

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Vesna PETKOVSKA

**VPLIV HIDROMORFOLOŠKIH LASTNOSTI
VODOTOKOV SLOVENIJE
NA ZDRUŽBE BENTOŠKIH NEVRETIČARJEV**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Ljubljana, 2015

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Vesna PETKOVSKA

**VPLIV HIDROMORFOLOŠKIH LASTNOSTI
VODOTOKOV SLOVENIJE
NA ZDRUŽBE BENTOŠKIH NEVRETIČARJEV**

DOKTORSKA DISERTACIJA

**THE INFLUENCE OF
HYDROMORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS
OF SLOVENIAN RIVERS ON
BENTHIC INVERTEBRATE ASSEMBLAGES**

DOCTORAL DISSERTATION

Ljubljana, 2015

*"A river cuts through rock,
not because of its power
but its persistence."*

(Jim Watkins)

*"No man steps in the same river twice
for it's not the same river
and he's not the same man."*

(Heraclitus)

Doktorska disertacija je zaključek univerzitetnega podiplomskega študija Varstvo okolja na Univerzi v Ljubljani. Pripravljena je bila na Inštitutu za vode Republike Slovenije v Ljubljani.

Na podlagi Statuta Univerze v Ljubljani ter po sklepu Senata Biotehniške fakultete in sklepa Komisije za doktorski študij z dne 14.3.2012 je bilo potrjeno, da kandidatka izpolnjuje pogoje za opravljanje doktorata znanosti na univerzitetnem podiplomskem študiju Varstvo okolja. Za mentorja je bil imenovan doc. dr. Gorazd Urbani in za somentorja prof. dr. Matjaž Mikoš.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Mihael J. TOMAN

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

lan: prof. dr. Mitja BRILLY

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

lan: prof. dr. Zlatko MIHALJEVI

Univerza v Zagrebu, Prirodoslovno matemati ki fakultet, Biološki odsjek

Datum zagovora: 27.10.2015

Podpisana izjavljam, da je doktorska disertacija rezultat lastnega raziskovalnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identen tiskanemu. Na univerzo neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravico shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico omogočanja javnega dostopa do avtorskega dela na svetovnem spletu preko Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Vesna Petkovska

