

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 z
bentoškimi nevretenčarji po modulu hidromorfološka
spremenjenost za ekološke tipe rek brez vpliva kraškega
izvira submediteranske subhidroekoregije

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 z
bentoškimi nevretenčarji po modulu
hidromorfološka spremenjenost za ekološke
tipe rek brez vpliva kraškega izvira
submediteranske subhidroekoregije

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: Dr. Gorazd Urbanič, univ. dipl. biol.

AVTOR(JI): dr. Gorazd Urbanič, univ. dipl. biol.
Vesna Petkovska, univ. dipl. biol.

SODELAVCI:

DIREKTOR IZVRS Jernej Prevc

(žig)

KRAJ IN DATUM: LJUBLJANA, december 2012



KAZALO

1	UVOD	3
2	PREGLED IZHODIŠČ	4
2.1	Tipologija rek v Sloveniji	4
2.2	Referenčna mesta	6
2.3	Vzorčenje bentoških nevretenčarjev	8
2.4	Biološke metrike in sistemi vrednotenja	11
3	METODE IN MATERIALI	12
3.1	Določitev gradienta hidromorfološke obremenitve	13
3.2	Izbor referenčnih mest	14
3.3	Uporabljeni biološki podatki in izračun bioloških metrik	15
3.4	Razvoj indeksa (metrike) za vrednotenje hidromorfološke spremenjenosti rek hidroekoregije Dinaridi	16
3.5	Razvoj slovenskega multimetrijskega indeksa hidromorfološke spremenjenosti/splošne degradiranosti (SMEIH)	18
3.6	Določitev mejnih vrednosti indeksov SMEIH med razredi ekološkega stanja	21
3.7	Transformacija mejnih vrednosti »REK« med ekološkimi stanji	21
4	REZULTATI	22
4.1	Indeks rečne favne (RFI)	22
4.2	Izbor metrik za multimetrijske indekse	32
4.2.1	MALE NEPRESIHAJOČE SUBMEDITERANSKE REKE S PRISPEVNO POVRŠINO MED 10 IN 100 KM ²	32
4.2.2	MALE PRESIHAJOČE SUBMEDITERANSKE REKE S PRISPEVNO POVRŠINO MED 10 IN 100 KM ²	34
4.2.3	SREDNJE VELIKE SUBMEDITERANSKE REKE S PRISPEVNO POVRŠINO MED 100 IN 1000 KM ² BREZ VPLIVA KRAŠKEGA IZVIRA	38
4.3	Multimetrijski indeksi SMEIH	43
4.3.1	MALE NEPRESIHAJOČE SUBMEDITERANSKE REKE S PRISPEVNO POVRŠINO MED 10 IN 100 KM ²	43
4.3.2	MALE PRESIHAJOČE SUBMEDITERANSKE REKE S PRISPEVNO POVRŠINO MED 10 IN 100 KM ²	45
4.3.3	Srednje velike submediteranske reke s prispevno površino med 100 in 1000 km ² brez vpliva kraškega izvira	47
4.4	Določitev mejnih vrednosti multimetrijskih indeksov med razredi ekološkega stanja	50
4.4.1	MALE NEPRESIHAJOČE SUBMEDITERANSKE REKE S PRISPEVNO POVRŠINO MED 10 IN 100 KM ²	50
4.4.2	MALE PRESIHAJOČE SUBMEDITERANSKE REKE S PRISPEVNO POVRŠINO MED 10 IN 100 KM ²	51
4.4.3	SREDNJE VELIKE SUBMEDITERANSKE REKE S PRISPEVNO POVRŠINO MED 100 IN 1000 KM ² BREZ VPLIVA KRAŠKEGA IZVIRA	52
5	RAZPRAVA	54
6	VIRI	57
7	PRILOGE	60



KAZALO SLIK

Slika 1. Bioregije in tipi rek v Sloveniji (Urbanič 2011a, b).....	4
Slika 2. Potencialni referenčni odseki rek (modro obarvani odseki) v Sloveniji in potencialni referenčni odseki rek brez upoštevanja kriterija »biotske obremenitve« (rdeče obarvani odseki) (Urbanič, 2007d)	8
Slika 3. CCA ordinacijski diagram s hidromorfološkimi spremenljivkami (puščice) za dve skupini ekoloških tipov RFI; a) DN1, b) SM2.	14
Slika 4. Diagram kvartilov razpona vrednosti indeksa RFI za male dinarske reke s prispevno površino med 10 in 100 km ² brez vpliva kraškega izvira, za dva seta vzorcev (NR – nereferenčna mesta, R –referenčna mesta)	30
Slika 5. Soodvisnost med vrednostmi indeksa HQM in vrednostmi RFI za male dinarske reke s prispevno površino med 10 in 100 km ² brez vpliva kraškega izvira, ter pojasnjena variabilnost (R ² Linear) za dva seta vzorcev skupaj in ločeno.	31
Slika 6. Diagram kvartilov razpona vrednosti indeksa RFI za male dinarske reke s prispevno površino med 10 in 100 km ² brez vpliva kraškega izvira, za kalibracijski set vzorcev, posebej za nepresihajoče (0) in presihajoče (1) ekološke tipe rek (NR – nereferenčna mesta, R – referenčna mesta).....	31
Slika 7. Diagrami kvartilov razpona vrednosti ključnih metrik za male nepresihajoče submediteranske reke s prispevno površino med 10 in 100 km ² (SM1) (N – nereferenčna mesta, R –referenčna mesta). Za razlage kod metrik glej preglednico 16.	34
Slika 8. Diagrami kvartilov razpona vrednosti ključnih metrik za male presihajoče submediteranske reke s prispevno površino med 10 in 100 km ² (SM1P) (N – nereferenčna mesta, R –referenčna mesta). Za razlage kod metrik glej preglednico 19.	37
Slika 9. Diagrami kvartilov razpona vrednosti ključnih metrik za srednje velike submediteranske reke s prispevno površino med 100 in 1000 km ² brez vpliva kraškega izvira (N – nereferenčna mesta, R –referenčna mesta). Za razlage kod metrik glej preglednico 23.	42
Slika 10. Diagram kvartilov razpona vrednosti razmerja ekološke kakovosti indeksa SMEIH _{SM1} (SMEIH) za male nepresihajoče submediteranske reke s prispevno površino med 10 in 100 km ² (N – nereferenčna mesta, R –referenčna mesta)	44
Slika 11. Soodvisnost med vrednostmi indeksa HQM in vrednostmi razmerja ekološke kakovosti multimetrijskega indeksa SMEIH _{SM1} za male nepresihajoče submediteranske reke s prispevno površino med 10 in 100 km ² ter pojasnjena variabilnost (R ²)	44
Slika 12. Diagram kvartilov razpona vrednosti razmerja ekološke kakovosti indeksa SMEIH _{SM1P} (SMEIH) za male presihajoče submediteranske reke s prispevno površino med 10 in 100 km ² (SM1P) (N – nereferenčna mesta, R – referenčna mesta)	46
Slika 13. Soodvisnost med vrednostmi indeksa HQM in vrednostmi razmerja ekološke kakovosti multimetrijskega indeksa SMEIH _{SM1P} za male presihajoče submediteranske reke s prispevno površino med 10 in 100 km ² (SM1P) ter pojasnjena variabilnost (R ²)	46



Slika 14. Diagram kvartilov razpona vrednosti razmerja ekološke kakovosti indeksa $SMEIH_{SM2}$ ($SMEIH$) za srednje velike submediteranske reke s prispevno površino med 100 in 1000 km ² brez vpliva kraškega izvira (N – nereferenčna mesta, R –referenčna mesta)	48
Slika 15. Soodvisnost med vrednostmi indeksa HQM in vrednostmi razmerja ekološke kakovosti multimetrijskega indeksa $SMEIH_{SM2}$ za srednje velike submediteranske reke s prispevno površino med 100 in 1000 km ² brez vpliva kraškega izvira ter pojasnjena variabilnost (R^2)	49
Slika 16. Soodvisnost deleža vsote dobrih taksonov ($Rfi < 0$) in deleža vsote slabih taksonov ($Rfi \geq 0$) v odvisnosti od razmerja ekološke kakovosti indeksov $SMEIH_{SM1}$ za male nepresihajoče submediteranske reke s prispevno površino med 10 in 100 km ² in mejne vrednosti za 5 razredov ekološkega stanja.	50
Slika 17. Soodvisnost deleža vsote dobrih taksonov ($Rfi < 0$) in deleža vsote slabih taksonov ($Rfi \geq 0$) v odvisnosti od razmerja ekološke kakovosti indeksa $SMEIH_{SM1P}$ za male submediteranske reke s prispevno površino med 10 in 100 km ² , ki presihajo, in mejne vrednosti za 5 razredov ekološkega stanja.	51
Slika 18. Soodvisnost deleža vsote dobrih taksonov ($Rfi < 0$) in deleža vsote slabih taksonov ($Rfi \geq 0$) v odvisnosti od razmerja ekološke kakovosti indeksa $SMEIH_{SM2}$ za srednje velike submediteranske reke s prispevno površino med 100 in 1000 km ² brez vpliva kraškega izvira in mejne vrednosti za 5 razredov ekološkega stanja.	53



KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1. Seznam ekoloških tipov rek v hidroekoregiji Dinaridi v Sloveniji (Urbanič, 2007c). Za pojasnila kod glej prilogi A in B.	5
Preglednica 2. Kategorije anorganskih substratov.....	9
Preglednica 3. Kategorije organskih substratov v rekah	9
Preglednica 4. Kategorije tipov tokov	10
Preglednica 5. Število vzorcev ekoloških tipov rek hidroekoregije Dinaridi, ki so bili uporabljeni pri razvoju Indeksov rečne favne (RFI), razvrščenih po skupinah ekoloških tipov rek.....	12
Preglednica 6. Število vzorcev ekoloških tipov rek hidroekoregije Dinaridi, ki so bili uporabljeni pri razvoju multimetrijskih indeksov (SMEIH), razvrščenih po skupinah ekoloških tipov rek ..	13
Preglednica 7. Vrednosti hidromorfoloških indeksov skupin izbranih ekoloških tipov rek v hidroekoregiji Dinaridi (seti podatkov, ki so bili uporabljeni pri razvoju Indeksa rečne favne). Za razlago kode skupine glej preglednico 5, za razlago kode tipa pa preglednico 1.....	17
Preglednica 8. Število vzorčnih mest, referenčnih mest in nereferenčnih mest za razvoj Indeksov rečne favne. Za razlago kode skupine glej preglednico 5.	17
Preglednica 9. Vrednosti hidromorfoloških indeksov skupin izbranih ekoloških tipov rek v hidroekoregiji Dinaridi (seti podatkov, ki so bili uporabljeni pri razvoju multimetrijskega indeksa) Za razlago kode skupine glej preglednico 6, za razlago kode tipa pa preglednico 1.	20
Preglednica 10. Število vzorčnih mest, referenčnih mest in nereferenčnih mest vključenih v analize hidroekoregije Dinaridi po skupinah izbranih ekoloških tipov rek. Za razlago kode skupine glej preglednico 6.	20
Preglednica 12. Mejne vrednosti razredov in ustrezna vrednost razmerja ekološke kakovosti (REK) po transformaciji vrednosti.	21
Preglednica 13. Številčnostni razredi	22
Preglednica 14. Hidromorfološke vrednosti (Rfi) in hidromorfološke indikatorske vrednosti (uteži) (HWi) taksonov za izračun indeksa rečne favne (RFI) za male dinarske reke s prispevno površino 10-100 km ² (DN1) in za srednje velike submediteranske reke s prispevno površino 100-1000 km ² (SM2).	23
Preglednica 15. Soodvisnost (Spearmanov korelacijski koeficient) med hidromorfološko spremenljivko (indeks HQM) ter prvo NMS osjo (NMS1) in potencialnimi biološkimi metrikami za male nepresihajoče submediteranske reke s prispevno površino med 10 in 100 km ²	32
Preglednica 16. Soodvisnost (Spearmanov korelacijski koeficient) med ključnimi metrikami za male nepresihajoče submediteranske reke s prispevno površino med 10 in 100 km ²	33
Preglednica 17. Referenčne vrednosti in spodnje meje ključnih metrik za male nepresihajoče submediteranske reke s prispevno površino med 10 in 100 km ²	33



Preglednica 18. Soodvisnost (Spearmanov korelacijski koeficient) med hidromorfološko spremenljivko (indeks HQM) ter prvo NMS osjo (NMS1) in potencialnimi biološkimi metrikami za male presihajoče submediteranske reke s prispevno površino med 10 in 100 km ²	35
Preglednica 19. Soodvisnost (Spearmanov rho korelacijski koeficient) med ključnimi metrikami za male presihajoče submediteranske reke s prispevno površino med 10 in 100 km ²	36
Preglednica 20. Referenčne vrednosti in spodnje meje ključnih metrik za male presihajoče submediteranske reke s prispevno površino med 10 in 100 km ²	36
Preglednica 21. Soodvisnost (Spearmanov korelacijski koeficient) med hidromorfološko spremenljivko (indeks HQM) ter prvo NMS osjo (NMS1) in potencialnimi biološkimi metrikami za srednje velike submediteranske reke s prispevno površino med 100 in 1000 km ² brez vpliva kraškega izvira	39
Preglednica 22. Soodvisnost (Spearmanov korelacijski koeficient) med ključnimi metrikami za srednje velike submediteranske reke s prispevno površino med 100 in 1000 km ² brez vpliva kraškega izvira	41
Preglednica 23. Referenčne vrednosti in spodnje meje ključnih metrik za srednje velike submediteranske reke s prispevno površino med 100 in 1000 km ² brez vpliva kraškega izvira	41
Preglednica 24. Možni multimetrijski indeksi (MMI) in delež pojasnjene variabilnosti (R ²) hidromorfološkega gradienta za male nepresihajoče submediteranske reke s prispevno površino med 10 in 100 km ²	43
Preglednica 25. Metrike izbranega multimetrijskega indeksa SMEIH _{SM1} za male nepresihajoče submediteranske reke s prispevno površino med 10 in 100 km ²	43
Preglednica 26. Možni multimetrijski indeksi (MMI) in delež pojasnjene variabilnosti (R ²) hidromorfološkega gradienta za male presihajoče submediteranske reke s prispevno površino med 10 in 100 km ²	45
Preglednica 27. Metrike izbranega multimetrijskega indeksa SMEIH _{SM1P} za male presihajoče submediteranske reke s prispevno površino med 10 in 100 km ²	45
Preglednica 28. Možni multimetrijski indeksi (MMI) in delež pojasnjene variabilnosti (R ²) hidromorfološkega gradienta za srednje velike submediteranske reke s prispevno površino med 100 in 1000 km ² brez vpliva kraškega izvira.....	47
Preglednica 29. Metrike izbranega multimetrijskega indeksa SMEIH _{SM2} za srednje velike submediteranske reke s prispevno površino med 100 in 1000 km ² brez vpliva kraškega izvira	47
Preglednica 30. Mejne vrednosti in transformirane mejne vrednosti razmerja ekološke kakovosti (REK) za 5 razredov ekološkega stanja multimetrijskega indeksa SMEIH _{SM1}	50
Preglednica 31. Enačbe za izračun transformiranih REK vrednosti multimetrijskega indeksa SMEIH _{SM1}	51
Preglednica 32. Mejne vrednosti in transformirane mejne vrednosti razmerja ekološke kakovosti (REK) za 5 razredov ekološkega stanja multimetrijskega indeksa SMEIH _{SM1P}	52



Preglednica 33. Enačbe za izračun transformiranih REK vrednosti multimetrijskega indeksa $SMEIH_{SM1P}$	52
Preglednica 34. Mejne vrednosti in transformirane mejne vrednosti razmerja ekološke kakovosti (REK) za 5 razredov ekološkega stanja multimetrijskega indeksa $SMEIH_{SM2}$	53
Preglednica 35. Enačbe za izračun transformiranih REK vrednosti multimetrijskega indeksa $SMEIH_{SM2}$	53
Preglednica 36. Seznam izbranih metrik za vrednotenje hidromorfološke spremenjenosti rek hidroekoregije Dinaridi (kode tipov rek - prilogi A in B, pojasnila metrik – priloga C; kode tipov – preglednica 1; kode skupin tipov – preglednica 6).....	56



POVZETEK

Bentoški nevretenčarji so eden od bioloških elementov za vrednotenje ekološkega stanja rek v skladu z Vodno direktivo. Za vrednotenje hidromorfološke spremenjenosti submediteranskih rek na podlagi bentoških nevretenčarjev smo razvili za ekološki tip značilni Indeks rečne favne (RFI), ki vključuje taksonomsko sestavo in številčnost taksonov. Na podlagi rezultatov kanonične korespondenčne analize (CCA) smo določili indikatorske vrednosti (Rfi) in hidromorfološke indikatorske uteži. Različne vrednosti smo določili za dve skupini submediteranskih tipov rek: male submediteranske reke s prispevno površino med 10 in 100 km² in srednje velike submediteranske reke s prispevno površino med 100 in 1000 km² brez vpliva kraškega izvira. Za razvoj RFI za prvo skupino tipov smo uporabili vse podatke z malih dinarskih rek (RFI_{DN1}). Za male submediteranske reke smo določili referenčne vrednosti ločeno za nepresihajoče reke (RFI_{DN1-SM1}) in presihajoče reke (RFI_{DN1-SM1P}). RFI smo uvrstili v skupino metrik občutljivost/tolerantnost. S kombinacijo RFI in drugih izbranih metrik, za katere smo ugotovili, da se dobro odzivajo na hidromorfološke spremembe, smo razvili za skupino ekoloških tipov značilne Slovenske multimetrijske indekse hidromorfološke spremenjenosti/splošne degradiranosti (SMEIH). Indekse SMEIH smo razvili za 7 submediteranskih tipov rek hidroekoregije Dinaridi na podlagi soodvisnosti med Indeksom hidromorfološke kakovosti in spremenjenosti (HQM) in vrednostmi metrik. Preverili smo tudi soodvisnost med izbranimi metrikami in prvo ordinacijsko osjo nemetričnega multidimenzionalnega skaliranja (NMS1). Za različne tipe rek smo izbrali različne metrike, skupaj 5. Poleg za skupino ekoloških tipov značilnega RFI, ki smo ga izbrali za vsak ekološki tip reke, smo za vsak tip reke izbrali tudi metriko indeks biocenotske regije. Ostali metriki smo izbrali za 4 (število taksonov enodnevnice, vrbnice, mladoletnic, hroščev, školjk in kačjih pastirjev) ali 2 tipa (delež taksonov enodnevnice, vrbnice in mladoletnic). Za vse razvite multimetrijske indekse smo določili postopek za pravilno ovrednotenje hidromorfološke spremenjenosti rek oz. vrednotenje ekološkega stanja. Postopek vključuje naslednje korake:

- 1. Kvantitativno vzorčenje** bentoških nevretenčarjev po metodi vzorčenja mikrohabitatnih tipov (Urbanič in sod., 2005a; MOP, 2009)
- 2. Obdelava bioloških vzorcev;** pregled 1/4 vzorca (0,3125 m²) in določitev taksonov v skladu z razvito metodologijo (Urbanič in sod., 2005b; 2008)
- 3. Izračun za tip značilnih metrik** s programom Asterics 3.1.1 in Indeksa rečne favne (RFI) v skladu z razvito metodologijo
- 4. Normalizacija metrik** z uporabo za tip reke značilnih referenčnih vrednosti in spodnjih mej
- 5. Izračun razmerja ekološke kakovosti (REK) multimetrijskega indeksa SMEIH** po enačbi, značilni za izbran tip reke
- 6. Transformacija vrednosti REK izbranega multimetrijskega indeksa SMEIH** glede na mejne vrednosti REK s transformacijskimi krivuljami, značilnimi za posamezen tip reke.



Metodologija...z bentoškimi nevretenčarji...hidromorfološka spremenjenost... submediteranska

7. Uvrstitev vzorčnega mesta v razred ekološke kakovosti.



1 UVOD

Vodna direktiva (Direktiva 2000/60/EC) zavezuje države članice Evropske unije sprejetje novega pristopa v vrednotenju površinskih voda. Nov pristop vključuje upoštevanje bioloških elementov kakovosti in podpornih hidromorfoloških in fizikalno-kemijskih elementov kakovosti. Biološki elementi so osnova vrednotenja ekološkega stanja, ki je nov termin, ki so ga vpeljali pri vrednotenju. Ekološko stanje vključuje tako kakovost vode, kot tudi kakovost habitata in hidrološke razmere.

Eden od bioloških elementov, s katerim vrednotimo ekološko stanje, so tudi bentoški nevretenčarji. V Sloveniji smo že pripravili prilagoditev saprobnega indeksa za vrednotenje vpliva organske obremenitve rek (Urbanič in sod., 2006, 2008). Prav tako smo razvili indeks SMEIH za vrednotenje vpliva hidromorfološke spremenjenosti/splošne degradiranosti (Urbanič in Tavzes, 2006; Urbanič, 2009; Urbanič in Petkovska, 2007, 2009a, 2012), vendar ne za vse ekološke tipe rek. Za ekološke tipe hidroekoregije Dinaridi je bil indeks SMEIH razvit za nekatere tipe submediteranske subhidroekoregije (Urbanič in Petkovska, 2009a), ni pa bil razvit še za ekološke tipe evdinarske subhidroekoregije.

