

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA BIOLOGIJO

Polonca ŠERBEC

**OKOLJSKA OCENA IN MAKROFITI REKE VIPAVE**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

**ENVIROMENTAL ASSESSMENT AND MACROPHYTES OF VIPAVA RIVER**

GRADUATION THESIS

University studies

Ljubljana, 2008

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študija biologije. Opravljeno je bilo na Katedri za ekologijo in varstvo okolja Oddelka za biologijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za biologijo je potrdila temo in naslov diplomskega dela ter za mentorico imenovala prof. dr. Alenko Gaberščik.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: doc. dr. Gorazd Urbanič

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Član: doc. dr. Jernej Jogan

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Član: prof. dr. Alenka Gaberščik

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisana se strinjam z objavo diplomske naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddala v elektronski obliki, enaka tiskani verziji.

Polonca Šerbec

**KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA**

ŠD	Dd
DK	
KG	makrofiti/vodotoki/širša okoljska ocena/reka Vipava
AV	ŠERBEC, Polonca
SA	GABERŠČIK, Alenka (mentorica)
KZ	SI – 1000 Ljubljana, Večna pot 111
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo
LI	2008
IN	OKOLJSKA OCENA IN MAKROFITI REKE VIPAVE
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	
IJ	sl
JI	sl/en

AI Naloga zajema ugotavljanje pojavljanja in razporeditve makrofitov v reki Vipavi, vpliv zaledja, obrežnega pasu in značilnosti rečne struge na prisotnost vodnih rastlin ter vpliv fizikalno-kemijskih parametrov. V rastni sezoni 2006 smo opravili popis prisotnosti in pogostosti makrofitov, okoljsko oceno po modificirani RCE metodi in oceno habitatnih parametrov po MIDCC metodi po celotni dolžini reke, ki smo jo razdelili na 63 odsekov. V sezoni 2007 smo izbrali 22 odsekov, kjer se je pojavljalo največ različnih taksonov makrofitov in popis makrofitov ter RCE oceno ponovili. Na desetih vzorčnih mestih smo opravili meritve nekaterih fizikalnih parametrov in odvzeli vzorce vode za kemijske analize v obeh sezonah. Reka Vipava izvira iz več skalnih izvirov v mestu Vipava in teče po pretežno kmetijski pokrajini vse do slovensko-italijanske meje v Mirnu. Za spodnji tok je značilna široka struga z meandri in počasnim vodnim tokom, v zgornjem toku pa je veliko kamnitih jezov, dno je prodnato in vodni tok hitrejši. Večino vodotoka smo uvrstili v 3. RCE kakovostni razred, začetne odseke v mestu Vipava in odsek v Mirnu pa v 5., najslabši RCE kakovostni razred. Odseke v srednjem delu vodotoka, ki so bili najmanj spremenjeni, smo uvrstili v 2. RCE kakovostni razred. V sezoni 2006 smo našli 32 taksonov in nitaste alge. Prevladovale so potopljene ukoreninjene in plavajoče ukoreninjene vrste. Porazdelitev večine taksonov je bila gručasta. Vrsto pestrejši so bili začetni odseki. V sezoni 2007 smo popisali manj taksonov. Obrežni pas je bil v sezoni 2007 na nekaterih odsekih odstranjen in bregovi urejeni. Razen sprememb v prevodnosti in koncentraciji nitratnih ionov zaradi dežja drugih razlik v merjenih fizikalno-kemijskih parametrih v času merjenja med sezonama ni bilo.

**KEY WORDS DOCUMENTATION**

DN Dd

DC

CX macrophytes/streams/wider environmental assesment/river Vipava

AU ŠERBEC, Polonca

AA GABERŠČIK, Alenka (supervisor)

PP SI – 1000 Ljubljana, Večna pot 111

PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Biology

PY 2008

TI ENVIROMENTAL ASSESSMENT AND MACROPHYTES OF RIVER VIPAVA

DT Graduation Thesis (University studies)

NO

LA sl

AL sl/en

AB The study includes the distribution and abundance of macrophytes in river Vipava in relation to condition of environment, riparian zone and river bed. We also monitored some physical and chemical parameters of river water to outline their influence on the distribution of macrophytes. The river was divided into 63 reaches in 2006 and we monitored the abundance of macrophytes, assessed habitat parameters following MIDCC methodology and environmental parameters using modified RCE method. In 2007 we repeated the estimation of abundance of macrophytes and the wider environmental assesment in 22 reaches. Physical and chemical parameters were measured three times at 10 locations in each season. The Vipava river has several rocky springs in the town of Vipava and flows through agricultural landscape upto slovenian – italian border in village Miren. In the upper part of the river there are many rocky dams, river bed is covered with gravel, the water flow is faster, downstream the river becomes slower and wider. According to the environmental assesment the larger part of the river belongs to the 3<sup>rd</sup> RCE quality class, few stretches where the river flows through the town or village belong to the 5<sup>th</sup>, the worst RCE quality class. Middle part of the river is less changed and stretches from that part belong to 2<sup>nd</sup> RCE quality class. 32 species of macrophytes were determined, rooted submerged and rooted floating plants prevailed. Most macrophytes species were distributed in groups. Reaches in upper part were more species-reach. In season 2007 we found less species. In some reaches riparian zone vegetation was removed and river bank was changed in season 2007. Besides changes in conductivity and nitrate concentration after rain there were no other significant differences in physical and chemical parametrs between seasons at the time when these parameters were measured.

**KAZALO VSEBINE**

<b>KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA .....</b>	<b>III</b>
<b>KEY WORDS DOCUMENTATION .....</b>	<b>IV</b>
<b>KAZALO VSEBINE .....</b>	<b>V</b>
<b>KAZALO PREGLEDNIC.....</b>	<b>VII</b>
<b>KAZALO SLIK.....</b>	<b>VIII</b>
<b>KAZALO PRILOG.....</b>	<b>X</b>
<b>1 UVOD.....</b>	<b>1</b>
<b>2 PREGLED OBJAV .....</b>	<b>2</b>
2.1 REČNI SISTEM .....	2
2.2 MAKROFITI.....	3
2.2.1 <i>Anatomske, morfološke in fiziološke značilnosti makrofitov.....</i>	<i>4</i>
2.2.2 <i>Vloga makrofitov v vodnem ekosistemu .....</i>	<i>5</i>
2.3 DEJAVNIKI, KI VPIVAJO NA USPEVANJE MAKROFITOV .....	6
2.3.1 <i>Svetloba .....</i>	<i>6</i>
2.2.2 <i>Temperatura .....</i>	<i>7</i>
2.2.4 <i>Hranila .....</i>	<i>8</i>
2.2.5 <i>Električna prevodnost .....</i>	<i>8</i>
2.2.6 <i>Anorganski ogljik, pH in trdota vode.....</i>	<i>8</i>
2.3.7 <i>Vodni tok .....</i>	<i>9</i>
2.3.8 <i>Substrat.....</i>	<i>9</i>
2.3.9 <i>Prosojnost vode.....</i>	<i>10</i>
2.3.10 <i>Kompeticija .....</i>	<i>10</i>
<b>3 MESTO RAZISKAV .....</b>	<b>11</b>
3.1 VIPAVSKA DOLINA.....	11
3.2 REKA VIPAVA IN NJENI PRITOKI.....	12
<b>4 DELOVNE HIPOTEZE .....</b>	<b>15</b>
<b>5 METODE DELA .....</b>	<b>16</b>
5.1 FIZIKALNE IN KEMIJSKE ANALIZE VODE .....	16
5.2 MAKROFITI.....	17
5.1.1 <i>Delo na terenu.....</i>	<i>17</i>
5.1.2 <i>Obdelava podatkov.....</i>	<i>18</i>
5.3 ŠIRŠA OKOLJSKA OCENA VODOTOKA (RCE) .....	20
5.4 OCENA HABITATNIH PARAMETROV .....	20
5.5 KANONIČNA KORESPONDENČNA ANALIZA (CCA) .....	21
<b>6 REZULTATI .....</b>	<b>22</b>
6.1 FIZIKALNE IN KEMIJSKE ANALIZE VODE .....	22
6.2.1 <i>Temperatura vode .....</i>	<i>22</i>

6.2.2	Koncentracija kisika.....	23
6.2.3	Nasičenost s kisikom.....	24
6.2.4	Električna prevodnost .....	25
6.2.5	pH vode .....	26
6.2.6	Vsebnost nitratnih ionov.....	27
6.2.7	Vsebnost ortofosfatnih ionov.....	28
6.2	POPIS MAKROFITOV VZDOLŽ CELOTNE DOLŽINE VODOTOKA .....	28
5.2.1	Vrstna sestava .....	28
6.2.2	Prisotnost in pogostost makrofitov v posameznih odsekih.....	30
6.3	OKOLJSKA OCENA VODOTOKA (RCE) .....	36
6.4	OCENA HABITATNIH PARAMETROV .....	40
6.4.1	Struktura bregov.....	40
6.4.2	Tip sedimenta .....	41
6.2.3	Hitrost vodnega toka .....	41
6.2.4	Tip zaledja.....	42
6.5	KANONIČNA KORESPONDENČNA ANALIZA.....	42
<b>7</b>	<b>RAZPRAVA .....</b>	<b>47</b>
7.1	FIZIKALNE IN KEMIJSKE ZNAČILNOSTI VODOTOKA .....	47
7.2	MAKROFITI.....	48
7.3	OKOLJSKA OCENA VODOTOKA IN HABITATNI PARAMETRI .....	50
7.4	VPLIV OKOLJSKIH SPREMENLJIVK NA MAKROFITE.....	51
<b>8</b>	<b>SKLEPI .....</b>	<b>52</b>
<b>9</b>	<b>POVZETEK.....</b>	<b>53</b>
<b>10</b>	<b>VIRI.....</b>	<b>55</b>

**ZAHVALA**

**PRILOGE**

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Ocena zastopanosti vrste in povezanost masnega indeksa z ocenjeno biomaso.	18
Preglednica 2: Seznam taksonov in nitaste alge, ki so bili prisotni v reki Vipavi ob popisu in njihova rastna oblika (plavajoče neukoreninjene rastline = ap, potopljene neukoreninjene rastline = sp, potopljene ukoreninjene rastline = sa, plavajoče ukoreninjene rastline = fl, rastline z amfibijskim značajem = am in helofiti ali močvirske rastline = he).	28
Preglednica 3: Lastne vrednosti, korelacijski koeficienti in kumulativni pojasnjeni odstotek variance matrike prvih štirih osi in skupna variabilnost. Podatki veljajo za leto 2007.	42
Preglednica 4: Lastne vrednosti, korelacijski koeficienti in kumulativni pojasnjeni odstotek variance matrike prvih štirih osi in skupna variabilnost. Podatki veljajo za leto 2006.	44

**KAZALO SLIK**

Slika 1: Skalnat izvir reke Vipave v mestu Vipava z druge strani obdajajo hiše.....	12
Slika 2: Več izvirov se za mestom Vipava združi v skupno strugo. ....	13
Slika 3: Grmovnat obrežni pas na desnem bregu je bil med sezonama 2006 in 2007 na odseku med Vipavo in Ajdovščino odstranjen. ....	13
Slika 4: Reko Vipava v vasi Dolenje pri Ajdovščini obdajajo koruzne njive, breg pa je ponekod utrjen z večjimi kamnitimi bloki. ....	13
Slika 5: Gladino vode ob jezcu v Biljah prekriva kolenčasti dristavec ( <i>Potamogeton nodosus</i> ).14	
Slika 6: Kanalizirana struga Vipave v Mirnu.....	14
Preglednica 1: Ocena zastopanosti vrste in povezanost masnega indeksa z ocenjeno biomaso.18	
Slika 7: Temperatura vode v času vzorčenja v letu 2006.....	21
Slika 8: Temperatura vode v času vzorčenja v letu 2007. ....	22
Slika 9: Koncentracija kisika v času vzorčenja v letu 2006. ....	22
Slika 10: Koncentracija kisika v času vzorčenja v letu 2007.....	23
Slika 11: Nasičenost vode s kisikom v času vzorčenja v letu 2006. ....	23
Slika 12: Nasičenost vode s kisikom v času vzorčenja v letu 2007. ....	24
Slika 13: Električna prevodnost vode v času vzorčenja v letu 2006.....	24
Slika 14: Električna prevodnost vode v času vzorčenja v letu 2007.....	25
Slika 15: pH vode v času vzorčenja v letu 2006. ....	25
Slika 16: pH vode v času vzorčenja v letu 2007. ....	26
Slika 17: Vsebnost nitratnih ionov v času vzorčenja v letu 2006. ....	26
Slika 18: Vsebnost nitratnih ionov v času vzorčenja v letu 2007. ....	27
Preglednica 2: Seznam taksonov in nitaste alge, ki so bili prisotni v reki Vipavi ob popisu in njihova rastna oblika (plavajoče neukoreninjene rastline = ap, potopljene neukoreninjene rastline = sp, potopljene ukoreninjene rastline = sa, plavajoče ukoreninjene rastline = fl, rastline z amfibijskim značajem = am in helofiti ali močvirske rastline = he). ....	28
Slika 19: Razporeditev in pogostost pojavljanja makrofitov v Vipavi na območju Slovenije v sezoni 2006. Oznake taksonov so v preglednici 2. Pogostost pojavljanja makrofitov prikazuje delež črno obarvanega dela posameznega kvadrata. ....	30
Slika 20: Razporeditev in pogostost pojavljanja makrofitov na izbranih odsekih Vipave (1, 2, 6-9, 27, 45-59) v sezoni 2007. Oznake taksonov so v preglednici 2. Pogostost pojavljanja makrofitov prikazuje delež črno obarvanega dela posameznega kvadrata. ....	31
Slika 21: Relativna rastlinska masa makrofitov (RPM) v reki Vipavi na ozemlju Slovenije in deleži odsekov, na katerih se določeni taksoni in nitaste alge pojavljajo glede na skupno število odsekov (d) (popis leta 2006). ....	32



Slika 22: Primerjava masnih indeksov taksonov na odsekih, kjer se pojavljajo (sivo – MMO) in na vseh odsekih skupaj (črno – MMT) (popis leta 2006). .....	33
Slika 23: Relativna rastlinska masa (RPM) posameznih taksonov in nitastih alg na odsekih 1, 2, 6-9, 27 in 46-59 za leto 2006 in 2007. ....	34
Slika 24: Vrednosti posameznih parametrov, vključenih v RCE, za odseke Vipave na območju Slovenije (2006). ....	37
Slika 25: Vrednosti posameznih parametrov, vključenih v RCE, za izbrane odseke Vipave (2007). ....	37
Slika 26: Širša okoljska ocena in RCE kakovostni razredi za posamezne odseke reke Vipave na območju Slovenije v sezoni 2006. ....	38
Slika 27: Širša okoljska ocena in RCE kakovostni razredi za izbrane odseke reke Vipave v sezoni 2007. ....	39
Slika 28: Ocena strukture bregov reke Vipave. ....	40
Slika 29: Delež tipov sedimenta v reki Vipavi. ....	41
Slika 30: Ocena hitrost vodnega toka reke Vipave. ....	41
Slika 31: Delež tipov izrabe tal v zaledju reke Vipave. ....	42
Preglednica 3: Lastne vrednosti, korelacijski koeficienti in kumulativni pojasnjeni odstotek variance matrike prvih štirih osi in skupna variabilnost. Podatki veljajo za leto 2007. ....	42
Slika 32: Ordinacijski diagram z izbranimi fizikalnima spremenljivkama, makrofitskimi taksoni (oznake taksonov so v preglednici 2) in nitastimi algami (Alg fil) ter vzorčnimi mesti (1—10) za leto 2007. ....	43
Preglednica 4: Lastne vrednosti, korelacijski koeficienti in kumulativni pojasnjeni odstotek variance matrike prvih štirih osi in skupna variabilnost. Podatki veljajo za leto 2006. ....	44
Slika 33: Ordinacijski diagram z izbranimi spremenljivkami okolja (dno = dno vodotoka, b.t.m. = pojavljanje brzic, tolmunov in meandrov, oblika = oblika stuge, detrit = detrit v strugi, spodj. = spodjedanje brega, veget. = tip obrežne vegetacije) in makrofitskimi vrstami (kode taksonov so v preglednici 2) ter nitastimi algami (Alg fil) za leto 2006. ....	45
Slika 34: Ordinacijski diagram z izbranimi spremenljivkami okolja (dno = dno vodotoka, b.t.m. = pojavljanje brzic, tolmunov in meandrov, oblika = oblika stuge, detrit = detrit v strugi, spodj. = spodjedanje brega, veget. = tip obrežne vegetacije) in odseki (1-63) za leto 2006. ....	46

## **KAZALO PRILOG**

### **PRILOGA A**

Karte z označenimi odseki in vzorčnimi mesti.

### **PRILOGA B**

Priloga B1: Rezultati fizikalnih meritev in kemijskih analiz vode reke Vipave v letu 2006.

Priloga B2: Rezultati fizikalnih meritev in kemijskih analiz vode reke Vipave v letu 2007.

### **PRILOGA C**

Priloga C1: Koordinate koncev odsekov in dolžine posameznih odsekov reke Vipave na območju Slovenije.

Priloga C2: Koordinate vzorčnih mest za odvzem vzorcev vode reke Vipave.

### **PRILOGA D**

Priloga D1: Ocena habitatnih parametrov za posamezne odseke reke Vipave na ozemlju Slovenije po MIDCC metodi ter ocena širine in globine struge.

### **PRILOGA E**

Priloga E1: Širša okoljska ocena RCE reke Vipave na ozemlju Slovenije (2006).

Priloga E2: Širša okoljska ocena RCE (2007).

### **PRILOGA F**

Skrajšana slovenska različica metode popisovanja makrofitov in ocene habitata (Janauer, 2002).

### **PRILOGA G**

Slovenska različica RCE metode (Petersen 1992).



## 1 UVOD

Ljudje se že od nekdaj naseljujemo v bližini tekočih in stoječih vodnih teles, saj predstavljajo vir pitne vode in hrane, olajšujejo transport, uporabljamo pa jih tudi za namakanje kmetijskih površin in sprejem odpadnih voda. Tekoče vode so izjemnega pomena, čeprav zajemajo le majhen delček kopnega, saj so v in ob njih svoj življenjski prostor poleg ljudi našle tudi številne živali in rastline.

Vodotoki so dinamični sistemi, definirani s hidrološkimi, kemijskimi in biološkimi značilnostmi, ki so odsev klimatskih in geoloških razmer ter rastlinstva porečja (Wetzel & Likens, 1995). Različne reke označuje lasten rečni značaj, vse pa so tesno povezane s kopenskim ekosistemom. S svojo aktivnostjo v njihovi neposredni bližini jih človek spreminja, da postajajo vedno bolj ranljivi sistemi, nestabilni in nesposobni premagovanja motenj. Ker se vse bolj zavedamo odvisnosti kakovosti življenja od kakovosti vodnega okolja, se vedno bolj uveljavlja tudi celostno vrednotenje vodnih teles, na čemer temelji njihovo ohranjanje. Fizikalne in kemijske analize vode kljub dovolj pogostemu vzorčenju ne pokažejo drugega kot le trenutno stanje, zato se je za popolnejšo sliko stanja vodotoka uveljavila biološka ocena. Ta vključuje življenjske združbe, ki nastanejo kot posledica medsebojnega delovanja abiotskih in biotskih dejavnikov. Potrebno je spoznati vrstno sestavo organizmov, gostoto populacije, sezonske spremembe v rečni združbi in to primerjati z združbo v naravnem in neonesnaženem rečnem sistemu.

Eden od primernih bioindikatorskih organizmov, s katerimi je možno ugotavljati stopnjo spremenjenosti in onesnaženosti vodnega okolja, so makrofiti. To so s prostim očesom vidne vodne rastline, ki pripadajo različnim družinam in so različno odporne na organsko onesnaženje. Na podlagi njihove prisotnosti, razporeditve in oblike je možno sklepati o prisotnosti nutrientov v vodotoku (Haslam, 1987), ti pa so povezani s prisotnostjo in razvitostjo obrežnega pasu ter rabo zemljišča ob vodotoku. Ravno zaradi povezave med reko in njenim zaledjem, je za uspešno ohranitev vodnega okolja potrebno varovati veliko širše območje, kot je tisto, ki ga želimo ohraniti.

V oceno kakovosti voda makrofite poleg bentoških nevretenčarjev, fitoplanktona, fitobentosa in rib vključuje tudi Vodna direktiva (Water Framework Directive, Direktiva 2000/60/ES), saj

njihovo stanje vpliva na stanje drugih organizmov, ker prispevajo k oblikovanju ugodnih življenjskih razmer v vodotoku. Poznavanje makrofitov v slovenskih vodotokih se zadnja leta izboljšuje.

Reka Vipava je ena večjih slovenskih rek, ki teče po pretežno kmetijski pokrajini, kjer od kmetijskih panog prevladujeta sadjarstvo in vinogradništvo. Izvira v mestu Vipava, v njeni dolini pa sta večji mesti še Ajdovščina in Nova Gorica.

Namen naloge je bil:

- ugotoviti pojavljanje, pogostost in razporeditev makrofitov v reki Vipavi vzdolž celotnega toka,
- ugotoviti, kako na pojavljanje makrofitov vplivajo dejavniki okolja,
- spremljati nekatere fizikalne in kemijske parametre,
- ugotoviti stanje širšega vodnega okolja.

## **2 PREGLED OBJAV**

### **2.1 REČNI SISTEM**

Glavna značilnost vseh vodotokov je nestabilnost in spreminjanje količine vode med letom. Dolžina obdobja, ko je struga napolnjena z vodo, predstavlja najpomembnejšo hidrološko spremenljivko, ki neposredno vpliva na vse vodne združbe (Barendregt in Bio, 2003). Količina vode je v največji meri odvisna od padavin, površinskega odtoka in dotoka iz višje ležečega dela vodotoka, podtalnica pa vpliva na zalogo vode v posameznem porečju (Allan, 1995).

Vodotoki, ki zajemajo tekoče vode od majhnih potokov do velikih rek, se pojavljajo v zelo različnih geoloških, klimatskih, topografskih in vegetacijskih razmerah. Na njihove lastnosti tako vplivajo značilnosti porečja, ki mu pripadajo. Geologija in topografija določata obliko struge in značilnosti substrata, kemizem vode pa je odvisen od kopenskega sistema, s katerega doteka voda v reko.

Zgornji del rečnega sistema je ponavadi bolj strm, tok turbulenten, substrat grob in voda revna s hranili. Struga je ožja in ravna, erozijski procesi so intenzivnejši. Po toku navzdol se naklon struge zmanjšuje, erozija je uravnotežena z odlaganjem sedimenta, na dnu struge prevladujeta prod in pesek. Tok v spodnjem delu sistema je počasen, reka odlaga sediment, prevladuje mulj, koncentracija raztopljenih in suspendiranih snovi v vodnem stolpcu je povečana. Zaradi longitudinalnih tokov snovi v rečnem sistemu vsak proces, ki se zgodi v višje ležečem delu reke (velja za strugo in za porečje), vpliva na ekologijo reke v njenem nižje ležečem delu (Dobson in Frid, 1998). Do izmenjave snovi prihaja tudi med strugo in njenim zaledjem ter med strugo in pod njo ležečimi aluvialnimi vodonosniki. Reke so torej tridimenzionalni sistemi za katere so značilni longitudinalni, lateralni in vertikalni tokovi snovi (Petts, 1994).

## 2.2 MAKROFITI

Med makrofite uvrščamo s prostim očesom vidne vodne rastline, ki so izvorno kopenske rastline in pripadajo različnim taksonomskim skupinam. To so vodne semenke, praprotnice, mahovi in nekatere večje alge, kot so nitaste alge in parožnice (Fox, 1992), ki so se prilagodile na življenje v vodnem okolju.

Glede na rastno obliko, način pritrditve ali razmere v okolju, v katerem uspevajo, makrofite po Schoultropu (Hutchinson, 1975, Fox, 1992) delimo v štiri skupine:

- potopljeni (submerzni) makrofiti: so ukoreninjeni, večina asimilacijskega tkiva se nahaja pod vodno gladino (*Myriophyllum spicatum*, *Elodea canadensis*, *Potamogeton crispus* ... ),
- plavajoči neukoreninjeni makrofiti: prosto plavajo na vodni gladini ali v vodnem stolpcu (*Lemna minor*, *Caratophyllum demersum*, *Eichornia crassipes* ... ),
- plavajoči (natantni) ukoreninjeni makrofiti: listi so plavajoči, večina listnega tkiva plava na vodni gladini, so ukoreninjeni (*Nuphar luteum*, *Potamogeton natans*, *Nymphaea alba* ... ),
- emergentni makrofiti: so ukoreninjeni, večina listov in stebelnega tkiva je nad vodno gladino (*Phragmites australis*, *Typha latifolia*, *Sparganium emersum* ...).

Med makrofite uvrščamo še skupino rastlin, ki jih ne moremo uvrstiti v nobeno od zgoraj naštetih, saj se pojavljajo tako v vodi kot na kopnem. To so amfibijske rastline (Hutchinson, 1975) z dvema značilnima oblikama (formama) in morfološkimi in fiziološkimi prilagoditvami (Germ in Gaberščik, 2003), ki jim omogočajo učinkovito uspevanje, ko so

popolnoma potopljene ali ko vodna gladina upade in je večina rastline na kopnem (Germ in sod., 2000). Amfibijske rastline, kot so vodna dresen (*Polygonum amphibium*), močvirska spominčica (*Myosotis palustris*), trpotčasti porečnik (*Alisma plantago-aquatica*), vodna meta (*Mentha aquatica*), navadna streluša (*Sagittaria sagitifolia*) in širokolistna koščica (*Sium latifolium*) so pogoste v prehodnem območju med kopenskim in vodnim ekosistemom. Več avtorjev poroča, da presihajoč vodni režim vzpodbuja rast rastlinskih združb, v katerih prevladujejo amfibijske rastline (Šraj – Kržič et al., 2007).

