

Univerza  
v Ljubljani  
Fakulteta  
*za gradbeništvo  
in geodezijo*

*Janova 2  
1000 Ljubljana, Slovenija  
telefon (01) 47 68 500  
faks (01) 42 50 681  
fgg@fgg.uni-lj.si*



Univerzitetni program Vodarstvo in  
komunalno inženirstvo

Kandidat:

**Uroš Lavrenčič**

# **Ekomorfološko vrednotenje vodotokov z metodo SVAP**

**Diplomska naloga št.: 44**

**Mentor:**  
prof. dr. Matjaž Mikoš

Ljubljana, 18. 11. 2005

## **STRAN ZA POPRAVKE**

**Stran z napako**

**Vrstica z napako**

**Namesto**

**Naj bo**

## **IZJAVA O AVTORSTVU**

Podpisani **UROŠ LAVRENČIČ** izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom:  
**»EKOMORFOLOŠKO VREDNOTENJE VODOTOKOV Z METODO SVAP«.**

Izjavljam, da se odpovedujem vsem materialnim pravicam iz dela za potrebe elektronske separatoteke FGG.

Ljubljana, 11.11.2005

**VSEBINA**

STRAN ZA POPRAVKE	I
IZJAVA O AVTORSTVU	III
SEZNAM PREGLEDNIC	VI
SEZNAM GRAFIKONOV	VIII
SEZNAM SLIK	IX
SEZNAM FOTOGRAFIJ	X
BIBLIOGRAFSKO - DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK	XI
BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT	XII
<b>1 UVOD</b>	<b>1</b>
<b>2 MORFOLOGIJA, PROCESI IN EKOLOŠKA STRUKTURA REČNEGA KORIDORJA</b>	<b>2</b>
<b>2.1 REČNA MORFOLOGIJA</b>	<b>2</b>
2.1.1 Prečni prerez rečnega koridorja	2
2.1.1.1 Rečna struga	3
2.1.1.2 Poplavna ravnica	3
2.1.1.3 Prehodni zunanji rob	4
2.1.2 Vzdolžni prerez rečnega koridorja	5
2.1.2.1 Izvirni del ali krenon	5
2.1.2.2 Osrednji del ali ritron	6
2.1.2.3 Spodnji, nižinski del ali potamon	6
2.1.3 Tlorisne oblike strug	6
2.1.4 Hidromorfološke kategorije struge	8
<b>2.2 HIDROMORFOLOŠKI PROCESI</b>	<b>11</b>
2.2.1 Erozija in sedimentacija	11
2.2.2 Strugotvorni pretok	11
<b>2.3 EKOLOŠKA STRUKTURA REČNEGA KORIDORJA</b>	<b>13</b>
2.3.1 Kopenski ekosistemi	13
2.3.1.1 Kopenska vegetacija	14
2.3.1.2 Obrežne rastlinske združbe	15
2.3.1.3 Obrežno živalstvo	17

2.3.2	Vodni habitat	19
2.3.2.1	Rečni kontinuum	19
2.3.2.2	Vodna vegetacija in fauna	20
<b>3</b>	<b>PREDSTAVITEV METODE - STREAM VISUAL ASSESSMENT PROTOCOL</b>	<b>25</b>
<b>3.1</b>	<b>UVOD</b>	<b>25</b>
3.1.1	Kaj je rečni tip?	27
3.1.2	Referenčni odsek	28
3.1.3	Uporaba protokola	28
3.1.4	Kartirni list	31
<b>3.2</b>	<b>VREDNOTENJE SVAP KARAKTERISTIK</b>	<b>33</b>
3.2.1	Stanje struge	33
3.2.2	Sprememba hidrološkega režima	34
3.2.3	Obrežni pas	36
3.2.4	Stabilnost brežin	37
3.2.5	Značilnosti vode	38
3.2.6	Hranilne snovi	39
3.2.7	Barriere za migracijo rib	40
3.2.8	Habitati rib	41
3.2.9	Tolmuni	42
3.2.10	Habitati insektov in nevretenčarjev	43
3.2.11	Preraščenost struge	44
3.2.12	Prisotnost gnojil	45
3.2.13	Slanost	46
3.2.14	Učvrščenost brzic	47
3.2.15	Veliki nevretenčarji	47
<b>4</b>	<b>UPORABA, REZULTATI IN RAZPRAVA</b>	<b>51</b>
<b>4.1</b>	<b>UPORABA</b>	<b>51</b>
4.1.1	Hidrološke in geološke lastnosti porečja Dragonje	51
4.1.2	Klasifikacija Dragonje po Rosgenu	52
4.1.3	Potek ocenjevanja	54
4.1.4	Testni transekti	55
<b>4.2</b>	<b>REZULTATI IN RAZPRAVA</b>	<b>67</b>
4.2.1	Opisi posameznih metod.	67
4.2.1.1	I.F.F. Indice di Funzionalità Fluviale (Indeks funkcionalnosti vodotokov)	67
4.2.1.2	GSGB Gewässerstrukturgütebewertung	70
4.2.1.3	Sintezna metoda	74
4.2.2	Korelacija	78
4.2.3	Primerjava ekspertne in kandidatove ocene	79
4.2.4	Primerjava rezultatov SVAP in GSGB metode	81
4.2.5	Primerja rezultatov SVAP in sintezne metode	84
4.2.6	Primerjava rezultatov SVAP in I.F.F. metode	87
4.2.7	Predlogi za modifikacijo metode	90
<b>5</b>	<b>SKLEP</b>	<b>92</b>

<b>VIRI</b>	<b>94</b>
<b>PRILOGE</b>	<b>97</b>
<b>SEZNAM PREGLEDNIC</b>	
Preglednica 1: Vrednosti količnika vijugavosti za tlorisne oblike vodotokov	7
Preglednica 2: Skupine organizmov prisotnih v zemlji	14
Preglednica 3: Gostota pojavljanja bioloških komponent v rečnih odsekih	21
Preglednica 4: Točkovanje karakteristike stanje struge	33
Preglednica 5: Točkovanje karakteristike sprememba hidrološkega režima	34
Preglednica 6: Točkovanje karakteristike obrežni pas	36
Preglednica 7 : Točkovanje karakteristike stabilnost brežin	37
Preglednica 8 : Točkovanje karakteristike značilnosti vode	38
Preglednica 9 : Točkovanje karakteristike hranilne snovi	39
Preglednica 10 : Točkovanje karakteristike bariere za migracijo rib	40
Preglednica 11 : Točkovanje karakteristike habitati rib	41
Preglednica 12 : Točkovanje karakteristike tolmun	42
Preglednica 13 : Točkovanje karakteristike habitati insektov in nevretenčarjev	43
Preglednica 14 : Točkovanje karakteristike preraščenost struge – hladnovodno ribogojstvo	44
Preglednica 15 : Točkovanje karakteristike preraščenost struge – toplovodno ribogojstvo	44
Preglednica 16 : Točkovanje karakteristike prisotnost gnojil	45
Preglednica 17 : Točkovanje karakteristike slanost	46
Preglednica 18 : Točkovanje karakteristike učvrščenost brzic	47
Preglednica 19 : Točkovanje karakteristike veliki nevretenčarji	47
Preglednica 20: Klasifikacija Dragonje	53
Preglednica 21: Funkcionalne enote in karakteristike metode I.F.F.	69
Preglednica 22: Stopnje funkcionalnosti, pripadajoče ocene in referenčna barva.	70
Preglednica 23: Hidromorfološke funkcionalne enote in spremenljivke metode GSGB	71
Preglednica 24: Razpon ocen in pripadajoči kakovostni razred po metodi GSGB	72
Preglednica 25: Razpon ocen in pripadajoči kakovostni razred po sintezni metodi	75

Preglednica 26 : Hidromorfološke funkcionalne in strukturne enote rečnega koridorja v sintezni metodi ter izbrane hidromorfološke spremenljivke	76
Preglednica 27: Jakostni razredi koeficiena korelacije	78
Preglednica 28: Primerjava ekspertne in kandidatove ocene SVAP	79
Preglednica 29: Primerjava rezultatov ocenjevanja po metodi GSGB in SVAP	81
Preglednica 30: Vrednosti koeficientov korelacije med metodami SVAP in GSGB	82
Preglednica 31: Primerjava rezultatov ocenjevanja po sintezni in SVAP metodi	84
Preglednica 32: Vrednosti koeficientov korelacije med sintezno in SVAP metodo	85
Preglednica 33: Primerjava rezultatov ocenjevanja po I.F.F. in SVAP metodi	87
Preglednica 34: Vrednosti koeficientov korelacije med I.F.F. in SVAP metodo	88

**SEZNAM GRAFIKONOV**

Grafikon 1 : Določitev testnih transektov	56
Grafikon 2 : Primerjava ekspertne in kandidatove ocene	77
Grafikon 3: Primerjava rezultatov ocenjevanja po metodi GSGB in SVAP	82
Grafikon 4: Prikaz nelinearnosti kakovostnih razredov metode SVAP	83
Grafikon 5: Primerjava rezultatov ocenjevanja po sintezni in SVAP metodi	85
Grafikon 6: Primerjava rezultatov ocenjevanja po I.F.F. in SVAP metodi	88



## SEZNAM SLIK

Slika 1 : Sestava rečnega koridorja v prečnem prerezu	2
Slika 2: Prikaz topografske, hidrološke in Rosgenove poplavne ravnice ter strugotvorni nivo	4
Slika 3: Tlorisne oblike strug	7
Slika 4: Značilni prerez vodne brazde in tolmana	10
Slika 5: Vertikalna kompleksnost obrežne vegetacije	16
Slika 6: Koncept rečnega kontinuuma	20
Slika 7: Prehranjevalna veriga v rekah	22
Slika 8: Faktorji ki vplivajo na celovitost rečnega sistema	26
Slika 9: Kartirni list I del	31
Slika 10: Kartirni list II del	32
Slika 11: Rečni nevretenčarji skupina I in II	49
Slika 12: Rečni nevretenčarji skupina II in III	50
Slika 13 : Relief in hidrografska mreža porečja Dragonje	52
Sliki 14 in 15 : rečni tip B2	53
Sliki 16 in 17: rečni ti B4	54
Sliki 18 in 19 : rečni tip E4	54

**SEZNAM FOTOGRAFIJ**

Fotografija 1: Prikaz strugotvornega vodostaja	13
Fotografija 2: Testni transekt 81	57
Fotografija 3: Testni transekt 102	58
Fotografija 4: Testni transekt 124	59
Fotografija 5: Testni transekt 125	59
Fotografija 6: Testni transekt 147	60
Fotografija 7: Testni transekt 167	61
Fotografija 8: Testni transekt 188	62
Fotografija 9: Testni transekt 214	63
Fotografija 10: Testni transekt 217	63
Fotografija 11: Testni transekt 222	64
Fotografija 12: Testni transekt 225	65
Fotografija 13: Testni transekt 254	66

## **BIBLIOGRAFSKO - DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK**

**UDK:** 504.4:556.53(043.2)  
**Avtor:** Uroš Lavrenčič  
**Mentor:** izr.prof.dr. Matjaž Mikoš  
**Naslov:** Ekomorfološko vrednotenje vodotokov z metodo SVAP  
**Obseg in oprema:** 93 str., 34 pregl., 19 sl., 6 gra., 2 pril.  
**Ključne besede:** SVAP, terensko kartiranje, rečni koridor, monitoring, urejanje vodotokov, ekomorfologija, vrednotenje, reka Dragonja

### **Izveček**

Diplomska naloga obravnava ameriško metodo za vrednotenje stanja naravnih rek Stream Visual Assessment Protocol, (SVAP). V uvodnem delu je prikazano teoretsko ozadje metode. Predstavljena je rečna morfologija, hidromorfološki procesi in ekološka struktura rečnega koridorja. V nadaljevanju dela je prikazana metoda SVAP. Opisanih je 15 ocenjevalnih karakteristik, postopek in način vrednotenja ter kartirni list. V zadnjem delu naloge je prikazana aplikacija metode SVAP na koridorju reke Dragonje. Ekomorfološko vrednotenih je bilo dvanajst testnih transektov. Prikazani so rezultati vrednotenja ter primerjava z nekaterimi drugimi morfološkimi metodami za vrednotenje rek. Ocene metode SVAP so primerjane z ocenami sintezne, I.F.F. (Indice di Funzionalità Fluviale (Indeks funkcionalnosti vodotokov)), in nemške GSGB (Gewässerstrukturgütebewertung) metode. V zaključku dela so predstavljeni predlogi za modifikacijo metode.

**BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND****ABSTRACT**

**UDC:** 504.4:556.53(043.2)  
**Author:** Uroš Lavrenčič  
**Supervisor:** izr.prof.dr. Matjaž Mikoš  
**Title:** Ecomorphological assessment of rivers with SVAP  
**Notes:** 93 p., 34 tab., 19 fig., 6 gra., 2 app.  
**Key words:** SVAP, field mapping, stream corridor, monitoring, stream restoration, ecomorphology, assessment, Dragonja river

**Abstract**

The present work focuses on Stream Visual Assessment Protocol (SVAP). In first part is presented a theory background of the protocol. River morphology, hydrologic and morphological processes and ecological structure of river corridor are described in the article. In continuation of the work there is a review of SVAP method. Description of 15 SVAP characteristics, procedure of usage and protocol worksheet are demonstrated in the paper. In the last part of the article there is an example of SVAP application on the corridor of Dragonja river. Twelve test assessment reaches were ecomorphological evaluated. The results of application are compared with results of synthesis method, I.F.F. (Indice di Funzionalità Fluviale), and German GSGB (Gewässerstrukturgütebewertung) method. In conclusion of the present work, there are some proposals for modification SVAP.

## 1 UVOD

Sonaravno urejanje vodotokov vse bolj dobiva na pomenu in je usmerjeno v ohranjanje vodnih in obvodnih površin. Z vidika sonaravnega urejanja mora biti posegov v rečni prostor čim manj, tisti ki so, pa morajo biti usmerjeni v varovanje obstoječih naravnih odsekov. Osnovo za kakršnokoli odločanje o rehabilitaciji ali ekološki restavraciji predstavljajo podatki ki jih pridobimo v skladu s tehničnimi normativi. Za to delo je potrebno razumevanje strukture in funkcije ekosistema, katerega del je vodotok, ter fizikalnih, kemičnih in bioloških procesov, ki ga oblikujejo. S poznavanjem teh procesov pa lahko ovrednotimo stanje vodotoka. Ekomorfološko vrednotenje vodotokov pomeni vrednotenje na osnovi ekomorfoloških značilnosti – to so fizične in biotske lastnosti struge, bregov in zemljišča okrog vodotokov, poleg tega nas pri tem vrednotenju zanimajo še informacije o vodni vegetaciji, ribah in vodnih nevretenčarjih. Te značilnosti primerjamo s potencialnim naravnim stanjem konkretnih geografskih značilnosti pokrajine. Na podlagi ocene današnjega stanja lahko ugotovimo spremembe vodotoka in odstopanje od potencialnega naravnega stanja. Tako vrednotenje je več kot le dokumentacija ekomorfološkega statusa reke, saj zagotavlja osnovo za nadaljnji razvoj in poseganja v vodotoke v smislu preoblikovanja v njihovo prvotno – naravno stanje. Ocenjevanje hidromorfološkega stanja rečnih koridorjev je pomembno tudi z vidika izpolnjevanja pravnih določil evropske zakonodaje. Direktiva 2000 / 60 / EC Evropskega parlamenta in Sveta o določitvi okvirja za ukrepanje Skupnosti na področju politike do voda v Okoljskih ciljih namreč med drugim določa, da mora biti na vseh vodnih telesih v državah članicah v roku 15 let (2015) od začetka veljavnosti omenjene direktive doseženo dobro ekološko stanje. V Sloveniji se s stališča vrednotenja kakovostnega stanja vodotokov uporabljata dve metodi. Prva metoda je vrednotenje kakovosti vodotokov, ki se uporablja v monitoringu slovenskih voda, druga metoda pa je bila izdelana z namenom, da se iz krajinsko ekološkega vidika oceni stanje slovenskih vodotokov kot osnova za podajanje smernic varovanja vodotokov. Ekomorfološko vrednotenje vodotokov zaenkrat v slovenskem prostoru še ni bilo opravljeno. Testiranih je bilo že več metod (RCE, I.F.F., GSGB, RHC, sintezna (slovenska), SVAP), sedaj pa sledi še drugi korak v smeri ureditve baze podatkov o ekomorfološkem stanju vodotokov v Sloveniji in sicer izbor najprimernejše metode ter vrednotenje.

## 2 MORFOLOGIJA, PROCESI IN EKOLOŠKA STRUKTURA REČNEGA KORIDORJA

### 2.1 REČNA MORFOLOGIJA

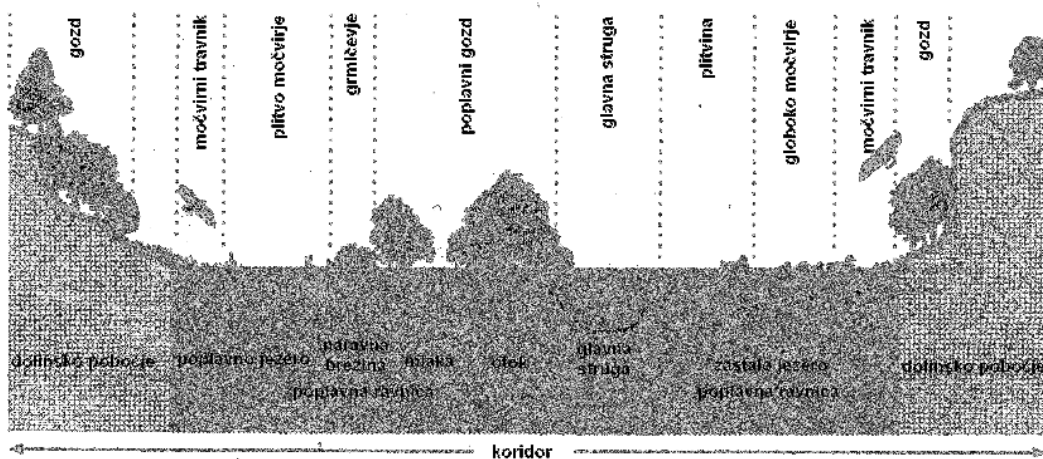
#### 2.1.1 Prečni prerez rečnega koridorja

Oblikovane so bile različne definicije širine rečnega koridorja. Med drugim je lahko rečni koridor v prečnem prerezu definiran tudi kot:

- površina ob rečni strugi, ki je določena s 100- letno povratno dobo;
- pas, ki je širok vsaj 3 x toliko kot je široka rečna struga.

Enotna definicija širine rečnega koridorja je zaradi specifičnosti hidroloških, hidravličnih, kemijskih in bioloških razmer v posameznih vodotokih zelo vprašljiva. V osnovi lahko rečni koridor ob naravno ohranjenih vodotokih razdelimo na tri dele:

- rečna struga;
- poplavna ravnica;
- prehodni zunanji rob.



Slika 1 : Sestava rečnega koridorja v prečnem prerezu (vir: FISRWG, 1998)

#### 2.1.1.1 Rečna struga

Osnovna naloga rečne struge je prevajanje vode. Geometrijska oblika struge je funkcija medsebojnega delovanja strižnih sil vode in lastnosti podlage, po kateri vodotok teče. V naravi vodotok teži k izoblikovanju ravnovesnega geometrijskega profila struge, pri čemer se vzpostavi ravnovesje, ki ga lahko na enostaven način prikažemo z naslednjo enačbo (SWCS; Lane, 1995)

$$Q_s \cdot D_{50} \propto Q_w \cdot S ; \text{ pri čemer je}$$

$Q_s$  - pretok plavin

$D_{50}$  – srednji premer zrn struge vodotoka

$Q_w$  – pretok vode

$S$  – padec dna struge vodotoka

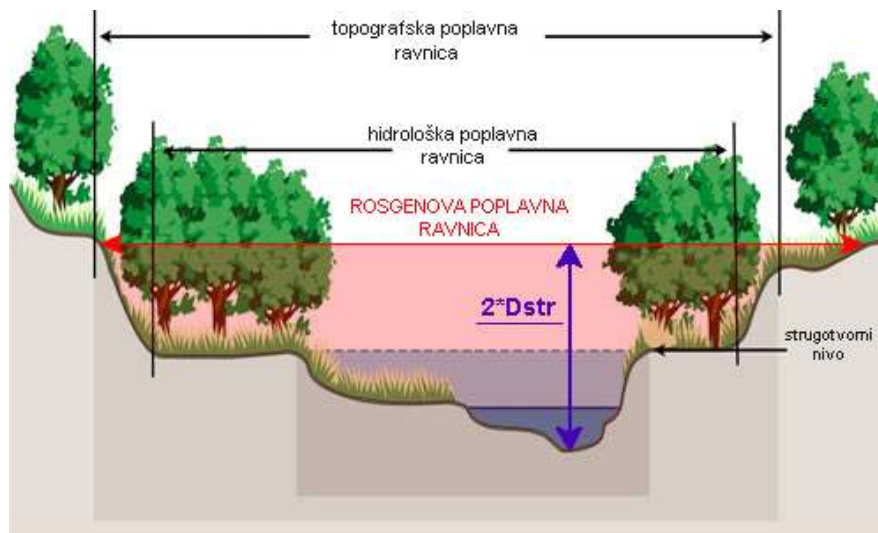
#### 2.1.1.2 Poplavna ravnica

Nastanek poplavnih ravníc je posledica t.i. lateralna stranske migracije vode, ko vodotok ob večjih pretokih preplavi osnovno strugo in obdajajoče površine. Preplavljanje vode spremlja tudi odlaganje plavin na poplavnih ravnícah zaradi zmanjšanja hitrosti vodnega toka.

Definirani sta dve vrsti poplavnih ravníc:

- hidrološka poplavna ravnica: To je površina, ki obsega strugo vodotoka in obdajajočo površino, katera ob srednjih pretokih ni poplavljena je pa preplavljena ko pretok v celoti zapolni področje struge vodotoka. Hidrološka poplavna ravnica se vidno izoblikuje predvsem na notranji strani meandrov, preplavljena pa naj bi bila okoli dvakrat v treh letih oz. naj bi jo preplavila dvoletna do petletna visoka voda;
- topografska poplavna ravnica: to je območje, ki zajema celotno širino struge vodotoka in pripadajočo hidrološko poplavno ravnico, če se ta izoblikuje. Celotno področje

topografske poplavne ravnice naj bi zajemalo površino, ki jo preplavi poplavni val s povratno dobo 100 let.



Slika 2: Prikaz topografske, hidrološke in Rosgenove poplavne ravnice ter strugotvorni nivo (Vir: SUNY ESF)

Pomembna lastnost poplavnih ravnici je njihova zmožnost začasnega zadrževanja poplavnih voda in plavin. S tem se podaljša čas izoblikovanja in potovanja poplavnega vala.

### 2.1.1.3 Prehodni zunanji rob

Predstavlja povezovalno območje med poplavnimi ravnici in obdajajočo krajino. Z njim se opredeli vplivno območje vodotoka. V preteklosti je vodotok vplival na izoblikovanje prehodnega zunanlega roba s svojim hidrološkim in geološkim delovanjem. Lep primer prehodnega zunanlega roba predstavljajo stare rečne terase, ki so z nadaljnjim erozijskim delovanjem vodne mase ostale brez stika z vodotokom in so dvignjene visoko nad rečno dolino.

Prehodni zunanji rob se od ostale obdajajoče krajine razlikuje v svoji tesni povezanosti s poplavno ravnico in strugo vodotoka. Ta se odraža v strukturi in razporeditvi živalskih in rastlinskih vrst, katerih obstoj je odvisen od ohranitve povezanosti z vodnim telesom, hkrati pa so rastlinske in živalske vrste živeče na območju prehodnega zunanlega roba, rečnega koridorja v primerjavi z rastlinskimi in živalskimi vrstami, ki se nahajajo na poplavnih



ravninah ali v strugi vodotoka, veliko bolj tolerantne do vplivov obdajajoče krajine. Robni habitati so bolje prilagojeni na nenehne spremembe razmer in so izpostavljeni npr. večjim količinam sončne energije, večjim količinam padavin, izpostavljeni so močnejšemu delovanju vetra, ... Zaradi takšne intenzivne izpostavljenosti različnim okoljskim dejavnikom so robni habitati variabilni in sposobni svojo strukturo prilagajati spremenjenim okoljskim razmeram. Notranji habitati so splošno gledano bolj stabilni in lahko ostanejo nespremenjeni skozi daljša časovna obdobja. Njihova sposobnost prilagoditve spremembi razmer pa je zaradi tega manjša. Ocenjuje se, prehodni pufrski vegetacijski pasovi s poplavnimi ravninami lahko prispevajo k 60 do 100 % zmanjšanju vnosa dušikovih in fosforjevih spojin iz obdajajočih kmetijskih površin v vodotok

### **2.1.2 Vzdolžni prerez rečnega koridorja**

V splošnem lahko rečni koridor v vzdolžnem prerezu razdelimo na tri dele:

- Izvirni del ali krenon (zgornji tek);
- Osrednji del ali ritron (srednji tek);
- Spodnji, nižinski del ali potamon (spodnji tek).

#### **2.1.2.1 Izvirni del ali krenon**

Izvirni del obsega območja z velikimi nakloni dna struge vodotoka. To so izvorna območja plavin, ki jih vodni tok prenaša dolvodno. Življenske združbe, ki jih najdemo na tem odseku vodotokov so s specifičnimi oblikami teles, obtežitvami in posebnimi pritrjevalnimi organi prilagojene velikim hitrostim vodnega toka. Prevladujejo drobilci in zbiralci alohtonih organskih snovi (postranice, ličinke vrbnic, ličinke mladolotnic, ...)

### 2.1.2.2 Osrednji del ali ritron

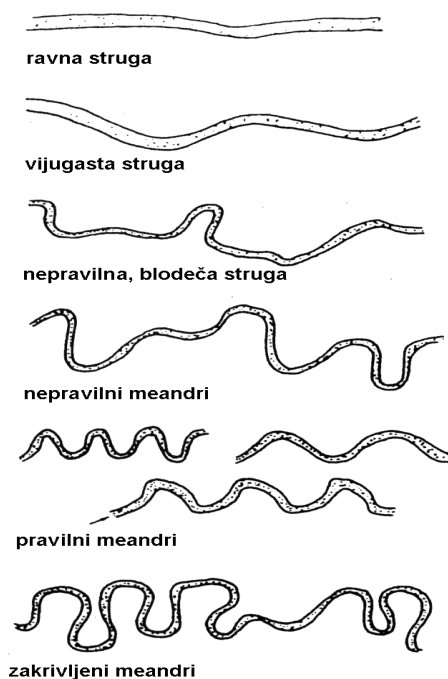
V osrednjem delu so padci dna struge vodotoka manjši, manjše so tudi hitrosti vodnega toka. Na določenih območjih lahko pride do odlaganja plavin, vendar se večina plavin še vedno prenaša dolvodno. Vodotok lahko v ritronu že delno meandrira, rečna dolina se razširi. Manjše hitrosti vode omogočajo pritrditev in rast vodnega rastlinja. Med živlenskimi združbami makroinvertebratov prevladujejo zbiralci in strgalci ( polži, ličinke enodnevnice, ličinke mladoletnic, ...).

### 2.1.2.3 Spodnji, nižinski del ali potamon

Potamon je del, kjer se plavine pretežno odlagajo. Padci dna struge vodotoka so majhni, vodotok lahko intenzivno meandrira. Majhne hitrosti vode in večja globina rečne struge omogočajo obstoj različnih plavajočih in v vodi lebdečih fitoplanktonskih in zooplanktonskih živlenskih združb. Med makroinvertebrati prevladujejo filtratorji organskih snovi ( zbiralci – precejavalci kot npr. ličinke dvokrilcev, ličinke mladoletnic,...) in plenilci ( ličinke vrbnice, pijavke, vrtinčarji, ...)