Osnovni namen tega dela je:

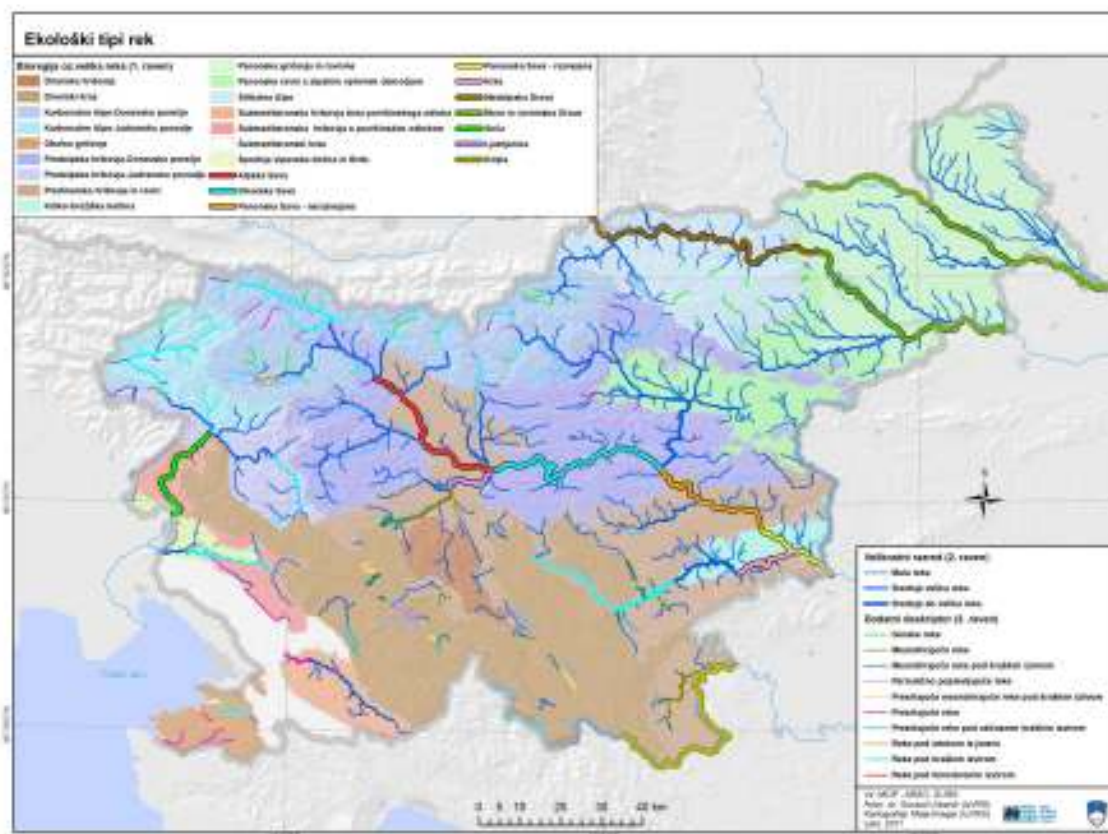
- i) razviti Indeks rečne favne (RFI) za vrednotenje hidromorfološke spremenjenosti ekoloških tipov malih rek brez vpliva kraškega izvira v hidroekoregiji Dinaridi v Sloveniji;
- ii) dopolniti za ekološki tip značilne multimetrijske indekse za vrednotenje hidromorfološke spremenjenosti ekoloških tipov rek submediteranske subhidroekoregije;
- iii) določiti referenčne vrednosti multimetrijskih indeksov za obravnavane ekološke tipe rek;
- iv) določiti mejne vrednosti za 5 razredov ekološkega stanja;
- v) mejnim vrednostim določiti ustrezne vrednosti razmerja ekološke kakovosti (REK).



2 PREGLED IZHODIŠČ

2.1 Tipologija rek v Sloveniji

Predlog nacionalne tipologije rek v Sloveniji je pripravljen po sistemu B Vodne direktive. Izhodišče je v 4 hidroekoregijah (Urbanič 2005b, 2006a, 2007a, 2008a), ki jih je Urbanič (2006a, 2007b, 2008b) razdelil na 16 bioregij in 9 posebnih kategorij »velike reke«, 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 1. Od 16 bioregij jih je 7 v hidroekoregiji Dinaridi, 3 v Evdinarski subhidroekoregiji in 4 v Submediteranski subhidroekoregiji. V hidroekoregiji Dinaridi je opisanih 28 tipov rek (preglednica 1, Urbanič 11a,b).



Slika 1. Bioregije in tipi rek v Sloveniji (Urbanič 2011a, b)



Preglednica 1. Seznam ekoloških tipov rek v hidroekoregiji Dinaridi v Sloveniji (Urbanič, 2007c). Za pojasnila kod glej prilogi A in B.

St. tipa	Hidroekoregija	Bioregija/velika reka-koda	Tip reke-koda	Tip reke-kratka koda
1	Dinarska	ED-hrib	R_SI_5_ED-hrib_1	EDhr1
2		ED-hrib	R_SI_5_ED-hrib_1_KI	
3		ED-hrib	R_SI_5_ED-hrib_2_KI	
4		ED-kras	R_SI_5_ED-kras_1_	EDkr1
5		ED-kras	R_SI_5_ED-kras_1_KI_Mean	
6		ED-kras	R_SI_5_ED-kras_1_KI_Pres_Mean	
7		ED-kras	R_SI_5_ED-kras_1_OKI_Pres	
8		ED-kras	R_SI_5_ED-kras_1_PerPop	
9		ED-kras	R_SI_5_ED-kras_2_KI_Mean	
10		ED-kras	R_SI_5_ED-kras_2_KI_Pres_Mean	
11		ED-kras	R_SI_5_ED-kras_2_PerPop	EDkr2pp
12		Obalna	R_SI_5_Obalna_1_Pres	Obalna1P
13		PD-hrib-ravni	R_SI_5_PD-hrib-ravni_1	PDhr1
14		PD-hrib-ravni	R_SI_5_PD-hrib-ravni_1_KI_Mean	
15		PD-hrib-ravni	R_SI_5_PD-hrib-ravni_1_Mean	
16		PD-hrib-ravni	R_SI_5_PD-hrib-ravni_2	
17		PD-hrib-ravni	R_SI_5_PD-hrib-ravni_2_KI	
18		PD-hrib-ravni	R_SI_5_PD-hrib-ravni_2_KI_Mean	
19		PD-hrib-ravni	R_SI_5_PD-hrib-ravni_2_Mean	
20		PD-hrib-ravni	R_SI_5_PD-hrib-ravni_3_KI	
21		PD-hrib-ravni	R_SI_5_PD-hrib-ravni_3_Mean	
22		SM-hrib-brez	R_SI_5_SM-hrib-brez_1	SMhrb1
23		SM-hrib-brez	R_SI_5_SM-hrib-brez_1_Pres	SMhrb1P
24		SM-hrib-brez	R_SI_5_SM-hrib-brez_2	SMhrb2
25		SM-hrib-brez	R_SI_5_SM-hrib-brez_2_Pres	SMhrb2P
26		SM-hrib-s	R_SI_5_SM-hrib-s_1	SMhrs1
27		SM-hrib-s	R_SI_5_SM-hrib-s_1_Pres	SMhrs1P
28		SM-hrib-s	R_SI_5_SM-hrib-s_2_KI	



2.2 Referenčna mesta

Urbanič in Smolar-Žvanut (2005) sta določila kriterije za izbor referenčnih mest na rekah. Urbanič (2007d) je pripravil dve različici potencialnih referenčnih odsekov. V prvem primeru so odseki glede na vse kriterije, ki sta jih določila, medtem ko v drugem primeru niso upoštevani kriterij biotskih obremenitev, ki vključujejo tujerodne vrste in ribiško upravljanje (slika 2).

Za izbor referenčnih mest na rekah sta Urbanič in Smolar-Žvanut (2005) določila naslednje kriterije:

a) Dolžina referenčnega mesta (RM) oziroma odseka v vodotoku

Dolžina referenčnega mesta oziroma odseka vodotoka je:

- 500 m, če je velikost prispevne površine vodotoka do RM 10 – 100 km²
- 1000 m, če je velikost prispevne površine vodotoka do RM 100 – 1000 km²
- 2000 m, če je velikost prispevne površine vodotoka do RM 1000 – 2500 km² in ni uvrščen v kategorijo »velike reke« (po Urbanič 2005a)
- 5000 m, za vse »velike reke« (po Urbanič 2005a)

b) Hidromorfološko stanje referenčnega mesta

Referenčno mesto je uvrščeno v 1. ali 1.–2. hidromorfološki razred po študiji Kategorizacija pomembnejših slovenskih vodotokov po naravovarstvenem pomenu (VGI, 2002)

c) Odvzem vode iz vodotoka gorvodno od referenčnega mesta

Odvzem vode iz vodotoka je pod 10% naravnega pretoka.

d) Obrežna vegetacija

Ohranjena je naravna obrežna vegetacija, ki ustreza tipu in geografski legi vodotoka.

e) Poplavne ravnice

V primeru tipsko specifičnih poplavnih ravnin mora biti ohranjena lateralna in vertikalna povezanost struge vodotoka s poplavno ravnico. Poplavne ravnine referenčnih mest ne smejo biti spremenjene zaradi človekove dejavnosti.



f) Raba zemljišča v zaledju vodotoka

Delež naravnih površin zaledja (določen po Corine Land Cover) vodotoka do referenčnega mesta je:

- > 70 % ali
- > 50 %, če vsaj 50 m od roba struge (velja za oba bregova) ali dvojne širine struge vodotoka (velja za vodotoke širše od 25 m) ni kmetijskih in urbanih površin (določeno po Corine Land Cover).

g) Fizikalno-kemijske razmere

- A) Na referenčnem mestu ni nobenega točkovnega vira onesnaženja, ki bi vplival na spremembe fizikalno-kemijskih parametrov (iztoki industrijskih odpadnih vod, iztoki komunalnih odpadnih vod, iztoki iz čistilnih naprav).
- B) Ni znanih virov onesnaženja ali obremenitev s posebnimi sintetičnimi in nesintetičnimi onesnaževali (podatki MOP-ARSO 2004)

h) Vrednost saprobnega indeksa na referenčnem mestu

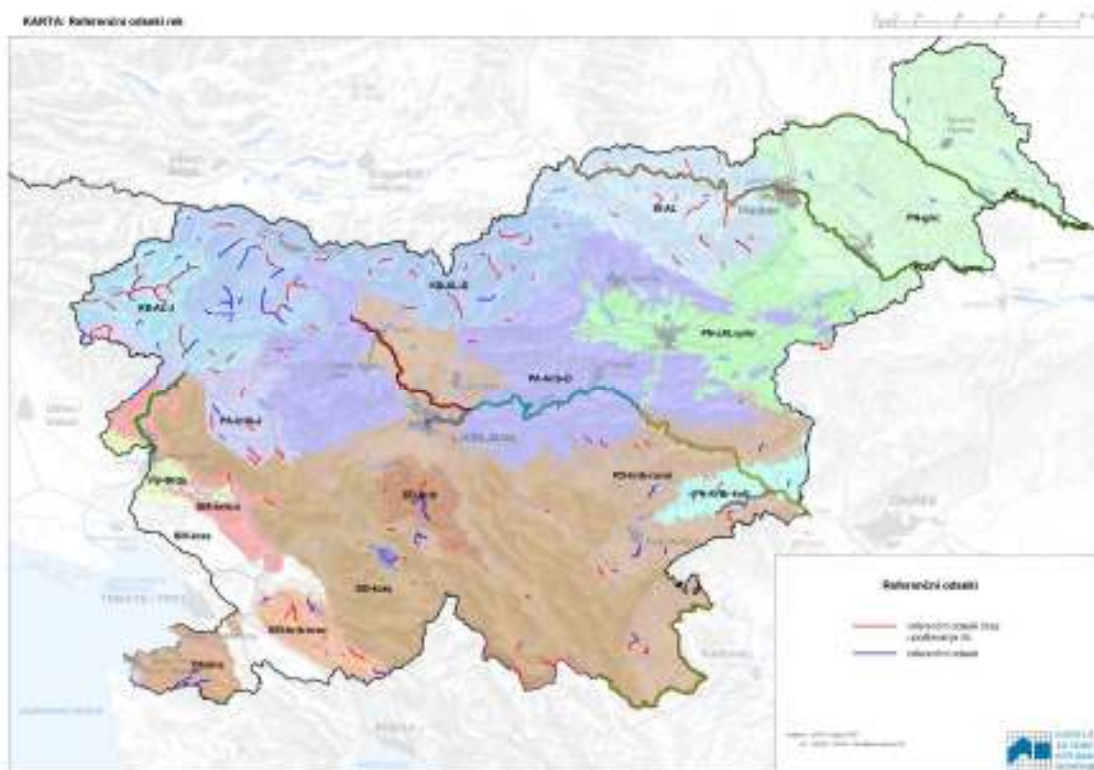
- A) Hidroekoregija Alpe: $\leq 1,8$
- B) Hidroekoregija Dinaridi:
 - če je naklon terena $> 1^\circ$, mora biti vrednost saprobnega indeksa $\leq 1,8$
 - če je naklon terena $< 1^\circ$, mora biti vrednost saprobnega indeksa $\leq 2,0$
- C) Hidroekoregija Panonska nižina: $\leq 2,0$
- D) Hidroekoregija Padska nižina: $\leq 2,0$

i) Biotske obremenitve

- A) Ni vpliva tujerodnih vrst vodnih organizmov, ki bi s tekmovalnostjo ogrožale domače vrste, spremenile habitate in genetsko slabile populacije.
- B) Ni vpliva ribištva ali pa je ta vpliv zelo majhen; referenčno mesto se izbere na odsekih vodotokov, ki so na osnovi rabe v ribištvu (Bertok in sod., 2000, 2003) razvrščeni v varstvene vode ali vode brez aktivnega ribiškega upravljanja.

j) Ostale obremenitve

Na referenčnih mestih ni množične rekreacije (kampiranje, plavanje, čolnarjenje).



Slika 2. Potencialni referenčni odseki rek (modro obarvani odseki) v Sloveniji in potencialni referenčni odseki rek brez upoštevanja kriterija »biotske obremenitve« (rdeče obarvani odseki) (Urbanič, 2007d)

2.3 Vzorčenje bentoških nevretenčarjev

Urbanič in sod. (2005a) so razvili metodologijo za vzorčenje bentoških nevretenčarjev v plitvih rekah. Poleg metodologije vzorčenja so Urbanič in sod. (2005b, 2008) določili tudi postopek za podvzorčenje in obdelavo bioloških vzorcev. Postopek za pridobitev bioloških podatkov o bentoških nevretenčarjih rek, ki so bili razviti za vrednotenje ekološkega stanja rek v Sloveniji, je povzet v naslednjih korakih:

1) Popis značilnosti vzorčnega mesta

Popis značilnosti vzorčnega mesta z izpolnitvijo 4 delovnih protokolov v skladu s podanimi navodili in uporabljenimi kategorijami substratov in razredi globin (preglednice 2-4).

**Preglednica 2. Kategorije anorganskih substratov**

Kategorija	Opis	Premjer delcev
Megalital	Skale, živa skala	>40 cm
Makrolital	Veliki kamni	20-40 cm
Mezolital	Majhni kamni	6 -20 cm
Mikrolital	Prod	2 -6 cm
Akal	Gramoz	0,2-2 cm
Psamal	Pesek	6 μm -2 mm
Psamopelal	Pesek z muljem	<0,2 mm
Pelal	Mulj (organski)	<0,006 μm
Argilal	Ilovica, glina	<0,006 μm

Preglednica 3. Kategorije organskih substratov v rekah

Kategorija	Opis
Makroalge	Nitaste alge, kosmi alg
Potopljeni makrofiti	Makrofiti, vključno z mahovi in harami
Emergentni makrofiti	Šaši, trst, rogoz, ježki itd.
Živi deli kopenskih rastlin	Majhne korenine, plavajoči deli obrežne vegetacije
Ksilal (les)	Debla, veje, odmrle korenine
Večji odmrli organski delci (CPOM)	Odloženi organski delci >1 mm; npr. odpadlo listje, iglice
Drobni odmrli organski delci (FPOM)	Odloženi organski delci v velikosti od 0,45 μm do 1 mm
Saprofitske makrobakterije in glive	Saprofitske bakterije (<i>Sphaerotilus</i> , <i>Beggiatoa</i> , <i>Thiothrix</i>) in glive (<i>Leptomit</i>)
Naplavine	Organske in anorganske snovi odložene v pršnem pasu zaradi spreminjanja gladine vode (npr. lupine polžev in školjk)



Preglednica 4. Kategorije tipov tokov

Kategorija	Opis
Prelivanje	Preliv vode v stiku s substratom (kaskada)
Lomljeni stoječi valovi	Peneči valovi (bela voda)
Nelomljeni stoječi valovi	Valovi, ki se ne penijo
Kaotični tok	Kombinacija treh ali več tipov tokov brez urejenega vzorca
Rahlo valovanje	Vodna gladina je brez stoječih valov, voda teče navzdol s skodrano gladino
Kipenje	Gladina se lomi, kot da bi spodaj izvirala voda
Lateralno premikajoči valovi	Valovanje ob robu omočenega dela struge
Gladki tok (drsenje)	Zaznaven tok je gladek, brez vrtincev
Ni opaznega toka	Voda navidezno stoji (zatoní, zaježitve in mrtvice)

2) Vzorčenje bentoških nevretenčarjev

Kvantitativno vzorčenje rek po metodi vzorčenja multimikrohabitatnih tipov (Urbanič in sod., 2005a):

- Izbor 20 podvzorčnih enot (na posameznem vzorčnem mestu) velikosti 25 x 25 cm v skladu z izpolnjenimi delovnimi protokoli.
- Združitev 20 podvzorčnih enot z enega vzorčnega mesta v vzorec.

3) Podvzorčenje

- Razdelitev vzorca nabranega na enem vzorčnem mestu na 4 podenote.
- Naključni izbor dveh podenot.
- Ločena obdelava obeh podenot.

4) Sortiranje in determinacija osebkov

- Izbor vseh bentoških nevretenčarjev ločeno za obe podenoti.
- Določitev vseh izbranih osebkov bentoških nevretenčarjev do stopnje determinacije, ki je predlagana za določanje ekološkega stanja rek v Sloveniji (Urbanič in sod., 2008).



2.4 Biološke metrike in sistemi vrednotenja

Z besedo biološka metrika označujemo merljivi del ali proces biološkega sistema (združbe), ki se spreminja vzdolž gradienta človeškega vpliva (Karr in Chu, 1999). Glede na značilnost združbe, ki jo s posamezno metriko merimo ločimo 4 tipe metrik (AQEM consortium 2002; Barbour in sod., 1999):

1. Sestava/številčnost (angl. *composition/abundance*)

Vse metrike, ki dajejo podatke o deležih taksonov glede na celotno število osebkov ali pogostnost. V to skupino uvrščamo npr. % mladoletnic, % EPT taksonov, % dvokrilcev.

2. Bogastvo/pestrost (diverziteta) (angl. *richness/diversity*)

Vse metrike, ki dajejo podatke o številu vrst, rodov, družin ali nižjih taksonov, vključujoč celotno število taksonov (npr. število EPT (enodnevnice, vrbnice in mladoletnice) taksonov) in vse diverzitetne metrike (npr. Shannon-Wienerjev diverzitetni indeks).

3. Občutljivost/tolerantnost (angl. *sensitivity/tolerance*)

Vse metrike, ki so v zvezi s taksoni, za katere je poznano, da so občutljivi ali tolerantni na obremenitev ali na le en aspekt obremenitve. Uporabljajo se lahko na podlagi informacij o prisotnosti oz. odsotnosti taksonov ali informacij o številčnosti. V to skupino uvrščamo npr. *Saprobni indeks* (Zelinka in Marvan, 1962).

4. Delovanje (angl. *functional*)

Vse metrike, ki odražajo ekološko vlogo taksonov (vendar ne njihove občutljivosti na stres) kot npr. prehranske skupine, preference do habitata in hitrosti vodnega toka, značilnosti življenjskih ciklov. Osnovane so lahko na številčnosti oz. pogostnosti taksonov. Primeri metrik so % filtratorjev, % strgalcev, % limnobiontov.

Za multimetrijski indeks je potrebno združiti tiste metrike, na podlagi katerih lahko razlikujemo med spremenjenim in nespremenjenim stanjem. Najboljše so metrike, za katere smo opazili, da se jasno odzivajo na obremenitve v okolju. Multimetrijski indeks naj bi bil sestavljen iz različnih tipov metrik, saj s tem vključimo različne vidike združbe organizmov (Hering in sod., 2006).



3 METODE IN MATERIALI

Pri razvoju metodologije smo podatke vzorcev bentoških nevretenčarjev različno združili v skupine. Indeks rečne favne (RFI) smo razvili za 2 skupini dinarskih tipov (preglednica 5) in vanje zajeli vse male dinarske reke brez vpliva kraškega izvira s prispevno površino med 10 in 100 km² (presihajoče in stalne) ter srednje velike submediteranske reke brez vpliva kraškega izvira s prispevno površino med 100 in 1000 km². Multimetrijski indeks za vrednotenje hidromorfološke spremenjenosti pa smo razvili za manj ekoloških tipov rek (7), ki smo jih razdelili v tri skupine (preglednica 6).

