

Poročilo o delu Inštituta za vode Republike Slovenije za leto 2012

PROGRAMSKI SKLOP: I. SKUPNA EU POLITIKA DO
VODA

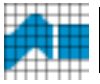
PROJEKT: **I/1/2 EKOLOŠKO STANJE**

NALOGA: I/1/2/1 Vrednotenje ekološkega stanja rek
Metodologija vrednotenja ekološkega stanja s podpornimi
hidromorfološki elementi za vrednotenje hidromorfološke
spremenjenosti rek po sistemu SIHM

Nosilec naloge:

Dr. Gorazd Urbanič, univ. dipl. biol.

Ljubljana, december 2012



PROGRAM: Program dela IzVRS za leto 2012

Poročilo o delu za leto 2012

NASLOV NALOGE: Vrednotenje ekološkega stanja rek
Metodologija vrednotenja ekološkega stanja s
podpornimi hidromorfološki elementi za
vrednotenje hidromorfološke spremenjenosti
rek po sistemu SIHM

ŠIFRA NALOGE: I/1/2/1
NAROČNIK: REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR
IZVAJALEC: INŠTITUT ZA VODE REPUBLIKE SLOVENIJE
Hajdrihova 28c
1000, Ljubljana

NOSILEC NALOGE: doc. dr. Gorazd Urbanič, univ. dipl. biol.

AVTOR(JI): doc. dr. Gorazd Urbanič, univ. dipl. biol.
Vesna Petkovska, univ. dipl. biol.
dr. Branka Tavzes, univ. dipl. biol. (MKO)

DIREKTOR IZVRS Jernej Prevc

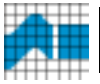
(žig)

KRAJ IN DATUM: LJUBLJANA, december 2012



KAZALO VSEBINE

KAZALO VSEBINE	I
KAZALO SLIK	II
KAZALO PREGLEDNIC.....	III
POVZETEK	1
1 UVOD	2
2 VREDNOTENJE HIDROMORFOLOŠKE KAKOVOSTI IN SPREMENJENOSTI TEKOČIH VODA.....	3
2.1 Popis morfoloških lastnosti odsekov rek po sistemu RHS.....	3
2.2 Izračun spremenljivk in hidromorfoloških indeksov po sistemu SIHM	6
2.2.1 VREDNOSTI KATEGORIJ SPREMENLJIVK ZA IZRAČUN MORFOLOŠKIH INDEKSOV	6
2.2.2 INDEKS KAKOVOSTI REČNIH HABITATOV (RHQ)	13
2.2.3 INDEKS SPREMENJENOSTI REČNIH HABITATOV (RHM)	15
2.2.4 INDEKS HIDROLOŠKE SPREMENJENOSTI (HLM)	17
2.2.5 INDEKS HIDROMORFOLOŠKE SPREMENJENOSTI (HMM)	19
2.2.6 INDEKS HIDROMORFOLOŠKE KAKOVOSTI IN SPREMENJENOSTI (HQM).....	19
2.3 Vrednotenje hidromorfološke kakovosti in spremenjenosti tekočih voda v Sloveniji	21
2.3.1 EKOLOŠKI TIPI REK V SLOVENIJI	21
2.3.2 ZA TIP ZNAČILNE HIDROMORFOLOŠKE RAZMERE	21
2.3.3 MEJNE VREDNOSTI INDEKSOV ZA VREDNOTENJE HIDROMORFOLOŠKE KAKOVOSTI IN SPREMENJENOSTI TEKOČIH VODA V SLOVENIJI	25
3 RAZPRAVA	27
4 VIRI.....	29



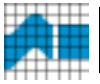
KAZALO SLIK

Slika 1. Območja vrednotenja morfoloških lastnosti reke (spremenjeno po Urbanič in Toman, 2003).....	3
Slika 2. Del popisnega območja za RHS (spremenjeno po Krušnik in sod., 2001)	4
Slika 3. Bioregije in tipi rek v Sloveniji (Urbanič, 2011a, b).....	21
Slika 4. Razvrščanje vodnih teles površinskih voda z biološkimi in podpornimi fizikalno-kemijskimi in hidromorfološkimi elementi kakovosti.	22
Slika 5. Hidromorfološki (SIHM) tipi rek v Sloveniji.	24



KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1. Seznam popisanih morfoloških lastnosti, sprememb ali značilnosti, upoštevanih v izračunu indeksov po sistemu SIHM in razdeljenih glede na vrsto popisa. PT – popisne točke, ZP – zbirni podatki za 500 m.	5
Preglednica 2. Vrednosti kategorij spremenljivke naravni material brega (bnm, enačba 2) 6	6
Preglednica 3. Vrednosti kategorij spremenljivke umetni material brega (bam, enačba 8) 7	7
Preglednica 4. Vrednosti kategorij spremenljivke spremembe bregov (bm, enačba 8).....	7
Preglednica 5. Vrednosti kategorij spremenljivke značilnosti brega (bf, enačba 2)	7
Preglednica 6. Vrednosti kategorij spremenljivke naravni substrat struge (cnm, enačba 3)8	8
Preglednica 7. Vrednosti kategorij spremenljivke tipi tokov na popisnih točkah (cft, enačba 3)	8
Preglednica 8. Vrednosti kategorij spremenljivke spremembe struge (cm, enačba 9).....	8
Preglednica 9. Vrednosti kategorij spremenljivke značilnosti struge (ct, enačba 3).....	9
Preglednica 10. Vrednosti kategorij spremenljivke raba zemljišča (rl, enačba 4 & lu, enačba 5)	9
Preglednica 11. Vrednosti kategorij spremenljivk struktura vegetacije vrha brega (btv, enačba 1) in struktura vegetacije površine brega (bfv, enačba 2)	9
Preglednica 12. Vrednosti kategorij spremenljivke tipi vegetacije v strugi (cv, enačba 3) 10	10
Preglednica 13. Vrednosti kategorij spremenljivke naravni profili bregov (bn, enačba 2) .10	10
Preglednica 14. Vrednosti kategorij spremenljivke umetni profili bregov (ba, enačba 8)..10	10
Preglednica 15. Vrednosti kategorij spremenljivke sklenjenost krošenj (rt, enačba 4)	11
Preglednica 16. Spremenljivke, pri katerih se beleži stopnja prisotnosti posameznih kategorij (* - stopnja prisotnosti lahko le 1 ali 0).....	11
Preglednica 17. Skupine spremenljivk in spremenljivke za vrednotenje morfoloških značilnosti delov ocenjevanega odseka tekoče vode	12
Preglednica 18. Sistem razvrščanja indeksa hidrološke spremenjenosti (HLM) za tri velikostne razrede zaježitve s spodnjo in zgornjo mejo razpona HLM (lb, ub) pri spodnji in zgornji meji oddaljenosti od pregrade (lbd, ubd)	18
Preglednica 19. Opis treh velikostnih razredov zaježitve z zgornjo in spodnjo mejo (ub, lb) indeksa hidrološke spremenjenosti (HLM).....	18
Preglednica 20. Izračun uteži za morfološki (w) in hidrološki del (1-w) indeksa hidromorfološke spremenjenosti (HMM) in indeksa hidromorfološke kakovosti in spremenjenosti (HQM) glede na razliko razredov med morfološkim delom (M) in hidrološkim delom (H)	20
Preglednica 21. Pripadnost ekološkega tipa reke hidromorfološkemu (SIHM) tipu reke (* - ekološkemu tipu reke še ni bil določen hidromorfološki tip reke).....	23
Preglednica 22. Za hidromorfološki (SIHM) tip reke značilne hidromorfološke vrednosti in spodnje meje za indeksa RHQ in RHM.....	25



Preglednica 23. Sistem razvrščanja odsekov vodotokov v razrede hidromorfološke (SIHM) spremenjenosti glede na hidromorfološke indekse sistema SIHM (RHQ, RHM, HLM, HMM in HQM) in opis hidromorfološke spremenjenosti in stanja.	26
---	----



POVZETEK

Hidromorfološki elementi kakovosti so eden od podpornih elementov za vrednotenje ekološkega stanja v skladu z Vodno direktivo (Direktiva 2000/60/ES). Za razvrščanje vodnih teles jih uporabimo, ko z biološkimi in podpornimi fizikalno-kemijskimi elementi ugotovimo zelo dobro stanje. Torej, s podpornimi hidromorfološki elementi preverimo, ali hidromorfološke razmere ustrezajo zelo dobremu stanju ali ne. Slovenski hidromorfološki sistem (sistem SIHM) ima izhodišče v metodi Sistem rečnih habitatov (RHS), ki je bila nadgrajena. Sistem SIHM sestavlja pet hidromorfoloških indeksov, ki naslavljajo morfološke značilnosti (indeks kakovosti rečnih habitatov - RHQ, indeks spremenjenosti rečnih habitatov - RHM), hidrološke značilnosti (indeks hidrološke spremenjenosti - HLM) in kombinacije le teh – hidromorfološke značilnosti odseka vodotoka (indeks hidromorfološke spremenjenosti - HMM, indeks hidromorfološke kakovosti in spremenjenosti - HQM). Z njimi vrednotimo spremenjenost odsekov vodotokov zaradi različnih sprememb v hidromorfoloških značilnostih vodotoka. Vsak indeks ima določenih pet razredov hidromorfološke spremenjenosti. Indeks RHQ ima določene za tip značilne hidromorfološke razmere in upošteva naravno pestrost rečnih habitatov. Od 74 ekoloških tipov rek smo jih 67 že uvrstili v hidromorfološki (SIHM) tip, manjkajo pa še nekateri ekološki tipi, za katere še nimamo razvitega sistema vrednotenja ekološkega stanja po modulu hidromorfološka spremenjenost/splošna degradiranost z bentoškimi nevretenčarji. S kombinacijo indeksov RHQ, RHM in HLM dobimo indeks HQM. Z indeksom HQM najbolj celovito ovrednotimo hidromorfološko spremenjenost odseka vodotoka, zato predlagamo, da se uporabi kot podporni element za vrednotenje ekološkega stanja rek. Indeks HQM je bil v razvoju sistema vrednotenja ekološkega stanja uporabljen za določitev gradienta hidromorfološke obremenitve. Uporabili smo ga pri razvoju indeksa za vrednotenje vpliva hidromorfološke spremenjenosti na združbe bentoških nevretenčarjev (indeks SMEIH), ki ga uporabljamo za vrednotenje ekološkega stanja rek. Tudi zaradi tega menimo, da je indeks HQM primeren za podporo vrednotenju ekološkega stanja. V tem delu so zbrana vsa navodila za terenski popis, značilne hidromorfološke vrednosti in postopek izračuna hidromorfoloških indeksov z določitvijo razreda hidromorfološke spremenjenosti, izdelana pa je tudi karta hidromorfoloških (SIHM) tipov.



1 UVOD

V skladu z Vodno direktivo (Direktiva 2000/60/EC) je del upravljanja voda tudi nov pristop vrednotenja kakovosti voda – vrednotenje kemijskega in ekološkega stanja. Vrednotenje ekološkega stanja je osnovano na za tip vodnega telesa značilnih referenčnih (bioloških) razmerah. Biološki elementi kakovosti so osnova vrednotenja ekološkega stanja s podporo hidromorfoloških in fizikalno-kemijskih elementov kakovosti. V Sloveniji je z letom 2009 stopila v veljavo Uredba o stanju površinskih voda (Uradni list RS, 14/09), ki v skladu z Vodno direktivo določa merila in okoljske standarde kakovosti za ugotavljanje kemijskega in ekološkega stanja voda. Z Uredbo o stanju površinskih voda (Uradni list RS, 14/09) so določeni tudi podporni hidromorfološki elementi kakovosti, ki obsegajo vodni režim (količino in dinamiko vodnega toka, povezavo s podtalnico), pretočnost reke in morfološke razmere (spreminjanje globine in širine reke, strukturo in substrat rečne struge ter strukturo obrežnega pasu).

Naloga vsake države članice je razviti sistem za podporo vrednotenju ekološkega stanja rek na podlagi podpornih hidromorfoloških elementov ter določiti hidromorfološke razmere, ki ustrezajo zelo dobremu ekološkemu stanju in skoraj povsem odražajo naravne razmere.

Namen te naloge je bil:

- Pregled metodologije popisa hidromorfoloških lastnosti, ovrednotenja hidromorfoloških lastnosti ter izračuna hidromorfoloških indeksov.
- Določitev mejnih vrednosti med razredi hidromorfološke spremenjenosti rek kot podpora vrednotenju ekološkega stanja s podpornimi hidromorfološkimi elementi kakovosti.



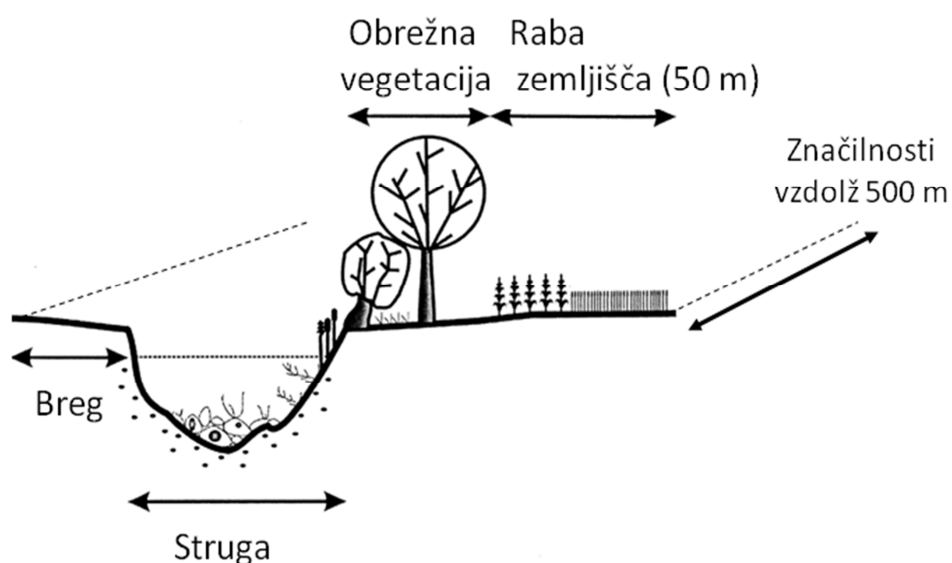
2 VREDNOTENJE HIDROMORFOLOŠKE KAKOVOSTI IN SPREMENJENOSTI TEKOČIH VODA

Vodna direktiva (Direktiva 2000/60/EC) predvideva, da se pri podpori vrednotenja ekološkega stanja s podpornimi hidromorfološkimi elementi upošteva vodni režim (količino in dinamiko vodnega toka, povezavo s podtalnico), pretočnost reke in morfološke razmere (spreminjanje globine in širine reke, strukturo in substrat rečne struge ter strukturo obrežnega pasu).

