

STRUČNE SMJERNICE - UPRAVLJANJE RIJEKAMA

Rezultat 2:

Stručne smjernice za izabrane tipove zahvata s ciljem unaprjeđenja kvalitete OPEM-a, naročito za infrastrukturne zahvate i ostale javne zahvate

IPA program Europske unije za Hrvatsku

Twinning Light projekt

EU HR/2011/IB/EN/02 TWL

“Jačanje stručnih znanja i tehničkih kapaciteta svih relevantnih ustanova za Ocjenu prihvatljivosti zahvata za ekološku mrežu (OPEM)”

Mag. Stefan Guttman (Vlada pokrajine Gornje Austrije)

Ova publikacija izrađena je uz financijsku potporu Europske unije.

Sadržaj publikacije isključiva je odgovornost Hrvatske agencije za okoliš i prirodu i Austrijske agencije za okoliš (Umweltbundesamt) i ne odražava nužno gledišta Europske unije.

ZAGREB, rujan / studeni 2015.



Projekt financira
Europska unija

**Hrvatska agencija
za okoliš i prirodu**

umweltbundesamt^U
ENVIRONMENT AGENCY AUSTRIA

SADRŽAJ

1. Uvod	3
1.1. Suvremeni pristup zaštiti od poplava	4
1.2. Obradeni tipovi zahvata	6
2. Glavni mogući utjecaji zahvata na vodotocima	7
2.1. Uklanjanje sedimenta	7
2.2. Uklanjanje naplavina	8
2.3. Strukture u vodotoku	8
2.4. Strukture u riparijskoj zoni	8
2.5. Radovi održavanja	10
2.6. Restauracija	10
2.7. Interakcija s drugim zahvatima na istom području – kumulativni utjecaji	10
3. Mjere ublažavanja za obrađene tipove zahvata	11
3.1. Uklanjanje sedimenta	11
3.2. Uklanjanje naplavina	14
3.3. Strukture u vodotoku (poprečne strukture)	15
3.4. Strukture u riparijskoj zoni (uzdužne strukture)	18
3.5. Radovi održavanja	21
3.6. Restauracija	24
4. Program praćenja stanja (Monitoring)	26
5. Literatura	27

1. Uvod

Twinning light projekt EU HR/2011/IB/EN02 TWL, Jačanje stručnih znanja i tehničkih kapaciteta svih relevantnih ustanova za Ocjenu prihvatljivosti zahvata za ekološku mrežu (OPEM) zajednički su proveli Twinning partneri iz Republike Austrije i Republike Hrvatske: Hrvatska agencija za okoliš i prirodu (HAOP) i Austrijska agencija za okoliš (Umweltbundesamt) u trajanju od 8 mjeseci tijekom 2015. i 2016. godine.

Opći cilj projekta bilo je: unaprjeđenje zaštite okoliša i prirode u Republici Hrvatskoj jačanjem kapaciteta za provedbu pravne stečevine EU, sukladno Direktivi o staništima i Direktivi o pticama. Svrha projekta je podržati hrvatske ustanove u provedbi stručnog rada vezano za OPEM s ciljem osiguranja učinkovitije provedbe postojećeg pravnog okvira.

Ove stručne smjernice izrađene su u okviru Rezultata 2: **Stručne smjernice za izabrane tipove zahvata s ciljem unaprjeđenja kvalitete ocjene prihvatljivosti zahvata za ekološku mrežu (OPEM), naročito za infrastrukturne zahvate i ostale javne zahvate.**

Sukladno raspravama na više sastanaka te rezultatima analize izrađenih studija glave ocjene i mišljenja HAOP-a, Twinning partneri su zajednički utvrdili oblik i sadržaj smjernica za tri tipa zahvata:

- prometna infrastruktura
- male hidroelektrane
- upravljanje rijekama

Temljem iskustva iz Republike Austrije, Njemačke i Češke (te drugih zemalja s dužim članstvom u Europskoj uniji u odnosu na Hrvatsku), smjernice daju sažeti pregled najbolje prakse pri sagledavanju utjecaja ovih skupina zahvata i provođenju mjera ublažavanja. Smjernice obuhvaćaju i popis literaturnih izvora a također je pokušano u što većoj mjeri koristiti dokumente dostupne na internetu poput različitih tematskih priručnika iz EU ili provedenih EU projekata (poveznice u tekstu).

Njihov cilj nije dati neposredna uputstva, već potaknuti hrvatske stručnjake da razmotre izložene primjere te ih u praktičnoj primjeni provjere, prilagode i nadograde sukladno potrebama zaštite prirode u Hrvatskoj.

Smjernice su izradili stručnjaci iz javnih tijela Republike Austrije s višegodišnjim iskustvom vezanim uz određenu temu, u suradnji s djelatnicima HAOP-a iz Odjela za ocjenu prihvatljivosti zahvata za prirodu.

Autori smjernica su:

DI. Elke Hahn (Austrijsko federalno ministarstvo prometa) – Prometna infrastruktura
Mag. Stefan Guttman (Vlada pokrajine Gornje Austrije) – Upravljanje vodama
Mag. Bernd Perdacher (Vlada Pokrajine Tirol) – Male hidroelektrane

1.1. Suvremeni pristup zaštiti od poplava

Suvremeni pristup zaštiti od poplava podrazumijeva usklađivanje mjera s ekološkim potrebama vrsta i stanišnih tipova. EU Direktiva o poplavama stavlja naglasak na davanje više prostora rijekama (gdje je to moguće) te održavanje i/ili restauraciju poplavnih područja. Prema Direktivi, postoji mnogo ekonomičnih načina zaštite od poplave koji se temelje na sposobnosti same prirode da apsorbira višak vode. Zelena infrastruktura može imati važnu ulogu u održivom upravljanju rizicima od poplava. Prirodne mjere retencije poplavne vode su mjere čija je svrha, kroz restauraciju ekosustava, prirodnih obilježja vodotoka te prirodnih procesa, očuvati i poboljšati sposobnost zadržavanja vode u krajobrazu, tlu i vodonosnicima.

Vjerojatnost i učestalost kojima rijeka preplavljuje obale smanjuju se proširenjem riječnog korita. Stoga, važna mjera može biti otkup okolnog zemljišta. Na taj se način stvara mogućnost formiranja prirodnog dijela rijeke – bilo u obliku meandrirajućeg ili prepletenog toka. Formiranje prirodnog toka rijeke (vanjski i unutarnji zavoji, plićaci i dubljaci – engl. „pool-riffle sequences“, erodirane obale i sprudovi) preduvjet su za raznolikost staništa te uspostavljanje ili održavanje stabilnih populacija ciljnih vrsta. Na dijelovima rijeke s kanaliziranim koritom prevladavaju jednolična morfologija i ekološki uvjeti, koji pogoduju široko rasprostranjenim vrstama, čime je bioraznolikost značajno smanjena.

Restauracija pojedinih dionica rijeke proširivanjem riječnog korita u mnogim je slučajevima jeftinija od izgradnje obaloutvrda, pod uvjetom da je okolno zemljište raspoloživo. Potrebno je spomenuti i da se tehnička rješenja poput nasipa, kamenih obaloutvrda/nabačaja mogu pokazati nedostatnim u slučaju neočekivanih poplava, što dovodi do nastanka nepredviđenih šteta i troškova.

Mnoge su rijeke suočene s velikim smanjenjem njihovih poplavnih ravnica (inundacijskih područja). Primjerice, rijeka Drava u Republici Hrvatskoj je od 1784. godine, kao posljedica raznih regulacijskih radova, na dionici između Terezinog Polja i ušća Drave i Dunava, skraćena za 97 km, a inundacijsko područje smanjeno za otprilike 47 000 ha.

Primjer 1: Rijeka Vöckla u centru grada Vöcklabruck (Gornja Austrija).

Proširenje riječnog korita popravilo je i uvjete vezane za poplave i staništa ciljnih vrsta kao što su mladica (*Hucho hucho*) i vrsta bodorke (*Rutilus frisii meidingeri*):



Slika 1: Tok rijeke Vöckla prije (lijevo) i nakon proširenja poprečnog presjeka (desno). Pera, naplavine drva i mrtva stabla korištena su za poboljšanje vodenih staništa. Autorska prava: Eberstaller Zauner Buros (2015)

Primjer 2: Rijeka Krems (Gornja Austrija)

Proširenje riječnog korita omogućilo je da rijeka erodira okolno zemljište (nadležno tijelo je otkupilo zemljište). Erozija riječne obale povećala je unos šljunka u rijeku (učinkovita metoda održavanja/restauracije područja mrijesta riba na šljunčanoj podlozi).



Slika 2: prijašnji tok rijeke Krems (lijevo). Povećani poprečni presjek rijeke. Omogućena je bočna erozija na područjima otkupljenim tijekom provedbe projekta (desno). Autorska prava: Blattfisch e. u., (2015)

Zbog nedostatka sredstava neka nadležna vodnogospodarska tijela u Austriji više ne primjenjuju tehnička rješenja u zaštiti poljoprivrednih zemljišta. U nekim slučajevima pokušavaju otkupiti zemljište u svrhu dugoročne zaštite od poplave bez potrebe za održavanjem. Odjel za vodno gospodarenje Gornje Austrije tvrdi da Direktiva o poplavama ne nalaže zaštitu poljoprivrednih zemljišta (Apperl, 2013).

Promjena poljoprivrednih usjeva u poplavnim nizinama može značajno poboljšati slatkovodni ekosustav. To se posebno odnosi na rijeke s bentičkom faunom, koja je osjetljiva na sitni sediment i mulj (npr. slatkovodni školjkaši, riblje vrste koje mrijeste na šljunku, bentički beskralješnjaci). Prednost treba dati usjevima koji dugoročno prekrivaju tlo i na taj način sprječavaju ispiranje i eroziju. Usjevi kukuruza obično pokrivaju velika područja bez vegetacijskog pokrova što može prouzročiti pojačanu eroziju sitnog sedimenta. Umjesto usjeva kukuruza, čak i pašnjaci koji se intenzivno obrađuju mogu smanjiti unos sitnog sedimenta u rijeke, iako bi tampon zona koju bi činili pašnjaci ili šume bila najprikladnija za zaštitu ciljnih vrsta u vodotoku.