### 2.2.1 Anatomske, morfološke in fiziološke značilnosti makrofitov

Listi potopljenih vodnih rastlin v rekah so zaradi vodnega toka, ki s seboj nosi različne organske in anorganske delce in lahko povzročijo poškodbe tkiva, ozki in podaljšani, suličasti, trakasti ali fino razcepljeni. Taka oblika zaradi ugodnejšega razmerja med površino in prostornino omogoča tudi boljšo izmenjavo plinov, absorpcijo svetlobe in hranil. Povrhnjica je enoplastna in tanka, v njej so kloroplasti, brez kutikule in listnih rež. Preko hidatod se izloča voda, če so prisotne, hidropote pa so namenjene absorpciji ionov iz vode. Mezofil ni diferenciran v palisadno in gobasto tkivo, gradi ga manjše število celičnih plasti. Prevajalna in oporna tkiva so slabo razvita (Wetzel, 2001).

Plavajoči listi so navadno krožne oblike in debelejši. Povrhnjica zgornje strani lista je pokrita s hidrofobno kutikulo, gradijo pa jo celice s debelimi celičnimi stenami. Površina listov je pogost gladka in bleščeča. Mezofil je diferenciran v gobasto in palisadno tkivo. Listne reže so prisotne le v zgornji povrhnjici, v spodnji pa lahko najdemo hidropote. Prevajalno in oporno tkivo je dobro razvito (Wetzel, 2001). Aerenhim je tkivo, po katerem se prevajajo plini iz listov, pecljev in stebela do korenin (Hutchinson, 1975). Aerenhim zmanjšuje specifično težo listov, povečuje vzgon in do neke mere nadomešča oporno tkivo (Martinčič, 1994).

Stebela imajo tanko povrhnjico, ki je prekrita s kutikulo. Oporni elementi so nameščeni centralno, niso dobro razviti in dajejo rastlini le elastičnost. Omogočajo zvijanje in sledenje vodnemu toku brez poškodb. Prevajalno tkivo je prav tako reducirano, pravih žil ni, prisotni so le kompleksi prevajalnih elementov. Večji del volumna stebela zajema aerenhim (Martinčič, 1994).

Korenine pri večini rastlin služijo le za pritrditev, črpanje hranil pa je drugotnega pomena, saj so absorpcije hranil iz vode sposobni vsi rastlinski deli (Martinčič, 1994). Pri neuokoreninjenih vrstah korenine služijo za absorpcijo velike količine hranil in različnih ionov, ki jih v celoti dobijo iz vode.

CO<sub>2</sub> je v vodi rastlinam zaradi počasnejše difuzije težje dostopen kot na kopnem (Maberly in Spence, 1989). Rastline so zato razvile različne mehanizme za izkoriščanje različnih virov ogljika. Nekatere rastline kot vir ogljika uporabljajo bikarbonatni ion (Nichols in Shaw, 1986, Bowes in Salvucci, 1989), drugim anatomske prilagoditve omogočajo izrabo CO<sub>2</sub>, ki nastaja pri dihanju in fotorespiraciji (Nichols and Shaw, 1986). Nekatere potopljene rastline imajo C4 metabolizem (Bowes in Salvucci, 1989), druge pa CAM metabolizem in CO<sub>2</sub> vežejo ponoči, ko je tega plina več in je koncentracija O<sub>2</sub> manjša (Bowes in Salvucci, 1989). Vse našteje prilagoditve, ki omogočajo učinkovitejšo izrabo vira ogljika ali predstavljajo izrabo drugega vira ogljika, so pomembna kompetitivna prednost, ki povečuje uspešnost določene rastlinske vrste (Nichols in Shaw, 1986).

### **2.2.2 Vloga makrofitov v vodnem ekosistemu**

Makrofiti sooblikujejo vodni ekosistem in s svojo prisotnostjo v njem vplivajo na fizikalne in kemijske značilnosti vodotoka, upočasnjujejo vodni tok in omogočajo sedimentacijo organskega in anorganskega materiala (Fox, 1992; Cotton in sod., 2006). S tem stabilizirajo sediment, zmanjšajo erozijo in kalnost vode (Madsen in sod., 2001). Wilcock in sodelavci (2004) v svoji raziskavi ugotavljajo, da lahko potopljeni makrofiti upočasnijo vodni tok za 30 % in dvignejo vodno gladino za 40 %.

Z absorpcijo hranil iz vode in vezavo v lastno biomaso izboljšujejo kakovost vode (Holmes, 1999) in povečujejo samočistilno sposobnost vodotoka. Ob razgradnji odmrle biomase se vanjo vezana hranila iz sedimentov sprostijo v vodo in povzročijo eutrofikacijo sistema (Nichols in Shaw, 1986). Ker so makrofiti ključni element v dinamiki nutrientov v vodnem ekosistemu, so zelo uporabni kazatelji trofičnega stanja sistema (Clarke in Wharton, 2000). Ukoreninjeni makrofiti utrjujejo breg vodotokov in zmanjšujejo erozijo prehodnih območij med vodo in kopnim (Wetzel, 2001).



Sestoji makrofitov povečujejo pestrost mikrohabitatov (Holmes, 1999) in nudijo življenjski prostor in zavetje mnogim nevretenčarjem, ribam in pticam (Nichols in Shaw, 1986). Nekaterim ribam in vodnim pticam makrofiti predstavljajo vir hrane, epifitskim algam substrat za pritrjevanje, ribam za odlagališče jajčec, ribjim mladim pa skrivališče pred plenilci. Z okrnjeno vodno vegetacijo je povezano upadanje ribjih populacij, saj se s tem zmanjša število primernih mest za odlaganje jajčec in skrivališč za mladice. Zooplanktonske populacije v odsotnosti plenilcev narastejo, poveča se paša in zmanjša biomasa fitoplanktona, s tem pa pade produktivnost celotnega ekosistema (Carpenter in Lodge, 1986). Sestoji obrežnih rastlin, ki jih tvorijo predvsem emergentni makrofiti, nudijo vodnim pticam varno zavetje v času gnezdenja.

Pomembna je tudi indikatorska vrednost makrofitov. Na podlagi njihove prisotnosti namreč lahko sklepamo o razmerah v okolju. Določene vrste so bolj občutljive na onesnaževanje in prisotnost hranil v vodi kot druge. V primeru onesnaženosti se prisotnost nekaterih rastlin močno zmanjša, drugih, bolj odpornih, poveča, nekatere pa lahko popolnoma izginejo (Haslam, 1987).

Zaradi svoje vloge v vodnem ekosistemu so makrofiti vključeni v Vodno direktivo Evropske komisije in skupaj s fitobentosom predstavljajo enega od štirih nepogrešljivih bioloških elementov, ki jih uporabljamo za vrednotenje ekološkega stanja rek (Direktiva 2000/60/ES, Dodkins et al., 2005).

## **2.3 DEJAVNIKI, KI VPIVAJO NA USPEVANJE MAKROFITOV**

### **2.3.1 Svetloba**

Svetloba je primarni dejavnik, ki v vodi omejuje rast rastlin v globino in določa njihovo razporeditev. Svetlobne razmere določajo primarno produkcijo avtotrofnih organizmov v vodnem okolju (Van Duin in sod., 2001). Na svetlobne razmere vpliva količina in kvaliteta sevanja na vodni površini, kalnost vode in v njej raztopljen snovi. Intenziteta svetlobe z globino pada, spreminja pa se tudi njena spektralna sestava (Holmes in Klein, 1987).

Gosta obrežna vegetacija, ki zastira vodno gladino, zmanjšuje količino svetlobe, ki doseže vodno gladino. Obrežna vegetacija lahko zmanjša intenziteto svetlobe za 35—95 %, odvisno

od razvitosti listov na njej. Učinek senčenja se še poveča, če je gladina vode prekrita z velikimi plavajočimi listi makrofitov. Potopljeni makrofiti so v takih primerih zelo redke, prisotni pa so lahko mahovi in alge (Westlake, 1975).

### 2.2.2 Temperatura

Temperaturne spremembe so v vodnem okolju manj izrazite in bolj postopne kot na kopnem. Glavni vir toplote je poleti sončno sevanje, pozimi pa podtalnica. Temperatura podtalne vode je namreč vse leto skoraj enaka in je približno enaka povprečni letni temperaturi kraja. Od temperature so odvisni metabolni procesi rastlin (delovanje encimov), rast in razvoj rastlin, dormanca, razvoj in kalitev semen, cvetenje, tvorba turionov (prezimovalnih organov), fotosintezna aktivnost in dihanje. Posredno vpliva temperatura na rast rastlin tudi preko vpliva na topnost plinov in druge kemijske dejavnike.

Na razporeditev vrst na določenem območju temperature nima velikega vpliva (Pip, 1989), pomembnejši dejavniki so tip substrata (Pip, 1984), svetloba (Madsen in Adams, 1989), globina vode (Barendregt in Bio, 2003), hitrost vodnega toka (Allan, 1995) in kemizem vode (Pip, 1984).

### 2.2.3 Kisik

Kisik je v vodi slabo topen. Na koncentracijo kisika v vodi vpliva temperatura vode, turbulenca, v vodi raztopljene soli, razlike v parcialnih tlakih kisika v ozračju in vodi, fotosintezna aktivnost primarnih producentov in respiratorna aktivnost življenjske združbe (Urbanič in Toman, 2003). Vsebnost kisika v vodi se spreminja v odvisnosti od fizikalnih in kemijskih procesov, na njegovo končno koncentracijo v vodi pa bistveno vplivata primarna produkcija in razgradni procesi saprofitskih bakterij (Urbanič in Toman, 2003). V neobremenjenih sistemih so spremembe v koncentraciji kisika v odvisnosti od temperature in aktivnosti organizmov dnevne in sezonske. Večje dnevno-nočne spremembe v pH ter koncentraciji O<sub>2</sub> in CO<sub>2</sub> so značilne za zelo zaraščene vodotoke (Wilcock in sod., 1988). Kisikove razmere v vodnem stolpcu se lahko razlikujejo od tistih na stiku vode s sedimentom (Rejic, 1988). Emergentni makrofiti, ki so pritrjeni v anoskičen sediment, korenine oskrbujejo s kisikom iz listov preko aerenhima v stebelu (Sand – Jensen, 1989).

#### **2.2.4 Hranila**

Hranila po količinah, v katerih so potrebna za rast rastlin, delimo v makronutriente (N, P, S, Ca, Mg in K) in mikronutriente (Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, Co, B). Potrebna so za optimalen potek fizioloških procesov v rastlini, bistvenega pomena pa so razmerja med njimi (Nichols in Shaw, 1989). Za primarne producente sta najpomembnejša dušik in fosfor. Njune vsebnosti v vodi se ob propadanju vegetacije ob koncu rastne sezone povečajo, ker se ob razgradnji sprostijo iz odmrle biomase, z začetkom nove rastne sezone pa zmanjšajo, ker se v biomaso vežejo. Rastline hranila prevzemajo s koreninami iz sedimenta, lahko pa tudi neposredno iz vodnega stolpca, neukoreninjene preko korenin, ukoreninjene pa preko listov in stebela (Melzer, 1999).

Kemizem podtalne vode se precej razlikuje od kemizma površinske vode, kar se kaže v prisotnosti drugačnih združb na območjih, kjer podtalna voda priteka v strugo (Barendregt in Bio, 2003).

#### **2.2.5 Električna prevodnost**

Električna prevodnost je odvisna od temperature in koncentracije v vodi raztopljenih ionov ter njihovih značilnosti. Če je vodno telo obremenjeno s hranili, je prevodnost višja, saj se z dotokom hranil praviloma poveča količina nabitih delcev. Višja prevodnost je značilna za vodotoke na karbonatni podlagi v primerjavi z vodotoki na silikatni podlagi. Navadno se jeseni električna prevodnost poveča zaradi razgradnje odpadlega listja in nižje bioprodukcije zaradi nizkih temperatur in nizke intenzitete svetlobe. Na električno prevodnost vplivajo tudi padavine. Deževnica običajno vsebuje nizke koncentracije ionov in zaradi učinka redčenja zmanjša prevodnost celinskih voda (Urbanič in Toman, 2003).

#### **2.2.6 Anorganski ogljik, pH in trdota vode**

Anorganski ogljik se v vodi nahaja v treh oblikah (prosti CO<sub>2</sub>, hidrogenkarbonatni ion in karbonatni ion) razmerja med njimi pa določajo pH in trdoto vode. Pri nizkem pH prevladuje prosti CO<sub>2</sub>, z višanjem pH proti nevtralnim vrednostim in naprej proti visokim, se karbonatno ravnotežje pomakne najprej v korist hidrogenkarbonatnega in nato karbonatnega iona. Na naravno karbonatno ravnotežje lahko vplivajo industrijski efluenti in atmosfersko

obremenjevanje s kislimi snovmi, bolj običajno pa je dnevno nihanje pH zaradi fotosintezne aktivnosti in respiracije primarnih producentov (Urbanič in Toman, 2003). Ob pomanjkanju prostega CO<sub>2</sub> zaradi fotosintezne aktivnosti, se ravnotežje vzdržuje z razpadom Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, ob tem pa se obori ustrezna količina apnenca (CaCO<sub>3</sub>) iz podlage. Če je prostega CO<sub>2</sub> zaradi povečane respiratorne aktivnosti preveč, pride do obratnega procesa, apnenec se raztaplja in nastaja kalcijev bikarbonat.

Nizek pH je značilen za barjanske vode in vode na silikatni podlagi, višji pa za evtrofne sisteme.

Trdota vode je povezana s količino raztopljenih kalcijevih in magnezijevih spojin v vodi. Trda voda je značilna za vodotoke na karbonatni geološki podlagi, mehka pa na silikatni podlagi. Skupaj s pH in obliko raztopljenega anorganskega ogljika odločilno vpliva na prisotnost in sestavo življenjskih združb.

### **2.3.7 Vodni tok**

Vodni tok je značilnost vodotokov, ki zahteva pomembno prilagoditev življenjskih oblik v njih. Na pojavljanje in razporeditev makrofitov v vodotoku vpliva na več načinov (Fox, 1992). Zaradi gibanja vode je količina prostega O<sub>2</sub> večja, kot bi bila sicer, zagotavlja pa tudi večjo količino hranil v vodi (Barendregt in Bio, 2003). Oboje pozitivno vpliva na rast makrofitov. Gibanje vodnega toka na makrofite nima vedno ugodnega vpliva, saj lahko povzroči tudi mehanske poškodbe z anorganskimi delci, ki jih voda nosi s seboj. Vodni tok s povečanjem kalnosti vpliva tudi na svetlobne razmere v vodi in s tem na fotosintezno aktivnost makrofitov. Od hitrosti vodnega toka je odvisna tudi struktura substrata (Fox, 1992), ki vodnim rastlinam omogoča pritrjevanje. Sestoji makrofitov so najgostejši in najbolj raznovrstni v vodotokih s počasnim in srednje hitrim vodnim tokom.

### **2.3.8 Substrat**

Substrat igra pomembno vlogo kot pritrlišče makrofitov in kot medij v kroženju snovi v vodnem ekosistemu. Na substrat pomembno vpliva hitrost vodnega toka, struktura obrežja in intenziteta erozije obrežja ter količina vnosa organskega materiala (Madsen in sod., 2001). Podlaga iz finih delcev predstavlja najugodnejše razmere za pritrjevanje makrofitov, razen v

primeru, ko je substrat zbit in anoksičen. Grobozrnata podlaga je za pritrjanje manj primerna in revna s hranili. Značilna je za hitro tekoče vodotoke (Nichols in Shaw, 1986). Pokrovnost, heterogenost združbe in vrstna diverzitetata makrofitov so odvisni od heterogenosti substrata (Baattrup – Pedersen in Riis, 1999).

Na substrat s svojo prisotnostjo vplivajo tudi makrofiti. Znotraj sestojev makrofitov je vodni tok počasnejši, poleg tega se organski material, ki ga proizvajajo rastline, kasneje skupaj z suspendiranimi delci v vodi useda, s koreninami pa ga zadržujejo in utrjujejo (Fox, 1992).

### **2.3.9 Prosojnost vode**

Od prosojnosti vode je odvisna globina, do katere prodre svetloba, od te pa fotosintezna aktivnost vodnih rastlin. Na prosojnost vode vplivajo suspendirane snovi v vodi in se spreminja z vremenskimi razmerami, kot je močno deževje ali taljenje snega. Močni turbulentni tokovi ob nalivih in povečanem vodostaju povzročajo dvigovanje sedimenta in povečajo kalnost vode. Zadrževanje sedimenta v sestojih vodnih rastlin, kjer je vodni tok počasnejši in usedanje delcev povečano, ugodno vpliva na prosojnost vode in svetlobne razmere v vodi. Prosojnost vode zmanjšujejo tudi efluenti antropogenega izvora.

### **2.3.10 Kompeticija**

Kompeticija je najpomembnejši biotski dejavnik, ki vpliva na pojavljanje in razporeditev makrofitov (Fox, 1992). Rastline v vodi namreč med seboj tekmujejo za svetlobo, prostor in hranila (Wetzel, 2001). Kompetitivno prednost v vodnem okolju predstavlja večja sposobnost razrasti in hitra rast, zgodnja rast v rastni sezoni, uporaba bikarbonata kot vira ogljika, asimilacija CO<sub>2</sub> iz zraka in nižje masno razmerje med stebлом in koreninami (Murphy in sod., 1990). Rastline s plavajočimi listi so v počasi tekoči vodi zaradi senčenja pogost vzrok za slabše uspevanje ali celo odsotnost potopljenih vrst. Kompeticija za svetlobo je v nižinskih vodotokih, ki so zelo bogati s hranili, vzrok za prisotnost le ene ali dveh, kompetitivno najmočnejših vrst, ki izključita vse ostale (Wetzel, 2001).

### 3 MESTO RAZISKAV

#### 3.1 VIPAVSKA DOLINA

Vipavska dolina ne zajema le doline neposredno ob reki Vipavi, pač pa celotno območje med visokima planotama Trnovskim gozdom in Nanosom, ki jo skupaj s Hrušico oklepata na severu in Vipavskimi griči, ki jo od nizke planote Kras ločijo na jugu. Od povirja potoka Močilnika pod Razdrtim do Goriške ravnine ob državni meji z Italijo meri okrog 40 km. Za dolino je značilna precejšnja geografska razgibanost, saj se nadmorska višina razteza od 43 m (Miren) do 1495 m (Mali Golak). V smeri od vzhoda proti zahodu dolino delimo na Zgornjo, Srednjo in Spodnjo Vipavsko dolino. Goriško polje, ki je najvzhodnejši del Furlanske nižine in je najgosteje poseljeno, je s prodom nasula reka Soča. Na obronkih doline in po Vipavskih gričih prevladujejo terciarne sedimentne kamnine – fliš, peščenjaki in apnenci. Trnovski gozd in Goro sestavljajo mezozojski apnenci in dolomiti, Hrušico in Nanos pa kredni apnenci (Bat in sod., 2004). Na flišu prevladujejo dokaj rodovitna rjava tla, ki so primerna za kmetijstvo.

Za Vipavsko dolino je značilno submediteransko podnebje, ki zagotavlja dobre razmere za svojevrstno kmetijsko rabo v okviru Slovenije (sadjarstvo in vinogradništvo). Submediteranske naravne značilnosti opredeljuje predvsem mešanje sredozemskih in celinskih podnebnih vplivov, ki učinkujejo tudi na druge naravne dejavnike, kot so hidrološke razmere, rastje in tla. Gozdovi pokrivajo le tretjino površja, zime so mile, poletja vroča (povprečne letne temperature so za 4 °C višje kot v notranjosti Slovenije), letno pa pade okrog 1500 mm padavin z viškoma pozno spomladi in jeseni. Podnebje Vipavske doline pomembno krojita menjavanje toplega vlažnega jugozahodnika in burje, ki se pojavlja od vdorih hladnega zraka s celine. Hladna burja se pojavlja v vseh letnih časih, pogostejša in močnejša pa je v hladni polovici leta (Bat in sod., 2004).

Posodabljanje kmetijstva, melioracije in uporaba rečne vode za namakanje je ravno dno doline precej spremenilo. V nižini so idealni pogoji za pridelovanje sadja in zgodnje zelenjave, na pobočjih gričev pa se razprostirajo vinogradi.

Poselitev doline je osredotočena na številne kraje na obrobju. Največji mesti sta Ajdovščina in Nova Gorica, za pomembnejša središča pa veljajo še Vipava, Miren, Branik, Dornberk in Podnanos.

### 3.2 REKA VIPAVA IN NJENI PRITOKI

Vipava izvira izpod zahodnega pobočja Nanosa. Izvirov je več, njihovo število pa je odvisno od padavin v njenem kraškem zaledju. Najmočneje izvira Vipava v mestu Vipava (104 m), kjer ima voda, ki priteče iz ledenih jam v osrčju Nanosa, nizko in vse leto stalno temperaturo. V enem od izvirov so našli tudi človeško ribico, kar kaže na veliko razvejanost podzemnih rogov, po katerih se pretaka voda.

Hidrografsko zaledje Vipave so pobočja Nanosa in Hrušice, katerih skupna površina znaša okrog 140 km<sup>2</sup> (Bat in sod., 2004). Veliko vode se steka v Vipavo nekoliko nižje, kjer se ji priključi potok Močilnik, nato hudourniški vodotok Hubelj, ki izvira nad Ajdovščino, nazadnje pa še Branica. Nižje se v Vipavo zliva potok Lijak, ki priteče z zahodnega dela Trnovske planote. Gladina Vipave se zaradi kraških pritokov precej spreminja, zato so jo v drugi polovici 70. let prejšnjega stoletja zaradi pogostega poplavljanja uredili in v zgornjem in srednjem toku izravnali njene meandre. Gradbeni posegi so povečali pretočnost in povzročili občasno poplavljanje v spodnjem toku, kjer se to prej ni dogajalo. Posegi so dolžino reke s 50 km skrajšali na 47,7 km. Prvotni meandri so ostali na odseku med Prvačino in Biljami, kjer je ostal ohranjen del poplavnega gozda. Vipava se na italijanskem ozemlju izliva v Sočo.



Slika 1: Skalnat izvir reke Vipave v mestu Vipava z druge strani obdajajo hiše.



Slika 2: Več izvirov se za mestom Vipava združi v skupno strugo.

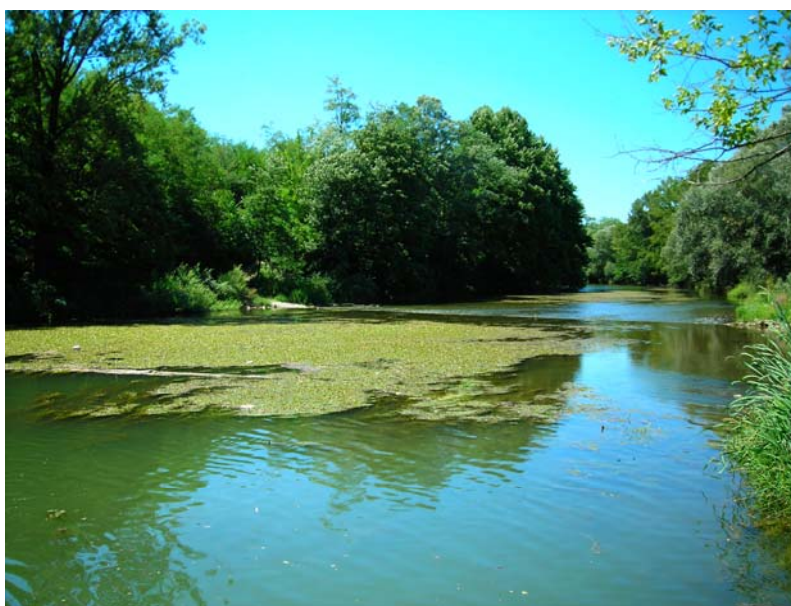


Slika 3: Grmovnat obrežni pas na desnem bregu je bil med sezonama 2006 in 2007 na odseku med Vipavo in Ajdovščino odstranjen.

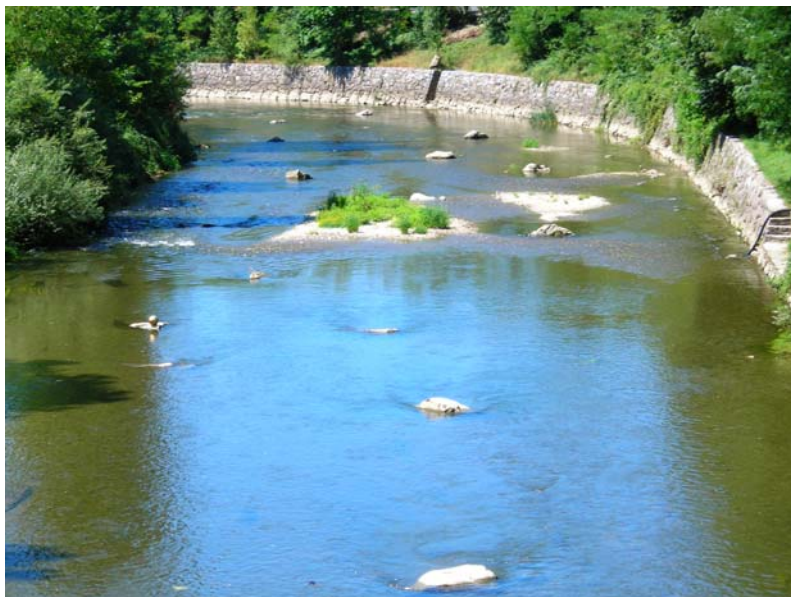




Slika 4: Reko Vipava v vasi Dolenje pri Ajdovščini obdajajo koruzne njive, breg pa je ponekod utrjen z večjimi kamnitimi bloki.



Slika 5: Gladino vode ob jezu v Biljah prekriva kolenčasti dristavec (*Potamogeton nodosus*).



Slika 6: Kanalizirana struga Vipave v Mirnu.

#### **4 DELOVNE HIPOTEZE**

Zaledje reke Vipave je kmetijsko obdelano. Prevladujeta sadjarstvo in vinogradništvo. Zaradi intenzivne kmetijske aktivnosti v neposredni bližini reke je s spiranjem povečan vnos mineralnih gnojil v reko. V dolini sta dve veliki mesti, veliko pa je tudi manjših naselij.

Pričakujemo, da se bo prisotnost in pogostost makrofitov vzdolž reke spreminjala glede na lastnosti struge, obrežja in zaledja.