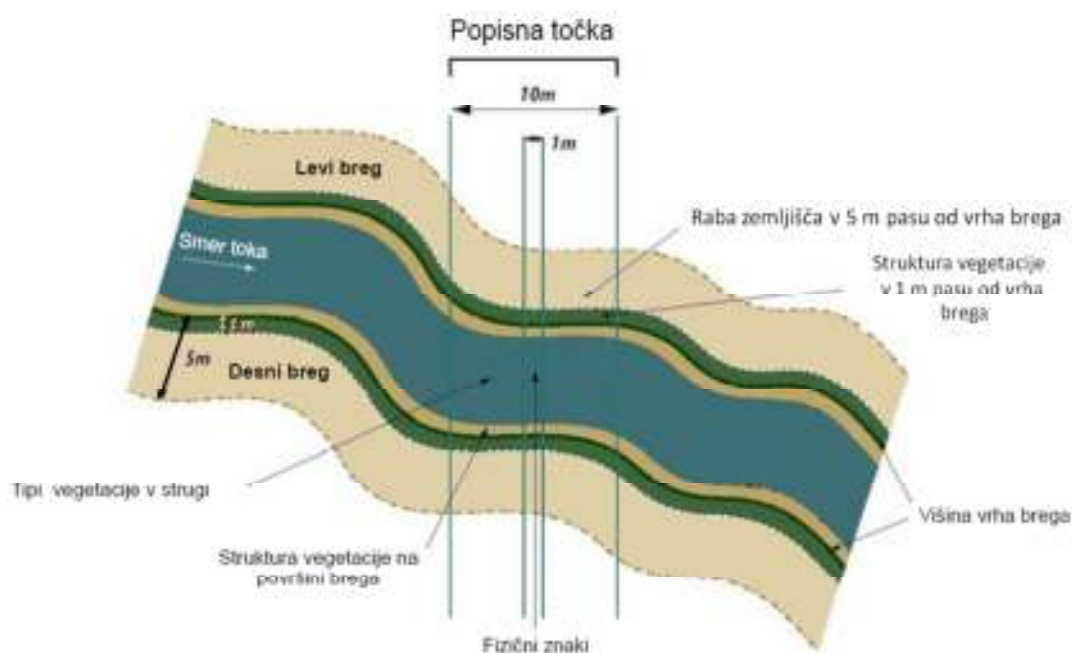
Metodologija za popis in vrednotenje hidromorfološke kakovosti in spremenjenosti tekočih voda v Sloveniji je bila razvita v več stopnjah. Za popis se je uporabil prilagojen obrazec angleškega sistema rečnih habitatov (RHS), na podlagi katerega je bil razvit sistem za vrednotenje morfoloških lastnosti in sprememb. Poleg tega je bilo razvitih 5 hidromorfoloških indeksov. V nadaljevanju je v prvi fazi opisano pridobivanje podatkov hidromorfoloških lastnosti in sprememb na terenu na podlagi popisnega obrazca, nato napotki za izračun posameznih spremenljivk na podlagi dodeljenih vrednosti ter izračun hidromorfoloških indeksov. Na koncu poglavja je podan še pregled pomembnih podatkov za vrednotenje hidromorfološke kakovosti in spremenjenosti tekočih voda.

2.1 Popis morfoloških lastnosti odsekov rek po sistemu RHS

V Evropi je bilo za vrednotenje hidromorfološkega stanja rečnih koridorjev razvitih več metod, med drugim tudi Sistem rečnih habitatov (River Habitat Survey – RHS) (Raven in sod., 1998, 2003). RHS je sistem za popisovanje in ocenjevanje značilnosti in kakovosti rečnih habitatov na podlagi poznavanja fizičnih lastnosti struge, obrežnih delov in ožjega prispevnega območja (Slika 1; Raven in sod., 1998, 2003; Krušnik in sod., 2001; Tavzes in Toman, 2004).



Slika 1. Območja vrednotenja morfoloških lastnosti reke (spremenjeno po Urbanič in Toman, 2003)



Slika 2. Del popisnega območja za RHS (spremenjeno po Krušnik in sod., 2001)

Po sistemu RHS (Raven in sod., 1998, 2003) se popiše morfološke lastnosti vzdolž 500 m struge (popisni odsek), kjer se določi deset popisnih točk, med seboj oddaljenih 50 m. Na vsaki popisni točki se pravokotno na strugo izbere transekt (Slika 2), kjer se popiše prevladujoči material brega, lastnosti, ki prispevajo k razgibanosti obrežnih habitatov (klif, prodišča), ter možne spremembe v oblikovanosti brežin (preoblikovanost bregov, utrditev, nasip itd.). Podobno se popiše tudi strugo, vključujoč še prevladujoči tip toka. Na vseh desetih transektih je treba popisati tudi vegetacijo struge in bregov, in sicer v strugi tip vodne vegetacije (potopljeni makrofiti, alge, emergentni makrofiti itd.), na bregovih pa kompleksnost obrežne vegetacije (uniformna, preprosta, kompleksna). Lastnosti struge in bregov se (poleg popisnih točk na vsakih 50 metrov) beleži vzdolž celotnih 500 metrov popisa in se jih upošteva pri končnem pregledu in celoviti oceni odseka. K tej oceni spadajo tudi raba zemljišča v petdesetmetrskem pasu od vode, profili bregov, posebne značilnosti na bregu in v strugi in drugo. Na vsakem popisnem odseku se popiše 33 lastnosti, sprememb ali značilnosti (Preglednica 1). Obrazec, ki ga izpolnimo, obsega 4 strani (Priloga A) in je razdeljen po odsekih od A do S. Razlaga pojmov za popis lastnosti s sistemom RHS je v prilogi B, podrobnosti popisovanja ter opisi možnih kategorij posameznih spremenljivk pa so opisane v RHS manual (Raven in sod., 2003).



Preglednica 1. Seznam popisanih morfoloških lastnosti, sprememb ali značilnosti, upoštevanih v izračunu indeksov po sistemu SIHM in razdeljenih glede na vrsto popisa. PT – popisne točke, ZP – zbirni podatki za 500 m.

Morfološke lastnosti	Odsek popisnega lista	Oznaka spremenljivke	Vrsta popisa
Naravni material brega	E	bnm	PT
Umetni material brega	E	bam	PT
Spremembe brega	E	bm	PT
Značilnosti brega	E	bf	PT
Naravni substrat struge	E	cnm	PT
Umetni substrat struge	E	cam	PT
Tipi tokov na popisnih točkah	E	cft	PT
Spremembe struge	E	cm	PT
Značilnosti struge	E	ct	PT
Raba zemljišča v 5 m pasu	F	rl	PT
Struktura vegetacije vrha brega	F	btv	PT
Struktura vegetacije površine brega	F	bfv	PT
Tipi vegetacije v strugi	G	cv	PT
Raba zemljišča v 50 m pasu	H	lu	PT
Naravni profili bregov	I	bn	PT
Umetni profili bregov	I	ba	PT
Sklenjenost krošenj	J	rt	ZP
Osenčenje struge	J	rs	ZP
Nad vodo viseče veje	J	rob	ZP
Izpostavljene velike korenine ob bregu	J	bbr	ZP
Podvodne drevesne korenine	J	bur	ZP
Padla drevesa	J	bft	ZP
Grobe lesene naplavine	J	cd	ZP
Tipi tokov vzdolž 500 m	K	cf	ZP
Značilnosti vzdolž 500 m	K	ff	ZP
Pomembne značilnosti vzdolž 500 m	M	fsi	ZP
Zamašenost struge z vegetacijo	N	ccv	ZP
Jezovi	D	sd	ZP
Mostovi	D	sb	ZP
Pregazi	D	sf	ZP
Jezbice	D	sde	ZP
Izravnavna struge	D	cmr	ZP
Zastoj vode zaradi jezu	D	cmi	ZP



2.2 Izračun spremenljivk in hidromorfoloških indeksov po sistemu SIHM

Sistem SIHM je nadgradnja sistema RHS (Raven in sod., 1998, 2003) tako, da so posamezne kategorije lastnosti, sprememb in značilnosti, ovrednotene, ohranjena pa je razporeditev kategorij (Urbanič in Tavzes, 2006; Tavzes in Urbanič, 2009; Preglednice 2-15). Določenih je 33 spremenljivk (Preglednica 1), ki se jih uporabi pri izračunu morfoloških indeksov za vrednotenje:

- morfološke kakovosti** (RHQ – indeks kakovosti rečnih habitatov),
- morfološke spremenjenosti** (RHM – indeks spremenjenosti rečnih habitatov).

Poleg morfoloških indeksov se izračunajo še trije indeksi (Urbanič in Tavzes, 2006; Urbanič in sod., 2007; Tavzes in Urbanič, 2009; Urbanič, 2009; Urbanič in Petkovska, 2009) za vrednotenje:

- hidrološke spremenjenosti** (HLM – indeks hidrološke spremenjenosti),
- hidromorfološke spremenjenosti** (HMM – indeks hidromorfološke spremenjenosti),
- hidromorfološke kakovosti in spremenjenosti** (HQM – indeks hidromorfološke kakovosti in spremenjenosti).

2.2.1 VREDNOSTI KATEGORIJ SPREMENLJIVK ZA IZRAČUN MORFOLOŠKIH INDEKSOV

V nadaljevanju so podane pripisane vrednosti kategorij spremenljivk (Preglednica 2 - 15). Za vsako spremenljivko je navedena tudi številka enačbe za izračun vrednosti skupine spremenljivk (Preglednica 17), pri kateri se spremenljivka upošteva (poglavji 2.2.2 in 2.2.3).

Pri naravnih materialih brega (bnm) so vrednosti kategorij usklajene z naraščanjem velikosti substrata. Največja vrednost je dodeljena živi skali, najmanjša pa glini (Preglednica 2).

Preglednica 2. Vrednosti kategorij spremenljivke naravni material brega (bnm, enačba 2)

Kategorija bnm	Vrednost (a_{bnm})
Živa skala (BE)	5
Veliki kamni in skale (BO)	4
Majhni kamni (CO)	3
Gramoz prod /pesek (GS)	2
Zemlja (EA)	1
Glina (CL)	0

Pri umetnih materialih brega (bam) ima največjo vrednost beton, najmanjšo pa odpadni gradbeni material (Preglednica 3). Ovrednotenje je narejeno na podlagi negativnega vpliva, ki ga ima posamezna kategorija umetnega substrata na stanje habitatov in združbe organizmov v reki.



Preglednica 3. Vrednosti kategorij spremenljivke umetni material brega (bam, enačba 8)

Kategorija bam	Vrednost (a_{bam})
Beton (CC)	6
Obrežni zid iz lesenih pilotov (WP)	3
Žična košara (gabion) (GA)	4
Kamnita zložba (BR)	5
Kamnomet / skalomet (RR)	2
Gradbeni odpadki (BW)	0,5

Pri spremembah bregov (bm) so višje kategorije dodeljene tistim spremembam, ki so bolj agresivne in povzročijo večjo spremenjenost vodotoka (Preglednica 4).

Preglednica 4. Vrednosti kategorij spremenljivke spremembe bregov (bm, enačba 8)

Kategorija bm	Vrednost (a_{bm})
Ni spremembe (NO)	0
Preoblikovani breg (RS)	3
Utrjeni breg (RI)	4
Pohojeni breg (PC)	2
Pohojeni breg do golega (PC(B))	1,5
Nasip (EM)	1

Značilnosti brega (bf) imajo dodeljene vrednosti glede na to, kakšen pozitiven vpliv ima določena tvorba za organizme. Največ točk ima naravna berma (Preglednica 5), ki je najstabilnejša in ima največjo raznolikost mikrohrabitatov.

Preglednica 5. Vrednosti kategorij spremenljivke značilnosti brega (bf, enačba 2)

Kategorija bf	Vrednost (a_{bf})
Jih ni (NO)	0
Erodirajoči klif (EC)	0,5
Stabilni klif (SC)	1
Nezaraslo prodišče v zavoju (PB)	2,5
Zaraslo prodišče v zavoju (VP)	3,5
Nezaraslo obrežno prodišče (SB)	2
Zaraslo obrežno prodišče (VS)	3
Naravna berma (NB)	4

Pri naravnem substratu struge (cnm) ima podobno kot pri naravnem materialu bregov največjo vrednost živa skala, najmanjšo pa glina (Preglednica 6).



Preglednica 6. Vrednosti kategorij spremenljivke naravni substrat struge (cnm, enačba 3)

Kategorija cnm	Vrednost (a_{cnm})
Živa skala (BE)	6
Veliki kamni in skale (BO)	5
Majhni kamni (CO)	4
Prod (G(P))	3,5
Prod in gramoz (GP)	3
Gramoz ((G)P)	2,5
Pesek (SA)	2
Mulj (SI)	1
Glina (CL)	0

Za umetni substrat struge (cam) se zabeleži samo prisotnost (1/0).

