalnom mestu Natura 2000. Tokom terenske posete, ova MHE nije radila, i unosi na reci, kao i na njenom pritoku-reka Stanisar-nije uzimala vodu. Da bi se otkrio uticaj MHE, vodeni beskičmenjaci su prikupljeni sa četiri stanice praćenja.

Istraživanja su pokazala da su sva staništa na svim stanicama praćenja, B2SAI, B2SBI, B2BAP, B2BBP, dobro očuvana, da je veliko prisustvo faune makrobeskičmenjaka sa brojnim populacijama EPT taksona i veliku raznovrsnost osetljivih taksona (11, 12, 9 i 9). Reka Stanisar, iznad unosa, podržava postojanje vilinskih konjića. Pored toga, prioritarna vrsta

Austropotamobius torrentium naseljava reku Stanisar iznad i ispod unosa, i reku Brajčinsku ispod elektrane. Iako nije uhvaćeno tokom prikupljanja makrobeskičmenjaka na B2BBP, prisustvo je zagarantovano jer su ostavljeni tragovi. Pre izradnje MHE, ova vrsta se nije pratila, ako postoje podaci koji dokazuju njihovu pojavu na ovom području. Konačno, vrednosti merenja potvrđuju "zdrav rečni deo" ili visok ekološki status. Pitanje je, da li ovi ekosistemi još uvek nisu pod uticajem izgradnje MHE, s obzirom da je operativna faza započeta 2014. godine, ili je ovo rezultat dobre radne navike koja prati svetske standarde? Ipak, ne može se odbaciti činjenica da dodatni vodni priliv iz Kalmarskog toka ustvari smanjuje uticaj MHE, posebno prema B2BAP i B2BBP. Međutim, biološka praćenja su obavezna u budućnosti da potvrde da li je ovaj pogodan ekološki status trajan, ili da li ipak postoji negativan uticaj na vodene makrobeskičmenjake, posebno na one od interesa Zajednice.

Treće poglavlje: Zaključak i preporuke

Ovo istraživanje je prvi sveobuhvatni pokušaj da se obezbedi pregled uticaja MHE, finansirane od strane EIB i Evropske Banke za obnovu i razvoj, na četiri reke u Makedoniji. Većina MHE u ovom području su od visokog ekološkog značaja kao što su Emerald sites, IPA i nacionalni parkovi. Sve ispitane MHE su sagrađene na vodotokovima u prvobitnom stanju koji pružaju dobro sačuvana staništa za endemske i retke vrste, kao i vrste koje se pominju u Aneksu II Direktivi o Staništima čije očuvanje zahteva oznaku od Specijalne Oblasti Konzervacije unutar mreže Natura 2000.

U ovim oblastima, preporučljivo je ispitati sve potencijalne mere obnove koji ne samo da ublažavaju postojeće uticaje na reku, već i da poboljšaju status očuvanosti zaštićenih vrsta i staništa. Štaviše, postoje i ostali zakoni, kao što je Direktiva EU o vodama, WFD, 50, koja je strogo povezana sa Direktivom o Pticama. Obe deluju bar delimično na isto okruženje. Takođe, ima istu ambiciju u cilju da osiguraju da se stanja reka ne pogrošaju i da poboljšaju uslove vodenih ekosistema. Prema WFD, u zaštićenim oblastima nije dozvoljeno da vodna tela imaju manje nego "dobar" ekološki status.

Detaljan pregled ocene uticaja na životnu sredinu i projektne procene, je pokazao da nema značajnih uticaja na biodiverzitet i ekološki integritet. Što se tiče makrobeskičmenjaka, čija staništa ne treba menjati i koja zahtevaju zaštitu, nisu bili pomenuti, iako podaci iz literature potvrđuju njihovo postojanje, ili su pomenuti, ali je svaki zahtev za njihovo praćenje odbijen. Stoga, banke, EIB i Evropska Banka za Obnovu i Razvoj, nisu razmotrile dostupne podatke, nisu sprovele proces ranog otkrivanja i proces procenjivanja, i nisu uspeali da utvrde uticaj biodiverziteta na projekte i da li postoje područja koja ne smeju da se diraju. Očigledno je da investicije nisu u skladu sa sopstvenim standarima.