Preglednica 5. Število vzorcev ekoloških tipov rek hidroekoregije Dinaridi, ki so bili uporabljeni pri razvoju Indeksov rečne favne (RFI), razvrščenih po skupinah ekoloških tipov rek

Ekološki tip	Kratka koda tipa reke	Število kalibracijskih vzorcev	Število validacijskih vzorcev	Skupina ekoloških tipov rek RFI	Koda skupine
R_SI_5_ED-hrib_1	EDhr1	8	4	Male dinarske reke s prispevno površino med 10 in 100 km ²	DN1
R_SI_5_ED-kras_1	EDkr1	8	4		
R_SI_5_PD-hrib-ravni_1	PDhr1	28	22		
R_SI_5_SM-hrib-s_1	SMhrb1	20	10		
R_SI_5_SM-hrib-brez_1	SMhrs1	14	12		
R_SI_5_Obalna_1_Pres	Obalna1P	14	10		
R_SI_5_SM-hrib-s_1_Pres	SMhrb1P	2	2		
R_SI_5_SM-hrib-brez_1_Pres	SMhrs1P	2	2	Srednje velike submediteranske reke s prispevno površino med 100 in 1000 km ²	SM2
R_SI_5_SM-hrib-brez_2	SMhrb2	12			
R_SI_5_SM-hrib-brez_2_Pres	SMhrb2P	12			
R_SI_5_ED-kras_2_PerPop	EDkr2pp	4			



Preglednica 6. Število vzorcev ekoloških tipov rek hidroekoregije Dinaridi, ki so bili uporabljeni pri razvoju multimetrijskih indeksov (SMEIH), razvrščenih po skupinah ekoloških tipov rek

Tip reke	Kratka koda tipa reke	Število vzorcev	Skupina ekoloških tipov rek SMEIH	Koda skupine
R_SI_5_SM-hrib-s_1	SMhrs1	30	Male submediteranske reke s prispevno površino med 10 in 100 km ²	SM1
R_SI_5_SM-hrib-brez_1	SMhrb1	26		
R_SI_5_Obalna_1_Pres	Obalna1P	24	Male presihajoče submediteranske reke s prispevno površino med 10 in 100 km ²	SM1P
R_SI_5_SM-hrib-s_1_Pres	SMhrs1P	8		
R_SI_5_SM-hrib-brez_1_Pres	SMhrb1P	4		
R_SI_5_SM-hrib-brez_2	SMhrb2	12	Srednje velike submediteranske reke s prispevno površino med 100 in 1000 km ²	SM2
R_SI_5_SM-hrib-brez_2_Pres	SMhrb2P	12		
R_SI_5_ED-kras_2_PerPop	EDkr2pp	4		

3.1 Določitev gradienta hidromorfološke obremenitve

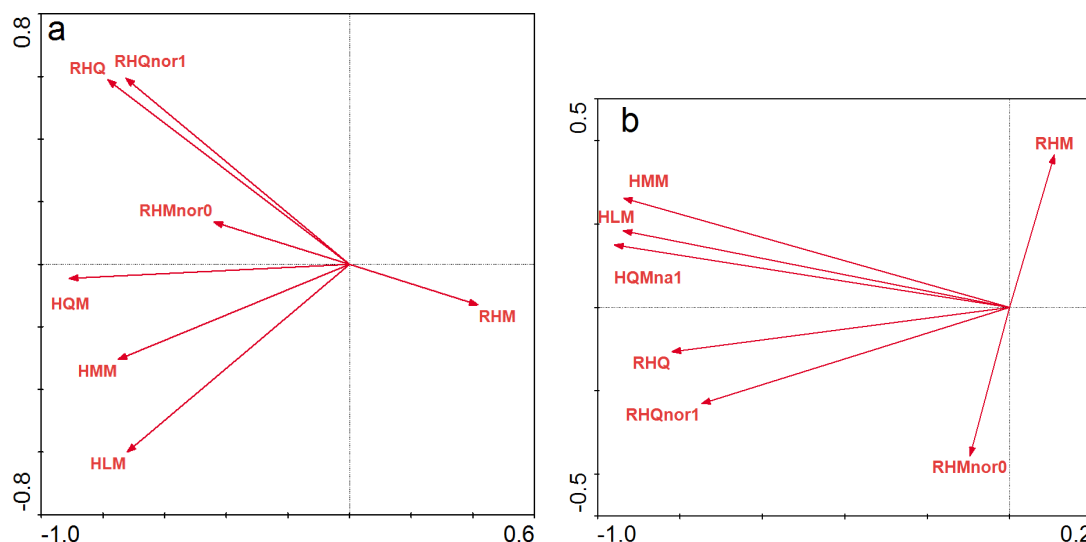
Za oceno hidromorfološke obremenitve vzorčnih mest se izračuna 5 hidromorfoloških indeksov (Urbanič in Tavzes, 2006; Urbanič in sod., 2007; Tavzes in Urbanič, 2009; Urbanič in Petkovska, 2009b):

- RHQ - indeks kakovosti rečnih habitatov,
- RHM – indeks spremenjenosti rečnih habitatov,
- HLM – indeks hidrološke spremenjenosti,
- HMM - indeks hidromorfološke spremenjenosti,
- HQM – indeks hidromorfološke kakovosti in spremenjenosti.

Podatke o vrednosti hidromorfoloških indeksov smo dobili iz poročila, ki sta ga pripravila Urbanič in Petkovska (2008). Pri večini ekoloških tipov rek smo imeli kratke gradiente hidromorfoloških obremenitev, predvsem so nam manjkale referenčne vrednosti ali vrednosti močno obremenjenih mest. Zato smo po naši oceni primerljive ekološke tipe združili in tako dobili 2 skupini tipov (preglednica 5). V tip DN1 smo združili tipe R_SI_5_ED-hrib_1, R_SI_5_ED-kras_1, R_SI_5_PD-hrib-ravni_1, R_SI_5_SM-hrib-s_1, R_SI_5_SM-hrib-brez_1, R_SI_5_Obalna_1_Pres, R_SI_5_SM-hrib-s_1_Pres, R_SI_5_SM-hrib-brez_1_Pres, v tip SM2 pa tipa R_SI_5_SM-hrib-brez_2 in R_SI_5_SM-hrib-brez_2_Pres, kjer smo dodali še močno obremenjena mesta tipa R_SI_5_ED-kras_2_PerPop. Za ostale tipe rek hidroekoregije Dinaridi zaenkrat nismo imeli dovolj podatkov ali dovolj dolgih gradientov hidromorfološke spremenjenosti. Ustreznost hidromorfološkega gradienta smo preverili s kanonično korespondenčno analizo (CCA). Za vsako obravnavano skupino ekoloških tipov rek za RFI



smo s CCA testirali vpliv različnih hidromorfoloških indeksov in ugotovili, da v vseh primerih vrednost indeksa HQM dobro pojasni razporeditev taksonov bentoških nevretenčarjev (npr. slika 3). Ker indeks HQM vključuje tako habitatske značilnosti kot tudi morfološko in hidrološko spremenjenost vzorčnega mesta, smo ga uporabili kot gradient hidromorfološke spremenjenosti. Poleg CCA analize smo izvedli tudi analizo nemetričnega multidimenzionalnega skaliranja (NMS). Med indeksom HQM in vrednostmi izbranih osi NMS smo izračunali soodvisnost.



Slika 3. CCA ordinacijski diagram s hidromorfološkimi spremenljivkami (puščice) za dve skupini ekoloških tipov RFI; a) DN1, b) SM2.

3.2 Izbor referenčnih mest

Ker v predstavljenem delu obravnavamo le hidromorfološko spremenjenost rek, smo kot kriterij za izbor referenčnih mest izbrali le tiste kriterije, ki odražajo hidromorfološke značilnosti. Kriteriji, ki sta jih Urbanič in Smolar-Žvanut (2005) uporabila za hidromorfološko spremenjenost, so 1. ali 1.-2. razred po klasifikaciji VGI (2002), obrežna vegetacija, odvzem vode gorvodno, poplavne ravnice in raba zemljišča v zaledju vodotoka. Ker je bila hidromorfološka klasifikacija osnovana na kategoričnih podatkih, pripravljenih že pred leti, smo za izbor referenčnih mest dodali dodaten kriterij. Kot referenčna mesta smo izbrali le tista vzorčna mesta, ki so dosegla poleg nacionalnih kriterijev tudi manj kot 5 točk indeksa spremenjenosti habitatov (RHM) in vrednost indeksa hidrološke spremenjenosti (HLM) večjo od 0,95 (preglednica 5). Za referenčna mesta smo v nekaterih primerih določili tudi mesta z vrednostjo indeksa $RHM < 10$, vendar smo v teh primerih ocenili, da minimalno povečana obremenitev ne vpliva bistveno na združbo bentoških nevretenčarjev.



3.3 Uporabljeni biološki podatki in izračun bioloških metrik

Biološke metrike smo izračunali s programom Asterics 3.1.1, ki je bil pripravljen v Evropskem projektu AQEM (Aqem consortium, 2002) in dopolnjen v projektu STAR in je prosto dostopen na medmrežju. Pri izračunu smo upoštevali le podatke o bioloških podatkih, pridobljenih z metodologijo vzorčenja in laboratorijske obdelave, ki je bila pripravljena v skladu z Vodno direktivo (Direktiva 2000/60/ES) (Urbanič in sod., 2005a, b).

Za razvoj multimetrijskega indeksa smo uporabili vrednosti metrik, izračunanih s podatki, pridobljenimi s pregledom 1/4 vzorca, t.j. vzorca, pobranega s površine 0,3125 m². Izračunali smo 297 metrik. Od tega le metrike Saprobni indeks – slovenska verzija (Urbanič in sod., 2006) in novo razvitega indeksa RFI nismo izračunali s programom Asterics 3.1.1. Ker smo indeks RFI sami razvili, smo vse metrike iz skupine občutljivost/tolerantnost pred testiranjem izločili. A priori smo izločili tudi vse ostale metrike, ki za določen tip niso imele izračunanih vrednosti ali za hidroekoregijo Dinaridi po naši strokovni presoji niso bile relevantne.



3.4 Razvoj indeksa (metrike) za vrednotenje hidromorfološke spremenjenosti rek hidroekoregije Dinaridi

Indeks smo razvili za posamezne skupine tipov rek. V prvo skupino smo uvrstili male dinarske reke s prispevno površino med 10 in 100 km² brez vpliva kraškega izvira, v drugo pa srednje velike submediteranske reke s prispevno površino med 100 in 1000 km² brez vpliva kraškega izvira. Tako smo zajeli celoten gradient hidromorfološke spremenjenosti (preglednica 7). Set podatkov prve skupine smo razdelili na kalibracijski set, s katerim smo razvili indeks, in validacijski set, s katerim smo preverili ustreznost razvitega indeksa. Število referenčnih in nereferenčnih vzorcev po skupinah ter setih podatkov je predstavljeno v preglednici 8.

Oba indeksa smo razvili po naslednjem postopku:

1. CCA analiza s HM spremenljivkami in taksoni bentoških nevretenčarjev.
2. Izbor CCA osi, ki je z izbranimi hidromorfološkimi indeksi najbolj korelirana. Izbrali smo os, ki je bila močno korelirana z indeksom HQM.
3. Določitev hidromorfoloških vrednosti (Rfi) posameznim taksonom; kot hidromorfološke vrednosti smo uporabili vrednosti taksonov prve kanonične osi. Hidromorfološke vrednosti smo umerili tako, da smo vse vrednosti delili z absolutno največjo vrednostjo.
4. Določitev indikatorske vrednosti (uteži) (HWi). Indikatorsko vrednost (utež) (1-5) smo posameznemu taksonu določili glede na ekološko valenco pojavljanja taksona, ki je v rezultatih CCA analize izražena kot toleranca taksona. Indikatorske vrednosti (uteži) smo določili po pravilu:

Toleranca-t (CCA analiza)	Indikatorska vrednost (utež) (HWi)
$t_i < 0,2$	5
$0,2 < t_i < 0,4$	4
$0,4 < t_i < 0,6$	3
$0,6 < t_i < 0,8$	2
$t_i > 0,8$	1

5. Določitev enačbe in izračun novega indeksa-Indeks rečne favne (RFI).
6. Testiranje soodvisnosti med RFI in indeksom HQM.
7. Za indeks prve skupine tipov rek (DN1) preveritev ustreznosti razvitega indeksa z validacijskim setom.



Preglednica 7. Vrednosti hidromorfoloških indeksov skupin izbranih ekoloških tipov rek v hidroekoregiji Dinaridi (seti podatkov, ki so bili uporabljeni pri razvoju Indeksa rečne favne). Za razlago kode skupine glej preglednico 5, za razlago kode tipa pa preglednico 1.

Koda skupine	Kratka koda tipa reke	Število podatkov	Indeks	RHQ	RHM	RHQ_nor	RHM_nor	HLM	HMM	HQM
DN1	EDhr1	16	Mediana	198,83	14,04	0,62	0,87	1,00	0,84	0,77
	EDkr1		Minimum	135,58	0,00	0,21	0,00	0	0,08	0,09
	PDhr1		Maksimum	345,92	131,00	1,00	1,00	1	1,00	1,00
	SMhrb1									
	SMhrs1									
	Obalna1P									
	SMhrb1P									
	SMhrs1P									
SM2	SMhrb2	8	Mediana	258,00	7,50	0,91	0,93	0,88	0,91	0,88
	SMhrb2P		Minimum	130,00	5,00	0,17	0,72	0	0,09	0,16
	EDkr2pp		Maksimum	316,25	30,50	1,00	0,95	1	0,97	0,96

Preglednica 8. Število vzorčnih mest, referenčnih mest in nereferenčnih mest za razvoj Indeksov rečne favne. Za razlago kode skupine glej preglednico 5.

Koda skupine	Set podatkov	Število vzorcev	Število referenčnih vzorcev	Število nereferenčnih vzorcev
DN1	kalibracijski	96	19	77
	validacijski	66	13	53
SM2	/	28	4	24



3.5 Razvoj slovenskega multimetrijskega indeksa hidromorfološke spremenjenosti/splošne degradiranosti (SMEIH)

Za razvoj multimetrijskega indeksa smo ekološke tipe rek združili v skupine. V skupino male nepresihajoče submediteranske reke s prispevno površino med 10 in 100 km² (SM1) smo združili tipa R_SI_5_SM-hrib-s_1 in R_SI_5_SM-hrib-brez_1, v skupino male presihajoče submediteranske reke s prispevno površino med 10 in 100 km² (SM1P) tipe R_SI_5_Obalna_1_Pres, R_SI_5_SM-hrib-s_1_Pres in R_SI_5_SM-hrib-brez_1_Pres, v skupino srednje velike submediteranske reke s prispevno površino med 100 in 1000 km² brez vpliva kraškega izvira (SM2) pa tipa R_SI_5_SM-hrib-brez_2 in R_SI_5_SM-hrib-brez_2_Pres, kjer smo dodali še močno obremenjena mesta tipa R_SI_5_ED-kras_2_PerPop. Gradient hidromorfološke spremenjenosti za izbrane skupine je v preglednici 9. Število uporabljenih vzorcev po skupinah je v preglednici 10.

Za vse tipe rek smo uporabili enak postopek razvoja indeksa SMEIH:

1. **Izračun soodvisnosti** (Spearmanovih korelacijskih koeficientov) med gradientom hidromorfološke spremenjenosti (indeks HQM) in biološkimi metrikami. Poleg soodvisnosti z indeksom HQM smo izračunali tudi soodvisnost med biološkimi metrikami in NMS osjo, ki je s hidromorfološkimi indeksi najboljše korelirala.
2. **Izbor potencialnih bioloških metrik** za izdelavo multimetrijskega indeksa. Kot potencialno dobre so bile izbrane metrike, za katere smo izračunali vrednost Spearmanovega koeficienta $r > 0,7$ za indeks HQM ali izbrano NMS os.
3. **Izbor ključnih metrik**; iz skupine potencialno dobrih metrik smo izločili tiste, za katere smo smatrali, da izračunane vrednosti ne predstavljajo dovolj dolgega gradienta ali z razponom vrednosti ne bi dosegli vseh petih razredov ekološkega stanja oziroma jih na podlagi primerjave referenčnih in nereferenčnih vrednosti nismo mogli dobro ločiti. Za oceno razlikovanja referenčnih in nereferenčnih vrednosti smo izdelali grafikone kvartilov in jih primerjali z vizuelnim opazovanjem.
4. **Normalizacija metrik**;
 - a. določitev referenčne vrednosti; vsem ključnim metrikam smo določili referenčno vrednost kot mediano vrednosti vzorcev z referenčnih mest, kadar so referenčna mesta bila prisotna.
 - b. določitev spodnje meje: pri skupinah tipov SM1 in SM1P smo jo določili kot 95-ti percentil (naraščajoča metrika) oz. 5-ti percentil (padajoča metrika) vrednosti metrike v petem razredu indeksa HQM (zelo slabo ekološko stanje); pri skupini SM2 pa kot najnižjo oz. najvišjo možno vrednost metrike ali kot najnižjo verjetno vrednost ob zelo velikih hidromorfoloških spremembah (zelo slabo ekološko stanje).



- c. Z izračunom razmerja med vrednostjo metrike in referenčno vrednostjo metrike dobimo razmerje ekološke kakovosti (REK), ki nam pove odstopanje od referenčne vrednosti. Razmerje ekološke kakovosti (REK) smo izračunali po enačbi (1):

$$REK = \frac{\text{vrednost metrike} - \text{spodnja meja}}{\text{referenčna vrednost} - \text{spodnja meja}} \quad \dots(1)$$

- d. Vsem REK vrednostim metrik, večjim od 1, smo pripisali vrednost 1. Vsem REK vrednostim metrik, manjšim od 0, smo pripisali vrednost 0.
5. **Izračun multimetrijskih indeksov;** na podlagi izbranih ključnih metrik smo izračunali vse možne kombinacije multimetrijskih indeksov. Vedno smo izbrali metriko iz skupine občutljivost/tolerantnost indeks RFI. Iz drugih skupin metrik smo izbrali eno do tri metrike. Izbrane metrike smo pred izračunom multimetrijskega indeksa obtežili. Indeks RFI je imel vrednost uteži 1/2 ali 2/3, druge izbrane metrike pa manjšo.
6. **Izbor multimetrijskega indeksa - indeks SMEIH;** na podlagi izbranih ključnih metrik smo izračunali multimetrijski indeks. Izbrali smo tisti multimetrijski indeks, ki je dobro ločeval referenčna mesta od nereferenčnih (primerjali smo z vizuelnim opazovanjem grafikonov kvartilov) in smo z njim pojasnili velik delež variabilnosti (R^2) hidromorfološkega indeksa HQM.



Preglednica 9. Vrednosti hidromorfoloških indeksov skupin izbranih ekoloških tipov rek v hidroekoregiji Dinaridi (seti podatkov, ki so bili uporabljeni pri razvoju multimetrijskega indeksa) Za razlago kode skupine glej preglednico 6, za razlago kode tipa pa preglednico 1.

Koda skupine	Kratka koda tipa reke	Število podatkov	Indeks	RHQ	RHM	RHQ_nor	RHM_nor	HLM	HMM	HQM
SM1	SMhrs1	16	Mediana	203,08	12,50	0,70	0,89	1	0,89	0,77
	SMhrb1		Minimum	150,19	1,00	0,29	0,00	0	0,08	0,09
			Maksimum	328,08	131,00	1,00	0,99	1	1,00	1,00
SM1P	Obalna1P	11	Mediana	223,63	6,25	0,74	0,94	1	0,97	0,92
	SMhrs1P		Minimum	142,60	0,00	0,30	0,70	0	0,09	0,15
	SMhrb1P		Maksimum	284,38	32,50	1,00	1,00	1	1,00	1,00
SM2	SMhrb2	8	Mediana	258,00	7,50	0,91	0,93	0,88	0,91	0,88
	SMhrb2P		Minimum	130,00	5,00	0,17	0,72	0	0,09	0,16
	EDkr2pp		Maksimum	316,25	30,50	1,00	0,95	1	0,97	0,96

Preglednica 10. Število vzorčnih mest, referenčnih mest in nereferenčnih mest vključenih v analize hidroekoregije Dinaridi po skupinah izbranih ekoloških tipov rek. Za razlago kode skupine glej preglednico 6.

Koda skupine SMEIH	Število vzorcev	Število referenčnih vzorcev	Število nereferenčnih vzorcev
SM1	56	16	40
SM1P	36	12	24
SM2	28	4	24



3.6 Določitev mejnih vrednosti indeksov SMEIH med razredi ekološkega stanja

Mejne vrednosti multimetrijskih indeksov smo določili za vsako skupino ekoloških tipov posebej (preglednica 6). V vseh primerih smo uporabili postopek v treh korakih:

1. Določitev za tip značilnih referenčnih vrednosti multimetrijskega indeksa (glej poglavje 3.5).
2. Določitev mejnih vrednosti za stanja zelo dobro/dobro, dobro/zmerno, zmerno/slabo in slabo/zelo slabo ekološko stanje. Mejne vrednosti med razredi ekološkega stanja smo določili na mestih, kjer je prišlo do značilne spremembe v vrednosti ene od izbranih metrik multimetrijskega indeksa. Značilne spremembe smo določili na podlagi razmerja med deležem pozitivnih in negativnih indikatorskih taksonov določenih za Indeks rečne favne (preglednica 11).

Preglednica 11. Pogoji za določitev mej med razredi ekološkega stanja; $Rfi < 0$ – pozitivni Rfi taksoni, $Rfi \geq 0$ – negativni Rfi taksoni

Razmerje	Ekološko stanje
Delež $Rfi < 0$ >> $Rfi \geq 0$	Zelo dobro
Delež $Rfi < 0$ > $Rfi \geq 0$	Dobro
Delež $Rfi < 0$ $\approx$ $Rfi \geq 0$	Zmerno
Delež $Rfi < 0$ < $Rfi \geq 0$	Slabo
Delež $Rfi < 0$ << $Rfi \geq 0$	Zelo slabo

3.7 Transformacija mejnih vrednosti »REK« med ekološkimi stanji

Zaradi lažje neposredne primerjave vrednosti REK (razmerje ekološke kakovosti) med različnimi tipi rek v Sloveniji smo mejne vrednosti multimetrijskih indeksov transformirali tako, da smo vsem tipom uskladili mejne vrednosti (preglednica 12). Za vsak razred ekološkega stanja smo določili transformacijsko enačbo.

Preglednica 12. Mejne vrednosti razredov in ustrezna vrednost razmerja ekološkega kakovosti (REK) po transformaciji vrednosti.

	Mejna vrednost
1	Referenčna vrednost
0,8	Mejna vrednost zelo dobro/dobro stanje
0,6	Mejna vrednost dobro/zmerno stanje
0,4	Mejna vrednost zmerno/slabo stanje
0,2	Mejna vrednost slabo/zelo slabo stanje
0,1	Spodnja meja



4 REZULTATI

4.1 Indeks rečne favne (RFI)

Indeks rečne favne (RFI) izračunamo po enačbi (2):

$$RFI = \frac{\sum_{i=1}^n (h_i * Rf_i * HW_i)}{\sum_{i=1}^n (h_i * HW_i)} \quad \dots(2)$$

kjer je:

Rf_i - hidromorfološka vrednost taksona i

HW_i - hidromorfološka indikatorska vrednost (utež) taksona i

h_i - številčnostni razred taksona i (preglednica 13)

n - število taksonov

Preglednica 13. Številčnostni razredi

Številčnost taksona	Številčnostni razred
0	0
1-5	1
6-25	2
26-125	3
126-625	4
>625	5

Hidromorfološke vrednosti (Rf_i) in hidromorfološke indikatorske vrednosti (uteži) smo določili ločeno za dve skupini tipov rek (preglednica 14). S tem smo pripravili dva indeksa rečne favne (RFI). Za vse male dinarske reke s prispevno površino med 10 in 100 km² brez vpliva kraškega izvira, smo določili en indeks RFI_{DN1} , drugega RFI_{SM2} pa za srednje velike submediteranske reke s prispevno površino med 100 in 1000 km² brez vpliva kraškega izvira.