Med tipi tokov (cft) ima največjo vrednost slap (Preglednica 7).

Preglednica 7. Vrednosti kategorij spremenljivke tipi tokov na popisnih točkah (cft, enačba 3)

Kategorija cft	Vrednost (a_{cft})
Slap(ovi) (FF)	7
Prelivanje (CH)	6
Lomljeni stoječi valovi (BW)	5,5
Nelomljeni stoječi valovi (UW)	5
Kaotični tok (CF)	4
Rahlo valovanje (RP)	3
Kipenje (UP)	2,5
Gladki tok (SM)	2
Ni opaznega toka (NP)	1
Ni vode (DR)	0

Tudi pri strugi ima največjo težo med spremembami (cm) tista z največjim vplivom, torej prepust. Od ostalih sprememb imajo velike vrednosti spremembe, ki povzročijo zastajanje vode, majhne vrednosti pa imajo tiste, ki povzročijo hitrejše odtekanje vode (Preglednica 8).

Preglednica 8. Vrednosti kategorij spremenljivke spremembe struge (cm, enačba 9)

Kategorija cm	Vrednost (a_{cm})
Jih ni (NO)	0
Prepust (CV)	5
Preoblikovana struga (RS)	2
Utrjena struga (RI)	3
Jez / prag (DA)	4
Pregaz (FO)	1



Značilnosti struge, kot so najrazličnejše tvorbe v strugi (ct), povečujejo diverziteto mikrohabitátov. Večjo diverziteto mikrohabitátov omogočajo bolj kompleksne in stabilne tvorbe, zato je največja vrednost dodeljena otoku (Preglednica 9).

Preglednica 9. Vrednosti kategorij spremenljivke značilnosti struge (ct, enačba 3)

Kategorija ct	Vrednost (a_{ct})
Jih ni (NO)	0
Vidne skale (RO)	1
Nezaraslo prodišče sredi struge (MB)	1,5
Zaraslo prodišče sredi struge (VB)	4
Zreli otok (MI)	5
Porasle skale ali živa skala (VR)	2
Izpostavljena gola živa skala (EB)	1,5

Pri rabi zemljišča (rl & lu) ima največjo težo gozd, medtem ko je vrednost za urbane predele 0 (Preglednica 10).

Preglednica 10. Vrednosti kategorij spremenljivke raba zemljišča (rl, enačba 4 & lu, enačba 5)

Kategorija rl & lu	Vrednost (a_{rl} & a_{lu})
Listopadni / mešani gozd (polnaraven) (BL)	8
Listopadni / mešani gozd (nasad) (BP)	7,5
Iglasti gozd (polnaraven) (CW)	7
Iglasti gozd (nasad) (CP)	6,5
Sadovnjak (OR)	3
Grmovje (SC)	5,5
Visoke zeli (TH)	5
Pašnik (RP)	4
Gnojeni travnik (IG)	2
Njiva (TL)	1
Mokrišče (WL), Stojéča voda (OW)	4,5
Suburbane ali urbane površine (SU)	0
Namakalne površine (IL)	1
Park / vrt (PG)	3

Za strukturo vegetacije površine (bfv) in vrha brega (btv) ima največjo vrednost kompleksna vegetacija, kjer pa vegetacije ni, je vrednost najmanjša (Preglednica 11).

Preglednica 11. Vrednosti kategorij spremenljivk struktura vegetacije vrha brega (btv, enačba 1) in struktura vegetacije površine brega (bfv, enačba 2)

Kategorija btv & bfv	Vrednost (a_{btv} & a_{bfv})
Gola (B)	0
Uniformna (U)	1
Preprosta (S)	2
Kompleksna (C)	3

Med tipi vodne vegetacije v strugi (cv) imajo največjo vrednost emergentne rastline (Preglednica 12). Vrednosti so bile dodeljene glede na habitatne lastnosti, ki jih nudi



posamezen tip vegetacije, oziroma na vpliv, ki ga ima posamezen tip vegetacije na bentoške nevretenčarje.

Preglednica 12. Vrednosti kategorij spremenljivke tipi vegetacije v strugi (cv, enačba 3)

Kategorija cv	Vrednost (a_{cv})
Vegetacije ni	0
Jetrenjaki/mahovi/lišaji	3
Emergentne širokolistne rastline	4
Emergentno trstičje/šaši/ločje	4
Rastline s plavajočimi listi (ukoreninjene)	1
Prosto plavajoče rastline	0,5
Amfibijske rastline	1,5
Potopljene širokolistne rastline	5
Potopljene trakastolistne rastline	5
Potopljene rastline s fino deljenimi listi	5
Nitaste alge	2

Za naravne profile bregov (bn) je bila vrednost dodeljena glede na to, kako ugoden je posamezen profil za razrast vegetacije in glede na vpliv, ki ga lahko ima na združbe organizmov (Preglednica 13).

Preglednica 13. Vrednosti kategorij spremenljivke naravni profili bregov (bn, enačba 2)

Kategorija bn	Vrednost (a_{bn})
Jih ni	0
Vertikalni/spodjedeni	0,5
Vertikalni s peto	1
Strmi ($> 45^\circ$)	2
Položni	3
Sestavljeni	4
Naravna berma	5

Umetni profili bregov (ba) imajo vrednosti glede na stopnjo spremembe, ki jo posamezen tip povzroči na bregu. Največja sprememba je, kadar je utrjen celotni breg, najmanjša pa, če je prisoten bočni zadrževalnik (Preglednica 14).

Preglednica 14. Vrednosti kategorij spremenljivke umetni profili bregov (ba, enačba 8)

Kategorija ba	Vrednost (a_{ba})
Jih ni	0
Uravnani	1,5
Utrjeni – celotni breg	5
Utrjeni – zgornji rob	2,5
Utrjeni – peta	4
Umetna berma	1,5
Pohojeni/razriti	2
Nasip	3
Bočni zadrževalnik	0,5



Pri spremenljivkah, ki se nanašajo na sklenjenost krošenj in sorodne značilnosti, imajo vrednosti samo kategorije sklenjenosti krošenj (rt). Največjo vrednost ima kategorija, kjer so drevesa ob vodotoku vzdolž 500 metrov sklenjena, najmanjšo pa, kjer so drevesa posamezna oziroma raztresena vzdolž bregov (Preglednica 15).

Preglednica 15. Vrednosti kategorij spremenljivke sklenjenost krošenj (rt, enačba 4)

Kategorija rt	Vrednost
Ni dreves	0
Posamezna/raztresena	1
Pravilno razmaknjena/posamezna	2
Posamezne skupine dreves	3
Delno sklenjena	4
Sklenjena	5

Spremenljivki tipi vegetacije v strugi (G) ter tudi nekaterim drugim spremenljivkam (Preglednica 16) se zabeleži stopnja prisotnosti posamezne kategorije (e) po pravilu (1 - 33 % dolžine struge - 1, >33 % dolžine struge - 2). Pri spremenljivki zamašenost struge z vegetacijo (N) se dodeli stopnja 1 le, če je >33 % struge zamašene z vegetacijo.

Preglednica 16. Spremenljivke, pri katerih se beleži stopnja prisotnosti posameznih kategorij (* - stopnja prisotnosti lahko le 1 ali 0)

Spremenljivka	Odsek popisnega lista
Tipi vegetacije v strugi	G
Raba zemljišča v 50 m pasu	H
Naravni profili bregov	I
Umetni profili bregov	I
Osenčenje struge	J
Nad vodo viseče veje	J
Izpostavljene velike korenine ob bregu	J
Podvodne drevesne korenine	J
Padla drevesa	J
Grobe lesene naplavine	J
Tipi tokov vzdolž 500 m	K
Značilnosti vzdolž 500 m	K
Pomembne značilnosti vzdolž 500 m	M
Zamašenost struge z vegetacijo*	N
Izravnavna struge	D
Zastoj vode zaradi jezu	D

Spremlja se tudi prisotnost umetnih struktur v strugi (D; jezovi, mostovi, pregazi, jezbičice), in sicer njihova številčnost v posameznem velikostnem razredu (s). Malim umetnim strukturam se dodeli vrednost 1, srednje velikim vrednost 2 in velikim vrednost 3. Pri izračunu indeksa se upošteva le velikostni razred ne pa tudi številčnost posamezne umetne strukture.

Spremenljivke pestrosti in spremenjenosti rečnih habitatov se združijo v **7 skupin spremenljivk** (Preglednica 17), s katerimi se ovrednoti morfološke značilnosti delov ocenjevanega odseka tekoče vode.



Preglednica 17. Skupine spremenljivk in spremenljivke za vrednotenje morfoloških značilnosti delov ocenjevanega odseka tekoče vode

Skupine spremenljivk	Spremenljivke	Oznaka spremenljivke
Lastnosti bregov (Sc_{bf} ; enačba 2)	Naravni material brega Značilnosti brega Struktura vegetacije vrha brega Struktura vegetacije površine brega Naravni profili bregov Izpostavljene velike korenine ob bregu Podvodne drevesne korenine Padla drevesa	bnm bf btv bfv bn bbr bur bft
Spremembe bregov (Sc_{bmo} ; enačba 8)	Umetni material brega Spremembe brega Umetni profili bregov	bam bm ba
Lastnosti struge (Sc_{cf} ; enačba 3)	Naravni substrat struge Tipi tokov na popisnih točkah Tipi tokov vzdolž 500 m Značilnosti struge Tipi vegetacije v strugi Grobe lesene naplavine Zamašenost struge z vegetacijo	cnm cft cf ct cv cd ccv
Spremembe struge (Sc_{cmo} ; enačba 9)	Umetni substrat struge Spremembe struge Jezovi Mostovi Pregazi Jezbice Izravnavna struge Zastoj vode zaradi jezu	cam cm sd sb sf sde cmr cmi
Lastnosti obrežnega predela (Sc_{rf} ; enačba 4)	Raba zemljišča v 5 m pasu Sklenjenost krošenj Osenčenje struge Nad vodo viseče veje	rl rt rs rob
Lastnosti zemljišča v 50 m pasu (Sc_{lu} ; enačba 5)	Raba zemljišča v 50 m pasu	lu
Značilnosti vzdolž 500 m (Sc_f ; enačba 6)	Značilnosti vzdolž 500 m Pomembne značilnosti vzdolž 500 m	ff fsi



2.2.2 INDEKS KAKOVOSTI REČNIH HABITATOV (RHQ)

Indeks za vrednotenje kakovosti ocenjevanih odsekov (RHQ) kombinira vrednosti lastnosti bregov, struge, obrežnega predela, zemljišča v 50 m pasu ob bregu ter značilnosti vzdolž 500 m struge (Urbanič in Tavzes, 2006; Tavzes in Urbanič, 2009) in se izračuna po enačbi (1):

$$RHQ = Sc_{bf} + Sc_{cf} + Sc_{rf} + Sc_{lu} + Sc_f \quad (1)$$

kjer je:

RHQ - Indeks kakovosti rečnih habitatov

Sc_{bf} – vrednost lastnosti bregov

Sc_{cf} – vrednost lastnosti struge

Sc_{rf} – vrednost lastnosti obrežnih predelov

Sc_{lu} – vrednost lastnosti zemljišča v 50 m pasu

Sc_f – vrednost značilnosti vzdolž 500 m

Vrednosti skupin spremenljivk Indeksa kakovosti rečnih habitatov se izračunajo po enačbah 2-6.

Vrednost skupine lastnosti bregov se izračuna po enačbi (2):

$$Sc_{bf} = \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (a_{bji} * f_{bji}) + \frac{\sum_{k=1}^l (a_{bnk} * e_{bnk})}{s}}{2} + \sum_{h=1}^3 e_{bh} \quad (2)$$

kjer je:

Sc_{bf} – vrednost lastnosti bregov

a_{bji} – pripisana vrednost za i -to kategorijo j -te spremenljivke lastnosti bregov (bnm, bf, btr, bfv)

a_{bnk} – pripisana vrednost za k -to kategorijo spremenljivke naravni profili bregov (bn)

f_{bji} – frekvenca i -te kategorije j -te spremenljivke lastnosti bregov (bnm, bf, btr, bfv)

e_{bnk} – stopnja prisotnosti k -te kategorije spremenljivke naravni profili bregov (bn)

e_{bh} – stopnja prisotnosti h -te spremenljivke lastnosti bregov (bbr, bur, bft)

n – število kategorij j -te spremenljivke lastnosti bregov (bnm, bf, btr, bfv)

m – število spremenljivk lastnosti bregov

l – število kategorij spremenljivke naravni profili bregov (bn)

s – število prisotnih kategorij spremenljivke naravni profili bregov (bn)



Ker se nekatere spremenljivke skupine lastnosti bregov popisujejo na obeh bregovih, se končna vrednost teh spremenljivk deli z 2 (enačba (2), (4), (5) in (8)). Za spremenljivko naravni bregovi število pojavljajočih se kategorij ni vnaprej določeno, zato se vrednost deli s popisanim številom kategorij (l). Enako je pri spremenljivkah skupine lastnosti zemljišča v 50 m pasu (enačba (5)) in pri spremenljivki spremenjeni bregovi (enačba (8)).

