

Sanacija malih vodnih tokov in ukrepi za zmanjšanje poplavne ogroženosti Ljubljane – ekoremediacija malih vodotokov

Danijel Vrhovšek, Darja Istenič

Uvod

Ekoremediacije (ERM) so metode, s katerimi na trajnosten način in z naravnimi elementi varujemo in obnovljamo (čistimo) okolje. Z ERM v okolju izboljšamo ali vzpostavimo različne ekosistemske funkcije, med katerimi so najpomembnejše zadrževanje vode, samočistilna sposobnost in biodiverziteta. Z njimi lahko zadržujemo vodo v rečnem sistemu, melioracijskih jarkih in čistilnih sistemih ter tako preprečujemo ali omilimo poplave. V sušnem obdobju pa lahko tako zadržano vodo uporabljamo za zalivanje, oziroma bogatenje vodotokov in podtalnic.

Naravna struga oziroma približek njenemu naravnemu stanju ima prednosti pred regulirano, umetno strugo. Regulirani, oziroma kanalizirani vodotoki imajo prekinjeno povezavo med vodnim in kopenskim ekosistemom, spremenjeno hidrologijo in geomorfologijo ter zmanjšano rastlinsko in živalsko pestrost. Spremembe se med drugim kažejo tudi v poslabšanju kakovosti vode v samem vodotoku ter posledično v drugih površinskih in podzemnih vodah. Zaradi pospešenega odvodnjavanja se poveča obseg in pogostost poplav dolvodno ter suš gorvodno. Vse to ima vpliv tudi na človeka, saj se zmanjša količina kakovostne pitne vode, zaradi suše in pomanjkanja vode je okrnjena tudi pridelava kmetijskih pridelkov oziroma hrane. Z revitalizacijo (ekoremediacijo) se v vodotoku ponovno vzpostavijo ekosistemske funkcije zadrževanja vode, habitata, samočistilnih sposobnosti idr. Posledično se zmanjša temperaturno nihanje vode, zmanjša se vpliv in obseg poplav, izboljša se kakovost vode, izboljšajo, oziroma vzpostavijo se rečni in obrečni habitati, stabilizirajo brežine, poveča se razgibanost struge, omogoča infiltracija padavin, poveča količina rib in izboljša estetika.

Mali vodotoki na območju mestne občine Ljubljana so bili v preteklosti v veliki meri regulirani, predvsem za potrebe pridobivanja uporabnih zemljišč. To je povečalo ogroženost zaradi hudourniških poplav in temeljito zmanjšalo njihovo ekosistemsko, estetsko, rekreacijsko, doživlajsko idr. vrednosti. S celovitim pristopom k sanaciji teh malih vodotokov je možno istočasno izvesti njihovo sanacijo v smeri naravnejšega stanja vodnega okolja, načrtovati in postopoma izvesti ekološko sprejemljivejše ureditve (ekoremediacije) in hkrati zmanjšati nevarnost pred hudourniški poplavami.

Osnovni namen ERM objektov je vzpostavitev treh osnovnih funkcij vodnega in obvodnega ekosistema: zadrževanje vode, samočistilna sposobnost in biodiverziteta.

Glede na stanje vodotoka, oziroma željene cilje sanacije se da različen poudarek na posamezno od naštetih funkcij. V primeru ERM na malih vodotokih smo dali poudarek predvsem na povečanju zadrževanja vode v zgornjih delih vodotokov ter povečanju samočistilne funkcije sistema in biodiverzitete v spodnjih delih vodotokov. S tem bi dosegli večjo protipoplavno zaščito, višje estetske in rekreacijske vrednosti vodotokov (izboljšanje kakovosti bivanja prebivalstva).

Ugotovitve in predlogi

Številni vodotoki so spremenjeni v tolikšni meri, da sanacija skoraj ni več mogoča, oziroma je omejena na obstoječo strugo (npr. znotraj naselij). Med obravnavanimi vodotoki na območju mestne občine smo definirali šest odsekov, kjer bi bila možna sanacija vodotokov, oziroma ERM ureditev v večjem obsegu. Gre predvsem za vodotoke v nižinskem delu, ki so izgubili skoraj vse svoje funkcije v bivalnem okolju. To so:

- vodotok pri Londonu (ureditev grape v rekreacijske namene),
- vodotoki na Spodnjem Rudniku,
- Bizoviški potok,
- Rastučnik,
- potok Graben v Spodnji Hrušici in
- Javorska reka pri Podlipoglavu.

Predlagane ERM ureditve za posamezne vodotoke na območju mestne občine Ljubljana so podane v nadaljevanju. Nekateri vodotoki, kot so Podmolnik, Brezniški potok, Šivnik in Mostec, so v razmeroma naravnem stanju. V teh primerih je potrebno zgolj ustrezno vzdrževanje naravnega stanja in preprečevanje morebitnih posegov, ki bi to uničili.

Rakovnik

- Potrebna je ohranitev mokrišča, saj ima funkcijo zadrževanja vode, veliko samočistilno sposobnost in predstavlja pomemben habitat.
- Predlagamo, da se vzpostavi povezava med potokom in poplavno ravnicjo pred zadnjo hišo, s čimer se bo povečalo zadrževanje vode (ERM ureditev s suhim zadrževalnikom).
- Ribnike je potrebno ohraniti v obstoječem stanju ali njihove ekosistemske funkcije celo izboljšati z ERM (zasaditev golih brežin, potencialna postavitev plavajočih otokov za izboljšanje kakovosti vode in povečanje biodiverzitete).
- Predlagamo postavitev opozorilnih tabel, ki prepovedujejo odlaganje odpadkov.
- Potrebna je tudi ohranitev mokrišča dolvodno, saj ima funkcije zadrževanja vode, samočistilne sposobnosti in ustvarja pomemben habitat. Potrebno je odstraniti zlato rozgo ter njeno razraščanje preprečiti, oziroma omejiti z zasaditvijo avtohtonih vrst, ki rastejo v okolici.

Gornji Rudnik

- Potrebno je zagotoviti poplavne ravnice in mokrišča za zadrževanje poplavnih voda. Pri tem se lahko uporabijo manjši odseki ob potoku, ki jim omogočimo boljše povezovanje s potokom (znižanje brežine in usmerjanje vode na poplavno ravnico), ter travnik pri transformatorski postaji.

GORVODNO:

- Potrebna je ohranitev mokrišča, saj ima funkcije zadrževanja vode, samočistilne sposobnosti in ustvarja habitate.
- Poleg tega je potrebno izkoristiti dodatne prostore ob potoku za zadrževanje vode, kjer je to mogoče.
- Z opozorilnimi tablamami je potrebno prepovedati odlaganje odpadkov in gradbenega materiala.

DOLVODNO:

- Vtok pod zgradbo je treba funkcionalno urediti in omogočiti ustrezno pretočnost.
- Območje ograde za poslovnimi zgradbami ob Dolenjski cesti se predvidi za poplavno ravnico v primeru visokih voda.