1.2. Obrađeni tipovi zahvata

U sklopu ovih smjernica obrađeni su slijedeći tipovi zahvata.

- **Uklanjanje sedimenta i naplavina**

Iskop sedimenta i naplavina iz rijeka i okolnih vodnih tijela (npr. rukavci, mrtvice) provodi se najčešće u svrhu održavanja vodnih putova (npr. produbljivanje korita ili prebacivanje sedimenta u dublje dijelove) i održavanja protočnosti (npr. u svrhu zaštite od poplave) te zbog obnove kapaciteta zapunjenih akumulacija hidroelektrana.

- **Strukture u vodotoku**

Obnova ili izgradnja struktura u vodotoku kao što su pera, kamene rampe, pragovi i ostale poprečne strukture.

- **Strukture u riparijskoj zoni**

Obnova ili izgradnja struktura u riparijskoj zoni kao što su kameni nabačaji (engl. rip-rap), obaloutvrde, bio-inženjerske i ostale uzdužne strukture. Uloga ovih objekata je sprječavanje erozije i obrana od poplava.

- **Radovi održavanja**

Ovi radovi provode se u svrhu zaštite od štetnog djelovanja voda na godišnjoj razini, a uključuju: uklanjanje otpadanih materijala, biljnih ostataka, sedimenta, čišćenje i uklanjanje vegetacije košnjom/sječom, sječu grmlja i/ili stabala, kultiviranje i sadnju vegetacije, održavanje i popravak oštećenja postojećih vodenih struktura, uspostavljanje zaštite protiv štetnog djelovanja erozije – obnova regulacijskih struktura, obnovu ili izgradnju malih i jednostavnih vodenih struktura, izgradnju malih i jednostavnih regulacijskih struktura u koritima vodotoka.

- **Restauracija**

Restauracije u ovom kontekstu smatra se ekološkom mjerom kako bi se poboljšalo stanje ciljnih vrsta i staništa, dok zahvati kojima se održavaju ili unaprjeđuju druge usluge (npr. ribolov, rekreacija, kanuing) nisu predmet ovog poglavlja, iako je moguća značajna sinergija između zahvata restauracije i drugih namjena.

2. Glavni mogući utjecaji zahvata na vodotocima

2.1. Uklanjanje sedimenta

Uklanjanje sedimenta može imati slijedeće utjecaje:

- gubitak staništa (npr. Natura 2000 riječni stanišni tip 3260 Vodni tokovi s vegetacijom *Ranuncion fluitantis* i *Callitricho-Batrachion*);
- izravno uništenje jedinki (npr. riblja jajašca ili ličinke, školjkaši, ličinke kukaca, bentičke vrste riba);
- gubitak (ključnih) staništa ciljnih vrsta, npr. naplavno drvo, pješčani ili šljunčani sprudovi/obale za mriješćenje, hranjenje, migraciju i gniježđenje;
- snižavanje razine vode i promjena hidrologije, što može narušiti povezanost rijeke, podzemnih voda i poplavnih područja;
Za neke stanišne tipove (npr. Natura 2000 91E0* Aluvijalne šume (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*)) i životinjske skupine (vodozemci, stagnofilne vrste riba) nužan je prirodni hidrološki režim poplavnog područja (redovite poplave, obnova privremenih lokvi).
- ometanje mriješćenja i područja mrijesta tijekom uklanjanja sedimenta (velike količine suspendiranog materijala) nizvodno od područja provođenja radova. Riblja jajašca položena na šljunkovitom dnu jako su osjetljiva na zamuljenje zbog velike količine sitnog sedimenta koji uzrokuje smanjeni dotok kisika. Visoka smrtnost riblje mladi zabilježena je kao posljedica podizanja velikih količina akumuliranog sedimenta. Ovo može dovesti do dugoročnog ugrožavanja dobne strukture budućih populacija riba. Dopuštene koncentracije suspendiranog materijala te smjernice za zaštitu vodenih vrsta dostupne su u literaturi (Crosa et al. 2010). Ponovno uspostavljanje protoka sedimenta i prirodne dinamike riječnog korita često su najučinkovitije metode obnove šljunčanih podloga za mrijest. Pri restauraciji potrebno je uzeti u obzir period mrijesta riba, kao i prikladne lokacije.



Slika 3: Veliko kamenje stavljeno je u rijeku kako bi se povećala raznolikost sedimenta/staništa za vrstu peš (*Cottus gobio*), slatkovodnu riječnu bisernicu (*Margaritifera margaritifera*) i druge vodene vrste. Kamene gromade težine su 1.5 do 2 tone. Monitoring je pokazao povećanje bogatstva vrsta, kvalitete ribljih populacija i raznolikosti staništa (Hauer et al., 2010., Hauer, 2012). Autorska prava: Christoph Hauer.

2.2. Naplavine

Uklanjanje drvenih naplavina tijekom radova održavanja dovodi do značajnog gubitka ključnih staništa vodenih i kopnenih vrsta (ribe, ptice). To se odnosi na naplavno drvo, panjeve s korijenjem, mrtva stabla u vodi te ostalu vegetaciju. Stoga je naplavine potrebno u što većoj mjeri zadržati u vodotoku, a ukoliko su uklonjene, potrebno ih je unijeti naknadno u vodotok u svrhu restauracije staništa (detaljniji opis pogledati u poglavlju 3.2. kod mjera ublažavanja).

2.3. Strukture u vodotoku

Poprečne strukture u vodotoku mogu imati slijedeće utjecaje:

- promjena uzdužne povezanosti. Veličina promjene ovisi o vrsti strukture, nagibu, ribljoj zajednici (plivačke sposobnosti), ostalim vrstama (npr. riječni rak) i drugim čimbenicima. Smanjena ili potpuno prekinuta povezanost može dovesti do fragmentacije staništa, gubitka protoka gena između subpopulacija, odnosno uzrokovati smanjenje populacije;
- ovakve strukture mogu zatvoriti pojedine dionice rijeke uzrokujući smanjenje brzine toka, akumuliranje sitnog sedimenta i promjenu režima kisika i temperature;
- smanjenje riječne dinamike (smanjenje bočne erozije, produbljivanje riječnog korita nizvodno) i promjena protoka sedimenta. Prirodni intersticij ključan je za mnoge vodene vrste. S obzirom da one koriste riječno korito u različitim razdobljima životnog ciklusa (npr. mrijest, zaklon u vrijeme poplava, hibernacija), otvorena povezanost između vode i supstrata važna je za dugoročno preživljavanje populacija (npr. za peša (*Cottus gobio*) i riječnog raka (*Austropotamobius torrentium*)).

Uzdužna povezanost od posebne je važnosti za ponovno naseljavanje vrsta nakon poplava. Ovo igra važnu ulogu u bujicama s ekstremnim hidrološkim režimom. Tijekom velikih poplava, voda odnosi vrste nizvodno. Strukture u vodotoku koji nisu prohodne za vrste obično uzrokuju značajno smanjenje populacija (npr. ribe, riječni rak).

2.4. Strukture u riparijskoj zoni

Uzdužne strukture u riparijskoj zoni mogu imati sljedeći utjecaj:

- smanjenje riječne dinamike, smanjena mogućnost bočne erozije na vanjskim zavojima rijeke. Uslijed izostanka erozije na stvaraju se nova staništa za ciljne vrste poput vodomara (*Alcedo atthis*), pčelarice (*Merops apiaster*), bregunice (*Riparia riparia*). Smanjeni unos šljunka s riječnih obala uzrokuje produbljivanje riječnog korita nizvodno;
- ubrzano usijecanje riječnog korita zbog povećanog smičnog naprezanja te posljedično sužavanje riječnog korita. Gube se visoko kvalitetna obalna staništa kao što su šljunčane/pješčane obale.
- smanjenje varijabilnosti dubine uz riječne obale. Mijenja se dostupnosti različitih staništa tijekom razdoblja niskog i visokog vodostaja (poplave). Npr. ličinke i riblja mlađ dislocirane su od svojih staništa u slučaju poplava;

- kamene obaloutvrde/nabačaj. Ove strukture pružaju stanište invazivnim stranim vrstama, koje se lako mogu proširiti duž umjetnih struktura na riječnoj obali (npr. vrsta *Neogobius*, signalni rak (*Pacifastacus leniusculus*), vrsta *Dikerogammarus* i velik broj neofita – vidjeti primjer (ICPDR, 2015; Wiesner, 2005).



Slika 4: Bregunica (*Riparia riparia*), gnijezdi se u erodiranoj riječnoj obali Autorska prava: Ivan Grlica



Slika 5: Kulik sljepčić (*Charadrus dubius*), gnijezdo na šljunčanoj obali Autorska prava: Ivan Grlica.



Slika 6: Signalni rak (*Pacifastacus leniusculus*), Autorska prava: Blattfisch e.u (2015)

2.5. Radovi održavanja

Radove održavanja potrebno je izvoditi na način koji najmanje utječe na prirodu, uzimajući u obzir osjetljiva razdoblja (mrijest, hibernaciju, gniježđenje) (detaljniji opis pogledati u poglavlju 3.5. mjere ublažavanja).

2.6. Restauracija

Zahvati restauracije ekološke su mjere koje najčešće imaju pozitivno djelovanje na ciljeve očuvanja, barem dugoročno gledano. Moguća su kratkotrajna uznemiravanja tijekom radova (npr. buka, velika količina suspendiranog materijala, sječa stabala), koja mogu uzrokovati privremeni gubitak staništa.