## 2.1.3 Tlorisne oblike strug

Obliko struge torej določajo zrnatost, vezanost in odpor materiala, padec, hitrost toka in nihanje vodostaja oziroma pretoka. V nevezanem materialu, precej enakomerno zrnatem pesku, je prerez struge podoben paraboli, v vezanem materialu, ki ima znaten razpon zrnatosti, ima struga pravokotnejši prerez. Pri večjem padcu je struga bolj ravna, pri manjšem pa bolj zavita. V naravi tečejo vodotoki po različnih materialih oziroma kamninskih osnovah in zadevajo ob raznovrstne ovire, zato obstaja več pojavnih oblik strug: ravne, enostavne, meandrirajoče, razvejane, sestavljene, mrežaste ali razcepljene . V preglednici so navedene vrednosti količnika vijugavosti za posamezne tlorisne oblike vodotokov.



Slika 3: Tlorisne oblike strug (Vir: Church, 1996)

Preglednica 1: Vrednosti količnika vijugavosti za tlorisne oblike vodotokov (Vir: Scherle, 1999)

tlorisna oblika struge	količnik vijugavosti
ravne struge	1 – 1,05
nepravilne ravne struge	1 – 1,05
zmerno vijugajoča struga	1,05 – 1,3
močno vijugajoča struga	1,3 – 1,5
nepravilno vijugajoča struga	1,05 – 1,5
meandrirajoča struga	> 1,5
ravna pramenasta struga	1 – 1,05
vijugajoča pramenasta struga	1 – 1,5
razcepljena struga	vse vrednosti

Ravne struge so nastale kot posledica regulacijskih del oziroma po naravni poti zaradi skalnih pragov ali brežin oziroma vegetacije, ki preprečujejo bočno erozijo. Gorski potoki z velikimi padci dna vodotoka lahko tvorijo ravne struge v dolžini do desetkratne širine struge.

Enostavne struge so vrezane v enakomerno vezane in odporne usedline, strmec je v povprečju enak. V enostavnih strugah se pojavljajo sekvence brzica – tolmun, glavni tok niha med

brežinama in je sinusoiden. Na zavojih se rečni tok prislanja na konkaven ali zunanji breg, zato je struga tu globlja, na nasprotnem bregu pa običajno nastaja plitvina.

Meandrirajoče struge so enovite struge z glavno strugo. Prepoznavne so po meandriranju z bočnimi zajedami na zunanji strani zavojev. Razvejane struge so večkratne glavne struge v zgornjem, bolj strmem toku, in so izrazito nestabilne, v rečnih deltah pa so stabilnejše. Sestavljene struge se pojavljajo v usedlinah, ki so močnejše vezane in nudijo vodnemu toku močnejši odpor, na površju usedlin so številne ovire z mrtvimi koti, pojavljajo pa se tudi občasni in stalni otoki. Pomemben pogoj za nastanek sestavljene struge je povečan padec.

Mrežaste ali retikularne ali razcepljene struge so sestavljene iz več delnih strug. Ovire niso vedno stalne, visoka voda jih premika, odnaša in prinaša. Stalnejše ovire počasi naseli rastlinstvo, tudi drevje, in lahko postanejo stalnejši ali stalen otok. Posebna oblika struge je meandrirana, pojavlja pa se v ravninah pri majhnem padcu.

Avtorji ugotavljajo številne povezave med obliko struge in globino struge, razmerjem širine strugotvorne struge in globine strugotvorne struge, padcem struge, pretokom itn.

#### **2.1.4 Hidromorfološke kategorije struge**

Hidromorfološke kategorije struge so spontani pojavi, ki nastanejo kot posledica delovanja hidromorfoloških procesov v strugi vodotoka. To so: otoki, peščine, prodišča, tolmeni, vodne brazde, brzice, stopnje, kaskade in plitvine ter zapadlo drevje in plavni les. Naštete kategorije so v hidromorfoloških procesih medsebojno povezane in odvisne ter tvorijo enote ali sekvence, kot so tolmun – vodna brazda – prodišče, stopnja – tolmun ali brzica – tolmun itd.

Na odsekih, kjer reka odlaga plavine in ustvarja ovire v strugi, zaradi česar se le-ta sorazmerno lateralno širi, nastajajo otoki. Če je proces tvorjenja otokov persistenten, se le-ti sčasoma zarastejo in iz nezaraščenega otoka preko začetnega sukcesivnega stadija preidejo v zrel sukcesivni stadij. Otoki z zrelim sukcesivnim stadijem zarasti so značilni za razcepljene struge veletokov in njihovih delt z majhnimi padci (npr. Donava, Mississipi itd.). V vodotokih

manjših redov velikosti in večjih padcev, kakršni so značilni za slovenske razmere, so otoki redkejši oziroma manj izraziti.

Prodišča so območja odlaganja plavin večjih frakcij (srednje zrno  $> 2$  mm). Nastajajo na odsekih divergentnega toka zmanjšane prodonosnosti, običajno nad vodnimi brazdami oziroma pod izpranimi tolmuni. Razmerje velikosti zrna in globine toka  $D / d$  je manjše od 0,1. Prodišča se najintenzivneje tvorijo v strugah s padci, manjšimi od 3 % v povezavi z vodnimi brazdami, kjer so le-te mnogokrat sestavni del čela prodišč. Peščine so območja odlaganja plavin pretežno peščenih frakcij (srednje zrno  $< 2$  mm). Oblike prodišč in peščin so odvisne od mesta nastanka v strugi: vzdolžna prodišča in peščine, prodišča in peščine v zavojju, sredinska prodišča in peščine, prodišča in peščine na sotočjih ter diagonalna prodišča in peščine. Prodišča in peščine so značilno nižje hidromorfološke tvorbe kakor otoki.

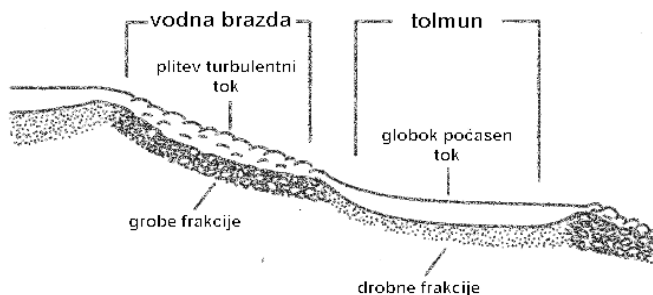
Brzice nastajajo na odsekih vodotoka z nepravilnim vzorcem groblje ( $D > 120$  mm) in vmesnih prostorov z razmerjem velikosti zrna in globine toka  $D / d$  reda velikosti 1,0 in kritičnim tokom. Pri nizkih pretokih groblja izdanja. Padec struge je reda velikosti 2 do 4 %. Tok vode je vlaknaste oblike oziroma teče v obliki brzic po strukturah dna struge. V območju brzic je vodni tok značilno globlji kot v območju vodnih brazd.

Vodne brazde so območja relativno nizkega in v primerjavi s tolmuni hitrega vodnega toka. Razmerje velikosti zrna in globine toka  $D / d$  je običajno manjše od 1, lokalni padec struge vzdolž vodne brazde pa je običajno reda velikosti 2 %. Vodne brazde se običajno pojavljajo v srednje velikih strugah s povprečnim padcem pod 1 %, na tistih odsekih vodotoka, kjer prevladujejo izmenjujoča prodišča in prevoji oziroma so vidni večji vnosi plavin v strugo. Substrat vodnih brazd je običajno bolj grob od substrata tolmunov. Vodne brazde tvorijo sekvence s tolmuni na značilni razdalji reda velikosti 5–7 širin struge.

Tolmuni so lokalne poglobitve dna struge z značilno nižjimi hitrostmi toka vode, običajno povezane z rečnimi okljuki, zavoji ali vijugami. Zaledni tolmuni so tolmuni, nastali zaradi ovir v glavnem toku struge s preusmeritvijo vodnega toka. Dno zalednih tolmunov je običajno prekrito s finejšimi frakcijami plavin. Zajezeni tolmuni nastajajo gorvodno od groblje v brzicah in kaskadah ali gorvodno od večjih zagat plavnega lesa in akumulacij plavin. Izprani

tolmuni nastajajo v območjih dovodno od ovir v strugi, so najgloblji deli struge, vendar je hitrost toka v obdobjih visokih voda še vedno relativno velika. Dno tolmunov zasedajo drobnejše frakcije kakor dno struge, globina tolmunov in razdalja med tolmuni pa z manjšanjem padca struge naraščata. Slika prikazuje značilni prerez vodne brazde in tolmana.

Zaporedje stopenj tvori kaskadni tok. Značilen je za vodotoke z relativno velikim padcem. Zaznamuje ga prelivanje vode preko stopenj, ki jih tvorijo večji prodniki ali samice oziroma geološka podlaga struge. Padec strug s kaskadnim tokom je običajno večji od 3–5 %. Vloga kaskad in stopenj v ozkih grapah strmih strug je izjemnega pomena za disipacijo energije vodnega toka, ki bi sicer povzročal erozijo brežin.



Slika 4: Značilni prerez vodne brazde in tolmana (Vir: Gilvear in Bravard, 1996)

V brežino vkoreninjeno in nad strugo nagnjeno ali v vodo potopljeno drevje je zapadlo drevje. Zapadlo drevje slabi proces erozije brežin in usmerja tok vode proti matici, redkeje pa povzroči spremembo tlorisnega poteka struge. Plavni les so odpadlo vejevje in drevje ali debla, ki tvorijo plavne zagate. Glede na razmerje širine zagate in širine strugotvorne struge ter glede na razmerje višine zagate in globine strugotvorne struge ločimo megazagate, makrozagate, mezozagate, mikrozagate in posamezne kose plavnega lesa. Ker se v strugi pojavljajo naključno, vplivajo na formacijo in normalne sekvence hidromorfoloških kategorij, predvsem prodišč in mrtvih rokavov kot posledica preoblikovanja struge, spremembe tlorisnega poteka struge ali preusmeritve toka vode.

## **2.2 HIDROMORFOLOŠKI PROCESI**

### **2.2.1 Erozijska in sedimentacijska**

Rečna erozija je proces mehničnega in kemičnega odnašanja in spreminjanja tektonskih oblik in skalne podlage. Vodotok erodira ali razgrajuje kamnino in sedimente, preko katerih teče, na tri različne načine, s hidravlično silo, z raztapljanjem in z abrazijo plavljenega materiala ob dno struge.

Premeščanje plavin je sposobnost vodotoka za prenašanje erodiranega materiala po strugi navzdol. V analizah hidromorfoloških procesov v rečnih koridorjih delimo material, ki ga vodotok premešča, na rinjene plavine ali težje delce, lebdeče plavine ali lažje delce in sedimente ter raztopljen snovi. Rinjene plavine oziroma težji in večji kosi kamnite osnove, skale, kamenje in prod se transportirajo po dnu vodotoka z drsenjem, kotaljenjem ali poskakovanjem (odbijanjem rinjenih plavin od dna struge). Lebdeče plavine oziroma lažje delce voda prenaša, ne da bi se dotikali ali odbijali od dna struge, saj zaradi majhne lastne teže lebdijo v vodni masi. Sedimenti so plavine, ki se v mirujoči vodi izločijo in usedejo na dno. Raztopljen snovi so v vsej vodni masi in se ne gibljejo zgolj v nekem določenem prerezu.

Ko količina energije vode pade pod raven, potrebno za prenos materiala, vodotok odloži ali akumulira plavljeni material. Erozijska in sedimentacijska plavin povzročata spremembe hidromorfoloških enot različnih velikosti (od povodja do mikrohabitata) v različno dolgih časovnih obdobjih (od nekaj dni ali tednov do milijona let).

### **2.2.2 Strugotvorni pretok**

Strugotvorni pretok vode teče skozi mokri profil strugotvorne višine oziroma zapolnjuje strugo vodotoka do višine, ko se voda začne prelivati iz osnovne struge preko brežin na pribrežna zemljišča, a samo do nivoja poplavne ravnice, ne pa tudi rečne terase. Razen

erozijskega procesa in sedimentacije plavin je strugotvorni pretok poglavitni dejavnik transporta plavin, nastajanja, izginjanja ali premikanja hidromorfoloških kategorij struge ter spreminjanja geometrije rečnih zavojev in meandrov, torej oblikovanja hidromorfologije struge (Rosgen, 1996). Na sliki 6 so prikazani strugotvorni nivo, nivo aktivne struge in nivo prodišča v prečnem profilu vodotoka.

V splošnem lahko strugotvorno višino struge in strugotvorni pretok opazujemo na vodotokih z dobro izraženo poplavno ravnico, za katere viri navajajo povratno dobo strugotvornega pretoka 1,5–2,5 leta. Strugotvorno višino struge določamo s terenskimi opazovanji. Pravilna določitev strugotvorne višine je pomembna, saj je le-ta nujna spremenljivka v enačbah za izračun razmerja širina / globina struge ter urezanosti struge. Strugotvorni pretok izračunamo po enačbi, kjer je  $Q_{bc}$  količina vode [ $m^3 / s$ ], ki preteče s hitrostjo  $v$  skozi mokri profil s strugotvorno površino  $S_{bc}$ :

$$Q_{bc} = S_{bc} v$$

Obstaja kar nekaj indikatorjev vidnih s prostim očesom kateri nakazujejo strugotvorno višino. Primernost opisanih indikatorjev zavisi od rečnega tipa. Sledi opis indikatorjev:

- če je prisotna poplavna ravnica; točka kjer se začne poplavljanje
- če ima reka naravno izoblikovane brežine se za strugotvorni nivo vzame najvišji vrh brežine;
- prelom nagiba brežine ali sprememba odloženega materiala (znano je da se bolj groba zrna lebdečih plavin odložijo neposredno ob glavni strugi, ko nastopi pojav poplavljanja);
- znamenja poplavljanja, kot npr. majhne terase;
- umazano kamenje;
- odkrite korenine pod slojem nedotaknjene zemlje ;
- lišaji in druge obrežne vrste.





Fotografija 1: Prikaz strugotvornega vodostaja (Vir: SUNY ESF – State university of New York Environmental Science and Forestry)

## 2.3 EKOLOŠKA STRUKTURA REČNEGA KORIDORJA

### 2.3.1 Kopenski ekosistemi

Kopenski ekosistemi so tesno povezani s procesi v zemlji. Sposobnost shranjevanja in kroženja hranil ter ostalih elementov zavisi od lastnosti ter mikroklimе zemljine (vlažnosti in temperature) in skupnosti organizmov v njej. Ti faktorji določajo učinkovitost pri sposobnosti filtracije, blaženja, imobilizacije in detoksifikacije ostalih organskih in neorganskih materialov.

Preglednica 2: Skupine organizmov prisotnih v zemlji (Vir: FISRWG, 1998 )

<b>ŽIVALI</b>	
<b>Makro</b>	<i>živeči predvsem na rastlinski snovi</i>
	majhni sesalci (polhi, miši, hrčki, rovke)
	žuželke (mravlje, črvi, hrošči)
	stonoge
	pršice
	polži
	zemeljski črvi
	veliki predatorji
	krti
	žuželke (mravlje, hrošči,...)
	Nekatere stonoge
	kače
<b>Mikro</b>	<i>Paraziti in predatorji živeči na rastlinskih ostankih</i>
	trihine
	protozoa
	rotifers
<b>RASTLINE</b>	
<i>alge</i>	
	zelene
	modro - zelene
	diatomeje
<i>Glive</i>	
	gobe
	kvasovke
	plesni
<i>Bakterije</i>	
	aerobne (avtotrofne in heterotrofne)
	anaerobne (avtotrofne in heterotrofne)

### 2.3.1.1 Kopenska vegetacija

Ekološka neokrnjenost rečnega koridorja je v neposredni povezavi z integriteto ekoloških karakteristik rastlinskih skupnosti katere sestavljajo rečni koridor. Te rastlinske vrste so

pomemben vir energije za biološke vrste, zagotavljajo prisotnost habitatov ter uravnavaajo nihanje sončne energije. Rastlinski cikel razdelimo na obdobje rašče, staranja in spanja. Klima, zaloge vode, topografski pojavi ter kemične in fizične lastnosti, vključno z vlažnostjo in vsebnostjo hranljivih snovi zemljine, določajo vrstnost in distribucijo rastlin. Rastlinske skupnosti, katere pokrivajo velike površine, ter so raznolike tako v vertikali kot v horizontali, za razliko od homogenih rastlinskih skupnosti (travniki), lahko zagotovijo obstoj mnogovrstnih živalskih skupnosti.

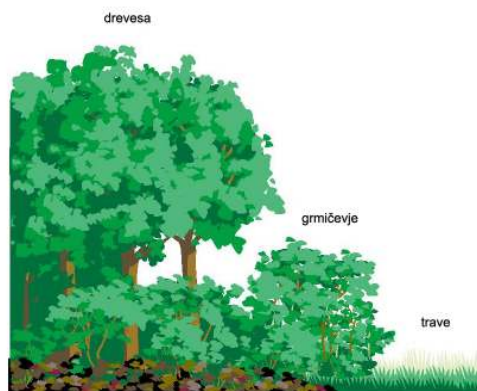
Tudi sama množina kopenske vegetacije ima neposreden vpliv na karakteristike rečne struge. Koreninski sistemi v brežinah povežejo zemljino ter jo na ta način utrdijo in zagotovijo naravno stabilnost pred erozijo. Mala drevesa in grmičevje katero pade v vodo pa lahko na eni strani zmanjšajo vpliv erozije na drugi strani pa pospešijo odlaganje. Prisotnost plavja omogoča ustvarjenje mnogoštevilnih mikro habitatov, kateri so zelo pomembni za obstoj nevretenčarjev in ribjih združb.

Kopenska vegetacija ima vpliv tudi na uravnavanje pretoka. Kratkoročni efekt odstranjene vegetacije, se zrcali v povečanju pretoka saj se z odstranitvijo le te zmanjša evapotranspiracija ter posledično poveča odtok. Gledano na dolgi rok, pa so posledice odstranjene vegetacije ravno nasprotno. Pretok se čez čas zmanjša in poveča se temperatura. To posebno velja za vodotoke nižjega reda. Prav tako se spremeni tudi struktura in temperatura v sami zemljini, kar se zrcali v zmanjšanem pronicanju vode skozi zemljin profil. Izguba površinskega pokrova ter postopna izguba organskega materiala v zemlji tudi prispeva k povečanemu površinskemu odtoku in zmanjšani infiltraciji.

#### 2.3.1.2 Obrežne rastlinske združbe

Občutljivost živalskih vrst na karakteristike rastlin je dobro poznana. Veliko število živalskih vrst lahko povežemo s pojavom določene rastlinske združbe. Nekatere živali potrebujejo določene razvojne faze rastlin za ugodne življenjske pogoje, nekatere druge pa se zanašajo na posebne elemente oz. mikro habitate znotraj rastlinskih združb (štore). Struktura rastlinskih vrst v obrežni vegetaciji pa neposredno vpliva tudi na akvatične organizme.

Zagotavlja vnos organskega materiala v rečno prehrabeno verigo, zasenčenost vodne gladine ter pokrovnost brežin, in z vnosom plavja ustvarja potrebne rečne habitate. Obrežne rastlinske združbe moramo obravnavati z vidika njihove notranje kompleksnosti. Kompleksnost je zagotovljena s pojavom številnih nivojev vegetacije; konkurenčnih interakcij med vrstami; prisotnostjo posebnih elementov, kot je odpadlo listje, odlomljena drevesa in veje, ter štori. Vegetacija mora vsebovati tako drevesa, mladike, grmičevje kot tudi plezalke in trave. Kot strukturno komponento vegetacije lahko obravnavamo tudi mikro relief in sposobnost zadrževanja vode.



Slika 5: Vertikalna kompleksnost obrežne vegetacije (Vir: FISRWG, 1998 )

Študija vertikalna kompleksnost obrežne vegetacije, ki jo je leta 1974 izvedel Carothers vzdolž reke Verde v centralni Arizoni je pokazala visoko korelacijo med vertikalno diverziteteto vegetacije in diverziteteto obrežnih ptičjih vrst.

Zelo pomembno vlogo pa nima samo vrstna sestava riparske vegetacije ampak tudi starostna. Za zdravo riparsko vegetacijo se smatra rastlinska združba katera vključuje mlade in stare rastline.

Dognana je tudi pomembnost horizontalne kompleksnosti znotraj rečnega koridorja. Rastlinske združbe so razporejene znotraj poplavne ravnice v povezavi s trajanjem in globino poplav, njihovo pogostostjo kot tudi s sestavo zemljine (drenaža). Nekatere rastlinske vrste kot na primer topola (*Populus sp.*), vrbe (*Salix sp.*) in srebrni javor (*Acer saccharinum*) potrebujejo za vzklitje izredno specifične pogoje: relativno sveži nanos sedimenta, kratki čas

kaljenja ne sme sovpadati s pojavom poplavljanja. Druge vrste kot na primer ciprese (*Taxodium*), se pojavljajo na območjih ko reka odreže del struge v zavoju in tako tvori pri povečanem vodostaju majhno jezero. Druge vrste pa lahko pričakujemo znotraj poplavnih ravnin, kjer se struga reke počasi spreminja svojo smer.

Združbe rastlin je potrebno obravnavati kot dinamičen sistem, ki se skozi čas spreminja. Mlade pionirske vrste, katere za svojo raščo zahtevajo čisto neporaščeno zemljo in veliko svetlobe, so čez čas zamenjane (preraščene) z daljše živečimi vegetacijskimi vrstami, katere so sposobne obnavljanja v bolj zasenčenih in zaščitenih okoliščinah. Antropogene motnje pa povzročijo, da se proces nepretrganosti v razvoju vegetacije vrne na začetek ali se celo ustavi. Znotraj rečnega koridorja pa se pojavijo tudi naravne motnje kot so: poplave, spreminjanje teka struge, požari. Načrtovalci restavracije ali obnove degradiranih odsekov rečnih koridorjev, bi morali poznati vzorce naravnega razvoja vegetacije. Npr. za stabilizacijo brežin je bolje posaditi zgodnje (pionirske) vrste, kot pa dolgo živeče vrste katere se pojavljajo v zadnji fazi nasledstvenega procesa.

### 2.3.1.3 Obrežno živalstvo

Rečni koridorji so glavni vir vode za divje živali predvsem velike sesalce. Večina divjih živalskih vrst za svoj obstoj nujno potrebuje omogočen stik z riparsko vegetacijo. Živalska struktura obrežnega pasu je funkcija interakcije hrane, vode, površinskega pokrova in prostorske razporeditve. Vsi naštetih elementi habitatov so v mnogokratni interakciji, s katero zagotovijo osem značilnosti habitatov rečnega koridorja:

- prisotnost stalnega vira vode;
- visoka primarna produkcija in biomasa;
- različni pokrovni tipi in prisotnost hrane;
- mikroklima;
- horizontalna in vertikalna diverziteteta habitatov;
- meje;
- sezonske migracijske poti;
- povezave med ozelenelimi krpami.

Rečni koridorji ponujajo optimalne življenjske prostore mnogim živalskim vrstam. Zagotovljen je dostop do vode, listavci, grmičevje in ostala drevesa pa omogočajo zadostne količine hrane v obliki nektarja, mačic, brstičev, sadja in semen. Od gorvodne hrane energije in vode imajo koristi živali živeče na dolvodnih območjih. Vendar pa določene živali del energije vrnejo gorvodno, v sklopu sezonskih migracij.

Skoraj vsi mehkužci (krastače, močeradi in žabe) nujno potrebujejo, za reprodukcijo in prezimovanje, vodni ekosistem. Manjšo potrebo po vodi pa je zaslediti pri vrstah plazilcev. Polovica vseh znanih vrst plazilcev živi v riparskem pasu.

Najpogosteje opazovana živa bitja v obrežnem pasu so ptiči. Vrstna bogatost ptic v rečnih koridorjih je funkcija vegetacijske diverzitete. Večina ptic se hrani z listnimi žuželkami ter semeni ki jih iščejo po tleh.

Vegetacijski pokrov, voda in zaloge hrane ustvarijo kombinacijo ki naredi obrežni pas zelo priljubljen habitat za velike sesalce kot so srne in jeleni. Nekateri ostali sesalci pa se zanašajo na riparski pas delno ali pa v celotnem obsegu. Mednje štejemo vidre (*Lutra*), rakune (*Procyon lotor*), podgane (*Ondatra zibethicus*), zajce (*Sylvilagus*), rovke in kune. Obrežna vegetacija je zelo ugodna oblika habitata za več vrst netopirjev (voda, visoka in gosta vegetacija ter obilica hrane). Iz študije o prisotnosti sesalcev v obrežnem pasu, ki jo je leta 1981 v ZDA opravil Brinson je razvidno, da število vrst v riparskem pasu varira od 5 do 30, z večjimi skupnostmi kožuharjev, enim ali več velikih sesalcev ter nekaj malih ali srednje velikih sesalcev. Posebno velika razlika med vrstno diverzitetjo in plodnostjo sesalcev obrežne vegetacije in tistih ki živijo v goratih okoliških predelov je zaslediti v suhih in srednje suhih območjih.

Ena živalska vrsta ima lahko velik vpliv na rečni koridor. Na primer: bobri gradijo jezove, ki povzročajo nastanek majhnih jezerc v sami strugi ali na poplavni ravnici. Jezerca uničijo večji del obstoječe vegetacije, pri čemer ustvarijo mokrišča in nove habitate za ribe ter vodne ptice. Ko začne primanjkovati primerne gozdnega rastja, se bobri pomaknejo višje v gorate predele. V tem času se obrežni pas obnovi. Čez čas jezerce postane mokrišče, katero postane

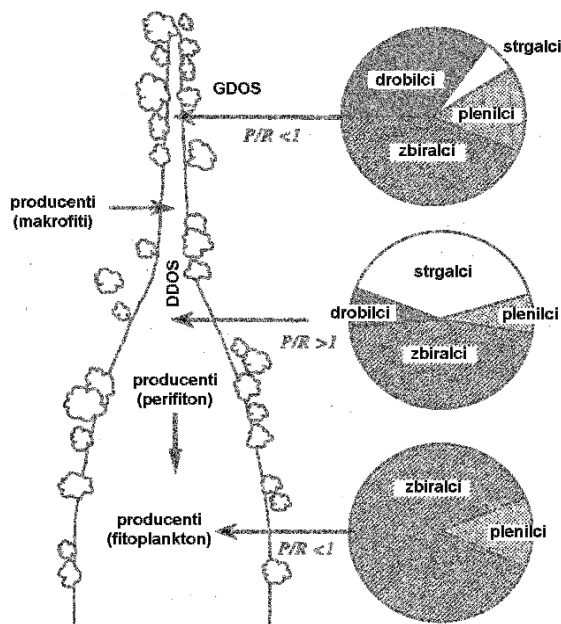
ugodno območje za rast novih lesnatih vrst. Bobri začnejo graditi jez na novi točki in krog se ponovi s prostorskim zamikom.

### **2.3.2 Vodni habitat**

Biološka raznolikost vrst ter njihovo pojavljanje v rekah zavisi od diverzitete habitatov. Naravno delujoči stabilen rečni odsek povečuje raznovrstnost rečnih habitatov. Oblika prečnega prereza, njegove dimenzije, nagib, granuloločka sestava dna in tlorsni potek reke vse to vpliva na vodne habitate. Ozek, utesnjen stopničast rečni koridor zagotavlja manj prostora za habitate kot pa širši prečni prerez z manj stopnjami, ki lahko ustvari biološko bogate rečne habitate. Stopničast in ozek rečni odsek je visoko energijsko okolje ki generira manjšo vrstnost habitatov ter njihovo stabilnost. Število rečnih habitatov se dolvodno povečuje skupaj z večanjem vijugavosti rečnega toka. K večjemu številu habitatov pa pripomore tudi večja pestrost v substratu dna. Enolična sestava dna (kamninska osnova) ne more zagotoviti takšnega števila habitatov kot npr. struga v kateri najdemo večje in manjše skale ter prod.

#### **2.3.2.1 Rečni kontinuum**

Koncept rečnega kontinuuma je holistična konceptualizacija rečnega sistema. Hidromorfološke procese in hidrološke principe, ki se spreminjajo vzdolž vodotoka, avtohtono primarno produkcijo, alohtoni vnos, transport, izkoriščanje in shranjevanje organske snovi obravnava kot medsebojno odvisne spremenljivke lotičnega ekosistema, ki vplivajo na distribucijo in trofično stanje nevretenčarjev vzdolž toka reke, kakor prikazuje slika.