Spodnji Rudnik I

- V severovzhodni grapi je potrebno izkoristiti ravnico pred zadnjo hišo za zadrževanje vode.
- Potrebno je popraviti vtok iz severovzhodne grape in ga ustrezno vzdrževati.
- Prav tako je potrebno narediti funkcionalen vtok iz severozahodne grape.
- V spodnjem delu naj betonsko korito zamenja z ERM metodami urejena struga, še posebno ob železnici in proti Barju, saj bi z naravnim urejanjem lahko zagotovili čistejši potok in človeku prijaznejše okolje, primerno za sprostitev in rekreacijo.

Spodnji Rudnik II

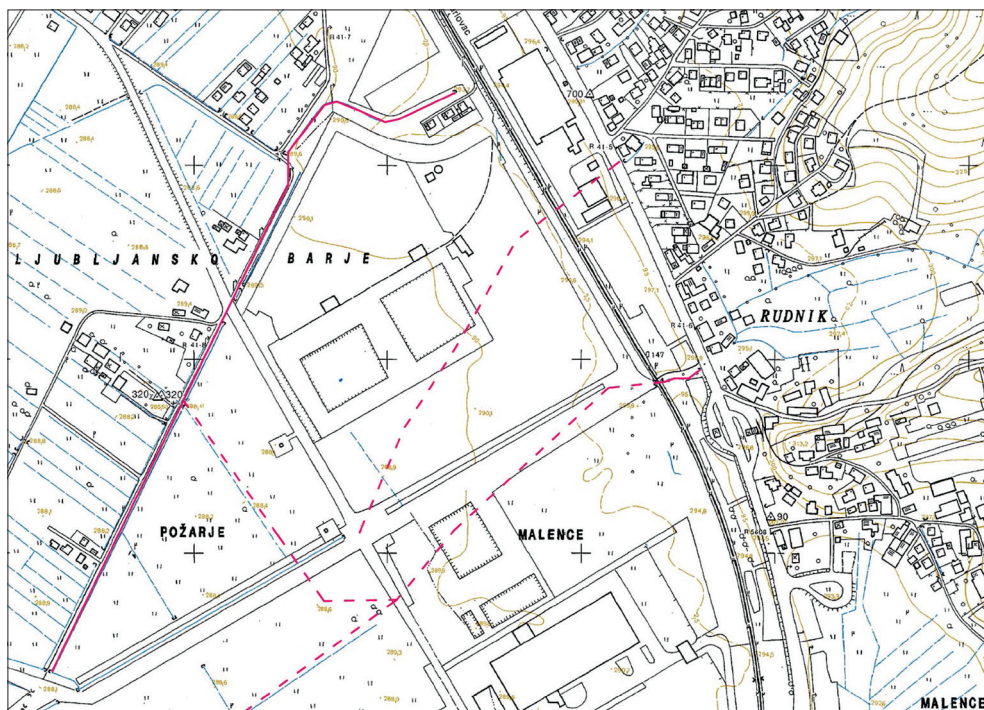
- V zgornjem delu obeh grap je potrebno omejiti denudacijo in erozijo ter omejiti transport plavja z uporabo tehnik za zmanjšanje padca struge.
- Nujna je ohranitev mokrišča na vršaju, saj ima funkcijo zadrževanja vode in pomembne samočistilne sposobnosti.
- Za omejevanje hudourniških poplav je mogoče urediti tudi manjšo pregrado.
- Potrebno je urediti vtok in ga redno vzdrževati.

Spodnji Rudnik (Hudourniška pot)

- Nujna je ohranitev travnikov, mokrišč in drugih ustreznih prostorov za razlivanje hudourniških voda. Na posameznih odsekih se lahko nekoliko zniža brežina, kar omogoča usmerjanje vode na poplavno ravnico, oziroma na željena mesta zadrževanja.
- Na kratkem odseku med cesto in dolensko železnico je potrebno strugo urediti in povečati samočistilno sposobnost z vzpostavitvijo čistilne grede.
- Del potoka, ki teče po cevi, je možno z večjim posegom revitalizacije speljati na površje in s sonaravnimi ukrepi vzpostaviti naraven ekosistem, ki bi močno poživil tamkajšnje okolje.
- V dolini Malence (Rudnik III) je potrebno ohraniti travnike, mokrišče in prostore za izlivanje hudourniških voda.

Revitalizacija vodotokov na Spodnjem Rudniku bi lahko lokalnemu prebivalstvu prinesla košček narave v industrializirano oziroma urbano okolje brez naravnih vrednot. S povrnitvijo potokov na površino in njihovo sonaravno ureditvijo bi lahko pridobili pomembne površine za rekreacijo in sprostitev, izboljšala pa bi se tudi mikroklima, saj površinska voda in obrežna vegetacija znižujeta poletne in zvišujeta zimske temperature.

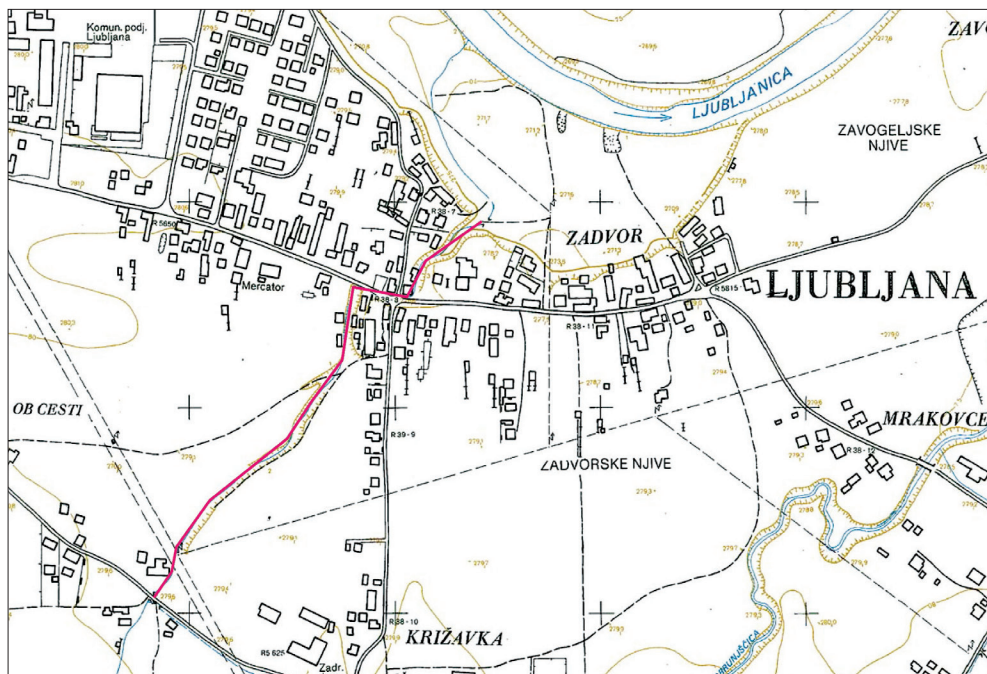
Slika 58: Možni odseki ERM ureditve vodotokov na Spodnjem Rudniku.



Potok Rastučnik

- Ker je območje potoka izrazito poplavno in struga večinoma močno degradirana, je potrebno umetno strugo potoka sonaravno urediti z ERM na vseh mestih, kjer je to prostorsko izvedljivo, in usposobiti čim več poplavnih ravnic za zadrževanje visokih voda na željenih mestih.