U nekim slučajevima pri izgradnji novih, većih struktura (npr. novi rukavci, povezivanje postojećih rukavaca) može doći do gubitka određenih staništa u korist novih. Primjerice gubitak stanišnog tipa 91F0 – Poplavne miješane šume *Quercus robur*, *Ulmus laevis*, *Ulmus minor*, *Fraxinus excelsior* ili *Fraxinus angustifolia* ili starih stabala kao područja razmnožavanja djetlića i nasuprot tome razvoj novih, odnosno poboljšanje postojećih stanišnih tipova: 3260 – Vodni tokovi s vegetacijom *Ranunculus fluitantis* i *Callitriche-Batrachion*, *91E0 – Aluvijalne šume (*Alnus-Padion*, *Alnus incanae*, *Salix albae*). U slučaju ovakve 'razmjene' potrebno je primijeniti ispravan pristup ovisno o vrsti rijeke (prepletana rijeka, meandrirajuća rijeka), kako bi se mogao napraviti plan za postizanje samoodržive riječne morfologije (pronos sedimenta, hidrološki režim) (Hohensinner et al., 2005).

2.7. Interakcija s drugim zahvatima na istom području – kumulativni utjecaji

Kumulativne utjecaje zahvata na vodotocima važno je ocijeniti u ranim fazama ocjene prihvatljivosti za ekološku mrežu. Kumulativni utjecaji su kombinirani utjecaji svih zahvata zajedno – dovršenih, odobrenih, ali i nedovršenih ili predloženih. Kako bi se ocijenila važnost određenog zahvata potrebno je znati veličinu populacije ili stanišnog tipa na jednom području kao nulto stanje.

Dok je prilično jednostavno ocijeniti uzastopne gubitke staništa u kontekstu mjerljivih jedinica (m², ha, km²), puno je teže analizirati promjene stanja populacija (npr. fragmentacija, smanjeno preživljavanje potomaka, odnosno smanjenje obnove populacije, gubitak genetske varijabilnosti) koje uzrokuje više različitih zahvata.

Za ocjenu mogućih utjecaja na vrste može biti korisno određivanje minimalne veličine održive populacije (uključujući i genetiku) (Geist et al. 2009; Traill et al. 2007). U slučaju smanjenja područja rasprostranjenosti ili gubitka različitih staništa zbog kumulativnih utjecaja, potrebno je voditi računa o procjenama kritične veličine populacije. Za populacije riba prema Trail i dr. (2007) minimalni broj odraslih jedinki koje mogu osigurati dugoročno preživljavanje populacije mora biti barem nekoliko tisuća.

3. Mjere ublažavanja za obrađene tipove zahvata

3.1. Uklanjanje sedimenta

Suvremeni planski dokumenti koji se odnose na uklanjanje sedimenta trebali bi u potpunosti zabraniti vađenje sedimenta iz rijeka u komercijalne svrhe. Ako se uklanjanje sedimenta obavlja u svrhu održavanja plovni putova (npr. održavanje kinete plovnog puta ili zaštite od poplava), materijal bi trebalo vratiti u uzvodne dionice rijeke ili na drugo pogodno mjesto. Ovakvo je postupanje u skladu s ICPDR Priručnikom o dobroj praksi u održivom planiranju vodnih putova (PLATINA) (ICPDR, 2010). U rijekama čije se korito ukopava zbog nedostatka šljunka, vrlo je važno ostaviti šljunak u riječnom sustavu.

Operater održavanja plovnog puta rijeke Dunav u Austriji Viadonau ne uklanja iz rijeke šljunak iskopan tijekom radova održavanja plovnog puta već ga prevozi uzvodno i ponovo vraća u rijeku (<http://www.viadonau.org/en/environment/ecological-hydraulic-engineering/hydraulic-engineering-activities/>). To je postao uobičajeni način gospodarenja riječnim sedimentom u austrijskom dijelu Dunava.

Za dodatne primjere pogledati:

- Pilotstudie Oberes Donautal Gewässerökologische Evaluierung neugeschaffener Schotterstrukturen im Stauwurzelbereich des Kraftwerks Aschach (Zauner, 2001).
- EU LIFE+ Projekt "Mostviertel - Wachau" www.life-mostviertel-wachau.at

Radove uklanjanja sedimenta potrebno je uskladiti s ekološkim potrebama vrsta vezanih uz rijeku (npr. protok vode i životni ciklus):

- provoditi radove uklanjanja sedimenta izvan glavnog razdoblja razmnožavanja, odnosno mriješta i gniježđenja ciljnih vrsta (npr. ribe, ptice, školjkaši, riječni rakovi);
- sediment uklanjati tijekom razdoblja srednjeg ili visokog vodostaja kako bi se izbjeglo stvaranje visokih količina suspendiranog materijala u stupcu vode. U nekim je slučajevima potrebno pratiti temperaturu i razinu kisika prije i tijekom uklanjanja sedimenta;
- kada određenu dionicu rijeke nastanjuju sesilni organizmi (npr. slatkovodni školjkaši), pod nadzorom ekologa potrebno je prenijeti jedinke na pogodno stanište. To bi trebalo provesti neposredno prije uklanjanja sedimenta kako bi se izbjeglo migriranje evakuiranih jedinki na lokaciju zahvata.



Slika 7: Vađenje jedinki riječne bisernice (*Margaritifera margaritifera*) iz dovodnog kanala mlinice prije početka radova uklanjanja sedimenta. Rijeka "Große Mühl" u blizini Haslacha. Autorska prava: Eberstaller Zauner Buros (2015)



Slika 8: Čuvanje jedinki u kavezu tijekom radova uklanjanja sedimenta. Autorska prava: Eberstaller Zauner Buros (2015)



Slika 9: Sedimentacijski bazen u maloj nizinskoj rijeci ("Arbinger Bach") kojeg nastanjuje dunavski vijun (*Cobitis elongatoides*) prije radova uklanjanja sedimenta. Autorska prava: Blattfisch e.u. (2015)



Slika 10: Sedimentacijski bazen u maloj nizinskoj rijeci ("Arbinger Bach") nakon radova uklanjanja sedimenta i nakon vađenja jedinki dunavskog vijuna (vidjeti sljedeću fotografiju). Autorska prava: Blattfisch e.u. (2015)



Slika 11: Vađenje jedinki dunavskog vijuna elektroribolovom. Autorska prava: Blattfisch e.u. (2015)

Plan rada usuglašen s ekolozima potrebno je pripremiti prije početka uklanjanja sedimenta, a mora obuhvaćati:

- raspored planiranih radova uključujući sve potrebne prometnice (pristupne ceste) i ostalu infrastrukturu;
- detaljni plan odlaganja šljunka uzvodno (npr. veličina i izgled struktura poput šljunčanih sprudova, otoka, rukavaca);
- program praćenja stanja (posebice u smislu dobrobiti za ciljne vrste).

Radove mora nadzirati ekolog. U Austriji to može biti upravitelj područja Natura 2000, a najčešća je situacija da ovo rade tvrtke osposobljene za tu vrstu poslova koje imaju ugovor s nadležnim tijelom za zaštitu prirode.

Korisno je napraviti procjenu raspoloživog područja, kako bi se predvidjeli nedostaci i prednosti uklanjanja sedimenta i izgradnje novih struktura uzvodno poput šljunčanih sprudova, otoka ili samo odlaganja sedimenta. Razmatranje područja u smislu procjene fizičkih značajki (brzina toka, dubina, veličina čestica) koje odgovaraju pojedinim vrstama preduvjet su za procjenu značajnosti utjecaja planiranih zahvata. Također, u svrhu planiranja struktura u vodotoku ili odlaganja sedimenta potrebno je poznavati preferencije ciljnih vrsta prema određenim tipovima staništa (npr. područja mriješta i zadržavanja riblje mladi). Za neke europske slatkovodne vrste riba objavljene su krivulje preferencije staništa (Holzer, 2011; Altzinger, 2011; Ratschan, 2012; Ihut et al. 2014).

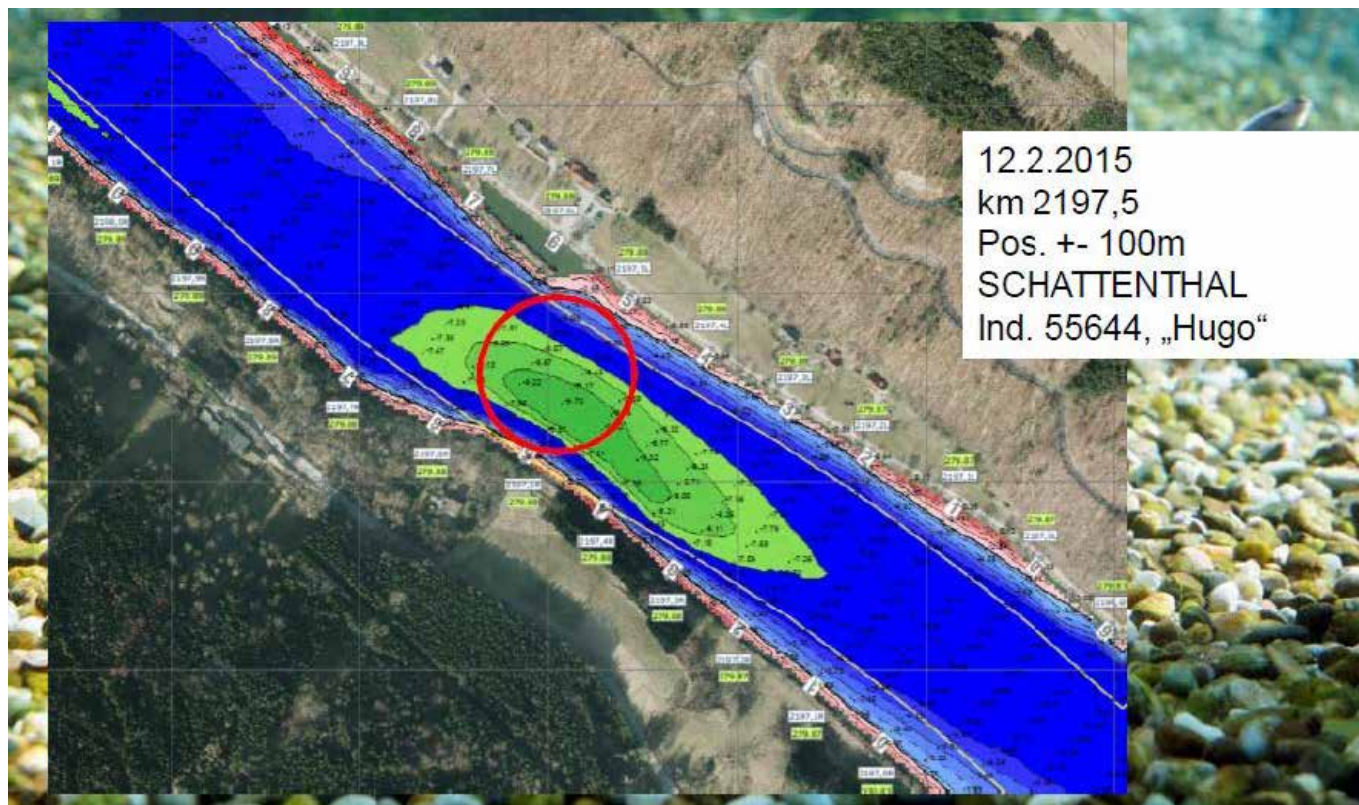
Nositelj zahvata bi trebao osigurati utvrđivanje abiotičkih parametara dionice rijeke pod utjecajem zahvata. Ovi parametri se prvenstveno odnose na dubinu vode, brzinu toka, veličinu čestica, kao i godišnje količine nanosa sedimenta. Interpretaciju ovih podataka u smislu zadovoljavanja stanišnih uvjeta pogodnih za ciljne vrste provode ekolozi/biolozi specijalizirani za ekologiju vrsta.