Slika 6: Koncept rečnega kontinuuma (GDOS – grobi delci organske snovi; DDOS – drobni delci organske snovi) (Greenwood in Richardot-Coulet, 1996)

Vodotoki v zgornjem teku, kjer so širine aktivne struge manjše, so značilno senčni in prejemajo večje količine alohtonega materiala (npr. listja in vej obrežne vegetacije in drevja, ki prekriva strugo). Drobilci vnešeni material zdrobijo v drobnejše organske delce, ki jih vodni tok odnaša dolvodno v presnovo zbiralcev. Z večanjem širin aktivne struge vodotoka se poveča penetracija svetlobe in tako primarne produkcije, drobilce pa nadomestijo strgalci. Z naraščajočo globino vodotoka dominirajo zbiralci, pojavijo pa se tudi plenilci. Koncepta rečnega kontinuuma ne moremo aplicirati na vodotokih nad gozdno mejo ter na vodotokih, kjer je kontinuiteta rečnega koridorja prekinjena (npr. jezovi, pregrade) zaradi naravnih ali antropogenih razlogov

### 2.3.2.2 Vodna vegetacija in fauna

Rečna biota je razvrščena v sedem skupin:

- bakterije;
- alge;



- enoceličarji (amebe, bičkarji);
- makrofiti (višje rastline);
- mikro nevretenčarji (manjši od 0,5 mm);
- makro nevretenčarji (večji od 0,5 mm);
- vretenčarji.

Zdravi rečni odseki vsebujejo izjemno veliko število vrst. V majhni nemški reki Breitenbach so na odseku dolžine 2 km našeli več kot 1 300 različnih vrst. Gostota pojavljanja različnih vrst je prikazana v tabeli.

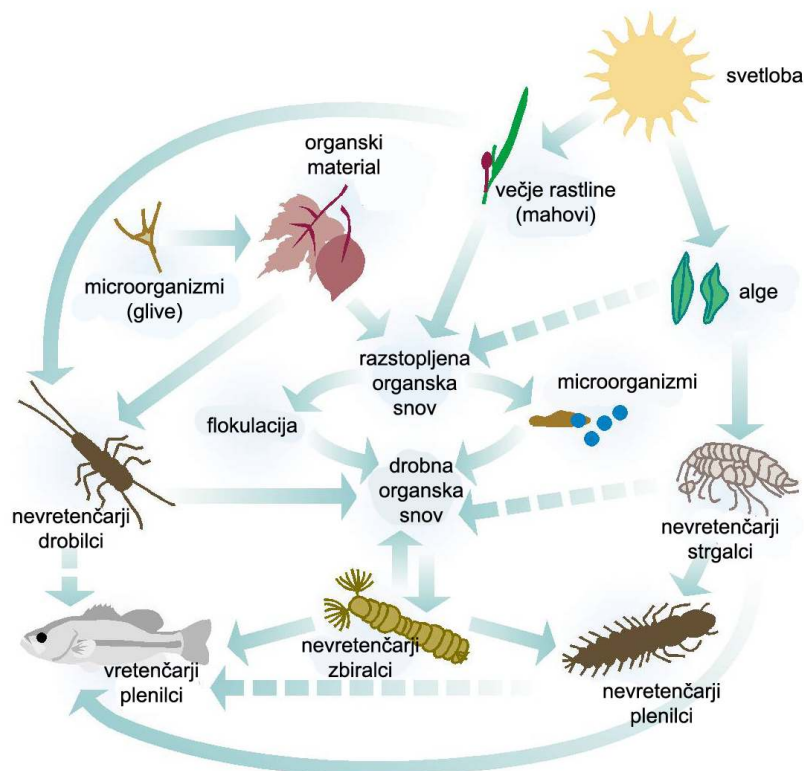
Preglednica 3: Gostota pojavljanja bioloških komponent v rečnih odsekih (Vir: FISRWG, 1998)

<b>BIOLOŠKA KOMPONENTA</b>	<b>GOSTOTA (Osebkov / kvadratno miljo)</b>
Alge	109-1013
Bakterije	1012-1013
enoceličarji	108-109
Mikro nevretenčarji	103-105
Makro nevretenčarji	104-105
Vretenčarji	100-102

Akvatično rastlinstvo sestoji iz alg in mahov, kateri so pritrjeni na rečni substrat. Pojav ukoreninjenega vodnega rastlinstva pa gre iskati predvsem na odsekih kjer ni visokih pretokov kateri bi izprali potrebni substrat. Grobljo in velike skale največkrat prekrivajo mahovi in alge. V takih področjih gre zaslediti tudi veliko število mikro in makro nevretenčarjev. Fitoplankton se v rekah redkeje pojavlja. Prisoten je na območjih večjih in manjših jezer, pogosto poplavljenih ravninah ali na območjih kjer je tok izredno počasen. Vodne nevretenčarje najdemo v številnih rečnih mikrohabitatih. Svoj življenjski prostor lahko najdejo na rastlinah, lesenemu plavju, skalah, v medprostorih trdega ali mehkega substrata (prod, pesek, mivka). Habitate nevretenčarjev najdemo v vseh vertikalnih plasteh od vodne gladine do rečnega dna.

Enocelični organizmi in mikro nevretenčarji so najštevilnejša živa bitja v rekah. Makro nevretenčarji pa igrajo zelo pomembno vlogo, saj prispevajo bistven delež k skupni biomasi nevretenčarjev. Velike vrste živali pa imajo pomembno vlogo pri določevanju ostalih komponent ekosistema. Prehranjevalne lastnosti velike moljarice, polžev in sladkovodnih

rakov imajo velik vpliv na sistematiko ter pojavnost alg v rekah. Podoben vpliv je zaslediti pri velikih plenilcih nevretenčarjih kateri imajo velik vpliv na številčnost drugih združb nevretenčarjev. Razkroj organskega materiala kot npr odpadlega listja, ki vstopi v reko iz zunanjega vira, pospešujejo mikroorganizmi (glive in bakterije) ter zemeljski nevretenčarji. Nekateri nevretenčarji ( njihove ličinke (drobilci)) drobijo večje kose organskega materiala na manjše delce. Nekatere vrste nevretenčarjev ( ličinke muh, bube muhe enodnevnice ter ličinke velike moljarice) imajo vlogo filtra za majhne organske delce ki so v vodi. Polži, prilepki ter nekatere moljarice in bube muh enodnevnice pa strgajo organski material od podlage ali pa se hranijo z odloženim materialom na dnu substrata. Opisane prehranjevalne lastnosti rezultirajo v razkroju organskega materiala. Na ta način se poveča število nevretenčarjev, kateri so nadalje hrana večjim živalim (ribam, dvoživkam). Bentološki veliki nevretenčarji predvsem ličinke žuželk in raki so pogostokrat uporabljeni kot dobri indikatorji zdravega in čistega stanja v rekah. Veliko rečnih vrst rib se prehranjuje z bentološkimi organizmi, katere išče po dnu reke ali pa jih lovi po vodi kadar jih tok prestavlja oz. naplavlja.



Slika 7: Prehranjevalna veriga v rekah (Vir: FISRWG, 1998 )

Ekološko gledano so ribe izjemno pomemben člen v rečnih ekosistemih saj so ponavadi največji predstavniki vodnih vretenčarjev na vrhu prehranjevalne verige. Številčnost in vrstnost rib, na določenem rečnem odseku zavisi od geografskega položaja, evolucijske zgodovine, ostalih fizičnih (bistvenih) faktorjev habitatov (leseno plavje, tok, globina, substrat, sekvenca brzica / tolmun, spodjete brežine), kakovosti vode ( temperatura vode, raztopljen kisik, raztopljene snovi, hrana in toksični elementi) ter medsebojnih življenjskih razmerji tekmovalnost, izkoriščevalnost in plenilstvo).

Številčnost ribjih združb se zelo spreminja od izvira do izliva zaradi sprememb hidroloških in geomorfoloških faktorjev kateri uravnavajo temperaturo, raztopljen kisik, hitrost vodnega toka, padec struge in substrat. Ti faktorji ustvarjajo kombinacije katere določajo stopnjo raznovrstnosti habitatov na določenem segmentu reke. Diverziteteta ribjih vrst ima dolvodno tendenco naraščanja z večanjem velikosti reke. Najmanj rib gre zaslediti v zgornjih tekih rek, zaradi majhne velikosti ter velikega padca reke, ki povečuje pogostost naravnih fluktacij. Vrstna pestrost rib se poveča v srednjih in spodnjih tekih rek, zaradi večje naravne stabilnosti, večjega števila habitatov, večjih virov naselitve ter pogostejših povezavah glavnih odvodnikov. V dolvodni smeri se povečuje število tolmunov in brzic nad vodnimi brazdami, več je tudi drobnejšega substrata kateri omogoča rast makrofitov. Tako okolje dovoljuje prisotnost ribjih vrst tolerantnejših na manj raztopljenega kisika in višje temperature. Še nižje se začnejo pojavljati vrste rib z manj vretenasto obliko, katera je ekološko prilagojena na predele z zelo počasnim tokom. V večjih rekah kjer dno prekriva droben sediment pa se zaradi večje količine vodne vegetacije in planktona, lahko pojavijo tudi ribje vrste ki se prehranjujejo s planktonom ali rastlinami.

Običajno delimo ribje vrste na hladnovodne in toplovodne, ter vmesne stopnje. Losos je tipični predstavnik gorskih severnih rek, kateri zahteva hladno vodo z obilico raztopljenega kisika. Te in podobne vrste katere imajo nizko temperaturno toleranco, imajo posebne razmnoževalne potrebe. Kot na primeru Lososa, ki ponavadi odloži svoja jajčeca na ali v čisti prod, kjer je dovolj raztopljenega kisika, hkrati pa so dovolj čvrsto postavljene, da kljubujejo močnim tokovom. Razmnoževanje sovпада s komaj opaznimi spremembami temperature, in dolžino dneva. Populacija lososov je tako izredno občutljiva na veliko vplivov habitata, kot so temperatura, pretok, in kvaliteta substrata.

Skozi leta je zelo opazna tendenca upadanja števila ribjih vrst v evropskem in ameriškem prostoru. Zaradi vse večjega upada rib, se je pojavil interes kvalitativnega in kvantitativnega restavriranja ribjih habitatov. Proces se je usmeril na izboljšanje lokalnih habitatov kot npr izgradnja ribjih stez, postavitve novih habitatov, ter zmanjšati organsko onesnaženje. Ob dosedanjih poskusih restavracij habitatov poročajo o delni uspešnosti. Predvsem je prišlo do premajhnega obsega diverzitete restavriranih habitatov, katere potrebujejo ribe v različnih starostnih obdobjih.

Restavratorji habitatov se sedaj zavedajo pomena večje diverzitete življenjskih prostorov, katere ribje združbe potrebujejo skozi celotno leto za potrebe hranjenja, počitka, izogibanja plenilcev in razmnoževanja.

Največje grožnje ribjim skupnostim predstavljajo jezovi ( takojšnja izguba habitata ), fragmentiranje obstoječih habitatov, pesticidi, ter naseljevanje novih eksotičnih vrst v tuja okolja.

### **3 PREDSTAVITEV METODE - STREAM VISUAL ASSESSMENT PROTOCOL**

#### **3.1 UVOD**

Priročnik zagotavlja osnovni nivo ocenjevanja zdravja vodotoka. Priporočeno je sodelovanje z lastniki obrežnih zemljišč. Protokol je prvi nivo v hierarhiji štirih protokolov:

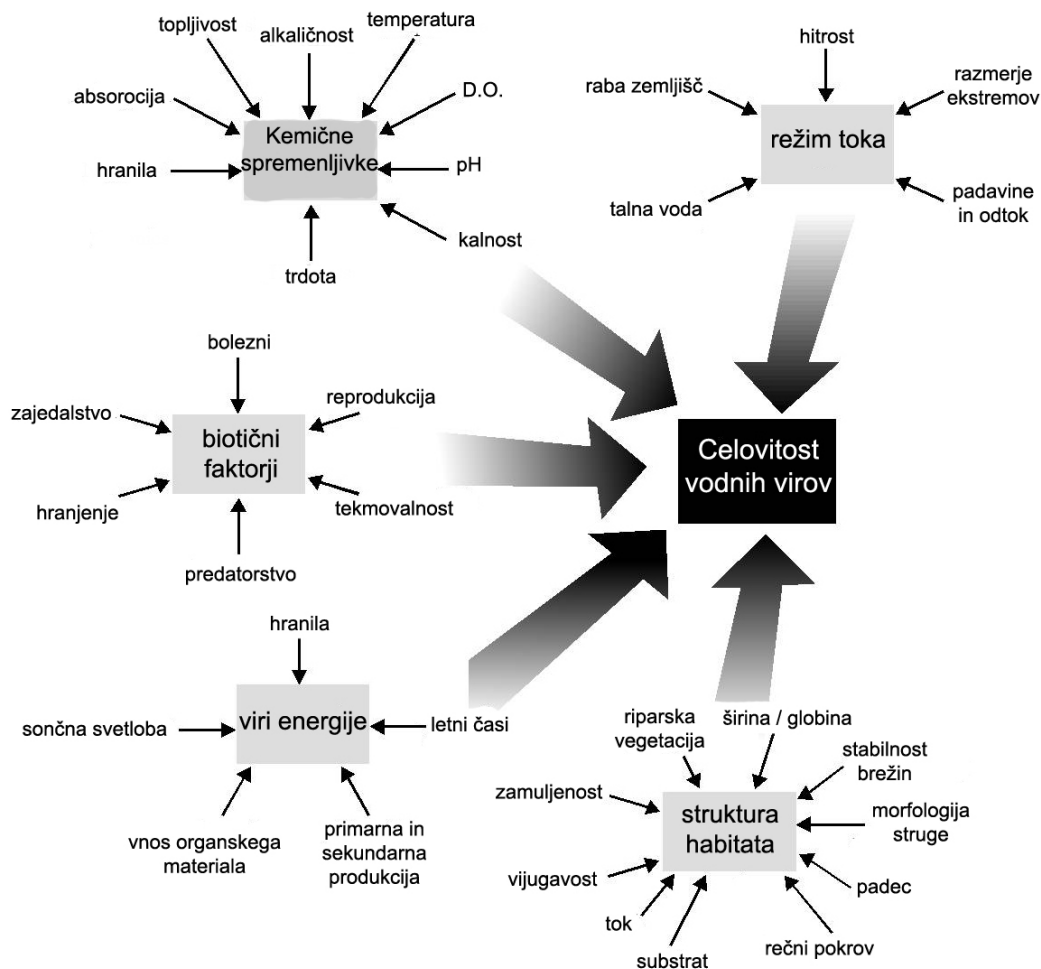
- SVAP (stream visual assessment protocol);
- Water quality indicators guide ( vodič indikatorjev kakovosti vode); NRCS (natural resources, conservation service);
- Stream ecological assessment field handbook ( terensko ocenjevanje rečne ekologije) NRSC;
- Obsežen bio-ocenjevalni protokol, ki naj ga zagotovi državna vodna agencija.

SVAP temelji na fizičnem stanju vodotoka znotraj preučevanega območja. Mogoče ne zajame vedno vseh vplivov kateri imajo izvor izven obravnavanega odseka. Uporabo višjih nivojev ocenjevanja v hierarhiji ocenjevalnih protokolov je potrebna za obsežnejšo oceno ekološkega stanja ter zaznavo vplivov ki imajo izvor v širšem vodozbirnem območju. Večina lastnikov priobrežnih zemljišč je ponavadi zainteresirana za ocenitev stanja njihovih zemljišč in SVAP je dobro orodje za dosego tega cilja.

Rečni prostor je kompleksen ekosistem v katerem so v interakciji biološki, kemični in fizični procesi. Sprememba ene karakteristike oziroma procesa ima kaskadni učinek skozi sistema ki nato rezultira v spremembi mnogih aspektov procesa.

Nekateri faktorji ki vplivajo in določajo celost rečnega sistema so prikazani na shemi. Pogostokrat se določeni faktorji v svojem učinkovanju združijo in tako povzročijo temeljite spremembe. Npr: ni nujno da povečan vnos hranljivih snovi v reko, katera teče po gozdnati pokrajini, povzroči vidne spremembe. Kadar pa se vpliv združi še s posekom dreves in

posledično razširitvijo struge pa sistem reagira s spremembo celotne populacije vodnih rastlin. Če so pred motnjo v reki uspevale listnate vodne rastline, lahko po spremembi pričakujemo dominacijo alg in makrofitov. Proces fotosinteze in dihanja alg pa imata lahko za posledico zvišanje temperature in končno popolno drugačno biološko strukturo prebivalcev rečnega sistema.



Slika 8: Faktorji ki vplivajo na celovitost rečnega sistema (Vir: Newton et al., 1998)

Rečni procesi so v občutljivem ravnovesju. Hitrost vodnega toka, količina in velikost plavin in hrapavost omočenega oboda kanala morajo biti v ravnovesju. Če se pojavi hidravlična sprememba (povišanje hitrosti toka), katera ni uravnotežena z večjo hrapavostjo kanala ali večjo kompleksnostjo, se rezultat odrazi kot pojav erozije brežin ali poglobljanja dna. V

obratnem primeru ko pride do razlike med premestitveno zmogljivostjo ki je manjša kot prodonosnost pa vodi do odlaganja materiala in posledično širjenja struge.

Večina sistemov ima koristi od povečane zapletenosti in raznovrstnosti fizičnih struktur. Strukturna raznovrstnost struge je zagotovljena s padanjem dreves v vodo, previsnimi brežinami, s koreninskimi spleti, tolmunji, brzicami, previsno vegetacijo ter z raznovrstnostjo rečne podlage. Taka raznovrstnost zagotavlja habitate rečnim organizmom in obnavlja hidrološke lastnosti ki so bile pogostokrat izgubljene

Kemično onesnaženje je spremenljivka velike večine rečnih sistemov. Večina kategorij kemičnega onesnaženja se nanaša na zmanjšanje količine kisika ( gnojnice, amoniak, organski odpadki; hranila – dušik in fosfor; toksični elementi – pesticidi, soli in težke kovine). Pomembno se je zavedati, da so učinki mnogih kemikalij odvisni od več faktorjev. Npr: povečanje vrednosti pH zaradi prekomerne rasti alg in vodnih rastlin lahko povzroči, da sicer neškodljiva koncentracija amoniaka v novih razmerah postane toksična. Pojav se zgodi zato, ker je ravnovesje toksičnih in ne-toksičnih amonijevih ionov odvisno od vrednosti pH.

Navsezadnje pa je potrebno razumeti da sta reka in poplavna ravnica del istega, medsebojno povezanega sistema. Poplavljanje je potrebno da zagotovi potrebne pogoje za življenje na poplavni ravnici. Poplavna ravnica pa v primeru poplave zmanjša hitrost toka in tako umirja pojav. Poplavljanje in visoke vode so pomembne tudi za ohranitev fizične strukture kanala v smislu izpiranja drobnejših zrn na dnu vodotoka, ustvarjanja novih tolmunov ter prestavljanja lesenega plavja.

### **3.1.1 Kaj je rečni tip?**

Glede na obliko pokrajine in lokacijo vodotoka, zavisi izgled in delovanje rečnega sistema. Gorski vodotok ki teče po kamninski osnovi, je drugačen od dolinskega ki si je strugo utrl v aluvialnih naplavinah. Ugotavljanje in določevanje različnih tipov rečnih sistemov imenujemo rečna klasifikacija. Določevanje tipa reke v svojem okolju je pomembno za ocenitev dejanskega stanja rečnega koridorja.

Do sedaj se je razvilo že veliko sistemov klasifikacije rek. Za namene splošnega ocenjevanja temelječega na biologiji in habitatih, je potrebno razmišljati o klasificirnem sistemu na treh nivojih; ekoregije, prispevno območje in padec. Ekoregije so geografska področja v katerih najdemo podobne ekosisteme. Naslednji pomembni faktor pri klasifikaciji je prispevno območje, ter končno padec ali nagib dna struge. Če je ocenjevalec seznanjen z drugimi klasificirnimi sistemi kot npr. Rosgenov ali Montgomery/Buffington sistem mu snovalci priporočajo uporabo le tega.

### 3.1.2 Referenčni odsek

Eno izmed bistvenih vprašanj rečnega ekosistema je vprašanje rečnega potenciala in njegove zgodovine. Za oceno rečnega odseka potrebujemo oporno točko ki nam pove kakšen je izgled naravnega zdravega vodotoka. V večini primerov lahko domnevamo, da so bile razmere v preteklosti naravne. Obstajajo pa tudi področja katera so degradirana že več sto let, ali pa so podatki o razmerah v preteklosti izgubljeni. Vsekakor pa obstaja majhna verjetnost da bi bile historične razmere stabilne v današnji hidrologiji. Torej se poraja vprašanje kaj je najboljše kar lahko pričakujemo za določeno reko. Znanstveniki so se dolgo časa ukvarjali s tem vprašanjem in prišli do konsenza ki se glasi: referenčni odsek znotraj sistema klasifikacije. Referenčno mesto predstavlja najboljše razmere dosegljive znotraj določenega rečnega razreda. Identifikacija in karakterizacija rečnega razreda naj bi bila domena nacionalne vodne agencije.

### 3.1.3 Uporaba protokola

Protokol se izpolnjuje na terenu v sodelovanju z lastniki obvodnih zemljišč oziroma domačini. Na ta način je možna diskusija z domačini o stanju reke danes in v preteklosti, naravni ohranjenosti in pomenu le tega za bodoče rodove.

Pred terenskim delom je potrebno opraviti kabinetno delo za pridobitev naslednjih informacij:



- ekoregija;
- prispevno območje;
- rečni padec;
- celostna umeščenost v pokrajino;

Pogovor z domačini naj se začne s priznanjem, da se zavedamo, da so oni lastniki zemljišča ter kot taki najboljše poznajo njihovo delovanje. Poudariti je potrebno da so reke, od majhnih potočkov do velikih rek viri ki tečejo skozi celotno pokrajino, ter tako ima del ki teče po njihovem ozemlju učinek na celoten sistem. Potrebno je govoriti o prednostih zdravih rečnih sistemov in povodji ( povečan odtok, zaloga hrane, ribe, vodne ptice(divjačina), estetika, okusnost, zmanjšanje poplavne ogroženosti dolvodno, zmanjšana onesnaženost vode). Povedati je potrebno da je sedaj rečna rehabilitacija in sonaravno urejanje vodotokov nacionalna prioriteta.

Razložiti je potrebno kaj se bo dogajalo med ocenjevanjem in kakšno pomoč pričakujemo od njih. Sledi primer:

*Tole ocenjevanje nam bo dalo odgovor na to v kakšnem stanju je reka. Pogledali bomo odseke reke, ki so reprezentativni za določena stanja. Med samim ocenjevanjem se bomo pogovarjali kako delovanje določenih aspektov reke vpliva na celoten rečni sistem. Po končanem ocenjevanju se lahko pogovorimo o rezultatih. Za boljše razumevanje delovanja reke vam lahko predlagam nadaljnje ocenjevanje. Ko enkrat razumemo, kaj se dogaja, se lahko posvetimo vašim predlogom in idejam za izboljšanje stanje na vašem odseku, če smatrate to za potrebno.*

Potrebno je oceniti enega ali več reprezentativnih odsekov. Za potrebe tega protokola je dolžina opazovanega transeкта enaka 12 kratni širini aktivne struge. Opazovani odsek naj bo reprezentativen za določeno področje. Ko se razmere radikalno spremenijo je potrebno identificirati nov odsek in ponovno izvesti ocenjevanje.

Ko ovrednotimo vsak element ocenjevanja, poskušamo skozi pogovor vključiti domačine. Ocenjevanje se zabeleži na dveh straneh. Prva stran je namenjena identifikaciji odseka (ime,

lokacija, raba zemljišč). Prazen prostor je namenjen skici odseka kjer si označimo smer toka, večje tolmane, brzice, prehode, mostove, itd. Na drugi strani zabeležimo rezultate ocenjevanja. Niso vsi elementi uporabni na vseh lokacijah. Če kakšne izmed variabel ni na obravnavanem odseku je ne ocenjujemo. Stanje v naravi primerjamo z opisanim in tako številčno ovrednotimo element. Končni rezultat dobimo tako, da dobljene vrednosti seštejemo in delimo s številom ocenjenih elementov.

### 3.1.4 Kartirni list

#### KARTIRNI LIST - SVAP

Ime lastnika \_\_\_\_\_ Ime ocenjevalca \_\_\_\_\_ Datum \_\_\_\_\_  
Ime reke \_\_\_\_\_ ID reke \_\_\_\_\_  
Lokacija odseka \_\_\_\_\_  
Ekoregija \_\_\_\_\_ Prispevno območje \_\_\_\_\_ Padec \_\_\_\_\_  
Referenčni odsek \_\_\_\_\_  
Raba zemljišča znotraj prisp. območja (%): obdelane površine \_\_\_\_\_ pašniki/travniki \_\_\_\_\_ gozd \_\_\_\_\_ pozidano \_\_\_\_\_  
živinoreja \_\_\_\_\_ naravni rezervat \_\_\_\_\_ industrija \_\_\_\_\_ drugo \_\_\_\_\_  
Vreme danes \_\_\_\_\_ Zadnjih 2-5 dni \_\_\_\_\_  
Širina aktivne struge \_\_\_\_\_ Prevladujoči substrat: bolderji \_\_\_\_\_ prod \_\_\_\_\_ pesek \_\_\_\_\_ mivka \_\_\_\_\_ mulj \_\_\_\_\_

Skica



Slika 9: Kartirni list I del (Vir: Newton et al., 1998)



## 3.2 VREDNOTENJE SVAP KARAKTERISTIK

### 3.2.1 Stanje struge

Preglednica 4: Točkovanje karakteristike stanje struge (Vir: Newton et al., 1998)

Naraven kanal. Brez grajenih struktur in jezov. Ni znakov vertikalne ali napredujoče horizontalne erozije.	10
Znaki sprememb struge v preteklosti. Znaki rehabilitacije struge in brežin. Umaknjeni nasipi. Omogočen dostop do poplavne ravnice.	7
Spremenjena struga. < 50 % odseka v kamnometu ali reguliranega. Napredujoča agradacija. Razvejana struga. Nasipi preprečujejo širjenje poplavne ravnice.	3
Struga se intenzivno pogloblja in se širi. > 50 % odseka v kamnometu ali reguliranega. Nasipi preprečujejo stik s poplavno ravnico.	1

Meandriranje se ponavadi pojavlja, kadar se reki zmanjša padec. Pogostokrat pa pride v razvitih in dobro poseljenih predelih do najrazličnejših poskusov kanaliziranja in izravnavanja struge. Sprememba tlorisnega poteka reke pa ima za rezultat zvišano transportno sposobnost, zmanjšanje vrstnosti habitatov rib, vodnega rastlinstva in živalstva. Nekateri vplivi imajo več, drugi manj vpliva na rečno zdravje.

Aktivno poglobljanje in lateralna erozija pomenita resno poslabšanje za rečno funkcijo. Oba pojava sta znamenji nestabilne rečne struge. Reševanje takih problemov zahteva premišljeno delovanje. Restavracija olesenele vegetacije v obrežnem pasu, postane izredno težavna v stanju ko se reka aktivno pogloblja in ko prihaja do spodjedanja brežin, ter koreninski spleti ne dosežajo nivoja vodne gladine, katera jih spodjeda in ruši. V tem primeru je bolje da zasadimo kopensko kot pa vodno rastlinstvo, ter za nekaj sezon uvedemo namakanje. Prekomerno armiranje brežin z namenom zaustavitve bočne erozije, lahko vodi do še večjih problemov (predvsem dolvodno). Stabilno strugo lahko vzdržujemo z uporabo najrazličnejših struktur, katere zmanjšajo hitrost vodnega toka ali služijo za zmanjšanje vodnega padca.

## KAJ OPAZOVATI ?

Znake kanaliziranja oziroma izravnavanja struge (visoke brežine, nasipi, majhna diverziteta toka; ni tolmunov, brzic, enotna posteljica dna, ...) V nanovo urejenem odseku vodotoka je praviloma odstranjena vegetacija, ali pa se pojavljajo tipi vegetacije ki niso značilni za to področje. Starejše urejanje vodotokov prepoznamo po relativno mali zaraščenosti oziroma po zatravljenih območjih namesto lesnatega rastja. Pozorni smo na grajene strukture ( jezovi, jezbiče, zajetja, prepusti, mostovi, skalometi, utrjevanje posteljice ) Indikatorji poglobljanja so tudi erozijski tolmini. Erozija dna ob mostnih opornikih, prepustih. Majhne spodjete brežine. Prekomerno erozijo nakazujejo tudi spodjete brežine v območjih kjer jih normalno nebi našli; ravni odseki med dvema zavojema ali na notranjih robovih zavoja.