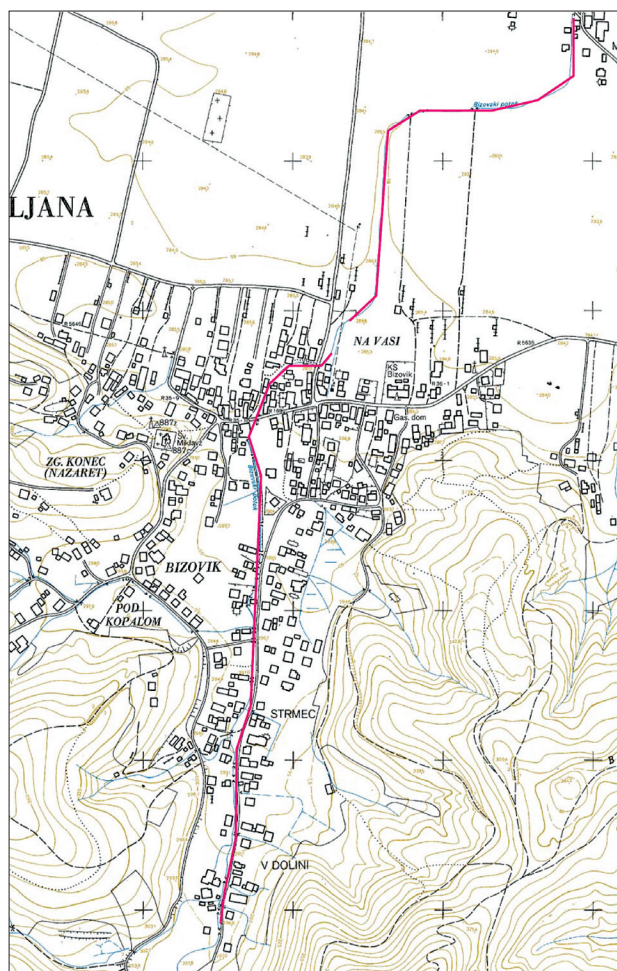
Slika 59: Odsek ERM ureditve potoka Rastučnika.



Bizoviški potok

- Za zmanjševanje poplav je potrebno povečati zadrževalni čas vode v grapah, oziroma zmanjšati padec npr. s kaskadami ali pragovi ali zgraditi manjše sonaravne pregrade.
- Nižje v naselju je potrebno vodotok sonaravno urediti z ERM ukrepi, ki se lahko implementirajo v obstoječo strugo.
- Pomembna je ohranitev obstoječega mokrišča s črnimi jelšami, saj ima funkcije zadrževanja vode, samočistilne sposobnosti in ustvarja habitate.
- Z opozorilnimi tablam je potrebno prepovedati odlaganje odpadkov.
- Potrebno je sanirati prepuste in mostičke, ki zmanjšujejo prevodnost v primeru visokih voda.

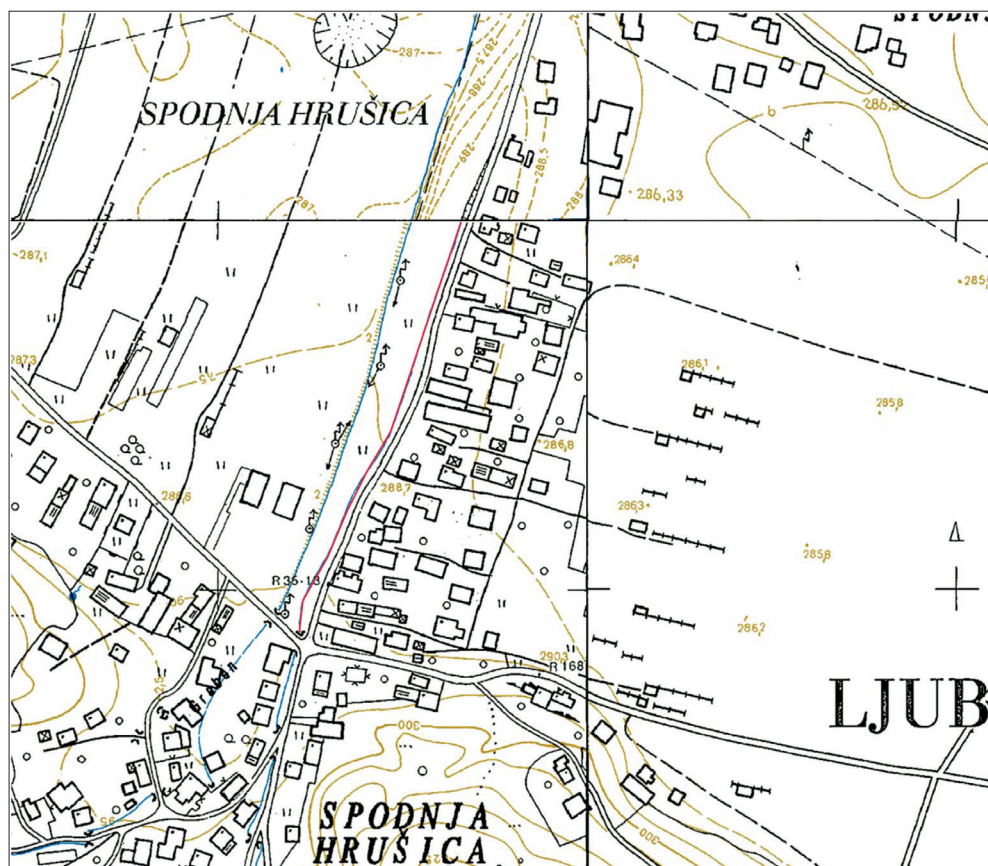
Slika 60: Odsek ERM ureditve Bizoviškega potoka.



Potok Graben v Spodnji Hrušici

- V zgornjem toku je potrebno omiliti erozijo z vzpostavitvijo kaskad in pragov.
- Prav tako je v zgornjem delu potrebno ohraniti naravno stanje vodotoka, vključno z ohranitvijo mokrišča.
- Predlagamo zamenjavo betonskega korita s sonaravno ureditvijo vodotoka z ERM ukrepi, ki bodo povrnili naravni izgled potoka in povečali sposobnost zadrževanja vode.
- Ob izgonu potoka se lahko uredijo manjše poplavne ravnice/kotanje za zadrževanje visokih voda.