KLJU NA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Dd
DK UDK 574.5:591.524.1(497.4)(043.3)=163.6
KG vodna direktiva/hidromorfologija/SIHM/raba tal/bentoški nevreten arji/vodilna slika/pCCA
AV PETKOVSKA, Vesna, univ. dipl. biol.
SA URBANI, Gorazd (mentor)/MIKOŠ, Matjaž (somentor)
KZ SI-1000 Ljubljana, Ve na pot 111
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Univerzitetni podiplomski študij Varstvo okolja
LI 2015
IN VPLIV HIDROMORFOLOŠKIH LASTNOSTI VODOTOKOV SLOVENIJE NA ZDRUŽBE BENTOŠKIH NEVREten ARJEV
TD Doktorska disertacija
OP XVII, 155 str., 8 pregl., 20 sl., 3 pril., 230 vir.
IJ sl
JI sl/en
AI Ugotavljali smo vpliv hidromorfoloških spremenljivk različnih ravni na združbe bentoških nevreten arjev (BN) v vodotokih Slovenije in ekoregij: Alpe, Dinaridi in Panonska nižina. Uporabili smo podatke o združbah BN s 302 mest vzorčenja, pridobljenih med leti 2005 in 2011. Za vsako mesto vzorčenja smo zbrali podatke o 49 okoljskih spremenljivkah in jih razvrstili v štiri skupine: raba tal, regionalne pokrajinske značilnosti (tipologija), lastnosti kakovosti rečnih habitatov (RHQ) in lastnosti spremenjenosti rečnih habitatov (RHM). Povezave med združbami BN in okoljskimi spremenljivkami smo ugotavljali s kanonično korespondenčno analizo (CCA). S spremenljivkami RHQ smo večinoma pojasnili precej večji delež variabilnosti združb BN kot s spremenljivkami RHM. Ugotovili smo razlike v pomembnosti okoljskih spremenljivk glede na ekoregijo. Porazdelitev pojasnjene variabilnosti združb BN med skupine okoljskih spremenljivk smo ugotavljali s parcialno CCA (pCCA). Dobro smo razlikovali med vplivi tipoloških spremenljivk ter RHQ in RHM spremenljivk. Tipološke spremenljivke do neke mere oblikujejo procese na nižjih ravneh, vendar je velik delež zgradbe združb BN odvisen od lastnosti kakovosti habitata ne glede na tipološke dejavnike. S pCCA med spremenljivkami rabe tal in ostalimi skupinami okoljskih spremenljivk smo največje presežne deleže pojasnjene variabilnosti združb BN ugotovili s tipološkimi spremenljivkami. Dobro smo lahko ločili med vplivi rabe tal ter lastnostmi kakovosti in spremenjenosti rečnih habitatov na združbe BN. Na podlagi ekološko pomembnih morfoloških spremenljivk smo za štiri glavne evropske regije določili vodilno sliko rečnih habitatov, ugotovili značilne razlike med alpsko, nižinsko, mediteransko in kraško regijo ter podali usmeritve za upravljanje ekosistemi tekočih voda. Preverili smo še povezanost kombinacij že prej analiziranih morfoloških spremenljivk z združbami BN in večinoma z njimi pojasnili večji delež variabilnosti združb BN kot s posameznimi spremenljivkami morfoloških značilnosti.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dd
DC UDC 574.5:591.524.1(497.4)(043.3)=163.6
CX Water Framework Directive/hydromorphology/SIHM/land use/benthic invertebrates/guiding image/pCCA
AU PETKOVSKA, Vesna
AA URBANI , Gorazd (supervisor)/MIKOŠ, Matjaž (co-supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Ve na pot 111
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, University Postgraduate Study Programme in Environmental Protection
PY 2015
TI THE INFLUENCE OF HYDROMORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SLOVENIAN RIVERS ON BENTHIC INVERTEBRATE ASSEMBLAGES
DT Doctoral dissertation
NO XVII, 155 p., 8 tab., 20 fig., 3 ann., 230 ref.
LA sl
AL sl/en
AB The influence of hydromorphological variables on benthic invertebrate (BI) assemblages was studied in Slovenian rivers and ecoregions Alps, Dinaric western Balkan and Pannonian Lowland. Data on BI assemblages were obtained from 302 sampling sites between the years 2005 and 2011. For each sampling site data on 49 environmental variables were collected and were assigned to four environmental variable groups: regional natural characteristics (typology), land use, river habitat quality variables (RHQ), and river habitat modification variables (RHM). The relation of environmental variables on BI assemblages was analyzed using canonical correspondence analysis (CCA). In general, RHQ variables explained higher share of BI assemblages' variability than RHM variables. The importance of environmental variables was dependent on ecoregion. The explained variability of BI assemblages was divided among groups of environmental variables using partial CCA. The effects of topological variables and RHQ or RHM variables were well discerned. Topological variables constrain the processes on smaller scales, but a considerable part of BI assemblage composition is dependent on habitat quality features irrespective of topological characteristics. pCCA between land use variables and other environmental variable groups showed the highest joint effects of explained variability of BI assemblages with topological variables. We have well discerned among land use effects and RHQ or RHM variables on BI assemblages. Using ecologically relevant morphological variables the guiding images of river habitats of four major European regions were defined. Significant differences were observed among river habitats of alpine, lowland, mediterranean and karst region, and guidance for river management was presented. The relationship between BI assemblages and different combinations of previously used morphological variables was also analysed and generally more variability of BI assemblages was explained than with individual morphological variables.