Predvidevamo, da kmetijska dejavnost v zaledju reke vpliva na kemizem vode in s tem na rast vodnih rastlin.

Glede na to, da izvira Vipava v mestu, pričakujemo, da njenega izvirnega dela na podlagi širše okoljske ocene (RCE) ne bomo mogli uvrstiti v dober kakovostni razred.

## 5 METODE DELA

### 5.1 FIZIKALNE IN KEMIJSKE ANALIZE VODE

Na reki Vipavi smo izbrali 10 vzorčnih mest, ki so označena na kartah v prilogi A. Na vsakem vzorčnem mestu smo trikrat v rastni sezoni (julij – začetek, september – sredina in oktober oz. november – konec rastne sezone) izmerili temperaturo vode, koncentracijo kisika v vodi, nasičenost vode s kisikom, pH in prevodnost ter istočasno odvzeli vzorce vode za kasnejše kemijske analize v laboratoriju.

Vzorčna mesta smo izbrali tako, da so bila razporejena po celotni dolžini reke na slovenskem ozemlju. V zgornjem toku reke smo izbrali vzorčna mesta bližje skupaj, ker smo želeli ugotoviti, kako na fizikalno-kemijske značilnosti vode vplivajo dejavniki, kot so prisotnost mesta, izpust odpadnih voda iz tovarne Yoviland in pritok potoka Hublja. Vse meritve smo izvedli med 9. in 13. uro. Vreme je bilo leta 2006 v času prvih dveh meritev toplo in sončno, v času zadnje pa hladno in oblačno. V letu 2007 je bilo pred zadnjima dvema meritvama vreme deževno, vodostaj je bil zato nekoliko višji.

Na terenu smo merili temperaturo vode, koncentracijo raztopljenega kisika in nasičenost vode s kisikom, takoj po prihodu s terena v laboratorij pa smo izmerili električno prevodnost in pH. Koncentracijo nitratnih in ortofosfatnih ionov smo izmerili kasneje, do takrat smo vzorce vode hranili v zamrzovalniku. Koncentracijo nitratnih ionov smo določili z metodo z natrijevim salicilatom, koncentracijo ortofosfatnih ionov pa z metodo s kositrovim (II) kloridom. Metoda z natrijevim salicilatom je uporabna za določanje nitratnih ionov v koncentracijah od 0,1 do 20,0 mg/L (Urbanič in Toman, 2003). Vzorcem vode smo najprej dodali natrijev salicilat in jih za 24 ur postavili v sušilnik (105° C). Ohlajeni sušini smo dodali koncentrirano H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, destilirano vodo in raztopino NaOH – KNa tartata. Koncentracijo nitratnih ionov smo določili z merjenjem ekstinkcije s spektrofotometrom pri valovni dolžini 430 nm in naslednjima enačbama (enačba 1 in 2):

$$\text{NO}_3^- \text{ (mg/L)} = E_{\text{pov}} \times 9,63 \quad \dots (1)$$

$$E_{\text{pov}} = (E1 + E2) / 2 \quad \dots (2)$$

$E_{pov}$  = povprečna vrednost ekstinkcije

E1 = vrednost ekstinkcije vzorca v prvi paralelki

E2 = vrednost ekstinkcije vzorca v drugi paralelki

Metoda s kositrovim (II) kloridom je primerna za določanje koncentracije ortofosfatov v območju med 0,1 in 1,5 mg/L (Urbanič in Toman, 2003). Vzorcem vode smo dodali amonmolibdat in kositrov (II) klorid v glicerolu. S spektrofotometrom smo določili ekstinkcijo pri 690 nm in izračunali koncentracijo ortofosfatnih ionov po naslednjih enačbah (enačba 3 in 4):

$$PO_4^{3-} \text{ (mg/L)} = E_{pov} \times 1,38 \quad \dots (3)$$

$$E_{pov} = (E1 + E2) / 2 \quad \dots (4)$$

$E_{pov}$  = povprečna vrednost ekstinkcije

E1 = vrednost ekstinkcije vzorca v prvi paralelki

E2 = vrednost ekstinkcije vzorca v drugi paralelki

## 5.2 MAKROFITI

### 5.1.1 Delo na terenu

Reko Vipavo smo glede na spremembe v vodotoku razdelili na 63 odsekov, ki so označeni na kartah v prilogi A. Pri določanju odsekov smo upoštevali spremembe v vrstni sestavi in pogostosti makrofitov, sestavi obrežne vegetacije, strukturi brega, hitrosti vodnega toka in podobno. Na vsakem izmed odsekov smo določili prisotne vrste in ocenili pogostost posameznih vrst po petstopenjski lestvici (1 – posamična vrsta, 2 – redka vrsta, 3 – pogosta vrsta, 4 – množična vrsta, 5 – prevladujoča vrsta) (Pall in Janauer, 1995). Glede na rastno obliko (Janauer, 2002) smo jih razdelili na plavajoče neukoreninjene rastline (ap), potopljene neukoreninjene rastline (sp), potopljene ukoreninjene rastline (sa), plavajoče ukoreninjene rastline (fl), rastline z amfibijskim značajem (am) in helofite ali močvirske rastline (he).

Popis makrofitov smo v rastni sezoni 2006 opravili v juliju, avgustu in septembru, v rastni sezoni 2007 pa smo v juliju pregledali le odseke, ki so bili v prejšnji sezoni vrstno bolj pestri.

To so bili odseki 1, 2, 6–9, 27 in 46–59. V sezoni 2007 smo za analizo vpliva okoljskih dejavnikov na sestavo združbe makrofitov dodatno določili 10 približno 100 m dolgih odsekov ob mestih, kjer smo merili fizikalno-kemijske parametre.

Rastline smo iz vode izvlekli s pomočjo 5-metrške teleskopske ribiške palice s kaveljčki. Večino vrst višjih rastlin smo določili že na terenu, težje določljive in mahove pa kasneje v laboratoriju. Pri določevanju smo uporabljali naslednje določevalne ključe: Mala flora Slovenije (Martinčič in sod., 1999), Flora Helvetica (Lauber in Wagner, 2001), Flechten, Moose, Farne (Kremer in Muhle, 1991) in Training CD for River Bryophyte ID (Holmes, 2005). Pregled je bil na prvih šestih odsekih opravljen z brega, od tu naprej pa iz čolna, saj je struga Vipave precej široka, pregledovanje z brega pa otežuje po skoraj celotni dolžini reke prisoten obrežni pas pionirskih vrst dreves in grmov. Po en primerek vsake vrste smo herbarizirali ali shranili v alkohol. Herbarij je shranjen na Katedri za ekologijo in varstvo okolja na Oddelku za biologijo (BF).

### 5.1.2 Obdelava podatkov

Na podlagi ocene pogostosti posamezne vrste na vsakem odseku po petstopenjski lestvici smo določili masne indekse (MI), ki so z oceno biomase povezani s funkcijo  $f(x) = x^3$  (preglednica 1).

Relativno rastlinsko maso (enačba 5) smo uporabili za računanje kvantitativne pomembnosti vrste na posameznem rečnem odseku v času vzorčenja.

Preglednica 1: Ocena zastopanosti vrste in povezanost masnega indeksa z ocenjeno biomaso.

ocena zastopanosti vrste	masni indeks (MI)	ocenjena biomasa (PM)
	x	$f(x) = x^3$
posamična vrsta	1	1
redka vrsta	2	8
pogosta vrsta	3	27
množična vrsta	4	64
prevladujoča vrsta	5	125

$$\text{RPM}_x[\%] = \frac{\sum_{i=1}^n (PM_{xi} * L_i) * 100}{\sum_{j=1}^k (\sum_{i=1}^n (PM_{ji} * L_i))} \quad \dots (5)$$

$\text{RPM}_x$  = relativna rastlinska masa vrste x

$\text{PM}_{xi}$  = rastlinska masa vrste x v rečnem odseku i

$L_i$  = dolžina rečnega odseka i

Ločimo dva načina porazdelitve vrst: 1 – homogena porazdelitev in 2 – nezvezna, gručasta porazdelitev. Natančnejšo razlago porazdelitve vrst daje povprečni masni indeks, ki pomembnost vrste prikazuje z dveh vidikov:

MMT – povprečni masni indeks vrste na vseh odsekih reke (enačba 6)

MMO – povprečni masni indeks vrste na odsekih, kjer se vrsta pojavlja (enačba 7).

$$\text{MMT} = \sqrt[3]{\frac{\sum_{i=1}^n MI_i^3 * AL_i}{GL}} \quad \dots (6)$$

$$\text{MMO} = \sqrt[3]{\frac{\sum_{i=x}^n MI_i^3 * AL_i}{\sum_{i=x}^n AL_i}} \quad \dots (7)$$

$MI_i$  = masni indeks vrste na odseku i

$AL_i$  = dolžina odseka i, kjer je vrsta prisotna

GL = celotna dolžina pregledanega dela vodotoka

Kadar ima MMT visoko vrednost, je določena vrsta številčna in prisotna v večini odsekov. Višji kot je MMO glede na MMT, bolj se kaže gručasti vzorec porazdelitve in višja je povprečna masa vrste na odsekih, kjer se pojavlja. Večja kot je razlika med njima, manjše je število odsekov, na katerih je vrsta prisotna.

Razmerje masnih indeksov označuje vrednost  $d$  (enačba 8). Pove nam, kolikšen je delež pregledanega dela vodotoka, kjer je bila vrsta prisotna.

$$D = \frac{MMT^3}{MMO^3} \quad \dots (8)$$

Če je  $d = 1$ , pomeni, da je bila vrsta prisotna po celotni dolžini pregledanega dela vodotoka.

Podatke o prisotnosti in pogostosti makrofitov vzdolž vodotoka smo obdelali z računalniškim programom, ki ga je po metodologiji, povzeti po Pall in Janauer (1995), priredil Milijan Šiško.

### **5.3 ŠIRŠA OKOLJSKA OCENA VODOTOKA (RCE)**

Za vsak odsek, v katerem smo opravili popis makrofitov, smo naredili tudi okoljsko oceno glede na značilnosti zaledja, obrežnega pasu in rečne struge. Uporabili smo spremenjeno različico RCE metode po Petersenu (1992; Germ in sod., 2003; Urbanič in Toman, 2003; priloga G). Metoda je bila razvita za ocenjevanje majhnih, do treh metrov širokih vodotokov na kmetijsko obdelanih območjih na osnovi fizičnih in biotskih značilnosti vodotoka. Upošteva tudi značilnosti okolice in je primerna za nekatere druge tipe vodotokov (Germ in sod., 2000). Zahteva ocenjevanje dvanajstih lastnosti, kot so obrežna vegetacija, zaledje, breg, morfološke značilnosti struge in detrit, način ocenjevanja pa je razviden iz obrazca v prilogi G. Vsaka značilnost ima točno določeno vrednost, vedno je možno izbirati med štirimi možnostmi. Prva možnost vedno predstavlja najbolj neokrnjeno in naravno stanje, zadnja pa najbolj spremenjeno in degradirano stanje značilnosti vodotoka, ki ga ocenjujemo. Možnosti so ovrednotene z vrednostmi, najnižja je 1, najvišja pa od 15 do 30 (odvisno od teže, ki jo ima določena lastnost na stanje vodotoka in od tega, kako natančno jo je mogoče oceniti). Točke smo na koncu sešteli za vsak posamezen odsek in odseke glede na seštevek uvrstili v ustrezen kakovostni razred. Število dodeljenih točk za posamezne odseke je razvidno iz priloge E.

### **5.4 OCENA HABITATNIH PARAMETROV**

Značilnosti habitata smo v vsakem odseku posebej ocenili po MIDCC klasifikaciji (Janauer, 2002; priloga F). Ocenjevali smo 4 parametre. To so hitrost vodnega toka, tip sedimenta,

struktura brega in raba zemljišča v zaledju vodotoka. Podatke, ki smo jih na terenu v obliki številčnih kod vpisovali v obrazec (priloga D), smo tudi grafično predstavili.

### **5.5 KANONIČNA KORESPONDENČNA ANALIZA (CCA)**

Kanonična korespondenčna analiza je metoda, s katero smo ugotavljali, kakšen je vpliv izbranih okoljskih dejavnikov na sestavo in biomaso združbe makrofitov.

Uporabili smo podatke, ki smo jih zbrali s popisi prisotnosti in pogostosti makrofitov in RCE popisi. Rezultate prikazuje ordinacijski diagram, kjer je velikost vpliva določene spremenljivke prikazana z dolžino vektorja. Dolžine vektorjev v vseh diagramih nam povejo, kolikšen vpliv ima določena spremenljivka. Če je vektor daljši, je vpliv spremenljivke, ki jo označuje, večji. Koti med vektorji dajejo informacijo o korelaciji med spremenljivkami. Ostri kot pomeni pozitivno, topi kot pa negativno korelacijo. Metoda kombinacijo okoljskih spremenljivk prikaže tako, da so niše vrst maksimalno ločene. Spremenljivka najbolj vpliva na tiste taksone, ki so najbližje vektorju, ki to spremenljivko predstavlja. Metoda predpostavlja, da prisotnost taksonov vzdolž neke okoljske spremenljivke sledi zakonu tolerančnosti. To pomeni, da vrsta uspeva najbolje pri optimalni vrednosti spremenljivke. Če so točke, ki označujejo posamezne odseke in točke, ki označujejo posamezne taksone na diagramu blizu skupaj, pomeni, da je takson v teh odsekih pogost.

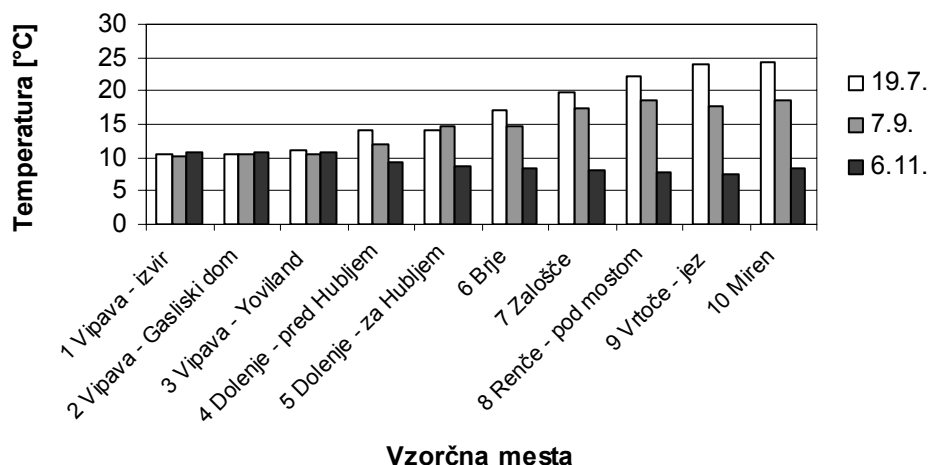
Za izvedbo kanonične korespondenčne analize smo uporabili računalniški program CANOCO for Windows 4.5 (Ter Braak, 1995). Za jasno sliko smo izbrali le tiste okoljske spremenljivke, ki značilno pojasnjujejo variabilnost združbe (metoda izbiranja – forward selection). Od vseh izbranih spremenljivk smo v analizo vključili samo statistično značilne ( $P < 0,1$ ). Vrednost za statistično značilnost smo dobili s testom Monte-Carlo.



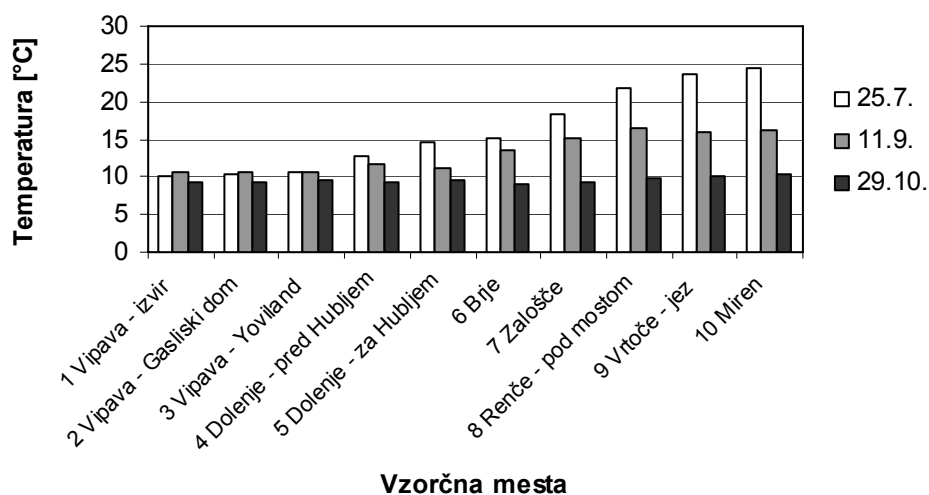
## 6 REZULTATI

### 6.1 FIZIKALNE IN KEMIJSKE ANALIZE VODE

#### 6.2.1 Temperatura vode



Slika 7: Temperatura vode v času vzorčenja v letu 2006.

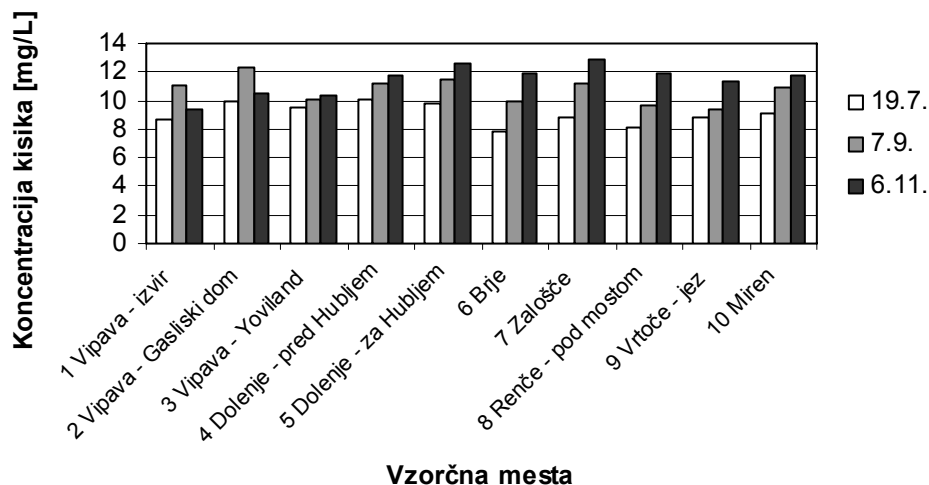


Slika 8: Temperatura vode v času vzorčenja v letu 2007.

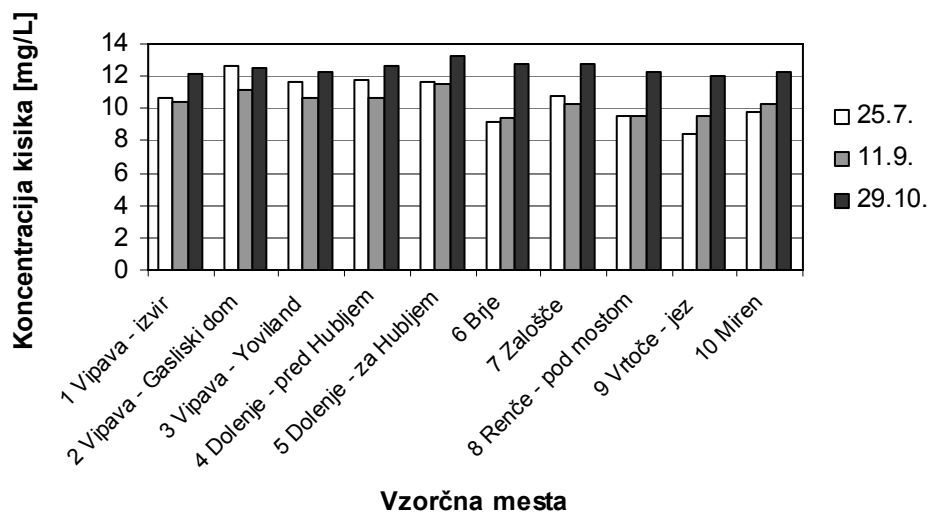
Najnižja izmerjena temperatura vode je bila 9,4 °C, najvišja pa 24,4 °C (sliki 7 in 8). V obeh sezonah je bila temperatura vode v času merjenja julija in septembra najnižja na izviri, najvišja pa na zadnjem vzorčnem mestu. V času oktobrske oz. novembrske meritve se izmerjena temperatura vode ni bistveno razlikovala med vzorčnimi mesti. Novembra 2006 je

bila temperatura vode v srednjem in spodnjem toku reke nižja kot na izviru. Na izviru je bila temperatura vode bolj ali manj stalna in enaka povprečni letni temperaturi kraja, kot je značilno za izvire.

### 6.2.2 Koncentracija kisika



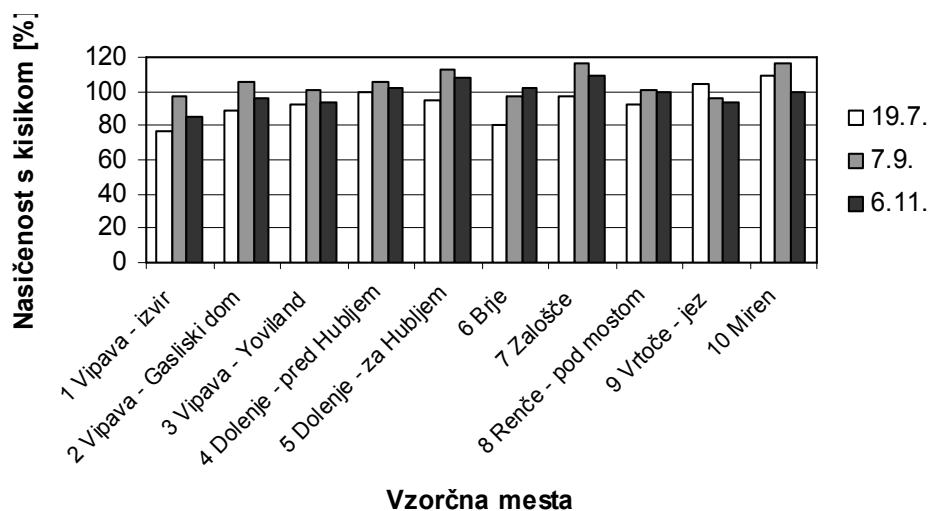
Slika 9: Koncentracija kisika v času vzorčenja v letu 2006.



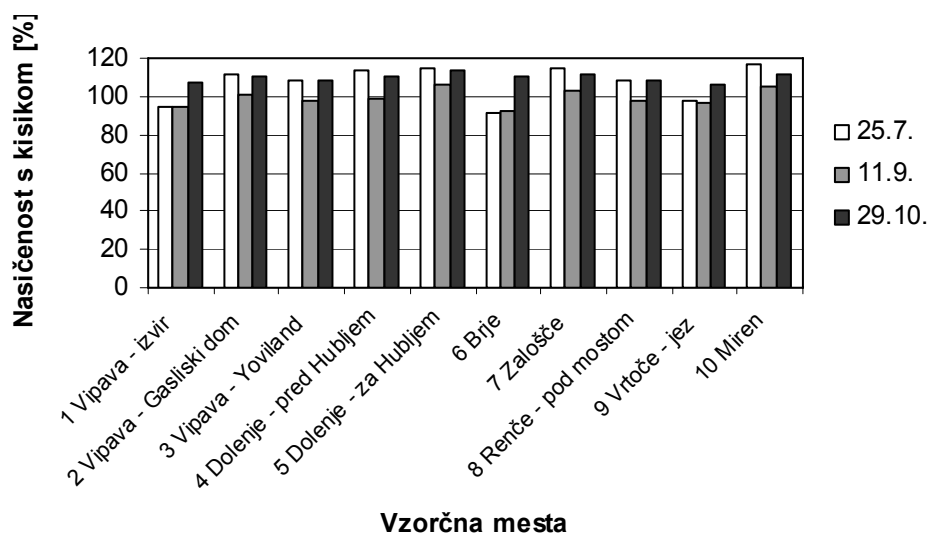
Slika 10: Koncentracija kisika v času vzorčenja v letu 2007.

Izmerjena koncentracija v vodi raztopljenega kisika je bila najnižja julija 2006 na vzorčnem mestu 6 (Brje) in je znašala 7,8 mg/L, najvišja pa oktobra 2007 na vzorčnem mestu 5 (Dolenje – za Hubljem), ko je dosegla vrednost 13,3 mg/L (sliki 9 in 10). V obeh letih je bila koncentracija kisika, razen na prvih dveh vzorčnih točkah leta 2006, višja v času zadnje meritve v sezoni.

### 6.2.3 Nasičenost s kisikom



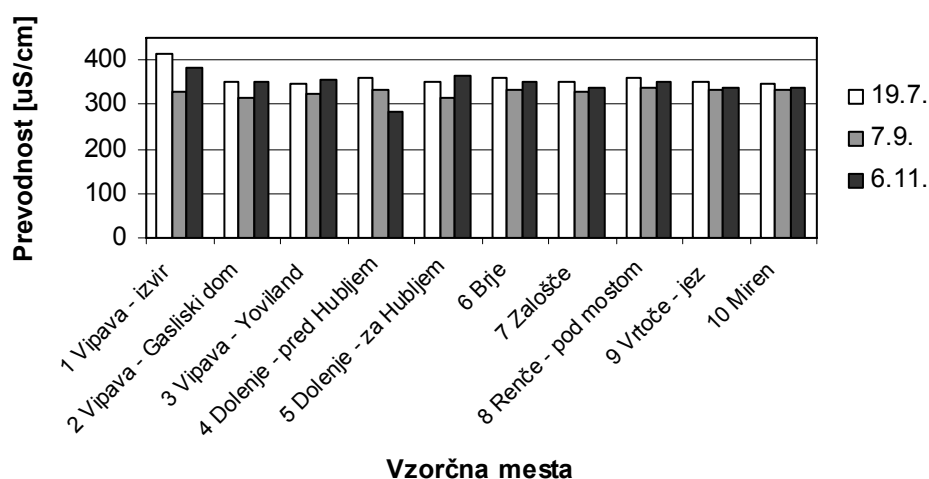
Slika 11: Nasičenost vode s kisikom v času vzorčenja v letu 2006.