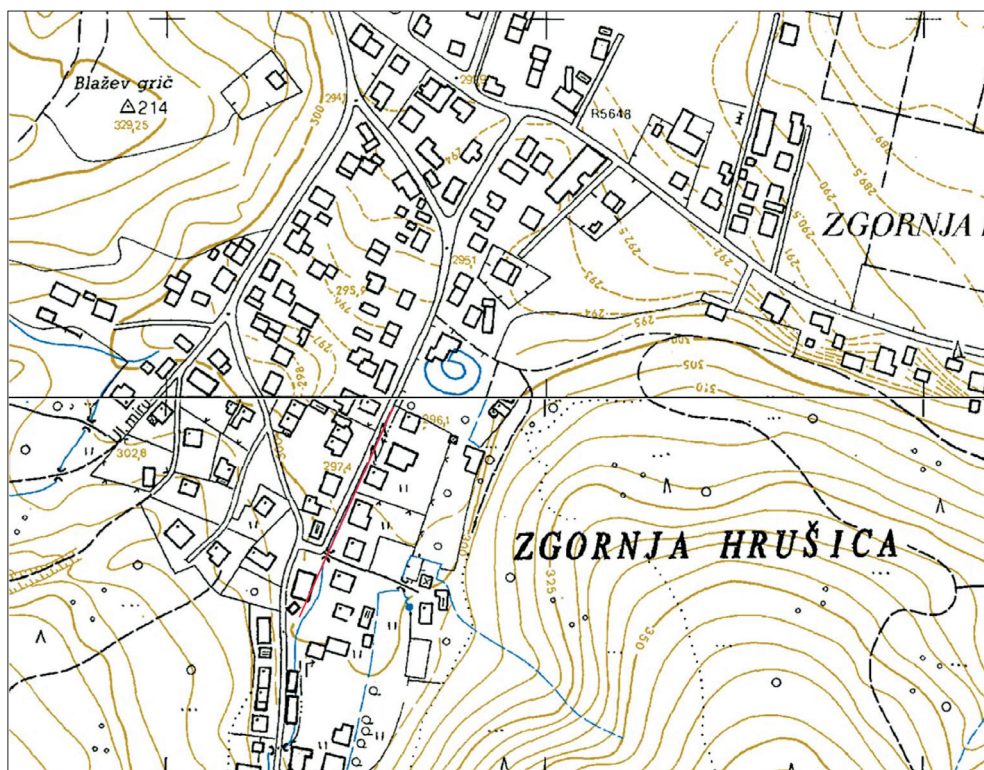
Slika 61: Odsek ERM ureditve vodotoka Graben v Spodnji Hrušici.



Dolgi potok v Zgornji Hrušici

- Erozijo v zgornjem delu se lahko omili z vzpostavitvijo kaskad in pragov.
- Nujna je ohranitev mokrišča, saj ima funkcije zadrževanja vode, samočistilne sposobnosti in ustvarja habitate.
- Potrebno je redno vzdrževanje že postavljenih objektov (odstranjevanje plavja za pregrado).
- Betonsko korito, po katerem teče potok, je potrebno revitalizirati z ukrepi znotraj struge, ki bodo povečali predvsem samočistilno sposobnost vodnega telesa (čistilna prodišča, trstične grede).

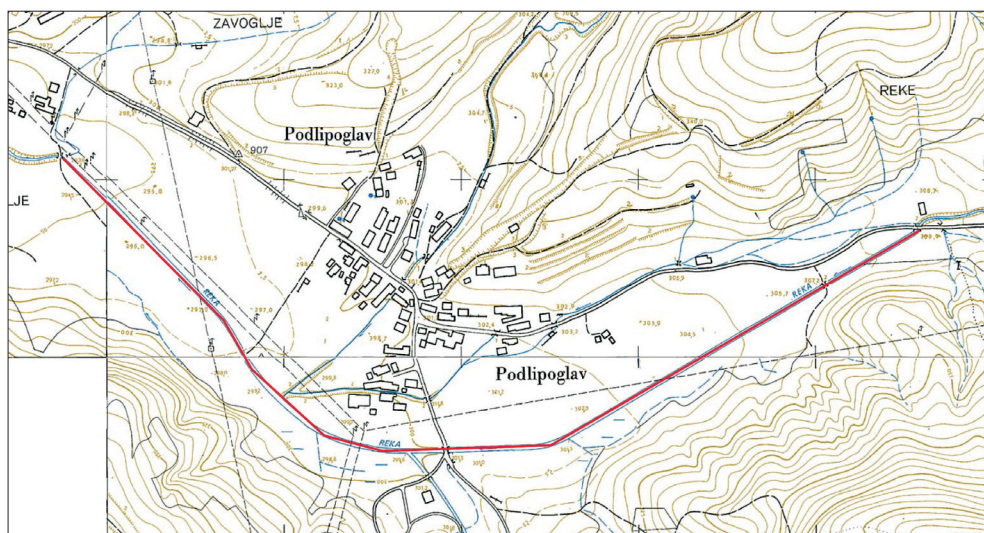
Slika 62: Odsek ERM ureditve Dolgega potoka v Zgornji Hrušici.



Javorska reka

- Nad vasjo Podlipoglav je na voljo dovolj prostora za revitalizacijo kanalizirane struge z ERM ukrepi za povečanje zadrževanja vode. Možna je vzpostavitev meandrov, stranskih in mrtvih rokavov, poplavnih ravnic itd.
- Smiselna je tudi sočasna revitalizacija odsekov opuščenih mlinščic, ki bi pomembno prispevale k povečani kapaciteti zadrževanja vode.
- Pri Podlipoglavu in pod vasjo je potrebno ohraniti obstoječe poplavne ravnice.

Slika 63: Odsek ERM ureditve vodotoka pri Podlipoglavu.



Besnica

- Ker je potok hudourniški in pogosto poplavlja, je za povečanje zadrževanja vode in preprečevanje poplav dolvodno potrebno vzpostaviti boljšo povezavo med potokom in poplavno ravnico. S kontroliranim razlivanjem vode po poplavni ravnici zaščitimo spodaj ležeče naselje.

Črnušnica

- Vzdrževanje naravnih meandrov.
- ERM ukrepi znotraj betonskega korita, po katerem teče potok skozi naselje (pragovi, odbijači).

Pržanec in Glinščica

- Ker sta potoka močno preoblikovana/degradirana in ker tečeta po priljubljenih lokacijah za rekreacijo, je smiselna revitalizacija/renaturacija v večjem obsegu (meandri, brzice, tolmoni, zajede, obrežna vegetacija).

Obravnavane vodotoke na območju mestne občine lahko načeloma razdelimo na zgornji del, kjer prevladujejo grape, na srednji – urbanizirani del, kjer je večinoma vse pozidano, in na spodnji del, kjer je vodotok bodisi naraven bodisi povsem degradiran – speljan po umetnem kanalu, brežine vodotoka pa so povsem pozidane.

V zgornjih delih vodotokov sanacija večinoma ni potrebna, potrebno je predvsem ohranjanje obstoječega stanja in vzdrževanje obstoječih objektov (npr. pregrad) ter odstranjevanje naplavljenega materiala. Potrebno je ohraniti mokrišča, saj imajo številne funkcije in so pomembna tako z ekološkega kot družbenega in gospodarskega vidika. So naravni vodni zbiralniki (zmanjševanje vpliva poplavnega vala) in viri pitne vode, poleg tega bogatijo podtalnico. Mokrišča imajo pomembno vlogo pri prečiščevanju onesnaženih voda, saj delujejo kot naravne čistilne naprave (presnova, zadrževanje hranilnih snovi in sedimentov). Ustvarjajo tudi ustrezne habitate za številne rastlinske in živalske vrste. Z ustreznimi ukrepi v zgornjih delih vodotokov lahko omilimo padce oziroma erozijo (npr. s kaskadami ali pragovi), upočasnimo hudourniške vode z izgradnjo sonaravnih pregrad in s tem omilimo posledice hudourniških poplav. Poleg tega je zaželeno izkoristiti poplavne ravnice za razlivanje hudourniških voda in preprečiti njihovo pozidavo, odlaganje odpadkov in druge aktivnosti, ki preprečujejo/omejujejo funkcijo poplavne ravnice.