Vrednost skupine lastnosti struge se izračuna po enačbi (3):

$$Sc_{cf} = \sum_{l=1}^o \sum_{i=1}^n (a_{cli} * f_{cli}) + \sum_{m=1}^{10} \frac{1}{r} \sum_{k=1}^s (a_{cvk} * e_{cvk}) + \sum_{j=1}^p (a_{cfj} * e_{cfj}) + \sum_{h=1}^3 e_{ch} \quad (3)$$

kjer je:

Sc_{cf} – vrednost lastnosti struge

a_{cli} – pripisana vrednost za i -to kategorijo l -te spremenljivke lastnosti struge (cnm, cft, ct)

a_{cvk} – pripisana vrednost za k -to kategorijo spremenljivke tipi vegetacije v strugi (cv)

a_{cfj} – pripisana vrednost za j -to kategorijo spremenljivke tipi tokov vzdolž 500 m (cf)

f_{cli} – frekvenca i -te kategorije l -te spremenljivke lastnosti struge (cnm, cft, ct)

e_{cvk} – stopnja prisotnosti k -te kategorije spremenljivke tipi vegetacije v strugi (cv)

e_{cfj} – stopnja prisotnosti j -te kategorije spremenljivke tipi tokov vzdolž 500 m (cf)

e_{ch} – stopnja prisotnosti h -te spremenljivke lastnosti struge (cd, ccv, cf)

n – število kategorij l -te spremenljivke

p – število kategorij spremenljivke tipi tokov vzdolž 500 m (cf)

r – število prisotnih kategorij v transektu m

o – število l -tih spremenljivk

s – število kategorij spremenljivke tipi vegetacije v strugi (cv)

Vrednost skupine lastnosti obrežnega predela se izračuna po enačbi (4):

$$Sc_{rf} = \frac{\sum_{i=1}^n (a_{rli} * f_{rli}) + \sum_{j=1}^m a_{rtj}}{2} + \sum_{h=1}^2 e_{rh} \quad (4)$$

kjer je:

Sc_{rf} – vrednost lastnosti obrežnega predela

a_{rli} – pripisana vrednost za i -to kategorijo spremenljivke raba zemljišča v 5 m pasu (rl)

a_{rtj} – pripisana vrednost za j -to kategorijo spremenljivke sklenjenost krošenj (rt)

e_{rh} – stopnja prisotnosti h -te spremenljivke lastnosti obrežnega predela (rs, rob)

f_{rli} – frekvenca i -te kategorije spremenljivke raba zemljišča v 5 m pasu (rl)

n – število kategorij spremenljivke raba zemljišča v 5 m pasu (rl)

m – število kategorij spremenljivke sklenjenost krošenj (rt)



Vrednost skupine lastnosti zemljišča v 50 m pasu se izračuna po enačbi (5):

$$Sc_{lu} = \frac{1}{2} \frac{\sum_{i=1}^m e_{lui} * a_{lui}}{m} \quad (5)$$

kjer je:

Sc_{lu} – vrednost lastnosti zemljišča v 50 m pasu

a_{lui} – pripisana vrednost za i -to kategorijo spremenljivke raba zemljišča v 50 m pasu (lu)

e_{lui} – stopnja prisotnosti i -te kategorije spremenljivke raba zemljišča v 50 m pasu (lu)

m – število prisotnih kategorij spremenljivke raba zemljišča v 50 m pasu (lu)

Vrednost skupine značilnosti vzdolž 500 m se izračuna po enačbi (6):

$$Sc_f = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n e_{fji} \quad (6)$$

kjer je:

Sc_f – vrednost značilnosti vzdolž 500 m

e_{fji} – stopnja prisotnosti i -te kategorije j -te spremenljivke značilnosti vzdolž 500 m (ff , fsi)

n – število kategorij j -te spremenljivke

m – število spremenljivk značilnosti vzdolž 500 m

2.2.3 INDEKS SPREMENJENOSTI REČNIH HABITATOV (RHM)

Indeks spremenjenosti habitatov (RHM) odraža spremembe, ki so bile narejene v reki in ob njej (Urbanič in Tavzes, 2006; Tavzes in Urbanič, 2009). Indeks se izračuna tako, da se sešteje vrednosti sprememb bregov in sprememb struge po enačbi (7):

$$RHM = Sc_{bmo} + Sc_{cmo} \quad (7)$$

kjer je:

RHM - Indeks spremenjenosti rečnih habitatov

Sc_{bmo} - vrednost sprememb bregov

Sc_{cmo} – vrednost sprememb struge

Vrednosti skupin spremenljivk Indeksa spremenjenosti rečnih habitatov se izračunajo po enačbah 8-9.



Vrednost skupine spremenbe bregov se izračuna po enačbi (8):

$$Sc_{bmo} = \frac{\sum_{j=1}^o \sum_{i=1}^n (a_{bji} * f_{bji}) + \frac{\sum_{k=1}^m (a_{bak} * e_{bak})}{s}}{2} \quad (8)$$

kjer je:

Sc_{bmo} - vrednost spremenbe bregov

a_{bji} – pripisana vrednost i -te kategorije j -te spremenljivke sprememb bregov (bam, bm)

a_{bak} – pripisana vrednost k -te kategorije spremenljivke umetni profili bregov (ba)

f_{bji} – frekvenca i -te kategorije j -te spremenljivke sprememb bregov (bam, bm)

e_{bak} – stopnja prisotnosti k -te kategorije spremenljivke umetni profili bregov (ba)

m – število kategorij spremenljivke umetni profili bregov (ba)

s – število prisotnih kategorij spremenljivke umetni profili bregov (ba)

Vrednost skupine spremenbe struge se izračuna po enačbi (9):

$$Sc_{cmo} = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (a_{cji} * f_{cji}) + \sum_{k=1}^o s_k + \sum_{h=1}^2 e_{cmh} \quad (9)$$

kjer je:

Sc_{cmo} - vrednost spremenbe struge

a_{cji} – pripisana vrednost za i -to kategorijo j -te spremenljivke sprememb struge (cam, cm)

f_{cji} – frekvenca i -te kategorije j -te spremenljivke sprememb struge (cam, cm)

s_k – vrednost za velikost k -te spremenljivke sprememb struge (umetne strukture) (sd, sb, sf, sde)

e_{cmh} – stopnja prisotnosti h -te spremenljivke sprememb struge (cmr, cmi)

n – število kategorij j -te spremenljivke

m – število spremenljivk sprememb struge

o – število tipov umetnih struktur



2.2.4 INDEKS HIDROLOŠKE SPREMENJENOSTI (HLM)

Poleg morfoloških značilnosti imajo tudi hidrološke značilnosti pomemben vpliv na strukturo in funkcijo rečnega ekosistema. Za vpliv pregrad nad in pod popisnim odsekom je bil razvit Indeks hidrološke spremenjenosti (HLM), ki upošteva zadrževalni čas in upočasnitev rečnega toka kot posledico pregrade, oddaljenost od pregrade ter vpliv pritokov nad popisnim odsekom (Urbanič in Tavzes, 2006; Tavzes in Urbanič, 2009; Urbanič in Petkovska, 2009).

Indeks zavzema vrednosti od 0 – 1. Pri izračunu HLM se upošteva oddaljenost od pregrade, večja kot je oddaljenost, višjo vrednost ima indeks. Najnižja vrednost indeksa je tik pod pregrado. Pri izračunu HLM se upoštevajo tudi pritoki in njihova hidrološka obremenjenost. Končno vrednost HLM se izračuna po enačbi (10):

$$HLM = \frac{1000 * HLM_{mc} + 1000 * \sum_{i=1}^n HLM_t + 100 * \sum_{i=1}^m HLM_{t1} + 10 * \sum_{i=1}^l HLM_{t2} + \sum_{i=1}^k HLM_{t3}}{1000 + n * 1000 + m * 100 + l * 10 + k} \quad (10)$$

kjer je:

HLM – indeks hidrološke spremenjenosti

HLM_{mc} – vrednost hidrološke spremenjenosti glavne struge, na kateri je popisni odsek

HLM_t – vrednost hidrološke spremenjenosti pritoka, katerega prispevno območje je na sotočju z reko enako

HLM_{t1} – vrednost hidrološke spremenjenosti pritoka, katerega prispevno območje je na sotočju z reko za 1 razred manjše

HLM_{t2} – vrednost hidrološke spremenjenosti pritoka, katerega prispevno območje je na sotočju z reko za 2 razreda manjše

HLM_{t3} – vrednost hidrološke spremenjenosti pritoka, katerega prispevno območje je na sotočju z reko za 3 razrede manjše

n, m, l, k – število pritokov istega razreda prispevnega območja

Glede na oddaljenost vzorčnega mesta od pregrade dolvodno se vrednost HLM izračuna po enačbi (11) in po mejah razredov iz preglednice 18.

$$HLM_{(mc,t)} = lb + k * \frac{di - lbd}{ubd - lbd} \quad (11)$$

kjer je:

$HLM_{(mc,t)}$ – Indeks hidrološke spremenjenosti glavne struge (mc) ali pritoka (t)

lb – spodnja meja razreda $HLM_{(mc,t)}$

k – koeficient velikosti (preglednica 18)

di – oddaljenost od pregrade

ubd – zgornja meja razreda oddaljenosti od pregrade

lbd – spodnja meja razreda oddaljenosti od pregrade



Preglednica 18. Sistem razvrščanja indeksa hidrološke spremenjenosti (HLM) za tri velikostne razrede zaježitve s spodnjo in zgornjo mejo razpona HLM (lb, ub) pri spodnji in zgornji meji oddaljenosti od pregrade (lbd, ubd)

Velikostni razred zaježitve	Velika k = 0,2		Srednja k = 0,1		Mala k = 0,05	
Oddaljenost od pregrade (km) (lbd - ubd)	HLM razpon (lb - ub)	HLM razred	HLM razpon (lb - ub)	HLM razred	HLM razpon (lb - ub)	HLM razred
0-0,1	0,00-0,20	5	0,50-0,60	3	0,75-0,80	2
0,1-1	0,20-0,40	4	0,60-0,70	2	0,80-0,85	1
1,0-5,0	0,40-0,60	3	0,70-0,80	2	0,85-0,90	1
5,0-10,0	0,60-0,80	2	0,80-0,90	1	0,90-0,95	1
10,0-50,0 in več	0,80-1,00	1	0,90-1,00	1	0,95-1,00	1
ali brez zaježitve gorvodno						

Pri izračunu HLM znotraj vpliva zaježitve oz. zadrževanja vode se upošteva dodatno pravilo (Urbanič, 2009), ki določa povečevanje vpliva zaježitve od korena proti pregradi (Preglednica 19). Vrednosti popisnim odsekom med začetkom vpliva zaježitve in pregrado se določa po enačbi (12).

$$HLM_{imp} = lb + (ub - lb) * \frac{ul - il}{il} \quad (12)$$

kjer je:

$HLM_{(imp)}$ – Indeks hidrološke spremenjenosti znotraj zaježitve

lb – spodnja meja vrednosti $HLM_{(imp)}$

ub – zgornja meja vrednosti $HLM_{(imp)}$

il – dolžina zaježitve oz. zadrževanja vode

ul – oddaljenost od pregrade gorvodno

Preglednica 19. Opis treh velikostnih razredov zaježitve z zgornjo in spodnjo mejo (ub, lb) indeksa hidrološke spremenjenosti (HLM)

Velikostni razred zaježitve	Opis	HLM začetnega dela zaježitve ("lotični del") - ub	HLM zaježitve ob pregradi ("lentični del") - lb
Velika	Jezerom podobne zaježitve; zadrževalni čas večinoma daljši kot 1 dan, dolžina zaježitve se določi glede na velikosti prispevnega območja (Tavzes in Urbanič, 2009).	0,20	0,00
Srednja	Ribnikom podobne zaježitve; za pregradami s stalnim prelivom (nizka), z omejenim zadrževalnim časom (< 1 dan).	0,60	0,50
Mala	Tolmunom podobne zaježitve; za prelivi (nizki), z zelo kratkim zadrževalnim časom	0,80	0,75



Kadar je na posameznem popisnem odseku več vplivov, je treba upoštevati najnižji HLM, torej največji vpliv.

2.2.5 INDEKS HIDROMORFOLOŠKE SPREMENJENOSTI (HMM)

Indeks hidromorfološke spremenjenosti (HMM) upošteva vrednost indeksa hidrološke spremenjenosti (HLM) in normalizirano vrednost indeksa spremenjenosti rečnih habitatov (RHM) (poglavje 2.3.3). HMM se izračuna po enačbi (13):

$$HMM = w * nRHM + (1 - w) * HLM \quad (13)$$

kjer je:

HMM – Indeks hidromorfološke spremenjenosti

nRHM – normalizirana vrednost Indeksa spremenjenosti rečnih habitatov (RHM)

HLM – Indeks hidrološke spremenjenosti

w – utež morfološkega dela indeksa

(1-w) – utež hidrološkega dela indeksa

Uteži za izračun indeksa HMM so opredeljene glede na razliko razredov med morfološkim (nRHM) in hidrološkim (HLM) delom indeksa HMM (Preglednica 20). Indeksa se uvrsti v razrede na podlagi mej razredov, ki so enake kot pri oddaljenosti od pregrade velikostnega razreda zajezitve »velika« (Preglednica 18).

2.2.6 INDEKS HIDROMORFOLOŠKE KAKOVOSTI IN SPREMENJENOSTI (HQM)

Indeks hidromorfološke kakovosti in spremenjenosti (HQM) združuje vrednosti indeksa HLM in normalizirane vrednosti indeksov RHQ in RHM. Izračuna se po enačbi (14):

$$HQM = w * \frac{(nRHM + nRHQ)}{2} + (1 - w) * HLM \quad (14)$$

kjer je:

HQM – Indeks hidromorfološke kakovosti in spremenjenosti

nRHQ - normalizirana vrednost Indeksa kakovosti rečnih habitatov (RHQ)

nRHM – normalizirana vrednost Indeksa spremenjenosti rečnih habitatov (RHM)

HLM – Indeks hidrološke spremenjenosti

w – utež morfološkega dela indeksa

(1-w) – utež hidrološkega dela indeksa



Uteži za izračun indeksa HQM so opredeljene glede na razliko razredov med morfološkim $((nRHQ + nRHM)/2)$ in hidrološkim (HLM) delom indeksa HMM (Preglednica 20). Indeks se uvrsti v razrede na podlagi mej razredov, ki so enake kot pri oddaljenosti od pregrade velikostnega razreda zaježitve »velika« (Preglednica 18).