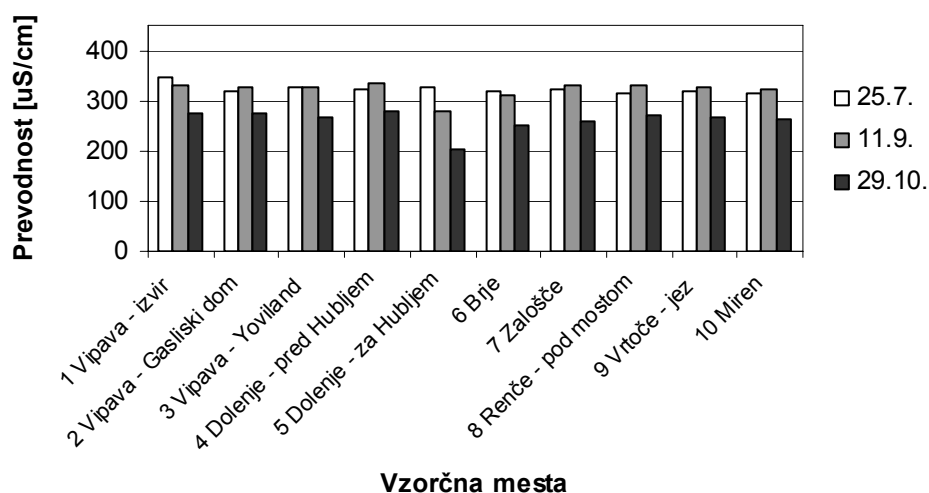
Slika 12: Nasičenost vode s kisikom v času vzorčenja v letu 2007.

Najnižjo nasičenost vode s kisikom smo izmerili julija leta 2006 na izviri (77 %) in na 6. vzorčnem mestu (80 %, slika 11). Pri vseh ostalih merjenjih in vzorčnih mestih je nasičenost vode s kisikom presegala 80 %. Leta 2006 je bila izmerjena prevodnost na večini vzorčnih mest najvišja v času drugega merjenja, leta 2007 pa v času prvega merjenja. Najvišjo nasičenost kisika (117 %) smo izmerili v Mirnu, julija 2007 (slika 12).

### 6.2.4 Električna prevodnost

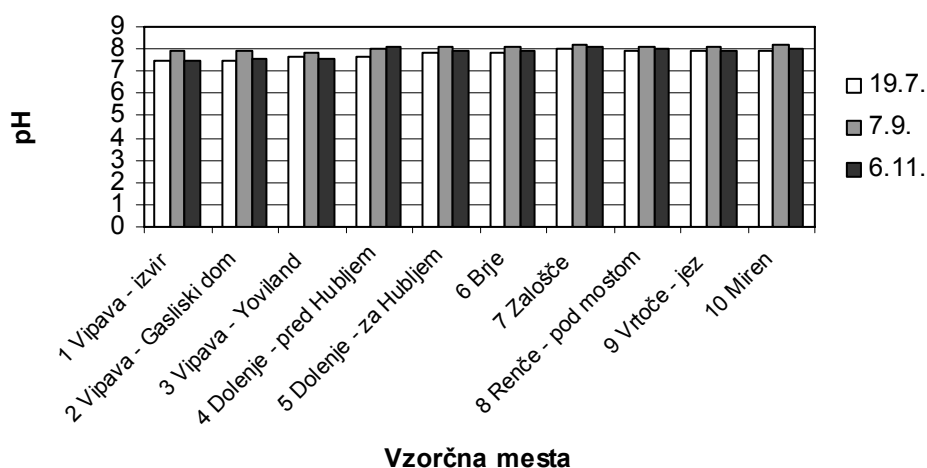


Slika 13: Električna prevodnost vode v času vzorčenja v letu 2006.

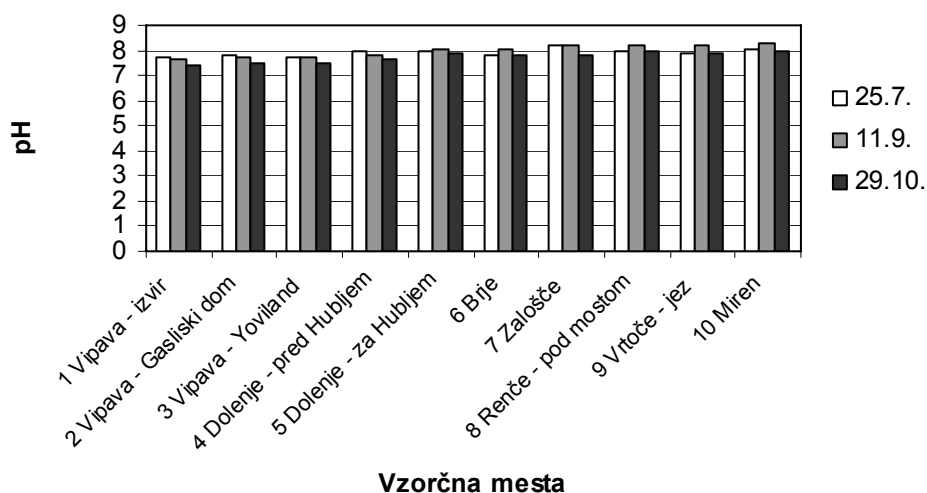


Slika 14: Električna prevodnost vode v času vzorčenja v letu 2007.

Izmerjena električna prevodnost je bila v obeh letih najvišja na izviri, kjer je leta 2006 dosegla 415  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , leta 2007 pa 346  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (sliki 13 in 14). Leta 2006 smo v času zadnje meritve na vzorčnem mestu 4 izmerili prevodnost 283  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , po pritoku Hublja, na vzorčnem mestu 5 pa 366  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Oktobra 2007 smo zaradi predhodnega dežja in pritoka Hublja na vzorčnem mestu 5 izmerili najnižjo prevodnost – 204  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

**6.2.5 pH vode**

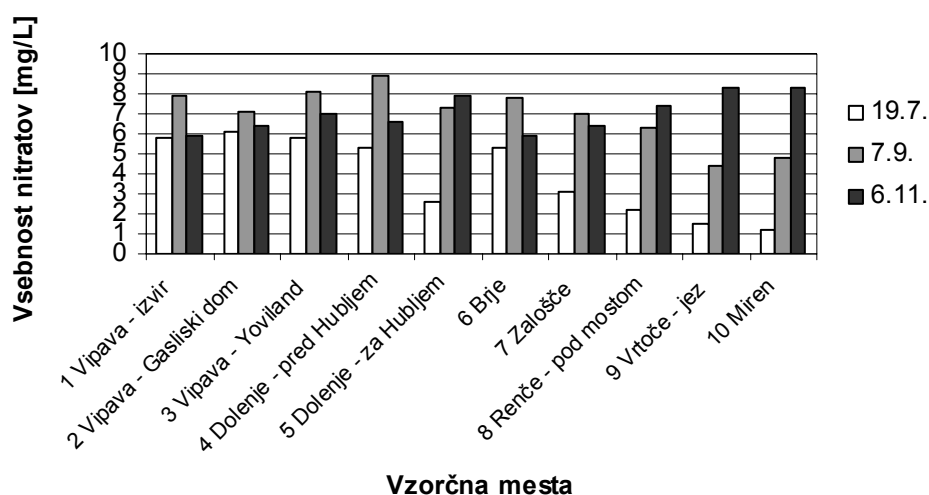
Slika 15: pH vode v času vzorčenja v letu 2006.



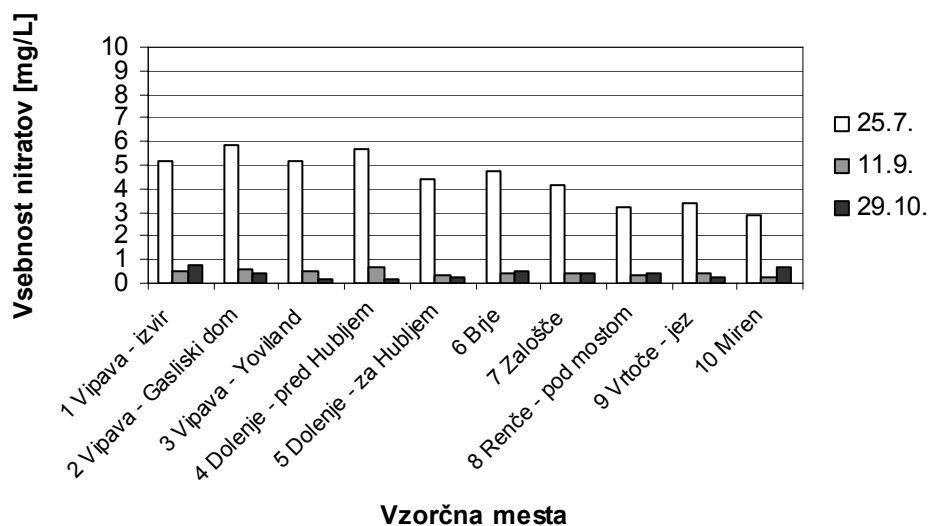
Slika 16: pH vode v času vzorčenja v letu 2007.

Na vseh vzorčnih mestih smo v času vseh meritev izmerili bazičen pH vode. pH se je rahlo zviševal po toku navzdol. Najnižji izmerjeni pH je znašal 7,4 (Vipava – izvir, oktober 2007), najvišji pa 8,3 (Miren, september 2007, slika 15). Razpon izmerjenih pH je za leto 2006 zelo podoben (slika 16).

## 6.2.6 Vsebnost nitratnih ionov



Slika 17: Vsebnost nitratnih ionov v času vzorčenja v letu 2006.



Slika 18: Vsebnost nitratnih ionov v času vzorčenja v letu 2007.

Julija 2006 se je izmerjena vsebnost nitratov po toku navzdol zniževala (slika 17). Vsebnost nitratnih ionov se je v času septembrskih in novembrskih meritev med vzorčnimi mesti manj razlikovala. Za vsa vzorčna mesta velja, da je bila izmerjena vsebnost nitratov jeseni višja kot poleti. Leta 2007 je bila vsebnost nitratov v času zadnjih dveh merenj bistveno nižja (slika 18), kar je verjetno posledica učinka redčenja zaradi dežja nekaj dni pred merjenjem.

### 6.2.7 Vsebnost ortofosfatnih ionov

Vsebnost ortofosfatnih ionov je bila pri vseh vzorcih vode nizka. Mejo detekcije uporabljene metode so presegli le 3 odvzeti vzorci vode. Koncentracija ortofosfatnih ionov je ob zadnji meritvi leta 2006 na vzorčnem mestu 4 znašala 0,123 mg/L, na vzorčnem mestu 6 pa 0,112 mg/L. Leta 2007 je koncentracija ortofosfata v času druge meritve na vzorčnem mestu 2 znašala 0,102 mg/L.

## 6.2 POPIS MAKROFITOV VZDOLŽ CELOTNE DOLŽINE VODOTOKA

### 5.2.1 Vrstna sestava

V reki Vipavi smo v 63 odsekih popisali 32 taksonov in nitaste alge. Prikazani so v preglednici 2.

Preglednica 2: Seznam taksonov in nitaste alge, ki so bili prisotni v reki Vipavi ob popisu in njihova rastna oblika (plavajoče neukoreninjene rastline = ap, potopljene neukoreninjene rastline = sp, potopljene ukoreninjene rastline = sa, plavajoče ukoreninjene rastline = fl, rastline z amfibijskim značajem = am in helofiti ali močvirske rastline = he).

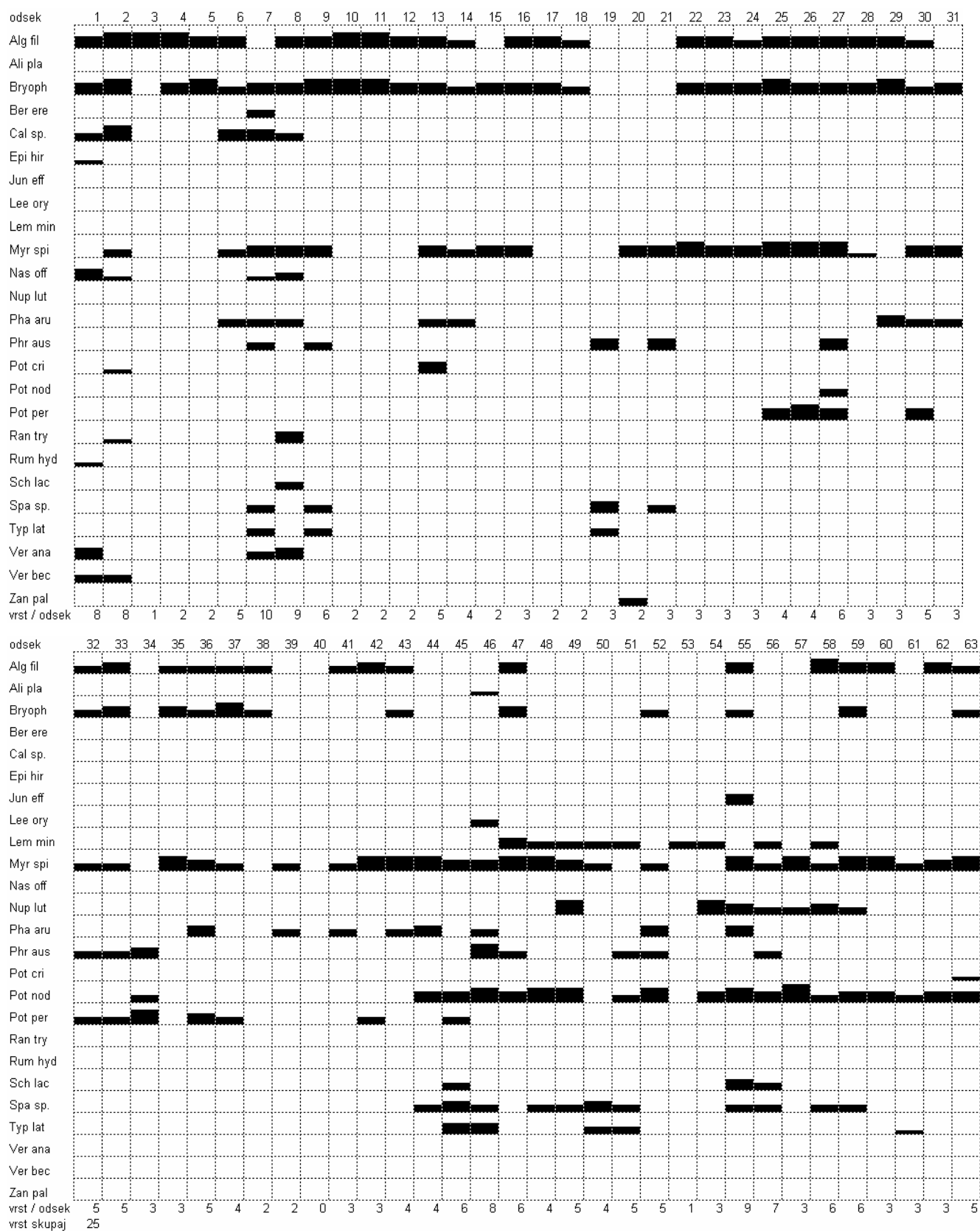
latinsko ime	okrajšava	slovensko ime	oblika
-	Alg fil	nitaste alge	sa
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	Ali pla	trpotčasti porečnik	he
<i>Amblystegium riparium</i>	-	-	sa
<i>Bryophyta</i>	Bryoph	mahovi	sa
<i>Berula erecta</i> (Huds.) Coville	Ber ere	ozkolistni koščec	he
<i>Calitriche</i> sp.	Cal sp.	žabji las	sa
<i>Chara</i> sp.	-	-	sa
<i>Chilsochyphus polyanthos</i>	-	-	sa
<i>Cynclidotus aquatica</i>	-	-	sa
<i>Cynclidotus fontinaloides</i>	-	-	sa
<i>Epilobium hirsutum</i> L.	Epi hir	dlakavi vrbovec	he
<i>Fontinalis antipyretica</i>	-	-	sa
<i>Juncus effusus</i> L.	Jun eff	navadno ločje	he
<i>Leersia oryzoides</i> Sw.	Lee ory	navadna rižolica	he
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	Myr spi	klasasti rmanec	sa
<i>Nasturtium officinale</i> R. Br. in Aiton	Nas off	navadna vodna kreša	he
<i>Nuphar luteum</i> (L.) Sibith & Sm.	Nup lut	rumeni blatnik	fl
<i>Phalaris arundinacea</i> L.	Pha aru	pisana čužka	he,sa
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin ex. Steud	Phr aus	navadni trst	he
<i>Potamogeton crispus</i> L.	Pot cri	kodravi dristavec	sa
<i>Potamogeton nodosus</i> Poir.	Pot nod	kolenčasti dristavec	fl

se nadaljuje

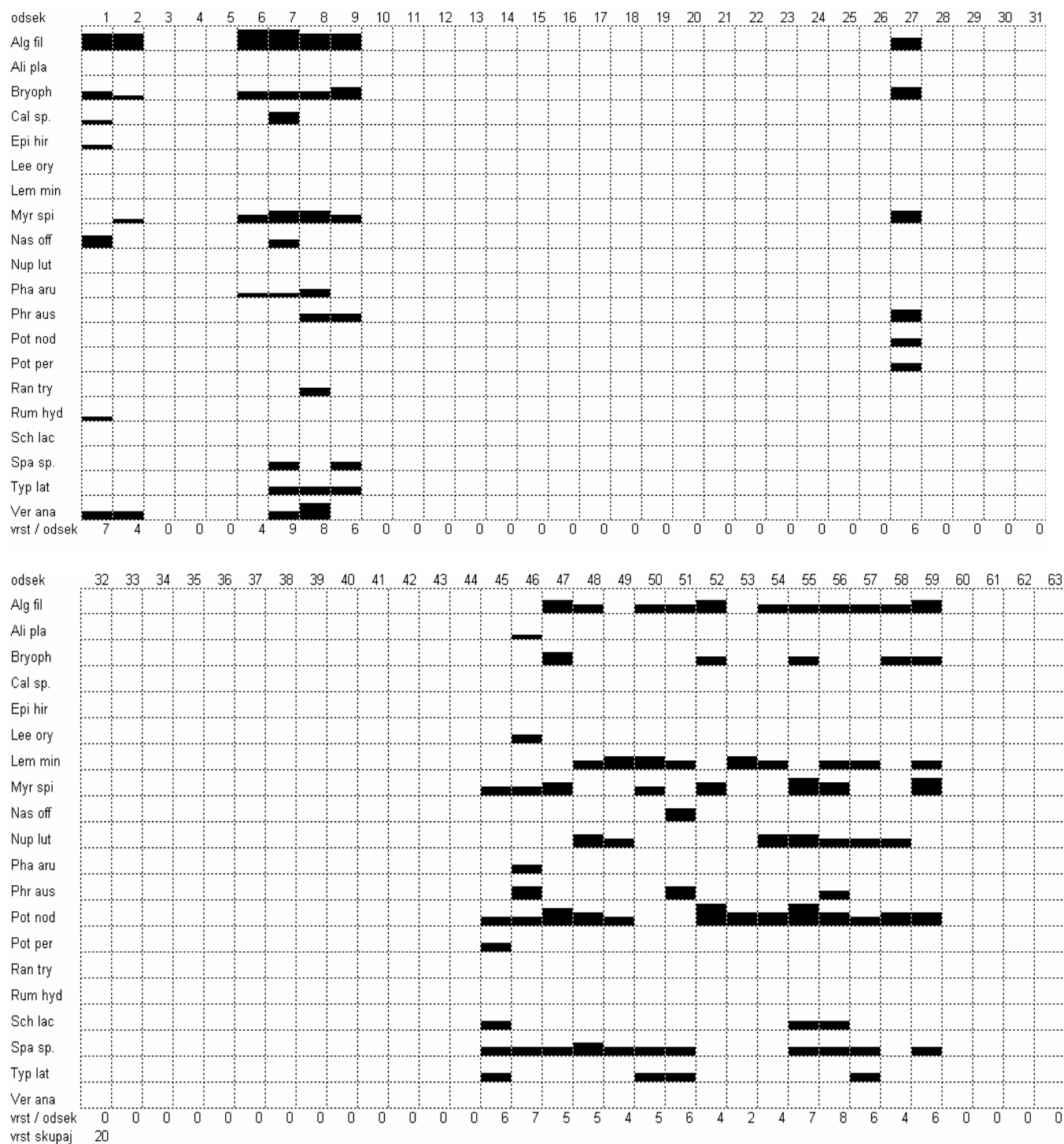
<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.	Pot per	preraslolistni dristavec	sa
<i>Ranunculus trychophyllus</i> Chaix	Ran try	Lasastolistna vodna zlatica	sa
<i>Rhynchosstegium riparioides</i>	-	-	sa
<i>Rumex hydrolapathum</i> Huds.	Rum hyd	konjska kislica	he
<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla	Sch lac	jezerski biček	he
<i>Sparganium erectum</i> L.	Spa ere	pokončni ježek	he
<i>Sparganium</i> sp.	Spa sp.	ježek	he,sa
<i>Typha latifolia</i> L.	Typ lat	širokolistni rogoz	he
<i>Veronica anagalis-aquatica</i> L.	Ver ana	vodni jetičnik	he
<i>Veronica beccabunga</i> L.	Ver bec	studenčni jetičnik	sa
<i>Zannichellia palustris</i> L.	Zan pal	močvirska vodopivka	sa



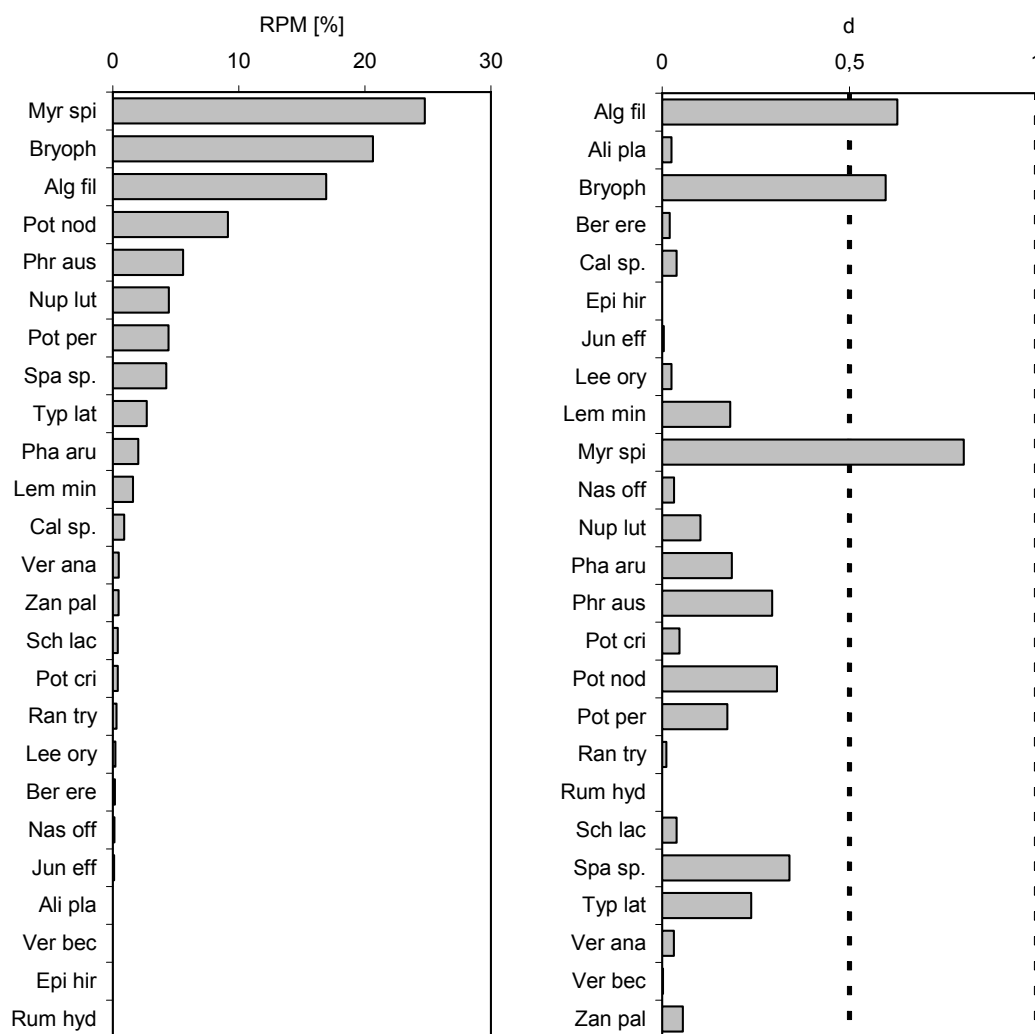
## 6.2.2 Prisotnost in pogostost makrofitov v posameznih odsekih



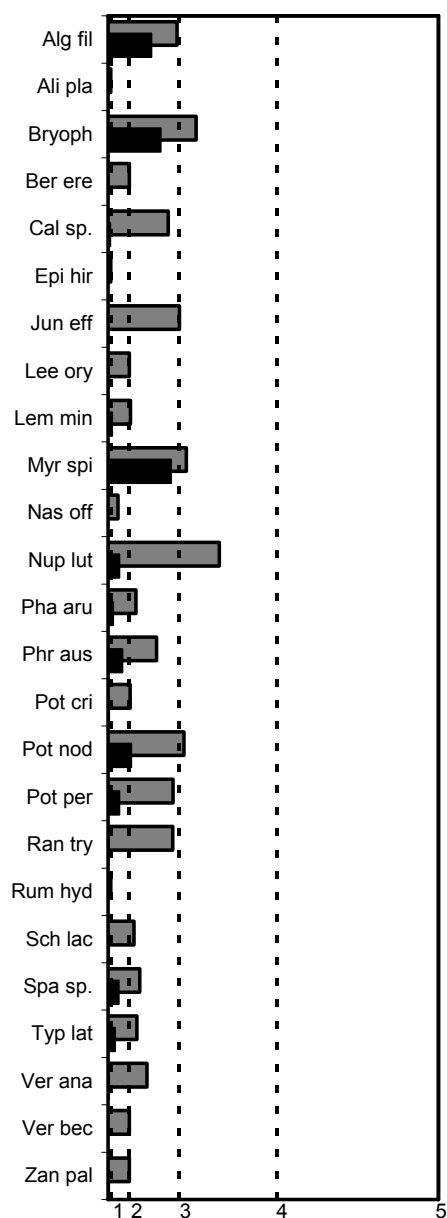
Slika 19: Razporeditev in pogostost pojavljanja makrofitov v Vipavi na območju Slovenije v sezoni 2006. Oznake taksonov so v preglednici 2. Pogostost pojavljanja makrofitov prikazuje delež črno obarvanega dela posameznega kvadrata.