## 3.2.2 Sprememba hidrološkega režima

Preglednica 5: Točkovanje karakteristike sprememba hidrološkega režima (Vir: Newton et al., 1998)

Poplave vsako 1,5 do 2 leti. Jezov, odvzemov vode, nasipov ali drugih struktur, ki omejujejo stik vodotoka s poplavno ravnico ni. Struga ni vrezana.	10
Poplave nastopijo vsake 3 do 5 let. Urezanost struge je omejena. ALI Odvzemi vode ne vplivajo na habitate.	7
Poplave nastopijo vsakih 6 do 10 let. Struga je globoko vrezana. ALI Odvzemi vode vplivajo na habitate.	3
Poplav ni. Struga vodotoka je globoko vrezana, grajene strukture preprečujejo stik s poplavno ravnico, nasipi preprečujejo poplavne pretoke. ALI Odvzemi vode povzročajo izgubo habitatov. ALI Poplave nastopijo med 1 letnim deževnim obdobjem ali redkeje.	1

Samo poplavljanje je pomembno zaradi oblike in funkcije struge ter ohranjanja življenjskega prostora za vodne in obvodne živali ter rastline. Pojavljanje visokih vod odplavlja sediment in tako čisti prod za vodne živali in rastline. Te vode povzročijo tudi prerazporeditev večjih skal, balvanov, debel in tako ustvarjajo nove brzice in tolmane pomembne za vodno življenje. Rečni prostor in poplavna ravnica obstajata v dinamičnem ravnovesju in kot taka ju moramo obravnavati kot enoten ekosistem. Energija reke (vode) mora biti v ravnovesju z rečnim dnom. Vsaka sprememba toka to ravnotežje ruši.

Če struga ni vrezana ter ima možnost dostopa do poplavne ravnice, se sčasoma začne širiti in plitviti. Končno lahko pride do razvejanosti kanala na tri ali več vej oz. manjših kanalov (Braided channel; Rosgen 1996) Ti kanali so izredno nestabilni, redko imajo poraščene bregove in zagotavljajo slabe pogoje za življenje rastlin in živali. Visoke vode imajo povečano sposobnost transporta sedimentov in posledično erozijo brežin ter dna struge.

#### KAJ OPAZOVATI?

Domačine oz lastnike priobrežnih zemljišč povprašamo o frekvenci poplavljanja ter o poletnih oz. sušnih pretokih. Znamenja poplavljanja: visoke vodne linije, odložen sediment na bregovih, obrežnem rastju, skalah. Prekomerno naplavljanje ter široka in plitva struga nakazuje izgubo premestitvene zmogljivosti.

### 3.2.3 Obrežni pas

Preglednica 6: Točkovanje karakteristike obrežni pas (Vir: Newton et al., 1998)

Naravna vegetacija obsega vsaj širino 2 aktivnih strug na vsaki strani.	10
Naravna vegetacija obsega širino 1 aktivne struge na vsaki strani. ALI Če manj kot eno širino, pokriva celotno poplavno ravnico.	8
Naravna vegetacija obsega širino 1/2 aktivne struge na vsaki strani.	5
Naravna vegetacija obsega širino 1/3 aktivne struge na vsaki strani. ALI Filterna funkcija je zmerna.	3
Naravna vegetacija obsega širino manj kot 1/3 aktivne struge na vsaki strani. ALI Pomanjkanje regeneracije. ALI Filterna funkcija je slaba.	1

Naravno območje ob strugi vodotoka, obrežni pas, je definiran kot širina od aktivne struge na poplavno ravnico. Beseda naravno pomeni rastlinske združbe z vsemi strukturami prvotnih oz značilnimi vegetacijskimi vrstami za obravnavano območje. Obrežni pas je eden najpomembnejših elementov zdravega rečnega ekosistema Kvaliteta obrežnega prostora se s kompleksnostjo in širino lesnatega pasa vegetacije večja.

Obrežni pas:

- zmanjšuje vnos polutantov v reko;
- uravnava erozijo;
- zagotavlja mikroklimo, ki je hladnejša v poletnih mesecih;
- je vir plavja, deblo katero ustvarja tolmine stabilizira rečno dno in zagotavlja habitat za rečne živali;
- ustvarja zavetje ribam v spodjetih brežinah z nekakšnim stropom katerega vežejo skupaj korenine;
- vnaša organski material v reko ki je osnova v prehranjevalni verigi;



- zagotavlja življenjski prostor kopenskim žuželkam, katere padejo v vodo in postanejo hrana ribam;
- zmanjšuje energijo vode ob poplavih;
- ščiti ribe ob nastopu visokih vod.

## KAJ OPAZOVATI

Primerjamo aktivno strugo z obrežjem. V oblikovanih dolinah kjer ni dovolj prostora da bi obrežje segalo do dva kratnika aktivne širine struge na vsako stran, opazujemo koliko poplavne ravnice (doline) je porasle z vegetacijo. Vegetacija mora biti naravna (vodne rastline, bičje, trava, grmičevje, majhna in velika drevesa). Ponavadi je glavni problem pomanjkanje grmičevja, majhnih in velikih dreves ter obnavljanja rastlin. Nepopolna sestava vegetacije se ne sme smatrati za naravno. Poudarek moramo posvetiti obema stranema reke. Če je prizadeta ena stran reke je prizadet celoten odsek.

### 3.2.4 Stabilnost brežin

Preglednica7 : Točkovanje karakteristike stabilnost brežin (Vir: Newton et al., 1998)

Brežine so stabilne, nizke, v višini aktivne poplavne ravnice. $\geq 33\%$ erodirajoče površine brežin v zunanjih zavojih je zaščitene s koreninskimi spleti, ki segajo do nivoja srednjega nizkega pretoka.	10
Brežine so zmerno stabilne, nizke, v višini aktivne poplavne ravnice. $< 33\%$ erodirajoče površine brežin v zunanjih zavojih je zaščitene s koreninskimi spleti, ki segajo do nivoja srednjega nizkega pretoka.	7
Brežine so zmerno nestabilne, lahko nizke a značilno višje. Poplave nastopijo enkrat v petih letih ali manj pogosto. Zunanji zavoji intenzivno erodirajo. Previsna vegetacija na vrhovih brežin, nekaj dreves letno pade v vodo.	3
Brežine so nestabilne, lahko nizke a značilno visoke. Ravni odseki, notranji robovi zavojev in zunanji zavoji intenzivno erodirajo.  Previsna vegetacija na vrhovih brežin, številna drevesa letno padejo v vodo.	1

Prekomerno erodiranje se pojavi zaradi sprememb v hidrologiji, spremembe transportne sposobnosti, izolacije od poplavne ravnice ali na degradiranih območjih vzdolž struge. Visoke ter asastaste brežine so bolj dojemljive za erozijo, kot nizke. K stabilnosti brežin veliko pripomore dobro razvit obrežni pas. Drevesa, grmičevje in bičje, za razliko od trav, imajo takšen koreninski sistem ki je sposoben dobro armirati zemljino in prenesti pojav visokih voda. Tudi zemljinska sestava brežin lahko veliko prispeva k stabilnosti. Npr: brežine s tankim zemeljskim pokrovom čez prod ali pesek so bolj dovzetne za rušenje kot pa brežine z debelo zemeljsko plastjo.

#### KAJ OPAZOVATI?

Znaki erozije vključujejo neporaščene odseke, izprane (izpostavljene) drevesne korenine, pokrovačaste (previsne) robove brežin. Znaki steza, gazi, poti, ki vodijo direktno do vodnega roba namigujejo na nestabilnost v tem delu. Ocenitev erodiranega območja v razmerju z celotnim odsekom je lahko težavno v času višjih vodostajev.

#### 3.2.5 Značilnosti vode

Preglednica 8 : Točkovanje karakteristike značilnosti vode (Vir: Newton et al., 1998)

Zelo čista voda. Vidnost do globine 1 do 2 m. Na površini ni oljnih madežev. Površina kamenja in skal ni prekrita s filmom.	10
Voda je občasno kalna, predvsem po nevihtah. Hitro bistrenje. Vidnost do globine 0,5 do 1 m. Možni zelenkasti odtenki. Na površini ni oljnih madežev.	7
Voda je večinoma kalna. Vidnost do globine 0,15 do 0,5 m. Počasni odseki so obarvani zeleno. Površina kamenja in skal je prekrita s filmom zelenkaste barve. ALI Zmerne vonjave amoniaka ali žvepla.	3
Voda je večinoma zelo turbidna ali blatna. Vidnost do globine <0,15 m. Počasni odseki so obarvani zeleno. Prisotnost vodnih polutantov. Plavajoče alge, površinske pene, itd. ALI Močan vonj po kemikalijah, olju, odpadnih vodah in ostalih polutantih.	1

Značilnosti vode ocenjujemo s kalnostjo, obarvanostjo in drugimi vizualnimi karakteristikami. Kalnost je posledica raztopljenosti organskih snovi v vodi ter delcev zemljine. V močvirnatih ter mokrih območjih ima lahko rečna voda rahlo naravno barvo čaja. Voda s povišano vsebnostjo hranil vsebuje kolonije alg katere obarvajo vodo rahlo zelenkasto. Če pa ima reka visoko vsebnost hranil se na kamenju ter skalah pojavijo debele obloge alg.

### KAJ OPAZOVATI?

Čistost vode je lahko in očitno oceniti. Globlje kot je objekt v vodi viden manjša je kalnost. Oceno kalnosti podamo le takrat ko je globina vode vsaj 1,5m.

### 3.2.6 Hranilne snovi

Preglednica 9 : Točkovanje karakteristike hranilne snovi (Vir: Newton et al., 1998)

Čista voda vzdolž odseka. Pestra združba akvatičnih rastlin vsebuje majhne količine mnogo vrst makrofitov. Majhna rast alg.	10
Skoraj čista ali rahlo zelenkasta voda vzdolž odseka. Zmerna rast alg na substratu vodotoka.	7
Zelenkasta voda vzdolž odseka. Prekomerna abundanca zelenih makrofitov. Abundantna rast alg, predvsem v toplejših mesecih.	3
Zelena, siva ali rjava barva vode vzdolž odseka. Pogosta rastišča makrofitov. Cvetenje ustvarja debel sloj alg v vodotoku.	1

Prisotnost hranil v vodi se reflektira v tipu in številu vodnega rastja. Visoka vsebnost hranil posebno fosforja in dušika nakazujejo ukoreninjenje makrofitov. Prisotnost nekaterih akvatičnih rastlin je normalna. Alge in makrofiti zagotavljajo naravno okolje ter hrano za vse vrste vodnih živali. Prekomerna količina vodne vegetacije pa ne predstavlja benefita za rečni ekosistem. V procesih dihanja vegetacije ter razkrajanja odmrlega organskega materiala se porablja prosti kisik v vodi, kar povzroča stres za vse vodne živali, ter posledično izumrtje.

Povprašamo domačine če so v poletnih mesecih opazili ribe kako na površju hlastajo za zrakom.

#### KAJ OPAZOVATI?

Nekatere akvatične rastline (ukoreninjeni makrofiti, plavajoče rastline in alge) so znanilci dobrih razmer v vodotoku. Opazujemo obarvanost vode (zelena) saj nam ta pove o povečani vsebnosti hranil. Bolj kot je voda temno zelena več hranil vsebuje. Pojavljati se začnejo tudi z debelim filmom obložene skale ter makrofiti. Čista voda ter pestra združba akvatičnih rastlin brez drugih znakov onesnaženja so znaki optimalnega stanja v vodotoku.

### 3.2.7 Bariere za migracijo rib

Preglednica 10 : Točkovanje karakteristike bariere za migracijo rib (Vir: Newton et al., 1998)

Ni barrier	10
Sezonski odvzemi vode ovirajo gibanje po odseku	8
Grajene strukture, prepusti, jezovi ali odvzemi <0,3 m.	5
Grajene strukture, prepusti, jezovi ali odvzemi >0,3 m v območju 5 km odseka.	3
Grajene strukture, prepusti, jezovi ali odvzemi >0,3 m so na odseku.	1

Ovire za gibanje rib morajo biti obravnavane kot del celotne ocene vodotoka. Če so bariere dovolj visoke lahko preprečijo migracije rib, dostop do pomembnih mest za hranjenje in parjenje, ter izolacijo med posameznimi vrstami.

#### KAJ OPAZOVATI?

Nekatere bariere so naravne (slapovi, večje skale ki zajezujejo ) druge pa so ustvarjene umetno. Zabeležimo in ocenimo tiste pregrade ki preprečujejo gibanje živali. Pozanimamo se o jezovih gor ter dolvodno. Večji jezovi naj bi bili označeni tudi na zemljevidih. Veliki prepusti z majhnim padcem ter zadostno količino vode ne predstavljajo ovire za gibanje rib.

### 3.2.8 Habitati rib

Preglednica 11 : Točkovanje karakteristike habitati rib (Vir: Newton et al., 1998)

> 7 habitatnih struktur	10
6 –7 habitatnih struktur	8
4 –5 habitatnih struktur	5
2 – 3 habitatnih struktur	3
0 –1 habitatnih struktur	1

- leseno plavje;
- globoki tolmeni;
- previsna vegetacija;
- groblja / grušč;
- brzice;
- erodirane brežine;
- debeli koreninski spleti;
- goste preproge makrofitov;
- izolirani tolmeni;
- ostalo: \_\_\_\_\_.

Tu ocenjujemo kakovost okolja za ribe. Pestrost ribjih habitatov je bistvena za ohranjanje zdrave ribje združbe ter sposobnost okrevanja po nastopu visokih vod.

#### KAJ OPAZOVATI ?

Število in diverzitetu ribjih habitatov ter skrivnih mest v reprezentativnem odseku ki naj bo enak pet kratni širini aktivne struge. Vsak habitat mora biti jasno opazen.

### 3.2.9 Tolmuni

Preglednica 12 : Točkovanje karakteristike tolmoni (Vir: Newton et al., 1998)

Abundantni Globoki in plitki tolmoni. >30% dna tolmuna je temnega zaradi globine. ALI Tolmuni so globoki $\geq 1,5$ m.	10
Tolmuni niso abundantni. 10 - 30% dna tolmuna je temnega zaradi globine. ALI Tolmuni so globoki $\geq 1$ m.	7
Plitki tolmoni. 5 - 10% dna tolmuna je temnega zaradi globine. ALI Tolmuni so globoki $< 1$ m.	3
Tolmunov ni. ALI Dno je vidno.	1

Tolmuni so pomembna območja v vodnem ekosistemu, saj v njih ribe počivajo ter se hranijo. Dobro ohranjen vodotok ima tako globoke kot plitve tolmune. Za globoki tolmun se smatra da je  $1,6 - 2 \times$  globlji kot prevladujoči del reke. Plitki manj kot  $1,5 \times$  prevladujoče globine. Če je tolmun v vsakem meandru se oceni da je tolmunov veliko. Za ocenitev pogostosti tolmunov vzamemo v opazovanje odsek dolg  $12 \times$  aktivna širina struge. Če sta v tem odseku vsaj dva tolmuna je to znak dobre pogostosti pojavljanja tolmunov.

#### KAJ OPAZOVATI?

Globino izmerimo s palico. Globlji tolmoni so ponavadi na notranji strani meandra. V plitvih in čistih odsekih je dovolj dobra že vizualna ocenitev. V globokih oziroma močno kalnih rekah je ocenjevanje lahko zelo oteškočeno in se zatorej te karakteristike ne ocenjuje.

### 3.2.10 Habitati insektov in nevretenčarjev

Preglednica 13 : Točkovanje karakteristike habitati insektov in nevretenčarjev (Vir: Newton et al., 1998)

>= 5 tipov habitatov. Razvitost habitata omogoča kolonizacijo insektov (staro odpadlo drevje)	10
3 – 4 tipi habitatov. Potencialni habitati obstajajo, a še niso del ekosistema vodotoka.	7
1 – 2 tipa habitata. Substrat je pogosto moten, pokrit ali premaknjen zaradi velikih hitrosti vode, erodiranja ali odlaganja materiala.	3
0 – 1 tip habitata.	1

leseno plavje;  
potopljeni hlodi;  
listje;  
erodirane brežine;  
groblja / grušč;  
prod;  
ostalo: \_\_\_\_\_.

Stabilen substrat je pomemben za razvoj kolonije žuželk. Vejevje, debla, skale, listje omogočajo dobre pogoje za življenje nevretenčarjev. Za opazovano območje se vzame odsek dolg  $5 \times$  širina aktivnega kanala v katerem iščemo čim večjo diverzitetu habitatov insektov in nevretenčarjev

**KAJ OPAZOVATI?**

Število različnih habitatov. Vsak habitat mora biti jasno izražen.

**VARIABELE OD 11 – 15 OCENJUJEMO LE ČE SO UPORABNE****3.2.11 Preraščenost struge**

Preglednica 14 : Točkovanje karakteristike preraščenost struge – hladnovodno ribogojstvo (Vir: Newton et al., 1998)

hladnovodno ribogojstvo

>75% vodne površine odseka osenčene, 3 – 5 km gorvodno dobro osenčena vodna površina.	10
>50% vodne površine odseka osenčene.	7
ALI	
>75% vodne površine na odseku, gorvodno 3 – 5 km slabo osenčene.	
20 – 50% vodne površine na odseku osenčene.	3
<20% vodne površine na odseku osenčene.	1

Preglednica 15 : Točkovanje karakteristike preraščenost struge – toplovodno ribogojstvo (Vir: Newton et al., 1998)

toplovodno ribogojstvo

25 – 90% vodne površine odseka osenčene, različni pogoji osenčenosti.	10
>90% vodne površine odseka osenčene, enaki pogoji osenčenosti.	7
<25% vodne površine odseka osenčene .	1

Ne ocenjujemo te variabile če je širina struge širša od 15 m.

Zasenčenost struge ohranja hladno vodo ter omejuje razrast alg. Hladna voda ima večjo sposobnost raztapljanja kisika. Če je obrežno rastje drevesa in grmičevje odstranjeno je struga izpostavljena sončnim žarkom. Voda se segreva. Na ta način se lahko zmanjša vrstnost vodnega živalstva in rastlinstva. Nekatere vrste rib in rastlin povečanja temperature ne



prenešajo in se zato iz teh območji izselijo. Te nadomestijo druge tolerantnejše vrste glede sprememb temperature, zmanjšanja raztopljenosti kisika ter večjega izpostavljanja sončnim žarkom. Pri ocenjevanju opazujemo odsek dolžine 3 – 4 km, saj le na takšni dolžini lahko pride do zaznavnega povečanja temperature.

#### KAJ OPAZOVATI?

Poskušamo ugotoviti stopnjo zasenčenosti za celoten odsek, na ta način, da ocenimo koliko področja je izpostavljenega soncu. Ocenjujemo takrat ko je sonce v zenitu in ko je vegetacija na obeh bregovih ozelenela. Po ocenitvi odseka povprašamo domačine o razmerah gor in dolvodno (3 - 4 km). Alternativno lahko ugotovimo stopnjo zasenčenosti z uporabo aerofoto posnetkov v dobi polne vegetacije.

#### 3.2.12 Prisotnost gnojil

Preglednica 16 : Točkovanje karakteristike prisotnost gnojil (Vir: Newton et al., 1998)

Dostop živine na bregove.	5
Gnoj občasno v vodotoku. Strukture za hranjenje odpadkov na poplavni ravnici.	3
Velike količine gnoja na brežinah ali v vodotoku. ALI Neočiščene antropogene odpadne vode .	1

Živalski iztrebki lahko vstopijo v reko če imajo živali dostop do reke. Pozorni smo tudi na izlive neprečiščenih in prečiščenih fekalnih odpadkov. Prav te povzročajo v rekah povečanje BPK – ja, povečajo hranljivost reke ter sčasoma evtrofnost.

**KAJ OPAZOVATI?**

Ne ocenjujemo te variabile če ni izlivov gnojnice ali fekalnih odplak.

Iščemo znake pašne živine v okolice reke. Počasna in stoječa voda katere ima povečano prisotnost alg nakazuje na lokalno povečanje hranljivih snovi.

**3.2.13 Slanost**

Preglednica 17 : Točkovanje karakteristike slanost (Vir: Newton et al., 1998)

Minimalno venenje, beljenje, izgorelost listov ali zaostalost rasti akvatične vegetacije. Prisotne nekatere slanoljubne obvodne vrste vegetacije.	5
Vidno venenje, beljenje, izgorelost listov ali zaostalost rasti akvatične vegetacije. Prevladujoče slanoljubne obvodne vrste vegetacije.	3
Venenje, beljenje, izgorelost listov ali zaostalost rasti akvatične vegetacije. Prisotna zgolj slanoljubna akvatična vegetacija. Večina prisotnih obvodnih vrst vegetacije slanoljubnih.	1

Ne ocenjujemo te variabile razen če je antropogeni vir slanosti prisoten

Visoka slanost se pojavlja v nerodovitih področjih ter v področjih kjer so velike zahteve po namakanju. Akumuliranje soli v zemlji povzroča porušitev solnega ravnovesja in s tem zmanjšanje očiščevalne sposobnosti ter posledično toksičnost vode. Slanost je produkt preperevanja geološkega materiala. Visoke koncentracije slanosti prizadenejo tako rastlinstvo kot živalstvo.

**KAJ OPAZOVATI?**

Visoke koncentracije soli povzročajo ožganost, beljene listov in uvelost. Rastline izgubljajo barvo, stagnirajo. Vse to so znaki ki so dobro opazni.

### 3.2.14 Učvrščenost brzic

Preglednica 18 : Točkovanje karakteristike učvrščenost brzic (Vir: Newton et al., 1998)

<20% učvrščenost Grušča in proda	10
20 - 30% učvrščenost Grušča in proda	8
30 - 40% učvrščenost Grušča in proda	5
>40% učvrščenost Grušča in proda	3
Brzica je popolnoma učvrščena	1

Ne ocenjujemo te variabile če brzice niso prisotne

### KAJ OPAZOVATI?

Merimo globino do katere so kamni zakopani v sediment. Kamenje izpulimo in odčitamo kolikšen del kamnja je bil zakopan. Nekatere struge so toliko prekrite s sedimentom da prvotno dno ni več vidno.

### 3.2.15 Veliki nevretenčarji

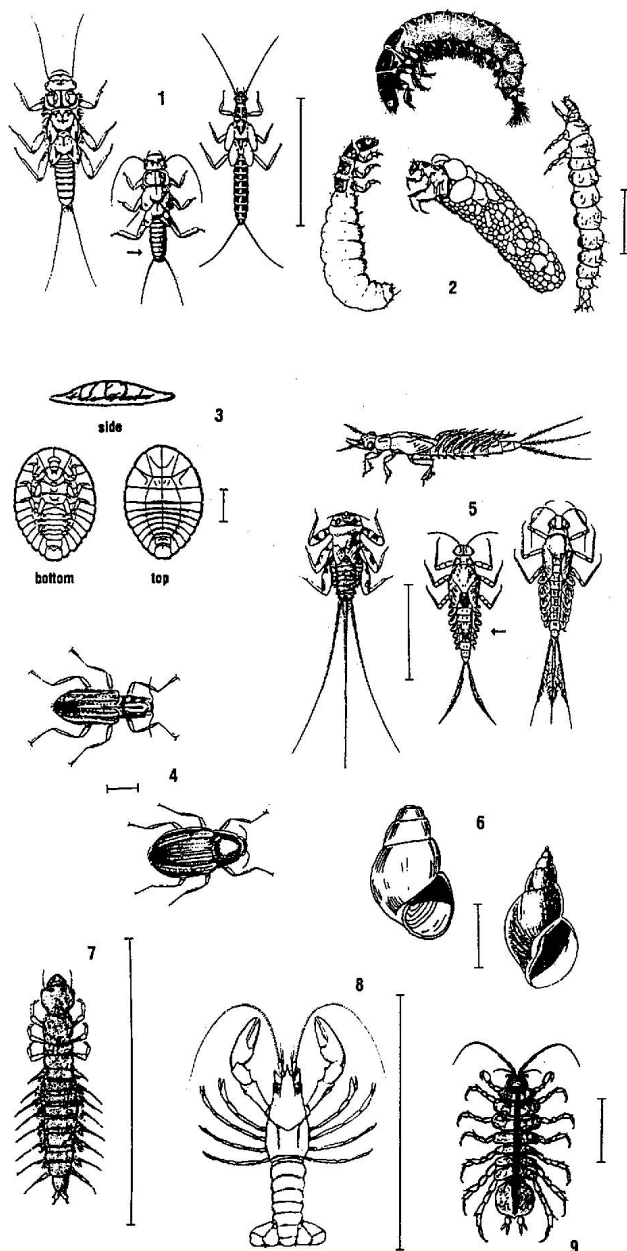
Preglednica 19 : Točkovanje karakteristike veliki nevretenčarji (Vir: Newton et al., 1998)

V skupnosti prevladuje Skupina 1 ali netolerantne vrste z dobro vrstno raznovrstnostjo.	15
V skupnosti prevladuje Skupina 2 ali fakultativne vrste.	6
V skupnosti prevladuje Skupina 3 ali tolerantne vrste.	2
Zelo reducirano število vrst ali blizu odsotnosti velikih nevretenčarjev.	-3

Ta pomembna karakteristika nakazuje sposobnost vodnega okolja da preživijo v njem veliki nevretenčarji. Prisotnost netolerantnih vrst nakazuje čistost vode. Ocenjevanje te variabile (prepoznavanje) zahteva znanje o razvojnih ciklih nevretenčarjev. Zaradi tega je to ocenjevanje neobvezno.

## KAJ OPAZOVATI?

Z dviganjem kamenja in odmikanjem potopljenih delov debel in vejevja lahko odkrijemo nevretenčarje. Pazljivo iščemo žuželke saj imajo dobro razvit sistem maskiranja. Opazujemo vrstnost , število ter pogostost.



## REČNI NEVRETEŃARJI

### SKUPINA I

Organizmi zelo občutljivi na onesnaženje.  
Pojavljajo se v dobrih, neonesnaženih vodah

**1 o. Plecoptera - vrbnice.** od 1,25 cm do 3,5 cm. 6 nog z zakrivljenimi vrhi, 2 lasna repka. Na spodnji strani gladki.

**2 o. Trichoptera - mladoletnice** do 2,5 cm, 6 zakrivljenih nog na zgornji tretjini telesa, 2 repka na zadku. Najdemo jih na palicah, kamnih ali listju, z glavo štrlečo naprej .

**3 fam. Psephenidae, o. Coleoptera.** do 0,6 cm, ploščato krožničasto oblikovano telo z bunko na eni strani. 6 drobnih nog in puhatimi izrastki na drugi strani. Neodrasel hrošč.

**4 fam. Elmidae, o. Coleoptera** do 0,6 cm, ovalno telo pokrito z drobnimi laskami, 6 nog. Premika se počasi po vodo- ne plava

**5 o. Ephemeroptera - muhe enodnevnice** od 0,6 do 2,5 cm, rjave, premikajoče, značilni izrastki na spodnjem delu telesa (puščica) 6 velikih kjukastih nog, 2 ali 3 tanka repka. Repki so lahko zaraščeni skupaj

**6 fam. Prosobranchs o. Gastropoda** odprta v školjki pokrita s tanko opno - operculum. Odpira se na desno.

**7 fam. Coridulus cornutus, Megaloptera** od 2 do 15 cm. Temne barve, 6 nog, velika čeljusta, 8 parov tipalk na spodnjem delu telesa, 2 repka .