Preglednica 20. Izračun uteži za morfološki (w) in hidrološki del (1-w) indeksa hidromorfološke spremenjenosti (HMM) in indeksa hidromorfološke kakovosti in spremenjenosti (HQM) glede na razliko razredov med morfološkim delom (M) in hidrološkim delom (H)

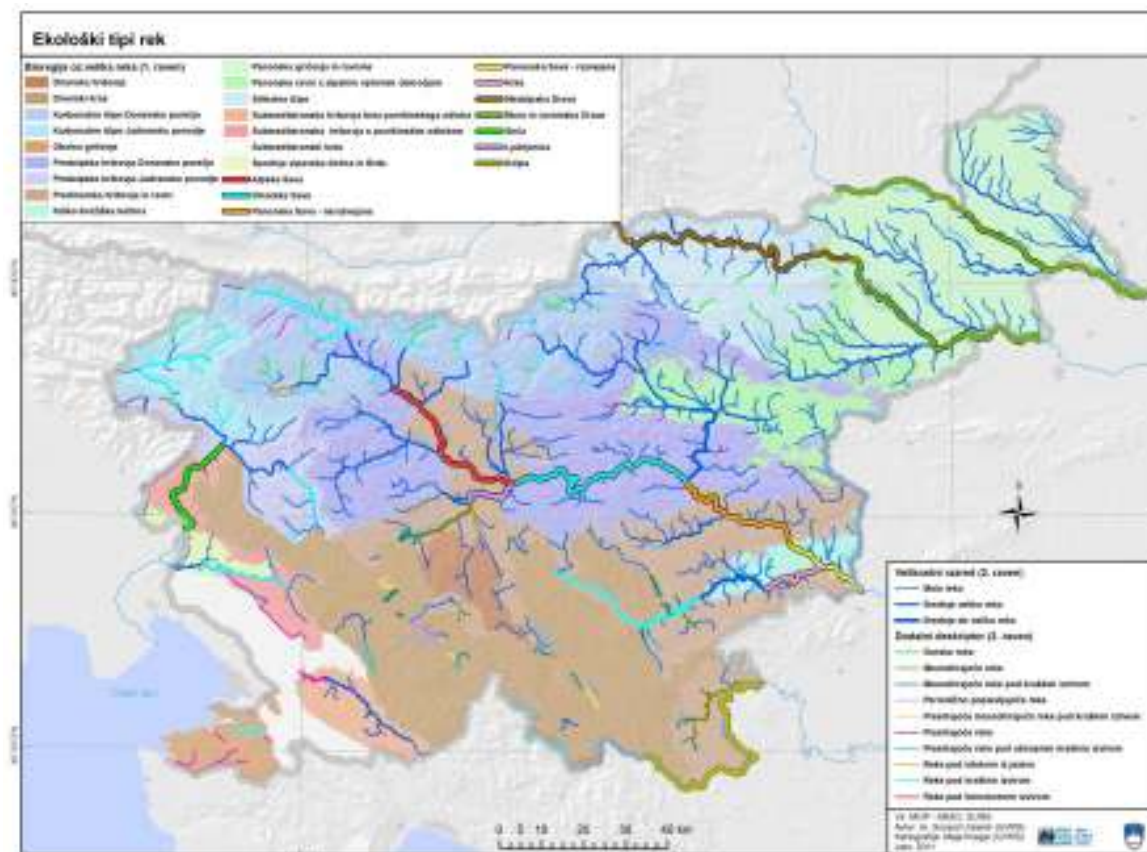
Razlika razredov (M razred - H razred)	Utež morfološkega dela (w)	Utež hidrološkega dela (1-w)
-4	0.1	0.9
-3	0.2	0.8
-2	0.3	0.7
-1	0.4	0.6
0	0.5	0.5
1	0.6	0.4
2	0.7	0.3
3	0.8	0.2
4	0.9	0.1



2.3 Vrednotenje hidromorfološke kakovosti in spremenjenosti tekočih voda v Sloveniji

2.3.1 EKOLOŠKI TIPI REK V SLOVENIJI

V Sloveniji je pripravljena ekološka tipologija rek po sistemu B Vodne direktive (Urbanič, 2005a). Izhodišče je v 4 hidroekoregijah (Urbanič 2005b, 2006a, 2007a), ki jih je Urbanič (2006a, 2007b) razdelil na 16 bioregij in 10 posebnih kategorij »velika reka«, v vsaki bioregiji pa uporabil še različne kombinacije dodatnih atributov (Urbanič 2006b, 2007c, 2011a, b). Rezultat je 74 tipov rek, ki so prikazani na sliki 3 (Urbanič, 2011a, b).



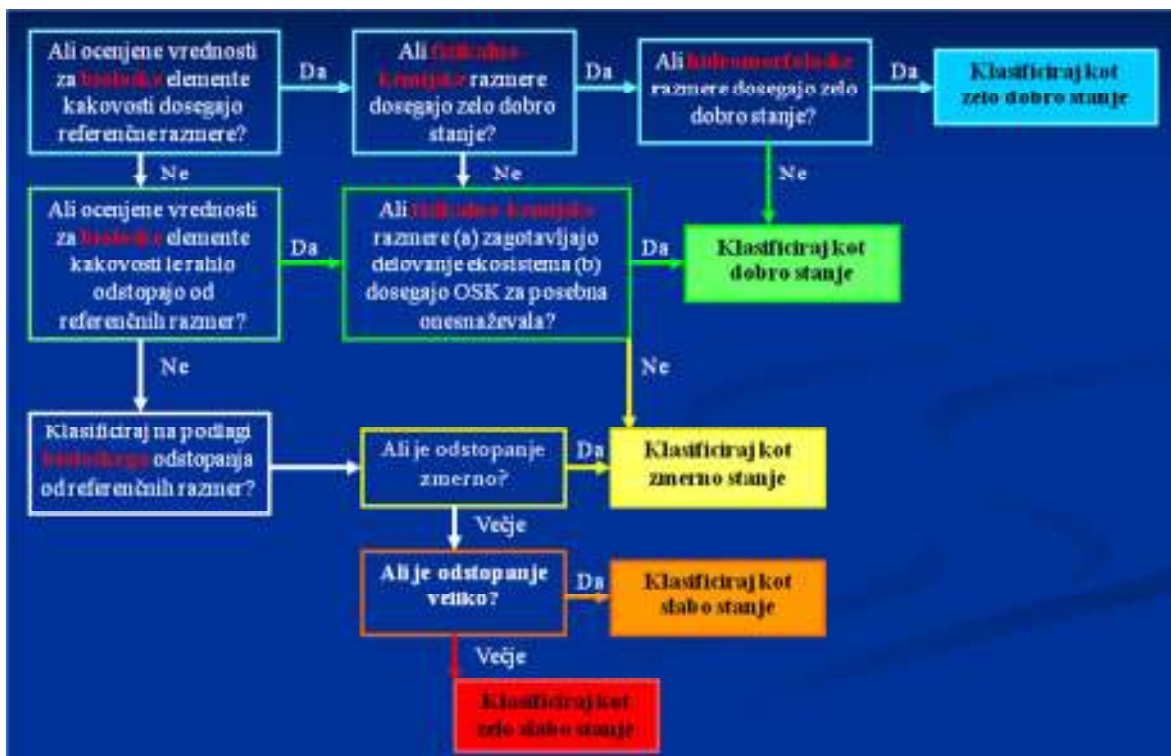
Slika 3. Bioregije in tipi rek v Sloveniji (Urbanič, 2011a, b)

2.3.2 ZA TIP ZNAČILNE HIDROMORFOLOŠKE RAZMERE

V skladu z Vodno direktivo so hidromorfološki elementi kakovosti podporni elementi vrednotenja ekološkega stanja in razvrščanja vodnih teles v razrede ekološkega stanja. Podatke za razvrstitev vodnih teles površinskih voda v razrede ekološkega stanja na podlagi podpornih hidromorfoloških elementov kakovosti uporabimo le, ko smo z biološkimi elementi kakovosti in podpornimi fizikalno-kemijskimi elementi kakovosti



razvrstili vodno telo v razred zelo dobro stanje (Slika 4). Torej, s podpornimi hidromorfološkimi elementi vodno telo razvrstimo v razred zelo dobro stanje ali dobro stanje. Za razvrščanje vodnih teles s podpornimi hidromorfološkimi elementi kakovosti je treba za vsak tip površinskih vodnih teles določiti značilne hidromorfološke razmere, ki predstavljajo vrednost hidromorfoloških elementov kakovosti pri zelo dobrem ekološkem stanju.



Slika 4. Razvrščanje vodnih teles površinskih voda z biološkimi in podpornimi fizikalno-kemijskimi in hidromorfološkimi elementi kakovosti.

Za tip značilne hidromorfološke razmere so bile določene na podlagi vrednosti Indeksa kakovosti rečnih habitatov (RHQ) za ekološki tip značilnih popisanih odsekov, ki so zelo malo spremenjena. Glede na razlike pri statističnih analizah vrednosti RHQ so bili ekološki tipi rek združeni v hidromorfološke (SIHM) tipe (Preglednica 21, Slika 5), katerim je bila določena za hidromorfološki tip značilna RHQ vrednost (Preglednica 22) kot maksimalna opažena vrednost (Urbanič, 2009) ali mediana (Urbanič in sod., 2007; Urbanič in Petkovska, 2008, 2012). Za hidromorfološki tip Dinarske reke obalne bioregije značilna vrednost RHQ je bila ponovno določena na podlagi pridobitve bolj reprezentativnega seta podatkov.

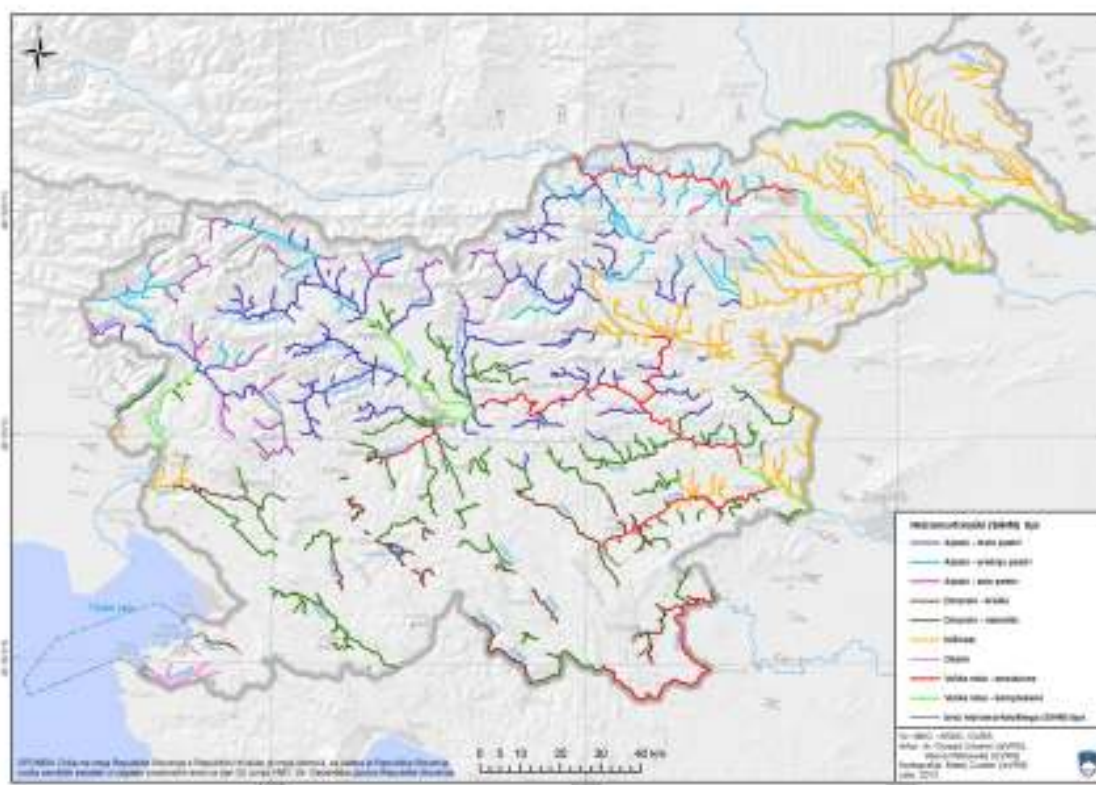


**Preglednica 21. Pripadnost ekološkega tipa reke hidromorfološkemu (SIHM) tipu reke
(* - ekološkemu tipu reke še ni bil določen hidromorfološki tip reke)**