Preglednica 14. Hidromorfološke vrednosti (Rfi) in hidromorfološke indikatorske vrednosti (uteži) (HWi) taksonov za izračun indeksa rečne favne (RFI) za male dinarske reke s prispevno površino 10-100 km² (DN1) in za srednje velike submediteranske reke s prispevno površino 100-1000 km² (SM2).

Takson	Šifra taksona	DN1		SM2	
		Rfi	HWi	Rfi	HWi
<i>Dendrocoelum lacteum</i>	1401002	0,17	1		
<i>Dugesia lugubris/polychroa</i>	1402002	-0,08	2		
<i>Crenobia alpina</i>	1403001	-0,34	5		
<i>Phagocata</i> sp.	1403006	0,08	5		
<i>Planaria torva</i>	1403011	0,20	5		
<i>Polycelis felina</i>	1403016	0,88	5		
Nematoda	1601001	0,10	3	-0,03	4
Enchytraeidae	1801001	0,01	1	-0,32	5
<i>Haplotaxis gordioides</i>	1802001	0,19	3	0,06	5
<i>Eiseniella tetraedra</i>	1803001	-0,03	1	-0,27	5
Lumbriculidae-z enostavnimi ščetinami	1804001	0,09	2	0,26	5
<i>Lumbriculus variegatus</i>	1804006	0,20	1	-0,11	5
<i>Rhynchelmis</i> sp.	1804011	0,02	3		
<i>Stylocdrilus heringianus</i>	1804016	-0,05	1	-0,16	4
<i>Stylocdrillus</i> sp.	1804020	-0,02	3	0,26	5
<i>Dero</i> sp.	1805016	0,90	5		
<i>Nais</i> sp.	1805026	0,17	1	-0,21	4
<i>Ophidonais serpentina</i>	1805031	0,39	1	-0,27	5
<i>Slavina appendiculata</i>	1805052			0,26	5
<i>Stylaria lacustris</i>	1805062	0,75	1	0,41	1
<i>Aulodrilus pluriset</i>	1807001	0,46	5	0,26	5
<i>Pelosclex</i> sp.	1807011	0,18	4	1,00	5
Tubificidae-brez lasastih ščetin	1807021	0,24	1	0,30	1
Tubificidae-z lasastimi ščetinami	1807022	0,14	1	0,20	1
<i>Dina krasensis</i>	1901002	-0,05	3	0,26	5
<i>Dina punctata</i>	1901004	0,08	5	-0,11	5
<i>Erpobdella octoculata</i>	1901011	0,03	5	0,77	1
<i>Erpobdella testacea</i>	1901013	0,01	1	1,00	5
<i>Trocheta bykowskii/Dina krasensis</i>	1901020	-0,09	3	-0,11	5
<i>Glossiphonia complanata</i>	1902007	0,02	3	1,00	5
<i>Glossiphonia concolor</i>	1902008	0,05	5	1,00	5
<i>Glossiphonia nebulosa</i>	1902010	0,05	5	1,00	5
<i>Helobdella stagnalis</i>	1902018	0,20	2	0,56	1
<i>Hemiclepsis marginata</i>	1902023	0,24	1	1,00	5
<i>Theromyzon tessulatum</i>	1902028	0,06	5		
<i>Haemopsis sanguisuga</i>	1903001	-0,20	5		
<i>Branchiobdella</i> sp.	2001001	-0,12	5		
<i>Acroloxus lacustris</i>	2101001	0,24	5		
<i>Ancylus fluviatilis</i>	2101002	-0,07	1	-0,14	3
<i>Bythinia tentaculata</i>	2102002	0,18	4	1,00	5
<i>Bythinella schmidt</i>	2103006	-0,20	4	-0,32	5
<i>Sadleriana fluminensis</i>	2103028	0,08	3	0,14	3
<i>Sadleriana</i> sp.	2103030	0,04	3		



Takson	Šifra taksona	DN1		SM2	
		Rfi	HWi	Rfi	HWi
<i>Radix balthica/labiata</i>	2104008	-0,09	2	-0,27	5
<i>Radix balthica</i>	2104009	0,58	1	0,26	5
<i>Radix labiata</i>	2104010	-0,02	4	-0,11	5
<i>Galba truncatula</i>	2104015	-0,20	5	-0,27	5
<i>Stagnicola palustris</i>	2104020			-0,27	5
<i>Holandriana</i> (<i>Amphimelania</i>) <i>holandri</i>	2105007	0,22	2		
<i>Theodoxus danubialis</i>	2106001	0,42	4		
<i>Physa fontinalis</i>	2107006	0,31	4	-0,32	5
<i>Physella</i> (<i>Physa</i>) <i>acuta</i>	2107011	0,17	1	0,11	3
<i>Gyraulus albus</i>	2108013	0,53	1	-0,32	5
<i>Gyraulus crista</i>	2108014	-0,20	5	-0,18	2
<i>Planorbis planorbis</i>	2108026	0,05	5	1,00	5
<i>Valvata cristata</i>	2109001	-0,20	5		
<i>Pisidium</i> sp.	2202006	0,18	1	0,25	1
<i>Sphaerium corneum</i>	2202011			0,26	5
<i>Hydrachnidia</i> (<i>Hydracarina</i>)	2301001	0,06	1	0,04	1
<i>Synurella ambulans</i>	2401001	0,26	1		
<i>Gammarus fossarum</i>	2402002	-0,12	1	-0,11	5
<i>Niphargus</i> sp.	2403001	-0,28	3		
<i>Asellus aquaticus</i>	2501001	0,31	1	0,97	3
<i>Proasellus</i> sp.	2501006	0,08	3		
<i>Astacus astacus</i>	2601001	-0,03	4	1,00	5
<i>Austropotamobius pallipes</i>	2601006	-0,15	5		
<i>Austropotamobius torrentium</i>	2601007	0,09	5		
<i>Baetis buceratus</i>	2702007	0,06	3	0,26	5
<i>Baetis fuscatus</i>	2702009	-0,09	4		
<i>Baetis fuscatus/scambus</i>	2702010	0,05	1	-0,19	4
<i>Baetis liebenauae</i>	2702011	-0,01	5		
<i>Baetis lutheri</i>	2702012	-0,29	2	-0,30	5
<i>Baetis melanonyx</i>	2702013	0,92	5		
<i>Baetis muticus</i>	2702014	-0,23	4		
<i>Baetis rhodani</i>	2702016	-0,11	2	-0,24	5
<i>Baetis scambus</i>	2702017	0,04	3		
<i>Baetis vardarensis</i>	2702019	0,01	2	-0,28	4
<i>Baetis vernus</i>	2702020	-0,02	3	-0,28	5
<i>Baetis buceratus/vernus</i>	2702021	0,20	5	-0,11	5
<i>Centroptilum luteolum</i>	2702025	-0,05	4		
<i>Centroptilum</i> sp.	2702026	-0,17	3	-0,14	4
<i>Cloeon dipterum</i>	2702031	0,70	1	0,87	1
<i>Procleon bifidum</i>	2702038			-0,11	5
<i>Procleon</i> sp.	2702039			-0,11	5
<i>Pseudocentroptilum</i> (<i>Centro.</i>) <i>pennulatum</i>	2702043	-0,07	4		
<i>Caenis</i> sp.	2703001	0,56	1	-0,03	1
<i>Ephemerella ignita</i>	2704001	0,04	3	-0,11	5
<i>Ephemerella notata</i>	2704002	-0,27	5		
<i>Ephemerella major</i>	2704005	-0,21	1	-0,11	5
<i>Ephemera danica</i>	2705001	0,00	1	-0,10	4



Takson	Šifra taksona	DN1		SM2	
		Rfi	HWi	Rfi	HWi
<i>Ephemera</i> sp.	2705002	-0,24	3	0,06	5
<i>Ephemera vulgata</i>	2705003	0,81	5		
<i>Ecdyonurus</i> sp.	2706001	-0,27	1	-0,13	5
<i>Electrogena</i> sp.	2706006	-0,17	3	-0,27	5
<i>Epeorus</i> sp.	2706012	-0,33	3		
<i>Epeorus sylvicola</i>	2706013	-0,33	4	-0,32	5
<i>Rhithrogena</i> sp.	2706026	-0,35	3		
<i>Habroleptoides confusa</i>	2707001	-0,21	2	-0,27	5
<i>Habrophlebia fusca</i>	2707006	-0,34	5		
<i>Habrophlebia lauta</i>	2707007	-0,04	3	-0,13	4
<i>Paraleptophlebia submarginata</i>	2707012	-0,05	1	-0,28	5
<i>Siphonurus aestivalis</i>	2711001	-0,06	5		
<i>Chloroperla</i> sp.	2801001	-0,33	5		
<i>Leuctra</i> sp.	2803001	-0,11	1	-0,16	4
<i>Amphinemura</i> sp.	2804001	-0,57	5		
<i>Nemoura</i> sp.	2804006	-0,22	2		
<i>Nemurella pictetii</i>	2804011	-0,03	5		
<i>Protonemura</i> sp.	2804016	-0,29	2		
<i>Perla</i> sp.	2805007	-0,35	3		
<i>Isoperla</i> sp.	2806012	-0,20	5		
<i>Perlodes</i> sp.	2806017	-0,12	4		
<i>Brachyptera</i> sp.	2807001	-0,06	5		
<i>Anax imperator</i>	2901019	0,96	5		
<i>Calopteryx virgo</i>	2902001	0,18	2	-0,08	5
<i>Calopteryx (Agrion) splendens</i>	2902002	0,20	1	-0,27	5
<i>Cercion lindenii</i>	2903001	0,06	5		
<i>Coenagrion puella</i>	2903015	0,92	5	0,22	5
<i>Enallagma cyathigerum</i>	2903023	0,96	5		
<i>Erythromma viridulum</i>	2903029			1,00	5
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	2903041			0,26	5
Coenagrionidae juv.	2903046	0,87	3	1,00	5
<i>Cordulegaster heros</i>	2904002	-0,27	5		
<i>Somatochlora meridionalis</i>	2905014	-0,04	5		
<i>Gomphus</i> sp.	2906001	0,97	5		
<i>Gomphus vulgatissimus</i>	2906002	0,50	1	0,06	5
<i>Onychogomphus forcipatus</i>	2906012	0,03	2	-0,19	4
<i>Ophiogomphus cecilia</i>	2906017			0,06	5
<i>Libellula depressa</i>	2908015			1,00	5
<i>Libellula fulva</i>	2908016	0,24	5		
<i>Orthethrum albistylum</i>	2908022	0,97	5		
<i>Orthethrum cancellatum</i>	2908024	0,95	5		
<i>Orthethrum coerulescens</i>	2908025	0,39	4		
<i>Sympetrum flaveolum</i>	2908032			1,00	5
<i>Sympetrum</i> sp. Juv	2908039	0,20	5		
<i>Platycnemis pennipes</i>	2909001	0,54	1	0,22	5
Corixinae	3002001	0,82	1	1,00	5
<i>Micronecta</i> sp.	3002011	0,78	1	1,00	5



Takson	Šifra taksona	DN1		SM2	
		Rfi	HWi	Rfi	HWi
<i>Gerris</i> sp.	3003006	0,95	5		
<i>Mesovelia furcata</i>	3006001	-0,06	5		
<i>Ilyocoris cimicoides</i>	3007001	0,95	5		
<i>Nepa cinerea</i>	3008001	0,42	1		
<i>Sialis fuliginosa</i>	3101001	-0,06	2	0,02	3
<i>Sialis lutaria</i>	3101002	0,24	1	0,26	5
<i>Sialis nigripes</i>	3101003	-0,11	4	-0,04	4
<i>Neurorthus fallax</i>	3201001	-0,34	5		
<i>Sisyra</i> sp.	3203001			-0,11	5
<i>Agryotipus armatus</i>	3301001	-0,14	2		
<i>Dryops</i> sp.-larve	3402002	-0,11	4	0,26	5
<i>Pomatinus substriatus</i>	3402012	-0,17	4		
<i>Agabus</i> sp.	3403023	0,24	5		
<i>Agabus</i> sp.-larve	3403024	0,42	5		
<i>Bidessus</i> sp.	3403034	0,95	5		
<i>Graptodytes</i> sp.	3403122	0,05	5	1,00	5
<i>Hydroglyphus geminus</i>	3403144	0,21	1	1,00	5
<i>Hydroporus</i> sp.	3403165	-0,03	5		
<i>Hygrotus</i> sp.	3403187	0,05	5	1,00	5
<i>Hygrotus</i> sp. - larve	3403188	0,20	5		
<i>Ilybius fuliginosus</i>	3403209	0,05	5		
<i>Ilybius</i> sp.	3403210	0,05	5		
<i>Laccophilus</i> sp.	3403232			0,26	5
<i>Laccophilus</i> sp.-larve	3403233	-0,21	5		
<i>Nebrioporus</i> sp.	3403243	0,05	5	0,26	5
<i>Nebrioporus</i> sp. - larve	3403244	0,11	4		
<i>Oreodytes</i> sp.	3403254	-0,35	5		
<i>Oreodytes</i> sp. - larve	3403255	0,03	5		
<i>Platambus maculatus</i>	3403265	0,03	4		
<i>Platambus maculatus</i> -larve	3403266	-0,02	2	-0,02	3
<i>Rhantus</i> sp.	3403287	0,05	5	1,00	5
<i>Elmis</i> sp.	3404001	-0,07	2	-0,31	5
<i>Elmis</i> sp.-larve	3404002	-0,07	1	-0,23	4
<i>Esolus</i> sp.	3404012	-0,12	2	-0,22	4
<i>Esolus</i> sp.-larve	3404013	-0,06	2	-0,17	4
<i>Limnius</i> sp.	3404023	-0,18	2	-0,27	5
<i>Limnius</i> sp. - larve	3404024	-0,06	1	-0,15	4
<i>Normandia nitens</i>	3404045	0,05	5		
<i>Oulimnius</i> sp.	3404056	-0,06	2	-0,15	3
<i>Oulimnius</i> sp.-larve	3404057	0,05	3	-0,11	3
<i>Riolus</i> sp.	3404078	-0,23	1		
<i>Riolus</i> sp.-larve	3404079	-0,22	1	-0,11	5
<i>Stenelmis canaliculata</i> -larve	3404090	-0,20	5		
<i>Orectochilus villosus</i> - larve	3405024	-0,10	2	-0,29	5
<i>Haliphus lineatocollis</i>	3406012	-0,04	5		
<i>Haliphus</i> sp.	3406013	0,09	2	1,00	5
<i>Haliphus</i> sp.-larve	3406014	0,02	5	0,75	1



Takson	Šifra taksona	DN1		SM2	
		Rfi	HWi	Rfi	HWi
<i>Hydraena</i> sp.	3408001	-0,16	2	-0,25	4
<i>Ochthebius</i> sp.	3408023	-0,38	3	-0,32	5
<i>Hydrochus</i> sp.	3409001	0,42	5		
<i>Hydrophilidae</i>	3410111	0,16	3		
<i>Laccobius</i> sp.	3410144	1,00	5		
<i>Laccobius</i> sp. - larve	3410145	0,05	5		
<i>Megasternum obscurum</i>	3410159	0,24	5		
<i>Eubria palustris</i> - larve	3413002	0,22	5		
<i>Cyphon</i> sp. -larve	3414002	-0,34	3		
<i>Elodes</i> sp. -larve	3414013	-0,16	5		
<i>Hydrocyphon</i> sp. -larve	3414024	-0,21	2		
<i>Beraea dira</i>	3502001	0,15	1	0,26	5
<i>Beraeamyia</i> sp.	3502008	-0,30	3	-0,27	5
<i>Beraeodes minutus</i>	3502013	0,14	3	0,22	5
<i>Micrasema minimum</i>	3503007	-0,55	4		
<i>Micrasema setiferum</i>	3503009	-0,39	3		
<i>Agapetus delicatulus/ochripes</i>	3505002	0,18	5		
<i>Glossosoma bifidum</i>	3505011	-0,28	5		
<i>Synagapetus krawanyi</i>	3505025	-0,33	5		
<i>Goera pilosa</i>	3506001	0,10	1	-0,11	5
<i>Lithax obscurus</i>	3506007	0,13	5	-0,27	5
<i>Silo nigricornis</i>	3506012	-0,07	2		
<i>Silo pallipes</i>	3506017	-0,12	1	-0,11	5
<i>Silo piceus</i>	3506018	-0,07	2		
<i>Cheumatopsyche lepida</i>	3507001	-0,08	5	-0,27	4
<i>Hydropsyche angustipennis</i>	3508001	0,19	1	-0,28	5
<i>Hydropsyche bulbifera</i>	3508002	0,05	2	-0,27	5
<i>Hydropsyche incognita</i>	3508006			-0,23	4
<i>Hydropsyche instabilis</i>	3508007	-0,27	5		
<i>Hydropsyche pellucidula</i>	3508011	-0,02	2	-0,24	4
<i>Hydropsyche saxonica</i>	3508013	-0,19	3		
<i>Hydropsyche siltalai</i>	3508014			-0,30	5
<i>Hydropsyche</i> sp. -juv.	3508015	-0,20	2	-0,24	4
<i>Hydropsyche tenuis</i>	3508016	-0,57	5		
<i>Agraylea</i> sp.	3509000	0,20	5		
<i>Hydroptila</i> sp.	3509013	-0,01	2	-0,19	4
<i>Lepidostoma hirtum</i>	3510007	-0,21	2	-0,24	4
<i>Adicella</i> sp.	3511004	0,46	5		
<i>Athripsodes albifrons</i>	3511008			0,06	5
<i>Athripsodes albifrons/bilineatus</i>	3511009	-0,07	1	-0,27	5
<i>Athripsodes aterrimus</i>	3511010			1,00	5
<i>Athripsodes bilineatus</i>	3511011	-0,22	1	-0,11	5
<i>Ceraclea dissimilis</i>	3511019			-0,22	5
<i>Leptocerus interruptus</i>	3511025	0,46	5	-0,27	5
<i>Mystacides azurea/nigra</i>	3511031	0,14	5	-0,27	5
<i>Mystacides azurea</i>	3511032	0,33	1	-0,01	4
<i>Mystacides nigra</i>	3511034	-0,35	5		



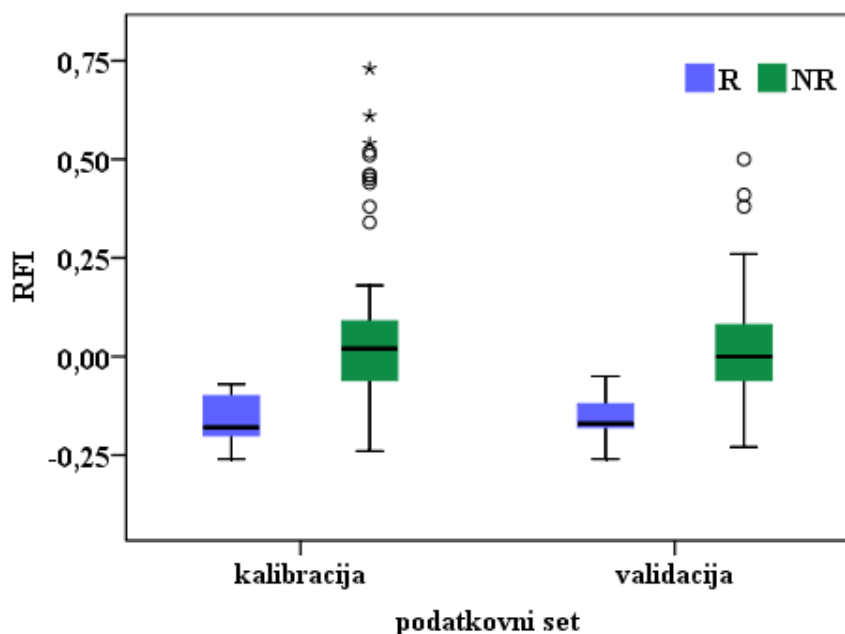
Takson	Šifra taksona	DN1		SM2	
		Rfi	HWi	Rfi	HWi
<i>Oecetis notata</i>	3511042			-0,32	5
<i>Oecetis testacea</i>	3511044	0,13	5	-0,15	4
<i>Anabolia furcata</i>	3512013	0,06	5		
<i>Chaetopteryx major</i>	3512028			-0,11	5
<i>Chaetopteryx fusca</i>	3512029	-0,04	2		
<i>Chaetopteryx</i> sp.	3512031	-0,49	4		
<i>Ecclisopteryx dalecarlica</i>	3512056			-0,10	3
<i>Glyphotaelius pellucidus</i>	3512063	0,13	5		
<i>Halesus digitatus</i>	3512073	-0,06	4	0,08	3
<i>Limnephilinae</i> -juv.	3512097	-0,11	2		
<i>Potamophylax cingulatus</i>	3512168			0,26	5
<i>Potamophylax</i> sp.	3512176	-0,16	3	-0,11	5
<i>Odontocerum albicorne</i>	3513001	-0,11	2		
<i>Philopotamus ludificatus</i>	3514002	-0,33	5		
<i>Philopotamus montanus</i>	3514003	-0,35	5		
<i>Wormaldia copiosa</i>	3514009	-0,33	5		
<i>Wormaldia subnigra</i>	3514013	-0,19	2	-0,28	5
<i>Agrypnia varia</i>	3515002	0,05	5		
<i>Cyrnus trimaculatus</i>	3516002	0,00	1	-0,06	3
<i>Holocentropus</i> sp.	3516008			1,00	5
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	3516019	-0,01	5		
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	3516027	-0,08	1	-0,14	5
<i>Polycentropus irroratus</i>	3516028	-0,21	2	0,22	5
<i>Polycentropus schmidi</i>	3516029	-0,24	5		
<i>Polycentropus</i> sp.	3516031	-0,26	5		
<i>Lype reducta</i>	3517002	0,23	3		
<i>Psychomyia klapaleki</i>	3517007	-0,57	5		
<i>Psychomyia pusilla</i>	3517008	0,09	1	-0,17	4
<i>Tinodes rostocki</i>	3517015	-0,34	5		
<i>Tinodes</i> sp.	3517016	-0,14	1	-0,27	5
<i>Tinodes unicolor</i>	3517017	-0,01	5		
<i>Rhyacophila hirticornis/schmidinarica</i>	3518001	-0,33	5		
<i>Rhyacophila</i> sensu stricto	3518011	-0,08	2	-0,22	4
<i>Rhyacophila tristis</i>	3518014	-0,41	3		
<i>Notidobia ciliaris</i>	3519001	0,34	3		
<i>Sericostoma</i> sp.	3519007	-0,20	2	-0,22	4
<i>Limnophora</i> sp.	3601001	-0,04	1	-0,28	4
<i>Lispe</i> sp.	3601006	0,20	5		
<i>Atherix ibis</i>	3602001	-0,02	1	-0,11	5
<i>Ibisia (Atherix) marginata</i>	3602011	-0,28	2	-0,27	5
<i>Atrichopogon</i> sp.	3604001	-0,13	4		
<i>Ceratopogoninae</i>	3604006	0,16	1	0,62	1
<i>Brillia bifida</i>	3606001	0,09	3	-0,11	5
<i>Chironomini</i>	3606011	0,18	1	0,18	1
<i>Chironomus</i> sk. <i>obtusidens</i>	3606016			0,26	5
<i>Chironomus</i> sk. <i>plumosus</i>	3606017	0,24	1	0,72	1
<i>Chironomus</i> sk. <i>thummi</i>	3606018	0,11	3	0,12	4



