



Zagotavljanje funkcionalnosti na naravi temelječih (sonaravnih) rešitev

izr. prof. dr. Simon Rusjan, univ. dipl. inž. VKI



Izzivi urejanja voda ob vključevanju na naravi temelječih rešitev

Ljubljana, 19. junij 2024

Sonaravno urejanje vodotokov

Definicija:

Sinteza med **umetnim** (hidrotehnične ureditve brežin in stabilizacija dna/brežin strug vodotokov, določitev fiksnih elementov struge, ki zagotavljajo varnost pred škodljivim delovanjem voda) in **naravnim** (vodotoku dopustimo, da sam oblikuje strugo).

Cilji:

→ Ohranjanje vodnih in obvodnih površin – zagotovitev ***prostora za vodo***.

→ Opuščanje uporabe umetnih gradiv, spodbujanje uporabe naravnih gradiv (kamen, les), živega in odmrlega rastlinskega materiala – kjer je to z vidika ***rabe obdajajočega prostora*** in ***hidravličnih razmer*** sprejemljivo.

Različni vidiki funkcionalnosti sonaravnega urejanja vodotokov:



Območje izvajanja sonaravnih ureditev vodotoka – rečni koridor

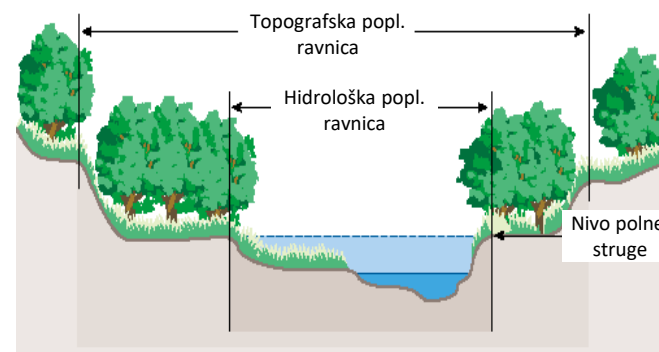
→ Struga vodotoka

→ Poplavna ravnica

- Hidrološka poplavna ravnica (polna struga)
- Topografska poplavna ravnica

→ Prehodni zunanji rob

- Robni habitat (ekoton)



Vloga hidromorfoloških strukturnih elementov struge vodotoka

→ Tlorisni potek strug vodotokov

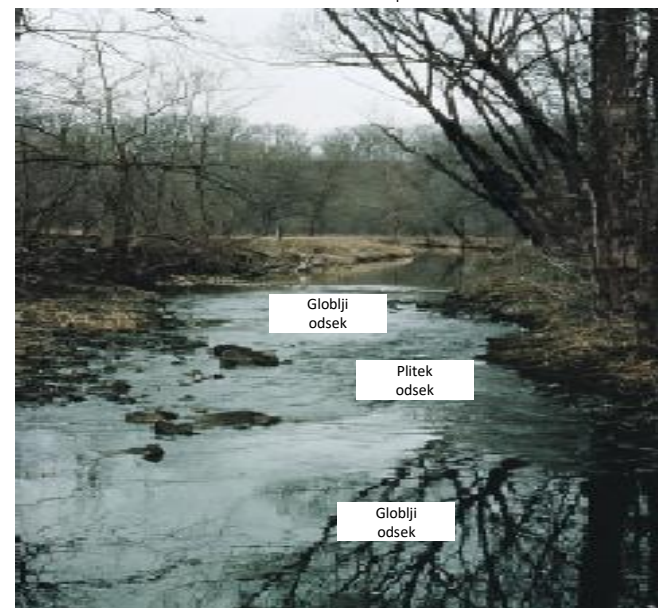
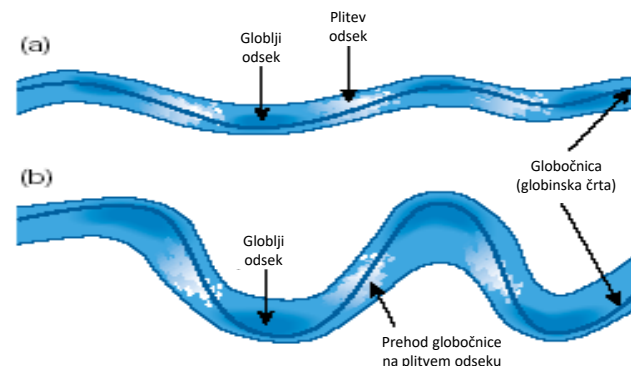
- Nestabilnost ravnih rečnih odsekov
- Izmenjujoči plitki in globlji odseki