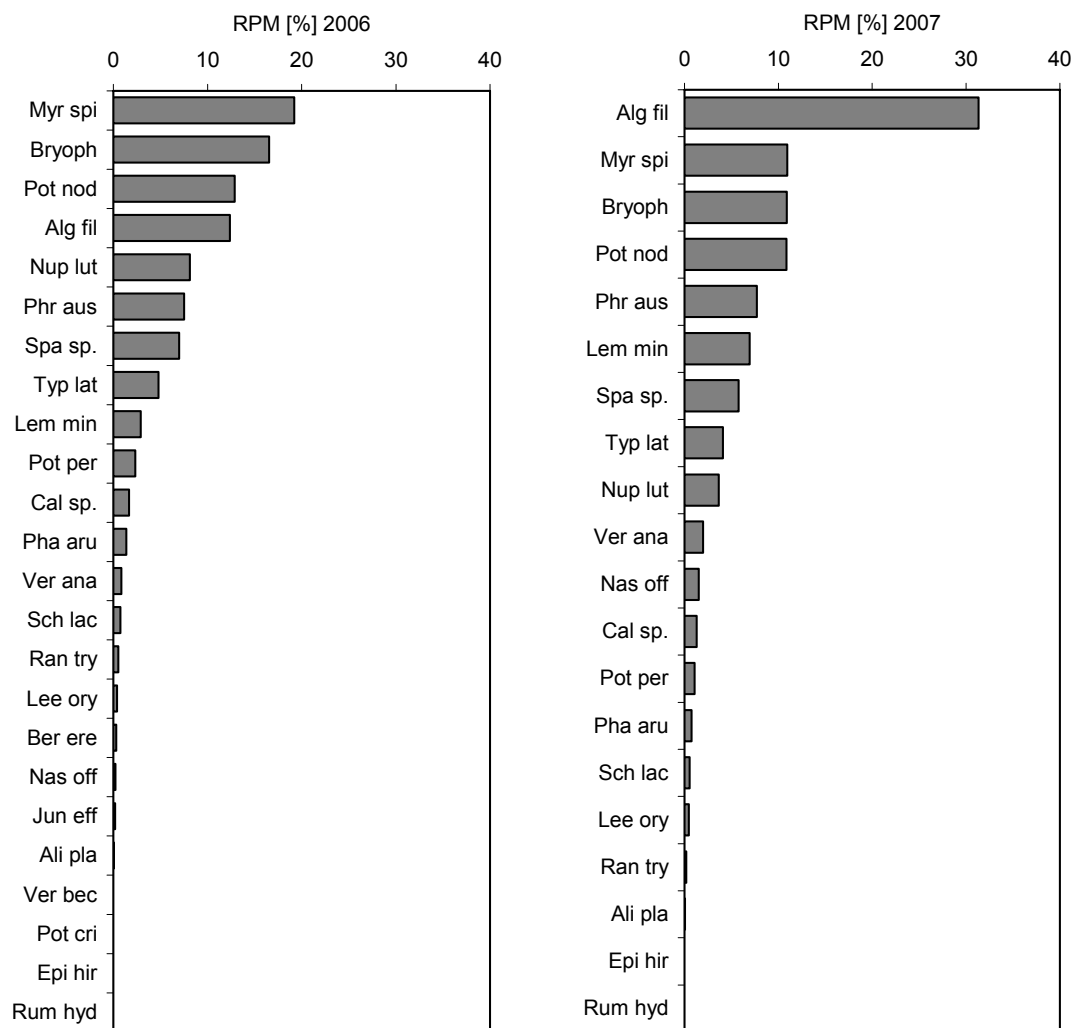
Slika 20: Razporeditev in pogostost pojavljanja makrofitov na izbranih odsekih Vipave (1, 2, 6-9, 27, 45-59) v sezoni 2007. Oznake taksonov so v preglednici 2. Pogostost pojavljanja makrofitov prikazuje delež črno obarvanega dela posameznega kvadratka.



Slika 21: Relativna rastlinska masa makrofitov (RPM) v reki Vipavi na ozemlju Slovenije in deleži odsekov, na katerih se določeni taksoni in nitaste alge pojavljajo glede na skupno število odsekov (d) (popis leta 2006).



Slika 22: Primerjava masnih indeksov taksonov na odsekih, kjer se pojavljajo (sivo – MMO) in na vseh odsekih skupaj (črno – MMT) (popis leta 2006).



Slika 23: Relativna rastlinska masa (RPM) posameznih taksonov in nitastih alg na odsekih 1, 2, 6-9, 27 in 46-59 za leto 2006 in 2007.

Nitaste alge in mahove smo popisovali kot enotni skupini. V sezoni 2006 smo tako popisali 25 taksonov, od katerih se noben ni pojavljal na vseh odsekih. Največ taksonov smo popisali na odseku 7, kjer smo našli 10 vrst, na odseku 40 pa nismo našli nobenega taksona. Na dveh odsekih smo našli le en takson, na večini odsekov pa smo našli 3–5 taksonov. Vrste *Alisma plantago-aquatica*, *Berula erecta*, *Epilobium hirsutum*, *Rumex hydrolapathum* in *Zanichiella palustris* so se pojavljale le na enem odseku in sicer na odsekih 46, 7, 1, 1 in 20 (v enakem vrstnem redu kot so naštet taksoni). Vrsta *Lemna minor* se je pojavljala na odsekih v okolici Renč, najpogosteje za na pol potopljenimi debli, kjer na videz ni bilo vodnega toka.

Glede na relativno rastlinsko maso, ki nam pove delež posamezne vrste glede na druge, so bile v prvi sezoni najbolj zastopane vrste *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton nodosus*, *Phragmites australis*, *Nuphar luteum* ter mahovi in nitaste alge. S primerjavo povprečnih masnih indeksov MMT in MMO smo ugotovili, da je večina vrst gručasto porazdeljena. Samo nitaste alge, mahovi in vrsta *Myriophyllum spicatum* so se pojavljali na več kot polovici pregledanih odsekov.

V sezoni 2007 smo izbrali odseke, kjer smo prejšnje leto popisali vsaj pet taksonov in še nekaj drugih odsekov. Na večini odsekov smo v drugi sezoni opazili manj taksonov v primerjavi s prejšnjo sezono in skupno popisali 20 taksonov. Na prvem odseku nismo več našli vrste *Veronica beccabunga*, na drugem odseku vrst *Calitriche sp.*, *Nasturtium officinale*, *Potamogeton crispus* in *Ranunculus trychophyllus*. Na odsekih 6–9 smo opazili več nitastih alg in manjšo abundanco predstavnikov iz rodu *Calitriche sp.* in vrste *Nasturtium officinale*, vrst *Berula erecta* in *Shoenoplectus lacustris* pa nismo našli. Odsek 27 je bil po vrstni sestavi in pogostosti makrofitov v primerjavi s prejšnjo sezono zelo podoben. Razlike med sezonama smo opazili tudi v spodnjem toku Vipave na odsekih 45–59. Na odseku 47 nismo več zasledili vrst *Lemna minor* in *Phragmites australis*, na odsekih 48 in 49 vrste *Myriophyllum spicatum*, na odseku 50 pa smo dodatno našli nitaste alge. Na odseku 48 se je pojavila vrsta *Nuphar luteum*, ki je v prejšnji sezoni nismo našli, na odseku 50 pa vrsta *Nasturtium officinale*. Na odseku 59 se za razliko od prejšnje sezone vrsta *Nuphar luteum* ni bila prisotna. Vrsta *Phragmites australis* je bila na odseku 47 najverjetneje odstranjena med urejanjem rečnega brega.

Razlike med sezonama je pokazala tudi primerjava grafov relativne rastlinske mase za izbrane odseke. Leta 2006 je prevladovala vrsta *Myriophyllum spicatum*, leta 2007 pa nitaste alge.



neokrnjeno stanje (največ točk)	
dobro stanje	
slabše stanje	
najslabše stanje (najmanj točk)	

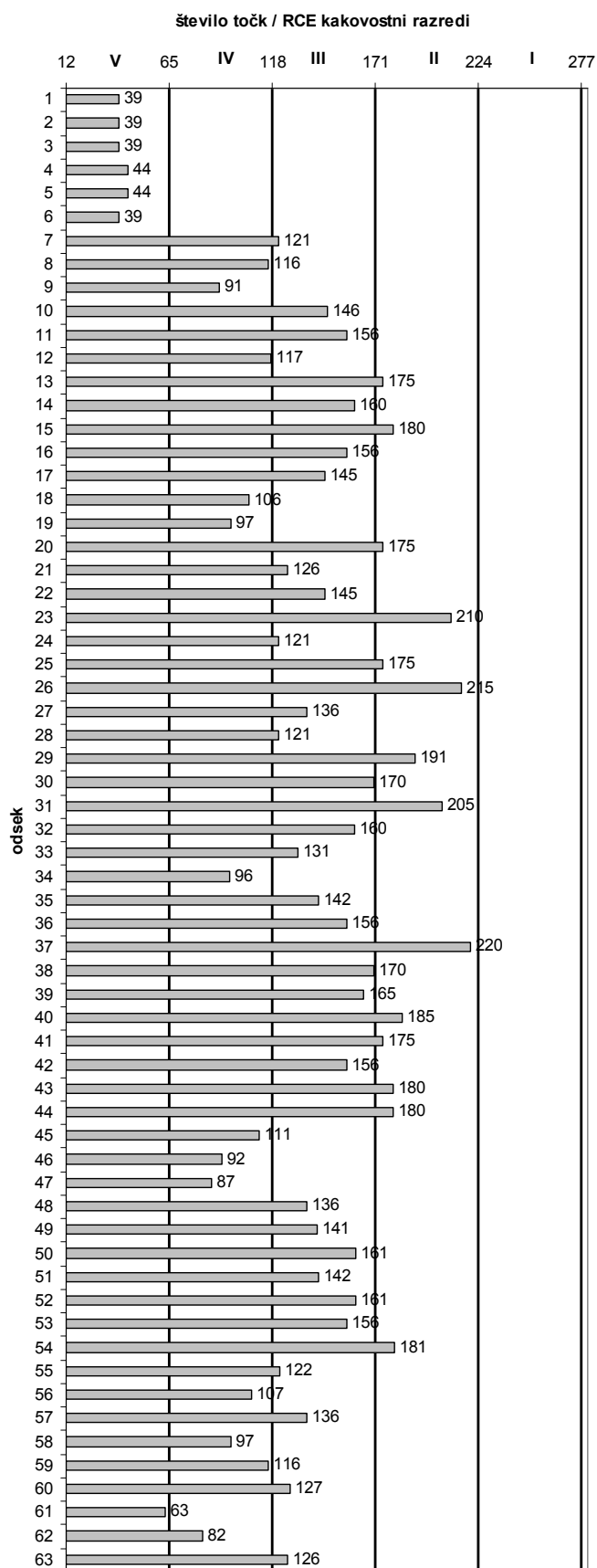
Slika 24: Vrednosti posameznih parametrov, vključenih v RCE, za odseke Vipave na območju Slovenije (2006).

parameter/odsek	1	2	6	7	8	9	27	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
raba tal																						
širina obr. pasu																						
sklen. veget.																						
sestava veget.																						
zadrž. strukt.																						
oblika struge																						
usedline v strugi																						
struktura brega																						
spodjed. brega																						
dno vodotoka																						
brz., tolm., mean.																						
detrit																						

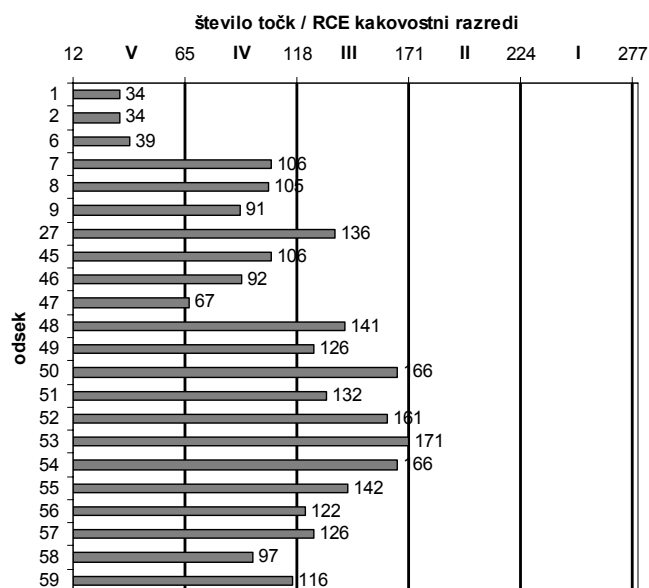
neokrnjeno stanje (največ točk)	
dobro stanje	
slabše stanje	
najslabše stanje (najmanj točk)	

Slika 25: Vrednosti posameznih parametrov, vključenih v RCE, za izbrane odseke Vipave (2007).





Slika 26: Širša okoljska ocena in RCE kakovostni razredi za posamezne odseke reke Vipave na območju Slovenije v sezoni 2006.



Slika 27: Širša okoljska ocena in RCE kakovostni razredi za izbrane odseke reke Vipave v sezoni 2007.

V najslabši kakovostni razred smo glede na RCE oceno uvrstili prvih šest odsekov in odsek 61 (slika 26). To so odseki v mestu Vipava, odsek 61 pa predstavlja kanaliziran odsek v Mirnu. V prvi RCE kakovostni razred nismo uvrstili nobenega odseka, največ točk pa je dosegel odsek 37 (220 točk). Poleg tega odseka so 200 točk presegli še odseki 23, 26 in 31. V drugi RCE kakovostni razred smo uvrstili 14 odsekov, v tretjega 30 odsekov, v četrtega pa 12 odsekov. 30 odsekov, ki smo jih uvrstili v tretji RCE kakovostni razred predstavlja polovico dolžine celotnega vodotoka.

Na slikah 25 in 26 je temno obarvan predvsem izvorni del vodotoka, saj je ta del vodotoka v mestu, pri tem pa izstopata samo dve okoljski spremenljivki (zadrževalne strukture v strugi in dno vodotoka), ki kažeta malo boljše stanje. Raba tal za obrežnim pasom in pojavljanje brzic, tolmunov in meandrov predstavljata tisti okoljski spremenljivki, ki sta vzdolž celotnega vodotoka najbolj spremenjena. Odseki, kjer bi bilo zaledje poraslo z gozdom, so redki, gozd pa se navadno pojavlja le na enem bregu struge. V spodnjem toku reke se strugi večkrat približa tudi cesta.

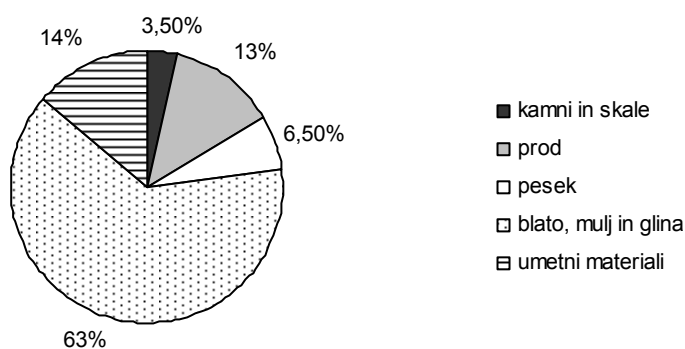
Število dodeljenih točk se v nekaterih primerih izbranih odsekov v sezoni 2007 (slika 27) razlikuje od števila dodeljenih točk v sezoni 2006 zaradi sprememb v sklenjenosti vegetacije

obrežnega pasu (delno ali v celoti odstranjen obrežni pas v odsekih 8, 47, 51, 54, 57), sprememb v prisotnosti starih debel v strugi (odseki 1, 2, 7), spodjedanju brega (odsek 45), ali detritu (odsek 47).

V obrežnem pasu je bila pogosta tujerodna vrsta *Robinia pseudoacacia*, septembra pa je zaradi svoje velikosti in rumenih cvetov postala zelo opazna vrsta *Helianthus tuberosus*. Na odseku pred Renčami se je na obrežju pojavljal bambus (*Phyllostachis spp.*).

## 6.4 OCENA HABITATNIH PARAMETROV

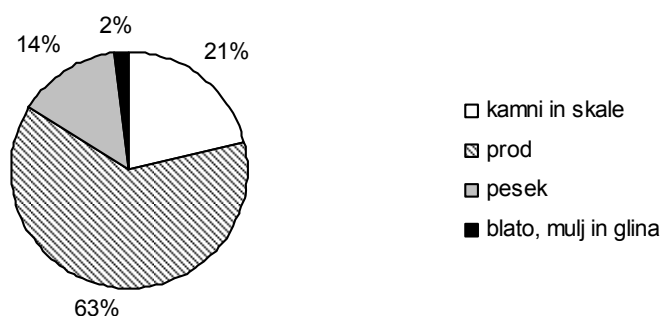
### 6.4.1 Struktura bregov



Slika 28: Ocena strukture bregov reke Vipave.

Breg struge v veliki meri sestavlja droben anorganski material – blato, mulj, glina (slika 28), ki je ponekod, predvsem pa ob mostovih, utrjen z velikimi skalami ali umetnim materialom. Breg iz proda in peska je pogostejši v zgornjem delu reke.

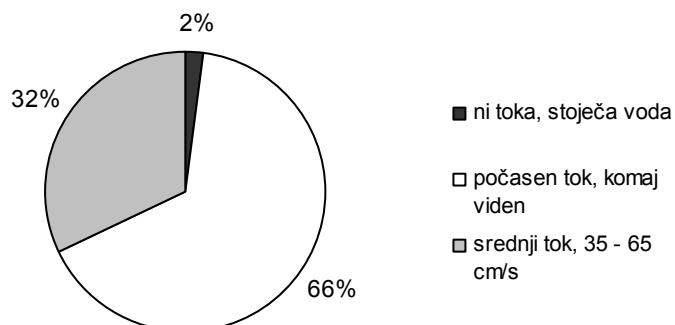
### 6.4.2 Tip sedimenta



Slika 29: Delež tipov sedimenta v reki Vipavi.

Dno struge je v Vipavi večinoma prekrito s prodom, ponekod s peskom, v petini pregledanih odsekih reke pa dno predstavlja podlaga iz kamnov in skal (slika 29). Blato in mulj prekrivata dno le pri 2 % pregledanih odsekov.

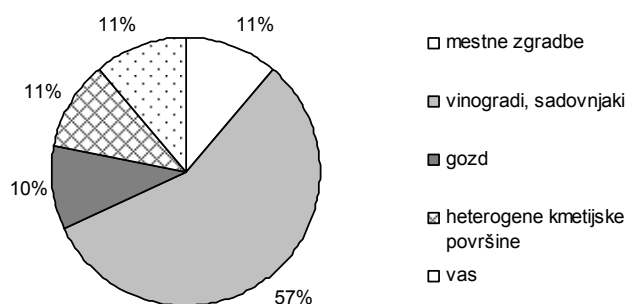
### 6.2.3 Hitrost vodnega toka



Slika 30: Ocena hitrost vodnega toka reke Vipave.

Reka Vipava teče po ravnini, zato prevladuje počasen tok (slika 30). Približno tretjino celotne dolžine reke na ozemlju Slovenije predstavljajo krajši odseki z brzicami, kjer je tok srednje hiter. V meandrih v spodnjem toku na nekaterih mestih voda navidez stoji.

### 6.2.4 Tip zaledja



Slika 31: Delež tipov izrabe tal v zaledju reke Vipave.

Več kot polovico dolžine reke obdajajo vinogradi in sadovnjaki (slika 31), mestne zgradbe, vasi, gozd in heterogene kmetijske površine pa si v približno enakih deležih delijo preostali del zaledja.

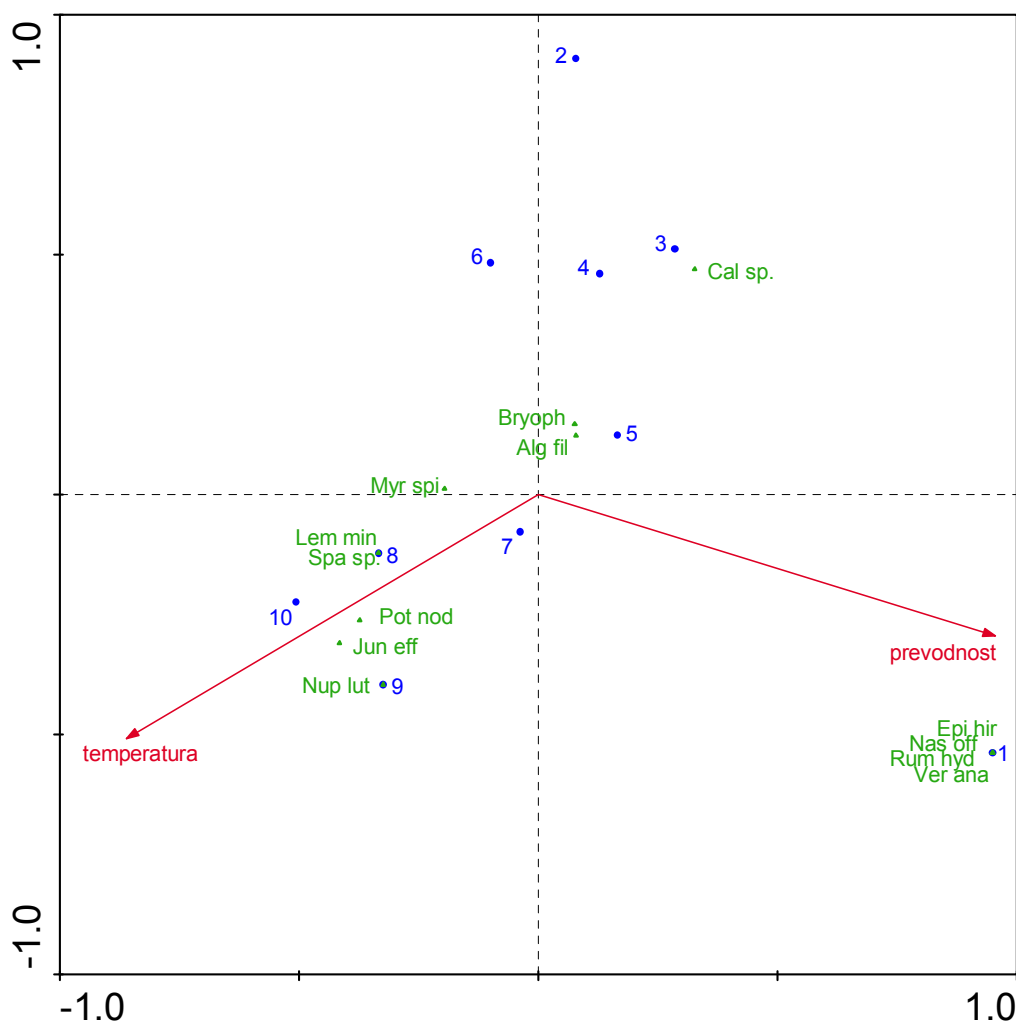
## 6.5 KANONIČNA KORESPONDENČNA ANALIZA

V analizi, kjer smo ugotavljali povezavo med izbranimi fizikalno-kemijskimi parametri in pojavljanjem ter razporeditvijo makrofitov, smo uporabili le dve spremenljivki okolja (električno prevodnost in temperaturo vode). Ostale fizikalno-kemijske parametre (koncentracija kisika, nasičenost s kisikom, pH, koncentracija nitratnih ionov in ortofosfatov) smo z metodo izbiranja izločili. S tem smo izločili del variance, ki ga spremenljivke pojasnjujejo zaradi naključja in uporabili le statistično značilne spremenljivke ( $P < 0,1$ ).

Preglednica 3: Lastne vrednosti, korelacijski koeficienti in kumulativni pojasnjeni odstotek variance matrike prvih štirih osi in skupna variabilnost. Podatki veljajo za leto 2007.

kanonična os	1	2	3	4	skupna variabilnost
lastne vrednosti	0,529	0,276	0,337	0,169	1,443
korelacijski koeficient taksoni - okoljske spremenljivke	0,966	0,915	0,000	0,000	
kumulativni pojasnjeni odstotek variance matrike taksonov	36,7	55,8	79,1	90,8	55,8 %

Najvišjo lastno vrednost in s tem najmočnejšo smer gradienta ima prva os. S prvo osjo smo statistično značilno pojasnili 36,7 % variance, s prvo in drugo pa 55,8 %.



Slika 32: Ordinacijski diagram z izbranimi fizikalnima spremenljivkama, makrofitskimi taksoni (oznake taksonov so v preglednici 2) in nitastimi algami (Alg fil) ter vzorčnimi mesti (1—10) za leto 2007.