Zapunjavanje dubljih dijelova riječnog korita kao dijela zahvata održavanja kopnenih plovnih puteva može biti štetno za neke pridnene vrste (primjerice kečigu, *Acipenser ruthenus*) te reofilne vrste riba kao što su mladica (*Hucho hucho*), potočna mrena (*Barbus balcanicus*) i plotica (*Rutilus virgo*). Zimi ove vrste obično nastanjuju dublje dijelove rijeke kako bi sačuvale energiju.

(Istraženo radiotelemetrijom u sklopu Interreg projekta Vlade Gornje Austrije, Osnove za zaštitu kečige (J00346) (Grundlagen für den Erhalt des Sterlets, Bericht Projektsphase 2014, http://www.land-oberoesterreich.gv.at/files/naturschutz_db/Sterlet%20Bericht%202014_End.pdf).

3.2. Naplavine

U sklopu projekta Life-Nature u Švedskoj provedene su mjere za restauraciju staništa u vodotoku. U rijeku nisu postavljene samo stijene i kamenje (kao u gore navedenom primjeru rijeke Große Mühl), već i naplavno drvo. Prije stavljanja naplavnog drva u vodotok, potrebno je provesti analizu mogućih posljedica na vodeni sustav, priobalni pojas, aktivnosti, imovinu i druge objekte.



Slika 12: Kečiga (*Acipenser ruthenus*) u dijelu Dunava u Gornjoj Austriji zimi obično naseljava duboke bazene na vanjskim zavojima rijeke ili nizvodno od stjenovitih struktura. Autorska prava: Savezna Vlada Gornje Austrije, Odjel za zaštitu prirode Eberstaller Zauner Buros (2015)

Općenito, kod korištenja drvenih naplavina potrebno je razmotriti sljedeće:

- Naplavno drvo potrebno je postaviti samo na dionicama na kojima ga prirodno nedostaje.
- Količina ovisi o raznolikosti topografije dna i supstrata; što su uvjeti jednoličniji, veća je potreba za naplavnim drvetom.
- Potrebno je izbjegavati područja sa obalama strmijim od 5% ili gdje je dno prekriveno velikim kamenjem.
- U vodama širim od dužine drveta (10-20 metara) koristiti samo stabla koja su dobro učvršćena u priobalnom pojasu.
- Stabla se postavljaju u vodu tijekom nekoliko godina kako bi se omogućilo različito starenje materijala.
- Potrebno je osigurati raznolikost dimenzija korištenog materijala, deblja stabla (>30 centimetara) su rjeđa pa ih je potrebno postavljati u većem broju.
- Ako je važno da drvo ostane gdje je postavljeno, dužina drveta mora biti nešto veća od širine vodotoka kod visokog vodostaja.

3.3. Strukture u vodotoku (poprečne strukture)

Poprečne strukture preko cijele širine vodotoka (npr. kamene rampe, pragovi i pregrade) potrebno je svesti na najmanju moguću mjeru kako bi se sačuvala prikladna staništa za reofilne vrste, odnosno zadržao prirodni tok i prirodni uvjeti riječnog korita, te izbjegao efekt ujezerenja.

Kako bi se zadržala povezanost, ključno je da poprečne strukture nisu prepreka migratornim vrstama. Za riblje staze se primjenjuju granične vrijednosti veličine, nagiba i brzine toka (vidjeti primjer "Measures for ensuring fish migration at transversal structures – Technical Manual" ICPDR (<https://www.icpdr.org/main/publications/guidance-documents>). Samo ako su poznati migracijski koridori i specifične ekološke potrebe ciljnih vrsta, moguće je odrediti hidrotehničke karakteristike riblje staze koje će osigurati njenu prohodnost.

Ako je moguće, najbolje je rješenje potpuno ukloniti strukturu u vodotoku. Pri tome treba imati na umu kriterije opisane u poglavlju o restauraciji, koji nalažu specifičan pristup za određenu vrstu rijeke, na način da se uspostavi samoodrživa riječna morfologija (pronos sedimenta, hidrološki režim) (Hanfland et al., 2006).

Primjer 3 : Restauracija rijeke Gamlitzbach



Slika 13: Dio rijeke Gamlitzbach (u blizini ušća rijeke Mure, Štajerska), prije i poslije uklanjanja pregrade. Autorska prava: Eberstaller Zauner Buros (2015)



Slika 14: Ujezerena dionica rijeke Gamlitzbach prije i nakon restauracije. Autorska prava: Eberstaller Zauner Buros (2015)

Ako strukturu nije moguće u potpunosti ukloniti, druga najbolja opcija jest ponovo je izgraditi na način da u potpunosti bude prohodna za migratorne vrste i to cijelom širinom korita i toka rijeke. Također, trebalo bi razmotriti smanjivanje strukture.

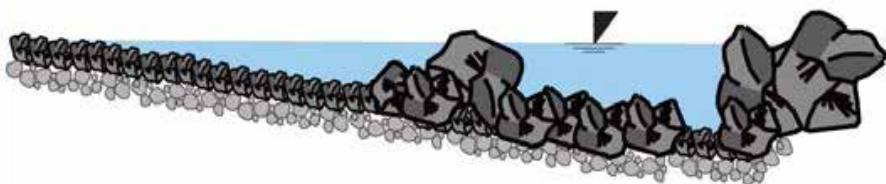
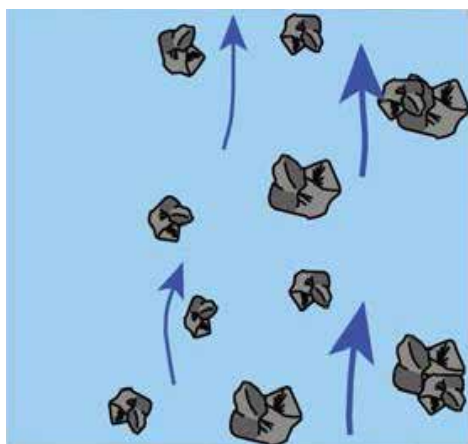
Ukoliko to nije moguće najbolje rješenje je izgradnja doprirodnih obilaznih tokova koji koriste dio protoka rijeke. Jedan od novijih tipova poluprirodnog obilaznog toka je takozvani 'asimetrični grubi kanal' (Mühlbauer et al., 2014), koji omogućuje prohodnost korištenjem kamenih rampi (vidjeti slike 19. i 20.). Na taj se način na unutarnjim i vanjskim zavojima obilaznog toka stvaraju koridori za različite vrste riba bez obzira na plivačku sposobnost. Ovakvi obilazni tokovi odoljevaju čak i velikim poplavama te ne zahtijevaju kontinuirano održavanje.



Slika 15: Poprečni presjek asimetričnog grubog kanala (rukavac austrijskog Dunava, "Flutmulde" / Au an der Donau). Autorska prava: Eberstaller Zauner Buros (2015)



Slika 16: Kamena rampa ponovo izgrađena s različitim tipovima obilaznih tokova: desno prirodni prolaz kroz bazen; sredina: asimetrični grubi kanal, lijevo: ostaci kamene rampe. Rijeka Ybbs, Donja Austrija (regija Barbel). Autorska prava: S. Guttman



Slika 17: Shematski prikazi asimetričnog obilaznog toka. Autorska prava: Eberstaller Zauner Buros (2015)