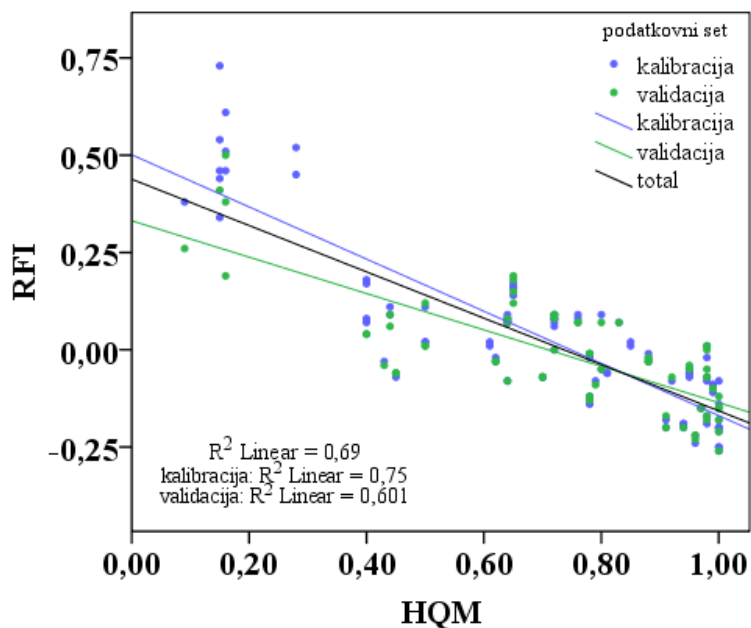
Takson	Šifra taksona	DN1		SM2	
		Rfi	HWi	Rfi	HWi
<i>Chironomus plumosus</i>	3606019	0,20	5	0,22	5
<i>Chironomus</i> sp.	3606020	0,05	5		
<i>Corynoneura</i> sp.	3606023	0,15	4	-0,11	5
Corynoneurinae	3606028	0,02	2		
Diamesinae	3606033	0,11	3	-0,05	5
<i>Monodiamesa</i> sp.	3606043	0,06	4		
Orthocladiinae	3606053	0,02	1	-0,01	1
<i>Potthastia</i> sk. <i>longimana</i>	3606064	0,16	4	-0,11	5
<i>Prodiamesa olivacea</i>	3606069	0,10	4	0,01	4
Prodiamesinae	3606075	-0,01	3		
Tanypodinae	3606080	0,18	1	0,21	1
Tanytarsini	3606085	0,16	1	0,08	1
<i>Anopheles</i> sp.	3607001	0,42	5		
<i>Culex</i> sp.	3607011	0,05	5		
<i>Dixa</i> sp.	3608001	0,21	2	-0,21	5
Dolichopodidae	3609001	-0,11	5		
Clinocerinae	3610001	0,14	4	-0,15	5
Hemerodromiinae	3610011	0,06	2	-0,17	3
Ephydridae	3611001	0,20	5		
<i>Antocha</i> sp.	3612001	-0,03	2	-0,18	4
Chioneinae	3612006	0,18	2		
Limnophilinae	3612026	-0,17	2		
<i>Paradelphomya</i> sp.	3612046	0,24	5		
<i>Pseudolimnophila</i> sp.	3612051	0,31	4		
<i>Scleroprocta</i> sp.	3612056	-0,31	5		
<i>Dicranota</i> sp.	3613001	0,05	1	-0,27	5
<i>Pedicia</i> sp.	3613006	0,46	5		
Psychodidae	3614016	-0,09	2	-0,30	5
Pericomini	3614026	0,11	3		
Psychodini	3614031	0,09	3	-0,11	5
<i>Ptychoptera</i> sp.	3615001	-0,03	5		
<i>Chrysopilus</i> sp.	3616001	0,24	5		
Scatophagidae	3617006	-0,06	5		
Sciomyzidae	3618001	0,81	5	1,00	5
<i>Simulium</i> sp.	3619002	-0,03	2	-0,22	4
<i>Beris</i> sp.	3620001	0,10	4		
<i>Nemotelus</i> sp.	3620006	0,24	5		
<i>Odontomyia</i> sp.	3620011			-0,11	5
<i>Oxycera</i> sp.	3620021	-0,17	2	-0,30	5
<i>Chrysops</i> sp.	3622006	0,27	1	-0,01	4
<i>Tabanus</i> sp.	3622011	-0,04	2	-0,27	5
<i>Prinocera</i> sp.	3624011	-0,33	5		
<i>Tipula</i> sp.	3624021	-0,08	3	-0,27	5



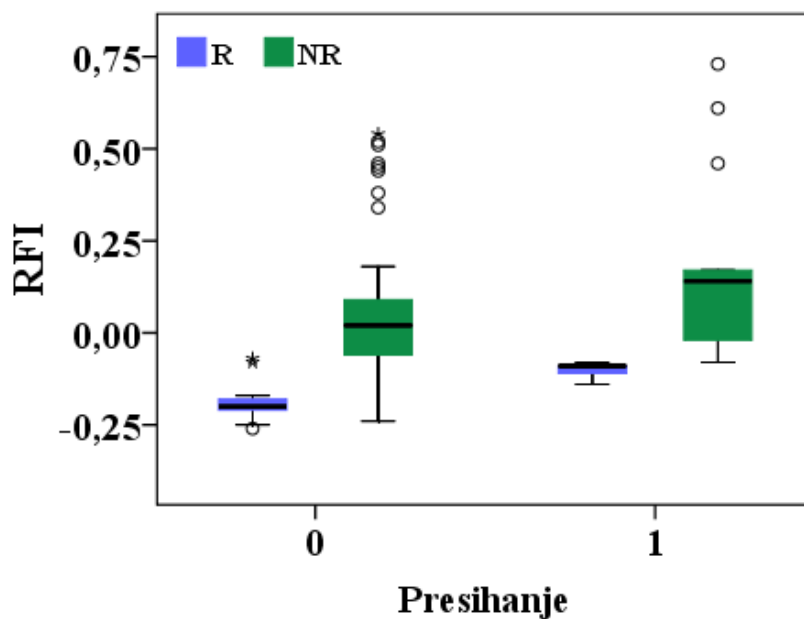
Indeks RFI za male dinarske reke s prispevno površino med 10 in 100 km² brez vpliva kraškega izvira (DN1), smo razvili s kalibracijskim setom vzorcev in njegovo uporabnost preverili z validacijskim setom vzorcev. Indeks RFI za srednje velike submediteranske reke s prispevno površino med 100 in 1000 km² brez vpliva kraškega izvira (SM2) pa nismo validirali. Za skupino DN1 so prikazane razporeditev vrednosti RFI za referenčna in nereferenčna mesta za kalibracijski in validacijski podatkovni set (slika 4), soodvisnost med vrednostmi ordinacijske HQM osi in vrednostmi RFI za posamezne sete (slika 5) in primerjava vrednosti RFI med presihajočimi in nepresihajočimi ekološkimi tipi le za kalibracijski set podatkov za referenčna in nereferenčna mesta (slika 6).



Slika 4. Diagram kvartilov razpona vrednosti indeksa RFI za male dinarske reke s prispevno površino med 10 in 100 km² brez vpliva kraškega izvira, za dva seta vzorcev (NR – nereferenčna mesta, R –referenčna mesta)



Slika 5. Soodvisnost med vrednostmi indeksa HQM in vrednostmi RFI za male dinarske reke s prispevno površino med 10 in 100 km² brez vpliva kraškega izvira, ter pojasnjena variabilnost (R^2 Linear) za dva seta vzorcev skupaj in ločeno.



Slika 6. Diagram kvartilov razpona vrednosti indeksa RFI za male dinarske reke s prispevno površino med 10 in 100 km² brez vpliva kraškega izvira, za kalibracijski set vzorcev, posebej za nepresihajoče (0) in presihajoče (1) ekološke tipe rek (NR – nereferenčna mesta, R –referenčna mesta).



4.2 Izbor metrik za multimetrijske indekse

4.2.1 MALE NEPRESIHAJOČE SUBMEDITERANSKE REKE S PRISPEVNO POVRŠINO MED 10 IN 100 KM²

Soodvisnost med hidromorfološkim gradientom (indeks HQM) in potencialnimi biološkimi metrikami je prikazana v preglednici 15. V isti preglednici so tudi vrednosti soodvisnosti med biološkimi metrikami in prvo ordinacijsko NMS osjo. V preglednici 16 je prikazana soodvisnost med ključnimi metrikami, v preglednici 17 pa referenčne in spodnje mejne vrednosti ključnih metrik. Slika 7 prikazuje razporeditev vrednosti ključnih metrik za referenčna in nereferenčna mesta.

Preglednica 15. Soodvisnost (Spearmanov korelacijski koeficient) med hidromorfološko spremenljivko (indeks HQM) ter prvo NMS osjo (NMS1) in potencialnimi biološkimi metrikami za male nepresihajoče submediteranske reke s prispevno površino med 10 in 100 km²

Metrika	Tip metrike	Koda metrike	HQM	NMS1
Oligochaeta [%]	ca		-0,681**	-0,755**
Ephemeroptera [%]	ca		0,401**	0,729**
Plecoptera [%]	ca		0,780**	0,853**
Trichoptera [%]	ca		0,700**	0,565**
EPT-Taxa [%]	ca		0,554**	0,806**
EPT/OL [%]	ca		0,739**	0,846**
EP [%]	ca		0,445**	0,792**
EPT [%] (abundance classes)	ca		0,769**	0,848**
OD-Taxa [%] (Austria)	ca		-0,705**	-0,817**
EPT-Taxa [%] (Austria)	ca		0,771**	0,785**
[%] metarhithral	f		0,646**	0,851**
[%] hyporhithral	f		0,510**	0,779**
[%] metarhithral (scored taxa = 100%)	f		0,403**	0,754**
[%] epipotamal (scored taxa = 100%)	f		-0,735**	-0,662**
[%] metapotamal (scored taxa = 100%)	f		-0,575**	-0,761**
[%] littoral (scored taxa = 100%)	f		-0,370**	-0,705**
Rheoindex (Banning, with abundance classes)	f		0,492**	0,713**
[%] Type Lit	f		0,627**	0,822**
[%] Type Pel (scored taxa = 100%)	f		-0,441**	-0,744**
[%] Type Psa (scored taxa = 100%)	f		-0,534**	-0,797**
[%] Type Lit (scored taxa = 100%)	f		0,621**	0,806**
[%] Grazers and scrapers	f		0,503**	0,794**
Index of Biocenotic Region	f	IBR	-0,675**	-0,801**
- [%] littoral (scored taxa = 100%)	f		-0,422**	-0,771**
- [%] littoral + profundal (scored taxa = 100%)	f		-0,427**	-0,781**
TROPHIC_Sel_Grazers	f		0,780**	0,550**
Sel_Ephemeroptera_GS	f		0,719**	0,489**
Sel_Plecoptera_M	f		0,845**	0,788**
Number of taxa Ephemeroptera	rd		0,770**	0,639**
Number of taxa Plecoptera	rd		0,817**	0,848**
Number of taxa Trichoptera	rd		0,786**	0,554**

se nadaljuje

**Preglednica 15. nadaljevanje**

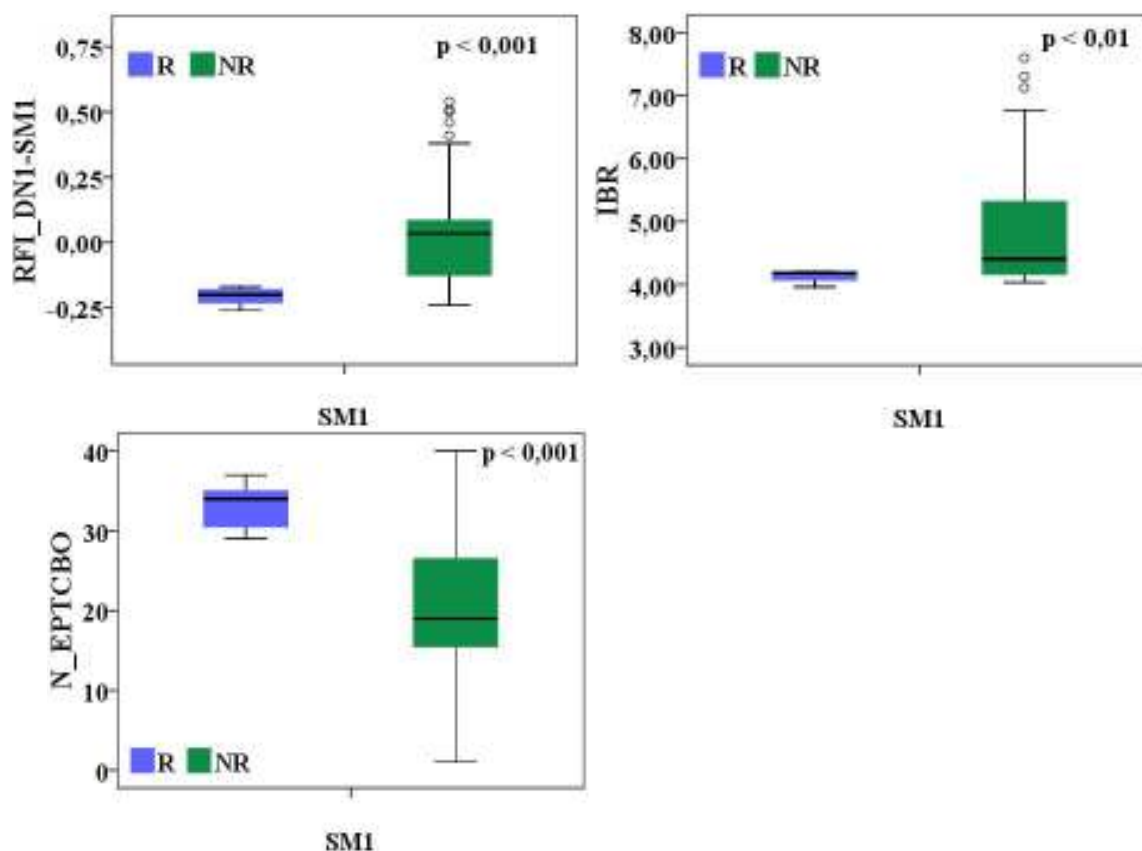
Metrika	Tip metrike	Koda metrike	HQM	NMS1
Number of EPT-Taxa	rd		0,794**	0,688**
EPT/OL	rd		0,681**	0,808**
EPT/Diptera	rd		0,729**	0,800**
OD/Total-Taxa	rd		-	-
			0,705**	0,817**
Number of EP-Taxa	rd		0,804**	0,743**
Number of taxa EPTCBO (Eph., Ple., Tri., Col., Bivalv., Odo.)	rd	N _{EPTCBO}	0,811**	0,619**
Abundance Oligochaeta	rd		-	-
			0,570**	0,717**
Abundance Plecoptera	rd		0,845**	0,788**
Abundance Trichoptera	rd		0,841**	0,555**
Leptophlebiidae	rd		0,821**	0,769**
ALL/Diptera	rd		0,675**	0,784**
Sel_Ephemeroptera_GN	rd		0,755**	0,572**
Leuctra_Calopteryx	rd		0,805**	0,755**
Tubificidae	rd		-	-
			0,715**	0,817**
PleTri_taxa	rd		0,822**	0,649**
Portuges Gold-Index	rd		0,776**	0,926**
sel EPTD	rd		0,892**	0,892**
RFI _{DN1}	st	RFI _{DN1}	-	-
			0,901**	0,892**

*-statistična značilnost $p < 0,05$ **-statistična značilnost $p < 0,01$ **Preglednica 16. Soodvisnost (Spearmanov korelacijski koeficient) med ključnimi metrikami za male nepresihajoče submediteranske reke s prispevno površino med 10 in 100 km²**

Metrika	Tip metrike	RFI _{DN1}	IBR	N _{EPTCBO}
RFI _{DN1}	st	1	0,778**	-0,806**
Index of Biocoenotic Region	f	0,778**	1	-0,661**
Number of taxa EPTCBO (Eph., Ple., Tri., Col., Bivalv., Odo.)	rd	-0,806**	-0,661**	1

*-statistična značilnost $p < 0,05$ **-statistična značilnost $p < 0,01$ **Preglednica 17. Referenčne vrednosti in spodnje meje ključnih metrik za male nepresihajoče submediteranske reke s prispevno površino med 10 in 100 km²**

Metrika	Koda	Tip metrike	Referenčna vrednost	Spodnja meja
RFI _{DN1-SM1}	RFI _{DN1-SM1}	st	-0,20	0,46
Index of Biocoenotic Region	IBR	f	4,18	6,95
Number of taxa EPTCBO (Eph., Ple., Tri., Col., Bivalv., Odo.)	N _{EPTCBO}	rd	34	4



Slika 7. Diagrami kvartilov razpona vrednosti ključnih metrik za male nepresihajoče submediteranske reke s prispevno površino med 10 in 100 km² (SM1) (N – nereferenčna mesta, R –referenčna mesta). Za razlage kod metrik glej preglednico 16.

4.2.2 MALE PRESIHAJOČE SUBMEDITERANSKE REKE S PRISPEVNO POVRŠINO MED 10 IN 100 KM²

Soodvisnost med hidromorfološkim gradientom (indeks HQM) in potencialnimi biološkimi metrikami je prikazana v preglednici 18. V isti preglednici so tudi vrednosti soodvisnosti med biološkimi metrikami in prvo ordinacijsko NMS osjo. V preglednici 19 je prikazana soodvisnost med ključnimi metrikami, v preglednici 20 pa referenčne in spodnje mejne vrednosti ključnih metrik. Slika 8 prikazuje razporeditev vrednosti ključnih metrik za referenčna in nereferenčna mesta.