KAZALO VSEBINE

KLJU NA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO ZNANSTVENIH DEL	VIII
KAZALO PREGLEDNIC	IX
KAZALO SLIK	X
KAZALO PRILOG	XII
SLOVAR EK.....	XIII
1 PREDSTAVITEV PROBLEMATIKE IN HIPOTEZE	1
<i>1.1 UPRAVLJANJE Z VODAMI PO UVEDBI DOLO IL VODNE DIREKTIVE.....</i>	<i>1</i>
1.1.1 Vrednotenje ekološkega stanja teko ih voda	1
1.1.2 Referen ne razmere in vodilna slika teko ih voda.....	3
1.1.3 Tipologija teko ih voda.....	4
<i>1.2 POVEZANOST HIDROMORFOLOŠKIH ZNA ILNOSTI TEKO IH VODA Z ZDRUŽBAMI VODNIH ORGANIZMOV</i>	<i>6</i>
1.2.1 Naravne hidromorfološke zna ilnosti teko ih voda.....	6
1.2.1.1 Dimenzije delovanja ekosistemov teko ih voda.....	6
1.2.1.2 Hidromorfološki procesi in tvorbe teko ih voda ter njihova povezanost z združbami bentoških nevreten arjev	8
1.2.2 Spremembe hidromorfoloških zna ilnosti teko ih voda.....	9
1.2.2.1 Neposredne spremembe hidromorfoloških zna ilnosti teko ih voda ter njihova povezanost z združbami bentoških nevreten arjev	9
1.2.2.2 Hkratno delovanje antropogenih dejavnikov	11
<i>1.3 VREDNOTENJE KAKOVOSTI IN SPREMENJENOSTI HABITATOV TEKO IH VODA</i>	<i>12</i>
1.3.1 Metode vrednotenja hidromorfološkega stanja teko ih voda	12
1.3.2 Slovenski hidromorfološki sistem (SIHM)	13
<i>1.4 CILJI RAZISKOVANJA</i>	<i>16</i>
<i>1.5 DELOVNE HIPOTEZE.....</i>	<i>17</i>

2	ZNANSTVENA DELA	21
2.1	<i>OBJAVLJENA ZNANSTVENA DELA.....</i>	<i>21</i>
2.1.1	lanek I	21
2.1.2	lanek II.....	41
2.1.3	lanek III.....	61
2.2	<i>OSTALO POVEZOVALNO ZNANSTVENO DELO.....</i>	<i>79</i>
2.2.1	Metode.....	79
2.2.1.1	Izbor mest raziskav	79
2.2.1.2	VZOR ENJE IN LABORATORIJSKA OBDELAVA BENTOŠKIH NEVRETEN ARJEV	81
2.2.1.3	OKOLJSKE SPREMENLJIVKE	81
2.2.1.4	STATISTI NE ANALIZE.....	86
2.2.2	Rezultati	90
2.2.2.1	Povezanost spremenljivk rabe tal ter drugih skupin okoljskih spremenljivk z združbami bentoških nevreten arjev	90
2.2.2.2	Povezanost kombinacij morfoloških spremenljivk z združbami bentoških nevreten arjev	103
3	RAZPRAVA IN SKLEPI	109
3.1	<i>RAZPRAVA</i>	<i>109</i>
3.1.1	Povezava regionalnih pokrajinskih zna ilnosti z morfološkimi zna ilnostmi teko ih voda na lokalni ravni.....	109
3.1.2	Povezanost morfoloških zna ilnosti teko ih voda z združbami bentoških nevreten arjev.....	110
3.1.3	Skupna povezanost regionalnih pokrajinskih dejavnikov in morfoloških zna ilnosti teko ih voda na lokalni ravni z združbami bentoških nevreten arjev	113
3.1.4	Vodilna slika re nih habitatov.....	114
3.1.5	Primerjava povezanosti združb bentoških nevreten arjev s hidromorfološkimi spremenljivkami različnih prostorskih ravni	116
3.1.6	Povezanost kombinacij hidromorfoloških spremenljivk lokalne ravni z združbami bentoških nevreten arjev	119
3.2	<i>SKLEPI</i>	<i>121</i>
4	POVZETEK (SUMMARY).....	125

4.1	<i>POVZETEK</i>	125
4.2	<i>SUMMARY</i>	129
5	VIRI	133
	ZAHVALA	
	PRILOGE	

KAZALO ZNANSTVENIH DEL

Doktorsko disertacijo sestavljajo trije lanki objavljeni v revijah, ki jih indeksira SCI. Zaradi celovitosti dela so v disertacijo vklju eni še neobjavljeni rezultati v dodatnem poglavju. Objavljeni lanki so avtorski zaš iteni in v disertaciji predstavljeni z dovoljenjem založnika, njihova nadaljnja uporaba je možna le ob dovoljenju založnika.