### SKUPINA II

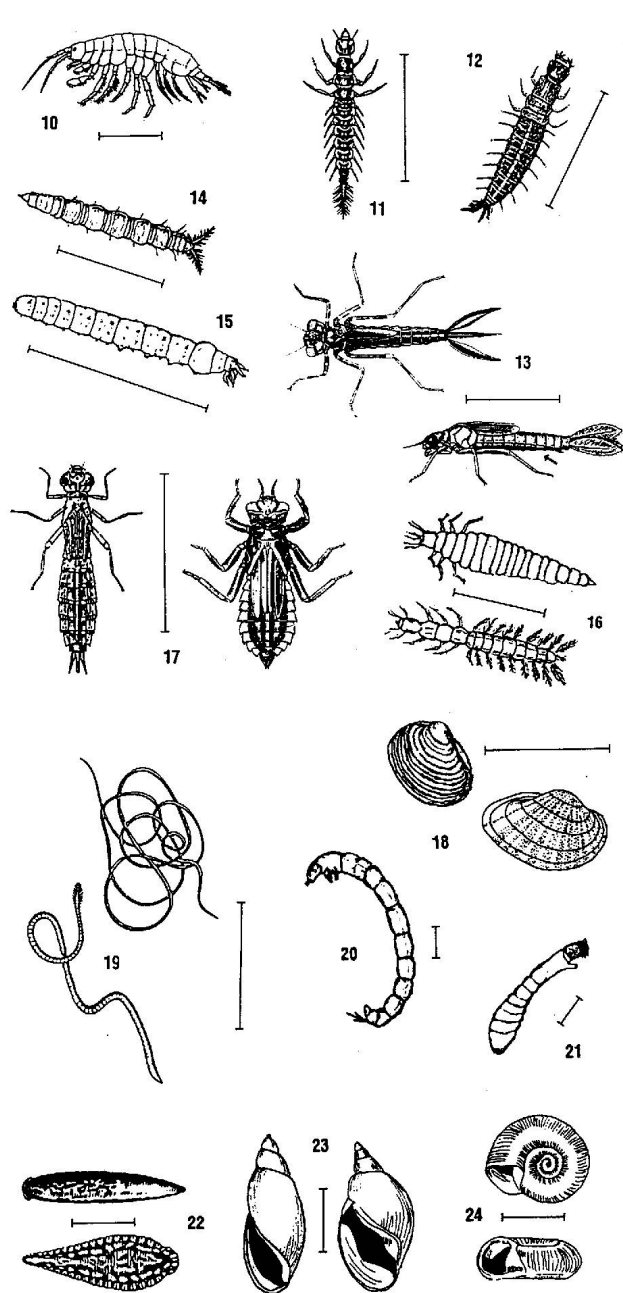
Organizmi toleratni na onesnaženje.  
Najdemo jih v dobrih in zmerno dobrih vodah.

**8 o. Decapoda - sladkovodni raki** do velikosti 15 cm, velike klešče, 8 nog. Podobni malim jastogom.

**9 o. Isopoda** od 0,6 do 2 cm, sive barve, telo širše kot višje, več kot šest nog, dolge tipalke

Source: Izaak Walton League of America,  
707 Conservation Lane, Gaithersburg, MD  
20878-2983. (800) BUG-IWLA

Slika 11: Rečni nevretenčarji skupina I in II (Vir: Newton et al., 1998)



## SKUPINA II

**10 fam. Hyallela azteca, o. Amphipoda**  
0,6 cm, belo sive barve, telo višje kot širše, bočno plavanje, več kot 6 nog, podoben majhnim rakom

**11 fam. Sialidae** 2,5 cm dolgi, na zadku imajo dolg naguban rep. Na spodnji strani so gladki

**12 fam. Cordalidae** 1,2 do 2,5 cm, ponavdi rdečkaste barve z oranžno-rumenimi progami. Brez izrastkov na spodnjem delu.

**13 fam. Coenagrionidae, so. Zygoptera (vrsta kačjega pastirja-rani plavec)** od 1 do 2,5 cm, velike oči, 6drobnih nog, 3 repe oblike trinožnika. Gladek na spodnjem delu in ob strani (puščica)

**14 fam. Athericidae, o. Diptera** od 0,5 do 2,5 cm svetlo zelene barve, koničasto telo, goseničarske noge, stožčasta glčava.

**15 fam. Genus tipula, so. Nematocera (košeninar)** od 0,5 do 5 cm, mlekatost zelene barve ali svetlo rjave goseničarsko telo, 4 mečice podobne prstom na zadku.

**16 o. Coleoptera (ličinke hrošča)** od 0,5 do 2,5 cm, svetle barva, 6 nog n azgornji polovici, tipalke

**17 fam Aeshidae so. Anisoptera** od 1 do 2,5 cm, velike oči, 6 kleščastih nog, ovalen ali okrogel zadek.

**18 cl. Bivalvia (školjke)**

## SKUPINA III

organizmi tolerantni na onesnaženje. Najdemo jih v vseh vodah od čistih do zelo onesnaženih

**19 cl. Oligochaeta (vodni polži)** od 0,5 do 5 cm, lahko so zelo tanki, tanko črvičasto telo

**20 fam. Chironomidae, so. Nematocera** do 0,6 cm, temna glava, črvičasto členjeno telo, po dve drobni nogi na vsaki strani

**21 fam. Simuliidae, o. Diptera** do 0,6 cm, en konec telesa širši, črna glava

**22 o. Hirudinea (pijavka)** 0,6 do 5 cm, rjave barve, sploščeno telo ki se konča z glavo

**23 cl. Gastropoda** polžja hišica brez pokrova, odprta navzgor, diha tkak. hišica ponavadi odprta na levo

**24 cl. Gastropoda (ostali polži)** brez pokrova, dihajo zrak hišica zvita v eni ravnini

## 4 UPORABA, REZULTATI IN RAZPRAVA

### 4.1 UPORABA

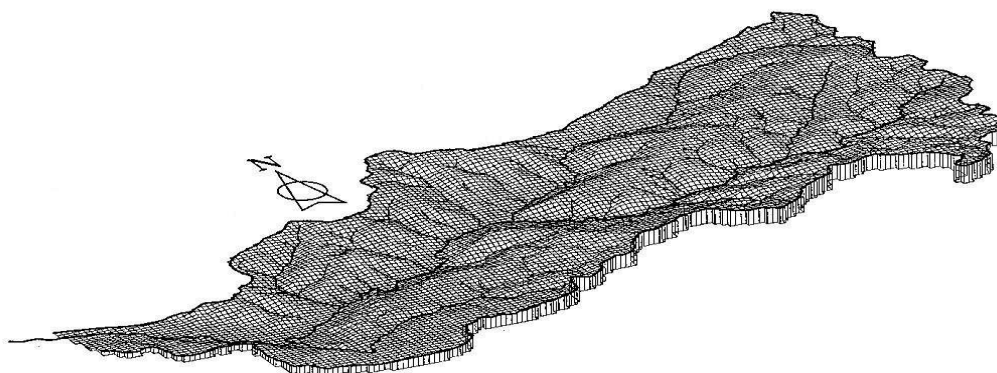
#### 4.1.1 Hidrološke in geološke lastnosti porečja Dragonje

Glavni tok reke Dragonje izvira pod vasjo Poletiči in se po 29 km toka na Solinah pri Sečovljah izlije kot odvodni kanal Sv. Odorika v Jadransko morje. Struga stare Dragonje, ki je tekla severneje po solinah, je suha in zaraščena. Površina vodozbirnega območja je 95,6 km<sup>2</sup>, reka pa ima zaradi urezanosti spodnjega dela doline na meji med flišnimi in apniškimi skladi Bujskega večinoma oziroma bistvene desne pritoke (21 desnih in 17 levih pritokov). Gostota rečne mreže je 1,81 km / km<sup>2</sup> (Orožen Adamič, 1980).

Geološka podlaga povodja je neprepustni fliš kot eocenska usedlina – menjajoče se plasti mehkega, neodpornega laporja in tršega peščenjaka nad apnencem na numulitni breči. Značilne so zložene flišne plasti (višina 10 – 20 m), ki tvorijo pragasto slapje na mestih, kjer apnenec izdanja (npr. Fermov mlin, Škrline). Območje je izpostavljeno zunanjim vplivom, predvsem eroziji, ki je posledica endogenih (erodibilna flišnata kamninska podlaga), eksogenih (po neprepustni flišnati geološki podlagi površinsko odtekajoča voda, geomorfološke in vegetacijske značilnosti pobočij, količina in intenzivnost padavin) in antropogenih dejavnikov (propadanje značilne terasne kulturne krajine). Vidne so geomorfološke terase v različnih nadmorskih višinah, nastale zaradi nihanja Jadranskega morja. Erozija je intenzivna tudi v sedanosti, saj je fliš za mehansko preperavanje neodporna kamnina (Bizjak, 2003). Hidromorfološki procesi so predvsem v zgornjem teku Dragonje izoblikovali številne in izjemno pestre hidromorfološke oblike, prodišča, slapišča, stopnje, kaskade, brzice, tolmune, plitvine, vodne brazde. Na pobočjih nad dnom doline, ki so bila nekoč gola, danes pa se intenzivno zaraščajo, uspevajo združbe črnega gabra (*Ostrya carpinifolia*), malega jesena (*Fraxinus ornus*), puhastega hrasta (*Quercus pubescens*), na košeninah vzdolž koridorja reke pa predvsem brin (*Juniperus communis*) (Bizjak, 2003).

### Razdelitev teka Dragonje

Razdelitev teka Dragonje je povzeta po Bizjaku ki je v svoji doktorski disertaciji razdelil tek Dragonje na tri teke. Zgornji tek (od Poletičev do sotočja z Rokavo pri Škrlinah), srednji tek (od Škrlin do Mlinov pod Kaštelom) in spodnji tek (od Mlinov pod Kaštelom do izliva kanala Sv. Odorika na Solinah v Jadransko morje). Delitev je bila izdelana glede na spremembo padca struge, geomorfološke spremembe, hidromorfološke spremembe in antropogene posege v strugo.



Slika 13 : Relief in hidrografska mreža porečja Dragonje (Globevnik, 2001)

#### **4.1.2 Klasifikacija Dragonje po Rosgenu**

Ugotavljanje in določevanje različnih tipov rečnih sistemov imenujemo rečna klasifikacija. Določevanje tipa reke v svojem okolju je pomembno za ocenitev dejanskega stanja rečnega koridorja. Določitev strugotvornega nivoja je najpomembnejši parameter klasifikacije vodotokov po Rosgenu. Potrebno je izvesti meritve strugotvorne širine, globine, vijugavosti in padca dna struge. Zaradi obsežnosti terenskih merjen se v tem primeru kandidat naslanja na opravljene meritve hidromorfoloških parametrov ki jih je za namen doktorske disertacije izvedel s svojo ekipo dr. Aleš Bizjak. Zaradi regulacij prvinske struge in spremenjenosti prvinskih hidromorfoloških spremenljivk zgornjega dela spodnjega teka reke Dragonje od



mejnega prehoda Mlini pri Dragonji pod Kaštelom do mejnega prehoda Mlini pri Sečovljah, so dobljene vrednosti za potrebe klasifikacije le pogojno informativne. Zato je razred v spodnjem teku reke, določen na podlagi interpretacije, kakšna naj bi bila reka, brez antropogenega vpliva.

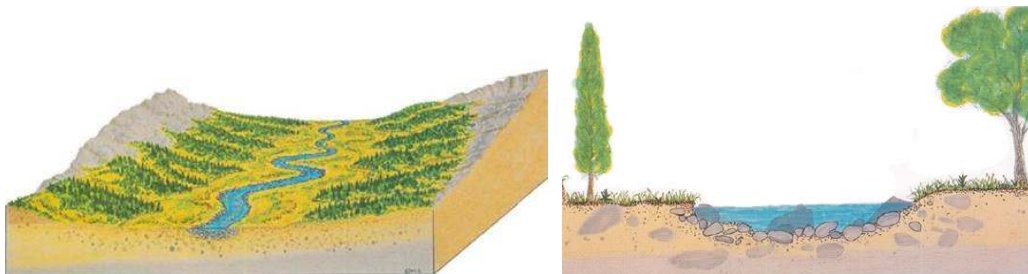
### **Klasifikacija Dragonje**

Preglednica 20: Klasifikacija Dragonje

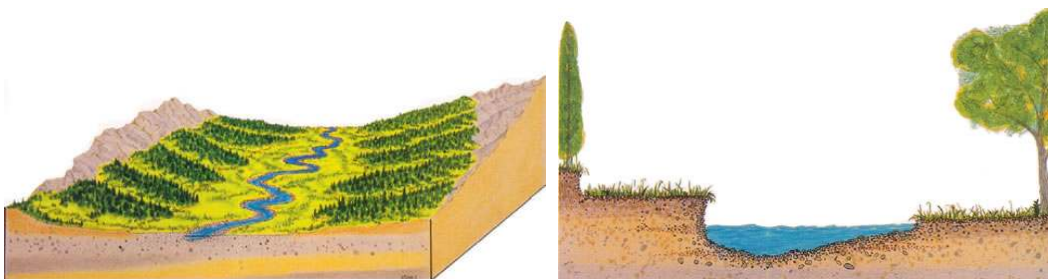
tek reke	tip doline	Sestava dna	E urezanost	Š / H širina/globina	S vijugavost	I padec	Razred (nivo I)	Razred (nivo II)
zgornji	V dolina kadunjasta dolina tip2	Kamninska osnova / groblja	-	12,72	1,12	1,45 %	<b>B</b>	<b>B1c, B2c</b>
srednji	kadunjasta dolina rečna ravnica tip 2	Prod / pesek	2,08	8,21	1,26	0,58 %	<b>B</b>	<b>B4c, B5c</b>
spodnji	rečna ravnica tip10	Melj / glina	-	7,25	1,10	0,15 %	<b>E</b>	<b>E6</b>

### **Rečni tip B**

Prvenstveno postoji na zmerno stopničastih do zmerno nagnjenih terenih. Povezujemo ga z ozkimi dolinami katere ne omogočajo razvitja široke poplavne ravnice. Rečni tip B izkazuje zmerno urezanost, majhno vijugavost in razmerje širina/globina je večje kot 12. Tipična oblika dna predstavlja brzice z občasnimi žepnimi (spodjetimi) tolmunimi. Razdalja med dvema tolmunoma je približno enaka 4 do 5 kratni strugotvorni širini. Oblika dna med drugim zavisi tudi od prisotnosti plavja in prečnih elementov. Vodotoke tipa B najdemo v dolinah razreda II, III, VI.



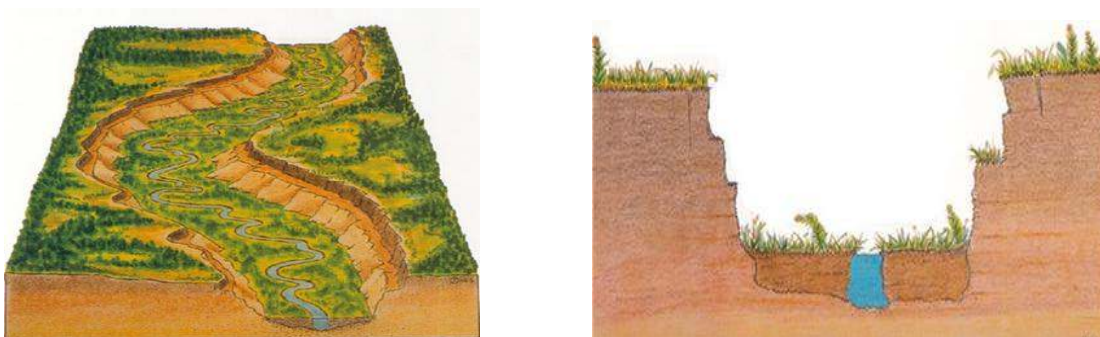
Sliki 14 in 15 : rečni tip B2 (Vir: Rosgen, 1996)



Sliki 16 in 17: rečni ti B4 (vir: Rosgen 1996)

### **Rečni tip E**

Rečni tip je v smislu rečnega procesa in morfologije določen kot razvojni. Predstavlja nekakšno končno točko rečne stabilnosti in rečnega procesa. E tip se pogostokrat razvije znotraj širokega vrezanega in meandrirajočega rečnega kanala tipa F. Vodotoki razreda E so rahlo urezani, izkazujejo zelo nizko razmerje širina/globina ter visoko stopnjo vijugavosti katere posledično rezultira v visokem razmerju širine meandra. Prevladujoča oblika dna je sekvenca vodna brazda – tolmun. Tip E izkazuje najvišje število tolmunov na razdaljo v primerjavi z drugimi rečnimi tipi z enako obliko dna struge. Ker so vodotoki tipa E izredno stabilni so na drugi strani tudi izredno občutljivi na motnje. Če se pojavi motnja se hitro odzovejo in se lahko v zelo kratkem času preoblikujejo. Najdemo jih v dolinskih tipih VIII, X, XI.



Sliki 18 in 19 : rečni tip E4 (Vir: Rosgen, 1996)

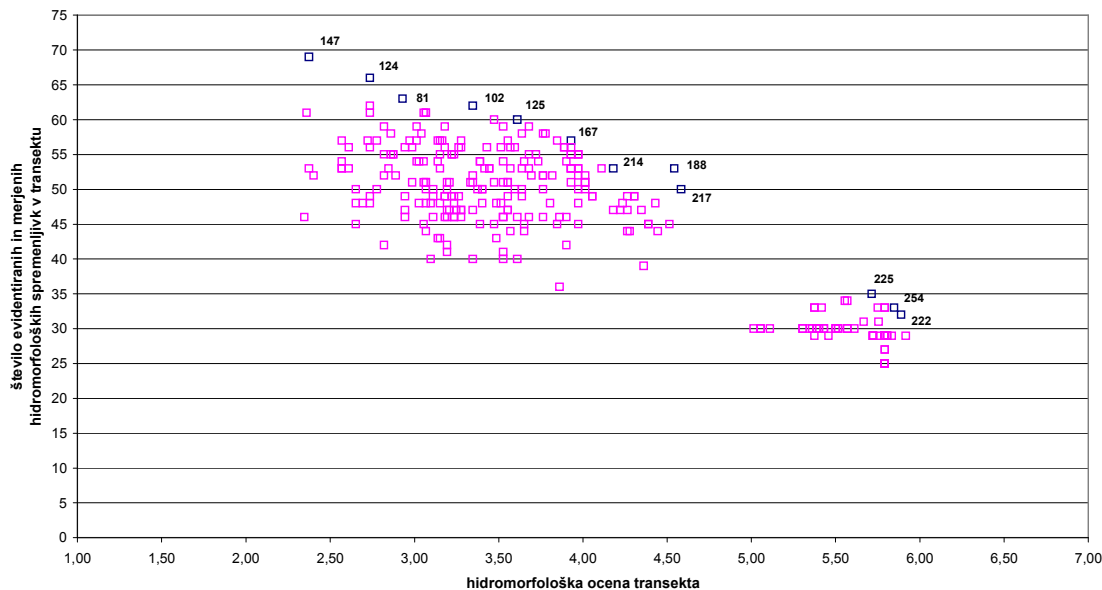
### **4.1.3 Potek ocenjevanja**

Ocenjevanje reke Dragonje po metodi SVAP, je potekalo 3.,4.,5. in 7. aprila 2005. V tem času je imela reka nizke do srednje visoke vodostaje. Predhodno je bil opravljen ogled koridorja reke Dragonje, z namenom seznanjanja popisovalca z morfološkim stanjem

rečnega koridorja od izvira do izlita. Popisovalec se je s pomočjo topografske karte merila 1 : 25 000 in fotografijami, lociral na lokacije izbranih testnih transektov. Po določitvi transeкта, je bila opravljena izmera transeкта. Dolžino ocenjevalnega območja je popisovalec določil na podlagi širine aktivne struge (12 × aktivne struge). Pred odhodom na teren se je popisovalec seznanil s povprečnimi širinami aktivne struge, tako da je bila dolžina transeкта konstantno določena na 50 m. Omenjeno dolžino je popisovalec določil s pomočjo korakov (25 korakov gorvodno, 25 korakov dolvodno od centroida transeкта). Nato je sledil popis, ocenjevalnih karakteristik. Med samim ocenjevanjem se je popisovalec premikal po transektu, ter tako lažje ocenil zahtevane karakteristike. Po končanem postopku ocenjevanja je bil opravljen še račun in določitev kakovostnega razreda. Na ta način je bilo možno primerjati splošni občutek z dobljenimi vrednostmi. Metoda priporoča sodelovanje popisovalca z lokalnim prebivalstvom. To načelo je bilo upoštevano ob vsakem stiku z lastniki obrežnih zemljišč. Na laični način jim je bila predstavljena metoda, njen namen in cilji. Prebivalci so se v vseh primerih odzvali na sodelovanje in pomoč pri izpolnjevanju protokola.

#### **4.1.4 Testni transekti**

Testiranje SVAP protokola, je bilo izvedeno na dvanajstih ti. testnih transektih. Izbor testnih transektov, je bil izveden za potrebe analize vpliva subjektivnega faktorja, katerega je v svoji doktorski disertaciji izvedel dr. Aleš Bizjak. Tako je bilo izbranih dvanajst transektov izmed 288, v katerih je bilo evidentiranih oziroma izmerjenih največ hidromorfoloških kategorij in spremenljivk po metodi GSGB, hkrati pa je bil zagotovljen najširši možen razpon hidromorfološke ocene. Za potrebe analize vpliva subjektivnega faktorja, je bilo izbranih 12 absolventov univerzitetnih študijev Vodarstvo in komunalno inženirstvo ter Gradbeništvo – smer hidrotehnika na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani, kateri so ločeno (individualno) opravili evidentiranje hidromorfoloških karakteristik po sintenzni in GSGB metodi. Izbrani transekti so v grafu prikazani s pripadajočimi hidromorfološkimi kakovostnimi razredi.



Grafikon 1 : Določitev testnih transektov (vir: Bizjak, 2003)

## Pregled transektov

### Testni transekt 81

Testni transekt 81 (fotografija 2) se nahaja v zgornjem teku reke Dragonje, v območju Marancina pod Martinjim čelom med Jurinčiči in Laborjem. Struga in obrežje reke sta v naravnem stanju. Pribrežna zemljišča so v zaraščanju oziroma jih zasedajo starejša ledinska zemljišča. Do leta 1948 je na levem bregu reke v bližini testnega transekta deloval Prležev mlin. Zgradba mlina in mlinščica v testnem transektu nista vidni (Bizjak, 2003). Po študiji Kategorizacija pomembnejših slovenskih vodotokov po naravovarstvenem pomenu je reka Dragonja v območju testnega transekta 81 razvrščena v 1. - 2. ekomorfološki kakovostni razred (VGI, 1994, 2002, cit.po Bizjak 2003).

Izmerjena eko-morfološka ocena transekta 81 po metodi SVAP, je bila 8,91. Stanje transekta je ocenjeno kot odlično.



Fotografija 2: Testni transekt 81

### **Testni transekt 102**

Testni transekt 102 (fotografija 3) se nahaja v zgornjem teku reke Dragonje, v območju Fermovega mlina pod Pleševico pri Laborju. Struga, obrežje reke in pribrežna zemljišča so v naravnem stanju. Pribrežna zemljišča so v zaraščanju. Do leta 1948 je na desnem bregu reke v bližini testnega transeкта deloval mlin pri Fermu. Mlinščica, ki se intenzivno zarašča, se v reko Dragonjo izteka v območju testnega transeкта (Bizjak, 2003). Po študiji Kategorizacija pomembnejših slovenskih vodotokov po naravovarstvenem pomenu je reka Dragonja v območju testnega transeкта 102 razvrščena v 1. - 2. ekomorfološki kakovostni razred (VGI, 1994, 2002, cit.po Bizjak, 2003).

Izmerjena eko-morfološka ocena transeкта 102 po metodi SVAP, je bila 8,18. Stanje transeкта je ocenjeno kot dobro.



Fotografija 3: Testni transekt 102

### **Testni transekt 124**

Testni transekt 124 (fotografija 4) se nahaja v srednjem teku reke Dragonje, v območju pod Koštabono. Struga, obrežje reke in pribrežna zemljišča so v naravnem stanju. Pribrežna zemljišča so v zaraščanju, desni breg reke zasedajo starejša ledinska zemljišča. Do leta 1954 oziroma 1945 sta na desnem bregu reke v bližini testnega transekt delovala Ratikljanov in Košolanin mlin. Mlina in mlinščici v območju testnega transekt nista vidna (Bizjak, 2003). Po študiji Kategorizacija pomembnejših slovenskih vodotokov po naravovarstvenem pomenu je reka Dragonja v območju testnega transekt 124 razvrščena v 1. - 2. ekomorfološki kakovostni razred (VGI, 1994, 2002, cit.po Bizjak 2003).

Izmerjena eko-morfološka ocena transekt 124 po metodi SVAP, je bila 7,5. Stanje transekt je ocenjeno kot dobro.



Fotografija 4: Testni transekt 124

### **Testni transekt 125**

Testni transekt 125 (fotografija 5) se nahaja v srednjem teku reke Dragonje, v območju pod Koštabono. Struga, obrežje reke in pribrežna zemljišča so v naravnem stanju. Pribrežna zemljišča so v zaraščanju. Do leta 1954 oziroma 1945 sta na desnem bregu reke v bližini testnega transekt delovala Ratikljanov in Košolanin mlin. Mlina in mlinščici v območju testnega transekt nista vidna (Bizjak, 2003). Po študiji Kategorizacija pomembnejših slovenskih vodotokov po naravovarstvenem pomenu je reka Dragonja v območju testnega transekt 125 razvrščena v 1. - 2. ekomorfološki kakovostni razred (VGI, 1994, 2002, cit.po Bizjak, 2003).

Izmerjena eko-morfološka ocena transekt 125 po metodi SVAP, je bila 7,45. Stanje transekt je ocenjeno kot dobro.



Fotografija 5: Testni transekt 125

### **Testni transekt 147**

Testni transekt 147 (fotografija 6) se nahaja v srednjem teku reke Dragonje, v območju Petrinjevice. Struga, obrežje reke in pribrežna zemljišča so v naravnem stanju. Pribrežna zemljišča so v zaraščanju. Do leta 1968 je na desnem bregu reke v bližini testnega transeкта deloval Blažev mlin (Bizjak, 2003). Mlin in mlinščica v območju testnega transeкта nista vidna. Po študiji Kategorizacija pomembnejših slovenskih vodotokov po naravovarstvenem pomenu je reka Dragonja v območju testnega transeкта 147 razvrščena v 1. - 2. ekomorfološki kakovostni razred (VGI, 1994, 2002, cit.po Bizjak, 2003).

Izmerjena eko-morfološka ocena transeкта 147 po metodi SVAP, je bila 7,7. Stanje transeкта je ocenjeno kot dobro.



Fotografija 6: Testni transekt 147

### **Testni transekt 167**

Testni transekt 167 (fotografija 7) se nahaja v srednjem teku reke Dragonje, pri Senjaku pod Krkavčami. V testnem transektu so struga reke (pregaz), obrežje (kolovoz, odstranjena obrežna vegetacija) in pribrežna zemljišča (pridelovalne površine na desnem bregu) delno oziroma v celoti antropogeno spremenjena. Do leta 1940 je na desnem bregu reke v bližini testnega transeкта deloval mlin pri Tometiču (Bizjak, 2003). Po študiji Kategorizacija pomembnejših slovenskih vodotokov po naravovarstvenem pomenu je reka Dragonja v območju testnega transeкта 167 razvrščena v 2. ekomorfološki kakovostni razred (VGI, 1994, 2002, cit.po Bizjak, 2003).



Izmerjena eko-morfološka ocena transekt 167 po metodi SVAP, je bila 7,6. Stanje transekt je ocenjeno kot dobro.



Fotografija 7: Testni transekt 167

### **Testni transekt 188**

Testni transekt 188 (fotografija 8) se nahaja v srednjem teku reke Dragonje na Stari vali nasproti Sv. Štefana. V testnem transektu je struga reke v naravnem stanju, obrežje (odstranjena obrežna vegetacija) in pribrežna zemljišča (pridelovalne površine na desnem bregu) pa so delno oziroma v celoti antropogeno spremenjeni. Do leta 1948 je na levem bregu reke v bližini testnega transekt deloval mlin pod Dramcem (Bizjak, 2003). Po študiji Kategorizacija pomembnejših slovenskih vodotokov po naravovarstvenem pomenu je reka Dragonja v območju testnega transekt 188 razvrščena v 2. ekomorfološki kakovostni razred (VGI, 1994, 2002, cit.po Bizjak, 2003).