Preglednica 18. Soodvisnost (Spearmanov korelacijski koeficient) med hidromorfološko spremenljivko (indeks HQM) ter prvo NMS osjo (NMS1) in potencialnimi biološkimi metrikami za male presihajoče submediteranske reke s prispevno površino med 10 in 100 km²

Metrika	Tip metrike	Koda metrike	HQM	NMS1
Gastropoda [%]	ca		-0,731**	-0,691**
Ephemeroptera [%]	ca		0,869**	0,855**
Odonata [%]	ca		-0,756**	-0,752**
EPT-Taxa [%]	ca		0,902**	0,842**
EP [%]	ca		0,875**	0,839**
EPT [%] (abundance classes)	ca		0,909**	0,866**
EPT-Taxa [%] (Austria)	ca		0,875**	0,822**
[%] epirhithral	f		0,792**	0,662**
[%] metarhithral	f		0,872**	0,811**
[%] hyporhithral	f		0,745**	0,631**
[%] metapotamal	f		-0,848**	-0,686**
[%] hypopotamal	f		-0,785**	-0,708**
[%] epirhithral (scored taxa = 100%)	f		0,816**	0,599**
[%] metarhithral (scored taxa = 100%)	f		0,877**	0,795**
[%] hyporhithral (scored taxa = 100%)	f		0,766**	0,551**
[%] epipotamal (scored taxa = 100%)	f		-0,497**	-0,814**
[%] metapotamal (scored taxa = 100%)	f		-0,932**	-0,799**
[%] littoral (scored taxa = 100%)	f		-0,721**	-0,526**
[%] Type RP	f		0,845**	0,848**
[%] Type IN	f		-0,707**	-0,535**
[%] Type RP (scored taxa = 100%)	f	P _{RP}	0,852**	0,833**
[%] Type RP (abundance classes) (scored taxa = 100%)	f		0,909**	0,864**
Rheoindex (Banning, with abundance)	f		0,958**	0,905**
Rheoindex (Banning, with abundance classes)	f		0,961**	0,910**
[%] Type Psa	f		-0,503**	-0,787**
[%] Type Lit	f		0,726**	0,873**
[%] Type Aka + Lit + Psa	f		0,770**	0,667**
[%] Type Pel (scored taxa = 100%)	f		-0,515**	-0,710**
[%] Type Psa (scored taxa = 100%)	f		-0,528**	-0,807**
[%] Type Lit (scored taxa = 100%)	f		0,738**	0,876**
[%] Type Aka+Lit+Psa (scored taxa = 100%)	f		0,730**	0,569**
[%] Other Feeding types	f		-0,742**	-0,588**
Active/Passive filter feeders (all taxa)	f		-0,645**	-0,802**
Index of Biocoenotic Region	f	IBR	-0,904**	-0,786**
- [%] littoral (scored taxa = 100%)	f		-0,942**	-0,763**
- [%] littoral + profundal (scored taxa = 100%)	f		-0,944**	-0,764**
Sel_Ephemeroptera_M	f		0,677**	0,803**
hololimnic [%]	f		-0,762**	-0,650**
Number of taxa Gastropoda	rd		-0,740**	-0,762**
Number of taxa Odonata	rd		-0,751**	-0,787**

se nadaljuje



Preglednica 18. nadaljevanje

Metrika	Tip metrike	Koda metrike	HQM	NMS1
Number of EP-Taxa	rd		0,687**	0,544**
EPT/OL	rd		0,729**	0,561**
Abundance Gastropoda	rd		-0,870**	-0,800**
Abundance Odonata	rd		-0,763**	-0,748**
ALL/Diptera	rd		0,655**	0,734**
RFI _{DN1}	st	RFI _{DN1}	-0,939**	-0,906**

*-statistična značilnost $p < 0,05$

**-statistična značilnost $p < 0,01$

Preglednica 19. Soodvisnost (Spearmanov rho korelacijski koeficient) med ključnimi metrikami za male presihajoče submediteranske reke s prispevno površino med 10 in 100 km²

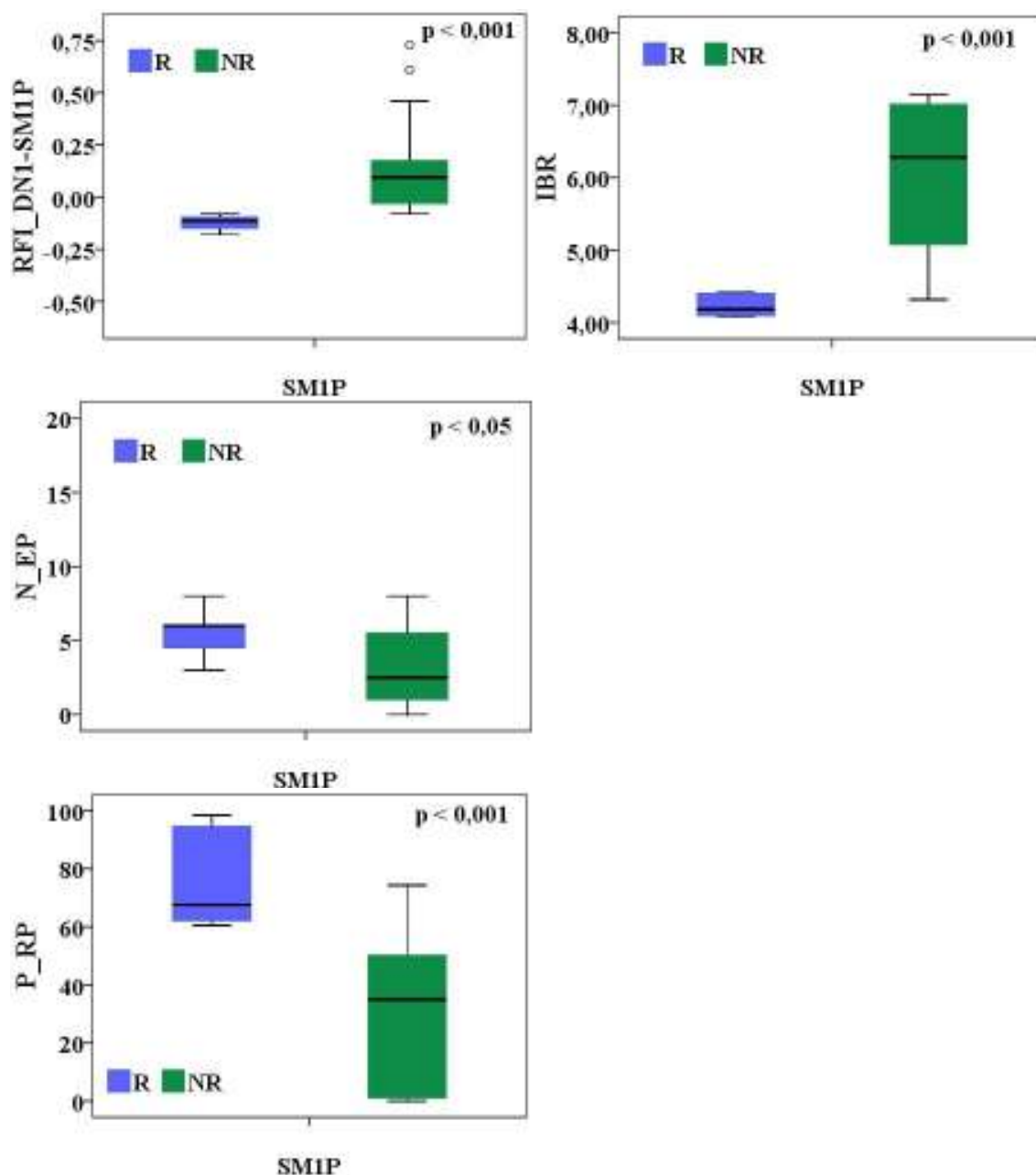
Metrika	Tip metrike	RFI _{DN1}	P _{RP}	IBR	N _{EP}
RFI _{DN1}	st	1	-0,870**	0,890**	-0,700**
[%] Type RP (scored taxa = 100%)	f	-0,870**	1	-0,850**	0,505**
Index of Biocenotic Region	f	0,890**	-0,850**	1	-0,579**
Number of EP-Taxa	rd	-0,700**	0,505**	-0,579**	1

*-statistična značilnost $p < 0,05$

**-statistična značilnost $p < 0,01$

Preglednica 20. Referenčne vrednosti in spodnje meje ključnih metrik za male presihajoče submediteranske reke s prispevno površino med 10 in 100 km²

Metrika	Koda metrike	Tip metrike	Referenčna vrednost	Spodnja meja
RFI _{DN1-SM1P}	RFI _{DN1-SM1P}	st	-0,12	0,54
[%] Type RP (scored taxa = 100%)	P _{RP}	f	67,59	0
Index of Biocenotic Region	IBR	f	4,18	6,7



Slika 8. Diagrami kvartilov razpona vrednosti ključnih metrik za male presihajoče submediteranske reke s prispevno površino med 10 in 100 km² (SM1P) (N – nereferenčna mesta, R –referenčna mesta). Za razlage kod metrik glej preglednico 19.



4.2.3 SREDNJE VELIKE SUBMEDITERANSKE REKE S PRISPEVNO POVRŠINO MED 100 IN 1000 KM² BREZ VPLIVA KRAŠKEGA IZVIRA

Soodvisnost med hidromorfološkim gradientom (indeks HQM) in potencialnimi biološkimi metrikami je prikazana v preglednici 21. V isti preglednici so tudi vrednosti soodvisnosti med biološkimi metrikami in prvo kanonično osjo ter prvo ordinacijsko NMS osjo. V preglednici 22 je prikazana soodvisnost med ključnimi metrikami, v preglednici 23 pa referenčne in spodnje mejne vrednosti ključnih metrik. Slika 9 prikazuje razporeditev vrednosti ključnih metrik za referenčna in nereferenčna mesta.



Preglednica 21. Soodvisnost (Spearmanov korelacijski koeficient) med hidromorfološko spremenljivko (indeks HQM) ter prvo NMS osjo (NMS1) in potencialnimi biološkimi metrikami za srednje velike submediteranske reke s prispevno površino med 100 in 1000 km² brez vpliva kraškega izvira

Metrika	Tip metrike	Koda metrike	HQM	NMS1
Plecoptera [%]	ca		0,790**	-0,635**
Trichoptera [%]	ca		0,808**	-0,950**
Coleoptera [%]	ca		0,656**	-0,862**
Diptera [%]	ca		-0,880**	0,837**
EPT-Taxa [%]	ca		0,865**	-0,917**
EPT/OL [%]	ca		0,652**	-0,851**
EPT [%] (abundance classes)	ca		0,836**	-0,924**
OD-Taxa [%] (Austria)	ca		-0,564**	0,720**
EPT-Taxa [%] (Austria)	ca	P _{EPTa}	0,881**	-0,781**
[%] metarhithral	f		0,730**	-0,727**
[%] hyporhithral	f		0,836**	-0,840**
[%] metarhithral (scored taxa = 100%)	f		0,756**	-0,900**
[%] hyporhithral (scored taxa = 100%)	f		0,829**	-0,906**
[%] metapotamal (scored taxa = 100%)	f		-0,737**	0,871**
[%] littoral (scored taxa = 100%)	f		-0,660**	0,881**
[%] Type LP	f		-0,519**	0,705**
[%] Type RL	f		0,879**	-0,692**
[%] Type RP	f		0,609**	-0,950**
[%] Type RB	f		0,325	-0,726**
[%] Type IN	f		-0,887**	0,892**
[%] Type RP (scored taxa = 100%)	f		0,554**	-0,871**
[%] Type RP (abundance classes) (scored taxa = 100%)	f		0,718**	-0,873**
Rheoindex (Banning, with abundance)	f		0,403*	-0,732**
Rheoindex (Banning, with abundance classes)	f		0,671**	-0,911**
[%] Type Pel	f		-0,711**	0,876**
[%] Type Psa	f		-0,559**	0,787**
[%] Type Lit	f		0,489**	-0,871**
[%] Type Aka + Lit + Psa	f		0,427*	-0,777**
[%] Type Pel (scored taxa = 100%)	f		-0,660**	0,852**
[%] Type Psa (scored taxa = 100%)	f		-0,698**	0,895**
[%] Type Lit (scored taxa = 100%)	f		0,535**	-0,877**
[%] Grazers and scrapers	f		0,764**	-0,777**
[%] Active filter feeders	f		-0,612**	0,784**
[%] Passive filter feeders	f		0,666**	-0,944**
(Grazers + Scrapers)/(GatherersCollectors + FilterFeeders)	f		0,896**	-0,851**
[%] Xyloph. + Shred. + ActFiltFee. + PasFiltFee	f		0,630**	-0,810**
[%] Gatherers/Collectors (scored taxa = 100%)	f		-0,503**	0,718**
Active/Passive filter feeders (all taxa)	f		-0,613**	0,952**
RETI	f		0,932**	-0,758**
[%] swimming/skating	f		0,563**	-0,774**
Index of Biocoenotic Region	f	IBR	-0,725**	0,797**
- [%] littoral (scored taxa = 100%)	f		-0,787**	0,914**

se nadaljuje



Preglednica 21. nadaljevanje

Metrika	Tip metrike	Koda metrike	HQM	NMS1
- [%] littoral + profundal (scored taxa = 100%)	f		-0,796**	0,919**
- RETI	f		0,946**	-0,748**
- [%] Gatherers/Collectors	f		-0,498**	0,715**
TROPHIC_Sel_Grazers	f		0,764**	-0,919**
Sel_Trichoptera_GS	f		0,704**	-0,3217973
TROPHIC_Filterer	f		-0,629**	0,815**
Sel_Plecoptera_M	f		0,813**	-0,751**
Number of Taxa	rd		0,644**	-0,803**
Diversity (Margalef Index)	rd		0,780**	-0,828**
hololimnic [%]	rd		-0,552**	0,722**
Number of taxa Ephemeroptera	rd		0,757**	-0,704**
Number of taxa Plecoptera	rd		0,752**	-0,783**
Number of taxa Trichoptera	rd		0,876**	-0,890**
Number of taxa Coleoptera	rd		0,551**	-0,874**
Number of EPT-Taxa	rd		0,854**	-0,857**
EPT/OL	rd		0,779**	-0,804**
EPT/Diptera	rd		0,819**	-0,887**
OD/Total-Taxa	rd		-0,564**	0,720**
Number of EP-Taxa	rd		0,776**	-0,719**
Number of taxa EPTCBO (Eph., Ple., Tri., Col., Bivalv., Odo.)	rd	N _{EPTCBO}	0,824**	-0,900**
Abundance Plecoptera	rd		0,813**	-0,751**
Abundance Trichoptera	rd		0,775**	-0,940**
Abundance Coleoptera	rd		0,642**	-0,862**
Number of Families	rd		0,695**	-0,776**
Number of Genera	rd		0,698**	-0,715**
ALL/Diptera	rd		0,851**	-0,864**
Sel_Ephemeroptera_GN	rd		0,716**	-0,501**
Leuctra_Calopteryx	rd		0,813**	-0,751**
Elmidae	rd		0,755**	-0,910**
Lumbricidae	rd		0,503**	-0,782**
Tubificidae	rd		-0,437*	0,728**
PleTri_taxa	rd		0,882**	-0,892**
Portuges Gold-Index	rd		0,763**	-0,799**
sel EPTD	rd		0,765**	-0,510**
RFI _{SM2}	st	RFI _{SM2}	-0,741**	0,986**

*-statistična značilnost $p < 0,05$

**-statistična značilnost $p < 0,01$



Preglednica 22. Soodvisnost (Spearmanov korelacijski koeficient) med ključnimi metrikami za srednje velike submediteranske reke s prispevno površino med 100 in 1000 km² brez vpliva kraškega izvira

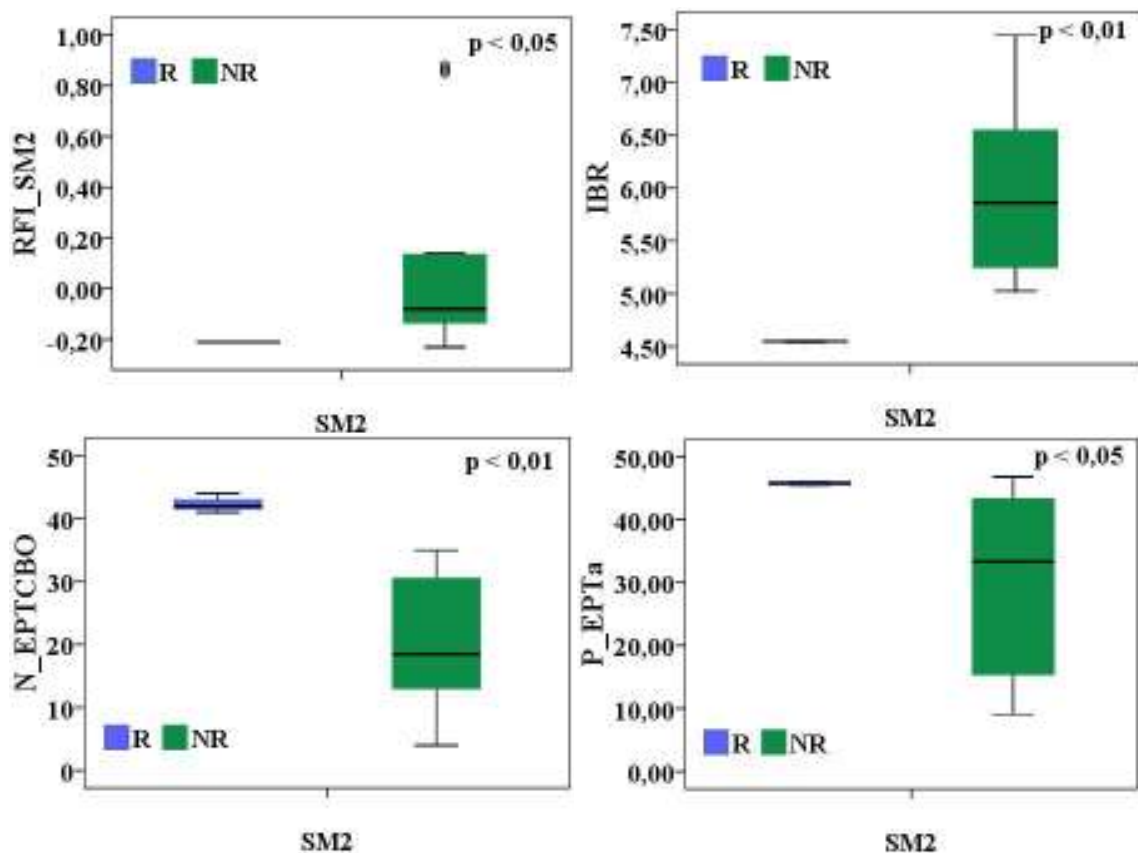
Metrika	Tip metrike	RFI _{SM2}	P _{EPTa}	IBR	N _{EPTCBO}
RFI _{SM2}	st	1,000	-0,785**	0,789**	-0,885**
EPT-Taxa [%] (Austria)	ca	-0,785**	1,000	-0,828**	0,886**
Index of Biocoenotic Region	f	0,789**	-0,828**	1,000	-0,888**
Number of taxa EPTCBO (Eph., Ple., Tri., Col., Bivalv., Odo.)	rd	-0,885**	0,886**	-0,888**	1,000

*-statistična značilnost $p < 0,05$

**-statistična značilnost $p < 0,01$

Preglednica 23. Referenčne vrednosti in spodnje meje ključnih metrik za srednje velike submediteranske reke s prispevno površino med 100 in 1000 km² brez vpliva kraškega izvira

Metrika	Koda metrike	Tip metrike	Referenčna vrednost	Spodnja meja
RFI _{SM2}	RFI _{SM2}	st	-0,21	0,88
EPT-Taxa [%] (Austria)	P _{EPTa}	ca	45,81	0
Index of Biocoenotic Region	IBR	f	4,55	8,65
Number of taxa EPTCBO (Eph., Ple., Tri., Col., Bivalv., Odo.)	N _{EPTCBO}	rd	42	0



Slika 9. Diagrami kvartilov razpona vrednosti ključnih metrik za srednje velike submediteranske reke s prispevno površino med 100 in 1000 km² brez vpliva kraškega izvira (N – nereferenčna mesta, R –referenčna mesta). Za razlage kod metrik glej preglednico 23.



4.3 Multimetrijski indeksi SMEIH

4.3.1 MALE NEPRESIHAJOČE SUBMEDITERANSKE REKE S PRISPEVNO POVRŠINO MED 10 IN 100 KM²

Za to skupino tipov (R_SI_5_SM-hrib-s_1 in R_SI_5_SM-hrib-brez_1) so v preglednici 24 vsi možni multimetrijski indeksi na podlagi izbranih ključnih metrik in metrike, ki jih sestavljajo. Metrike izbranega multimetrijskega indeksa so v preglednici 25.

Preglednica 24. Možni multimetrijski indeksi (MMI) in delež pojasnjene variabilnosti (R²) hidromorfološkega gradienta za male nepresihajoče submediteranske reke s prispevno površino med 10 in 100 km²

Multimetrijski indeks (MMI)	Metrike, ki so vključene v MMI	R ²	
		HQM NMS1	
MMI	RFI _{DN1-SM1} Index of Biocenotic Region Number of taxa EPTCBO (Eph., Ple., Tri., Col., Bivalv., Odo.)	0,82	0,88

Preglednica 25. Metrike izbranega multimetrijskega indeksa SMEIH_{SM1} za male nepresihajoče submediteranske reke s prispevno površino med 10 in 100 km²

Metrika	Tip metrike	Koda metrike	Pojasnilo metrike
RFI _{DN1-SM1}	st	RFI _{DN1-SM1}	Indeks rečne favne za male dinarske reke – submediteranske nepresihajoče
Index of Biocenotic Region	f	IBR	Indeks biocenotske regije
Number of taxa EPTCBO (Eph., Ple., Tri., Col., Bivalv., Odo.)	rd	N _{EPTCBO}	Delež taksonov enodnevnih, vrbnic, mladoletnic, hroščev, školjk in kačjih pastirjev

Novi multimetrijski indeks SMEIH_{SM1} izračunamo po enačbi (3):

$$SMEIH_{SM1_i} = \frac{2 * RFI_{DN1-SM1_i} + IBR_i + N_{EPTCBO_i}}{4} \quad \dots(3)$$

kjer je:

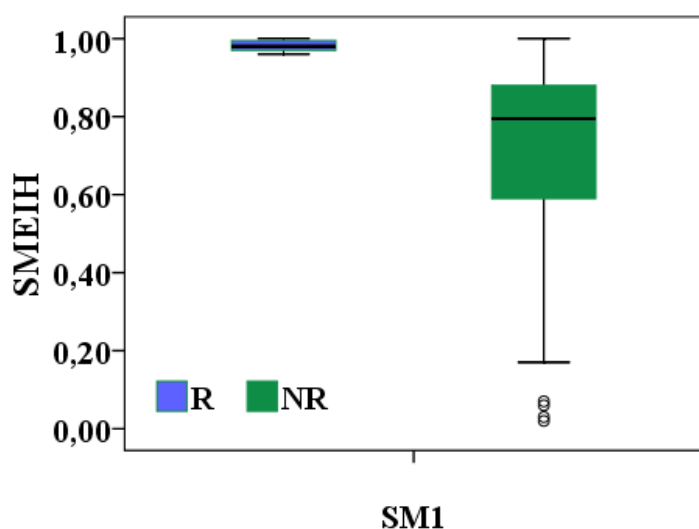
RFI_{DN1-SM1i} – indeks rečne favne za male dinarske reke - submediteranske nepresihajoče *i*-tega vzorca (normalizirana vrednost)

IBR – indeks biocenotske regije *i*-tega vzorca (normalizirana vrednost)

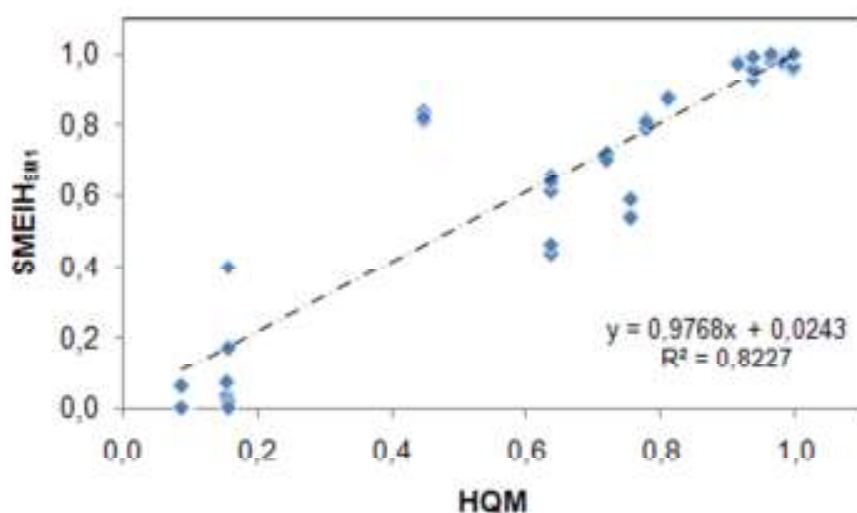
N_{EPTCBOi} – delež taksonov enodnevnih, vrbnic, mladoletnic, hroščev, školjk in kačjih pastirjev *i*-tega vzorca (normalizirana vrednost)



Na sliki 10 je prikazana razporeditev vrednosti referenčnih in nereferenčnih mest za male nepresihajoče submediteranske reke s prispevno površino med 10 in 100 km² značilnega multimetrijskega indeksa, na sliki 11 pa soodvisnost med vrednostmi ordinacijske HQM osi in multimetrijskega indeksa SMEIH_{SM1} ter pojasnjena variabilnost.