lanek I:

Petkovska V., Urbani G. 2015. The links between morphological parameters and benthic invertebrate assemblages, and general implications for hydromorphological river management. *Ecohydrology*, 8(1): doi: 10.1002/eco.1489: 67-82

lanek II:

Petkovska V., Urbani G. 2015. The links between river morphological variables and benthic invertebrate assemblages: comparison among three European ecoregions. *Aquatic ecology*, 49: doi: 10.1007/s10452-015-9513-8: 159-173

lanek III:

Petkovska V., Urbani G., Mikoš M. 2015. Variety of the guiding image of rivers - defined for ecologically relevant habitat features at the meeting of the alpine, mediterranean, lowland and karst regions. *Ecological engineering*, 81: doi: 10.1016/j.ecoleng.2015.04.043: 373-386

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1. Okoljske spremenljivke z oznakami, enotami, uporabljenimi transformacijskimi ena bami in razvrščeno v skupine ter osnovno statistiko za štiri obravnavane podatkovne nize. RHQ – spremenljivke kakovosti habitata, RHM – spremenljivke spremenjenosti habitata.....	83
Preglednica 2. Kombinacije morfoloških spremenljivk, uporabljene v analizi, z oznakami in izra unom. Za oznake posameznih spremenljivk glej preglednico 1.....	86
Preglednica 3. Statistično značilne korelacije (Spearmanov korelacijski koeficient; $p < 0,05$) med okoljskimi spremenljivkami v vodotokih Slovenije; za pojasnila oznak okoljskih spremenljivk glej Preglednico 1; vrednosti $> 0,50$ so natisnjene krepko.	92
Preglednica 4. Statistično značilne korelacije (Spearmanov korelacijski koeficient; $p < 0,05$) med okoljskimi spremenljivkami v vodotokih ekoregije Alpe; za pojasnila oznak okoljskih spremenljivk glej Preglednico 1; vrednosti $> 0,50$ so natisnjene krepko.	94
Preglednica 5. Statistično značilne korelacije (Spearmanov korelacijski koeficient; $p < 0,05$) med okoljskimi spremenljivkami v vodotokih ekoregije Dinaridi; za pojasnila oznak okoljskih spremenljivk glej Preglednico 1; vrednosti $> 0,50$ so natisnjene krepko.	95
Preglednica 6. Statistično značilne korelacije (Spearmanov korelacijski koeficient; $p < 0,05$) med okoljskimi spremenljivkami v vodotokih ekoregije Panonska nižina; za pojasnila oznak okoljskih spremenljivk glej Preglednico 1; vrednosti $> 0,50$ so natisnjene krepko.	96
Preglednica 7. Razmerje med variabilnostjo združb bentoških nevreten arjev, pojasnjeno s posamezno okoljsko spremenljivko in variabilnostjo združb bentoških nevreten arjev, pojasnjeno z okoljsko spremenljivko, najbolj pojasnjevalno za združbe v vodotokih posameznih podatkovnih nizov (Slovenija, Alpe, Dinaridi, Panonska nižina). Razmerje je podano za analizo vseh okoljskih spremenljivk skupaj ter po posameznih skupinah okoljskih spremenljivk (skupina). Izbrane okoljske spremenljivke po metodi izbiranja iz vsake skupine okoljskih spremenljivk so označene z zvezdico (*). Morfološke spremenljivke, ki so bile pred analizo izločene, so označene z /.....	98
Preglednica 8. Delež pojasnjene variabilnosti (%) združb bentoških nevreten arjev za posamezne morfološke spremenljivke in njihove kombinacije (obravnavajo) za tri podatkovne nize. Morfološke spremenljivke, ki so bile pred analizo izločene, so označene z /.....	105