→ Plitki odseki (vodne brazde, brzice, pragovi, drče)

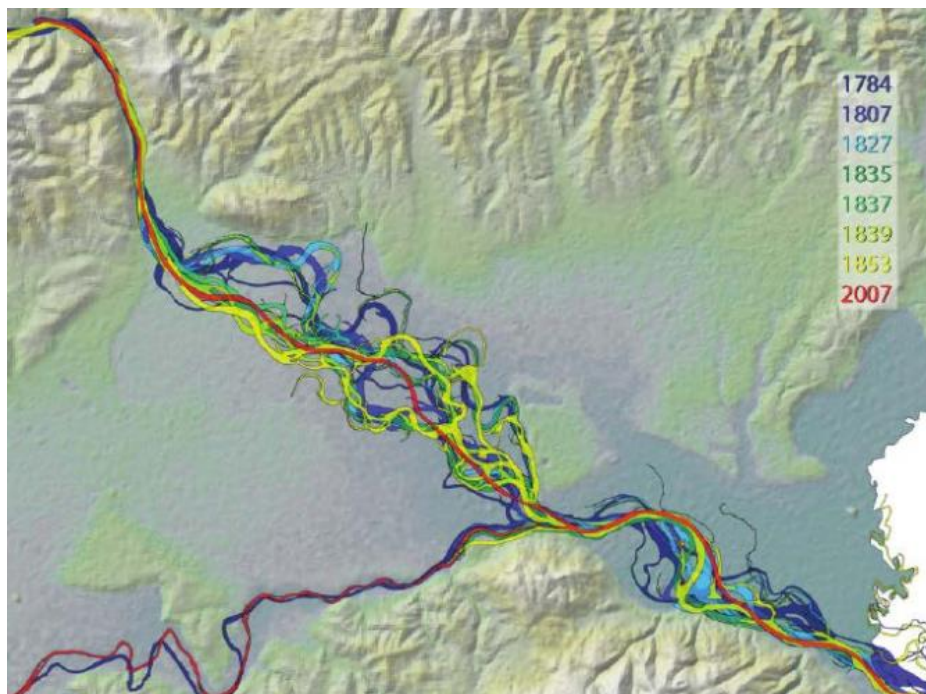
- Pospešen in razgiban vodni tok
- Bolj groba zrna plavin na dnu struge
- Intenzivnejše prezračevanje vode

→ Globlji odseki (tolmuni)

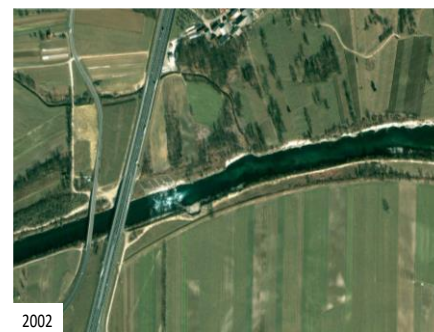
- Upočasnjen vodnega toka
- Drobnejša zrna plavin na dnu struge
- Omogočena razrast vodnega rastlinja
- Nižje koncentracije raztopljenega kisika



Spremenljivost tlorisnih potekov strug vodotokov



Struga reke Save dolvodno od Krškega do državne meje s Hrvaško (ZVKDS, 2008)



2002



2009



2011



2013

Inženirsko-biološke metode stabilizacije rečnih strug

Prednosti:

- Uporaba lokalno razpoložljivih naravnih gradiv
- Hitrost vgradnje?
- Manjši stroški gradnje?
- **Večfunkcionalnost** (hidrotehnična, ekološka, krajinska vloga)

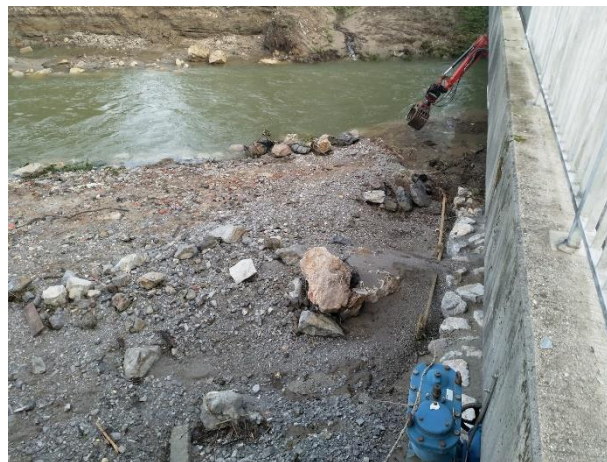
Slabosti:

- Geotehnična in hidrotehnična znanja niso dovolj (biologija, pedologija, botanika)
- **Popolno funkcijo prevzamejo šele po določenem času!**
- **Poseben režim vzdrževanja!**

Konstruktivni material	Strižna napetost (N/m ²) takoj po vgradnji	Strižna napetost (N/m ²) po 3-4 letih
Travnata ruša	10	100
Trstičje	5	30
Žive fašine	60	80
Vrbov poplet	50	300
Kamnomet z živimi potaknjenci	200	300
Kamnit zid	600	600

(Schiechl in Stern, 1997; NCHRP, 2005)

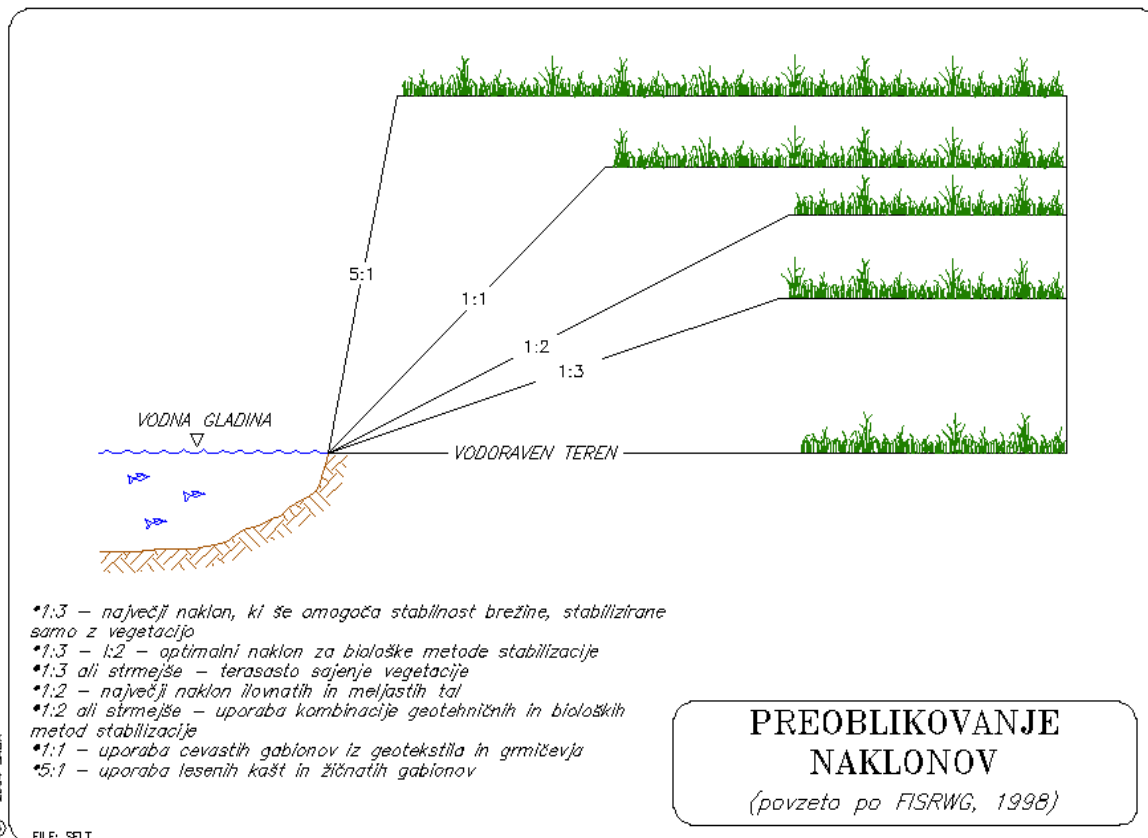
Posledice velikih pretočnih hitrosti in strižnih napetosti vodnega toka:



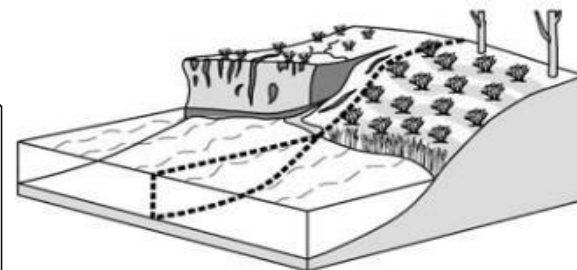
Izzivi urejanja voda ob vključevanju na naravi temelječih rešitev

Ljubljana, 19. junij 2024

Priporočeni nakloni brežin za izvedbo inženirsko-bioloških metod:



**PREOBLIKOVANJE
NAKLONOV**
(povzeta po FISRWG, 1998)



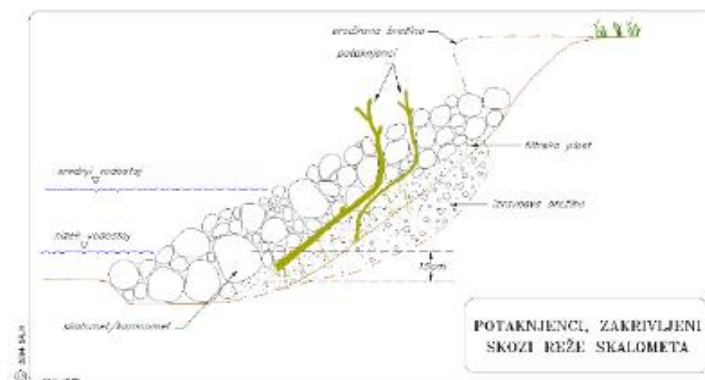
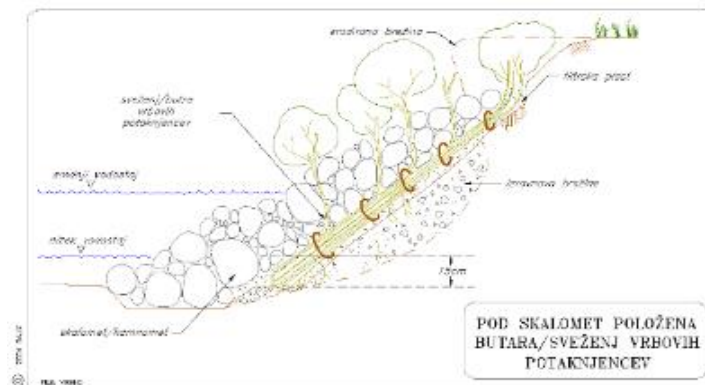
Kamnito obrežno zavarovanje v kombinaciji s potaknjenci

→ Zasaditev potaknjencev v reže med skalami, kamni, nakloni brežin do 2:3.

→ Skalomet/kamnomet skrbi za varovanje območja pete brežine pred erozijo vodnega toka, z razraščanjem potaknjencev se poveča stabilnost celotne brežine.

→ Na izpostavljenih delih vrzeli med posameznimi kamni čim ožje, vsake 0,3 do 0,5 m skozi predvidene večje vrzeli v kamnito utrditev zasaditev živih potaknjencev.

→ Izbor primerne vrste potaknjencev –intenzivna razrast koreninskega sistema lahko povzroči destabilizacijo kamnite utrditve.



(NCHRP, 2005)



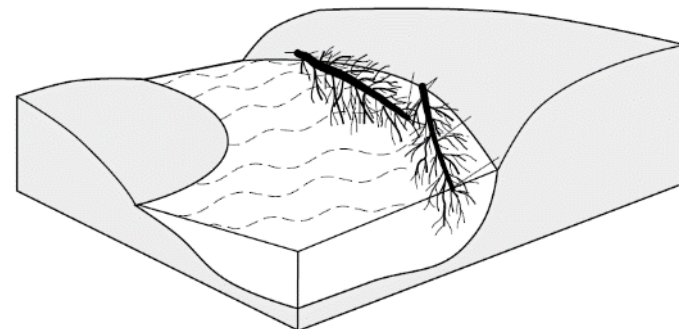
Zaščita z neobdelanim („kosmatim“) lesom

→ Lokalna upočasnitev vodnega toka in preprečevanje zajedanja vodnega toka v brežino.