Slika 10. Diagram kvartilov razpona vrednosti razmerja ekološke kakovosti indeksa SMEIH_{SM1} (SMEIH) za male nepresihajoče submediteranske reke s prispevno površino med 10 in 100 km² (N – nereferenčna mesta, R –referenčna mesta)



Slika 11. Soodvisnost med vrednostmi indeksa HQM in vrednostmi razmerja ekološke kakovosti multimetrijskega indeksa SMEIH_{SM1} za male nepresihajoče submediteranske reke s prispevno površino med 10 in 100 km² ter pojasnjena variabilnost (R²)



4.3.2 MALE PRESIHAJOČE SUBMEDITERANSKE REKE S PRISPEVNO POVRŠINO MED 10 IN 100 KM²

Za to skupino (R_SI_5_Obalna_1_Pres, R_SI_5_SM-hrib-s_1_Pres in R_SI_5_SM-hrib-brez_1_Pres) so v preglednici 26 vsi možni multimetrijski indeksi na podlagi izbranih ključnih metrik in metrike, ki jih sestavljajo. Metrike izbranega multimetrijskega indeksa so v preglednici 27.

Preglednica 26. Možni multimetrijski indeksi (MMI) in delež pojasnjene variabilnosti (R²) hidromorfološkega gradienta za male presihajoče submediteranske reke s prispevno površino med 10 in 100 km²

Multimetrijski indeks (MMI)	Metrike, ki so vključene v MMI	R ²	
		HQM NMS1	
MMI1	RFI _{DN1-SM1P} [%] Type RP (scored taxa = 100%)	0,89	0,61
MMI2 [#]	RFI _{DN1-SM1P} IBR	0,88	0,64

[#] - izbrani multimetrijski indeks

Preglednica 27. Metrike izbranega multimetrijskega indeksa SMEIH_{SM1P} za male presihajoče submediteranske reke s prispevno površino med 10 in 100 km²

Metrika	Tip metrike	Koda metrike	Pojasnilo metrike
RFI _{DN1-SM1P}	st	RFI _{DN1-SM1P}	Indeks rečne favne za male dinarske reke - submediteranske presihajoče
Index of Biocenotic Region	f	IBR	Indeks biocenotske regije

Novi multimetrijski indeks SMEIH_{SM1P} izračunamo po enačbi (4):

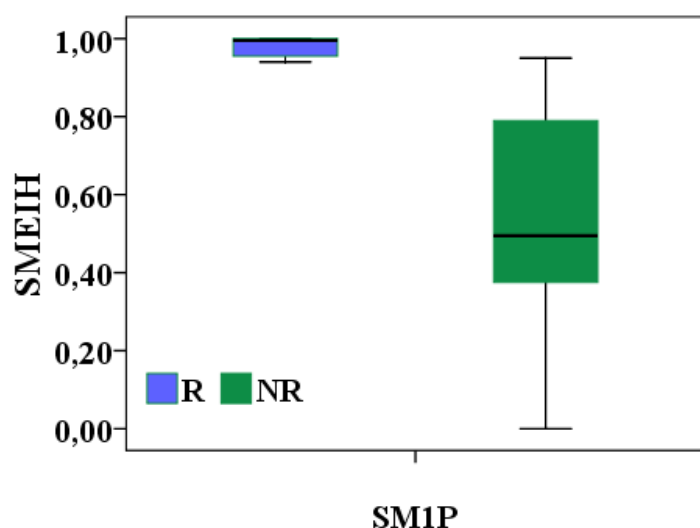
$$SMEIH_{SM1P_i} = \frac{2 * RFI_{DN1-SM1P_i} + IBR}{3} \quad \dots(4)$$

kjer je:

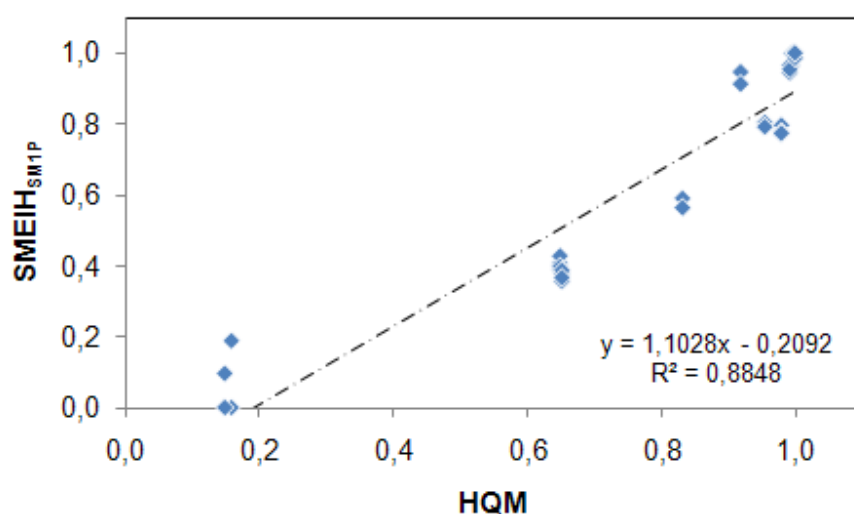
RFI_{DN1-SM1P_i} – indeks rečne favne za male dinarske reke - submediteranske presihajoče *i*-tega vzorca (normalizirana vrednost)

IBR – indeks biocenotske regije *i*-tega vzorca (normalizirana vrednost)

Na sliki 12 je prikazana razporeditev vrednosti referenčnih in nereferenčnih mest za male presihajoče submediteranske reke s prispevno površino med 10 in 100 km² značilnega multimetrijskega indeksa, na sliki 13 pa soodvisnost med vrednostmi ordinacijske HQM osi in multimetrijskega indeksa SMEIH_{SM1P} ter pojasnjena variabilnost.



Slika 12. Diagram kvartilov razpona vrednosti razmerja ekološke kakovosti indeksa $SMEIH_{SM1P}$ (SMEIH) za male presihajoče submediteranske reke s prispevno površino med 10 in 100 km² (SM1P) (N – nereferenčna mesta, R – referenčna mesta)



Slika 13. Soodvisnost med vrednostmi indeksa HQM in vrednostmi razmerja ekološke kakovosti multimetrijskega indeksa $SMEIH_{SM1P}$ za male presihajoče submediteranske reke s prispevno površino med 10 in 100 km² (SM1P) ter pojasnjena variabilnost (R^2)



4.3.3 SREDNJE VELIKE SUBMEDITERANSKE REKE S PRISPEVNO POVRŠINO MED 100 IN 1000 KM² BREZ VPLIVA KRAŠKEGA IZVIRA

Za to skupino (R_SI_5_SM-hrib-brez_2 in R_SI_5_SM-hrib-brez_2_Pres) so v preglednici 28 vsi možni multimetrijski indeksi na podlagi izbranih ključnih metrik in metrike, ki jih sestavljajo. Metrike izbranega multimetrijskega indeksa so v preglednici 29.

Preglednica 28. Možni multimetrijski indeksi (MMI) in delež pojasnjene variabilnosti (R²) hidromorfološkega gradienta za srednje velike submediteranske reke s prispevno površino med 100 in 1000 km² brez vpliva kraškega izvira

Multimetrijski indeks (MMI)	Metrike, ki so vključene v MMI	R ²	
		HQM	NMS1
MMI1	RFI _{SM2} Index of Biocenotic Region Number of taxa EPTCBO (Eph., Ple., Tri., Col., Bivalv., Odo.)	0,80	0,86
MMI2 [#]	RFI _{SM2} Index of Biocenotic Region Number of taxa EPTCBO (Eph., Ple., Tri., Col., Bivalv., Odo.) EPT-Taxa [%] (Austria)	0,84	0,84

[#] - izbrani multimetrijski indeks

Preglednica 29. Metrike izbranega multimetrijskega indeksa SMEIH_{SM2} za srednje velike submediteranske reke s prispevno površino med 100 in 1000 km² brez vpliva kraškega izvira

Metrika	Tip metrike	Koda metrike	Pojasnilo metrike
RFI _{SM2}	st	RFI _{SM2}	Indeks rečne favne za srednje velike submediteranske reke
EPT-Taxa [%] (Austria)	ca	P _{EPTa}	Delež taksonov enodnevnih, vrbnic in mladoletnic (avstrijski)
Index of Biocenotic Region	f	IBR	Indeks biocenotske regije
Number of taxa EPTCBO (Eph., Ple., Tri., Col., Bivalv., Odo.)	rd	N _{EPTCBO}	Število taksonov enodnevnih, vrbnic, mladoletnic, hroščev, školjk in kačjih pastirjev



Nov multimetrijski indeks SMEIH izračunamo po enačbi (5):

$$SMEIH_{SM2_i} = \frac{3 * RFI_{SM2_i} + P_{EPTa_i} + IBR + N_{EPTCBO_i}}{6} \quad \dots(5)$$

kjer je:

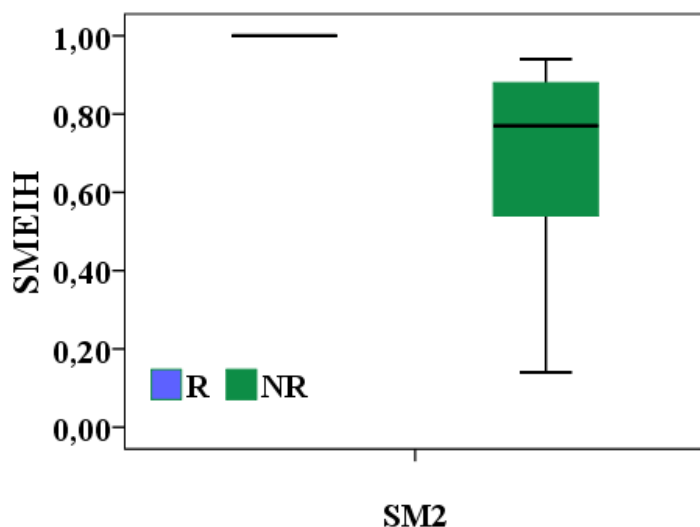
RFI_{SM2_i} – indeks rečne favne za srednje velike submediteranske reke brez vpliva kraškega izvira i -tega vzorca (normalizirana vrednost)

P_{EPTi} – delež taksonov enodnevnih, vrbnic in mladoletnic i -tega vzorca (normalizirana vrednost)

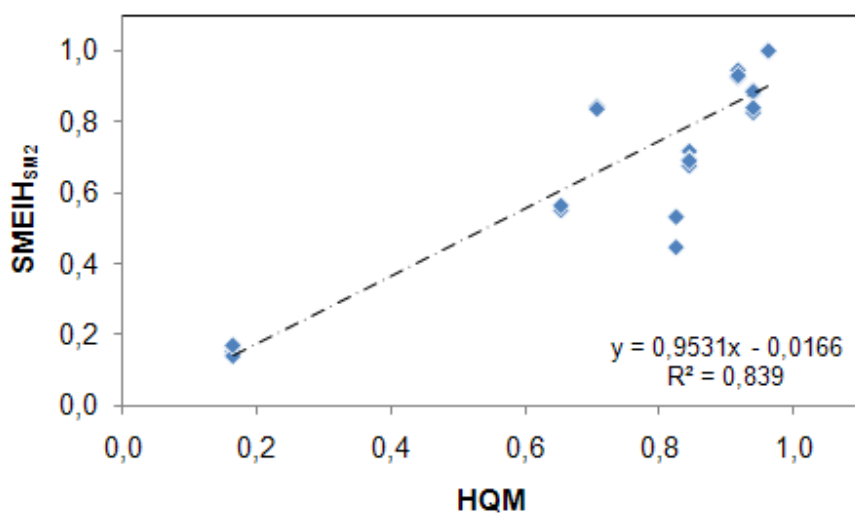
IBR – indeks biocenotske regije i -tega vzorca (normalizirana vrednost)

$N_{EPTCBOi}$ – število taksonov enodnevnih, vrbnic, mladoletnic, hroščev, školjk in kačjih pastirjev i -tega vzorca (normalizirana vrednost)

Na sliki 14 je prikazana razporeditev vrednosti referenčnih in nereferenčnih mest za srednje velike submediteranske reke s prispevno površino med 100 in 1000 km² brez vpliva kraškega izvira značilnega multimetrijskega indeksa, na sliki 15 pa soodvisnost med vrednostmi ordinacijske HQM osi in izbranega multimetrijskega indeksa ter pojasnjena variabilnost.



Slika 14. Diagram kvartilov razpona vrednosti razmerja ekološke kakovosti indeksa $SMEIH_{SM2}$ ($SMEIH$) za srednje velike submediteranske reke s prispevno površino med 100 in 1000 km² brez vpliva kraškega izvira (N – nereferenčna mesta, R – referenčna mesta)



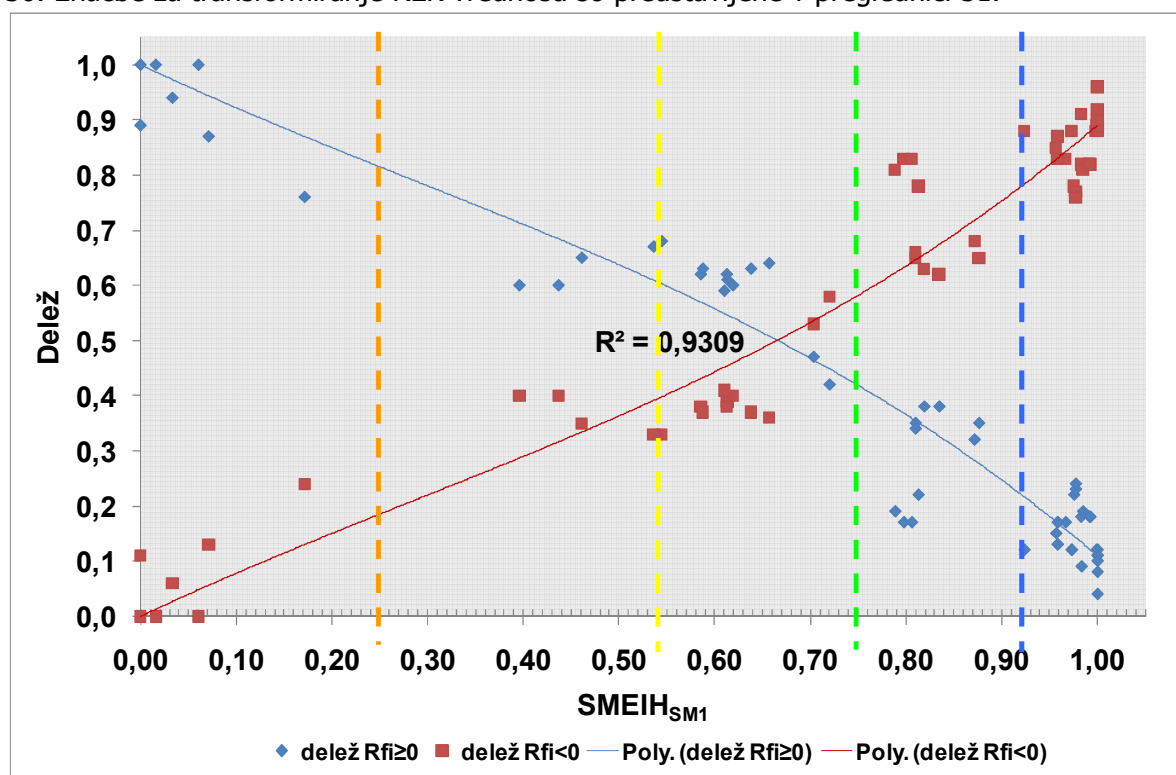
Slika 15. Soodvisnost med vrednostmi indeksa HQM in vrednostmi razmerja ekološke kakovosti multimetrijskega indeksa SMEIH_{SM2} za srednje velike submediteranske reke s prispevno površino med 100 in 1000 km² brez vpliva kraškega izvira ter pojasnjena variabilnost (R²)



4.4 Določitev mejnih vrednosti multimetrijskih indeksov med razredi ekološkega stanja

4.4.1 MALE NEPRESIHAJOČE SUBMEDITERANSKE REKE S PRISPEVNO POVRŠINO MED 10 IN 100 KM²

Mejne vrednosti za 5 razredov ekološkega stanja so prikazane na sliki 16 in v preglednici 30. Enačbe za transformiranje REK vrednosti so predstavljene v preglednici 31.



Slika 16. Sooodvisnost deleža vsote dobrih taksonov ($R_{fi}<0$) in deleža vsote slabih taksonov ($R_{fi}\geq 0$) v odvisnosti od razmerja ekološke kakovosti indeksov $SMEIH_{SM1}$ za male nepresihajoče submediteranske reke s prispevno površino med 10 in 100 km² in mejne vrednosti za 5 razredov ekološkega stanja.

Preglednica 30. Mejne vrednosti in transformirane mejne vrednosti razmerja ekološke kakovosti (REK) za 5 razredov ekološkega stanja multimetrijskega indeksa $SMEIH_{SM1}$

Meja	Mejna REK vrednost indeksa $SMEIH_{SM1}$	Transformirana REK mejna vrednost indeksa $SMEIH_{SM1}$
Referenčna vrednost	1,00	1
Meja zelo dobro/dobro stanje	0,92	0,8
Meja dobro/zmerno stanje	0,75	0,6
Meja zmerno/slabo stanje	0,54	0,4
Meja slabo/zelo slabo stanje	0,25	0,2
Spodnja meja	0	0

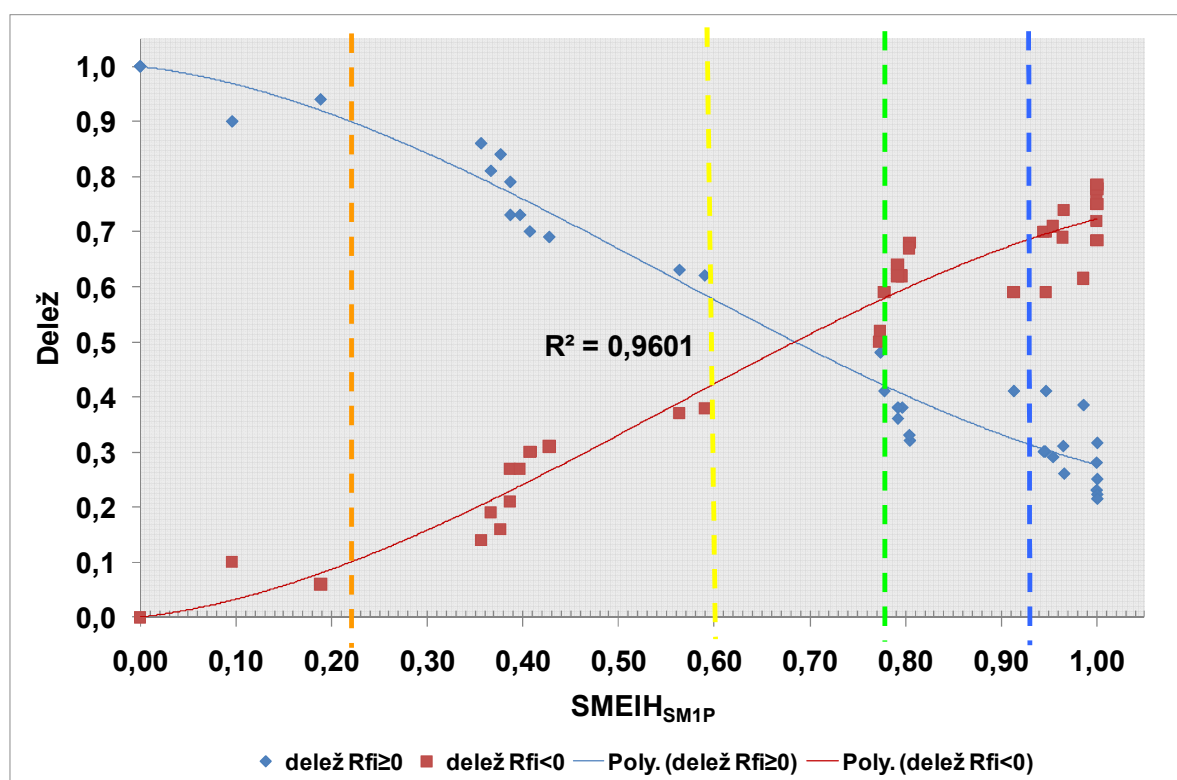


Preglednica 31. Enačbe za izračun transformiranih REK vrednosti multimetrijskega indeksa $SMEIH_{SM1}$

$SMEIH_{SM1}$	Transformiran $SMEIH_{SM1}$
$\geq 0,92$	$0,8+0,2*(SMEIH_{SM1}-0,92)/(1,00-0,92)$
$0,75-0,91$	$0,6+0,2*(SMEIH_{SM1}-0,75)/(0,92-0,75)$
$0,54-0,74$	$0,4+0,2*(SMEIH_{SM1}-0,54)/(0,75-0,54)$
$0,25-0,53$	$0,2+0,2*(SMEIH_{SM1}-0,25)/(0,54-0,25)$
$<0,25$	$0,2*(SMEIH_{SM1})/(0,25)$

4.4.2 MALE PRESIHAJOČE SUBMEDITERANSKE REKE S PRISPEVNO POVRŠINO MED 10 IN 100 km^2

Mejne vrednosti za 5 razredov ekološkega stanja so prikazane na sliki 17 in v preglednici 32. Enačbe za transformiranje REK vrednosti so predstavljene v preglednici 33.



Slika 17. Soodvisnost deleža vsote dobrih taksonov ($R_{fi} < 0$) in deleža vsote slabih taksonov ($R_{fi} \geq 0$) v odvisnosti od razmerja ekološke kakovosti indeksa $SMEIH_{SM1P}$ za male submediteranske reke s prispevno površino med 10 in 100 km^2 , ki presihajo, in mejne vrednosti za 5 razredov ekološkega stanja.