Na prehodu iz zgornjega dela v urbanizirani del je potrebno zagotoviti funkcionalne vtoke/prepuste, ki morajo biti redno vzdrževani. V poseljenem delu je potrebno vodotoke sonaravno urediti na vseh odsekih, kjer je to prostorsko možno. V prihodnje bi se bilo potrebno izogniti vsesplošni pozidavi, podzemni izpeljavi vodotoka ter umetnim (betonskim) kanalom in koritom, ki so pogosto premajhni za odtok hudourniških voda, oziroma ne omogočajo zadrževanja vode in zgolj povečujejo poplavni val.

Kjer je več razpoložljivega prostora, so spodnji deli vodotokov primerni za večje posege v smislu sonaravnih ureditev. Pri tem betonska korita nadomestimo z naravno urejeno strugo, ki vključuje različne hidromorfološke strukture (spreminjanje hitrosti toka in globine, meandri, mrtvi in stranski rokavi, poplavne ravnice, mokrišča, pestra obrežna vegetacija, manjša prodišča ipd.), s čimer bi veliko pridobili na estetski in rekreacijski vrednosti okolja kot tudi na kakovosti vode in uravnavanju vodnih količin na lokalni ravni. V tem predelu onesnažena voda v strugah pogostokrat zaudarja, zato bi z ERM ureditvami (ukrepi za povečanje samočistilne sposobnosti) izboljšali kvaliteto in biološko stanje vode ter s tem kakovost bivalnega okolja prebivalcev mestne občine Ljubljana.

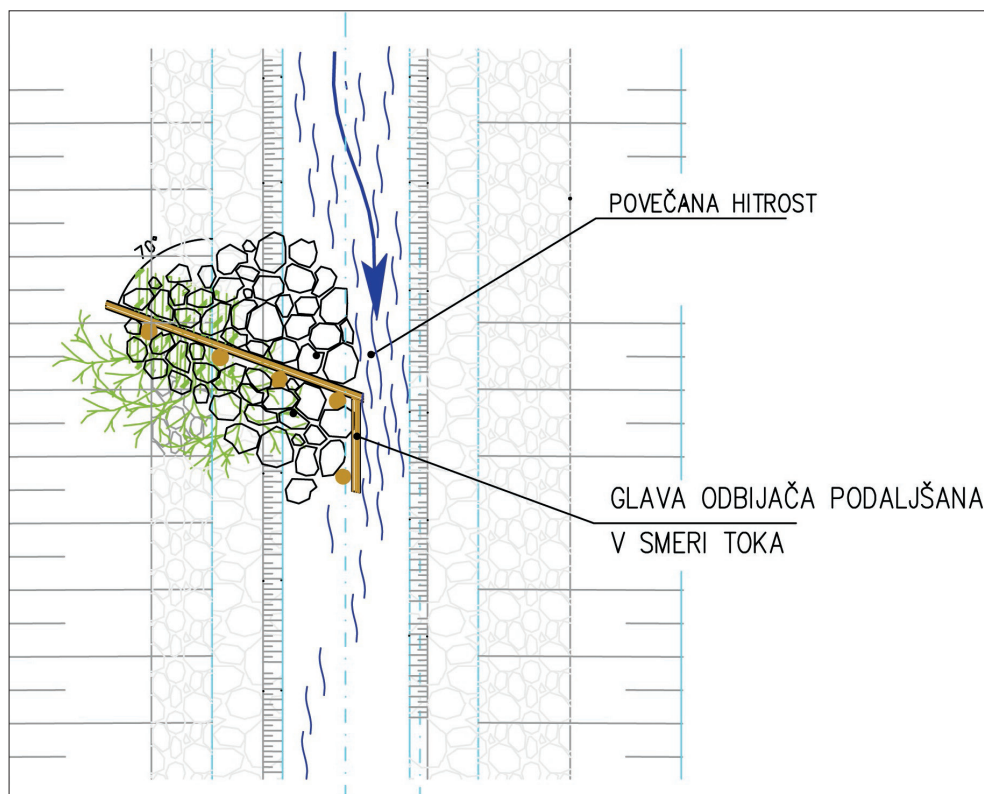
Možni revitalizacijski ukrepi

Deflektorji/odbijači

Regulirane struge imajo pogosto preširoko dno, zaradi katerega voda ob nizkih pretokih teče prepočasi, vodni tok je monoton. Odbojniki toka so objekti (plitvine), ki jih postavimo na robu struge, da ustvarimo ob srednjem pretoku vijugasto strugo – pri tem je plitvina rahlo nad gladino vode. To je primerno predvsem za izravnane struge v urbanih predelih, kjer nimamo dovolj prostora za spreminjanje poteka struge. Takšni objekti rahlo dvignejo pretočno višino nizkih pretokov, zožijo dno struge, pospešijo vodni tok, ustvarijo vrtince, omogočijo boljše navzemanje s kisikom, ustvarijo se različni substrati na dnu zaradi izmenjavanja sedimentacije in erozije, na samih objektih pa se ustvarijo manjši mokrotni habitati. Poveča se samočistilna sposobnost

vodotoka, hkrati pa se obdrži poplavna varnost visokih voda. Priporočena zožitev vodnega toka je za 1/3 trenutne širine dna aktivne struge, kot, pod katerim so nameščeni odbojniki toka, pa je 30–45 stopinj glede na smer toka. Izvedeni so lahko iz lesa, ki se nato sam napolni z rečnimi sedimenti, ali pa tudi v celoti iz proda ustrezno velikih frakcij.

Slika 64: Skica odbijača v kanaliziranem vodotoku.



Vir: Arhiv LIMNOS d.o.o.

Zamenjava betonskega korita/kanala z 'naravnim' kanalom

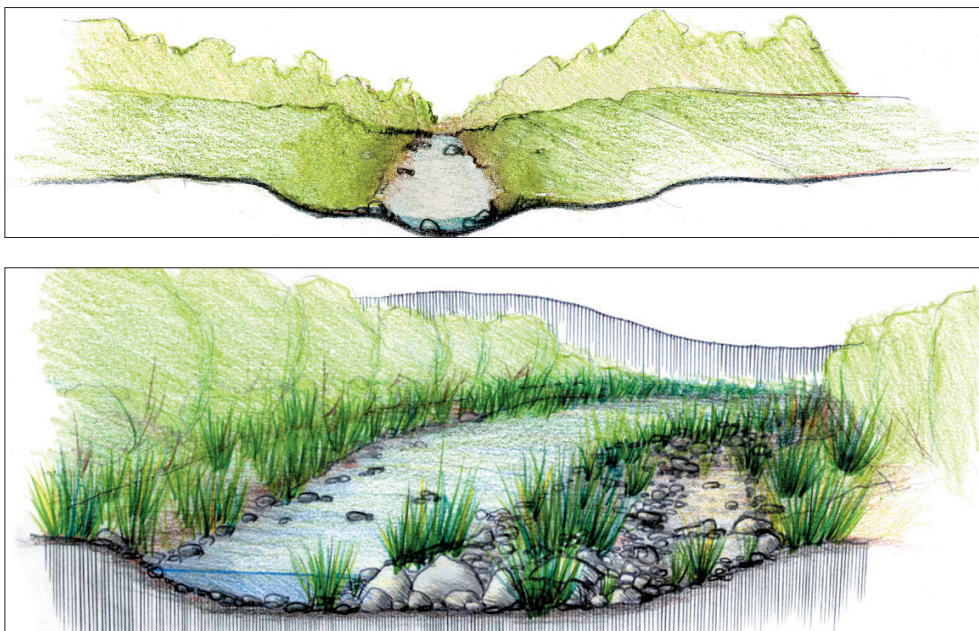
Betonska korita oziroma kanali so primeri najbolj degradiranih vodotokov, ki so izgubili skoraj vse ekosistemske funkcije. Večinoma delujejo zgolj kot odvodni kanali, kamor se nemalokrat stekajo tudi ilegalni izpusti komunalnih odpadnih vod.