Št.	Ekološki tip reke - oznaka	SIHM tip reke - oznaka
1	R_SI_3_Vip-Brda_1	Nižinski
2	R_SI_3_Vip-Brda_2	Nižinski
3	R_SI_4_KB-AL-D_1	Alpski_malo pestri
4	R_SI_4_KB-AL-D_1_>700	Alpski_malo pestri
5	R_SI_4_KB-AL-D_1_KI	Alpski_zelo pestri
6	R_SI_4_KB-AL-D_1_LI *	
7	R_SI_4_KB-AL-D_1_Pres *	
8	R_SI_4_KB-AL-D_2	Alpski_malo pestri
9	R_SI_4_KB-AL-D_2_IiJ	Alpski_malo pestri
10	R_SI_4_KB-AL-D_2_KI	Alpski_srednje pestri
11	R_SI_4_SI-AL_1	Alpski_srednje pestri
12	R_SI_4_SI-AL_1_>700	Alpski_zelo pestri
13	R_SI_4_SI-AL_2	Alpski_malo pestri
14	R_SI_4_PA-hrib-D_1	Alpski_malo pestri
15	R_SI_4_PA-hrib-D_1_KI	Alpski_srednje pestri
16	R_SI_4_PA-hrib-D_1_Pres *	
17	R_SI_4_PA-hrib-D_2	Alpski_malo pestri
18	R_SI_4_KB-AL-J_1	Alpski_srednje pestri
19	R_SI_4_KB-AL-J_1_>700 *	
20	R_SI_4_KB-AL-J_1_KI	Alpski_zelo pestri
21	R_SI_4_KB-AL-J_2	Alpski_malo pestri
22	R_SI_4_KB-AL-J_2_KI	Alpski_srednje pestri
23	R_SI_4_PA-hrib-J_1	Alpski_zelo pestri
24	R_SI_4_PA-hrib-J_1_KI *	
25	R_SI_4_PA-hrib-J_1_Mean	Alpski_malo pestri
26	R_SI_4_PA-hrib-J_2	Alpski_malo pestri
27	R_SI_4_PA-hrib-J_2_KI *	
28	R_SI_5_ED-kras_1	Dinarski_nekraški
29	R_SI_5_ED-kras_1_KI_Mean	Dinarski_kraški
30	R_SI_5_ED-kras_1_KI_Pres_Mean	Dinarski_kraški
31	R_SI_5_ED-kras_1_OKI_Pres	Dinarski_kraški
32	R_SI_5_ED-kras_1_PerPop	Dinarski_kraški
33	R_SI_5_ED-kras_2_KI_Mean	Dinarski_kraški
34	R_SI_5_ED-kras_2_KI_Pres_Mean	Dinarski_kraški
35	R_SI_5_ED-kras_2_PerPop	Dinarski_kraški
36	R_SI_5_ED-hrib_1	Dinarski_nekraški
37	R_SI_5_ED-hrib_1_KI	Dinarski_kraški
38	R_SI_5_ED-hrib_2_KI	Dinarski_kraški
39	R_SI_5_PD-hrib-ravni_1	Dinarski_nekraški
40	R_SI_5_PD-hrib-ravni_1_KI_Mean	Dinarski_kraški
41	R_SI_5_PD-hrib-ravni_1_Mean	Dinarski_kraški
42	R_SI_5_PD-hrib-ravni_1_OKI_Pres *	
43	R_SI_5_PD-hrib-ravni_2	Dinarski_nekraški
44	R_SI_5_PD-hrib-ravni_2_KI	Dinarski_kraški
45	R_SI_5_PD-hrib-ravni_2_KI_Mean	Dinarski_kraški
46	R_SI_5_PD-hrib-ravni_2_Mean	Dinarski_kraški
47	R_SI_5_PD-hrib-ravni_3_KI	VR_enostavne
48	R_SI_5_PD-hrib-ravni_3_Mean	VR_enostavne
49	R_SI_5_SM-hrib-brez_1	Dinarski_nekraški
50	R_SI_5_SM-hrib-brez_1_Pres	Dinarski_nekraški
51	R_SI_5_SM-hrib-brez_2	Dinarski_nekraški
52	R_SI_5_SM-hrib-brez_2_Pres	Dinarski_nekraški



Št.	Ekološki tip reke - oznaka	SIHM tip reke - oznaka
53	R_SI_5_SM-hrib-s_1	Dinarski_nekraški
54	R_SI_5_SM-hrib-s_1_Pres	Dinarski_nekraški
55	R_SI_5_SM-hrib-s_2_KI	Dinarski_kraški
56	R_SI_5_Obalna_1_Pres	Obalni
57	R_SI_11_PN-gric_1	Nižinski
58	R_SI_11_PN-gric_2	Nižinski
59	R_SI_11_PN-zALvpliv_1	Nižinski
60	R_SI_11_PN-zALvpliv_2	Nižinski
61	R_SI_11_PN-zALvpliv_3	VR_enostavne
62	R_SI_11_PN-KrBr-kotl_1	Nižinski
63	R_SI_11_PN-KrBr-kotl_2	Nižinski
64	R_SI_11_PN-KrBr-kotl_3	VR_enostavne
65	R_SI_4_VR1-AL-Sa	VR_kompleksne
66	R_SI_5_VR2-So	VR_kompleksne
67	R_SI_5_VR3-DN-Sa	VR_enostavne
68	R_SI_5_VR4-Lj	VR_kompleksne
69	R_SI_5_VR5-Ko	VR_enostavne
70	R_SI_11_VR6-PN-Sa_razvejana	VR_kompleksne
71	R_SI_11_VR6-PN-Sa_nerazvejana	VR_enostavne
72	R_SI_11_VR7-Kk	VR_enostavne
73	R_SI_11_VR8-medAL-Dr	VR_enostavne
74	R_SI_11_VR9-Mu-ravDr	VR_kompleksne



Slika 5. Hidromorfološki (SIHM) tipi rek v Sloveniji.



Preglednica 22. Za hidromorfološki (SIHM) tip reke značilne hidromorfološke vrednosti in spodnje meje za indeksa RHQ in RHM.

Št.	SIHM tip	SIHM tip - oznaka	RHQ		RHM	
			Značilne HM vrednosti	Spodnja meja	Značilne HM vrednosti	Spodnja meja
1	Male in srednje velike nižinske reke	Nižinski	197	99	0	100
2	Velike reke s kompleksno strugo	VR_kompleksne	327	118	0	100
3	Velike reke z enostavno strugo	VR_enostavne	237	118	0	100
4	Dinarske reke obalne bioregije	Obalni	274	119	0	100
5	Male in srednje velike dinarske reke brez vpliva kraškega izvira	Dinarski_nekraški	273	119	0	100
6	Male in srednje velike dinarske reke z vplivom kraškega izvira	Dinarski_kraški	201	119	0	100
7	Male in srednje velike habitatsko zelo pestre alpske reke	Alpski_zelo pestri	340	126	0	100
8	Male in srednje velike habitatsko srednje pestre alpske reke	Alpski_srednje pestri	310	126	0	100
9	Male in srednje velike habitatsko malo pestre alpske reke	Alpski_malo pestri	277	126	0	100

2.3.3 MEJNE VREDNOSTI INDEKSOV ZA VREDNOTENJE HIDROMORFOLOŠKE KAKOVOSTI IN SPREMENJENOSTI TEKOČIH VODA V SLOVENIJI

Za razvrščanje odsekov vodotokov v razrede hidromorfološke spremenjenosti uporabimo pet razredov hidromorfološke spremenjenosti (Preglednica 23). Mejne vrednosti med razredi so enake za vseh pet hidromorfoloških indeksov sistema SIHM; RHQ – indeks kakovosti rečnih habitatov, RHM – indeks spremenjenosti rečnih habitatov, HLM – indeks hidrološke spremenjenosti, HMM – indeks hidromorfološke spremenjenosti in HQM – indeks hidromorfološke kakovosti in spremenjenosti. Pred izračunom indeksov HMM in HQM se vrednosti indeksov RHQ in RHM pretvori na razpon 0 – 1 (normalizira). Vrednost 0 predstavlja najbolj spremenjene hidromorfološke razmere, vrednost 1 pa nespremenjene oz. naravne razmere. Normalizacijo se izvede po enačbi (15).



$$Vrednost = \frac{vrednost\ indeksa - spodnja\ meja}{značilna\ vrednost - spodnja\ meja} \quad (15)$$

Spodnja meja indeksa RHM je določena na podlagi 95-tega percentila vrednosti popisanih odsekov brez osamelcev, in sicer za vse ekološke tipe rek v Sloveniji skupaj. Prav tako je za tip značilna vrednost RHM določena za vse ekološke tipe rek skupaj, in sicer kot najmanjša možna vrednost indeksa, to je vrednost, kjer ni nobenih hidromorfoloških sprememb. Za hidromorfološki tip značilna vrednost RHQ je bila določena na podlagi vrednosti zelo malo spremenjenih popisanih odsekov kot maksimalna opažena vrednost (Urbanič, 2009) ali mediana (Urbanič in sod., 2007; Urbanič in Petkovska, 2008, 2012). Spodnja meja indeksa RHQ pa je bila določena na podlagi najslabše opažene vrednosti popisanih odsekov brez osamelcev, in sicer po skupinah hidromorfoloških tipov rek v Sloveniji.

Preglednica 23. Sistem razvrščanja odsekov vodotokov v razrede hidromorfološke (SIHM) spremenjenosti glede na hidromorfološke indekse sistema SIHM (RHQ, RHM, HLM, HMM in HQM) in opis hidromorfološke spremenjenosti in stanja.

SIHM razred	Razpon vrednosti SIHM indeksa*	Opis	Hidromorfološko stanje
1	>0,80	Nespremenjen	Zelo dobro
2	> 0,60 – 0,80	Malo spremenjen	Dobro
3	> 0,40 – 0,60	Zmerno spremenjen	Zmerno
4	> 0,20 – 0,40	Močno spremenjen	Slabo
5	≤0,20	Zelo močno spremenjen	Zelo slabo

*- normalizirana vrednost

Za hidromorfološki (SIHM) tip reke značilne vrednosti in spodnje meje za normalizacijo indeksov RHQ in RHM so povzete v preglednici 22.



3 RAZPRAVA

V skladu z Vodno direktivo hidromorfološke elemente kakovosti uporabimo za podporo vrednotenju ekološkega stanja z biološkimi elementi kakovosti. Uporabimo jih le takrat, ko z biološkimi elementi kakovosti in podpornimi fizikalno-kemijskimi elementi kakovosti ugotovimo zelo dobro ekološko stanje voda. Torej, s podpornimi hidromorfološki elementi le preverimo, ali hidromorfološke razmere ustrezajo zelo dobremu stanju ali ne. V kolikor ne, uvrstimo vodno telo v razred dobro stanje (slika 4). Po sistemu SIHM s petimi hidromorfološki indeksi (Urbanič in Tavzes, 2006; Tavzes in Urbanič, 2009; Urbanič in sod., to delo), ki naslavlja le morfološke (indeksa RHQ, RHM) oz. hidrološke značilnosti (indeks HLM) in kombinacije – hidromorfološke značilnosti (indeksa HMM, HQM), lahko vrednotimo spremenjenost odsekov vodotokov zaradi različnih sprememb v hidromorfoloških značilnostih vodotoka. Na podlagi ravni spremenjenosti uvrstimo odsek vodotoka v enega od pet razredov spremenjenosti, ki so določeni glede na raven spremenjenosti. Indeks hidromorfološke kakovosti in spremenjenosti (HQM) vključuje različne hidromorfološke značilnosti (habitatsko pestrost, morfološko in hidrološko spremenjenost) in tako najbolj celostno zajema hidromorfološke razmere vodotoka. Z indeksom HQM najbolj celovito ovrednotimo hidromorfološko spremenjenost odseka vodotoka. Indeks HQM je v razvoju sistema vrednotenja ekološkega stanja bil uporabljen za določitev gradienta hidromorfološke obremenitve. Uporabili smo ga pri razvoju indeksa za vrednotenje vpliva hidromorfološke spremenjenosti na združbe bentoških nevretenčarjev (indeks SMEIH) (npr. Urbanič in Petkovska, 2007), ki ga uporabljamo za vrednotenje ekološkega stanja rek (Uradni list RS 14/09). Tudi zaradi tega menimo, da je indeks HQM primeren za podporo vrednotenju ekološkega stanja kot hidromorfološki element kakovosti.

Vodna direktiva predvideva za tip značilno vrednotenje ekološkega stanja in za podporne hidromorfološke elemente določitev za tip značilnih hidromorfoloških razmer. V sistemu SIHM ima indeks RHQ določene za hidromorfološki (SIHM) tip značilne vrednosti, ki se upoštevajo tudi pri izračunu indeksa HQM. Za tip značilne RHQ vrednosti so bile določene za 67 od 74 ekoloških tipov rek in manjkajo za ekološke tipe rek, v katere je uvrščenih relativno malo rek in še nimajo razvitega sistema vrednotenja ekološkega stanja po modulu hidromorfološka spremenjenost/splošna degradiranost (Preglednica 21). Značilne hidromorfološke razmere za te ekološke tipe bodo določene z razvojem sistema vrednotenja ekološkega stanja z bentoškimi nevretenčarji po modulu hidromorfološka spremenjenost/splošna degradiranost.

Za indeks HQM in druge indekse sistema SIHM smo določili mejne vrednosti med petimi razredi hidromorfološke spremenjenosti. Mejne vrednosti so enake za vse SIHM tipe rek. Osnovni namen določitve mejnih vrednosti je bil razvrstiti odseke vodotokov v 5 razredov glede na raven spremenjenosti. Pri določitvi mejnih vrednosti nismo upoštevali potencialnega vpliva, ki ga različne hidromorfološke spremembe imajo na biološke elemente kakovosti, s katerimi vrednotimo ekološko stanje. Vzrokov je več. Prvič, za vse ekološke tipe rek še nimamo razvitih sistemov vrednotenja ekološkega stanja, zato mejnih vrednosti ne bi mogli določiti za tip značilno. Drugič, za različne biološke elemente bi ugotovili, da imajo iste ravni hidromorfološke spremenjenosti različen vpliv na združbo organizmov. Ker pa je vloga hidromorfoloških elementov kakovosti v vrednotenju ekološkega stanja le podporna in jih za vrednotenje uporabimo le takrat, ko z vsemi biološkimi in fizikalno-kemijskimi elementi ugotovimo zelo dobro ekološko stanje, smo mnenja, da je smiselno znižanje razreda ekološkega stanja iz zelo dobrega v dobro, ko



ugotovimo, da je vrednost indeksa $HQM < 0,8$. Za ustrezno ovrednotenje hidromorfoloških značilnosti po sistemu SIHM in izračun indeksa HQM je treba povsem slediti postopku, opisanem v tem delu ter za dodatna pojasnila uporabiti tudi RHS manual (Raven in sod., 1998, 2003).