Izmerjena eko-morfološka ocena transekt 188 po metodi SVAP, je bila 6,1. Stanje transekt je ocenjeno kot zadostno.



Fotografija 8: Testni transekt 188

### **Testni transekt 214**

Testni transekt 214 (fotografija 9) se nahaja v srednjem teku reke Dragonje v Vrbovju nasproti vasi Dragonja. V testnem transektu je struga reke v naravnem stanju, obrežje (odstranjena obrežna vegetacija) in pribrežna zemljišča (pridelovalne površine na desnem bregu) pa so delno oziroma v celoti antropogeno spremenjeni. Do leta 1945 je na desnem bregu reke v bližini testnega transeкта deloval mlin Makinja (Bizjak, 2003). Po študiji Kategorizacija pomembnejših slovenskih vodotokov po naravovarstvenem pomenu je reka Dragonja v območju testnega transeкта 214 razvrščena v 2. ekomorfološki kakovostni razred (VGI, 1994, 2002, cit.po Bizjak, 2003).

Izmerjena eko-morfološka ocena transeкта 214 po metodi SVAP, je bila 4,2. Stanje transeкта je ocenjeno kot slabo.



Fotografija 9: Testni transekt 214

### **Testni transekt 217**

Testni transekt 217 (fotografija 10) se nahaja v srednjem teku reke Dragonje v Vrbovju nasproti vasi Dragonja. V testnem transektu je struga reke in obrežje v naravnem stanju, pribrežna zemljišča (pridelovalne površine na levem bregu, zaraščanje na desnem bregu) pa so delno oziroma v celoti antropogeno spremenjena. Do leta 1945 je na desnem bregu reke v bližini testnega transektu deloval mlin Makinja (Bizjak, 2003). Po študiji Kategorizacija pomembnejših slovenskih vodotokov po naravovarstvenem pomenu je reka Dragonja v območju testnega transektu 217 razvrščena v 2. ekomorfološki kakovostni razred (VGI, 1994, 2002, cit.po Bizjak, 2003).

Izmerjena eko-morfološka ocena transektu 217 po metodi SVAP, je bila 3,7. Stanje transektu je ocenjeno kot slabo.



Fotografija 10: Testni transekt 217

### **Testni transekt 222**

Testni transekt 222 (fotografija 11) se nahaja v spodnjem teku reke Dragonje v območju cestnega mostu mednarodnega mejnega prehoda Dragonja pod Kaštelom. V testnem transektu je reka Dragonja regulirana v klasičen trapezni profil. Struga reke, obrežje in pribrežna zemljišča so v celoti antropogeno spremenjeni. V območju testnega transekta prevladujejo utrjene oziroma asfaltirane prometne površine in stanovanjski objekti (Bizjak, 2003). . Po študiji Kategorizacija pomembnejših slovenskih vodotokov po naravovarstvenem pomenu je reka Dragonja v območju testnega transekta 222 razvrščena v 3. ekomorfološki kakovostni razred (VGI, 1994, 2002, cit.po Bizjak, 2003).

Izmerjena eko-morfološka ocena transekta 222 po metodi SVAP, je bila 1,3. Stanje transekta je ocenjeno kot slabo.



Fotografija 11: Testni transekt 222

### **Testni transekt 225**

Testni transekt 225 (fotografija 12) se nahaja v spodnjem teku reke Dragonje v območju dolvodno od mednarodnega mejnega prehoda Dragonja. V testnem transektu je reka Dragonja regulirana v klasičen trapezni profil, v strugo je umeščen prelivni objekt brez ribje steze. Struga reke, obrežje in pribrežna zemljišča so v celoti antropogeno spremenjeni. V območju testnega transekta na levem in desnem bregu reke prevladujejo intenzivne pridelovalne površine. Do leta 1938 je na levem bregu reke v bližini testnega transekta deloval mlin Škodelin (Bizjak, 2003). . Po študiji Kategorizacija pomembnejših slovenskih vodotokov po

naravovarstvenem pomenu je reka Dragonja v območju testnega transekt 225 razvrščena v 3. ekomorfološki kakovostni razred (VGI, 1994, 2002, cit.po Bizjak, 2003).

Izmerjena eko-morfološka ocena transekt 225 po metodi SVAP, je bila 1,2. Stanje transekt je ocenjeno kot slabo.



Fotografija 12: Testni transekt 225

### **Testni transekt 254**

Testni transekt 254 (fotografija 13) se nahaja v spodnjem teku reke Dragonje oziroma v kanalu Sv. Odorika v območju mostu mednarodnega mejnega prehoda Sečovlje. V testnem transektu je reka Dragonja regulirana v klasičen trapezni profil, ki dolvodno postopoma prehaja v dvojni trapezni profil z galerijo. Struga reke, obrežje in pribrežna zemljišča so v celoti antropogeno spremenjeni. V območju testnega transekt na levem in desnem bregu reke prevladujejo intenzivne pridelovalne površine in grajeni objekti. Do leta 1943 je na desnem bregu reke v bližini testnega transekt deloval mlin pri Klimiču (Bizjak, 2003). Po študiji Kategorizacija pomembnejših slovenskih vodotokov po naravovarstvenem pomenu je reka Dragonja oziroma kanal Sv. Odorika v območju testnega transekt 254 razvrščena v 3. ekomorfološki kakovostni razred (VGI, 1994, 2002, cit.po Bizjak, 2003).

Izmerjena eko-morfološka ocena transekt 254 po metodi SVAP, je bila 1,4. Stanje transekt je ocenjeno kot slabo.



Fotografija 13: Testni transekt 254

## **4.2 REZULTATI IN RAZPRAVA**

Za potrebe vrednotenja rezultatov metode SVAP, bomo izvedli primerjavo rezultatov s tremi različnimi metodami za ocenitev hidromorfološkega stanja rečnih koridorjev. Vse tri metode so bile uporabljene na koridorju reke Dragonje, na lokacijah testnih transektov. Evidentiranje hidromorfološkega stanja po sinteznem postopku in po nemški metodi GSGB (Gewässerstrukturgütebewertung) je opravil v doktorski disertaciji dr. Aleš Bizjak, ter skupina dvanajstih (individualno) absolventov univerzitetnih študijev Vodarstvo in komunalno inženirstvo ter Gradbeništvo – smer hidrotehnika na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani. Evidentiranje hidromorfološkega stanja po italjanski metodi I.F.F. (Indice di Funzionalità Fluviale), pa je za potrebe diplomskega dela opravil diplomant Peter Batistič.

### **4.2.1 Opisi posameznih metod.**

#### **4.2.1.1 I.F.F. Indice di Funzionalità Fluviale (Indeks funkcionalnosti vodotokov)**

Glavni cilj metode je omogočiti ocenitev celotnega stanja vodnih okolij in njihove funkcionalnosti, mišljene kot rezultat sodelovanja in integracije pomembne serije biotskih in abiotskih dejavnikov, prisotnih v vodnem in v z njim povezanem kopenskem ekosistemu.

S pomočjo opisa morfoloških, strukturnih in biotskih ekoloških dejavnikov, zaznamo njihovo vlogo, ter eventualno stopnjo odstopanja od stanja maksimalne funkcionalnosti. Kritično in celovito branje okoljskih karakteristik tako omogoči določitev skupnega indeksa funkcionalnosti.

Taka metoda ravno zaradi svojega celostnega pristopa podaja posebne informacije. Te se lahko tudi bistveno razlikujejo od tistih, pridobljenih s pomočjo drugih indeksov in metod, ki omejujejo področje raziskave na bolj omejeno število okoljskih vidikov in/ali področji. Taki primeri so: IBE, saprobni indeks, kemijske analize, mikrobiološke analize, itd.

Indeks IFF (Indice di Funzionalità Fluviale) izhaja iz RCE-I (Riparian Channel Environmental Inventory). Metodo je zasnoval R. C. Petersen iz Inštituta za Limnografijo na Univerzi v Lurdu (Švedska) proti koncu osemdesetih let prejšnjega stoletja in izdal leta 1992. Indeks Funkcionalnosti vodotokov je tako zasnovan, da omogoča aplikacijo na vsakem rečnem okolju, tako gorskem kot nižinskem. Lahko ga torej uporabljamo na hudournikih in rekah kot tudi na dovodnih in derivacijskih kanalih, edini pogoj je prisotnost tekoče vode. Prilagojen je uporabi v alpskih, apeninskih in otoških razmerah, splošneje povedano v mediteranskih razmerah.

Popisni list IFF sestavlja prvi del, ki se nanaša na spremne okoljske informacije in drugi del, ki ga sestavlja 14 vprašanj. Ta se nanašajo na glavne ekološke značilnosti vodotoka in nanje je možno odgovoriti le z enim od štirih v naprej določenih odgovorov.

Spremnne informacije o vodotoku se nanašajo na: povodje, vodotok, kraj, širino aktivne struge in dolžino homogenega odseka, ki ga obravnavamo.

Na koncu popisnega lista je še prostor, kjer lahko zapišemo: stanje kalnosti vode, posebnosti pri zajemanju podatkov, okoljske posebnosti, sestavo tal (karbonatna ali silicijeva)...

Vprašanja lahko razdelimo na različne funkcijske skupine.

- Vprašanja od 1 do 4 se tičejo stanja vegetacije na brežinah in v bližnji okolici vodotoka. Z njimi skušamo analizirati različne tipologije in sestavo vegetacije, ki vplivajo na rečno okolje, kot naprimer raba okoliškega teritorija in širina naravnega riparijskega pasu;
- Vprašanja 5 in 6 se nanašata na relativno širino omočene struge in fizične in morfološke karakteristike obalnega pasu. Odgovora na ti dve vprašanji nam podajata informacije o hidravličnih karakteristikah vodotoka;
- Vprašanja od 7 do 11 upoštevajo sestavo struge. Tukaj skušamo razpoznati različne tipologije, ki povečujejo okoljsko raznolikost in samočistilno sposobnost;
- Vprašanja od 12 do 14 zajemajo biološke karakteristike. Na ta vprašanja odgovorimo tako, da analiziramo skupnosti makrofitov in nevretenčarjev ter sestavo detrita.



Preglednica 21: Funkcionalne enote in karakteristike metode I.F.F. (Vir: Siligardi et al., 2000 )

<b>Funkcionalna enota</b>	<b>karakteristika</b>
Obrežni pas	stanje okoliškega teritorija
	obstoječa vegetacija v primarnem / sekundarnem obrežnem pasu
	širina drevesnih ali grmičastih združb
	zveznost drevesnih ali grmičastih združb v obrežnem pasu
Hidrologija	vodne razmere v strugi
	zgradba obalnega pasu
Morfologija struge	strukture za vzdrževanje trofnih snovi
	erozija
	prečni prerez
	struktura dna vodotoka
	brzice, tolmeni ali meandri
Biološka struktura	vegetacija v omočeni strugi, ki ima turbulentni / laminarni tok
	detrit
	makrobentonska skupnost

Na vse odgovore so vezane številčne uteži (od minimalno 1 pa do maksimalno 30), ki odražajo razliko v funkcionalnosti med posameznimi odgovori. Dodeljene uteži posamičnim odgovorom nimajo nobene matematične osnove, ampak izvirajo iz ocenjevanja vplivov posamičnega elementa na funkcionalne procese celotnega sistema.

Vrednost indeksa IFF, ki ga dobimo, če seštejemo številčne uteži posamičnih odgovorov, lahko zavzemajo vrednosti od minimalno 14 do maksimalno 300.

Vrednosti indeksa IFF pretvorimo v pet stopenj funkcionalnosti, ki jih označimo z rimskimi številkami od **I**, ki kaže na najboljše razmere, pa do **V**, ki označuje najslabše stanje. K vsaki stopnji funkcionalnosti je prirejena opisna ocena funkcionalnosti. Predvidene so še vmesne stopnje tako, da je možno bolj natančno prikazati prehode med posameznimi glavnimi stopnjami (Preglednica 22 ).

Preglednica 22: Stopnje funkcionalnosti, pripadajoče ocene in referenčna barva. (Vir: Siligardi et al., 2000 )

Stopnja funkcionalnosti	Vrednost indeksa I.F.F.		Ocena funkcionalnosti	Barva
	od	do		
I	261	300	visoka	modra
I-II	251	260	dobra do visoka	zeleno modra
II	201	250	dobra	zelena
II-III	181	200	povprečna do dobra	rumeno zelena
III	121	180	povprečna	rumena
III-IV	101	120	slaba do povprečna	oranžno rumena
IV	61	100	slaba	oranžna
IV-V	51	60	zelo slaba do slaba	rdeče oranžna
V	14	50	zelo slaba	rdeča

Pri grafični predstavitvi rezultatov se uporabljata dve krivulji, ki omejujeta os struge z leve in desne, ter z ustreznimi barvami prikažeta stopnjo funkcionalnosti za vsak breg posebej. Tak način prikaza lahko uporabljamo v kombinaciji s kartami 1:10.000 in 1:25.000 za natančen prikaz ter 1:100.000 za bolj celovit prikaz stanja.

#### 4.2.1.2 GSGB Gewässerstrukturgütebewertung

Namen nemške metode Gewässerstrukturgütebewertung (v nadaljnjem besedilu GSGB), je oceniti stanje vodotoka glede na stanje in značilnosti spremenljivk funkcionalnih enot vodotoka: florisnega poteka vodotoka, vzdolžnega profila, strukture rečnega dna, prečnega profila, strukture obrežja in rabe pribrežnih zemljišč, predstavljenih v preglednici.

Preglednica 23: Hidromorfološke funkcionalne enote in spremenljivke metode GSGB (Vir: Zumbroich et al., 1999, cit.po Bizjak, 2003)

<b>funkcionalna enota</b>	<b>spremenljivka</b>
tlorisni potek vodotoka	zavitost rečnega toka
	bočna erozija v zavojih
	vzdolžna prodišča
	posebne strukture
vzdolžni profil	prečni objekti
	zaježitve
	zacevljenost
	prečna prodišča
	raznoverstnost toka
	spreminjanje globine
rečno dno	substrat rečnega dna
	talne ureditve
	raznoverstnost substrata
	posebne strukture tal
prečni profil	tip profila
	globina profila
	bočna erozija
	spreminjanje širine profila
	prepustnost
obrežje	obrežna zarast
	ureditve obrežij
	posebne ureditve obrežij
pribrežno zemljišče	raba tal
	obrežni pas
	posebne strukture

Metoda GSGB je uporabna za vodotoke z vidnim dnom širine od 1 do 10 m. Dolžina kartirnega odseka po metodi je med 50 in 500 m, v odvisnosti od širine vodotoka. Metoda predvideva kartiranje po odsekih vzdolž celotne dolžine vodotoka, na katerem ocenjujemo hidromorfološko stanje. Ocena stanja spremenljivk funkcionalnih enot predvideva uporabo uteži, odvisna je od tipa vodotoka (vodotok v soteski ali globoki V dolini, vodotok v ledeniški U dolini, meandrirani dolinski vodotok, vodotok v kadunjasti ali plitvi V dolini, prodonosni

vodotok s poplavnimi lokami in ravninski vodotok), redkeje pa od širine toka vode ali globine profila.

Z izračunom skupne ocene ohranjenosti vodotoka kot povprečja rezultatov delnih ocen funkcionalnih enot tlorisnega poteka vodotoka, vzdolžnega profila, rečnega dna, prečnega profila, obrežja in pribrežnega zemljišča, metoda GSGB razvrsti ocenjevani odsek vodotoka v enega izmed sedmih kakovostnih razredov. Kakovostni razredi so določeni z enakomernimi razponi hidromorfološke ocene. Nižja kot je ocena, boljši je kakovostni razred oziroma bližje naravnemu stanju je vodotok, in obratno, višja kot je ocena, slabši je kakovostni razred oziroma bolj je vodotok spremenjen. Preglednica prikazuje razpone ocen za kakovostne razrede hidromorfološke ohranjenosti vodotoka po metodi GSGB.

Preglednica 24: Razpon ocen in pripadajoči kakovostni razred po metodi GSGB (Vir: Zumbroich et al., 1999, cit.po Bizjak, 2003)

ocena GSGB	kakovostni razred
1,0–1,7	1
1,8–2,6	2
2,7–3,5	3
3,6–4,4	4
4,5–5,3	5
5,4–6,2	6
6,3–7,0	7

Za oceno stanja tlorisnega poteka raziskovanega vodotoka metoda GSGB upošteva stanje izbranih spremenljivk tlorisnega poteka vodotoka: zavrtost rečnega toka glede na tip rečne doline, intenziteto bočne erozije v zavojih struge glede na tip rečne doline in razgibanost toka vode, pojavnost vzdolžnih prodišč (prodišča ob obrežjih, prodišča v zavojih, otočna prodišča, prodišča na sotočjih) glede na širino toka (< 5 m ali 5–10 m) in posebne strukture struge (plavni les, zapadlo drevje, tvorjenje otokov, širitve toka, zožitve toka, cepitve toka, kaskade) glede na širino toka (< 5 m ali 5–10 m).

V oceni stanja vzdolžnega profila raziskovanega vodotoka metoda upošteva stanje izbranih spremenljivk vzdolžnega profila vodotoka: zveznost rečnega koridorja glede na vpliv prečnih

objektov, izrazitost zajezev toka, zacevjenost glede na delež sedimenta, število prečnih prodišč glede na tip rečne doline in širino toka (< 5 m ali 5–10 m), izrazitost raznovrstnosti toka glede na tip rečne doline in intenzivnost spreminjanja globine vode glede na tip rečne doline.

V oceni stanja rečnega dna vodotoka metoda upošteva stanje izbranih spremenljivk rečnega dna vodotoka: talne ureditve glede na izvedbo, raznovrstnost substrata glede na tip rečne doline in posebne strukture tal (oblike tolmunov, vodne brazde, brzice, stopnje, kaskade) glede na tip rečne doline.

V oceni stanja prečnega profila vodotoka metoda upošteva stanje izbranih spremenljivk prečnega profila vodotoka: tip profila glede na stanje (naravni, antropogeni) in tip izvedbe, globina profila, intenziteta bočne erozije glede na tip rečne doline in globino profila, spreminjanje širine profila glede na tip rečne doline in tok vode glede na prepustnost in zasnovno prepustov.

V oceni stanja obrežja vodotoka metoda upošteva stanje izbranih spremenljivk obrežja vodotoka: obrežna zarast levega in desnega brega vodotoka glede na izvor, antropogene ureditve za levi in desni breg vodotoka glede na tip izvedbe in število posebnih ureditev obrežij (plavni les, zapadlo drevje, koreninski koridorji).

V oceni stanja pribrežnih zemljišč metoda upošteva stanje izbranih spremenljivk pribrežnih zemljišč vodotoka: raba tal za levi in desni breg vodotoka glede na tip rečne doline in delež površine pribrežnih zemljišč (> 50 % ali 10 – 50 %), ki ga zaseda, ter izvor (naravna ali antropogena), pribrežni pas za levi in desni breg vodotoka glede na delež površine pribrežnih zemljišč (> 50 % ali 10 – 50 %), ki ga zaseda, ter širino pribrežnega pasu in posebne antropogene strukture pribrežnih zemljišč za levi in desni breg vodotoka glede na oddaljenost (nezatna, zmerna, velika) od vodotoka ( Zumbroich et al., 1999, cit.po Bizjak, 2003).

#### 4.2.1.3 Sintezna metoda

Vsebinsko izhodišče za izdelavo sintezne metode je bila naravna ohranjenost vodotoka ali naravno dinamično hidromorfološko stanje rečnega koridorja. Pri izdelavi metode je bil izbor hidromorfoloških spremenljivk sintezne metode ter velikost hidromorfoloških uteži prilagojen transektnemu konceptu metode. V izboru je bila pozornost posvečena predvsem tistim hidromorfološkim spremenljivkam, katerih vrednosti določamo z merjenji ali štetji, manj pa tistim, katerih vrednosti določamo na osnovi subjektivnih predstav (Bizjak, 2003).

Sintezna metoda upošteva izkušnje nekaterih tujih metod za oceno hidromorfološkega stanja rečnih koridorjev. Ocenjevalni sistem je po vzoru metode GSGB razčlenjen na področja ali hidromorfološke funkcionalne enote rečnega koridorja, hidromorfološke strukturne enote rečnega koridorja in hidromorfološke spremenljivke rečnega koridorja (Bizjak, 2003).

V postopku ocenjevanja hidromorfološkega stanja rečnega koridorja nas zanima stanje hidromorfoloških kakovosti rečnega koridorja oziroma količina antropogenega posega v rečnem koridorju po posameznih funkcionalnih enotah rečnega koridorja, predstavljenih v preglednici. Namen metode je izdelati skupno hidromorfološko kakovostno oceno hidromorfološkega stanja rečnega koridorja v transektu, ter določiti hidromorfološki kakovostni razred transekta.

Skupno hidromorfološko kakovostno oceno transekta po sintezni metodi izračunamo kot povprečje vrednosti delnih hidromorfoloških kakovostnih ocen funkcionalnih enot rečnega koridorja v transektu (teka vodotoka, vzdolžnega profila, prečnega profila, rečnega dna, obrežja in pribrežnih zemljišč). Delne hidromorfološke ocene funkcionalnih enot rečnega koridorja pa izračunamo kot povprečne vrednosti delnih hidromorfoloških spremenljivk (Bizjak, 2003).

Vrednosti hidromorfoloških uteži z razponom od 1 do 7 pripisujemo hidromorfološkim spremenljivkam ali kombinacijam hidromorfoloških spremenljivk v strukturnih enotah rečnega koridorja glede na stanje hidromorfoloških kakovosti rečnega koridorja oziroma

količina antropogenega posega. Manjša kot je utež (najmanj 1) hidromorfološke spremenljivke, boljše je stanje hidromorfoloških kakovosti ali manjša je količina antropogenega posega v rečni koridor, ki ju hidromorfološka spremenljivka opisuje. In obratno, večja kot je utež (največ 7), slabše je stanje hidromorfoloških kakovosti ali večja je količina antropogenega posega v rečni koridor, ki ju hidromorfološka spremenljivka opisuje (Bizjak, 2003)

Hidromorfološki kakovostni razred transekta se določi glede na skupno hidromorfološko kakovostno oceno transekta in razpon hidromorfoloških kakovostnih ocen. Pri razponih hidromorfoloških kakovostnih ocen in pripadajočih kakovostnih razredov sintezne metode se je avtor zgledoval po metodi GSGB. Obdržana je sedemstopenjska lestvica kakovostnih razredov z enotno porazdeljenimi razponi hidromorfoloških kakovostnih razredov, kakor prikazuje preglednica (Bizjak, 2003).

Preglednica 25: Razpon ocen in pripadajoči kakovostni razred po sintezni metodi (Vir: Bizjak, 2003)

hidromorfološka kakovostna ocena	hidromorfološki kakovostni razred
1,0 - 1,7	1 / naraven vodotok
1,8 - 2,6	2 / malo spremenjen vodotok
2,7 - 3,5	3 / zmerno spremenjen vodotok
3,6 - 4,4	4 / spremenjen vodotok
4,5 - 5,3	5 / občutno spremenjen vodotok
5,4 - 6,2	6 / močno spremenjen vodotok
6,3 - 7,0	7 / zelo močno spremenjen vodotok

Preglednica 26 : Hidromorfološke funkcionalne in strukturne enote rečnega koridorja v sintezni metodi ter izbrane hidromorfološke spremenljivke (vir: Bizjak, 2003)

funkcionalna enota	strukturne enote	hidromorfološka spremenljivka
tek vodotoka	vijugavost vodnega toka v transektu	tek vodotoka vijugavost vodnega toka v teku vodotoka
	erozija brežin v transektu	lokalna vijugavost vodnega toka v transektu intenzivnost erozijskih procesov
	posebne strukture teka v transektu	širina aktivne struge dolžina krajše osi otoka zapadlo drevje plavni les
	antropogeni vodni tokovi v transektu	antropogeni vodni tokovi
vzdolžni profil	prodišča v transektu	širina aktivne struge v transektu razmerje število prodišč / m <sup>1</sup> transeкта
	spreminjanje globine vode v transektu	tek vodotoka razmerje število tolmunov / m <sup>1</sup> transeкта
	raznovrstnost vodnega toka v transektu	širina aktivne struge razmerje število prodišč / m <sup>1</sup> transeкта povprečna globina tolmunov razmerje število vodnih brazd / m <sup>1</sup> transeкта razmerje število brzic / m <sup>1</sup> transeкта število stopenj število plitvin
	poglabljanje profila v transektu	urezanost profila biološka obrast substrata
prečni profil	tip profila v transektu	tip profila
	prečni objekti v transektu	ureditve prečnega profila
	prehodi struge v transektu	prehodi struge
	prepusti v transektu	prepusti
rečno dno	ohranjenost rečnega dna v transektu	materiali in utrditve rečnega dna
	raznovrstnost zemljinskega rečnega dna v transektu	tip vodotoka razmerje število prodišč / m <sup>1</sup> transeкта povprečna globina tolmunov razmerje število vodnih brazd / m <sup>1</sup> transeкта razmerje število brzic / m <sup>1</sup> transeкта število stopenj število plitvin

Se nadaljuje...



...nadaljevanje

<b>funkcionalna enota</b>	<b>strukturne enote</b>	<b>hidromorfološka spremenljivka</b>
obrežje	gradivo antropogenih brežin v transektu	gradivo antropogenih brežin
	obrežna vegetacija v transektu	obrežna vegetacija prostorska distribucija obrežne vegetacije
	preraščenost struge s terestrično obrežno vegetacijo v transektu	tek vodotoka preraščenost struge s terestrično obrežno vegetacijo
	zaraščenost struge z akvatično obrežno vegetacijo v transektu	tek vodotoka zaraščenost struge z akvatično obrežno vegetacijo
	posebne strukture obrežja v transektu	širina aktivne struge v transektu zapadlo drevje plavni les obrežni hidromorfološki nizi
pribrežna zemljišča	širina rečnega koridorja v transektu	tek vodotoka širina rečnega koridorja
	širina zaledne vegetacije v transektu	tek vodotoka širina zaledne vegetacije
	raba pribrežnih zemljišč v transektu	raba pribrežnih zemljišč
	hidrotehnične ureditve pribrežnih zemljišč v transektu	hidrotehnične ureditve pribrežnih zemljišč

#### 4.2.2 Korelacija

Pri primerjavi ocen hidromorfološkega stanja dvanajstih transektov na koridorju reke Dragonje po štirih različnih metodah, bo uporabljena statistična mera korelacija. Korelacija je statistična mera, ki vrednoti povezanost med dvema spremenljivkama na enoti populacije. Pri tem sta pomembni relaciji odvisnost (relacija, kjer vrednosti ene spremenljivke vplivajo na vrednosti druge spremenljivke, v drugo smer pa vpliva ni) in povezanost ali soodvisnost (relacija, ko se vrednosti obeh spremenljivk spreminjajo hkrati). Test korelacije analizira torej le sorodnost ali podobnost med dvema spremenljivkama, ne analizira pa dejanskega vpliva spremembe ene spremenljivke na spremembo druge. Za test korelacije morajo biti vrednosti obeh spremenljivk normalno porazdeljene meritve ali štetja, pri čemer vrednosti kot ocene stanja opazovane kakovosti niso uporabne

Korelacijo linearno povezanih spremenljivk določamo s Pearsonovim koeficientom korelacije  $r$ . Ta izraža oddaljenost sorodnosti ali podobnosti dveh spremenljivk od ravne črte oziroma meri intenziteto linearne povezanosti spremenljivk.