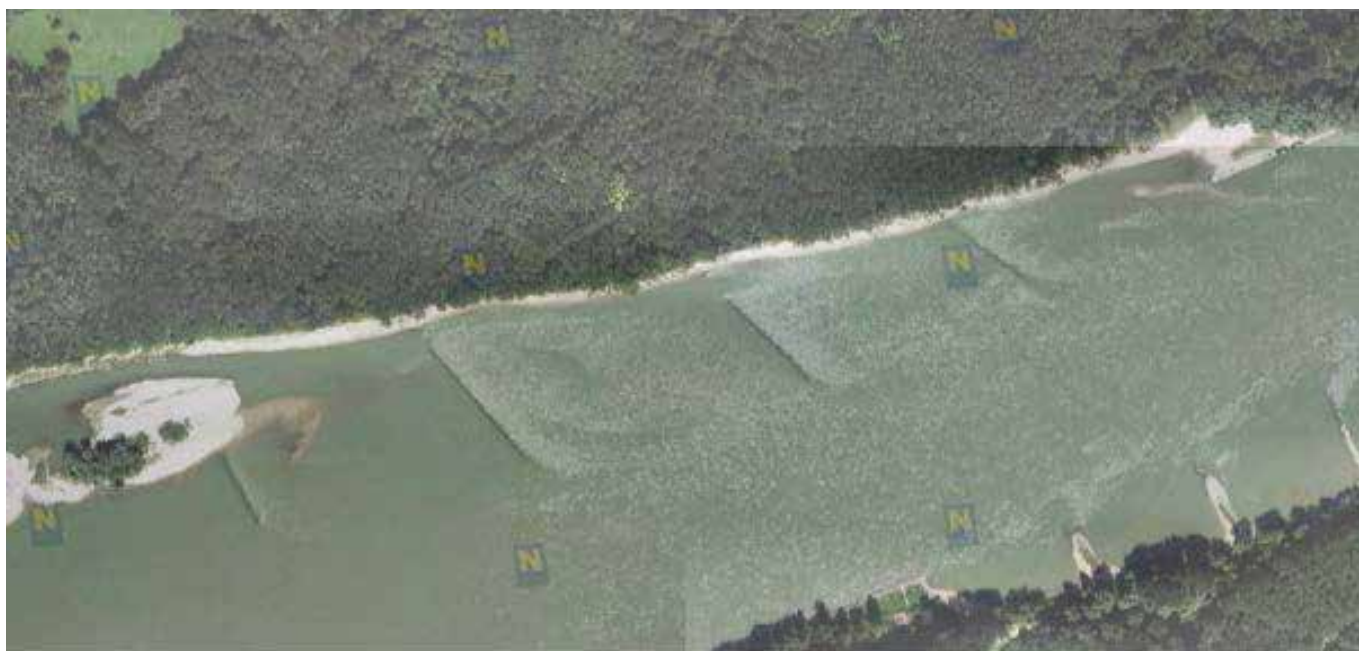
Ako se planira izgradnja pera ili njihova rekonstrukcija, potrebno je uzeti u obzir sljedeće preporuke:

- unutar postojećeg polja pera restaurirati riječnu obalu uklanjanjem pojedinačnih pera
- koristiti pera položena u nizvodnom smjeru jer uzrokuju veću dinamiku duž riječne obale (deklinirajuća pera)



Slika 18: Deklinirajuća pera pri niskom protoku usmjeravaju struju prema sredini rijeke, dok pri visokom protoku struja uzrokuje eroziju riječne obale. Autorska prava: Guttman- također vidjeti (Eberstaller-Fleischanderl i Eberstaller, 2014)

- Snižavanjem postojećih pera smanjuje se sedimentacija nizvodno od pera.
- Ostavljanje prolaza između pera i obale stvara se prostor za kretanje riblje mladi i smanjuje sedimentacija u području pera.



Slika 19: Slika iz zraka lijeve obale austrijskog Dunava na području nacionalnog parka "Donau-Auen" i Natura 2000 područja "Gebiet Donau-Auen östlich von Wien". Autorska prava: Land Niederösterreich, NÖ Atlas.

Pera su spuštena i dodani su prolazi za ribe duž obale (pera više nisu povezana s obalom). Vidjeti također ICPDR (2010): Manual on Good practices in Sustainable Waterway Planning (pilot projekt Witzelsdorf, str. 84).

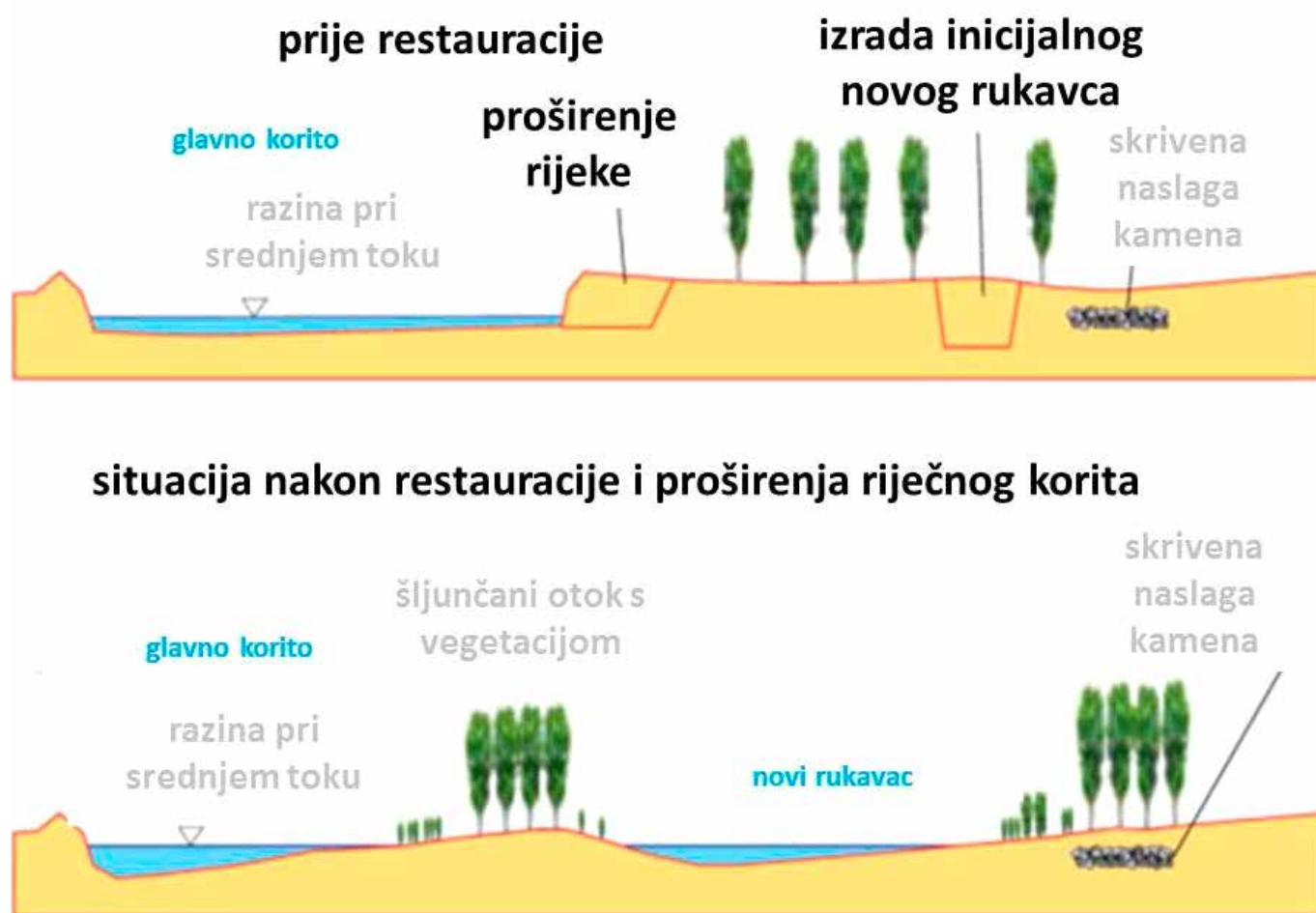
Korisna literatura za primjenu ovih mjera je i "Integrated River Engineering Project on the Danube East of Vienna" (viadonau & IREP Planning Consortium, 2009) (www.donau.bmvit.gv.at), ICPDR, 2010, kao i „Flussbau und Ökologie. Flussbauliche Maßnahmen zur Erreichung des gewässerökologischen Zielzustandes“ (Eberstaller-Fleischanderl D. & J. Eberstaller (2014) <http://www.ezb-fluss.at/388/publikation-flussbau-oekologie/>).

Kada god strukture u vodotoku obuhvaćaju riječno korito, obavezno je zadržati otvoreni intersticij kako bi se očuvala vertikalna povezanost ispod riječnog korita. To je važno za očuvanje važnih staništa bentičkih vrsta. U tom smislu kod stabilizacije riječnog korita ne preporuča se primjena betona, pogotovo u krškim područjima.

3.4. Strukture u riparijskoj zoni (uzdužne strukture)

Potrebno je utvrditi minimalne uvjete potrebne za zaštitu od poplava i stabilizaciju riječne obale. Kako bi se smanjio negativan utjecaj, obaloutvrde bi trebalo planirati u najmanjem mogućem obuhvatu (minimalna potrebna visina i dužina). Najpoželjnije bi bilo razmotriti mogućnost primjene manje štetnih tehnika ili drugih projektnih rješenja.

Također, trebala bi se razmotriti mogućnost kupnje okolnog zemljišta kako bi rijeka imala dovoljno prostora. Ukoliko ima dovoljno prostora za dinamički razvoj rijeke, nisu potrebni radovi održavanja. Ovo bi dugoročno moglo biti financijski isplativije od konvencionalnih tehničkih mjera. Čest je slučaj da trajna bočna erozija nije moguća te je potrebno izgraditi takozvane deponije - kamene naslage (skrivene obaloutvrde) 10-100 metara od riječne obale, koje omogućuju tipičnu riječnu dinamiku do određene udaljenosti.



Slika 20: Poprečni presjeci poplavnog područja: gore –prije restauracije, dolje –nakon restauracije i razvoj dinamike. Planirana je deponija - kamena naslaga u obliku skrivene obaloutvrde. (Autorska prava: Eberstaller Zauner Buros (2015))

Kad god nije moguće izbjeći izgradnju kamene obaloutvrde/nabačaja (engl. rip-rap), na obali, potrebno je uzeti u obzir sljedeća riješenja:

- primjena biotehničkih metoda kako bi se dobile prirodne i neravne površine; Na glatkim površinama (npr. kamen povezan betonom, betonski zidovi) nema važnih mikro staništa, niti povezanosti s podzemnim vodama i okolnim poluvodenim staništima. Drvene obaloutvrde omogućuju staništa u obliku malih rupa i „džepova“, koja su iznimno važna za riblju mlad i beskralješnjake. Ovakva staništa su posebno važna u slučaju poplava koje mogu odnijeti mlade ribe (mlad) i jedinke vrsta koje su loši plivači, te time uzrokovati velike i trajne gubitke za populacije. Umjesto kamena i betona može se koristiti granje vrba, naplavljeno drvo/stabla i panjevi s korijenjem. Tipične biotehničke metode su fašine (od vrbovog granja), stabilizacijski madraci od šiblja te biotehničke konstrukcije uključujući geotekstil i sl. (Donat, 1999).