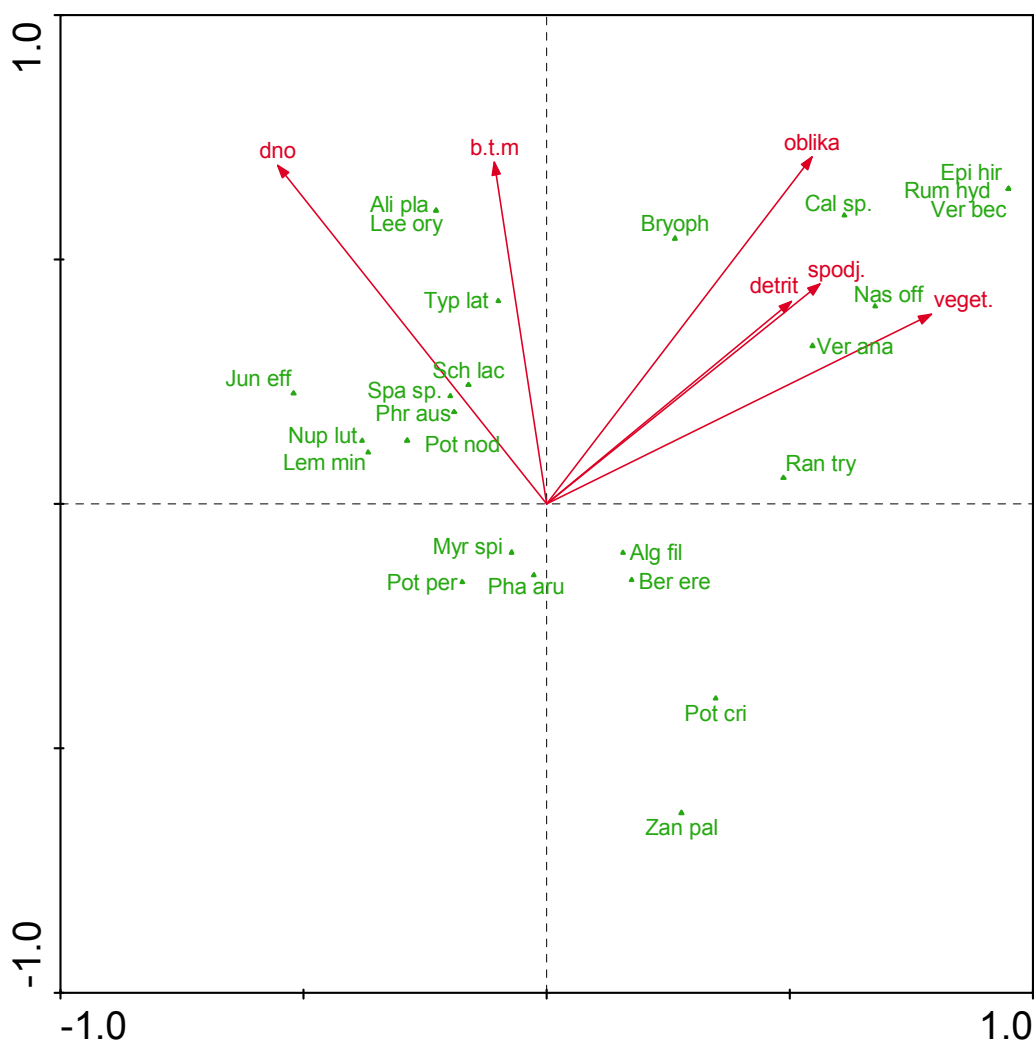
Iz ordinacijskega diagrama (slika 32) lahko sklepamo, da sta od pregledanih fizikalno-kemijskih dejavnikov na pojavljanje taksonov najbolj vplivala temperatura vode in električna prevodnost. Točke taksonov in nitastih alg na diagramu predstavljajo optimume razporejanja vrst. Taksoni, ki so na diagramu blizu skupaj, se pojavljajo na mestih, kjer so okoljske razmere podobne.

Preglednica 4: Lastne vrednosti, korelacijski koeficienti in kumulativni pojasnjeni odstotek variance matrike prvih štirih osi in skupna variabilnost. Podatki veljajo za leto 2006.

kanonična os	1	2	3	4	skupna variabilnost
lastne vrednosti	0,298	0,201	0,155	0,097	3,465
korelacijski koeficient taksoni - okoljske spremenljivke	0,743	0,709	0,721	0,729	
kumulativni pojasnjeni odstotek variance matrike taksonov	8,6	14,4	18,9	21,7	23,7 %

Najvišjo lastno vrednost (0,298) in s tem najmočnejšo smer gradienta ima prva os. S prvo osjo smo statistično značilno pojasnili 8,6 %, s prvo in drugo 14,4 %, s prvimi tremi 18,9 % in s štirimi 21,7 % variance taksonov.

Pri  $P < 0,1$  je statistično značilnih le pol spremenljivk, sklenjenost vegetacije v obrežnem pasu, usedline v strugi, zadrževalne strukture, strukturo rečnega brega, rabo tal za obrežnim pasom in širino obrežnega pasu pa smo izločili.

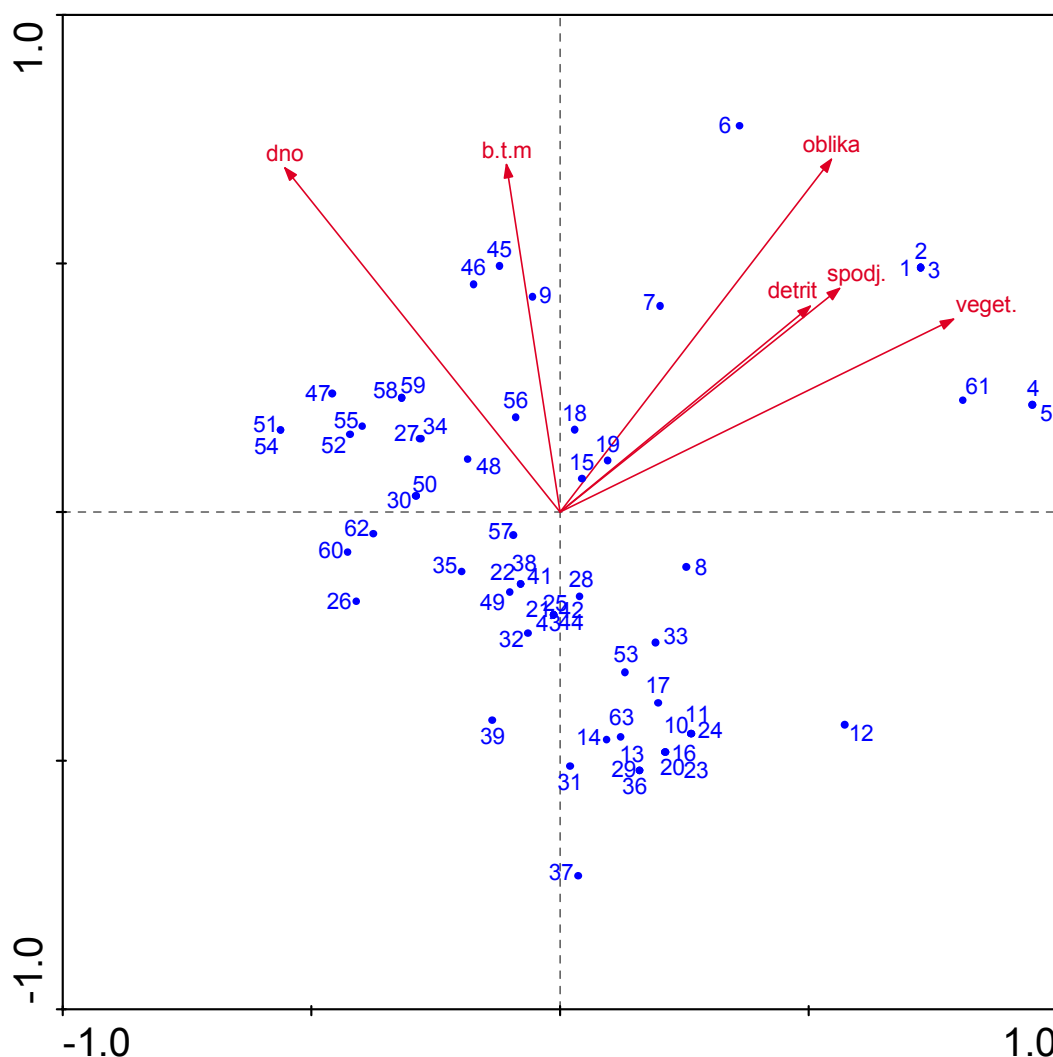


Slika 33: Ordinacijski diagram z izbranimi spremenljivkami okolja (dno = dno vodotoka, b.t.m. = pojavljanje brzic, tolmunov in meandrov, oblika = oblika stuge, detrit = detrit v strugi, spodj. = spodjedanje brega, veget. = tip obrežne vegetacije) in makrofitskimi vrstami (kode taksonov so v preglednici 2) ter nitastimi algami (Alg fil) za leto 2006.

Okoljske spremenljivke, ki najbolj vplivajo na pojavljanje in razporeditev različnih taksonov, so dno vodotoka, oblika struge in pojavljanje brzic, tolmunov in meandrov. Detrit, spodjedanje brega in tip obrežne vegetacije imajo malo manjši vpliv. Vrsta *Myriophyllum spicatum* in nitaste alge se pojavljajo v zmerno spremenjenem okolju ali pa so za izbrane dejavnike okolja evrivalentne. Vrste *Alisma plantago-aquatica*, *Leersia oryzoides* in *Typha latifolia* se razporejajo glede na razgibanost toka reke in so se pojavljale v odsekih, kjer se brzice, tolmeni in meandri ne pojavljajo. Vrsti *Zannichellia palustris* in *Potamogeton crispus* sta vezana na kamnito dno. Vrsti *Veronica anagalis-aquatica* in *Nasturtium officinale* se



razporejata glede na obrežno vegetacijo in sta bili prisotni v odsekih, kjer je obrežna vegetacija slabo razvita.



Slika 34: Ordinacijski diagram z izbranimi spremenljivkami okolja (dno = dno vodotoka, b.t.m. = pojavljanje brzic, tolmunov in meandrov, oblika = oblika stuge, detrit = detrit v strugi, spodj. = spodjedanje brega, veget. = tip obrežne vegetacije) in odseki (1-63) za leto 2006.

Odseki, ki so v diagramu blizu skupaj, so si podobni po vrstni sestavi in okoljskih parametrih. Odseki, ki pripadajo izvirnemu delu reke, so na diagramu blizu skupaj. Enako velja za odseke, ki pripadajo srednjemu in spodnjemu toku reke.

## 7 RAZPRAVA

### 7.1 FIZIKALNE IN KEMIJSKE ZNAČILNOSTI VODOTOKA

Temperatura vode se je v obeh sezonah med meritvami najmanj spreminjala na izviru in je po toku navzdol izrazito naraščala v času julijskih meritev, v času oktobrske oz. novembrske meritve pa je z oddaljevanjem od izvira rahlo padala. Višja temperatura vode poleti je posledica močnega sevanja, ki ga lahko zaradi senčenja zmanjšuje obrežna vegetacija. Struga je v spodnjem toku reke precej širša, to pa zmanjšuje učinek senčenja. Najvišjo temperaturo smo izmerili na zadnjem vzorčnem mestu v Mirnu, kjer širina struge presega 20 m, globina vode pa ni večja od 0,5 m. Ta del struge je kanaliziran, ozek obrežni pas z lesnimi vrstami pa je prisoten le na levem bregu. S temperaturo vode sta povezani koncentracija kisika in nasičenost s kisikom. Višje koncentracije kisika so bile izmerjene v času zadnje meritve v sezoni, kar sovpada z nizko temperaturo vode. Ker se temperatura oktobra oz. novembra po toku navzdol ni bistveno spreminjala, ostaja po toku navzdol podobna tudi koncentracija kisika. Vzrok za to je verjetno v večji topnosti pri nižji temperaturi in manjši respiratorni aktivnosti življenjskih združb, kot navajata Wetzel in Likens (1995). Na nasičenost s kisikom močno vplivajo fotosintezna in respiratorna aktivnost življenjskih združb in turbulentnost vodnega toka (Wetzel in Likens, 1995). Najvišja nasičenost s kisikom je bila izmerjena na vzorčnih mestih 5, 7 in 10, kjer je vodni tok turbulenten in senčenje manjše. Makrofiti so na vseh teh mestih prisotni, niso pa pogosti. Nasičenost vode s kisikom je bila v večini primerov nad 90 %, kar pomeni, da je fizično in biogeno prezračevanje vode učinkovito. Električna prevodnost je povezana s prisotnostjo ionov v vodi. Najvišja je bila na izviru. V sezoni 2006 je bila električna prevodnost v času zadnjega merjenja po pritoku Hublja visoka, v sezoni 2007 (ravno tako v času zadnjega merjenja) pa nizka. V drugi sezoni je bil jeseni vodostaj tako Hublja kot Vipave zaradi predhodnega deževja višji. Elektroprevodnost se po toku navzdol v času posameznega merjenja ni povečevala. Jesenski dvig elektroprevodnosti zaradi povečane razgradnje odpadlega listja in propadanja vodnih rastlin nizke primarne produkcije je v prvi sezoni malenkosten, v drugi pa je elektroprevodnost verjetno zaradi padavin in učinka redčenja padla (Urbanič in Toman, 2003). Temu vzorcu sledi tudi koncentracija nitratnih ionov v istem času. V času drugega in tretjega merjenja druge sezone smo na vseh vzorčnih mestih izmerili bistveno nižjo vsebnost nitratov v vodi kot v času prvega merjenja. Vsebnost nitratnih ionov po toku navzdol v času julijskih meritev v obeh sezonah upada, v isti

smeri pa se povečuje relativna biomasa makrofitov, kar pomeni, da verjetno vpliva na porabo hranil na višku sezone. Nižja izmerjena koncentracija nitratnih ionov je zato verjetno posledica večje porabe. Če bi analizirali vodo, ki se z okoliških površin spira v strugo, bi ugotovili, kolikšna je dejanska količina hranil, ki se v reki vgradi v biomaso makrofitov (Germ in Gaberščik, 1999). Vsebnost ortofosfatnih ionov ni bila visoka, višje koncentracije ortofosfata na posameznih vzorčnih mestih pa so se pojavile v obeh sezonah na vzorčnih mestih v bližini večjega naselja. pH se spreminja v povezavi z aktivnostjo vodnih organizmov (Urbanič in Toman, 2003). Puferska sposobnost je zaradi karbonatne podlage dobra, zato se pH niti po toku navzdol niti med posameznimi meritvami in sezonama ni izrazito spreminjal. Razen sprememb v prevodnosti in koncentraciji nitratnih ionov zaradi dežja drugih razlik v merjenih fizikalno-kemijskih parametrih v času merjenja med sezonama ni bilo. Izpust odpadnih voda iz tovarne Yoviland v času naših meritev ni opazno vplival na kemizem rečne vode.

## 7.2 MAKROFITI

Na 63 odsekih, ki skupaj merijo dobrih 45 km, smo popisali 32 taksonov in nitaste alge, od katerih so prevladovale potopljene ukoreninjene, plavajoče neukoreninjene in plavajoče ukoreninjene rastline. V Krki, ki je dvakrat daljša (92 km), je bilo popisanih le 7 taksonov več (Germ in sod., 2004). Od amfibijskih rastlin smo popisali 4 taksone (*Alisma plantago-aquatica*, *Nasturtium officinale*, *Veronica anagalis-aquatica* in *Veronica beccabunga*). Tudi v Krki so v času popisa prevladovale potopljene in plavajoče vodne vrste, amfibijskih vrst pa je bilo pet (Germ in sod., 2004). Tako Vipava kot Krka spadata med tiste slovenske reke, ki se jim vodostaj med letom spreminja, njuna struga pa je tudi v sušnih obdobjih v celoti zalita z vodo. Na odsekih, kjer je breg sestavljen iz drobnega anorganskega materiala in strm, struga pa globoka, je odsotnost amfibijskih rastlin posledica neprimerne terena in otežene poselitve z brega (Riis in sod., 2001). Največ različnih taksonov smo popisali v zgornjem toku reke, v spodnjem toku pa je bila večja zastopanost ene ali dveh prevladujočih vrst. Nitaste alge, ki se lahko pojavijo kot posledica velike količine hranil, so bile prisotne na skoraj vseh odsekih. Nitaste alge so bile skupaj z mahovi prisotne na odsekih, kjer zaradi senčenja druge vrste niso bile uspešne.

Na podlagi popisanih vrst lahko sklepamo na zmerno obremenjenost s hranili, saj Haslamova (1987) med vrste, ki uspevajo v vodnem okolju zmerno bogatem s hranili, uvršča taksone *Calitriche spp.*, *Ranunculus spp.*, *Berula erecta*, *Veronica anagalis-aquatica* in *Veronica beccabunga*. To so taksoni, ki smo jih popisali v prvih osmih odsekih vodotoka. V drugi polovici smo popisali vrste *Myriophyllum spicatum*, *Zanichellia palustris*, *Alisma plantago-aquatica*, *Typha latifolia* in *Phragmites australis*, ki jih Haslamova (1987) uvršča med vrste, značilne za skoraj evtrofne habitate. Vrste *Epilobium hirsutum* in *Rumex hydrolapathum*, ki se navadno pojavljata v s hranili bogatih habitatih smo mi našli na izviru, prav tako kot vrsto *Nasturtium officinale*, ki je sicer značilna za s hranili revnejše habitate. Plavajoče vrste, kot so *Nuphar luteum*, *Lemna minor* in *Potamogeton nodosus*, so se pojavljale v spodnjem toku, kjer je tok bolj počasen in substrat bolj zamuljen. Vrsta *Myriophyllum spicatum* se je pojavljala na peščenem in prodnatem dnu, kar sovpada z ugotovitvami Clarcka in Whartona (2000).

Vrsta *Ranunculus trychophyllus* se je v večji pogostosti pojavljala na odseku 8. Vodni tok na tem odseku je bil hiter, dno vodotoka pa prodnato. Cotton in sod. (2006) so v svoji raziskavi ugotovili, da ta vrsta zaradi mozaičnega vzorca zaplat v strugi ustvari območja s hitrim in počasnim tokom in različno intenzivnim zadrževanjem sedimenta.

Mah *Fontinalis antipyretica* se je pojavljal na brzicah za jezovi in odsekih s srednje hitrim vodnim tokom. Zanj je značilno, da se pojavlja v hitro tekoči vodi, kjer se prosti CO<sub>2</sub> sproti nadomešča (Westlake, 1975).

V zgornjem toku je sestoj vodnih rastlin tvorilo več vrst, v spodnjem toku pa so bili pogostejši obsežni sestoji ene same vrste. Gantes in Caro (2001) ter nekateri drugi avtorji trdijo, da prisotnost ene vrste lahko omogoči vzpostavitev druge in so zato več vrstni sestoji bolj običajni. Plavajoče vrste v spodnjem toku se verjetno med seboj izključujejo in se zato pojavljajo v ločenih sestojih.

Opazili smo tudi razlike v pojavljanju in pogostosti makrofitov med sezonama. Najbolj je bila očitna razlika v vrstni pestrosti na odseku 2, kjer smo v sezoni 2007 našli pol manj različnih taksonov kot v prejšnji sezoni. Vzrok bi lahko bil v odstranjevanju vodnih rastlin, saj se odsek nahaja v mestu Vipava, vendar podatka o taki aktivnosti nimamo. Na odseku 47 je bila med urejanjem rečnega brega odstranjena tudi vrsta *Phragmites australis*, odseku pa smo zaradi tega v drugi sezoni med ocenjevanjem širšega okolja (RCE) dodelili manj točk kot v prvi.

### 7.3 OKOLJSKA OCENA VODOTOKA IN HABITATNI PARAMETRI

Na podlagi prirejene RCE metode po Petersenu (1992), ki je namenjena ocenjevanju kakovosti vodnega okolja na kmetijskih območjih, smo večino odsekov uvrstili v tretji kakovostni razred. To pomeni, da je glede na RCE oceno stanje vodotoka dobro, potrebne pa bi bile manjše spremembe vzdolž celotnega dela struge. Posebnost Vipave je v tem, da izvira sredi mesta in je zato njen izvorni del najslabše ocenjen. Za večino vodotokov namreč velja, da so njihovi izvorni deli v boljšem stanju kot odseki, ki temu delu sledijo (Wetzel, 2001). Regulacija struge v zgornjem toku je bila izvedena v manj invazivni obliki, opazimo lahko večje kamnite bloke, ki utrjujejo breg in številne jezove iz podobnega materiala. Struga je zabetonirana v mestu Vipava, v Mirnu in na kratkih odsekih, kjer reko prečkajo mostovi. V zgornjem toku je vodni tok bolj razgiban zaradi pojavljanja brzic in tolmunov, ki so posledica jezov, meandrov pa ni. Makrofiti so bili prisotni tudi v reguliranih odsekih vodotoka, vendar je bila pestrost večja v nereguliranih odsekih oz. v odsekih, kjer so bili regulacijski posegi milejši. Večjo pestrost makrofitov v nereguliranih odsekih vodotokih sta v svoji raziskavi zasledili tudi Baattrup – Pedersonova in Riisova (1999).

Obrežni pas je s krajšimi prekinitvami prisoten vzdolž celotnega vodotoka in ohranja Vipavo v razmeroma dobrem stanju. Dokler vnos snovi s prevelikim ali prepogostim dotokom ne preseže njegove zmogljivosti, je obrežni pas učinkovit filter in zaščita (Wetzel, 2001). Na odsekih, kjer je obrežni pas poškodovan ali odstranjen, je vnos snovi povečan, kakovost vode pa zmanjšana. V primeru pršenja pesticidov so kot zaščita vodnega okolja emergente rastline enako učinkovite kot povečevanje puferske cone, kjer se ne škropi (Dabrowski in sod., 2005). V obrežnem pasu Vipave se je zelo pogosto pojavljala tujerodna drevesna vrsta robinija (*Robinia pseudoacacia*); topinambur (*Helianthus tuberosus*) in bambus (*Phyllostochys spp.*) pa le na določenih odsekih. Prisotnost invazivnih vrst je posledica posegov v ekosistem, njihova prisotnost v spodnji Vipavski dolini pa je že bila zabeležena (Fišer, 2005).

Habitatni parametri se vzdolž toka reke spreminjajo. Naklon struge v zgornjem toku ni bistveno večji kot v spodnjem delu. Hitrejši vodni tok v zgornjem toku je posledica umetnih brzic za jezovi. Substrat je v zgornjem toku za razliko od spodnjega toka pretežno kamnit. Feijoo in Lombardo (2007) sta ugotovila, da v primeru vodotokov v argentinski pampi heterogenost habitatov zagotavljajo potopljene rastline, ki igrajo pomembno vlogo v

strukturiranju življenjskih združb, kadar ta ni rezultat različnih tipov in velikosti substrata. Breg struge, katera postaja po toku navzdol širša in globlja, je v spodnjem toku sestavljen iz drobnega organskega materiala, breg iz proda in peska pa je pogostejši v zgornjem toku reke. Odsek z grobim prodnatim substratom v Mirnu je izjema in je posledica regulacije struge, ki je povzročila hiter odtok vode in preprečila nalaganje sedimenta, ki je sicer značilno za spodnji tok vodotokov (Horwath, 2004). Večja naselja v zaledju reke se pojavljajo v izvirnem delu in v spodnjem toku, v drugi polovici vodotoka, pa je v zaledju tudi gozd. V odseku med Prvačino in Biljami je ohranjen celo del poplavnega gozda. Prevladujejo vinogradi in sadovnjaki, ki pomembno vplivajo na vodno okolje. Stanje habitatnih značilnosti reke Vipave je zadovoljivo, z manjšimi posegi pa bi ga bilo mogoče še izboljšati, kar bi vplivalo na stanje celotnega vodotoka.

#### **7.4 VPLIV OKOLJSKIH SPREMENLJIVK NA MAKROFITE**

S kanonično korespondenčno analizo smo ugotovili, da so na pojavljanje in razporejanje makrofitov imeli največji vpliv dno vodotoka, oblika struge, pojavljanje brzic, tolmunov in meandrov, detrit, spodjedanje brega in tip obrežne vegetacije.

Analiza vpliva fizikalno-kemjskih parametrov na pojavljanje in razporeditev makrofitov je pokazala, da sta imeli električna prevodnost in temperatura največji vpliv. Na osnovi enega samega merjenja bi težko trdili, da se makrofiti razporejajo glede na ti dve spremenljivki. Pipova (1989) je v svoji raziskavi dokazala, da na razporeditev vrst na določenem raziskovalnem območju temperatura nima velikega vpliva. Skupaj s temperaturo sta se po toku navzdol spreminjala tudi hitrost vodnega toka in struktura sedimenta, ki sta verjetnejši vzrok za pojavljanje plavajočih vrst v spodnjem toku reke. Struktura sedimenta pri vrsti *Lemna minor* ne vpliva na pojavljanje in razporejanje neposredno, je pa ta dejavnik tesno povezan s hitrostjo vodnega toka (Fox, 1992). Vrsta *Lemna minor* se zaradi svoje rastne oblike pojavlja le v stoječih ali zelo počasi tekočih vodah. Vrsti *Nuphar luteum* in *Potamogeton nodosus* sta bili pogostejši na mestih, kjer dno ni prodnato ali kamnito.

## 8 SKLEPI

Kljub temu, da Vipava teče po manj razgibanem terenu in je bila struga v zgornjem toku ponekod izravnana, je vodni tok zaradi jezov dokaj razgiban. Približno tretjino celotne dolžine reke na ozemlju Slovenije predstavljajo krajši odseki z brzicami, kjer je tok srednje hiter. Zaradi tega je pestrost habitatov večja, kot bi bila v popolnoma regulirani strugi.

Prisotnost in pogostost makrofitov se je po toku navzdol spreminjala glede na lastnosti struge, obrežja in zaledja. Porazdelitev večine taksonov je bila gručasta. Določili smo 32 taksonov in nitaste alge. Plavajoče vrste so se pojavljale v spodnjem delu reke, kjer je tok počasen, struga pa široka.

Polovico odsekov vodotoka smo uvrstili v tretji RCE kakovostni razred, preostala polovica pa je bila uvrščena v drugi (14 odsekov), četrti (12 odsekov) in peti (7 odsekov) RCE kakovostni razred. Stanje se je v drugi sezoni v desetih od pregledanih odsekov poslabšalo, v petih pa izboljšalo.

Okolje izvirnega dela reke bi bilo zaradi prisotnosti mesta težko vrniti v prvotno stanje, možni pa so posegi, ki bi izboljšali ekološko stanje Vipave po toku navzdol. Kjer je obrežni pas prekinjen (43 % odsekov), bi bilo potrebno pustiti, da se ponovno zaraste.

Zmerno do močno obremenjenost s hranili zaradi kmetijske aktivnosti v zaledju so nakazale prisotne vrste makrofitov (*Nuphar luteum*, *Potamogeton crispus*, *Rumex hydrolapathum*, *Myriophyllum spicatum*, *Zanichellia palustris*, *Epilobium hirsutum* ...), deloma pa so jo potrdile tudi kemijske analize vode. Največji vpliv na pojavljanje in razporeditev makrofitov sta od merjenih fizikalno-kemijskih parametrov imeli temperatura vode in električna prevodnost, od drugih okoljskih spremenljivk pa dno vodotoka, oblika struge in pojavljanje brzic, tolmunov in meandrov.