Vrednosti koeficienta korelacije  $r$  blizu 1 ali -1 opisujejo močno korelacijo, vrednosti blizu 0 pa majhno korelacijo spremenljivk, kakor prikazuje preglednica

Preglednica 27: Jakostni razredi koeficiena korelacije (Vir: Pfajfar in Arh, 2002)

koeficient korelacije $r$	jakost korelacije
1 – 0,9	zelo visoka
0,9 – 0,7	visoka
0,7 – 0,5	srednja
0,5 – 0,3	nizka
0 – 0,3	ni korelacije

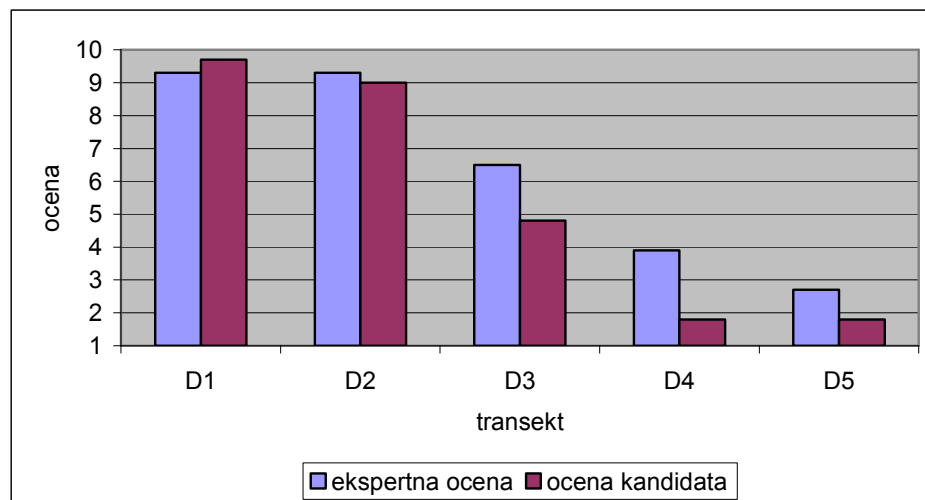
### 4.2.3 Primerjava ekspertne in kandidatove ocene

Za potrebe doktorske disertacije Aleša Bizjaka, je bil izveden izbor testne metode vrednotenja ekomorfološkega stanja vodotokov. Dr. Bizjak je opravil na petih transektih reke Reke in reke Dragonje vrednotenje ekomorfološkega stanja s petimi različnimi metodami: RCE (Petersen, 1992), SVAP (Newton et al., 1998), RHS (Raven et al., 1998), in GSGB (Zumbroich et al., 1999). Za testno metodo sintezne metode je bila izbrana nemška metoda GSGB.

Dne 22.05.2005 je bilo na istih transektih na območju koridorja reke Dragonje s strani kandidata izvedeno vrednotenje ekomorfološkega stanja po metodi SVAP. Transekti so določeni glede na tek reke na zgornji, srednji in spodnji, ter glede na količino antropogenih posegov v rečni koridor po podatkih študije Kategorizacija pomembnejših slovenskih vodotokov po naravovarstvenem pomenu. Dolžina vrednotenih transektov je 500m.

Preglednica28 : Primerjava ekspertne in kandidatove ocene SVAP

transekt	ekspertna SVAP		Kandidatova SVAP	
	ocena	razred	ocena	razred
Rebarce pod Trsekom (D1)	9.3	odlično	9.7	odlično
Laborska dolina (D2)	9.3	odlično	9	odlično
Mlini / Vrbovje (D3)	6.5	zadostno	4.8	slabo
Mlini / Rovedo – Fondovo (D4)	3.9	slabo	1.8	slabo
Soline (D5)	2.7	slabo	1.8	slabo



Grafikon 2 : Primerjava ekspertne in kandidatove ocene

Rezultati ocenjevanja hidromorfološkega stanja reke Dragonje, kažejo dobršno mero podobnosti med ekspertno in kandidatovo oceno v prvih dveh transektih. Oba transekta ležita v zgornje teku reke. Tu je reka dobro naravno ohranjena in ni antropogenega vpliva. Največje odstopanje in razlika med ekspertno in kandidatovo oceno hidromorfološkega stanja je opazna v tretjem transektu, kjer pride do razlike v razredu ocenejvanja. D3 se nahaja na meji med srednjim in spodnjim tekom, tik pred mejnih prehodom Dragonja. Struga se v tem delu pogloblja, onemogočen je stik s poplavno ravnico, obrežni pas je ozek. Struga ni antropogeno spremenjena, je pa v zelo slabem naravnem stanju. Od mejnega prehoda dolvodno je struga antropogeno spremenjena v odvodni kanal dvojnega trapeznega prereza. Na območju antropogenih regulacij se nahajata transekta D4 in D5. Rezultati kažejo nagnjenost kandidata k podajanju nižje ocene v degradiranem območju, kakovostni razred sicer ostaja isti.

#### 4.2.4 Primerjava rezultatov SVAP in GSGB metode

Primerjava rezultatov ocenjevanja hidromorfološkega stanja po metodah SVAP in GSGB, je izvedena na območju dvanajstih ti. testnih transektov predstavljenih v poglavju 4.1.4.

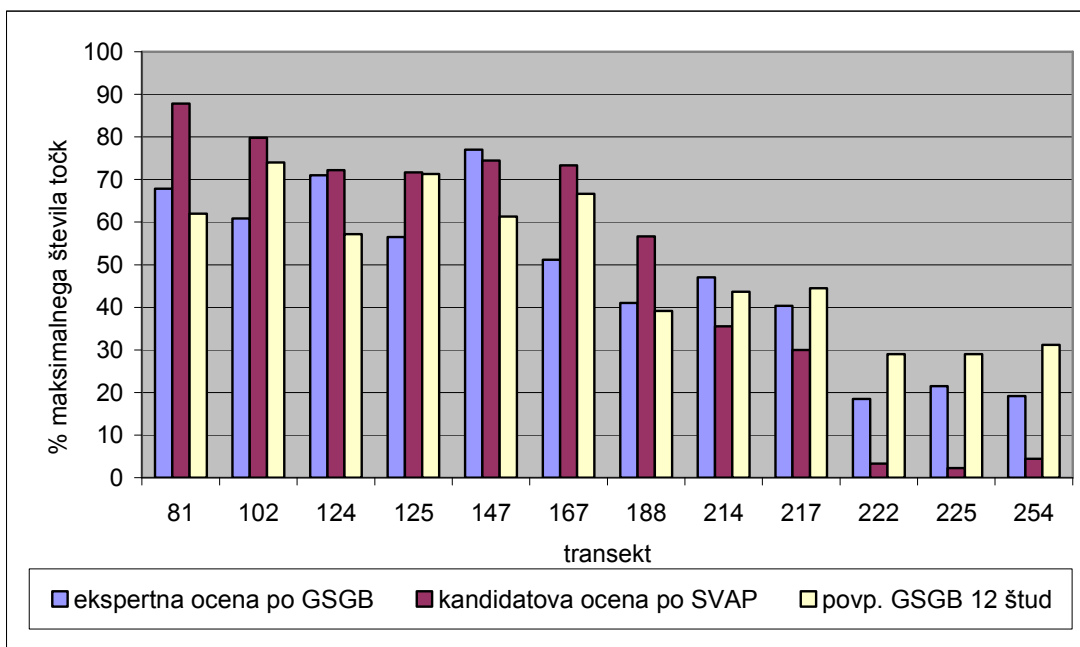
Kandidatovo vrednotenje ekomorfološkega stanja z metodo SVAP, bo primerjano s skupno ekspertno oceno in skupno povprečno oceno 12-tih študentov po metodi GSGB predstavljeni v poglavju 4.2.1.2.

Preglednica 29: Primerjava rezultatov ocenjevanja po metodi GSGB in SVAP

transekt	ekspertna ocena GSGB	razred (od 7)	% max. št. točk	povprečna ocena transeкта 12(študentov) GSGB	razred (od 7)	% max. št. točk	kandidatova ocena SVAP	razred (od 4)	% max. št. točk
81	2.93	3	67.83	3.28	3	62.00	8.91	1	87.89
102	3.35	3	60.83	2.56	2	74.00	8.18	2	79.78
124	2.74	3	71.00	3.57	4	57.17	7.5	2	72.22
125	3.61	4	56.50	2.72	3	71.33	7.45	2	71.67
147	2.38	2	77.00	3.32	3	61.33	7.7	2	74.44
167	3.93	4	51.17	3	3	66.67	7.6	2	73.33
188	4.54	5	41.00	4.65	5	39.17	6.1	3	56.67
214	4.18	4	47.00	4.38	4	43.67	4.2	4	35.56
217	4.58	5	40.33	4.33	4	44.50	3.7	4	30.00
222	5.89	6	18.50	5.26	5	29.00	1.3	4	3.33
225	5.71	6	21.50	5.26	5	29.00	1.2	4	2.22
254	5.85	6	19.17	5.13	5	31.17	1.4	4	4.44

Preglednica 30: Vrednosti koeficientov korelacije med metodami SVAP in GSGB

Pearson % max. št. točk		transekt	Rank			Pearson po rank.	
koef. korelacije r			eksp.	12štud	kand	koef. korelacije r	
$r_{\text{eksp-kand}}$	<b>0.92</b>	81	3	4	1	$r_{\text{rank(eksp-kand)}}$	<b>0.88</b>
$r_{\text{štud-kand}}$	<b>0.91</b>	102	4	1	2	$r_{\text{rank(štud-kand)}}$	<b>0.85</b>
$r_{\text{eksp-štud}}$	<b>0.84</b>	124	2	6	5	$r_{\text{rank(eksp-štud)}}$	<b>0.75</b>
		125	5	2	6		
		147	1	5	3		
		167	6	3	4		
		188	8	9	7		
		214	7	8	8		
		217	9	7	9		
		222	12	11	11		
		225	10	11	12		
		254	11	10	10		



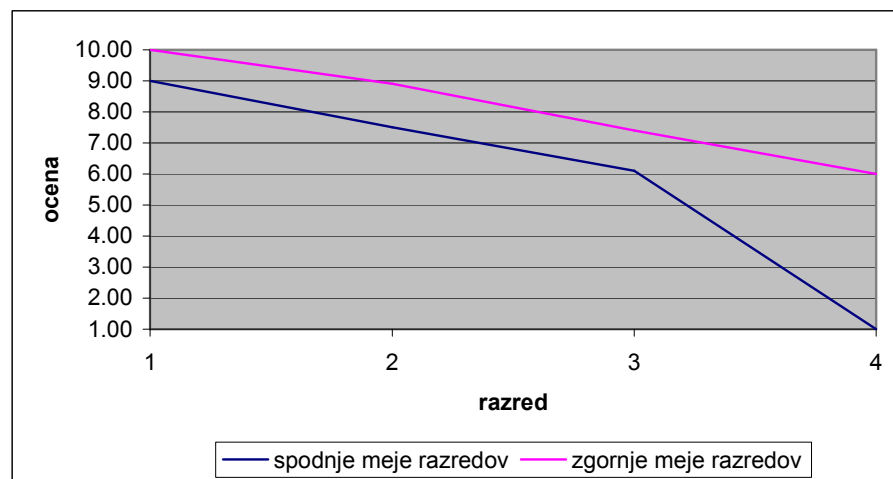
Grafikon 3: Primerjava rezultatov ocenjevanja po metodi GSGB in SVAP

Primerjava rezultatov ocenjevanja hidromorfološkega stanja reke Dragonje na 12- tih testnih transektih po metodi SVAP in GSGB je prikazana na grafu in tabeli . V tabeli so prikazani

koeficienti korelacije po Pearsonovi porazdelitvi, izračunani v programu Excel. V levem delu tabele so koeficienti izračunani glede na odstotek maksimalnega števila točk, na desni pa glede na razvrstitev ocen transektov od najvišje (1) do najnižje (12).

Koeficienta korelacije med ekspertno GSGB oceno in kandidatovo SVAP, ter med povprečno oceno 12-tih študentov GSGB ter kandidatovo SVAP, glede na odstotek maksimalnega števila točk, presežeta vrednost 0,9. Stopnja korelacije je ocenjena kot zelo visoka. Stopnja korelacije med ekspertno in študentsko oceno po metodi GSGB pa je ocenjena kot visoka. Koeficienti korelacije glede na Rank ne dosežejo vrednosti 0,9 in je stopnja pri vseh treh ocenjena kot visoka.

Največja odstopanja med ocenami hidromorfološkega stanja na koridorju reke Dragonje po metodah SVAP in GSGB so opazna na lokacijah zadnjih treh transektov. Omenjeni transekti se nahajajo v spodnjem teku reke, od mejnega prehoda Dragonja do solin, kjer reka teče po regulirani antropogeni strugi z dvojnimi trapeznimi koritom. Tu se potrjuje ugotovitev iz poglavja 4.2.3 o nagnjenosti kandidata k podajanju nižje ocene na degradiranih antropogenih območjih. Večja razlika je posledica razlik v metodah. Metoda GSGB ima več enakomerno razporejenih kakovostnih razredov (7) za razliko od metode SVAP katera vsebuje štiri neenakomerno razporejene razrede. Najslabši četrti kakovostni razred pri metodi SVAP, zajame kar 60 % vseh možnih točk (od 1-6), kar prikazuje graf.



Grafikon 4: Prikaz nelinearnosti kakovostnih razredov metode SVAP

Večja razlika v oceni v delih vodotoka, ki so osiromašeni hidromorfoloških struktur in splošne ekološke pestrosti pa gre na račun razlike v natančnosti obeh metod. Metoda GSGB je na splošno bolj natančna saj zajema več ocenjevalnih karakteristik. Pomembna razlika se pojavi v vrednotenju reguliranih strug, kjer se metoda GSGB izkaže za bolj natančno in uporabno. V ocenjevanju stanje rečnega dna, je upoštevana talna ureditev glede na izvedbo. V oceni prečnega profila je upoštevan tip profila glede na stanje in tip izvedbe. Ocena stanja obrežja pa se deli glede na izvor antropogene ureditve. V primeru vrednotenja reguliranih antropogenih strug se metoda SVAP izkaže za neuporabno, saj ne podaja zadostne resolucije vrednotenih karakteristik.

#### 4.2.5 Primerja rezultatov SVAP in sintezne metode

Primerjava rezultatov ocenjevanja hidromorfološkega stanja po sintezni in SVAP metodi, je izvedena na območju dvanajstih ti. testnih transektov predstavljenih v poglavju 4.1.4.

Kandidatovo vrednotenje ekomorfološkega stanja z metodo SVAP, bo primerjano s skupno ekspertno oceno in skupno povprečno oceno 12-tih študentov po sintezni metodi predstavljeni v poglavju 4.2.1.3.

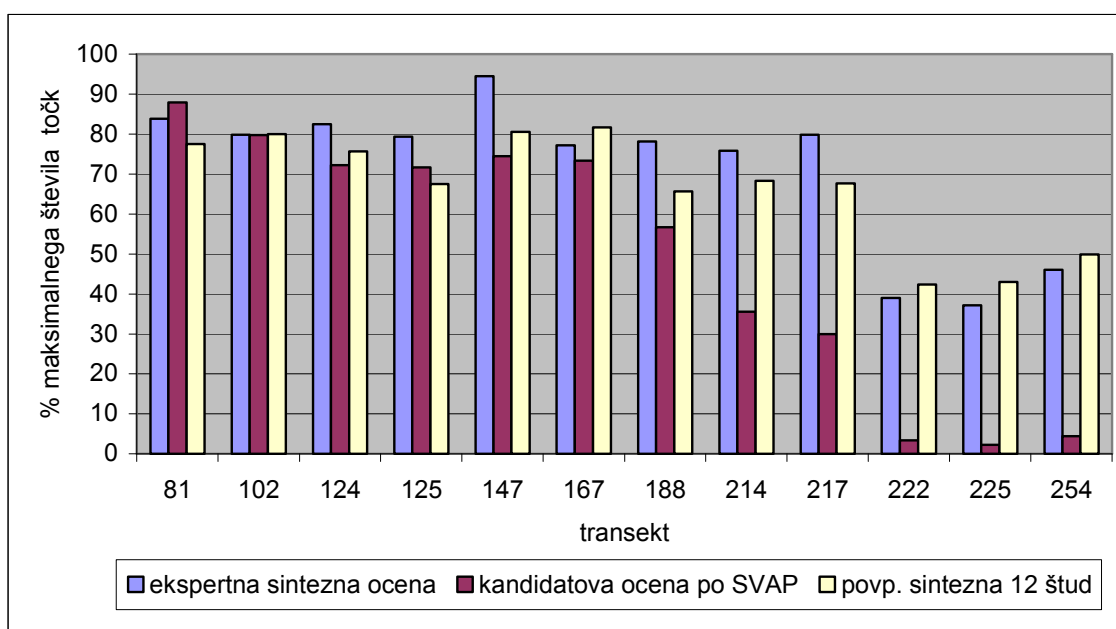
Preglednica 31: Primerjava rezultatov ocenjevanja po sintezni in SVAP metodi

transekt	ekspertna sintezna ocena	razred (od 7)	% max. št. točk	povprečna ocena transektu 12(študentov) sintezna metoda	razred (od 7)	% max. št. točk	kandidatova ocena SVAP	razred (od 4)	% max. št. točk
81	1.97	2	83.83	2.35	2	77.50	8.91	1	87.89
102	2.21	2	79.83	2.2	2	80.00	8.18	2	79.78
124	2.05	2	82.50	2.46	2	75.67	7.5	2	72.22
125	2.24	2	79.33	2.95	2	67.50	7.45	2	71.67
147	1.33	1	94.50	2.17	2	80.50	7.7	2	74.44
167	2.37	2	77.17	2.1	2	81.67	7.6	2	73.33
188	2.31	2	78.17	3.06	3	65.67	6.1	3	56.67
214	2.45	2	75.83	2.9	3	68.33	4.2	4	35.56
217	2.21	2	79.83	2.94	3	67.67	3.7	4	30.00
222	4.66	5	39.00	4.46	5	42.33	1.3	4	3.33
225	4.77	5	37.17	4.42	4	43.00	1.2	4	2.22
254	4.24	4	46.00	4.01	4	49.83	1.4	4	4.44



Preglednica 32: Vrednosti koeficientov korelacije med sintenzno in SVAP metodo

Pearson % max. št. točk		transekt	Rank			Pearson po rank.	
koef. korelacije r			eksp.	12štud.	Kand.	koef. korelacije r	
$r_{\text{eksp-kand}}$	<b>0.88</b>	81	2	4	1	$r_{\text{rank(eksp-kand)}}$	<b>0.81</b>
$r_{\text{štud-kand}}$	<b>0.92</b>	102	4	3	2	$r_{\text{rank(štud-kand)}}$	<b>0.87</b>
$r_{\text{eksp-štud}}$	<b>0.94</b>	124	3	5	5	$r_{\text{rank(eksp-štud)}}$	<b>0.70</b>
		125	6	8	6		
		147	1	2	3		
		167	8	1	4		
		188	7	9	7		
		214	9	6	8		
		217	4	7	9		
		222	11	12	11		
		225	12	11	12		
		254	10	10	10		



Grafikon 5: Primerjava rezultatov ocenjevanja po sintezni in SVAP metodi

Primerjava rezultatov ocenjevanja hidromorfološkega stanja reke Dragonje na 12- tih testnih transektih po sintezni metodi in metodi SVAP je prikazana na grafu in tabeli . V tabeli so prikazani koeficienti korelacije po Pearsonovi porazdelitvi, izračunani v programu Excel. V

levem delu tabele so koeficienti izračunani glede na odstotek maksimalnega števila točk, na desni pa glede na razvrstitev ocen transektov od najvišje (1) do najnižje (12).

Koeficienta korelacije med ekspertno in študentsko sintezno oceno, ter med povprečno sintezno oceno 12-tih študentov ter kandidatovo SVAP, glede na odstotek maksimalnega števila točk, presežeta vrednost 0,9. Stopnja korelacije je ocenjena kot zelo visoka. Stopnja korelacije med ekspertno sintezno in kandidatovo SVAP oceno pa je ocenjena kot visoka. Koeficienti korelacije glede na Rank ne dosežejo vrednosti 0,9 in je stopnja pri vseh treh ocenjena kot visoka.

Največja odstopanja med ocenami hidromorfološkega stanja na koridorju reke Dragonje po sintezni in SVAP metodi so tudi na primeru sintezne metode opazna na lokacijah zadnjih treh transektov. Koeficient korelacije med ekspertno ter študentsko sintezno in kandidatovo SVAP oceno je manjši kot v primeru primerjave z GSGB metodo. Največja razlika se pojavi na območju transektov 214 in 217. Omenjena dva transekta se nahajata v srednjem teku reke Dragonje tik pred mejnih prehodom Dragonja. Transekta sta na mejnem področju med spodnjim in srednjim tekom. Struga ni regulirana, ali kako drugače antropogeno spremenjena, je pa v zelo slabem naravnem stanju (se pogloblja, onemogočen stik s poplavno ravnico, zelo ozek obrežni pas, erozija). Tu se ponovno izrazi tendenca kandidata, k podajanju nižjih ocen v slabih ekološko in morfološko opustošenih predelih.

Razloge za omenjeno razliko v oceni hidromorfološkega stanja, gre iskati pri podobnosti sintezne in GSGB metode. Obdržana je sedemstopenjska lestvica kakovostnih razredov z enotno porazdeljenimi razponi hidromorfoloških kakovostnih razredov, za razliko od štiristopenjske SVAP lestvice (najslabši razred zajame kar 60% vseh možnih točk). Sintezna metoda se izkaže za bolj natančno od GSGB in SVAP, saj zajame v ocenjevanje več ekoloških in hidromorfoloških struktur. Če se omejimo na degradirana ali antropogena območja (kjer so razlike v oceni največje), do razlik prihaja zaradi višje resolucije vrednotenih karakteristik sintezne metode. V oceni pribrežnih zemljišč so upoštewane hidrotehnične ureditve, v oceno obrežja je zajeto tudi gradivo antropogenih brežin, pri rečnem dnu je potrebno vrednotiti materiale in utrditve rečnega dna. Pri oceni prečnega profila so upoštewane podrobneje ureditve, prehodi struge in prepusti. Pri primerjavi SVAP in sintezne

metode se ponovno izkaže da je metoda SVAP neverodostojna in neuporabna v antropogenih območjih ( tt 222, 225, 254). V slabih degradiranih območjih (tt 214, 217) gre slabše rezultate pripisovati, nagnjenosti kandidata k strožjemu merilu in podajanju nižjih ocen.

#### 4.2.6 Primerjava rezultatov SVAP in I.F.F. metode

Primerjava rezultatov ocenjevanja hidromorfološkega stanja po I.F.F. in SVAP metodi, je izvedena na območju dvanajstih ti. testnih transektov predstavljenih v poglavju 4.1.4.

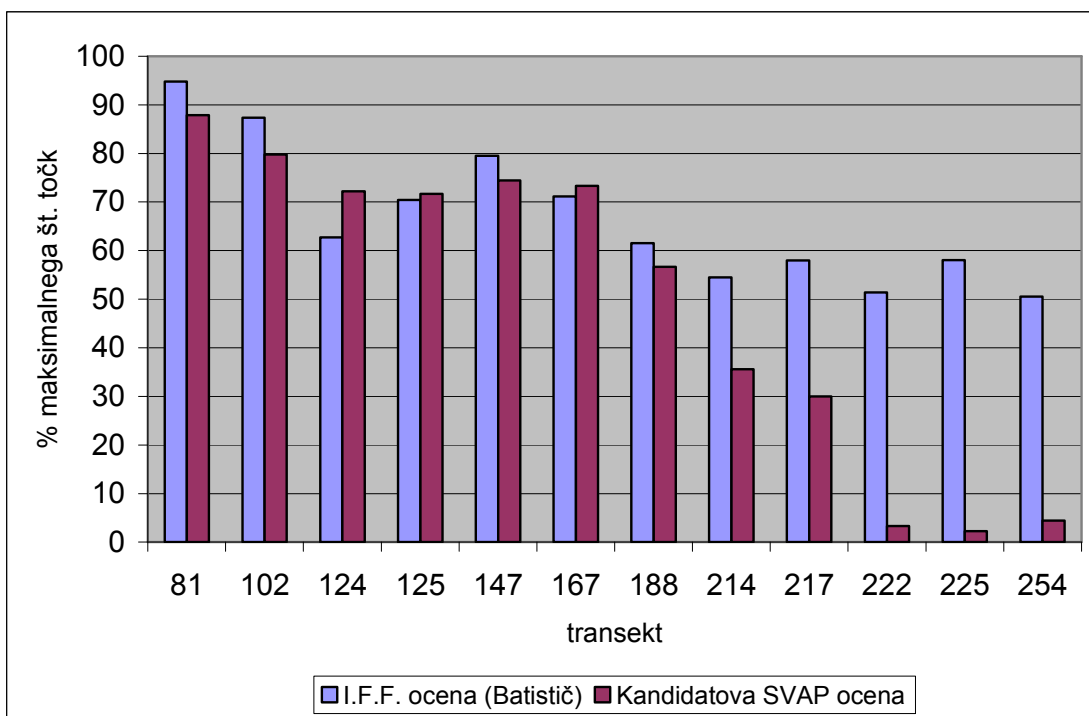
Kandidatovo vrednotenje ekomorfološkega stanja z metodo SVAP, bo primerjano s skupno oceno diplomanta Batistič Petra po metodi I.F.F. predstavljene v poglavju 4.2.1.1.

Preglednica 33: Primerjava rezultatov ocenjevanja po I.F.F. in SVAP metodi

transekt	kandidatova ocena SVAP	razred (od 4)	% max. št. točk	% max št. točk I.F.F.	razred IFF (od 8)
81	8.91	1	87.89	94.8	1
102	8.18	2	79.78	87.35	1
124	7.50	2	72.22	62.75	2/3
125	7.45	2	71.67	70.45	2
147	7.70	2	74.44	79.5	2
167	7.60	2	73.33	71.15	2
188	6.10	3	56.67	61.55	2/3
214	4.20	4	35.56	54.5	3
217	3.70	4	30.00	58	3
222	1.30	4	3.33	51.4	3
225	1.20	4	2.22	58.05	3
254	1.40	4	4.44	50.55	3

Preglednica 33: Vrednosti koeficientov korelacije med I.F.F. in SVAP metodo

Pearson % max. št. točk koef. korelacije		Rank			Pearson po rank. koef. korelacije	
$r_{IFF-SVAP}$	0.84	transekt	I.F.F.	SVAP	$r_{rank(IFF-SVAP)}$	0.91
		81	1	1		
		102	2	2		
		124	6	5		
		125	5	6		
		147	3	3		
		167	4	4		
		188	7	7		
		214	10	8		
		217	9	9		
		222	11	11		
		225	8	12		
		254	12	10		



Grafikon 6: Primerjava rezultatov ocenjevanja po I.F.F. in SVAP metodi

Primerjava rezultatov ocenjevanja hidromorfološkega stanja reke Dragonje na 12- tih testnih transektih po sintezni metodi in metodi SVAP je prikazana na grafu in tabeli . V tabeli sta prikazana koeficienta korelacije po Pearsonovi porazdelitvi, izračunani v programu Excel. V

levem delu tabele je koeficient izračunan glede na odstotek maksimalnega števila točk, na desni pa glede na razvrstitev ocen transektov od najvišje (1) do najnižje (12).

Koeficienta korelacije med Batističevo I.F.F. in kandidatovo SVAP oceno, glede na odstotek maksimalnega števila točk, ne preseže vrednosti 0,9. Stopnja korelacije je ocenjena kot visoka. Koeficient korelacije glede na Rank preseže vrednost 0,9 in je stopnja ocenjena kot zelo visoka.

V prvih šestih transektih je opazna dobršna mera podobnosti ocen hidromorfološkega stanja. Gre za zgornji in večji del srednjega teka. Tu lahko, tudi z ozirom na rezultate primerjave s sintezno in GSGB metodo, metodo ocenimo kot objektivno. Ponovno se večja odstopanja pojavijo na območju transektov na meji med srednjim in spodnjim ter v samem spodnjem teku. Razloge za večje razlike v oceni, moramo iskati v različnosti samih metod. Tudi v tem primeru, se metoda I.F.F. izkaže za bolj natančno in podrobno. Oceno Petra Batističa lahko štejemo za ekspertno, saj se je ob primerni izobrazbi udeležil eno tedenskega tečaja, na katerem je bil s strani snovalcev metode poučen o pravilnem vrednotenju ocenjevalnih karakteristik.