Primjer 4: Biotehničke metode primijenjene prilikom restauracije rijeke Naarn (Gornja Austrija)



Slika 21: Komadi naplavnog drveta (granje) učvršćeni deblima. (Autorska prava: S. Guttman)



Slika 22: Panjevi s korijenjem iskorišteni za učvršćivanje vanjskog zavoja rijeke. (Autorska prava: S. Guttman), (vidjeti također sliku 33)



Slika 23: Debla korištena kao pera usmjerena nizvodno na obje strane rijeke. (Autorska prava: S. Guttman)



Slika 24: Stabla korištena za zaštitu vanjskog zavoja (učvršćena čeličnim kablovima). (Autorska prava: Eberstaller Zauner Buros (2015))



Slika 25: Stabla korištena za zaštitu vanjskog zavoja (učvršćena čeličnim kablovima). Autorska prava: Eberstaller Zauner Bueros (2015)



Slika 26: Stablo nije posiječeno te je uklopljeno u obaloutvrdu, a obaloutvrda je nakon izgradnje prekrivena zemljom. Rijeka Neretva. Autorska prava: HAOP.

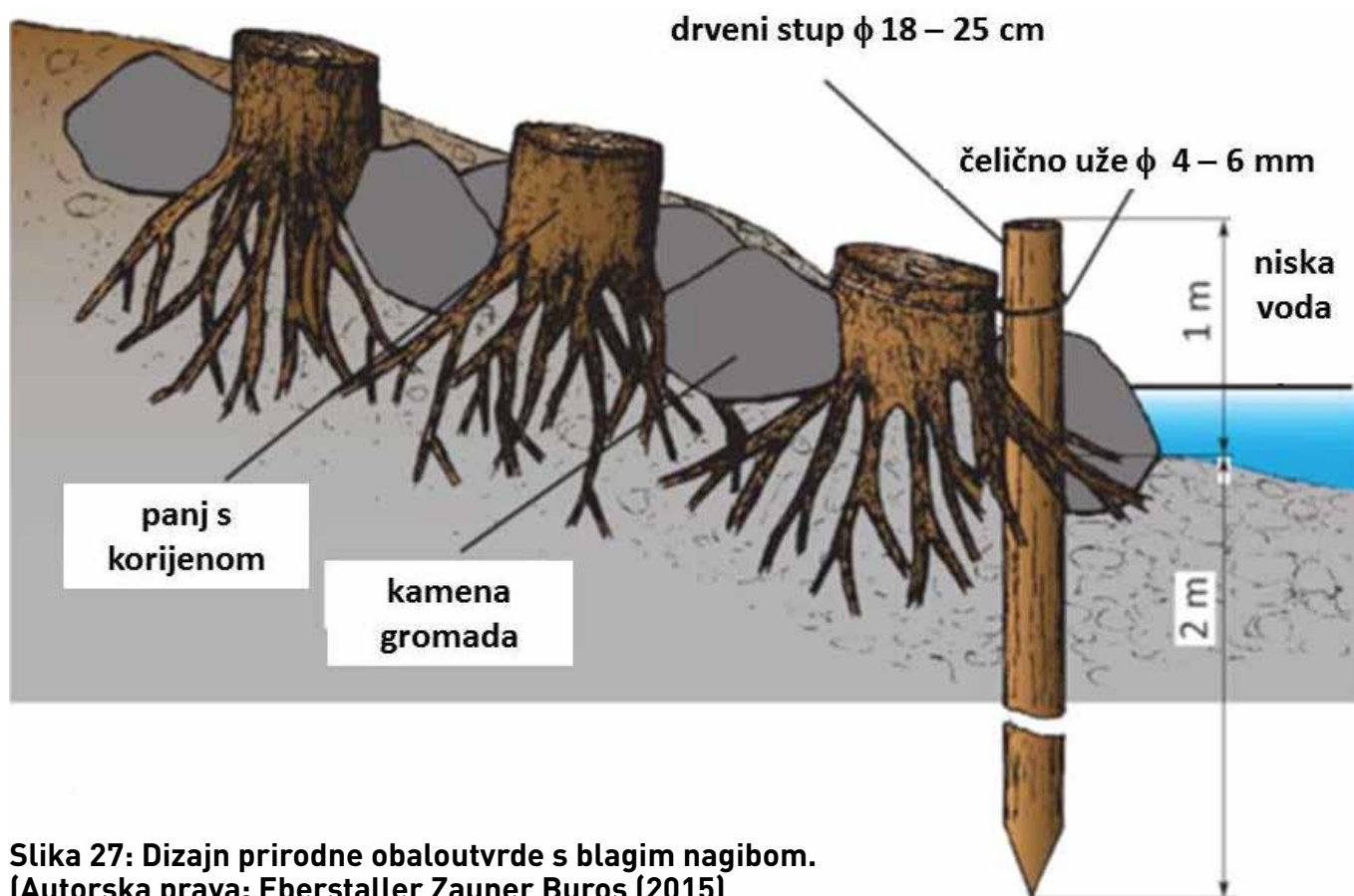
Ako je neizbježna izgradnja kamene obaloutvrde/nabačaja mogu se primijeniti sljedeće mjere:

- Sadnjom vrba na tim dionicama stvoriti nova staništa i dodatno ojačati obaloutvrdu;
- Kameni nabačaj izvesti na „grubi način“, što podrazumijeva ostavljanje što više starih razvijenih stabala i prekrivanje obaloutvrde zemljom kako bi se ubrzao razvoj vegetacije;
- Ukoliko je moguće bolje je stabilizirati samo donji dio riječne obale (do srednje razine protoka), a gornji dio ostaviti prirodnim.;
- Radovi se ne smiju provoditi tijekom razdoblja mrijesta ili gniježđenja.

Nadalje, kod izgradnje obaloutvrda potrebno je također voditi računa o sljedećem:

- Važno je osigurati ekološki nadzor.
- Kod održavanja obaloutvrda potrebno je zadržati što više prirodnih struktura, npr. grmlje, drveće, panjeve s korijenjem i šljunčane sprudove. Zemlju je potrebno ostavljati kako bi se vegetacija što brže oporavila.

Nagib obaloutvrde vrlo je važan jer neke ciljane vrste (npr. riječne kornjače, vodozemaci, zmije) moraju proći preko navedenih struktura na putu prema vodi ili na izlasku iz nje, te bi stoga nagib trebao biti što manji. Ovo također omogućava ribama prilagođavanje na promjene brzine tijekom perioda visokih voda i brzog toka. Korištenje prirodnih materijala za izgradnju obaloutvrda (npr. mrtva stabla, panjevi s korijenjem, geotekstili) povećava prohodnost struktura za amfibijske vrste.



Slika 27: Dizajn prirodne obaloutvrde s blagim nagibom.
(Autorska prava: Eberstaller Zauner Buros (2015))

3.5. Radovi održavanja

Radovi održavanja utječu na hidromorfološke i biološke značajke vodotoka što može negativno utjecati na njihovo ekološko stanje. U Republici Hrvatskoj područjem od oko 32,100 km prirodnih i umjetnih vodotoka upravljaju Hrvatske vode te provode godišnji program održavanja vodotoka i inundacijskih područja. Od 2012. godine Ministarstvo zaštite okoliša i prirode za taj program izdaje uvjete zaštite prirode na temelju stručnog mišljenja Hrvatske agencije za okoliš i prirodu. Za svaku vrstu radova postoje standardne mjere i preporuke, a ukupno ih je 80. Mjere u skladu s najboljom praksom i smjernicama. Prethodna ocjena se provodi za one radove održavanja koji mogu imati značajan utjecaj na ciljeve očuvanja i cjelovitost područja ekološke mreže Natura 2000.

Godišnji Program radova održavanja u području zaštite od štetnog djelovanja voda uključuje: uklanjanje otpada, biljnih ostataka, sedimenta, uklanjanje vegetacije košnjom/sječom, sječu grmlja i/ili stabala, sadnju vegetacije, održavanje i popravak oštećenja postojećih vodenih struktura, uspostavljanje zaštite protiv štetnog djelovanja erozije – obnovu regulacijskih struktura, obnovu ili izgradnju malih i jednostavnih regulacijskih struktura u vodotocima i hitne intervencije nakon poplava.



Slika 28: Loš primjer održavanja obalne zone. U potpunosti uklonjena vegetacija i ostavljeno golo tlo uzrokovat će daljnju eroziju i unos sitnog sedimenta u rijeku. Rijeka Bednja. (Autorska prava: HAOP.)



Slika 29: Primjer umjereno dobrog održavanja obalne zone. Ostavljeno je nešto stabala i korijenja, kao i šljunčanih sprudova, ali na dijelovima gdje je tlo ogoljeno dolazit će do daljnje erozije i unosa sitnog sedimenta. Rijeka "Fuschler Ache", pritok jezera "Mondsee". Fuschler Ache je važno mrijestilište za vrste *Rutilus meidingeri* i *Alburnus mento*. (Autorska prava: Savezna Vlada Gornje Austrije, Odjel za zaštitu prirode.)



Slika 30: Dobar primjer održavanja obalne zone. Lijeva strana u potpunosti netaknuta. Rijeka Bednja. (autorska prava: HAOP)

Prilikom izvođenja svih radova, važno je imati na umu sprječavanje širenja invazivnih vrsta (za više informacija vidjeti internetsku stranicu o invazivnim vrstama u Republici Hrvatskoj: <http://www.invazivnevrste.hr/>), koje se lako rasprostranjuju strojevima, čak i komadićima korijenja.