Kanaliziranje rečnih strug zaradi različnih potreb zmanjša ekosistemske funkcije rečnih ekosistemov, spremeni hidravlični režim, osiromaši vodne in obvodne habitate. Zaradi manjših samočistilnih sposobnosti se poslabša kvaliteta vode. Voda, ki se manj časa zdržuje, ima manj časa, da odloži svoj tovor (sedimente, hranila in druge polutante), ki bi se sicer odstranili v samočistilnih procesih, kar se pozna na kvaliteti vode. Princip 'vodo

čim hitreje speljati dolvodno povzroči v prispevni površini nekega vodotoka nemalo težav. Voda, ki jo v nekem delu porečja zaradi regulacij hitreje odvajamo, lahko povzroči poplave dolvodno in hkrati sušo gorvodno. Melioriran vodotok je osiromašen tudi s stališča biodiverzitete in estetike. Značilno je namreč, da bolj kot je vodotok morfološko raznolik, torej vsebuje sončne in senčne, hitre in počasne, plitve in globoke odseke, večja je njegova biotska pestrost in sposobnost samoočiščenja. Vzroki za slabo stanje vodotokov niso samo pretekle regulacije rek in potokov, temveč tudi današnja raba tal, kmetijstvo in urbanizacija. Kmetijstvo onesnažuje s kemičnimi snovmi in finimi delci, urbanizacija pa zaradi neprepustnih površin (ceste, strehe) slabša hidrološki režim in kvaliteto vode. Revitalizacije vodotokov blažijo tudi posledice omenjenih dejavnosti. Revitalizacija ali tudi renaturacija vodotokov pomeni obnovo ekološkega ravnotežja in vzpostavitev ekoloških funkcij v degradiranem vodotoku.

Najučinkovitejša revitalizacija kanaliziranih strug je renaturacija, oziroma popolna nadomestitev kanala z novo strugo, ki kar se da posnema strukturo in delovanje naravnega vodotoka. V primeru renaturacije je potrebno presoditi ugodnejšo rešitev, pogosto je namreč enostavneje in ceneje novo strugo speljati po novi trasi kot rušiti obstoječi betonski kanal. Novo strugo oblikujemo v skladu z značilnostmi naravnih vodotokov na dani lokaciji. V renaturirani strugi vzpostavimo nove habitate (brzice, tolmane, prodišča, skrivališča v obrežni vegetaciji), razgibamo vodni tok ter vzpostavimo povezavo z močvirskimi in kopenskimi ekosistemi. Z renaturacijo vodotokov ponovno vzpostavimo njihove ekosistemske funkcije, jim dodamo doživljajsko vrednost in izboljšamo kakovost lokalnega okolja.

Slika 65: Primerjava kanaliziranega in revitaliziranega vodotoka.

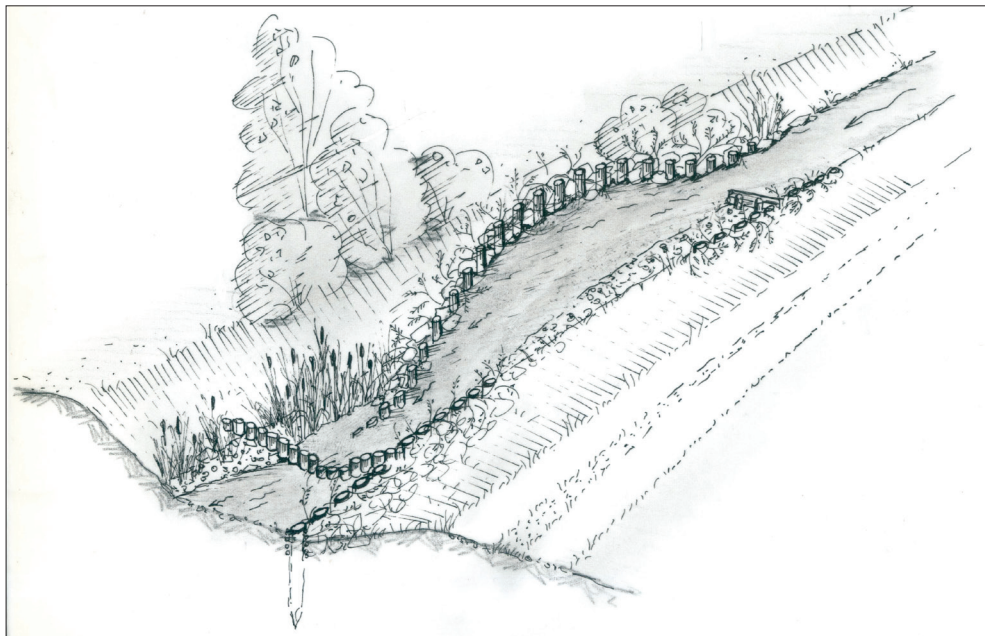


Vir: Arhiv LIMNOS d.o.o.

Umetne zajede

Zalivi, razširitve, zajede in podobne strukture so namenjene popestritvi habitatne strukture vodotoka, zmanjševanju poplavne vode ter kot zatočišče za ribe v času visokih voda, saj je tu vodni tok počasnejši. Zalivi so običajno polkrožne razširitve struge, ki popestrijo naklon brežin trapezoidnih kanaliziranih vodotokov. Med drugim omogočajo tudi bolj raznoliko vegetacijo. Na drugi strani zaliva lahko s položnimi mesti, prodišči in plitvinami zagotovimo dostop človeku in živalim do vode.

Slika 66: Skica zajede.



Vir: Arhiv LIMNOS d.o.o.

Slika 67:

Zajeda.



(foto: Arhiv LIMNOS d.o.o.)

Z umetno zajedo dodatno popestrimo strugo, saj je v tolmunu voda globlja in mirnejša kot v plitvejših delih s hitrejšim tokom. Na ta način zagotovimo tudi delno meandriranje vodnega toka.