→ Ureditvev je primerna za brežine do višine pribl. 3 m in hitrosti vodnega toka do 1.80 m/s.

→ Problematična pritrditev velikih drevesnih delov na brežino.

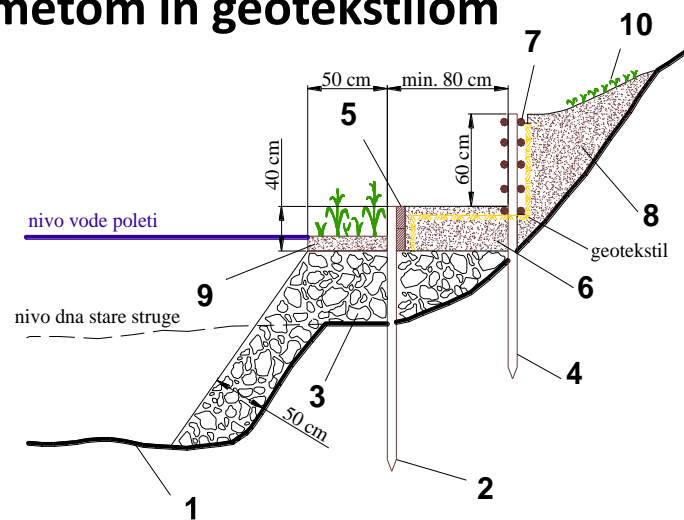
→ Z ureditvijo priporočljivo zasesti največ 15 % proste površine celotne rečne struge, metoda neprimerna za hudourniške vodotoke in vodotoke z ožjo strugo.



(NCHRP, 2005)

Živi vrbovi potaknjenci v kombinaciji s kamnometom in geotekstilom

- 1) Poglobitev dna do predvidene globine erozijskega tolmana.
- 2) Prva linija opornih lesenih kolov.
- 3) Zaščita peta brežine s 50 cm debelo plastjo kamnitega nasutja (kamnomet).
- 4) Druga linija opornih kolov.
- 5) Deske za prvo linijo opornih kolov.
- 6) Nasutje zemljine in vgradnja geotekstilne mreže na nasuto zemljino.
- 7) Preplet iz vrbovega šibja in potaknjencev okoli druge linije lesenih opornih kolov.
- 8) Nasutje zemljine za drugo linijo opornih lesenih kolov in vgradnja geotekstilne mreže.
- 9) Prekritje kamnitega nasutja z zatravitvenimi paletami iz jute, napolnjenimi z mešanico prsti in semen obvodnih trav ter trstičja, pritrditev z lesenimi količki.
- 10) Zatravitev nasutja brežine.



(RRC, 2012)

Vzdrževanje sonaravno urejenih rečnih odsekov

- Program vzdrževanja sestavni del načrta izvedbe sonaravnih ureditev.
- Poudarek na uporabi “*blagih*” metod vzdrževanja struge in obrežnega vegetacijskega pasu.
- Selektivno redčenje zarasti v strugah.
- Odstranitev in zamenjava odmrlih potaknjencev in odmrle vegetacije.
- Pravilna časovna razporeditev vzdrževalnih del.
- Ohranjanje raznovrstne strukture plavin na dnu struge.



Vpliv neprimerne vzdrževanja sonaravno urejene rečnega odseka na hidravlično prevodnost struge

→ Regulacija struge Želimeljščice v sklopu osuševanja Ljubljanskega barja (1974): širina dna 5 m, naklon brežin 1:3, enakomeren padec dna

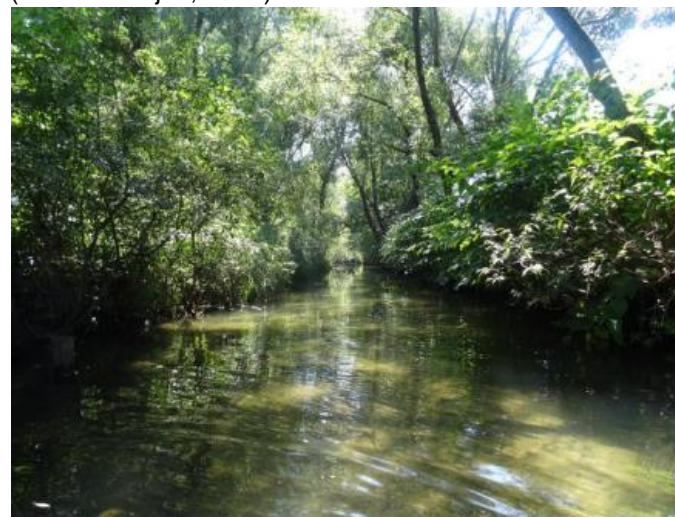
→ Dodatna protipoplavna regulacija struge (1985).