Preglednica 32. Mejne vrednosti in transformirane mejne vrednosti razmerja ekološke kakovosti (REK) za 5 razredov ekološkega stanja multimetrijskega indeksa $SMEIH_{SM1P}$

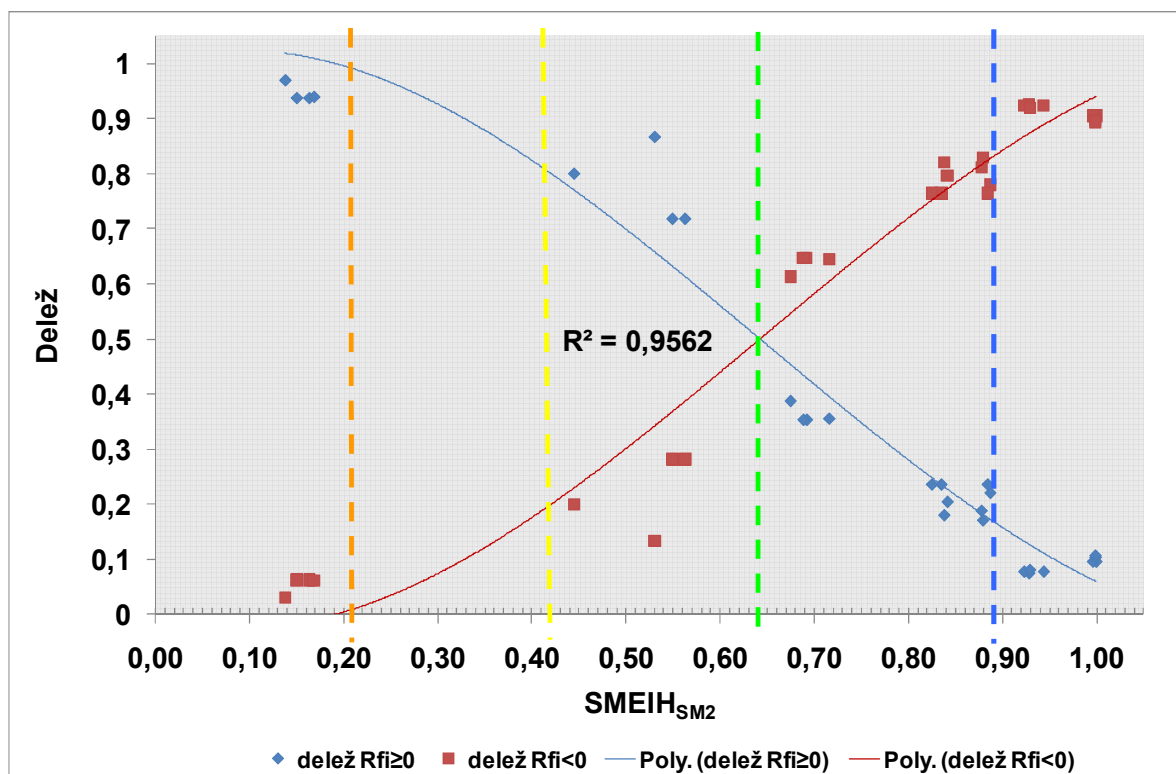
Meja	Mejna REK vrednost indeksa $SMEIH_{SM1P}$	Transformirana REK mejna vrednost indeksa $SMEIH_{SM1P}$
Referenčna vrednost	1,00	1
Meja zelo dobro/dobro stanje	0,93	0,8
Meja dobro/zmerno stanje	0,78	0,6
Meja zmerno/slabo stanje	0,6	0,4
Meja slabo/zelo slabo stanje	0,22	0,2
Spodnja meja	0	0

Preglednica 33. Enačbe za izračun transformiranih REK vrednosti multimetrijskega indeksa $SMEIH_{SM1P}$

$SMEIH_{SM1P}$	Transformiran $SMEIH_{SM1P}$
$\geq 0,93$	$0,8 + 0,2 * (SMEIH_{SM1P} - 0,93) / (1,00 - 0,93)$
$0,78 - 0,92$	$0,6 + 0,2 * (SMEIH_{SM1P} - 0,78) / (0,93 - 0,78)$
$0,60 - 0,77$	$0,4 + 0,2 * (SMEIH_{SM1P} - 0,60) / (0,78 - 0,60)$
$0,22 - 0,59$	$0,2 + 0,2 * (SMEIH_{SM1P} - 0,22) / (0,60 - 0,22)$
$< 0,22$	$0,2 * (SMEIH_{SM1P}) / (0,22)$

4.4.3 SREDNJE VELIKE SUBMEDITERANSKE REKE S PRISPEVNO POVRŠINO MED 100 IN 1000 KM² BREZ VPLIVA KRAŠKEGA IZVIRA

Mejne vrednosti za 5 razredov ekološkega stanja so prikazane na sliki 18 in v preglednici 34. Enačbe za transformiranje REK vrednosti so predstavljene v preglednici 35.



Slika 18. Sooodvisnost deleža vsote dobrih taksonov ($R_{fi} < 0$) in deleža vsote slabih taksonov ($R_{fi} \geq 0$) v odvisnosti od razmerja ekološke kakovosti indeksa $SMEIH_{SM2}$ za srednje velike submediteranske reke s prispevno površino med 100 in 1000 km² brez vpliva kraškega izvira in mejne vrednosti za 5 razredov ekološkega stanja.

Preglednica 34. Mejne vrednosti in transformirane mejne vrednosti razmerja ekološke kakovosti (REK) za 5 razredov ekološkega stanja multimetrijskega indeksa $SMEIH_{SM2}$

Meja	Mejna REK vrednost indeksa $SMEIH_{SM2}$	Transformirana REK mejna vrednost indeksa $SMEIH_{SM2}$
Referenčna vrednost	1,00	1
Meja zelo dobro/dobro stanje	0,89	0,8
Meja dobro/zmerno stanje	0,64	0,6
Meja zmerno/slabo stanje	0,42	0,4
Meja slabo/zelo slabo stanje	0,21	0,2
Spodnja meja	0	0

Preglednica 35. Enačbe za izračun transformiranih REK vrednosti multimetrijskega indeksa $SMEIH_{SM2}$

$SMEIH_{SM2}$	Transformiran $SMEIH_{SM2}$
$\geq 0,89$	$0,8 + 0,2 * (SMEIH_{SM2} - 0,89) / (1,00 - 0,89)$
$0,64 - 0,88$	$0,6 + 0,2 * (SMEIH_{SM2} - 0,64) / (0,89 - 0,64)$
$0,42 - 0,63$	$0,4 + 0,2 * (SMEIH_{SM2} - 0,42) / (0,64 - 0,42)$
$0,21 - 0,41$	$0,2 + 0,2 * (SMEIH_{SM2} - 0,21) / (0,42 - 0,21)$
$< 0,21$	$0,2 * (SMEIH_{SM2}) / (0,21)$



5 RAZPRAVA

Multimetrijski indeksi SMEIH omogočajo vrednotenje vpliva hidromorfološke spremenjenosti/splošne degradiranosti rek z bentoškimi nevretenčarji (Urbanič in sod., 2008). Del indeksa SMEIH je tudi indeks rečne favne (RFI), ki smo ga za submediteranske tipe rek razvili z uporabo izkušenj in postopka preteklih raziskav (Urbanič in sod., 2007). Indeks RFI temelji na soodvisnosti med hidromorfološko spremenjenostjo in prisotnostjo taksonov. Zaradi majhne količine podatkov iz Submediteranske subhidroekoregije smo za razvoj indeksov RFI uporabili poleg submediteranskih podatkov tudi podatke iz drugih primerljivih dinarskih tipov; v skupino malih rek smo vključili tudi male reke iz Evdinarske subhidroekoregije. S tem smo dobili večji set podatkov, ki smo ga lahko razdelili na dva dela, ter poleg razvoja indeksa izvedli tudi njegovo validacijo. Z validacijo smo potrdili primernost razvitega indeksa. Za srednje velike submediteranske reke smo imeli na voljo malo podatkov, zato ni bilo smiselno deliti seta podatkov na dva dela in zaradi tega validacije nismo mogli opraviti. V prihodnosti bodo novi podatki omogočili preveritev ustreznosti razvitega novega indeksa. Z razvojem za tip značilnega multimetrijskega indeksa SMEIH, kjer smo poleg RFI vključili še diverzitetne in funkcionalne metrike, smo razvili sistem, ki upošteva različne značilnosti združbe bentoških nevretenčarjev (preglednica 36). Za male presihajoče submediteranske reke smo ugotovili, da so vrednosti diverzitetne metrike število taksonov enodnevnih in vrbnic na referenčnih mestih dokaj variabilne, zato metrike iz te skupine v indeks SMEIH nismo uvrstili. Nekatere od vključenih metrik se odzivajo tudi na nekatere druge obremenitve in ne le na hidromorfološko spremenjenost. Da smo vpliv teh metrik zmanjšali, smo indeksu RFI dali enako ali večjo utež kot vsem drugim metrikam, vključenim v multimetrijski indeks SMEIH. Ugotovili smo, da razviti multimetrijski indeksi SMEIH dobro odražajo hidromorfološke razmere. Kljub temu je v posebnih razmerah ovrednoteno stanje lahko odraz splošne degradiranosti, na primer zmanjšanje biotske pestrosti zaradi prisotnosti toksičnih snovi ali močnega drugega onesnaženja reke se lahko odrazi tudi na indeksu SMEIH. Zaradi tega z indeksom SMEIH ne vrednotimo le hidromorfološke spremenjenosti, ampak tudi splošno degradiranost, kot so zapisali že Urbanič in sod. (2008).

Indeks RFI in multimetrijske indekse smo razvili le za tiste submediteranske ekološke tipe rek hidroekoregije Dinaridi, ki nimajo vpliva kraškega izvira. Ker je takih le nekaj rek, je na voljo malo podatkov, zato bo smiselno podatke teh tipov pri razvoju RFI kombinirati s podatki drugih podobnih tipov z vplivom kraškega izvira hidroekoregije Dinaridi. Največja ovira je bila, da za večino ekoloških tipov rek nismo imeli na voljo hidromorfološkega gradienta od nespremenjenih, preko zmerno spremenjenih do zelo hidromorfološko spremenjenih vzorčnih mest. Tudi pri nekaterih ekoloških tipih rek (npr. srednje velike submediteranske reke), kjer so bili indeksi razviti, smo morali kombinirati zelo spremenjene ali pa referenčne vzorce iz drugih podobnih tipov.



Vsi biološki podatki za obravnavane tipe rek so bili nabrani med junijem in oktobrom. Ker zaradi majhne količine podatkov nismo mogli testirati vpliva sezone na vrednosti metrik, lahko zagotovimo, da se bo v prihodnje z izbiro ustrezne sezone lahko zelo zmanjšala negotovost v rezultatu, ki bi jo sezonska dinamika v združbi organizmov lahko imela na vrednost multimetrijskega indeksa. V prihodnje bo veljalo ugotoviti vpliv sezone kot dejavnika, ki vpliva na vrednost izbranih metrik.

Za vse obravnavane tipe rek smo uporabili podatke o 1/4 vzorca, ki ustreza vzorcu pobranem s površine 0,3125 m² za vzorčna mesta. Tudi pri vrednotenju ekološkega stanja moramo v prihodnje pregledati enak delež, saj bi drugačen pregledani delež vzorca lahko bistveno vplival na končni rezultat. To še posebej velja za diverzitetne metrike, na katere velikost vzorca lahko močno vpliva (Petkovska in Urbanič, 2010). Na diverzitetne metrike pa močno vpliva tudi stopnja determinacije, ki mora ustrezati stopnji, določeni za vrednotenje ekološkega stanja na podlagi bentoških nevretenčarjev (Urbanič in sod. 2005b).

Mejne vrednosti za 5 razredov ekološkega stanja smo transformirali tako, da so vse mejne vrednosti enake za vse ekološke tipe rek (0,2, 0,4, 0,6 in 0,8). Pri izračunu metrik in ovrednotenju ekološkega stanja submediteranskih tipov rek, ki so obravnavani v tem delu, je treba slediti povsem enakemu postopku, kot je uporabljen tukaj.



Preglednica 36. Seznam izbranih metrik za vrednotenje hidromorfološke spremenjenosti rek hidroekoregije Dinaridi (kode tipov rek - prilogi A in B, pojasnila metrik – priloga C; kode tipov – preglednica 1; kode skupin tipov – preglednica 6).

Koda ekološkega tipa reke in skupine tipov									
		SM1P			SM1		SM2		
Metrika	Tip metrike	Obalna1P	SMhrs1P	SMhrb1P	SMhrs1	SMhrb1	SMhrb2	SMhrb2P	Št. tipov
RFI _{DN1-SM1}	st				x	x			2
RFI _{DN1-SM1P}	st	x	x	x					3
RFI _{SM2}	st						x	x	2
Number of taxa EPTCBO (Eph., Ple., Tri., Col., Bivalv., Odo.)	rd				x	x	x	x	4
EPT – Taxa [%] (Austria)	ca						x	x	2
Index of Biocoenotic Region	f	x	x	x	x	x	x	x	7



6 VIRI

- AQEM consortium. (2002). Manual for the application of the AQEM system, a comprehensive method to assess european streams using benthic macroinvertebrates, developed for the purpose of the Water framework directive; Version 1.0, february 2002; www.aqem.de
- Barbour, M.T., Gerritsen, J., Snyder, B.D., Stribling, J.B. (1999). Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish, Second Edition. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water; Washington, D.C. <http://www.epa.gov/OWOW/monitoring/techmon.html>
- Bertok, M., Budihna, M., Zabrc, D. (2000). Kategorizacija voda z vidika sladkovodnega ribištva – jadransko povodje. (Naročnik: Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano) Zavod za ribištvo Slovenije, Ljubljana.
- Bertok, M., Budihna, M., Zabrc, D. (2003). Kategorizacija voda z vidika sladkovodnega ribištva – donavsko povodje. (Naročnik: Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano) Zavod za ribištvo Slovenije, Ljubljana, 359 str.
- Bole J. (1969). Ključni za določevanje živali; Mehkužci (Mollusca). Ljubljana, Inštitut za biologijo Univerze v Ljubljani, Društvo biologov Slovenije.
- Direktiva 2000/60/ES evropskega parlamenta in sveta z dne 23. oktobra 2000. Bruselj, 72 str., 11 prilog
- Hering, D., Feld, C.K., Moog, O., Ofenböck, T. (2006). Cook book for the development of a Multimetric Index for biological condition of aquatic ecosystems: experiences from the European AQEM and STAR projects and related initiatives. *Hydrobiologia* 566: 311-324.
- Karr, J.R., Chu, W. (1999). Restoring life in running waters: Better biological monitoring. Island Press, Washington, DC 200 str.
- MOP, 2009. Metodologija vzorčenja in laboratorijske obdelave vzorcev za vrednotenje ekološkega stanja rek z bentoškimi nevretenčarji. Ministrstvo za okolje in prostor, Ljubljana, 35 str.
- Petkovska, V., Urbanič, G. (2010). Effect of fixed-fraction subsampling on macroinvertebrate bioassessment of rivers. *Environmental monitoring and assessment*.
- 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
- 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. (2007d). Tipologija rek v Sloveniji. V: Urbanič, G. (ur.). Dopolnitev referenčnih razmer. Končno poročilo o delu v letu 2007. Inštitut za vode RS, Ljubljana, str. 4-13.
- Urbanič, G. (2008a). Inland water sub-ecoregions and bioregions of Slovenia. *Natura Sloveniae* 10: 5-19.
- Urbanič, G. (2008b). Redelineation of European Inland water Ecoregions in Slovenia. *Review of Hydrobiology* 1: 17-25.
- 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. (2009a). Vrednotenje hidromorfološke spremenjenosti izbranih tipov rek na podlagi bentoških nevretenčarjev v hidroekoregiji Dinaridi v skladu z Vodno direktivo (Direktiva 2000/60/ES). Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, Ljubljana, 69 str.
- Urbanič, G., Petkovska, V. (2009b). 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., Smolar-Žvanut, N. (2005). Kriteriji za izbor referenčnih mest. V: Urbanič G. (ur.) Ekološko stanje za reke in jezera, poročilo o delu v letu 2005. Inštitut za vode Republike Slovenije, Ljubljana, str. 19-25.
- 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 2000/60/ES): končno poročilo. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, 292 str.
- Urbanič, G., Tavzes, B., Toman, M. J. (2005a). I. Vzorčenje bentoških nevretenčarjev v prebrodljivih (plitvih) vodotokih. V: Urbanič G. Tavzes B., Toman M. J., Ambrožič Š.,



- Hodnik V., Zdešar K., Sever M. (2005). Priprava metodologij vzorčenja ter laboratorijske obdelave vzorcev bentoških nevretenčarjev (zoobentosa) nabranih v vodotokih in obdelava 70 vzorcev bentoških nevretenčarjev. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, 38 str.
- Urbanič, G., Tavzes, B., Ambrožič, Š., Toman, M. J. (2005b). II. Laboratorijska obdelava vzorcev bentoških nevretenčarjev in potrebna stopnja determinacije. V: Urbanič G. Tavzes B., Toman M. J., Ambrožič Š., Hodnik V., Zdešar K., Sever M. (2005). Priprava metodologij vzorčenja ter laboratorijske obdelave vzorcev bentoških nevretenčarjev (zoobentosa) nabranih v vodotokih in obdelava 70 vzorcev bentoških nevretenčarjev. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, 38 str.
- Urbanič, G., Ambrožič, Š., Toman, M., J., Rotar, B., Grbovič, J. (2006). Prilagoditev saprobnega indeksa zahtevam vodne direktive (Direktiva 2000/60/ES) za vrednotenje ekološkega stanja rek v Sloveniji na podlagi bentoških nevretenčarjev. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, 130 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.
- Urbanič, G., Ambrožič, Š., Pavlin, M., Rotar, B., Grbovič, J. (2008). Dopolnitev metodologij vrednotenja ekološkega stanja rek in klasifikacija ekološkega stanja vodnih teles rek z biološkim elementom bentoški nevretenčarji v skladu z Vodno direktivo (Direktiva 2000/60/ES). Eko-voda, Zgornja Ščavnica, 82 str.
- VGI (2002). Kategorizacija pomembnejših slovenskih vodotokov po naravovarstvenem pomenu. Poročilo Vodnogospodarskega inštituta, C-274, Ljubljana.
- Zelinka, M., Marvan, P. (1961). Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit fließender Gewässer. Archiv für Hydrobiologie, 57: 389–407.



7 PRILOGE

Priloga A. Bioregije v v Sloveniji (Urbanič 2006a, 2007b).

HE-koda	HE-ime	Subhidroekoregija	Bioregija	Koda
3	Padška nižina		1. Spodnja vipavska dolina in Brda	
4	Alpe	Alpe-donavsko porečje	2. Karbonatne Alpe-donavsko porečje	
			3. Silikatne Alpe	
			4. Predalpska hribovja-donavsko porečje	
		Alpe-jadransko povodje	5. Karbonatne Alpe-jadransko povodje	
			6. Predalpska hribovja-jadransko povodje	
5	Dinaridi	Evdinarska	7. Dinarski kras	
			8. Dinarska hribovja	
			9. Predinarska hribovja in ravni	
		Submediteranska	10. Submediteranski kras	
			11. Submediteranska hribovja brez površinskega odtoka	SMhrb
			12. Submediteranska hribovja s površinskim odtokom	SMhrs
			13. Obalna gričevja	Obalna
11	Panonska nižina		14. Panonska gričevja in ravnine	
			15. Ravnine z alpskim vplivnim območjem	
			16. Krško-brežiška kotlina	



Priloga B. Deskriptorji in kratice deskriptorjev uporabljene za opis tipov rek v Sloveniji. (Urbanič, 2006b).

Deskriptor oz. značilnost	Kategorija deskriptorja oz. Značilnosti	Kratika
Velikost prispevne površine	10-100 km ²	1
	100-1000 km ²	2
	1000-2500 km ² in sQs<50m ³ /s	3
	>2500 km ² in sQs>50m ³ /s	VR
Vpliv kraškega izvira		KI
Vpliv limnokrenega izvira		LI
Vpliv iztoka iz jezera		IiJ
Presihanje		Pres
Periodično poplavljanje		PerPop
Meandriranje		Mean
Nadmorska višina	nad 700 m	>700
Vpliv občasnega kraškega izvira		OKI

**Priloga C. Pojasnila ključnih metrik za multimetrijske indekse za tipe rek hidroekoregije Dinaridi**

Metrika-slovensko ime/koda	Metrika – angleško ime/koda (ali program ASTERICS ime)	Koda metrike	Tip metrike	Pojasnilo metrike
RFI _{DN1}	RFI _{DN1}	RFI _{DN1}	ot	Indeks rečne favne za male dinarske reke
RFI _{DN1-SM1}	RFI _{DN1-SM1}	RFI _{DN1-SM1}	ot	Indeks rečne favne za male dinarske reke - submediteranske nepresihajoče
RFI _{DN1-SM1P}	RFI _{DN1-SM1P}	RFI _{DN1-SM1P}	ot	Indeks rečne favne za male dinarske reke - submediteranske presihajoče
RFI _{SM2}	RFI _{SM2}	RFI _{SM2}	ot	Indeks rečne favne za srednje velike submediteranske reke
EPTCBO taksoni	Number of taxa EPTCBO (Eph., Ple., Tri., Col., Bivalv., Odo.)	N _{EPTCBO}	bp	Število taksonov enodnevnih, vrbnic, mladotnic, hroščev, školjk in kačjih pastirjev
EPT taksoni [%] (Austria)	EPT – Taxa [%] (Austria)	P _{EPTa}	sš	Delež taksonov enodnevnih, vrbnic in mladotnic (avstrijski)
[%] Reofili (upoštevani taksoni = 100%)	[%] Type RP (scored taxa = 100%)	P _{RP}	d	Delež osebkov reofilov (taksoni z vrednostmi = 100%)
Indeks biocenotske regije	Index of Biocenotic Region	IBR	d	Indeks biocenotske regije