Manjšo indikatorsko vrednost glede na prisotnost hranil so makrofiti pokazali na izviru, kjer so se skupaj pojavljali taksoni, ki naj bi bili značilni za s hranili revnejše (*Nasturtium officinale*, *Callitriche sp.*) in za s hranili bogate habitate (*Epilobium hirsutum*, *Rumex hydrolapathum*).

## 9 POVZETEK

Cilj naloge je bil ugotoviti pojavljanje in razporeditev makrofitov v reki Vipavi, ugotoviti kako na njihovo pojavljanje in razporeditev vplivajo nekateri okoljski dejavniki, oceniti stanje širšega vodnega okolja in spremljati izbrane fizikalno-kemijske dejavnike.

Popis makrofitov, habitatnih tipov in RCE oceno smo izvedli od izvira v mestu Vipava do slovensko-italijanske meje. Na slovenskem ozemlju 47 km dolg vodotok smo razdelili na 63 odsekov in določili 10 vzorčnih mest za meritve temperature, koncentracije kisika, nasičenosti vode s kisikom, elektroprevodnosti in pH ter za odvzem vzorcev vode, ki smo jih v laboratoriju uporabili za določitev vsebnosti hranil. Fizikalno-kemijske meritve smo opravili v dveh sezonah, vsakič trikrat. Popis makrofitov, habitatnih tipov in RCE oceno smo v prvi sezoni opravili po celotni dolžini reke, v drugi pa smo popisali makrofite in ocenili okolje le v odsekih, ki so bili v prvi sezoni vrstno bolj pestri.

Določili smo 32 taksonov, od katerih so prevladovale potopljene in plavajoče vodne rastline, amfibijske pa so bile 4. V zgornjem toku, kjer je struga ožja, tok hitrejši in senčenje intenzivnejše, so bili pogosti mahovi, v spodnjem toku, kjer je tok zelo počasen in senčenje zaradi širine struge manjše, pa so prevladovale plavajoče ukoreninjene vrste. Vrstno pestrejši so bili začetni odseki. V drugi sezoni smo popisali manj taksonov, na začetnih odsekih so nekateri izginili, na odsekih v spodnjem toku pa so se pojavili nekateri novi. Od merjenih fizikalno-kemijskih parametrov sta na pojavljanje in razporejanje makrofitov najbolj vplivali temperatura vode in električna prevodnost, od drugih okoljskih spremenljivk pa dno vodotoka, oblika struge in pojavljanje brzic, tolmunov in meandrov.

Vodni tok je bil v zgornjem toku zaradi jezov bolj razgiban, v spodnjem toku pa je komaj opazen. Skupaj z vodnim tokom se je spreminjal tudi substrat, ki je bil prodat v zgornjem in bolj muljast v spodnjem toku. Izjema je odsek v spodnjem toku v Mirnu, kjer je tok zaradi regulirane struge hitrejši. Prezračenost vode je bila na vseh vzorčnih mestih dobra. pH se med vzorčnimi mesti zaradi dobre puferske kapacitete, ki jo zagotavlja karbonatna podlaga, ni veliko spreminjal, električna prevodnost pa je bila najvišja na izviru (415  $\mu$ S). Koncentracija nitratnih ionov se je sredi sezone po toku navzdol zmanjševala zaradi večje porabe vodnih rastlin, po dežju pa je bila opazno nižja kot v času prve meritve (< 1 mg/L). Glede na



ugotovitve Haslamove (1987) in najdene vrste lahko Vipavo označimo kot vodotok zmerno bogat do bogat s hranili.

Glede na RCE oceno smo večino vodotoka uvrstili v tretji kakovostni razred. Nekaj odsekov smo uvrstili v peti kakovostni razred, v prvi pa nobenega. Odseki, kjer je človekov vpliv na kakovost vodnega okolja največji, so v naseljih. Takšen je tudi izvorni del, ki smo ga uvrstili v najslabši RCE kakovostni razred. Odseki v srednjem toku vodotoka so bili najmanj spremenjeni in uvrščeni v drugi RCE kakovostni razred.

Vipava je zaradi kmetijske aktivnosti v zaledju in spremenjenosti struge ranljiv vodni ekosistem. Z omejevanjem negativnih posegov vanj lahko stanje izboljšamo ali vsaj ohranimo. Zaščito lahko zagotovimo že z vzpostavitvijo čim širšega obrežnega pasu vzdolž celotnega vodotoka.

## 10 VIRI

Allan J. D. 1995. *Stream Ecology*. London, Chapman & Hall: 388 str.

Baatrup – Pedersen A., Riis T. 1999. Macrophyte diversity and composition in relation to substratum characteristics in regulated and unregulated Danish streams. *Freshwater Biology* 42, 375 – 385

Baatrup – Pedersen A., Larsen S.E., Riis T. 2003. Composition and richness of macrophyte communities in small Danish streams – influence of environmental factors and weed cutting. *Hydrobiologia*, 495: 171 – 179

Barendregt A., Bio A.M.F. 2003. Relevant variables to predict macrophyte communities in running waters. *Ecological Modelling*, 160: 205 – 217

Bat M., D. Devetak, H. Grčman, V. Hudnik, M. Kaligarič, J. Kunaver, F. Lobnik, F. Lovrenčak, R. Mihelič, D. Ogrin, M. Pleničar, N. Praprotnik, T. Prus, J. Uhan, B. Vrščaj, M. Zupan. 2004. *Narava Slovenije*. Ljubljana, Mladinska knjiga: 231 str.

Bowes G., Salvucci M.E. 1989. Plasticity in the photosynthetic carbon metabolism of submerged aquatic macrophytes. *Aquatic Botany*, 34: 1 – 3: 233 – 266

Brouwer E., Bobbink R., Roelofs J.G.M. 2002. Restoration of aquatic macrophyte vegetation in acidified and eutrophied softwater lakes: an overview. *Aquatic Botany*, 73: 405 – 431

Carpenter S.R., Lodge D.M. 1986. Effects of submersed macrophytes on ecosystem processes. *Aquatic Botany*, 26: 341 – 370

Clarke S.J., Wharton G. 2001. Sediment nutrient characteristics and aquatic macrophytes in lowland English rivers. *The Science of Total Environment* 266: 103 – 112

Cotton J.A., Wharton G., Bass J.A.B., Heppell C.M. Wotton R.S. 2006. The effects of seasonal changes to in-stream vegetation cover on patterns of flow and accumulation of sediment. *Geomorphology*, 77: 320 – 334

Dabrowski J.M., Bollen A., Bennet E.R., Schulz R. 2005. Pesticide interception by emergent aquatic macrophytes: Potential to mitigate spray – drift input in agricultural streams. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 111: 340 – 348

Dobson M., Frid C. 1998. *Ecology of Aquatic Systems*. Essex: Addison Wesley Longman Limited: 222 str.

Dodkins I., Rippey B., Hale P. 2005. An application of canonical correspondence analysis for developing ecological quality assessment metrics for river macrophytes. *Freshwater Biology*, 50: 891 – 904

European Standard EN 14184. 2003. *Water Quality – Guidance standard for the surveying of aquatic macrophytes in running waters*. European Committee for Standardisation, Brussels

- Feijoo C.S., Lombardo R.J. 2007. Baseline water quality and macrophyte assemblages in Pampean streams: A regional approach. *Water Research*, 41: 1399 – 1410
- Fišer Ž. 2005. Razširjenost tujih invazivnih rastlinskih vrst v spodnji Vipavski dolini. Diplomsko delo. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo: 103 str.
- Fox A.M. 1992. Macrophytes. V: *The Rivers Handbook. Hydrological and ecological principles. Volume one.* Calow P., Petta G.E. (eds.). Oxford, Blackwell Science 216 – 233
- Gaberščik A. 1997. Makrofiti in kvaliteta voda. *Acta Biologica Slovenica*, 41, 2 – 3: 141 – 148
- Gantes H. P., Caro A. S. Environmental heterogeneity and spatial distribution of macrophytes in plain streams. *Aquatic Botany*, 70: 225 – 236
- Geodetski zavod Slovenije. 2005. Atlas Slovenije 1 : 50 000, četrta, prenovljena izdaja, Založba Mladinska knjiga in Geodetski zavod Slovenije, MTK PRINT d.d., Ljubljana. 487 str.
- Germ M., Gaberščik A. 1999. The distribution and abundance of macrophytes of the lowland Izica river (Slovenia). *Acta Biologica Slovenica*, 42, 4: 3 – 11
- Germ M., Gaberščik A., Urbanc-Berčič O. 2000. The wider environmental assessment of river ecosystems. *Acta Biologica Slovenica*, 43, 4: 13 – 19
- Germ M., Urbanc-Berčič O., Gaberščik A., Janauer G.A. 2004. Distribution and abundance of macrophytes in the river Krka. *Internat. Assoc. Danube Res.*, 34: 433 – 440
- Haslam S. M. 1987. *River Plants of Western Europe: The macrophytic vegetation of the European Economic Community.* Cambridge, Cambridge University Press: 512 str.
- Holmes N.T.H. 1999. British river macrophytes perceptions and uses in the 20<sup>th</sup> century. *Aquatic conservation: Marine and freshwater ecosystems*, 9: 535 – 539
- Holmes M.G., Klein W.H. 1987. The light and temperature environments. V: *Plant life in Aquatic and Amphibious Habitats.* Ceawford, R.M.M. (ur.). Oxford, Blackwell Scientific Publications: 3 – 22
- Horwath T.G. 2004. Retention of particulate matter macrophytes in a first order stream. *Aquatic Botany*, 78: 27 – 36
- Hutchinson G.E. 1975. *A Treatise on Limnology. Volume III. Limnological Botany.* New York, John Wiley & Sons: 660 str.
- Janauer G.A. 2002. MIDCC. Macrophyte Inventory Danube / Corridor and Catchment. Guidance on the Assessment of Aquatic Macrophytes in the river Danube, in *Water Bodies of the Fluvial Corridor and its Tributaries.* [www.midcc.at](http://www.midcc.at)

- Kohler A., Janauer G. A. 1995. Zur Methodik der Untersuchung von aquatischen Makrophyten in Fließgewässern. In: Handbuch Angewandte Limnologie. VIII-1.1.3. (Eds. Ch. Steinberg, H. Bernhardt, H. Klapper). Ecomed Verlag.
- Lauber K., Wagner G. 2001. Flora Helvetica. 3. Auflage. Verlag Paul Haupt. Bern Stuttgart Wien. 1615 str.
- Maberly S.C., Spence D.H.N. 1989. Photosynthesis and photorespiration in freshwater organisms: Amphibious plants. *Aquatic Botany*, 34: 1 – 3: 167 – 286
- Madsen J. D., Adams M. S. 1989. The distribution of submerged aquatic macrophyte biomass in an eutrophic stream, Badfish Creek: the effect of the environment. *Hydrobiologia*, 171: 111 – 119
- Madsen J.D., Chambers P.A., James W.F., Koch E.W., Westlake D.F. 2001. The interaction between water movement, sediment dynamics and submersed macrophytes. *Hydrobiologia*, 444: 71 – 84
- Martinčič A. 1994. Formativno delovanje ekoloških faktorjev. Navodila za vaje. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo: 3 – 6
- Martinčič A., Wraber T., Jogan N., Ravnik V., Podobnik A., Turk B., Vreš B. 1999. Mala flora Slovenije. Ključ za določanje praprotnic in semenk. Tehniška založba Slovenije: 854 str.
- Melzer A. 1999. Aquatic macrophytes as tools for lake management. *Hydrobiologia*, 395-396: 181 – 180
- Murphy K.J., Roslett B., Springuel I. 1990. Strategy analysis of submersed lake macrophyte communities: an international example. *Aquatic Botany*, 36: 303 – 323
- Nichols S.A., Shaw B.H. 1986. Ecological life histories of the three aquatic nuisance plants, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton crispus* and *Elodea canadensis*. *Hydrobiologia*, 131: 3 – 21
- Pall K., Janauer G.A. 1995. Die Macrophytenvegetation von Flustauen am Beispiel der Donau zwischen Fluss – km 2552,0 und 2511,8 in der Bundesrepublik Deutschland. *Arch. Hydrobiol., Suppl* 101, Large Rivers 9, 2: 91 – 109
- Petersen R.C. 1992. The RCE: a Riparian, Channel, and Environmental Inventory for small streams in the agricultural landscape. *Freshwater Biology*: 27, 295 – 306
- Petts G.E. 1994. Rivers: Dynamic Components on Catchment Ecosystems. V: the River Handbook. Hydrological and ecological principles. Volume two. Calow P., Petts G.E. (ur.). Oxford, Blackwell Science: 3 – 22
- Pip E. 1984. Ecogeographical tolerance range variation in aquatic macrophytes. *Hydrobiologia*, 108: 37 – 48
- Pip E. 1989. Water temperature and freshwater macrophyte distribution. *Aquatic Botany*, 34: 367 – 373

Rejic M. 1988. Sladkovodni ekosistemi in varstvo voda. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo: 255 str.

Riis T., Sand – Jensen K., Larsen S.E. 2001. Plant distribution and abundance in relation to physical conditions and location within Danish stream system. *Hydrobiologia* 448: 217 – 228

Schneider S., Melzer A. 2003. The trophic index of macrophytes (TIM) – a new tool for indicating the trophic state of running waters. *International Review of Hydrobiology*, 88: 49 – 67

Sand – Jensen K. 1989. Environmental variables and their effect on photosynthesis of aquatic plant communities. *Aquatic Botany*, 34: 5 – 26

Šraj – Kržič N., Germ M., Urbanc – Bečič O., Kuhar U., Janauer G.A., Gaberščik A. 2006. The quality of the aquatic environment and macrophytes of karstic watercourses. *Plant Ecology*, 192: 107 – 118

Ter Braak C. J. F., Verdonschot P. F. M., 1995. Canonical correspondence analysis and related multivariate methods in aquatic ecology. *Aquatic Sciences*, 57/3: 153 – 187

Urbanič G., Toman M. J. 2003. Varstvo celinskih voda. Ljubljana, Študentska založba, 94 str.

Van Duin E.H.S., Bloom G., Los F.j., Maffione R., Zimmerman R., Cerco C.F., Dortch M., Best E.P.H. 2001. Modelling underwater light climate in relation to sedimentation, resuspension, water quality and autotrophic growth. *Hydrobiologia*, 444, 1 – 3: 25 – 42

Westlake D.F. 1975. *Macrophytes. V: River ecology.* Whitton A.D. Oxford London Edinburgh Melbourne: 160 – 126

Wetzel R.G. 2001. *Limnology. Lake and River Ecosystems.* Third Edition. San Diego, Academic Press: 1006 str.

Wetzel R.G., Likens G.E. 1995. *Limnological Analyses.* Second Edition. New York, Springer – Verlag: 55 – 68

Wilcock R.J., Nagles J.W., McBride G.B., Collier K.J. Wilson B.T., Hauser B.A. 1988. Characterisation of lowland streams using a single-sation diurnal curve analysis model with continuous monitoring data for dissolved oxygen and temperature. *N.Z.J. Freshwater. Res.*, 32: 67 – 79

Wilcock R.J., Scarsbrook M.R., Cooke J.G., Costley K. J., Nagles J.W. 2004. Shade and flow effects on ammonia retention in macrophyte – rich streams: implications for water quality. *Environmental Pollution*, 132: 95 – 100

## ZAHVALA

Zahvaljujem se prof. dr. Alenki Gaberščik za mentorstvo, nasvete, vzpodbudo in čas, ki sem ji ga ukradla.

Zahvaljujem doc. dr. Jerneju Joganu in doc. dr. Gorazdu Urbaniču za pregled in prispevek h končnemu izgledu diplomske naloge.

Urška, hvala za vso pomoč in potrpežljivost pri odgovarjanju na moja vprašanja.

Nejc, hvala za družbo v čolnu in neumorno veslanje. Ja, vem, Vipava ni Soča. Upam, da ti ni bilo preveč hudo.

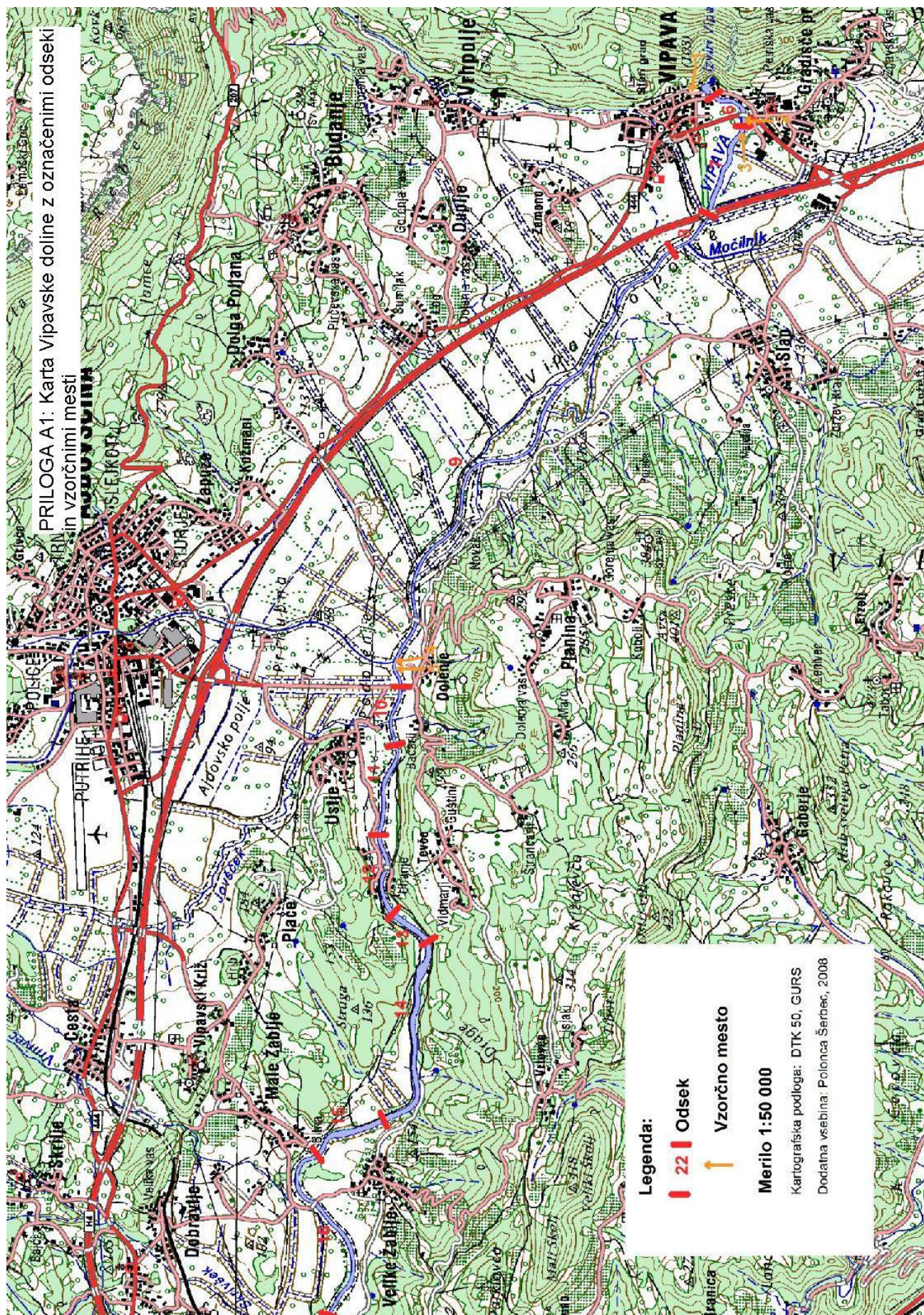
Hvala, mami, za vse sendviče na pol poti in sladoled na izstopu, za menjanje časopisnega papirja, ko mene ni bilo doma in milijon drugih "drobnih" reči.

Hvala, tati, tudi tebi za pomoč v čolnu in predvsem za avto.

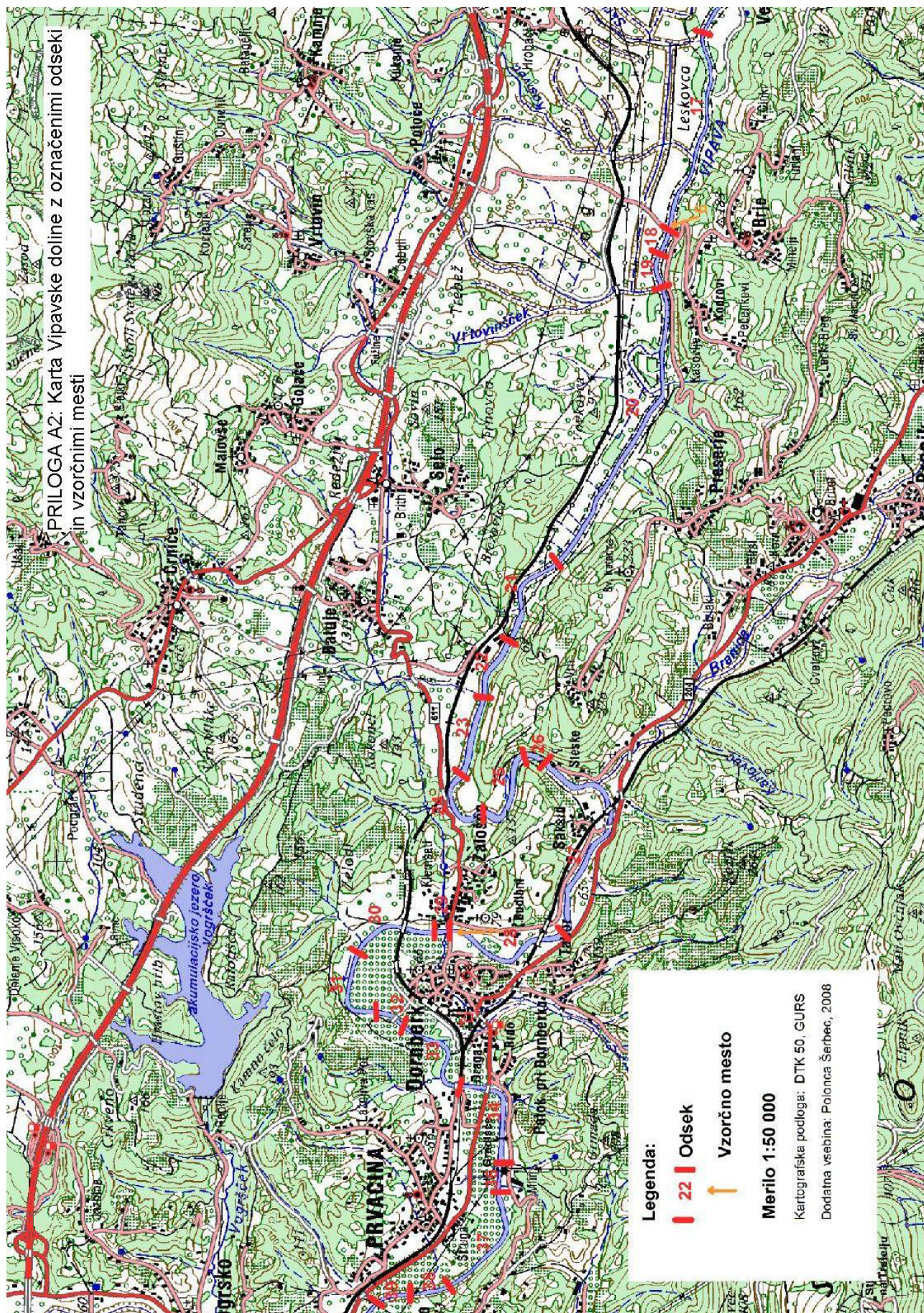
Hvala Mladenu za kanu in Pavlu, ki je poskrbel, da me je ta vsakič čakal. Brez tega res ne bi šlo.

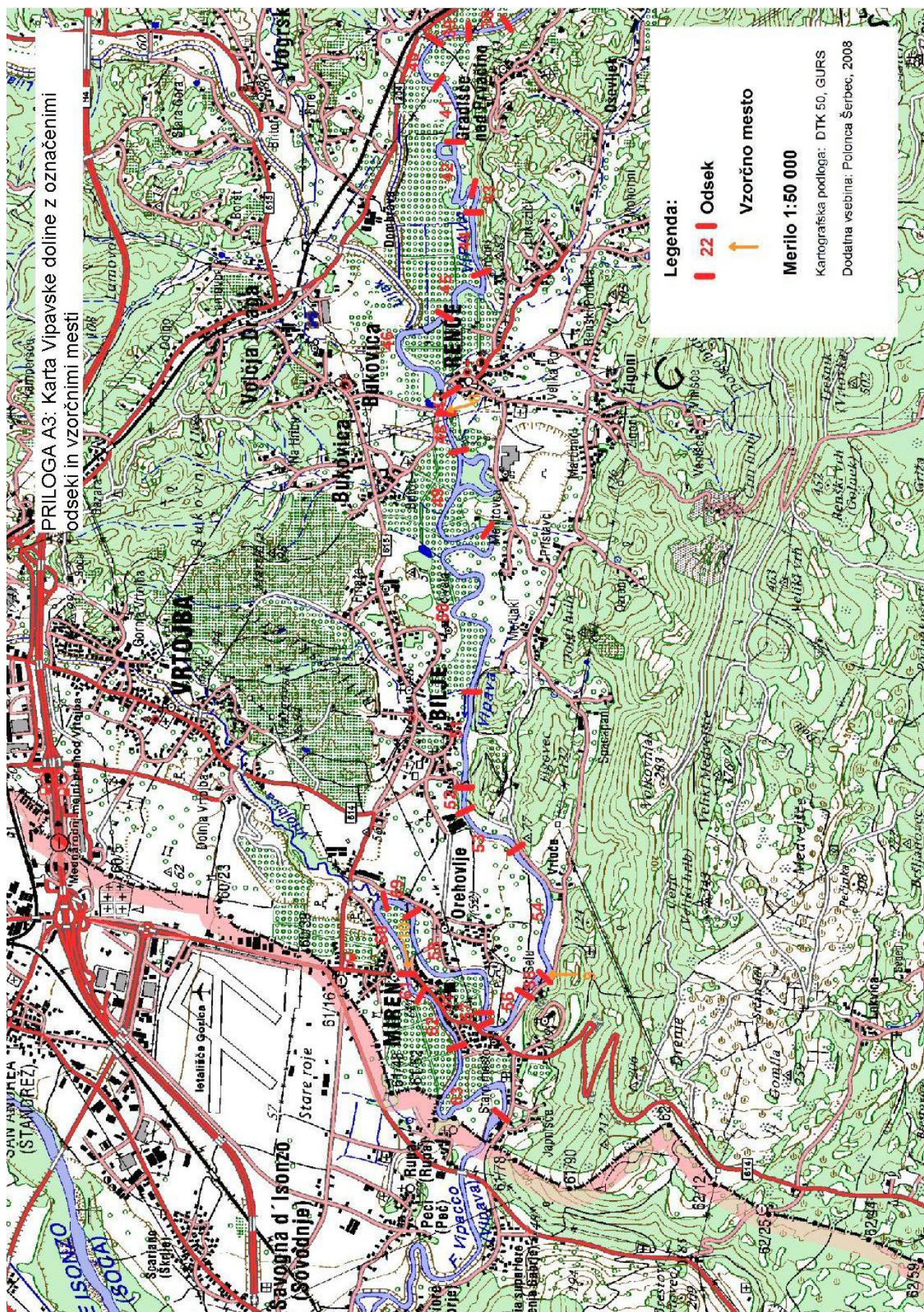
Hvala mojim prebiralkam, ki so me prenašale in poslušale, ko mi ni šlo in ki so z menoj delile navdušenje ob vsakem zaključenem delu naloge.