→ Poskus sonaravna ureditev struge Želimeljščice leta 1991.

→ Vgradnja 7 kamnitih pragov višine do 1 m.



(Foto: A. Bizjak, 1991)



(Foto: P. Piltaver, 2015)

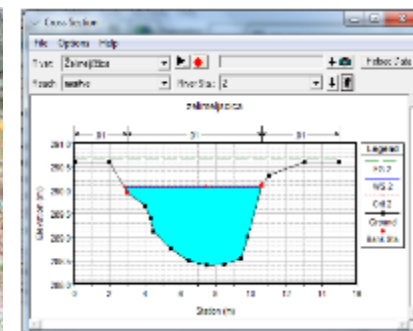
Sprememba hidravlične prevodnosti struge zaradi nekontroliranega razraščanja obrežne vegetacije

→ Sprememba koeficienta hrapavosti v času nizkih vodostajev: načrtovano (1974) 0.03; umerjeno (2015) 0.05 – 0.06.

→ Površine prečnih prerezov struge so se zaradi vpliva odlaganja plavin zmanjšale za povprečno več kot 40%.

→ Hidravlična prevodnost struge se je v 30 letih zmanjšala do 80%.

→ Pribl. 60% zmanjšanje hidravlične prevodnosti kot posledica spremenjene geometrije struge.



Sonaravno urejanje vodotokov v urbanem okolju

→ Utesnjenost vodnega telesa v urbanem okolju

→ Reguliran vodotok zgolj kot „odvečni“ arhitekturni element urbanih površin.

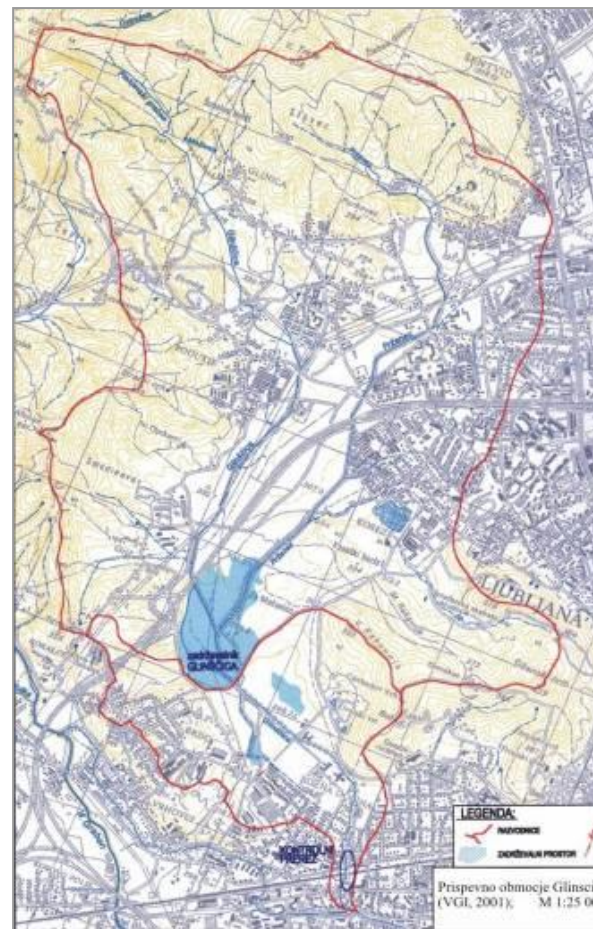
→ Monotona geometrijska oblikovanost prečnega prereza struge

→ Odsotnost strukturnih elementov struge

→ Vodotok obravnavan zgolj kot odvodnik za komunalno odpadno in padavinsko vodo



Primer potoka Glinščica



Izzivi urejanja voda ob vključevanju na naravi temelječih rešitev

Ljubljana, 19. junij 2024

Primerjava naravne in regulirane struge



Izzivi urejanja voda ob vključevanju na naravi temelječih rešitev

Ljubljana, 19. junij 2024



Hvala za vašo pozornost!