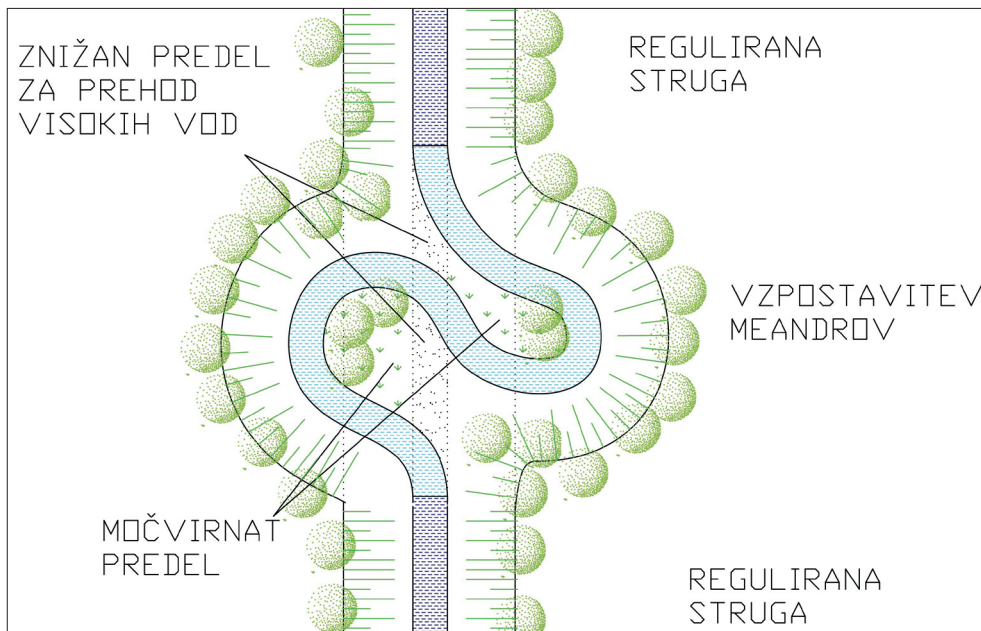
Meandriranje

Kjer teče voda po pokrajini z majhnim naklonom, je najnaravnejša oblika poteka vodotoka meander. Vodotok si z meandri podaljša pot, zmanjša padec, upočasni se tok vode, poveča se globina vode in količina vode v pokrajini ter podtalnici. Povečan zadrževalni čas omogoča tudi boljše čiščenje vode, saj je ta dlje časa v stiku z nosilci čiščenja (mikroorganizmi, rastline). Pri meandrirajoči strugi se poveča oziroma podaljša tudi obrežni pas, ki je ekosistemsko bogat del pokrajine s pomembnimi biodiverzitetnimi in samočistilnimi funkcijami. Povečana površina stika med vodo in prstjo povzroči efekt, podoben gobi: voda se počasi izceja iz pokrajine in poveča nizke poletne pretoke. Meandrirajoči vodni tok ima tudi manjšo moč vode in s tem manjšo transportno moč.

Rekonstrukcija meandrov na degradiranih vodotokih je večkrat otežena, bodisi zato, ker je degradirana struga preveč poglabljena, ali ker za vijuganje potoka ni ustreznega prostora ob strugi, saj je ta ob melioracijah prešel v kmetijsko rabo ali bil uporabljen za gradbene in druge infrastrukturne namene (npr. ceste).

Poleg prej opisanih funkcij lahko z vzpostavitvijo meandrov ustvarimo tudi nove habitate in popestrimo okolje ter doživljajsko vrednost vodotoka.

Slika 68: Skica meandra.



Vir: Arhiv LIMNOS d.o.o.

Pragovi

Pragovi so razmeroma preprosta in cenovno ugodna tehnika za povečanje samočistilne sposobnosti in razgibanosti vodotoka. Za njihovo postavitev ne potrebujemo dodatnega prostora. Pragovi povečajo zadrževanje vode gorvodno in omogočajo dobro prezračevanje vode, kar pospeši mikrobno razgradnjo organskih snovi ter oksidacijo amonija in nitrita. Pri prehodu čez prag se vodni tok zoži, pospeši in skoncentrira; voda se premeša in navzame kisika. Pod pragom se ustvari manjši tolmun, če to omogoča posteljnica dna.

Glavne funkcije pragov so:

- povečanje samočistilne sposobnosti vodotoka,
- oksidiranje vode,
- zmanjšanje vodne energije in potenciala za erozijo,
- kombinacija tolmunov in pragov poveča število habitatov,
- dvig nivoja nizkih voda,
- utrjevanje posteljnice dna in ustavljanje poglobljanja vodotoka.

Poleg tega pragovi, enako kot ostali ERM ukrepi, poživijo strugo in povečajo njeno doživljajsko vrednost. Še posebej priljubljen učinek pragov je ponovno žuborenje vode, ki se pri monotonih kanaliziranih strugah ne pojavlja.

Slika 69:

Prag.

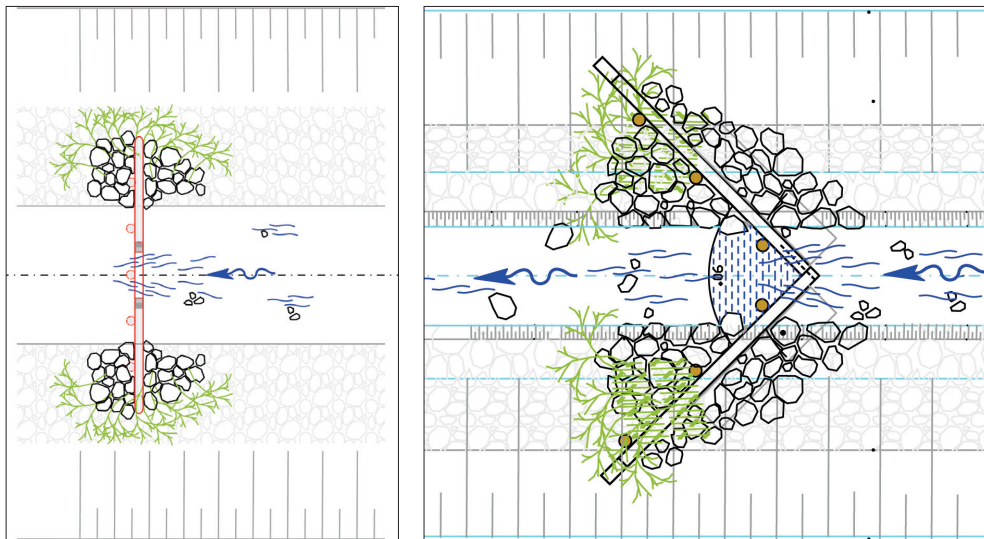


(foto: Arhiv LIMNOS d.o.o.)

Prag je zasnovan kot prečni objekt z višino preliva do nekaj 10 cm, kar povzroči lokalno zaježbo pri nizkih in srednjih vodah. Pred pragom imamo zaradi hitrejšega vodnega toka lokalno poglobitev do nekaj 10 cm. Na mestu zaježitve je potrebno zasaditi vegetacijo, ki bo senčila stoječo vodo in tako preprečila segrevanje, evtrofikacijo in razrast makrofytov, ki bi predčasno zapolnili zaježitev.