Ako su strojevi za npr. vađenje sedimenta ili druge aktivnosti u vodotoku korišteni na mjestima gdje su zabilježene invazivne vrste (npr. raznolika trokutnjača (*Dreissena polymorpha*), krupnorebrasta kotarica (*Corbicula fluminea*) i novozelandski glibnjak (*Potamopyrgus antipodarium*)) i planira ih se premjestiti i koristiti na drugim vodotocima/dionicama gdje nema invanzivnih vrsta, potrebno je postupiti na sljedeći način:

- sve strojeve i drugu opremu potrebno je očistiti od mulja i vegetacije.
- na svim strojevima i drugoj opremi provjeriti ima li invazivnih vrsta (školjkaši, puževi, biljke) i ako da, ukloniti ih.
- sve onečišćene strojeve i opremu isprati vodom pod visokim tlakom (po mogućnosti vrućom parom pod tlakom).
- gdje je to moguće, preporuka je ostaviti strojeve i opremu da se suše barem četiri tjedna prije nego što se upotrijebe u drugom vodotoku.



Slika 31: Lijevo: raznolika trokutnjača (*Dreissena polymorpha*), invazivni školjkaš; desno: krupnorebrasta kotarica (*Corbicula fluminea*), invazivni školjkaš (Autorska prava: Jasna Lajtner)



Slika 32: Novozelandski glibnjak (*Potamopyrgus antipodarum*), invazivna vrsta puža, (Autorska prava: Jasna Lajtner)

3.6. Restauracija

Zbog uzdužnih i poprečnih struktura na rijekama (npr. kod hidroakumulacija velike količine sedimenta ostaju „zarobljene“ u akumulaciji) te posljedičnog stalnog usijecanja dinamika rijeka je često narušena (npr. ravnoteža između uništavanja i formiranja novih poplavnih područja). Postojeća vodna tijela (npr. mrtvice, rukavci, izolirane lokve) često su zapunjena sitnim sedimentom, a stvaranje novih vodnih tijela u poplavnim područjima nemoguće je zbog izmijenjenog hidrološkog režima i velikog broja obaloutvrda.

Gore navedeni utjecaji imaju negativne posljedice na lentička staništa (staništa stajaćih kopnenih voda) te je potrebno provoditi mjere upravljanja tim područjima kako bi se očuvale prisutne populacije stagnofilnih vrsta riba, vodozemaca i kukaca. Ciljne vrste koje su sklone ovakvim staništima su npr. piškur (*Misgurnus fossilis*), crnka (*Umbra krameri*), veliki dunavski vodenjak (*Triturus dobrogicus*) i žuti mukač (*Bombina variegata*).

Mjere koje se provode u svrhu restauracije a odnose se na uklanjanje sitnog sedimenta u poplavnim područjima potrebno je pažljivo planirati u odnosu na stanišne uvjete i ciljne vrste. U tu svrhu potrebno je provesti ciljana istraživanja prisutnih vrsta i staništa prije početka planiranja te utvrditi njihovu rasprostranjenost i brojnost.

Provedbu zahvata/izgradnje među ostalim stručnjacima mora planirati i nadzirati i iskusni stručnjak - ekolog. Također, potrebno je uzeti u obzir i sljedeće:

- Potrebno je definirati područje iskopa, njegovu dubinu te volumen sitnog sedimenta koji će se ukloniti.
- Preporuča se korištenje manjih strojeva kako bi se smanjio utjecaj na vegetaciju.
- Potrebno je izbjegavati područja bogata makrofitskom vegetacijom.
- U slučaju da područje nastanjuju sesilni organizmi (npr. slatkovodni školjkaši), pod nadzorom ekologa potrebno je prenijeti jedinice na pogodno stanište.

Primjer 5: Iskop nekadašnjeg rukavca rijeke Dunav i oblikovanje riparijske zone.

Prilikom izvođenja radova iz korita je izvađeno 60.000 m³ pijeska i šljunka, a izvađeni šljunak iskorišten za izgradnju novih šljunčanih sprudova. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2015)



Slika 33: Tijekom iskopa (lijevo) i gotovo dovršeni radovi (desno) Autorska prava: Eberstaller Zauner Buros (2015)

Primjer 6: Rijeka Steyr, čišćenje lokve zapunjene sedimentom u poplavnom području:



Slika 34: Lokva zapunjena sedimentom (lijevo) i uklanjanje sedimenta malim bagerom kako bi se očuvala okolna staništa (desno) Autorska prava: TB für Biologie, Werner Weißmair
Lokvu sada nastanjuje 5 vrsta vodozemaca uključujući velikog vodenjaka (*Triturus cristatus*)
<http://www.herpetofauna.at/index.php/aktuelles/234-neue-tuempel-fuer-kammolch-co-stand-dez-2014>

Za dodatne informacije o projektima restauracije pogledati Europski centar za obnovu rijeka (www.ecrr.org).

Hrvatske vode u suradnji s Hrvatskom agencijom za okoliš i prirodu (nekadašnji Državni zavod za zaštitu prirode) izradile su Vodič za izradu planova revitalizacije vodotoka u Hrvatskoj te Vodič za hidromorfološki monitoring i ocjenu stanja rijeka u Hrvatskoj (<http://www.voda.hr/hr/projekt-meander>).

4. Program praćenja stanja (monitoring)

Monitoring se treba provoditi primjenom standardiziranih kvantitativnih metoda, a u OPEM ima svrhu utvrditi uspješnost mjera ublažavanja te stoga mora biti prikladno planiran i usmjeren na ciljne vrse i staništa.

'Ulov po jedinici napora' (CPUE) indirektna je metoda izračuna brojnosti ciljnih vrsta. Iako je CPUE pokazatelj relativne brojnosti, može se koristiti i za procjenu apsolutne brojnosti.

Metode koje se primjenjuju (npr. elektroribolov, mreže, zamke) moraju biti prilagođene veličini i tipu rijeke, kao i ciljnim vrstama.

Stručni priručnici vezani uz metodologiju monitoringa riba:

- *Leitfaden zur Erhebung der biologischen Qualitätselemente – Teil A1 – Fische*
(http://wisa.bmlfuw.gv.at/fachinformation/ngp/ngp-2009/hintergrunddokumente/methodik/biologische_qe.html) je u Republici Austriji standardni stručni priručnik za monitoring u skladu s Okvirnom direktivom o vodama.
- Guidance On Surveying The Biological Quality Elements Part B1 - Fish
https://www.bmlfuw.gv.at/dam/jcr:082da6ff-84e0-44f0-be5f-358f0681f739/B1_e__FISH_EN.pdf

Sukladno navedenim priručnicima sljedeće metode su prikladne i vrlo učinkovite za srednje (širina 30 - 100 m) i velike rijeke (širina > 100 m) u kojima je gotovo nemoguće istražiti cijelu širinu rijeke:

- elektroribolov iz čamca;
U srednje velikim rijekama moguće je koristiti takozvanu *strip-fishing* metodu (Schmutz et al. 2001). Cilj je kvantificirati značajnu količinu ribljeg fonda duž transekata sa specifičnim stanišnim uvjetima te ekstrapolirati uzorke prema standardiziranom postupku za cijelu dionicu (metoda stratificiranog uzorkovanja).
- metoda označavanja i ponovnog ulova (mark - recapture);
Metoda prikladna za provjeru kvantitativnih podataka dobivenih elektroribolovom.
- povlačne mreže;
Prikladne su za uzorkovanje priobalnog dijela riječnog korita. Potrebno je iskustvo i spretnost u rukovanju mrežama i upravljanju brodom.
- mreže potegače direktno iznad pjeskovitog ili šljunčanog dna;
Ova je metoda prikladna za uzorkovanje priobalnih pelagičnih staništa i priobalnih pridnenih staništa.
- povlačne mreže uz obalu;
Prikladne za uzorkovanje riblje mladi.
- parangali;
Prikladni za dodatno uzorkovanje bentičkih vrsta koje nastanjuju dublje dijelove korita, npr. veliki vretenac (*Zingel zingel*), mali vretenac (*Zingel streber*), prugasti balavac (*Gymnocephalus schraetser*).

Potrebno je naglasiti da primjena ovih metoda treba biti povjerena samo iskusnim stručnjacima kako bi se ribama nanijela što manja šteta i kako bi se poštivali propisi o dobrobiti životinja.

5. Literatura

Altzinger, A. (2011): Suitability and preference curves for barbel (*Barbus barbus*) and nase (*Chondrostoma nasus*) at different life stages at lowland rivers. Master thesis at the Institute of Hydrobiology and Aquatic Ecosystem Management. [Long version of the study available only in German: Altzinger, A. (2011): Habitateinnischung von Barbe (*Barbus barbus*) und Nase (*Chondrostoma nasus*) an den Flüssen Feistritz, Pielach und Raab. Masterarbeit. Institut für Hydrobiologie und Gewässermanagement, Department Wasser-Atmosphäre-Umwelt, Universität für Bodenkultur Wien.]

Apperl, B. (2013): Developement of water management in floodplain areas: Evaluation of tools for flood protection. Study commissioned by the Water Management Planning Unit of Upper Austria. [Study available only in German: Apperl, B. (2013): Wasserwirtschaftliche Entwicklung in Überflutungsgebieten: Instrumentenevaluierungsstudie. Amt der Oö. Landesregierung, Direktion Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung Anlagen-, Umwelt- und Wasserrecht, Wasserwirtschaftliches Planungsorgan.]

Blattfisch e.u. (2015): technisches büro für gewässerökologie www.blattfisch.at

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2015): <https://www.bmlfuw.gv.at/>

Crosa, G., Castelli, E., Gentili, G. & Espa, P. (2010): Effects of suspended sediments from reservoir flushing on fish and macroinvertebrates in an alpine stream. *Aquat. Sci.* (2010) 72:85–95.

Degerman, E., Alexanderson, S., Bergengren, J., Henrikson, L., Johansson, B-E., Larsen, B.M. & Söderberg, H. (2009): Restoration of freshwater pearl mussel streams. WW F Sweden, Solna.

Donat, M. (1999): Bioengineering Techniques for Streambank Restoration - A Review of Central European Practices. Watershed Restoration Project Report No. 2.