KAZALO SLIK

Slika 1. Motiv z mesta vzor enja Radovna, Vintgar	XVII
Slika 2. Predlog razvrš anja rek v razrede ekološkega stanja v Sloveniji na podlagi bioloških elementov kakovosti (Urbani in sod., 2013a: 28).....	2
Slika 3. Ekoregije celinskih voda v Sloveniji (Urbani , 2008a: 23).	5
Slika 4. Bioregije in ekološki tipi vodotokov v Sloveniji (Urbani in sod., 2013b: 5).	5
Slika 5. Hierarhi na organiziranost re nega sistema (Frissel in sod., 1986: 202).....	8
Slika 6. Del popisnega odseka za RHS (Krušnik in sod., 2001: 4)	14
Slika 7. Shematski prikaz upoštevanih podatkov pri izra unu indeksa hidrološke spremenjenosti (HLM) na odseku pod pregrado (1) in odseku znotraj zaježitve (2). di - oddaljenost od pregrade, il - dolžina zaježitve, ul - oddaljenost gorvodno od pregrade; VPP – velikostni razred prispevnega obmo ja; mc – glavna struga, t – pritok, imp – zaježitev (Tavzes in Urbani , 2009: 14-15; Urbani , 2009: 20-21).	15
Slika 8. Motiv z mesta vzor enja Bloš ica, Ognik	19
Slika 9. Motiv z mesta vzor enja Sava, Bodeš e	39
Slika 10. Motiv z mesta vzor enja Obrh, Gori ce.....	59
Slika 11. Motiv z mesta vzor enja Savinja, ribnik Vrbje.....	77
Slika 12. Mesta vzor enja na vodotokih (302 mesti).	79
Slika 13. Mesta popisnih odsekov za namen dolo itve zna ilnih hidromorfoloških razmer za vodotoke v Sloveniji; vijoli no – mesta, uporabljena tudi v analizi povezave z bentoškimi nevreten arji, zeleno – mesta, uporabljena le v tem delu analize.....	80
Slika 14. Skica obmo ij skupnih prispevnih površin (rumeno in oranžno) in neposrednih prispevnih površin (oranžno) mesta vzor enja (rde a to ka) vodotoka (Pavlin, 2012: 44).85	
Slika 15. Koraki analiznega postopka povezav med skupinami okoljskih spremenljivk in združbami bentoških nevreten arjev. CCA - kanoni na koresponden na analiza, pCCA parcialna kanoni na koresponden na analiza; * - nova matrika spremenljivk glede na prvi del analiz. Za skupine spremenljivk glej preglednico 1.	89
Slika 16. Porazdelitev variabilnosti združb bentoških nevreten arjev v vodotokih posameznih podatkovnih nizov (Slovenija, Alpe, Dinaridi, Panonska nižina) med spremenljivke skupine raba tal ter spremenljivke skupin Tipologija, RHQ in RHM. Disjunktni in prese ni deleži so podani kot odstotek pojasnjene variabilnosti.	101

Slika 17. Prese ni in disjunktni deli pojasnjene variabilnosti združb bentoških nevreten arjev v vodotokih posameznih podatkovnih nizov (Slovenija, Alpe, Dinaridi, Panonska nižina). Variabilnost združb bentoških nevreten arjev smo pojasnili in porazdelili med tri skupine okoljskih spremenljivk: Raba tal, RHQ in RHM.	102
Slika 18. Razporeditev deležev pojasnjene variabilnosti (%) združb bentoških nevreten arjev za posamezne morfološke spremenljivke in njihove kombinacije za tri podatkovne nize (ER4 – ekoregija Alpe, ER5 – ekoregija Dinaridi, ER11 – ekoregija Panonska nižina).....	104
Slika 19. Motiv z mesta vzor enja Kokra, Kranj	107
Slika 20. Izgubljanje na terenu	123

KAZALO PRILOG

Priloga A: Dovoljenje založnika za objavo lanka The links between morphological parameters and benthic invertebrate assemblages, and general implications for hydromorphological river management, v tiskani in elektronski verziji doktorske disertacije.....	159
Priloga B: Dovoljenje založnika za objavo lanka The links between river morphological variables and benthic invertebrate assemblages; comparison among three European ecoregions, v tiskani in elektronski verziji doktorske disertacije.....	165
Priloga C: Dovoljenje založnika za objavo lanka Variety of the guiding image of rivers – defined for ecologically relevant habitat features at the meeting of the alpine, mediterranean, lowland and karst regions, v tiskani in elektronski verziji doktorske disertacije.....	168

SLOVAR EK

V slovar ku razlagamo izraze, kot jih pojmujemo v tem besedilu in ponekod zaradi lažjega razumevanja dodajamo angleško ustreznico. V razli nih raziskovalnih krogih lahko naletimo na rabo razli nih sopomenk in/ali druga ne definicije istih pojmov.