Sistem SIHM z indeksom HQM je uporaben kot podporni hidromorfološki element kakovosti pri vrednotenju ekološkega stanja rek. Poleg tega pa sistem omogoča tudi vrednotenje spremenjenosti glede na različne hidromorfološke značilnosti in je kot tak uporaben tudi pri upravljanju voda. Z ugotovljenimi soodvisnostmi med ekološkim stanjem oz. združbami organizmov in spremenjenostjo odsekov vodotokov po sistemu SIHM bomo lahko tudi napovedovali sprejemljivost predvidenih sprememb ter usmeritve za izboljšanje hidromorfoloških značilnosti vodotoka za doseganje ciljev Vodne direktive in Načrta upravljanja voda (NUV). Delno smo nekatere informacije že pridobili z razvojem metod vrednotenja ekološkega stanja po modulu hidromorfološka spremenjenost/splošna degradiranost, vendar bo za potrebe upravljanja treba še podrobneje raziskati in opredeliti tako morfološke kot hidrološke parametre, ki imajo bistven vpliv na ekološko stanje, ter sistem SIHM nadgraditi. Za namen ovrednotenja hidroloških značilnosti bi bilo treba urediti bazo pregrad na vodotokih, fizičnih značilnosti zajezev za pregradami ter vplivnega območja pregrad. Za ugotavljanje soodvisnosti med hidromorfološkimi obremenitvami in združbami organizmov pa pridobiti podatke po sistemu SIHM, biološke podatke in izvesti ustrezne statistične analize.



4 VIRI

- Direktiva 2000/60/ES evropskega parlamenta in sveta z dne 23. oktobra 2000. Bruselj, 72 str., 11 prilog.
- Krušnik, C., Toman, M.J., Tavzes, B. (2001). Kategorizacija habitatov barjanskih jarkov z metodo RHS. *Ichthyos*, 18, 1: 1–16.
- Raven, P.J., Holmes, N.T.H., Dawson, F.H., Fox, P.J.A., Everard, M., Fozzard, I.R., Rouen, K.J. (1998). River Habitat Quality the physical character of rivers and streams in the UK and Isle of Man. (River Habitat survey Report No. 2.) Environment agency: 86 str.
- Raven, P.J., Holmes, N.T.H., Dawson, F.H., Fox, P.J.A., Everard, M., Fozzard, I.R., Rouen, K.J. (2003). River Habitat Survey in Britain and Ireland Field Survey Guidance manual: version 2003. Environment Agency, 100 str.
- Tavzes, B., Urbanič, G. (2009). New indices for assessment of hydromorphological alteration of rivers and their evaluation with benthic invertebrate communities; Alpine case study. *Review of hydrobiology*, 2: 133–161.
- Tavzes, B., Toman, M. J. (2004). Sistem rečnih habitatov (RHS) - orodje za vrednotenje vodnih in obvodnih habitatov. V: Mišičev vodarski dan: zbornik referatov (št. 15). Maribor, Vodnogospodarski biro: 85–90.
- Uradni list RS, št. 14/2009. Uredba o stanju površinskih voda, str. 1757.
- Urbanič, G. (2005a). Tipske regije tekočih voda Slovenije. V: Urbanič, G. (ur.). Program dela Inštituta za vode Republike Slovenije za leto 2005. Inštitut za vode RS, Ljubljana, str. 11–14.
- Urbanič, G. (2005b). Hidroekoregije Slovenije. V: Urbanič G. (ur.). Ekološko stanje za reke in jezera, poročilo o delu v letu 2005. Inštitut za vode Republike Slovenije, Ljubljana, str. 6–10.
- Urbanič, G. (2006a). Dopolnitve v razmejitvi hidroekoregij in bioregije celinskih voda Slovenije. V: Urbanič, G. (ur.). Dodelava tipizacije za reke in jezera. Poročilo o delu v letu 2006. Inštitut za vode RS, Ljubljana, str. 12–19.
- Urbanič, G. (2006b). Opis tipov rek v Sloveniji. V: Urbanič, G. (ur.). Ekološko stanje površinskih voda. Poročilo o delu v letu 2006. Inštitut za vode RS, Ljubljana, str. 20–25.
- Urbanič, G. (2007a). Ekoregije celinskih voda – hidroekoregije v Sloveniji; dopolnitve v razmejitvi. V: Urbanič, G. (ur.). Dopolnitev tipologije. Končno poročilo o delu v letu 2007. Inštitut za vode RS, Ljubljana, str. 9–14.
- Urbanič, G. (2007b). Bioregije celinskih voda in velike reke; dopolnitve. V: Urbanič, G. (ur.). Dopolnitev tipologije. Končno poročilo o delu v letu 2007. Inštitut za vode RS, Ljubljana, str. 4–8.
- Urbanič, G. (2007c). Tipologija rek v Sloveniji. V: Urbanič, G. (ur.). Dopolnitev tipologije. Končno poročilo o delu v letu 2007. Inštitut za vode RS, Ljubljana, str. 15–22.
- Urbanič, G. (2009). Razvoj metodologij za vrednotenje hidromorfološke spremenjenosti »velikih rek« v Sloveniji na podlagi bentoških nevretenčarjev. *Eko-voda*, Zgornja Ščavnica, 68 str.
- Urbanič, G. (2011a). Ecological status assessment of rivers in Slovenia – an overview. *Natura Sloveniae* 13: 5–16.
- Urbanič, G. (2011b). Ekološki tipi rek - dopolnitev. Inštitut za vode Republike Slovenije, Ljubljana, 7 str.
- Urbanič, G., Petkovska, V. (2007). Vrednotenje hidromorfološke spremenjenosti rek na podlagi bentoških nevretenčarjev v hidroekoregijah Panonska nižina in Padska nižina v skladu z Vodno direktivo (Direktiva 2000/60/ES): končno poročilo. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, 104 str.



- Urbanič, G., Petkovska, V. (2008). Popis in vrednotenje hidromorfoloških obremenitev vzorčnih odsekov. V: Urbanič G. (ur.) Ekološko stanje rek, poročilo o delu za leto 2008. Inštitut za vode Republike Slovenije, Ljubljana, 136 str.
- Urbanič, G., Petkovska, V. (2009). Popis in ovrednotenje hidromorfoloških lastnosti vzorčnih odsekov rek v skladu z Vodno direktivo (Direktiva 2000/60/ES). V: Urbanič G. (ur.) Ekološko stanje rek: Podporni elementi kakovosti, poročilo o delu za leto 2009. Inštitut za vode Republike Slovenije, Ljubljana, str. 4-61.
- Urbanič, G., Petkovska, V. (2012). Vrednotenje vpliva hidromorfološke spremenjenosti/splošne degradiranosti z bentoškimi nevretenčarji v hidroekoregiji Alpe (SMEIH_{AL}) – dopolnitev metodologije. V: Urbanič G. (ur.) Vrednotenje ekološkega stanja rek, poročilo o delu za leto 2011. Inštitut za vode Republike Slovenije, Ljubljana, 30 str.
- Urbanič, G., Tavzes, B. (2006). Vrednotenje hidromorfološke spremenjenosti rek v hidroekoregiji Alpe v Sloveniji na podlagi bentoških nevretenčarjev v skladu z zahtevami Vodne direktive (Direktiva 200/60/ES). Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, Ljubljana, 295 str.
- Urbanič, G., Tavzes, B., Petkovska, V. (2007). Ovrednotenje hidromorfoloških lastnosti vzorčnih odsekov rek v hidroekoregijah Panonska nižina in Padska nižina v skladu z Vodno direktivo (Direktiva 2000/60/ES): končno poročilo. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, 167 str.

POPISNI LIST

Priloga A. Obrazec za popis hidromorfoloških lastnosti po sistemu RHS (prilagojeno po Raven in sod., 2003).

SISTEM REČNIH HABITATOV (RIVER HABITAT SURVEY)

Stran 1 / 4

A PODROBNOSTI TERENSKEGA POPISA

Šifra območja: Koordinate osrednje točke Reka:

Datum / /20 Čas Pregledovalec

Akreditirani pregledovalec? Ne ☐ Da ☐

Ali je popis na naravnem ali umetnem odseku? Naravni ☐ Umetni ☐

Ali so neugodne razmere vplivale na popis? Ne ☐ Da ☐ Če so, opišite

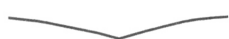
Rečno dno vidno? Ne ☐ delno ☐ v celoti ☐ (prekrižajte okvirček)

Fotografija splošnih značilnosti? Ne ☐ Da ☐ (prekrižajte okvirček)

Popis opravljen: z levega brega ☐ z desnega brega ☐ iz struge ☐ (ustrezno prekrižajte)

B PREVLAJUJOČA OBLIKA DOLINE

(izberite le eno)



☐ plitvi V



☐ konkavna
(če je ledeniška dolina v obliki U, dodajte "U")



☐ globoki V



☐ simetrična poplavna dolina



☐ soteska



☐ asimetrična poplavna dolina

Prisotnost naravnih teras? Ne ☐ Da ☐

Prisotnost umetnih teras? Ne ☐ Da ☐

Izrazito ravno dno? Ne ☐ Da ☐

C ŠTEVILO BRZIC, TOLMUNOV IN PRODIŠČ

(navedite skupno število)

Brzice

Nezaraščeno prodišče v zavoju

Tolmuni

Zaraščeno prodišče v zavoju

D UMETNE STRUKTURE

(navedite skupno število vsake strukture v ustreznem okvirčku)

Jih ni ☐

	Veliki	Srednji	Mali		Veliki	Srednji	Mali
Jezovi				Izpusti			
Zapornice				Pregazi			
Prepusti				Jezbice			
Mostovi				Drugo (opišite)			

Ali je struga izravnana? Ne ☐ Da, < 33 % mesta ☐ Da, > 33 % mesta ☐

Ali je voda zajezena z jezom? Ne ☐ Da, < 33 % mesta ☐ Da, > 33 % mesta ☐

POPISNI LIST

SISTEM REČNIH HABITATOV (RHS): DIMENZIJE IN VPLIVI

Stran 4 / 4

L DIMENZIJE STRUGE (merjene na mestu na ozkem enotnem predelu, najbolje preko nizkovodne brzice)

LEVI BREG	STRUGA	DESNI BREG
Višina vrha brega (m)	Širina strugotvorne gladine (m)	Višina vrha brega (m)
Ali je višina vrha brega tudi višina strugotvorne gladine? (DA ali NE)	Širina gladine (m)	Ali je višina vrha brega tudi višina strugotvorne gladine? (DA ali NE)
Višina nasipa (m)	Globina vode (m)	Višina nasipa (m)

Če je linija smeti nižja kot vrh brega v prevesu, navedite: višina nad gladino (m) = širina (m) =

Material v strugi na mestu meritve je: sprijet (kompakten) ☐ nesprijet (rahel) ☐ neznano ☐

Lokacija meritev je: nizkovodna brzica ☐ hitri tok ali polzeča voda ☐ drugo ☐

M POSEBNO POMEMBNE ZNAČILNOSTI

Uporabite $\sqrt{\text{ali E}}$ (> 33 % dolžine)

Jih ni	☐	Brzice	☐	Šotišče	☐	Balvanska polja/berme	☐
Slapovi > 5 m	☐	Naravne kaskade	☐	Poplavni gozd (log)	☐	Breg s trstičjem	☐
Slapovi < 5 m	☐	Mrtvi rokav	☐	Barje	☐	Plavajoče barje	☐
Prepleteni/stranski rokavi	☐	Močvirni travniki	☐	Zamok	☐	Ponor	☐
Jezovi iz naplavin	☐	Močvirje	☐	Mrtvica	☐	Drugo (vpišite)	☐
Listnate naplavine	☐	Tolmuni	☐	Balvani (>1m)	☐		

N ZARAŠČENOST STRUGE

(označite ustrezni okvirček)

Ali je 33 % ali več struge zamašene z vegetacijo? Ne ☐ Da ☐

O OPAŽENE TUJERODNE (MOTEČE) RASTLINSKE VRSTE

Uporabite $\sqrt{\text{ali E}}$ (> 33 % dolžine)

NI	Površina ali vrh brega	5 – 50 m od vrha brega
Mantegazzijev dežen (<i>Heracleum mantegazzianum</i>)	☐	☐
Japonski dresnik (<i>Fallopia japonica</i>)	☐	☐
Žlezava nedotika (<i>Impatiens glandulifera</i>)	☐	☐
Zlata rozga (<i>Solidago gigantea / canadensis</i>)	☐	☐
Deljenolistna rudbekija (<i>Rudbeckia laciniata</i>)	☐	☐
Topinambur (<i>Helianthus tuberosus</i>)	☐	☐
Oljna bučka (<i>Echinocystis lobata</i>)	☐	☐
Robinija (<i>Robinia pseudoacacia</i>)	☐	☐
Enoletna suholetnica (<i>Erigeron annuus</i>)	☐	☐
Drugo:	☐	☐

P SPLOŠNE ZNAČILNOSTI

(obkrožite oziroma dodajte ustrezne besede, če je potrebno)

Glavni vplivi: smetišče - odlagališče - odpadki - odpadna voda - onesnaženje - suša - odvzem vode - mlin - jez - cesta - železnica - industrija - stanovanja - rudarstvo - kamnolom - poglobljanje - pogozditev - ribogojstvo - zamuljevanje

Upravljanje s površinami: obrežni vegetacijski zaščitni pasovi - povirje - opuščena raba - park

Živali: vidra - kuna - bobor - nutrija - pižmovka - raca mlakarica - vodomec - ponirek - siva pastirica - breguljka - čaplja - kormoran - kačji pastirji

Druga pomembna opažanja:

R SLEDVI NEDAVNEGA VZDRŽEVANJA

(označite ustrezen/e okvirček/čke)