Eberstaller-Fleischanderl, D. & Eberstaller, J. (2014): „Flussbau und Ökologie. Flussbauliche Maßnahmen zur Erreichung des gewässerökologischen Zielzustandes“.

River engineering and ecology. River engineering for achieving the good ecological status. Study cosmmissioned by the Austrian Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management. <http://www.ezb-fluss.at/388/publikation-flussbau-oekologie/>

Eberstaller Zauner Buros (2015): Eberstaller Zauner Buros Technische Büros für Angewandte Gewässerökologie, Fischereiwirtschaft, Kulturtechnik und Wasserwirtschaft, www.ezb-fluss.at

Geist, J., Kolahsa, M., Gum, B. & Kuehn, R. (2009): The importance of genetic cluster recognition for the conservation of migratory fish species: the example of the endangered European huchen *Hucho hucho* (L.). *Journal of Fish Biology* (2009) 75, 1063–1078.

Hanfland, S., Born, O. & Holzner, M. (2006): Decommission of a small hydropower plant. Investigation of the ecological benefits. Series issued by the fishing association of Bavaria.

Hauer, C. (2012): A leitbild-orientated restoration of the River Große Mühl as an adaptation measure to climate change. Study commissioned by the Fishery authority Rohrbach. [Study available only in German: Hauer C. (2012): Umsetzung der Leitbildbezogenen Strukturierung der Gr. Mühl als Anpassungsmaßnahme an den Klimawandel. Fischereirevier Rohrbach.]

Hauer, C., Unfer, G., Tritthart, M. & Habersack, H. (2010): Effects of stream channel morphology, transport processes and effective discharge on salmonid spawning habitats. Earth Surf. Process. Landforms.

Hohensinner, S., Jungwirth, M., Muhar, S. & Habersack H. (2005): Historical analyses: a foundation for developing and evaluating river-type specific restoration programs. JRBM - International Journal of River Basin Management, 3, 2, 87-96.

Holzer, G. (2011): Habitat characterization of Danube salmon spawning grounds in the river Pielach. Österreichs Fischerei 64/2011. [Long version of the study available only in German: Holzer G. (2011): Habitatbeschreibung von Huchenlaichplätzen an der Pielach. Österreichs Fischerei 64/2011.]

ICPDR (2010): Priručnik dobre prakse u održivom planiranju vodnih putova – PLATINA, ICPDR - Međunarodna komisija za zaštitu rijeke Dunav
<http://vodniputovi.hr/repository/public/dokumenti/Platina/Platina.pdf>

ICPDR (2015): Joint Danube Survey 3 - A Comprehensive Analysis of Danube Water Quality, ICPDR Međunarodna komisija za zaštitu rijeke Dunav

Ihut, A., Zitek, A., Weiss, S., Ratschan, C., Holzer, G., Kaufmann, T., Cocan, D., Constantinescu, R. & Mireşan, V. (2014): Danube Salmon (Hucho hucho) in Central and South Eastern Europe: A Review for the Development of an International Program for the Rehabilitation and Conservation of Danube Salmon Populations. Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies 71(2) / 2014.

Mühlbauer, M., Ratschan, C., Lauber, W. & Zauner, G. (2014): The asymmetric rough channel – another type of fishpass for grayling and barbel zone. Unpublished manuscript.

Ratschan, C. (2012): Distribution, habitat selection and conservation status of Balon's ruff in Austria. Österreichs Fischerei 65/2012. [Long version of the study available only in German: Ratschan C. (2012): Verbreitung, Habitatwahl und Erhaltungszustand des Donaukaulbarsches (*Gymnocephalus baloni* Holčík & Hensel, 1974) in Österreich. Österreichs Fischerei 65/2012.]

Schmutz, S., Zauner, G., Eberstaller, J. & Jungwirth, M. (2001): The strip-fishing-method: A method to quantify fish stocks of medium-sized rivers. Österreichs Fischerei Jg. 54, Heft 1/2001: 14-27. [Long version of the study available only in German: Schmutz, S., Zauner, G., Eberstaller, J. & Jungwirth, M. (2001): Die "Streifenbefischungsmethode": Eine Methode zur Quantifizierung von Fischbeständen mittelgroßer Fließgewässer. Österreichs Fischerei Jg. 54, Heft 1/2001: 14-27.]

Traill, L.W., Bradshawb, C.J.A. & Brook, B.W. (2007): Minimum viable population size: A meta-analysis of 30 years of published estimates. Biological Conservation 139 (2007)159 – 166.

Wiesner, C. (2005): New records of non-indigenous gobies (*Neogobius spp.*) in the Austrian Danube. J. Appl. Ichthyol. 21 (2005), 324–327.

Zauner, G. (2001): Pilotstudie Oberes Donautal: gewässerökologische Evaluierung neugeschaffener Schotterstrukturen im Stauwurzelbereich des Kraftwerks Aschach, Bundesministerium für Verkehr Österreich - 2001 – Wasserstraßendirektion

Poveznice

Priručnici dostupni na internetu

BMLFUW (2009) Leitfaden zur Erhebung der biologischen Qualitätselemente, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft;

http://wisa.bmlfuw.gv.at/fachinformation/ngp/ngp-2009/hintergrunddokumente/methodik/biologische_qe.html

BMLFUW (2015) Guidance on the Monitoring of the Biological Quality Elements Part B1 – Fish, Federal Ministry of Agriculture and Forestry, Environment and Water Management, Austria

https://www.bmlfuw.gv.at/dam/jcr:082da6ff-84e0-44f0-be5f-358f0681f739/B1_e__FISH_EN.pdf

BMLFUW (2015) Guidance On the Monitoring of the Biological Quality Elements Part B2 – Phytoplankton, Federal Ministry of Agriculture and Forestry, Environment and Water Management, Austria

https://www.bmlfuw.gv.at/dam/jcr:6c1d0bae-063a-450c-96fc-6ace7ab16250/B2_PHYTOPLANKTON_EN.zip

BMLFUW (2015) Guidance on the Monitoring of the Biological Quality Elements Part A3 – Phytobenthos, Federal Ministry of Agriculture and Forestry, Environment and Water Management, Austria,

https://www.bmlfuw.gv.at/dam/jcr:dd9c1f64-9c38-4e6f-aa7a-7ad7ba64086b/A3_j_PYTOBENTHOS_EN.pdf

BMLFUW (2015) Guidance on the Monitoring of the Biological Quality Elements Part A4 – Macrophytes, Federal Ministry of Agriculture and Forestry, Environment and Water Management, Austria,

https://www.bmlfuw.gv.at/dam/jcr:4b3c6a29-78da-4083-bc94-cc1377c7767d/A4_MACROPHYTES_EN.pdf

Eberstaller-Fleischanderl, D. & Eberstaller, J. (2014): "Flussbau und Ökologie. Flussbauliche Maßnahmen zur Erreichung des gewässerökologischen Zielzustandes". River engineering and ecology.

<http://www.ezb-fluss.at/388/publikation-flussbau-oekologie/>

ICPDR (2008) Measures for ensuring fish migration at transversal structures – "Technical Manual" Međunarodna komisija za zaštitu rijeke Dunav

<https://www.icpdr.org/main/publications/guidance-documents>

ICPDR (2010): Priručnik dobre prakse u održivom planiranju vodnih putova – PLATINA, Međunarodna komisija za zaštitu rijeke Dunav

<http://vodniputovi.hr/repository/public/dokumenti/Platina/Platina.pdf>

MEANDER (2013): Vodič za izradu planova revitalizacije vodotoka u Hrvatskoj te Vodič za hidromorfološki monitoring i ocjenu stanja rijeka u Hrvatskoj

<http://www.voda.hr/hr/projekt-meander>

Projekti i drugo

Blattfisch e.u. (2015): technisches büro für gewässerökologie www.blattfisch.at

Eberstaller Zauner Buros (2015): Eberstaller Zauner Buros Technische Büros für Angewandte Gewässerökologie, Fischereiwirtschaft, Kulturtechnik und Wasserwirtschaft, www.ezb-fluss.at

EU LIFE+ Projekt "Mostviertel - Wachau" www.life-mostviertel-wachau.at

Grundlagen für den Erhalt des Sterlets, Bericht Projektsphase 2014,
http://www.land-oberoesterreich.gv.at/files/naturschutz_db/Sterlet%20Bericht%202014_End.pdf

Hrvatske vode, Projekti: <http://www.voda.hr/hr/projects>

Integrated River Engineering Project on the Danube East of Vienna" ICPDR, 2010, Viadonau & IREP Planning Consortium, 2009), <http://www.donau.bmvit.gv.at>

Invazivne vrste u Republici Hrvatskoj: <http://www.invazivnevrste.hr>

Revitalisierung von Tümpeln an der Unteren Steyr/Oberösterreich, Bereich Rosenegg, oberhalb Kruglwehr Gewässeranlagen
<http://www.herpetofauna.at/index.php/aktuelles/234-neue-tuempel-fuer-kammolch-co-stand-dez-2014>

Viadonau Hydraulic Engineering activities
<http://www.viadonau.org/en/environment/ecological-hydraulic-engineering/hydraulic-engineering-activities>

Ove smijernice izrađene su u okviru „Twinning Light“ projekta EU HR/2011/IB/EN/02 TWL „Jačanje stručnih znanja i tehničkih kapaciteta svih relevantnih ustanova za Ocjenu prihvatljivosti zahvata za ekološku mrežu (OPEM)“. Projekt su proveli Hrvatska agencija za okoliš i prirodu i Austrijska agencija za okoliš (Umweltbundesamt).

Smijernice se može preuzeti sa stranice www.dzzp.hr. Hrvatska agencija za okoliš i prirodu.

Ova publikacija izrađena je uz pomoć Europske unije. Sadržaj ove publikacije isključiva je odgovornost Hrvatske agencije za okoliš i prirodu i Austrijske agencije za okoliš (Umweltbundesamt) i ne odražava nužno gledišta Europske unije.



Više o projektu na www.dzzp.hr