Bentoški nevreten arji (angl. benthic invertebrates): vodni nevreten arji, ki pri vzor enju ostanejo v mreži z odprtini 0,5 mm x 0,5 mm in živijo na podlagi ali med delci podlage. Taksonomsko so raznolika skupina, katere zna ilni predstavniki so: vrtin arji (Turbellaria), polži (Gastropoda), školjke (Bivalvia), maloš etinci (Oligochaeta), pijavke (Hirudinea), raki (Crustacea) in iz skupine žuželk (Insecta): enodnevnice (Ephemeroptera), vrbnice (Plecoptera), ka ji pastirji (Odonata), hroš i (Coleoptera), mladoletnice (Trichoptera) in dvokrilci (Diptera).

Dinamika vodnega toka oz. hidrološki režim¹: izraz uporabljamo za ozna itev sprememb stanja in lastnosti vodnega toka, ki se redno pojavljajo v asu in prostoru in potekajo v fazah, npr. sezonsko.

Disjunktni delež pojasnjene variabilnosti združb: delež variabilnosti združb, ki ga z metodo parcialne kanoni ne koresponden ne analize (pCCA) pojasnimo s posamezno skupino spremenljivk.

Ekoregija celinskih voda (ekoregija, hidroekoregija): geografsko obmo je, znotraj katerega so si ekosistemi celinskih voda med seboj relativno bolj podobni v primerjavi z ekosistemi celinskih voda v drugih obmo jih.

Ekološko stanje (angl. ecological status)²: izraz kakovosti zgradbe in delovanja vodnih ekosistemov, povezanih s površinskimi vodami. Ekološko stanje vrednotimo z biološkimi elementi kakovosti in hidromorfološkimi ter fizikalno-kemijskimi elementi kakovosti, ki podpirajo biološke elemente kakovosti. Vodna telesa površinskih voda glede na odstopanje

¹ Opis je povzet po Mikoš in sod. (2002)

² Izraz je iz Vodne direktive (Direktiva Evropskega parlamenta ..., 2000).

od referen nih razmer razvrš amo v pet razredov ekološkega stanja: zelo dobro, dobro, zmerno, slabo in zelo slabo stanje.

Gradient (okoljski gradient): izraz uporabljamo v dveh pomenih: 1. v prostoru in/ali asu zvezno spreminjanje okoljskega dejavnika; 2. abstraktna dimenzija ekološkega prostora - relativna pozicija statisti nih vzorcev v tem prostoru odraža podobnost okolij in/ali sestave združb organizmov.

Hidromorfološki elementi kakovosti (angl. hydromorphological elements)³: elementi kakovosti za razvrš anje vodnih teles površinskih voda v razrede ekološkega stanja, ki podpirajo biološke elemente kakovosti. Hidromorfološki elementi v rekah vklju ujejo: hidrološki režim (koli ina in dinamika vodnega toka), povezavo s telesi podzemne vode, vzdolžna povezanost in morfološke razmere (spreminjanje globine in širine reke, strukturo in substrat re ne struge in strukturo obrežnega pasu).

Prese ni delež pojasnjene variabilnosti združb: delež variabilnosti združb, ki ga z metodo parcialne kanoni ne koresponden ne analize (pCCA) hkrati pojasnimo z dvema ali ve obravnavanimi skupinami spremenljivk.

Prevladujo substrat struge⁴: tip substrata, ki na dani popisni to ki v strugi prevladuje (presek, pravokotno na breg); tipi substrata struge so razporejeni v dvanajst kategorij glede na metodologijo *SIHM* (npr. veliki kamni, prod, pesek, mulj), ki temeljijo na velikosti.

Prevladujo (vodni) tok⁵: tip vodnega toka, ki na dani popisni to ki prevladuje – se pojavlja v ve kot 50 % struge (presek, pravokotno na breg); tipi vodnega toka so razporejene v devet kategorij glede na metodologijo *SIHM*, ki temeljijo na vzorcih vodne površine, hitrosti in usmerjenosti vodnega toka.