Razlika v metodah je razvidna že iz samega naslova. Kot rezultat metode I.F.F. dobimo indeks funkcionalnosti vodotoka, metoda SVAP pa nam vrne oceno naravne ohranjenosti rečnega koridorja. Zaradi omenjenega razloga se v spodnjem teku pojavi veliko odstopanje med ocenami, saj je reguliran ter antropogeno spremenjen vodotok po metodi SVAP karakteriziran kot slab, po italijanski metodi pa lahko kljub antropogenosti izkazuje še vedno dobršno mero funkcionalnosti. Metodi se razlikujeta tudi v samem načinu vrednotenja. Po metodi I.F.F. ser vrednoti levi in desni breg posebej, medtem pa metoda SVAP vrednoti strugo kot celoto, v kateri ocenimo tisto hidromorfološko lastnost katera izkazuje najnižje možno število točk ocenjevalne karakteristike. Metoda SVAP je zasnovana kot transektna z dolžino transekta  $12 \times$  aktivna struga, metoda I.F.F. pa je odsečna. Analizi primerjave hidromorfoloških parov odsečnega in transektnega zajema podatkov po sintezni in GSGB metodi pa je pokazala da so boljše ohranjeni odseki po transektni metodi ocenjeni slabše. V slabše ohranjenih delih vodotoka pa so ocene bolj primerljive (Bizjak, 2003). I.F.F. metoda

natančneje in podrobneje vrednoti morfološki karakteristiki prečni prerez in struktura dna vodotoka, kar se odrazi v vrednotenju reguliranih strug.

#### 4.2.7 Predlogi za modifikacijo metode

Ocenjevalne karakteristike protokola SVAP, so bile zasnovane na najmanj občutljiv način za regionalne oziroma lokalne spremembe. Za boljše odražanje lokalni razmer znotraj ekogeografskega območja pa snovalci protokola dopuščajo modifikacije. Diferenciacija metode SVAP bi imela naslednje koristi:

- metoda bi postala bolj občutljiva na spremembe v rečnih pogojih;
- natančnost je mogoče izboljšati s spremembo karakteristik, pri katerih je imel ocenjevalec težave pri vrednotenju;
- kalibracija kakovostnih ekomorfoloških razredov (linearnost);
- poenostavitev protokola z bolj obširnimi opisi možnih stanj v strugi.

Najenostavnejši način modifikacije, bi temeljil na presoji in izkušnjah ekspertov. Smiselno bi bilo zbrati interdisciplinarno skupino strokovnjakov. Izvesti bi bilo potrebno več vrednotenj z več metodami na območju od zelo ohranjenih odsekov (referenčni odsek) rek pa do antropogenih zelo spremenjenih vodotokov (mestni vodotoki). Kabinetno delo bi na podlagi primerjav določilo ocenjevalne karakteristike ki bi zadostile pogojem o natančnosti (primerjava z drugimi metodami), točnosti (primerjava več ocenjevalcev), ter enostavnosti.

Predlagana modifikacija metode gre v dve smeri. Prvič je smotrno spremeniti individualne ocenjevalne karakteristike, drugič pa kalibrirati skalo razvrščanja v hidromorfološke razrede.

Na podlagi izvedenih primerjav rezultatov metode SVAP s sintezno, I.F.F. in GSGB metodo lahko sklepamo, da je metoda v bolj ohranjenih delih vodotoka objektivna. Na teh območjih se metoda izkaže za natančno (korelacija z ostalimi metodami) in enostavno. Potrebno bi bilo izvesti več vrednotenj s strani različnih popisovalcev, da se potrdi domneva o točnosti ali netočnosti metode. Potreba po modifikaciji metode se pojavi na območjih reguliranih strug.

Smiselno bi bilo spremeniti sistem razvrščanja vodotokov v ekomorfološke razrede. Predlagana sprememba se nanaša na dopolnitev štirih razredov s petim. Dodani razred bi opisoval stanje vodotoka kot zelo slabo in bi zajemal vrednosti od 1 do 3,4 točke. V predlagani razred bi se verjetno uvrščali antropogeno spremenjeni vodotoki (odvodni kanali).

Druga smer predlagane modifikacije metode je povezana s spremembami morfoloških ocenjevalnih karakteristik stanje struge in stabilnost brežin. Predlog predvideva nadomestitev karakteristike stanje struge z dvema novima. Smiselno bi bilo uvesti spremenljivko prečni profil. Zajela bi morfološke strukture tip profila (naravni, erozijski, trapezni, pravokotni, V profil), ureditve prečnega profila (pojava ni, jezica, stopnja, jezovna zgradba, ...) ter urezanost profila (plitek, urezan). Druga karakteristika, ki bi nadomeščala stanje struge, pa bi bila rečno dno. V njej bi bilo potrebno upoštevati raznovrstnost dna, biološko obrast substrata, tip substrata in ureditve dna. Karakteristiko stabilnost brežin bi bilo smotno modificirati (razširiti) ali nadomestiti z novo katera bi upoštevala širši pojem brežine. Razširjena spremenljivka brežine bi poleg stabilnosti brežin upoštevala tudi stanje brežine (naravne, antropogene) ter tvorivo in gradivo brežin. Predlagane morfološke karakteristike bi bilo potrebno podpreti z opisi možnih stanj (s strani eksperta) ter njim pripadajočimi ocenami.

## 5 SKLEP

Področje raziskovanja stanja rečnih koridorjev je interdisciplinarna raziskovalna dejavnost, katere kakovost je odvisna od mnogih vhodnih podatkov, prav tako pa od vzporednih in podpornih raziskav. V svetu so se v zadnjih letih pojavile številne metode vrednotenja, ki so zasnovane na različnem številu značilnosti, ki opisujejo vodotok kot življenjski prostor. Metode se glede na število ocenjevalnih hidromorfoloških in ekoloških parametrov delijo na kompleksne in enostavne. V kompleksnejših metodah (sintezna, GSGB) je zajeto veliko število parametrov, kar jih naredi uporabne na širšem območju. Enostavne metode z manjšim številom spremenljivk pa so hitrejše, preglednejše ter po drugi strani omejene s specifičnimi značilnostmi uporabe (naklon struge, širina struge,...). Protokol SVAP je enostaven, splošen način vrednotenja rečnih koridorjev kateri postavlja v ospredje enostavnost uporabe. Z vizualnim zajemom podatkov zagotavlja pokritost biološkega, kemijskega ter fizičnega (morfološkega) aspekta stanja v rečnem koridorju. Metode z višjo resolucijo zajema podatkov zagotavljajo višjo natančnost vendar postajajo vedno bolj osredotočene le na en ali dva aspekta in zahtevajo ekspertno oceno. Metoda SVAP se je na obravnavanem območju izkazala za enostavno saj je omogočila hitro in preprosto uporaba ocenjevalnega postopka. Enostavnost metode se kaže v hitrosti vizualnega zajema podatkov. Kljub neizkušenosti popisovalca (prvo vrednotenje), je ocenjevanje transekta potekalo sorazmerno hitro (cca 5 do 10 min). Hitrost ocenjevanja je funkcija enostavnosti metode, izkušenosti popisovalca in pestrosti ekomorfoloških karakteristik. V dobro ohranjenih delih rečnega koridorja je metoda izkazovala dobršno mero natančnosti (korelacija z ostalimi metodami), nenatančnost pa je bila njena spremenljivka na področjih antropogenih sprememb. S predlaganimi modifikacijami metode je možno uporabnost protokola razširiti na območja reguliranih strug. Namen metode ni konkurenca robustnejših ekomorfoloških metod, ampak zagotovitev hitre in zanesljive informacije o stanju rečnega koridorja. V tem okviru se poraja ideja o uporabi metode kot učinkovitega postopka za časovno spremljanje ekomorfoloških sprememb v rečnem koridorju. Izvajalci ekomorfološkega monitoringa, bi zaradi narave metode lahko bili ljudje ki so pogostokrat v stiku z reko; lastniki obvodnih zemljišč, kmetje ali ribiči. Orodje je možno uporabiti tudi v izobraževalne namene preko katerega ljudje spoznajo načela ohranitve in zaščite vodnih virov. Uporaba protokola SVAP je zelo razširjena v ZDA . Objavljenih je že več različic modifikacije metode ( New Jerasy, Hawaii). Uporabljajo ga



različni profili popisovalcev od ekspertov, študentov do lastnikov obrežnih zemljišč in ribičev, za različne namene. Skupaj z Rosgenovim sistemom klasifikacije naravnih rek najdemo protokol integriran v ameriškem programskem orodju RIVERMorph. Program omogoča snovalcem rečnih regulacij (v smislu restavracije ali obnove razmer) ureditev baze podatkov, potrebne za učinkovito načrtovanje posegov v območja strug vodotokov in obdajajoča območja (območje rečnega koridorja). V podobnih okvirih vidim možnosti uporabe metode tudi na ozemlju Slovenije.

## VIRI

- Batistič, P. 2005. Ekomorfološko vrednotenje vodotokov z metodo I.F.F.. Diplomska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za gradbeništvo.
- Bizjak, A. 1998. Vidiki urejanja in vrednotenja vodotokov in rečnih koridorjev, Voda – raba, varovanje, oblikovanje: Zbornik 5. letnega strokovnega srečanja Društva krajinskih arhitektov Slovenije, Terme Čatež, str. 98 – 102
- Bizjak, A. 2002. Angleško–nemško–slovenski hidromorfološki slovar. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.
- Bizjak, A. 2003. Sintezni postopek ocenjevanja hidromorfološkega stanja rečnih koridorjev, razvit z analizo stanja na reki Dragonji. Doktorska disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.
- Bizjak, A., Mikoš, M. 2001. Vrednotenje ekomorfološke kakovosti vodotokov na primeru reke Dragonje in reke Reke. 12. Mišičev vodarski dan, Zbornik referatov, str. 7 – 14, Maribor.
- Bravard, J. P., Gilvear, D., 1996. Hydrological and geomorphological structure of hydrosystems. London. V: Petts, G. E., Amoros, C., Fluvial Hydrosystems, Chapman & Hall, str. 98 – 116
- Brilly, M., Šraj, M. 2000. Osnove hidrologije. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, 234 str.
- Church, M. 1996. Channel Morphology and Typology. Oxford. V: Petts, G. in Calow, P., River Flows and Channel Forms, Blackwell Science: str. 185 – 202
- Fleischhacker, T., Kern, K. 2002. Ecomorphological Survey of Large Rivers. Koblenz. German federal institute of hydrology..
- Greenwood, M. T., Richardot-Coulet, M. 1996. Aquatic invertebrates. London. V: Petts, G. E., Amoros, C., Fluvial Hydrosystems, Chapman & Hall; str. 137 – 166
- Hillman, M., Brerley, G. 2005. A critical review of catchment – scale stream rehabilitation programmes. North Ryde. Department of Physical Geography, Division of Environmental and Life Science, Macquarie University, NSW 2109; str. 51 - 74
- Kolbezen, M., Pristov J. 1998. Površinski vodotoki in vodna bilanca Slovenije. Ljubljana. Ministrstvo za okolje in prostor, Hidrometeorološki zavod Republike Slovenije.

- Maurizio, S 2000. Indice di funzionalita a fluviale. Provincia Autonoma di Trento.  
Dipartimento Stato dell' Ambiente, Controlli e Sistemi Informativi, Agenzia Provinciale per la Protezione dell' Ambiente.
- Mikoš, M. 2000. Urejanje vodotokov. Ljubljana. Skripta, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.
- Mikoš, M., Kranjc, A., Matičič, B., Müller, J., Rakovec, J., Roš, M., Brilly, M. 2002.  
Hidrološko izrazje. Acta hydrotechnica 20 / 32 (2002).
- Mikoš, M., Urbanič, G. 2002. Vrednotenje kakovostnega stanja vodotokov – 2. Razmere v Sloveniji, Gradbeni vestnik, 51 / 2002, str. 274 – 278
- Newton, B., Pringle, C., Bjorkland, R. 1998. Stream Visual Assessment Protocol, United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, National Water and Climate Center Technical Note 99 –1.
- Pfajfar, L., Arh, F. 2002. Statistika I: Zapiski predavanj. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Ekonomska fakulteta.
- Rosgen, D. 1996. Applied River Morphology: Wildland Hydrology, Colorado, 8-43 str.
- Rusjan, S. 2003. Urejanje rečnih koridorjev: Seminarska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.
- Stream Corridor Restoration: Principles, Processes, and Practices. 1998. Iowa, The Federal Interagency Stream Restoration Working Group – FISRWG, Chapter 2; str. 2-87
- Urbanič, G. 2000. Vrednotenje stanja vodotokov s poudarkom na ekomorfološkem vrednotenju: Seminarska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.
- Urbanič, G. 2003. Vrednotenje kakovosti vode potoka Glinščica ob biološkem središču in osnove čistilnih naprav: Poročilo iz praktičnih vaj pri predmetu Varstvo okolja in naravne dediščine. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta; str. 1- 29
- Urbanič, G., Mikoš, M. 2002. Vrednotenje kakovostnega stanja vodotokov – 1. Pregled nekaterih metod vrednotenja, Gradbeni vestnik, letnik 51: str.262 - 269

### Kartografski viri

Dragonja/Dragogna 193, Državna topografska karta 1:25 000. 1995. 1. izdaja. Ljubljana, Republika Slovenija, Ministrstvo za okolje in prostor, Geodetska uprava Republike Slovenije.

Pomjan 194, Državna topografska karta 1:25 000. 1995. 1. izdaja. Ljubljana, Republika Slovenija, Ministrstvo za okolje in prostor, Geodetska uprava Republike Slovenije.

Sečovlje/Sicciole 192, Državna topografska karta 1:25 000. 1995. 1. izdaja. Ljubljana, Republika Slovenije, Ministrstvo za okolje in prostor, Geodetska uprava Republike Slovenije.

## PRILOGE

### PRILOGA A: DIGITALNI POPISNI LISTI TRANSEKTOV D1-D5

Ime vodotoka	Dragonja
Lokacija odseka	<b>D1</b>
Stanje vode	čisto
Širina aktivne struge	5 m
Prevladujoč substrat	groblja/prod
Datum	22.05.05

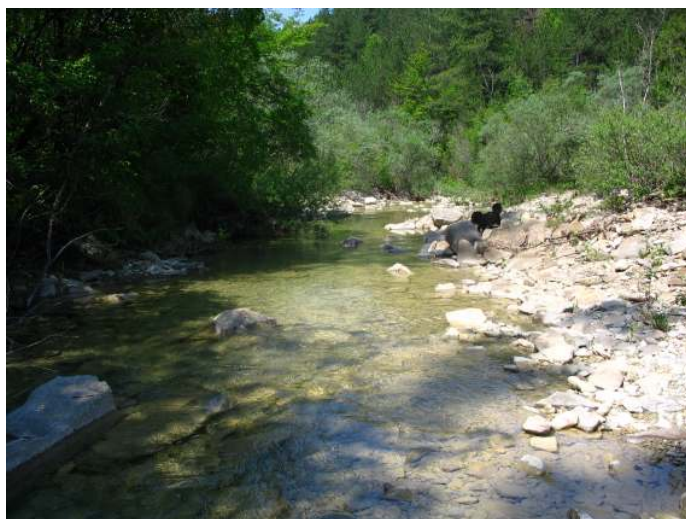
#### OCENE

Stanje struge	10
Sprememba hidrološkega režima	10
Obrežni pas	10
Stabilnost brežin	10
Značilnosti vode	8
Hranilne snovi	9
Barriere za migracijo rib	10
Habitati rib	10
Tolmuni	10
Habitati insektov in nevretenčarjev	10

Preraščenost struge  
Prisotnost gnojil  
Slanost  
Učvrščenost brzic  
Veliki nevretenčarji

KONČNA OCENA **9.70**

**ODLIČNA** <6.0 slaba  
6.1-7.4 zadostna  
7.5-8.9 dobra  
>9.0 odlična



Ime vodotoka Dragonja  
Lokacija odseka **D2**  
Stanje vode čisto  
Širina aktivne struge 5 m  
Prevladujoč substrat groblja  
Datum 22.05.05

#### OCENE

Stanje struge	10
Sprememba hidrološkega režima	10
Obrežni pas	9
Stabilnost brežin	9
Značilnosti vode	7
Hranilne snovi	7
Bariere za migracijo rib	10
Habitati rib	9
Tolmuni	10
Habitati insektov in nevretenčarjev	9

Preraščenost struge  
Prisotnost gnojil  
Slanost  
Učvrščenost brzic  
Veliki nevretenčarji

**KONČNA OCENA 9.00**

**ODLIČNA** <6.0 slaba  
6.1-7.4 zadostna  
7.5-8.9 dobra  
>9.0 odlična



Ime vodotoka Dragonja  
Lokacija odseka **D3**  
Stanje vode čisto  
Širina aktivne struge 5 m  
Prevladujoč substrat pesek  
Datum 22.05.05

#### OCENE

Stanje struge	3
Sprememba hidrološkega režima	3
Obrežni pas	4
Stabilnost brežin	3
Značilnosti vode	5
Hranilne snovi	5
Barriere za migracijo rib	6
Habitati rib	6
Tolmuni	7
Habitati insektov in nevretenčarjev	6

Preraščenost struge  
Prisotnost gnojil  
Slanost  
Učvrščenost brzic  
Veliki nevretenčarji

KONČNA OCENA

**4.80**

**SLABA** <6.0 slaba  
6.1-7.4 zadostna  
7.5-8.9 dobra  
>9.0 odlična



Ime vodotoka Dragonja  
Lokacija odseka **D4**  
Stanje vode čisto  
Širina aktivne struge 5 m  
Prevladujoč substrat melj/glina  
Datum 22.05.05

#### OCENE

Stanje struge	1
Sprememba hidrološkega režima	1
Obrežni pas	1
Stabilnost brežin	1
Značilnosti vode	3
Hranilne snovi	3
Bariere za migracijo rib	1
Habitati rib	3
Tolmuni	1
Habitati insektov in nevretenčarjev	3

Preraščenost struge  
Prisotnost gnojil  
Slanost  
Učvrščenost brzic  
Veliki nevretenčarji

#### KONČNA OCENA

**1.80**

**SLABA** <6.0 slaba  
6.1-7.4 zadostna  
7.5-8.9 dobra  
>9.0 odlična





Ime vodotoka Dragonja  
Lokacija odseka **D5**  
Stanje vode čisto  
Širina aktivne struge 5 m  
Prevladujoč substrat melj/glina  
Datum 22.05.05

#### OCENE

Stanje struge	1
Sprememba hidrološkega režima	1
Obrežni pas	1
Stabilnost brežin	1
Značilnosti vode	3
Hranilne snovi	3
Barriere za migracijo rib	1
Habitati rib	3
Tolmuni	1
Habitati insektov in nevretenčarjev	3

Preraščenost struge  
Prisotnost gnojil  
Slanost  
Učvrščenost brc  
Veliki nevretenčarji

KONČNA OCENA

**1.80**

**SLABA** <6.0 slaba  
6.1-7.4 zadostna  
7.5-8.9 dobra  
>9.0 odlična



## PRILOGA B: DIGITALNI POPISNI LISTI TESTNIH TRANSEKTOV

Ime vodotoka Dragonja  
Lokacija odseka **tt 81**  
Stanje vode čisto  
Širina aktivne struge 5 m  
Prevladujoč substrat prod  
Datum 3.4.2005.

### OCENE

Stanje struge	10
Sprememba hidrološkega režima	9
Obrežni pas	10
Stabilnost brežin	10
Značilnosti vode	8
Hranilne snovi	9
Barriere za migracijo rib	10
Habitati rib	7
Tolmuni	10
Habitati insektov in nevretenčarjev	7

Preraščenost struge	
Prisotnost gnojil	
Slanost	
Učvrščenost brzic	8
Veliki nevretenčarji	

KONČNA OCENA **8.91**

**ODLIČNA** <6.0 slaba  
6.1-7.4 zadostna  
7.5-8.9 dobra  
>9.0 odlična



Ime vodotoka Dragonja  
Lokacija odseka **tt 102**  
Stanje vode čisto  
Širina aktivne struge 5 m  
Prevladujoč substrat prod  
Datum 5.4.2005

#### OCENE

Stanje struge	9
Sprememba hidrološkega režima	8
Obrežni pas	7
Stabilnost brežin	4
Značilnosti vode	6
Hranilne snovi	6
Barriere za migracijo rib	10
Habitati rib	10
Tolmuni	10
Habitati insektov in nevretenčarjev	10
Preraščenost struge	
Prisotnost gnojil	
Slanost	
Učvrščenost brzic	10
Veliki nevretenčarji	

#### KONČNA OCENA

**8.18**

**DOBRA** <6.0 slaba  
6.1-7.4 zadostna  
7.5-8.9 dobra  
>9.0 odlična



Ime vodotoka Dragonja  
Lokacija odseka **tt 124**  
Stanje vode čisto  
Širina aktivne struge 5 m  
Prevladujoč substrat prod  
Datum 5.4.2005

#### OCENE

Stanje struge	7
Sprememba hidrološkega režima	6
Obrežni pas	7
Stabilnost brežin	7
Značilnosti vode	7
Hranilne snovi	7
Barriere za migracijo rib	8
Habitati rib	8
Tolmuni	8
Habitati insektov in nevretenčarjev	10

Preraščenost struge  
Prisotnost gnojil  
Slanost  
Učvrščenost brzic  
Veliki nevretenčarji

KONČNA OCENA

**7.50**

**DOBRA**

<6.0	slaba
6.1-7.4	zadostna
7.5-8.9	dobra
>9.0	odlična



Ime vodotoka Dragonja  
Lokacija odseka **tt 125**  
Stanje vode čisto  
Širina aktivne struge 5 m  
Prevladujoč substrat prod  
Datum 5.4.2005

#### OCENE

Stanje struge	7
Sprememba hidrološkega režima	7
Obrežni pas	6
Stabilnost brežin	6
Značilnosti vode	7
Hranilne snovi	7
Barriere za migracijo rib	8
Habitati rib	9
Tolmuni	9
Habitati insektov in nevretenčarjev	8

Preraščenost struge	
Prisotnost gnojil	
Slanost	
Učvrščenost brzic	8
Veliki nevretenčarji	

KONČNA OCENA

**7.45**

**DOBRA**

<6.0	slaba
6.1-7.4	zadostna
7.5-8.9	dobra
>9.0	odlična



Ime vodotoka Dragonja  
Lokacija odseka **tt 147**  
Stanje vode čisto  
Širina aktivne struge 5 m  
Prevladujoč substrat prod  
Datum 5.4.2005

#### OCENE

Stanje struge	10
Sprememba hidrološkega režima	9
Obrežni pas	6
Stabilnost brežin	9
Značilnosti vode	7
Hranilne snovi	5
Bariere za migracijo rib	8
Habitati rib	8
Tolmuni	8
Habitati insektov in nevretenčarjev	7

Preraščenost struge  
Prisotnost gnojil  
Slanost  
Učvrščenost brzic  
Veliki nevretenčarji

KONČNA OCENA

**7.70**

**DOBRA**

<6.0	slaba
6.1-7.4	zadostna
7.5-8.9	dobra
>9.0	odlična



Ime vodotoka Dragonja  
Lokacija odseka **tt 167**  
Stanje vode čisto  
Širina aktivne struge 5 m  
Prevladujoč substrat prod  
Datum 5.4.2005

#### OCENE

Stanje struge	10
Sprememba hidrološkega režima	7
Obrežni pas	6
Stabilnost brežin	8
Značilnosti vode	8
Hranilne snovi	7
Barriere za migracijo rib	8
Habitati rib	6
Tolmuni	9
Habitati insektov in nevretenčarjev	7

Preraščenost struge  
Prisotnost gnojil  
Slanost  
Učvrščenost brzic  
Veliki nevretenčarji

KONČNA OCENA

**7.60**

**DOBRA**

<6.0	slaba
6.1-7.4	zadostna
7.5-8.9	dobra
>9.0	odlična



Ime vodotoka Dragonja  
Lokacija odseka **tt 188**  
Stanje vode čisto  
Širina aktivne struge 5 m  
Prevladujoč substrat pesek  
Datum 7.4.2005

#### OCENE

Stanje struge	5
Sprememba hidrološkega režima	4
Obrežni pas	6
Stabilnost brežin	5
Značilnosti vode	6
Hranilne snovi	6
Bariere za migracijo rib	8
Habitati rib	7
Tolmuni	7
Habitati insektov in nevretenčarjev	7

Preraščenost struge  
Prisotnost gnojil  
Slanost  
Učvrščenost brzic  
Veliki nevretenčarji

KONČNA OCENA

**6.10**

**ZADOSTNA** <6.0 slaba  
6.1-7.4 zadostna  
7.5-8.9 dobra  
>9.0 odlična





Ime vodotoka Dragonja  
Lokacija odseka **tt 214**  
Stanje vode čisto  
Širina aktivne struge 5 m  
Prevladujoč substrat melj  
Datum 7.4.2005

#### OCENE

Stanje struge	3
Sprememba hidrološkega režima	3
Obrežni pas	3
Stabilnost brežin	2
Značilnosti vode	4
Hranilne snovi	4
Barriere za migracijo rib	5
Habitati rib	5
Tolmuni	6
Habitati insektov in nevretenčarjev	7

Preraščenost struge  
Prisotnost gnojil  
Slanost  
Učvrščenost brzic  
Veliki nevretenčarji

KONČNA OCENA

**4.20**

**SLABA** <6.0 slaba  
6.1-7.4 zadostna  
7.5-8.9 dobra  
>9.0 odlična



Ime vodotoka Dragonja  
Lokacija odseka **tt 217**  
Stanje vode čisto  
Širina aktivne struge 5 m  
Prevladujoč substrat melj  
Datum 7.4.2005

#### OCENE

Stanje struge	3
Sprememba hidrološkega režima	2
Obrežni pas	4
Stabilnost brežin	3
Značilnosti vode	3
Hranilne snovi	2
Bariere za migracijo rib	3
Habitati rib	5
Tolmuni	5
Habitati insektov in nevretenčarjev	7

Preraščenost struge  
Prisotnost gnojil  
Slanost  
Učvrščenost brzic  
Veliki nevretenčarji

KONČNA OCENA

**3.70**

**SLABA** <6.0 slaba  
6.1-7.4 zadostna  
7.5-8.9 dobra  
>9.0 odlična



Ime vodotoka Dragonja  
Lokacija odseka **tt 222**  
Stanje vode kalna  
Širina aktivne struge 5 m  
Prevladujoč substrat melj  
Datum 10.4.2005

#### OCENE

Stanje struge	1
Sprememba hidrološkega režima	1
Obrežni pas	1
Stabilnost brežin	1
Značilnosti vode	1
Hranilne snovi	1
Barriere za migracijo rib	1
Habitati rib	1
Tolmuni	2
Habitati insektov in nevretenčarjev	3

Preraščenost struge  
Prisotnost gnojil  
Slanost  
Učvrščenost brzic  
Veliki nevretenčarji

KONČNA OCENA

**1.30**

<b>SLABA</b>	<6.0	slaba
	6.1-7.4	zadostna
	7.5-8.9	dobra
	>9.0	odlična



Ime vodotoka Dragonja  
Lokacija odseka **tt 225**  
Stanje vode kalna  
Širina aktivne struge 6 m  
Prevladujoč substrat melj  
Datum 10.4.2005

#### OCENE

Stanje struge	1
Sprememba hidrološkega režima	1
Obrežni pas	1
Stabilnost brežin	1
Značilnosti vode	1
Hranilne snovi	1
Bariere za migracijo rib	2
Habitati rib	2
Tolmuni	1
Habitati insektov in nevretenčarjev	1

Preraščenost struge  
Prisotnost gnojil  
Slanost  
Učvrščenost brzic  
Veliki nevretenčarji

KONČNA OCENA

**1.20**

<b>SLABA</b>	<6.0	slaba
	6.1-7.4	zadostna
	7.5-8.9	dobra
	>9.0	odlična



Ime vodotoka Dragonja  
Lokacija odseka **tt 254**  
Stanje vode kalna  
Širina aktivne struge 6 m  
Prevladujoč substrat melj  
Datum 10.4.2005

#### OCENE

Stanje struge	1
Sprememba hidrološkega režima	1
Obrežni pas	1
Stabilnost brežin	1
Značilnosti vode	1
Hranilne snovi	1
Barriere za migracijo rib	3
Habitati rib	2
Tolmuni	1
Habitati insektov in nevretenčarjev	2

Preraščenost struge  
Prisotnost gnojil  
Slanost  
Učvrščenost brzic  
Veliki nevretenčarji

KONČNA OCENA **1.40**

**SLABA** <6.0 slaba  
6.1-7.4 zadostna  
7.5-8.9 dobra  
>9.0 odlična