Nizke pragove izvedemo z uporabo lesa, kamna ali kombinacije obeh. Pri izvedbi moramo biti pozorni na vodotesnost pragu. Vodotesnost zagotovimo s tesno priliegajočimi se lesenimi elementi ali s filcem, ki se kmalu zamulji in zadrži vodo.

Slika 70: Sheme pragov različnih oblik.



Vir: Arhiv LIMNOS d.o.o.

Pragovi so različnih oblik. Položaj osi preлива je lahko glede na vodni tok pravokoten, poševen, vzporeden (bočni preliv) ali sestavljen (npr. V-prag). Zaradi koncentracije nizkih pretokov imajo ponavadi del prelivne krone znižan. Mesto koncentriranega preлива lahko na delih ravne struge, kjer imamo več zaporednih pragov, izmenično postavimo na levi in desni breg, da dobimo vijugajočo matico vodnega toka.

Mokrišča/poplavne ravnice

Ob strugi lahko, v kolikor nam dopušča prostor, vzpostavimo manjša mokrišča ali poplavne ravnice. Predvsem je primerno, če postavimo mokrišče ob dotoku vode, naj bo to melioracijski kanal, manjši potok ali pa drenaža s cest in drugih urbanih površin. Na takšnih lokacijah mokrišča pomembno prispevajo k zmanjšanju vnosa hranil in drugih onesnažil s kmetijskih in urbanih površin. Mokrišče je torej raven nižinski del, ki ima ob srednjem pretoku talno vodo tik pod površjem. Substrat, iz katerega je zgrajen, naj ima dovolj veliko hitrost filtracije vode. Tak objekt služi kot manjša rastlinska čistilna naprava, nudi različne habitate, hidrološko pa deluje kot vodni rezervoar in manjši razbremenilnik poplavnega vala ob visokih vodah. Ker je substrat, iz katerega je mokrišče narejeno, manjših frakcij in torej podvržen eroziji, ga je potrebno ob robovih zaščititi pred neposrednim vodnim tokom. Lokacija mokrišč je lahko tudi izven struge, to je na poti poplavnih voda, na notranji strani meandrov.

Ob nizkem vodostaju so poplavne ravnice suhe. Poplavne ravnice lahko vključujejo nekoliko nižje predele, kjer se površinska voda zadržuje dlje časa in ustvarja manjše mokrišče. Poleg zadrževanja vode in zmanjševanja poplavnega vala imajo poplavne ravnice pomemben prispevek k čiščenju vode. Zaradi povečanega zadrževalnega časa ter pestre združbe rastlin in živali lahko tu potekajo biološki ter fizikalno-kemijski procesi razgradnje in pretvorbe organskih snovi, hranil in drugih onesažil.

Poplavna ravnica mora biti oblikovana tako, da omogoča dotok vode na ravnico v času povišanega vodostaja. V ta namen so lahko določeni odseki brežine med strugo in poplavno ravnico nižani in oblikovani v dotočne kanale. Poplavne ravnice se običajno oblikujejo na predelih, kjer vodotok občasno poplavlja, pogostost poplavljanja na izbranem odseku pa se poveča z znižanjem terena poplavne ravnice. S povečanjem frekvence poplavljanja na izbranih odsekih, oziroma oblikovanih poplavnih ravnica, se zmanjša obseg in pogostost poplavljanja na predelih dolvodno.

Slika 71: Shematski prikaz poplavne ravnice (razmejuje jo vegetacija, označena z zelenimi krogi) ob kanaliziranem potoku (zeleni liniji).



Zasaditev obrežne vegetacije

Poleg objektov v strugi vodotoka ter ukrepov preoblikovanja struge, predstavlja pomemben del revitalizacije tudi ustrezna zasaditev brežin vodotoka. Pas vegetacije ob vodotoku služi kot prehod med vodnimi in kopenskimi ekosistemi in je bistvenega pomena za ekološko zdravje vodnega telesa. Nudi zaščito pred netočkovnim onesnaženjem vodotoka, kot je na primer kmetijstvo, osenčuje vodotok, kar pomembno omejuje rast alg, je vir detritusa, varuje brežine pred erozijo in nudi življenjski prostor mnogim živalskim vrstam. Korenine utrdijo brežine, nadzemni deli vegetacije pa zmanjšajo prevodnost struge ob visokih vodah in delujejo kot sito, na katerem se nabira plavje, kar je potrebno upoštevati v hidroloških izračunih. Praviloma imajo vegetacijski pasovi večji pozitiven vpliv na manjše vodotoke v gornjem delu toka kot na večje vodotoke v nižinah. Manjši vodotoki so namreč bolj občutljivi na bočni površinski dotok, saj imajo manjše razmerje med vodnim telesom in obrežjem.

Eden on pogostih načinov zasadnje, katerega glavni namen je stabilizacija brežin, so vrbovi popleti. To je plast prepletenih živih vej na brežini, ki je na dnu ponavadi utrjena s kamenjem in fašinami. Poplet nemudoma upočasni vodni tok ob brežinah in začne zadrževati sedimente ter tako prispeva k čiščenju vode. Skupaj s poganjajočimi rastlinami in koreninami se razvije močna zaščita pred erozijo. Poplet nudi dodaten habitat pticam, insektom in malim sesalcem. Služi tudi kot zaščita pred netočkovnim onesnaženjem, saj zadrži sedimente.



(foto: Arhiv LIMNOS d.o.o.)

Slika 72:

Vrbov poplet.

Sklep

Z namenom zagotavljanja poplavne varnosti, pridobivanja kmetijskih in gradbenih površin ter za zaščito infrastrukture so bili številni vodotoki na območju mestne občine Ljubljana močno spremenjeni. Enosmerni posegi za zagotavljanje zgolj enega cilja so onemogočili potek ekosistemskih funkcij vodnega telesa, kot so samočistilna sposobnost, zadrževanje vode in zagotavljanje habitatov. Številni vodotoki, oziroma njihovi odseki, so vkleščeni v betonska korita, brežine pa so povsem pozidane. V takih primerih so ukrepi revitalizacij usmerjeni v obstoječo strugo. Že z manjšimi posegi, kot so odbijači toka in pragovi, lahko vodotoku povrnemo nekaj osnovnih funkcij. Kjer pa je ob vodotoku na voljo več prostora, so za revitalizacijo smiselni večji ukrepi, kot so vzpostavljanje meandrov, nadomestitev betonskega kanala z novo, sonaravno urejeno strugo, bočne zajede ipd.

Za zmanjševanje poplav na območju mestne občine je predvsem pomembno ohranjanje obstoječih in vzpostavljanje novih poplavnih ravníc. Pomembno je strogo preprečevanje novogradenj na poplavnih ravníc, priporočamo pa tudi izogib pozidavi celotne doline, saj s tem izgubimo na kakovosti bivalnega okolja ter izgubimo prostor za zadrževanje voda. S človekovimi posegi v prostor se je potrebno prilagajati vodotoku in ne obratno. Revitalizacij malih vodotokov na območju mestne občine Ljubljana za zmanjševanje poplavne ogroženosti se je zaradi velikega števila malih vodotokov potrebno lotiti celostno in na več porečjih hkrati, s čimer se lahko dosežejo najboljši rezultati.