Prispevna površina ali prispevno obmo je: topografsko omejena površina kopnega, s katere voda odteka v strugo *vodotoka*.

³ Izraz je iz Vodne direktive (Direktiva Evropskega parlamenta ..., 2000).

⁴ Opis je povzet po Raven in sod. (2003)

⁵ Opis je povzet po Raven in sod. (2003)

Referen ne razmere (angl. reference condition)⁶: biotske in abiotske razmere v ekosistemih, kjer ni opaznega vpliva delovanja loveka ali pa so vplivi loveka na ekosisteme minimalni. Referen ne razmere so izhodiš e za vrednotenje ekološkega stanja.

Regionalne pokrajinske zna ilnosti (fiziografske zna ilnosti): izraz uporabljamo za naravne regionalne biogeografske in ekološke dejavnike, ki na višji prostorski ravni dolo ajo zna ilnosti ekosistemov teko ih voda. Regionalne pokrajinske zna ilnosti smo dolo ili po deskriptorjih *tipologije vodotokov* v Sloveniji.

Slovenski hidromorfološki sistem (SIHM): metoda za vrednotenje ekološkega stanja *vodotokov* na podlagi *hidromorfoloških elementov kakovosti*. Metoda vklju uje vrednotenje elementa morfološke razmere ter elementa vzdolžna povezanost. Za vrednotenje elementa morfološke razmere metoda vklju uje 33 lastnosti, 22 za vrednotenje kakovosti habitata ter 11 za vrednotenje spremenjenosti habitata – podrobneje opisane v Raven in sod. (2003).

Tipologija vodotokov: kategorizacija ekosistemov teko ih voda v ekološke tipe na podlagi njihovih naravnih abiotskih in biotskih zna ilnosti, ki jih opredelimo s kombinacijo biogeografskih in ekoloških dejavnikov. Dejavniki tipologije vodotokov v Sloveniji so pripadnost *ekoregiji celinskih voda*, geološka podlaga, nadmorska višina, *velikostni razred vodotoka*, vpliv kraškega izvira, presihanje, meandriranje ter nekateri drugi naravni deskriptorji, pomembni za *združbe bentoških nevreten arjev*. Izraz tipologija uporabljamo tudi za skupino spremenljivk, ki odražajo *regionalne pokrajinske zna ilnosti*.

Variabilnost združb: raznolikost sestave in števil nosti taksonov v *združbah*.

Velikostni razred vodotoka: deskriptor pri *tipologiji vodotokov* v Sloveniji, dolo en na podlagi velikosti *prispevne površine* ter srednjega letnega pretoka (sQs); 0 - <10 km² prispevne površine (potok), 1 - 10-100 km² prispevne površine (majhna reka), 2 - >100-1000 km² prispevne površine (srednje velika reka), 3 - >1000-2500 km² prispevne površine in sQs <50 m³/s (srednje velika do velika reka), 4 - >2500 km² prispevne površine ali sQs >50 m³/s (velika reka).

⁶ Izraz je iz Vodne direktive (Direktiva Evropskega parlamenta ..., 2000).

Vodilna slika (ang. guiding image)⁷: opis za tip zna ilnih razmer ekosistemov teko ih voda kot današnje potencialno naravno stanje brez rab vode, vseh reverzibilnih obremenitev in socio-ekonomskih omejitev. Vodilno sliko uporabljamo za opis hidromorfoloških zna ilnosti re nih habitatov.

Vodotoki (teko e vode): izraz uporabljamo za vse teko e celinske vode, tako reke z velikostnim razredom vodotoka 1-4, torej velikostjo *prispevne površine* vsaj 10 km², kot tudi potoke z velikostjo *prispevne površine* manj od 10 km². Izraz »reke« ohranjamo v primeru citiranja slovenskih virov, ki uporablja izrazoslovje »reke«.

Združba organizmov: populacije organizmov, ki sobivajo v prostoru in asu (npr. združba bentoških nevreten arjev).

⁷ Opis je povzet po Gellert in sod. (2014).



Slika 1. Motiv z mesta vzor enja Radovna, Vintgar

Figure 1. A theme from sampling site Radovna, Vintgar