Jih ni	☐	Čiščenje rečnega dna	☐	Košnja bregov	☐	Odstranjevanje zarasti	☐
		Razširjenje struge	☐	Drugo (opišite)			

S OSNOVNE INFORMACIJE IZ KARTE

Nadmorska višina (m)	Naklon (m/km)	Kategorija (decil) pretoka (1-10)
Geološka podlaga matične kamnine	Vodno telo	Plovba
Oddaljenost od izvira (km)	Pomembni pritok	
Nadmorska višina izvira (m)		

POPISNI LIST

SISTEM REČNIH HABITATOV (RHS): DESET POPISNIH TOČEK

Stran 2 / 4

Točka 1. popisa je glede na mesto popisa: proti toku ☐ s tokom ☐ (označi samo 1 okvirček)

E FIZIČNI ZNAKI (ocena v preseku struge v širini 1 m)

¹ = vpišemo samo 1 vrednost

LEVI BREG Obkrožite EC ali SC, če je iz peščenega substrata

Material ¹ BE, BO, CO, GS, EA, CL, CC, WP, GA, BR, RR, BW

Spremembe brega NO, RS, RI, PC, PC(B), BM, EM

Značilnosti brega NO, EC, SC, PB, VP, SB, VS, NB

STRUGA Pri GP obkrožite G ali P, če kateri prevladuje

V zadnje okence vpišite substrat struge, ki se ne pojavlja na popisnih točkah, je pa prisoten v > 1% celotnega območja

Substrat v strugi ¹ BE, BO, CO, GP, SA, SI, CL, PE, AR

Tip toka ¹ FF, CH, BW, UW, CF, RP, UP, SM, NP, DR

Spremembe struge NO, CV, RS, RI, DA, FO

Značilnosti struge NO, EB, RO, VR, MB, VB, MI, TR

DESNI BREG Obkrožite EC ali SC, če je iz peščenega substrata

Material ¹ BE, BO, CO, GS, EA, CL, CC, WP, GA, BR, RR, BW

Spremembe na bregu NO, RS, RI, PC, PC(B), BM, EM

Značilnosti brega NO, EC, SC, PB, VP, SB, VS, NB

F RABA ZEMLJIŠČA IN STRUKTURA VEGETACIJE BREGA (ocena v preseku struge v širini 10 m)

Raba zemljišča: izberite eno od BL, BP, CW, CP, OR, SC, TH, RP, IG, TL, WL, OW, IL, PG, SU, RS

Raba zemljišča v 5 m pasu od levega vrha brega

Levi vrh brega (struktura znotraj 1 m) B/U/S/C

Leva površina brega (struktura) B/U/S/C

Desna površina brega (struktura) B/U/S/C

Desni vrh brega (struktura znotraj 1 m) B/U/S/C

Raba zemljišča v 5 m pasu od desnega vrha brega

G TIPI VEGETACIJE V STRUGI (ocena v preseku struge v širini 10 m: uporabite √(prisoten) ali E (> 33 % dolžine)

Vegetacije ni

Jetrenjaki/mahovi/lišaji

Emergentne širokolistne rastline

Emergentno trstičje/šiši/ločje

Rastline s plavajočimi listi (ukoreninjene)

Prosto plavajoče rastline

Amfibijske rastline

Potopljene širokolistne rastline

Potopljene trakastolistne rastline

Potopljene rastline s fino deljenimi listi

Nitaste alge

Zadnji stolpec uporabite za oceno vegetacije vzdolž 500 m, vključno s tipi, ki se na posameznih popisnih točkah ne pojavljajo.



POPISNI LIST

SISTEM REČNIH HABITATOV (RHS): ZBIRNI PODATKI ZA 500 M

Stran 3 / 4

H RABA ZEMLJIŠČA V 50 m PASU OD VRHA BREGA <i>Uporabite √ ali E (> 33 % dolžine)</i>					
	Levi	Desni		Levi	Desni
Listopadni/mešani gozd (polnaraven) (BL)			Gnojni travnik (IG)		
Listopadni/mešani gozd (nasajen) (BP)			Njiva (TL)		
Iglasti gozd (polnaraven) (CW)			Mokrišče (WL)		
Iglasti gozd (gojeni) (CP)			Stoječa voda (OW)		
Sadovnjak(OR)			Suburbane ali urbane površine (SU)		
Grmovje (SC)			Namakalne površine (IL)		
Visoke zeli (TH)			Park / vrt (PG)		
Izraziti pašnik (RP)			Skale in grušč (RS)		

I PROFILI BREGOV <i>Uporabite √ ali E (> 33 % dolžine)</i>					
NARAVNI/NESPREMENJENI	Levi	Desni	UMETNI/SPREMENJENI	Levi	Desni
Vertikalni/spodjedeni 			Uravnani 		
Vertikalni s peto 			Utrjeni – celotni breg 		
Strmi (> 45°) 			Utrjeni – zgornji rob 		
Položeni 			Utrjeni – peta 		
Sestavljeni 			Dvojni profil 		
Naravna berma 			Pohojeni/razriti 		
			Nasip 		
			Bočni zadrževalnik 		

J SKLENJENOST KROŠENJ IN SORODNE ZNAČILNOSTI						
DREVEŠA (označi okvirček za breg)			SORODNE ZNAČILNOSTI (označi okvirček za značilnost)			
	Levi	Desni		Jih ni	So	E(> 33 %)
Ni dreves	☐	☐	Osenčenje struge	☐	☐	☐
Posamezna/raztresena	☐	☐	Nad vodo viseče veje	☐	☐	☐
Pravilno razmaknjena/posamezna	☐	☐	Izpostavljene velike korenine ob bregu	☐	☐	☐
Posamezne skupine dreves	☐	☐	Podvodne drevesne korenine	☐	☐	☐
Delno sklenjena	☐	☐	Padla drevesa	☐	☐	☐
Sklenjena	☐	☐	Grobe lesene naplavine	☐	☐	☐

K RAZŠIRJENOST ZNAČILNOSTI STRUGE							
TIPI TOKOV VZDOLŽ 500 M (označi okvirček za tip toka)				ZNAČILNOSTI VZDOLŽ 500 M (označi okvirček za značilnost)			
	Jih ni	So	E (> 33 %)		Jih ni	So	E (> 33 %)
Slap(ovi)	☐	☐	☐	Erodirajoči klif	☐	☐	☐
Prelivanje (kaskada)	☐	☐	☐	Stabilni klif	☐	☐	☐
Lomljeni stoječi valovi (peneči valovi)	☐	☐	☐	Vidna živa skala	☐	☐	☐
Nelomljeni stoječi valovi (valovi, ki se ne penijo)	☐	☐	☐	Vidna groblja	☐	☐	☐
Rahlo valovanje	☐	☐	☐	Porasla živa skala	☐	☐	☐
Kipenje	☐	☐	☐	Nezaraslo prodišče sredi struge	☐	☐	☐
Gladki tok (drsenje)	☐	☐	☐	Zaraslo prodišče sredi struge	☐	☐	☐
Ni opaznega toka (tolmun)	☐	☐	☐	Zreli otok	☐	☐	☐
Ni vode (suho)	☐	☐	☐	Nezaraslo obrežno prodišče	☐	☐	☐
Mrtvica	☐	☐	☐	Zaraslo obrežno prodišče	☐	☐	☐
				Nezaraslo prodišče v zavoju	☐	☐	☐
				Zaraslo prodišče v zavoju	☐	☐	☐
				Neporasle muljaste usedline	☐	☐	☐
				Neporasle peščene usedline	☐	☐	☐
				Neporasle prodnate usedline	☐	☐	☐

Priloga B. Razlaga pojmov v obrazcu za popis lastnosti s sistemom RHS

KLJUČ ZA POPIS POPISNE TOČKE

Stran 1 / 2

FIZIČNI ZNAKI (ODSEK E)			
BREGOVI		STRUGA	
PREVLADUJOČI MATERIAL BREGA	SPREMEMBE BREGA	PREVLADUJOČI SUBSTRAT	SPREMEMBE STRUGE
NARAVNI MATERIAL BREGA BE = živa skala BO = veliki kamni in skale CO = majhni kamni GS = gramoz/pesek EA = zemlja CL = glina	NO = jih ni RS = preoblikovani breg RI = utrjeni breg PC = pohojeni breg PC(B) = pohojeni breg do golega BM = berma EM = nasip	BE = živa skala BO = veliki kamni in skale CO = majhni kamni GP = gramoz (G) in prod (P) (obkrožite G ali P če prevladuje) SA = pesek SI = mulj CL = glina PE = šota	NO = jih ni CV = prepust RS = preoblikovana struga RI = utrjena struga DA = jez/prag FO = pregaz
UMETNI MATERIAL BREGA	ZNAČILNOSTI BREGA		ZNAČILNOSTI STRUGE
CC = beton WP = obrežni zid iz lesenih pilotov GA = žična košara (gabion) BR = kamnita zložba RR = kamnomet /skalomet BW = gradbeni odpadki	NO = jih ni EC = erodirajoči klif (obkrožite, če je peščen) SC = stabilni klif (obkrožite, če je peščen) PB = nezaraslo prodišče v zavoju VP = zaraslo prodišče v zavoju SB = nezaraslo obrežno prodišče VS = zaraslo obrežno prodišče NB = naravna berma	AR = umetni substrat PREVLADUJOČI TOK (glej spodaj) FF = slap(ovi) CH = prelivanje BW = lomljeni stoječi valovi UW = nelomljeni stoječi valovi CF = kaotični tok RP = rahlo valovanje UP = kipenje SM = gladki tok NP = ni opaznega toka DR = ni vode	NO = jih ni RO = vidne skale EB = izpostavljena gola živa skala MB = nezaraslo prodišče sredi struge VB = zaraslo prodišče sredi struge MI = zreli otok VR = porasle skale ali živa skala TR = odpadki (smeti)
TIPI TOKA	PRIPADAJOČE ZNAČILNOSTI STRUGE		
FF : slap(ovi) CH : prelivanje BW : lomljeni stoječi valovi UW : nelomljeni stoječi valovi CF : kaotični tok RP : rahlo valovanje UP : kipenje SM : gladki tok NP : ni opaznega toka DR : ni vode	voda teče ločeno od previsne stene preliv vode v stiku s substratom (kaskada) peneči valovi ~ visokovodne brzice valovi, ki se ne penijo ~ nizkovodne brzice kombinacija treh ali več tipov tokov brez urejenega vzorca vodna gladina je brez stoječih valov, voda teče navzdol s skodrano gladino ~ pospešeni tokovi gladina se lomi, kot da bi spodaj izvirala voda ~ virina zaznaven tok je gladek brez vrtincev ~ polzenje/drsenje voda navidezno stoji ~ zatoni, zaježitve in mrtvice struga je suha		

MERILO VELIKOSTI SUBSTRATA

Merilo	Pesek	
	Gramoz	
		Prod
		Kamni (do 256 mm)
	GP	CO
	← SA	

RABA ZEMLJIŠČA V 5 M PASU OD VRHA BREGA (ODSEK F) IN 50 M PASU OD VRHA BREGA (ODSEK H)
BL = listopadni/mešani gozd (polnaraven)

SC = grmovje

WL = mokrišče

BP = listopadni/mešani gozd (nasad)

TH = visoke zeli

IL = namakalne površine

CW = iglasti gozd (polnaraven)

RP = pašnik

OW = stoječa voda

CP = iglasti gozd (nasad)

IG = gnojni travnik

PG = park / vrt

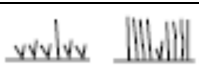
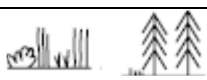
OR = sadovnjak

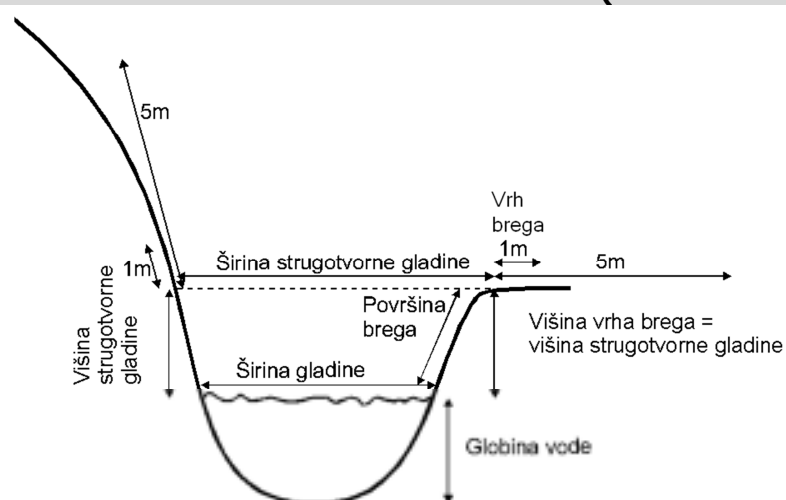
TL = njiva

SU = suburbane ali urbane površine

RS = skale in grušč

STRUKTURA VEGETACIJE NA BREGU - ocenjena znotraj 10 m širokega pasu (ODSEK F)

			Tipi vegetacije
gola	B	gola zemlja/skala itd.	 mahovi
uniformna 	U	prevladujoč samo en tip vegetacije	 nizkorasle zeli
preprosta 	S	dva ali trije tipi vegetacije	 steblikle
kompleksna 	C	štirje ali več tipov vegetacije	 grmovje
			 mladje in drevesa

NAVODILA ZA ODSEK L (DIMENZIJE STRUGE)


- Izberite lokacijo na enotnem predelu.
- Če so brzice, merite v njih. Drugače merite na najbolj plitvi točki, kjer teče voda naravnost.
- Vrha brega - prva večja sprememba/prelom naklona, nad katerim je možna obdelava zemlje ali gradnja.
- Omočeni breg - višina, kjer se reka prelije na poplavno ravnico.