Procena ekološkog integriteta četiri reke u Makedoniji pod uticajem derivacije hidroenergetskih šema bazirane na vodenim makrobeskičmenjacima.

Rezultati predstavljeni u izveštaju potvrđuju da su lokacije za uzimanje uzorka koje se nalaze iznad unosa u prvobitnom stanju. Procena biodiverzita i ekološkog statusa jasno pokazuju da su sve istražene MHE izazvale promene u sastavu i strukturi makrobeskičmenjaka. Postoji mogućnost da su hidroizolacija, dugotrajno suvo stanje ili aktivnosti tokom izgradnje i operativne faze dovele do drastičnog smanjenja makrobeskičmenjaka, umerenog ili ozbiljnog pada raznolikosti bentosa, nestanak endemskih i i dalje neopisanih vrsta, kao i nestanak vrsta koje su od značaja Zajednice. Značajno smanjenje ekološkog statusa reka Tresonecka, Kriva Kobila i Brajčinska ispod unosa i iznad elektrane, potvrđuju negativan uticaj MHE.

Negativan uticaj MHE na biodiverzitet i biomasu makrobeskičmenjaka može da utiče na mnoge vodene, polu-vodene i obalne vrste koje zavise od ove faune kao bazi hrane, kao što su pastrmka i vidra. Imajući u vidu da MHE imaju direktan uticaj na obe vrste, ne samo da se buduće praćenje preporučuje već se i zahteva.

U nekoliko slučajeva, -reka Kamena ispod pogona MHE Lipkovo, reka Brajčinska iznad pogona MHE Brajčino 1 i reka Brajčinska iznad pogona MHE Brajčino 1- postoje sumnje da li dodatna voda koja dolazi od pritoka smanjuje, a samim tim i prekriva, pravi intezitet ucitaja MHE. Stoga, radi boljeg pregleda, tokom budućih terenskih praćenja preporučuje se da se odvoji više vremena za odabir odgovarajućeg mesta za prikupljanje.

S druge strane, sumnja se da je intezitet uticaja na unosu Tearce98 jači i da je ekološki status gori (barem umeren) nego što su pokazale biološke merne vrednosti (dobar ekološki status). Sastav zajednice, kao i prisustvo ranih faza vodenih insekata iznad i ispod unosa, koje su pogodne nanošenju, koje se dešava zbog iznenadnog ispuštanja vode iz Tearce 97, koja je radila tokom terenskog praćenja. Stoga, radi sveobuhvatne procene uticaja MHE na biološku raznovrsnost i ekološki integritet, dalja praćenja bi trebala da budu tokom cele godine. Neke vrste, poput endemskih, prioriternih, ugroženih i retkih, ne mogu da se otkriju tokom određenih perioda u godini.

Pored toga, prikazani rezultati ukazuju da MHE Brajčino 1 ima najmanji uticaj na makrobeskičmenjake, posebno na vrste koje su od značaja Zajednici (kameni rak i vilinski konjici). Ostaje pitanje da li je netaknut ekološki integritet reka Stanisar i Brajčinska, i da li su ovi ekosistemi sposobni da održe ekološki process i raznovrsnu zajednicu makrobeskičmenjaka. I da li dobar rad na MHE Brajčino 2, koji prati svetske standarde, doprinosi ovom stanju? Očigledno je da je u budućnosti potrebno dugoročno biološko praćenje da bi se potvrdilo da li je ovo pogodno ekološko stanje trajno postignuto, ili da li ima negativan uticaj na vodene markobeskičmenjake.

Konačno, Makedonija, kao i sve zemlje pristupnice Balkana, pre ili kasnije postaće članice



Procena ekološkog integriteta četiri reke u Makedoniji pod uticajem derivacije hidroenergetskih šema bazirane na vodenim makrobeskičmenjacima.

EU i moraće da da u potpunosti poštuju Okvirnu Direktivu o vodama i Direktivu o staništima. Sprečavanje oštećenja rečnih sistema danas uštedeće buduće troškove mera za očuvanje ekološkog statusa, i sačuvaće jedinstven i izuzetni biodiverzitet za buduće generacije.