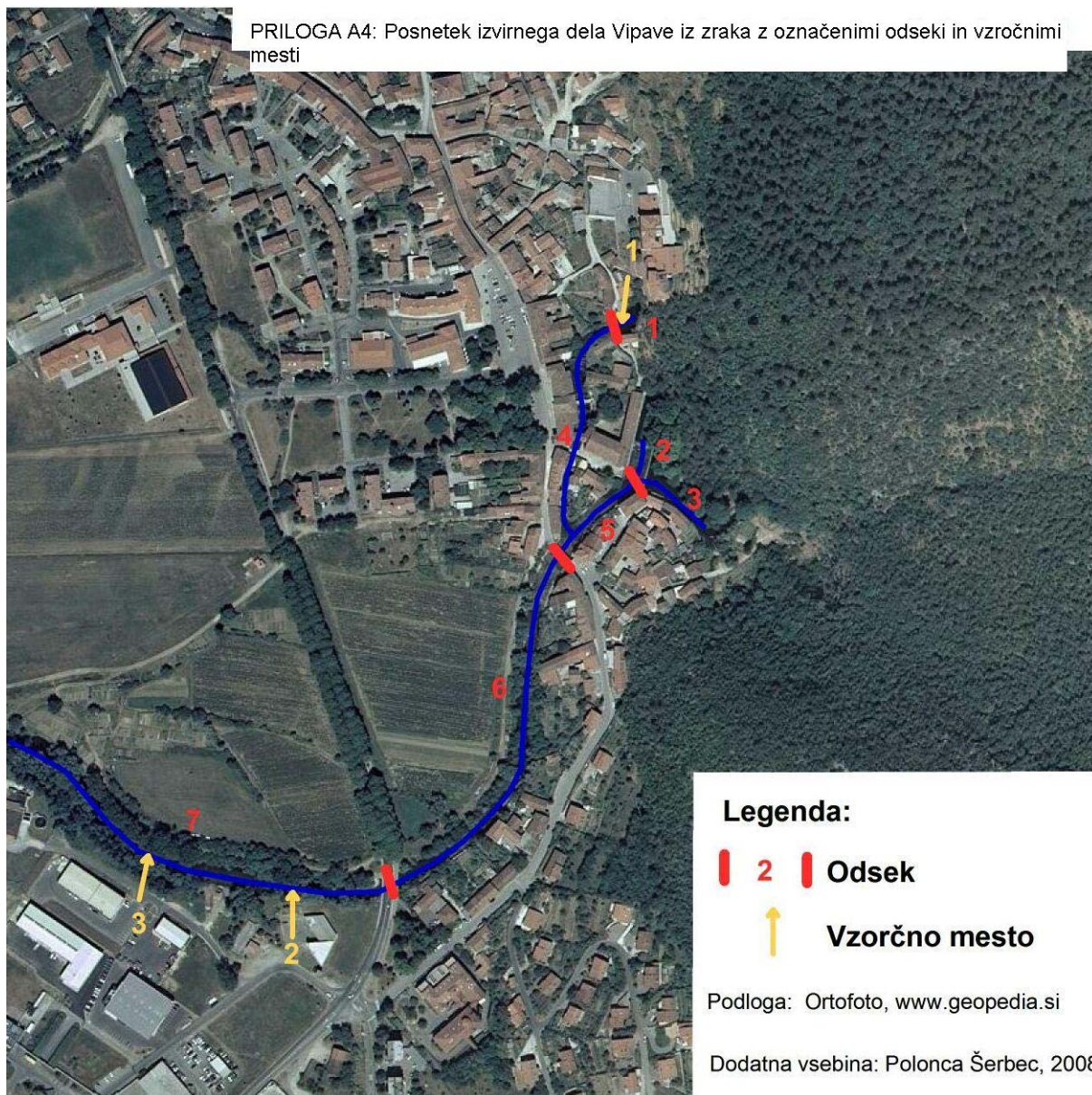












**PRILOGA B**

## Priloga B1: Rezultati fizikalnih meritev in kemijskih analiz vode reke Vipave v letu 2006

vzorčno mesto/parameter	2006	T[°C]	konc. O <sub>2</sub> [mg/L]	nasič. O <sub>2</sub> [%]	pH	prev. [μS/cm]	nitriti [mg/L]	fosfati [mg/L]
1 Vipava - izvir	19.7.	10,5	8,75	76,9	7,45	415	5,836	0,004
	7.9.	10,3	11,04	97,1	7,886	328	7,877	0,004
	6.11.	10,7	9,45	84,8	7,504	383	5,942	0,001
2 Vipava - Gasliski dom	19.7.	10,6	9,98	88,9	7,489	349	6,125	0,007
	7.9.	10,4	12,34	105,1	7,898	316	7,107	0,007
	6.11.	10,7	10,55	95,5	7,553	352	6,394	0,007
3 Vipava - Yoviland	19.7.	11,1	9,46	92,5	7,621	346	5,768	0,001
	7.9.	10,5	10,03	100,3	7,862	322	8,099	0,004
	6.11.	10,7	10,35	93,7	7,568	356	6,962	0,007
4 Dolenje - pred Hubljem	19.7.	14	10,15	99,7	7,687	360	5,287	0,033
	7.9.	12,1	11,24	105,5	8,045	334	8,927	0,018
	6.11.	9,4	11,73	102,5	8,064	283	6,606	0,123
5 Dolenje - za Hubljem	19.7.	14,2	9,81	94,7	7,835	349	2,6	0,001
	7.9.	14,8	11,48	112,9	8,13	314	7,338	0,003
	6.11.	8,8	12,57	108,3	7,958	366	7,925	0,008
6 Brje	19.7.	17	7,82	80,3	7,86	361	5,335	0,008
	7.9.	14,8	9,92	97,4	8,113	333	7,762	0,01
	6.11.	8,5	11,84	101,5	7,963	351	5,855	0,112
7 Zalošče	19.7.	19,7	8,76	97,7	7,978	350	3,091	0,012
	7.9.	17,4	11,22	116,9	8,206	329	7,039	0,004
	6.11.	8,1	12,93	109,5	8,069	339	6,356	0,018
8 Renče - pod mostom	19.7.	22,3	8,11	93	7,949	360	2,167	0,059
	7.9.	18,5	9,69	101,2	8,142	337	6,346	0,01
	6.11.	7,8	11,95	99,8	8,01	350	7,357	0,01
9 Vrtoče - jez	19.7.	24	8,86	104,2	7,955	349	1,531	0,039
	7.9.	17,8	9,41	96,2	8,099	332	4,372	0,007
	6.11.	7,6	11,34	93,6	7,955	338	8,272	0,017
10 Miren	19.7.	24,3	9,05	108,8	7,897	348	1,242	0,014
	7.9.	18,5	10,9	116,8	8,202	333	4,786	0,014
	6.11.	8,3	11,76	99,4	7,987	336	8,33	0,068

T = temperatura vode

konc. O<sub>2</sub> = koncentracija kisika v vodinasič. O<sub>2</sub> = nasičenost vode s kisikom

prev. = električna prevodnost

nitriti = koncentracija nitratnih ionov v vodi

fosfati = koncentracija ortofosfatnih ionov v vodi

## Priloga B2: Rezultati fizikalnih meritev in kemijskih analiz vode reke Vipave v letu 2007

vzorčno mesto/parameter	2007	T[°C]	konc. O <sub>2</sub> [mg/L]	nasič. O <sub>2</sub> [%]	pH	prev. [μS/cm]	nitriti [mg/L]	fosfati [mg/L]
1 Vipava - izvir	25.7.	10,2	10,6	94	7,72	346	5,191	0,014
	11.9.	10,6	10,4	95	7,62	331	0,489	0,017
	29.10.	9,4	12,2	107	7,397	273	0,794	0,014
2 Vipava - Gasliski dom	25.7.	10,4	12,6	112	7,81	318	5,821	0,033
	11.9.	10,6	11,1	101	7,71	328	0,626	0,102
	29.10.	9,4	12,5	110	7,504	274	0,39	0,014
3 Vipava - Yoviland	25.7.	10,7	11,7	108	7,71	325	5,152	0,014
	11.9.	10,6	10,7	98	7,71	327	0,482	0,008
	29.10.	9,5	12,3	108	7,505	266	0,188	0,01
4 Dolenje - pred Hubljem	25.7.	12,8	11,8	114	7,96	322	5,706	0,022
	11.9.	11,7	10,6	99	7,83	334	0,674	0,022
	29.10.	9,3	12,6	110	7,627	280	0,207	0,012
5 Dolenje - za Hubljem	25.7.	14,6	11,6	115	7,93	325	4,42	0,018
	11.9.	11,2	11,5	106	8,06	280	0,327	0,029
	29.10.	9,5	13,3	114	7,852	204	0,241	0,021
6 Brje	25.7.	15,2	9,2	91	7,84	317	4,707	0,019
	11.9.	13,6	9,4	92	8,05	310	0,424	0,037
	29.10.	9	12,7	110	7,814	250	0,534	0,012
7 Zalošče	25.7.	18,2	10,8	115	8,2	322	4,126	0,009
	11.9.	15,1	10,3	103	8,24	330	0,404	0,008
	29.10.	9,3	12,8	111	7,844	258	0,458	0,017
8 Renče - pod mostom	25.7.	21,8	9,5	108	7,99	316	3,231	0,006
	11.9.	16,5	9,5	98	8,18	332	0,347	0,014
	29.10.	9,7	12,3	108	7,948	270	0,404	0,018
9 Vrtoče - jez	25.7.	23,5	8,4	98	7,86	318	3,375	0,012
	11.9.	16	9,5	97	8,23	328	0,424	0,007
	29.10.	10,1	12	106	7,885	267	0,255	0,014
10 Miren	25.7.	24,4	9,8	117	8,04	313	2,884	0,01
	11.9.	16,1	10,3	105	8,25	322	0,231	0,006
	29.10.	10,3	12,3	111	7,952	264	0,636	0,014

T = temperatura vode

konc. O<sub>2</sub> = koncentracija kisika v vodi

nasič. O<sub>2</sub> = nasičenost vode s kisikom

prev. = električna prevodnost

nitriti = koncentracija nitratnih ionov v vodi

fosfati = koncentracija ortofosfatnih ionov v vodi

**PRILOGA C**

Priloga C1: Koordinate (Gaus - Krueger) koncev odsekov in dolžine posameznih odsekov reke Vipave na območju Slovenije.

odsek / koordinata	N	E	dolžina odseka [m]
1	54°19' 85.2"	50° 78' 48.0"	25
2	54° 19' 90.6"	50° 78' 39.4"	50
3	54° 19' 90.6"	50° 78' 39.4"	90
4	54° 19' 81.1"	50° 78' 30.9"	171
5	54° 19' 81.1"	50° 70' 30.9"	104
6	54° 19' 98.6"	50° 78' 04.9"	306
7	54° 18' 91.5"	50° 78' 31.2"	898
8	54° 18' 57.3"	50° 78' 65.0"	463
9	54° 15' 07.7"	50° 80' 81.2"	4471
10	54° 14' 60.9"	50° 80' 86.3"	501
11	54° 13' 89.0"	50° 81' 01.5"	759
12	54° 13' 27.3"	50° 80' 87.4"	679
13	54° 13' 04.4"	50° 80' 59.6"	582
14	54° 11' 61.0"	50° 80' 96.0"	1430
15	54° 11' 33.3"	50° 81' 49.0"	638
16	54° 10' 05.4"	50° 81' 39.8"	1594
17	54° 08' 48.1"	50° 81' 64.7"	1662
18	54° 08' 28.2"	50° 81' 75.2"	218
19	54° 08' 00.4"	50° 81' 73.8"	302
20	54° 05' 81.0"	50° 82' 57.5"	2473
21	54° 05' 15.5"	50° 82' 94.7"	806
22	54° 04' 70.6"	50° 83' 15.0"	506
23	54° 04' 10.3"	50° 83' 34.0"	673
24	54° 03' 79.9"	50° 83' 17.0"	626
25	54° 04' 24.1"	50° 82' 83.2"	747
26	54° 04' 20.0"	50° 82' 65.9"	186
27	54° 02' 82.6"	50° 82' 51.9"	1884
28	54° 02' 84.7"	50° 83' 43.3"	1083
29	54° 02' 84.6"	50° 83' 55.6"	132
30	54° 02' 66.8"	50° 84' 15.6"	725
31	54° 02' 19.6"	50° 84' 02.1"	642
32	54° 02' 08.6"	50° 83' 80.7"	246
33	54° 01' 60.6"	50° 83' 35.5"	897
34	54° 00' 99.0"	50° 82' 99.3"	925
35	54° 00' 75.6"	50° 83' 01.9"	210
36	54° 00' 55.1"	50° 32' 99.0"	213
37	54° 00' 00.2"	50° 83' 43.5"	726
38	53° 99' 94.2"	50° 83' 74.8"	334
39	53° 99' 86.5"	50° 83' 98.1"	250
40	53° 99' 53.3"	50° 83' 99.2"	473
41	53° 99' 06.0"	50° 83' 35.1"	552

se nadaljuje

## Priloga C1. nadaljevanje

42	53° 98' 66.6"	50° 83' 71.4"	686
43	53° 98' 49.3"	50° 83' 70.2"	305
44	53° 97' 99.3"	50° 83' 69.7"	389
45	53° 97' 65.2"	50° 83' 91.8"	610
46	53° 97' 06.4"	50° 83' 83.7"	1112
47	53° 96' 87.6"	50° 83' 92.3"	200
48	53° 96' 58.1"	50° 83' 82.6"	317
49	53° 95' 94.8"	50° 83' 59.1"	1153
50	53° 94' 63.8"	50° 83' 73.0"	2320
51	53° 93' 86.4"	50° 83' 79.8"	769
52	53° 93' 68.0"	50° 83' 77.3"	204
53	53° 93' 37.9"	50° 83' 36.2"	468
54	53° 92' 32.3"	50° 83' 09.5"	1150
55	53° 92' 21.3"	50° 83' 29.1"	170
56	53° 91' 96.3"	50° 83' 64.1"	526
57	53° 92' 05.9"	50° 83' 62.0"	112
58	53° 92' 85.0"	50° 84' 24.4"	1292
59	53° 92' 94.9"	50° 84' 42.1"	193
60	53° 92' 36.5"	50° 84' 25.5"	658
61	53° 92' 16.9"	50° 84' 15.5"	244
62	53° 91' 78.8"	50° 83' 84.0"	501
63	53° 91' 19.9"	50° 83' 44.9"	1437

## Priloga C2: Koordinate (Gaus - Krueger) vzorčnih mest za odvzem vzorcev vode reke Vipave.

vzorčno mesto / koordinata	N	E
1 – Vipava	54° 19' 85.6"	50° 78' 48.3"
2 – Vipava, gasilski dom	54° 19' 61.1"	50° 78' 05.5"
3 – Vipava, Yoviland	54° 19' 48.9"	50° 78' 08.6"
4 – Dolenje, pred Hubljem	54° 15' 28.1"	50° 80' 85.6"
5 – Dolenje, za Hubljem	54° 15' 21.8"	50° 80' 84.7"
6 – Brje	54° 08' 48.7"	50° 81' 64.8"
7 – Zalošče	54° 02' 84.5"	50° 83' 44.4"
8 – Renče	53° 96' 86.3"	50° 83' 93.3"
9 – Vrtoče	53° 92' 34.1"	50° 83' 15.8"
10 – Miren	53° 92' 38.0"	50° 84' 25.5"

**PRILOGA D**

Priloga D: Ocena habitatnih parametrov za posamezne odseke reke Vipave na ozemlju Slovenije po MIDCC metodi ter ocena širine in globine struge.

ods	vt	ts	sb	z	š[m]	g[m]
1	1	2	5	11	6	0,7
2	2	2	5	11	15	0,7
3	2	2	5	11	10	0,5
4	3	2	5	11	6	0,3
5	3	2	5	11	8	0,7
6	3	2	5	11	6	1
7	2	2	4	11	10	1
8	3	2	2	22	15	0,5
9	2	1	1	22	15	1
10	3	1	1	22	10	1
11	3	1	4	22	10	0,7
12	3	1	2	22	8	0,7
13	2	1	4	22	12	1
14	2	1	4	22	10	0,5
15	2	1	2	31	8	0,7
16	2	1	4	22	10	1
17	2	1	4	22	10	0,7
18	2	1	4	22	12	1
19	2	1	4	22	15	1,5
20	2	2	2	24	10	0,7
21	2	2	4	24	18	1,5
22	2	2	5	24	12	2
23	3	2	4	31	12	0,7
24	3	2	5	24	12	0,5
25	2	2	4	24	20	1,5
26	2	2	4	31	20	2
27	2	2	4	22	20	1
28	3	2	2	22	12	1
29	3	2	2	22	10	1
30	2	3	4	22	15	1
31	3	2	4	22	12	0,7
32	3	2	4	22	10	0,5
33	2	2	4	11908	15	1
34	2	2	4	11908	25	2
35	2	2	4	11908	10	1
36	3	2	4	22	15	0,7
37	3	3	4	31	10	0,5
38	3	2	4	22	10	0,5
39	2	2	4	22	15	0,5
40	3	2	4	22	10	0,5
41	3	2	2	24	15	0,5
42	2	3	4	22	20	1



43	2	3	4	22	25	2
44	2	2	4	31	20	1,5
45	2	2	4	22	20	2
46	2	3	4	22	25	1,5
47	2	2	2	22	22	1
48	2	4	4	24	20	3
49	2	2	4	22	25	2
50	2	2	4	22	30	3
51	2	2	4	11908	20	2
52	2	1	4	22	15	1
53	2	1	4	22	20	4
54	2	1	4	22	25	2
55	2	3	4	31	25	1,5
56	2	3	4	22	12	2,5
57	2	2	3	22	30	3
58	2	2	4	22	25	3
59	2	2	4	11908	22	2
60	3	3	3	22	15	0,7
61	3	2	5	11908	15	0,5
62	2	2	3	11908	12	0,7
63	2	3	3	22	17	1

ods = odsek  
vt = vodni tok  
tp = tip sedimenta  
sb = struktura brega  
z = zaledje  
š = širina struge  
g = globina struge

#### Vodni tok

1 = ni toka, stoječa voda  
2 = počasen tok, komaj viden do 30 cm/s  
3 = srednji tok, 35 – 65 cm/s

#### Tip sedimenta

1 = skale in kamni > 6,3 cm (mega, mezo, makrolital)  
2 = prod, 0,2 – 6,3 cm (mikrolital, akal)  
3 = pesek, 0,063 – 0,2 cm (psamal)  
4 = droben anorganski material, < 0,063 cm (pelal)  
5 = umetni materiali (beton, asfalt)

#### Struktura brega

1 = velike skale za utrditev bregov in regulacijo vodotoka  
2 = prod  
3 = pesek  
4 = droben anorganski material  
5 = umetni materiali za utrditev struge

#### Zaledje

11 = mestne zgradbe  
11908 = vas  
22 = vinogradi, plantaže, sadovnjaki, nasadi, polja  
24 = heterogene kmetijske površine  
31 = gozd



Priloga E2: Vrednosti posameznih parametrov glede na širšo okoljsko oceno (RCE) za izbrane odseke (2007)

parameter/odsek	1	2	6	7	8	9	27	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
raba tal	1	1	1	1	10	1	1	10	1	1	1	1	1	1	10	10	10	1	1	10	1	10
širina obr. pasu	1	1	1	5	5	5	5	20	5	5	20	5	5	5	5	20	5	20	5	5	5	5
sklen. veget.	1	1	1	20	5	20	30	20	5	5	20	5	20	20	30	30	30	20	20	20	20	30
sestava veget.	1	1	1	15	5	15	15	15	15	5	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
zadrž. strukt.	5	5	5	5	10	5	15	5	10	15	10	10	15	15	15	15	15	10	5	10	10	10
oblika struge	1	1	1	5	5	5	5	5	5	5	10	10	10	10	10	10	10	5	10	10	10	10
usedline v strugi	1	1	1	10	10	10	10	5	10	5	5	10	15	15	15	15	15	10	10	15	10	10
struktura brega	1	1	1	5	5	5	5	5	15	5	5	5	15	15	25	15	15	15	15	5	5	5
spodjed. brega	1	1	1	5	5	5	15	5	15	5	5	5	20	20	20	5	20	20	15	15	5	5
dno vodotoka	15	15	15	15	25	5	15	5	5	5	5	15	5	5	5	25	5	15	15	1	5	5
brz., tolm., mean.	1	1	1	10	10	10	10	1	1	1	20	20	20	1	1	1	1	1	1	10	1	1
detrit	5	5	10	10	10	5	10	10	5	10	25	25	25	10	10	10	25	10	10	10	10	10

## PRILOGA F

### Skrajšana slovenska različica metode popisovanja makrofitov in ocene habitata (Janauer 2002)

#### 1. Makrofitske vrste:

Ocena abundance makrofitskih vrst s pomočjo 5-stopenjske lestvice:

- 1 = posamična vrsta (največ 5 primerkov)
- 2 = redka vrsta
- 3 = pogosta vrsta
- 4 = množična vrsta
- 5 = prevladujoča vrsta

#### Rastne oblike rastlinskih vrst:

- ap = plavajoče neukoreninjene rastline (*Lemna trisulca*)
- sp = potopljene neukoreninjene rastline
- sa = potopljene ukoreninjene rastline (*Myriophyllum spicatum*, *Hippuris vulgaris*, *Ranunculus trichophyllus*,...)
- fl = plavajoče ukoreninjene rastline (*Nuphar luteum*, *Nymphaea alba*,...)
- am = rastline z amfibijskim značajem (*Mentha aquatica*, *Oenanthe aquatica*, *Sium latifolium*,...)
- he = močvirske rastline ali helofiti (*Phalaris arundinacea*, *Phragmites australis*, *Lythrum salicaria*,...)

#### 2. Značilnosti habitata:

##### Vodni tok

- 1 = ni toka, stoječa voda
- 2 = počasen tok, komaj viden do 30 cm/s
- 3 = srednji tok, 35 – 65 cm/s
- 4 = hiter tok, > 70 cm/s

##### Tip sedimenta

- 1 = skale in kamni > 6,3 cm (mega, mezo, makrolital)
- 2 = prod, 0,2 – 6,3 cm (mikrolital, akal)
- 3 = pesek, 0,063 – 0,2 cm (psamal)
- 4 = droben anorganski material, < 0,063 cm (pelal)
- 5 = umetni materiali (beton, asfalt)
- 6 = detrit ali drug organski material

##### Struktura brega

- 1 = velike skale za utrditev bregov in regulacijo vodotoka
- 2 = prod
- 3 = pesek
- 4 = droben anorganski material
- 5 = umetni materiali za utrditev struge

##### Zaledje

- 1 = umetne površine
- 11 = mestne zgradbe
- 11908 = vas
- 12 = industrijski, poslovni, transportni objekti (ceste, pristanišča, letališča)
- 13 = rudniki, odlagališča, skladišča, gradbišča
- 14 = nekmetijske umetne površine (parki, pokopališče, rekreacijske površine)
- 2 = kmetijske površine
- 21 = orna zemlja, tudi do 3 leta neobdelana, tople grede
- 22 = vinogradi, plantaže, sadovnjaki, nasadi, polja

23 = pašniki

24 = heterogene kmetijske površine

3 = gozdovi in pol-naravna območja

31 = gozd

311 = listopadni gozdovi s topoli in drugimi plantažnimi lesnimi vrstami

312 = iglasti gozdovi

313 = mešani gozdovi

32 = grmovje

33 = odprte površine, malo vegetacije (plaže, sipine, gola skala)

34 = mokrišče

411 = barja, močvirja

5112 = umeten kanal

**PRILOGA G****Slovenska različica RCE metode (spremenjena po Petersen 1992)**

1. Izraba tal za obrežnim pasom (v zaledju struge)	
Zaledje poraslo z gozdom in/ali močvirji	30
Mozaik košenih travnikov/pašnikov, gozdov/močvirij ter malo obdelovalnih površin	20
Obdelovalne površine, košeni travniki/pašniki, posamezne hiše	10
Prevladujejo obdelovalne površine ali strnjeno urbano območje (hiše, tovarne)	1
2. Širina obrežnega (blažilnega) <sup>1</sup> pasu (od roba vodotoka do kmetijskih površin ali naselja)	
Močviren ali z lesnatimi rastlinami porasel pas širok več kot 30 m	30
Močviren ali z lesnatimi rastlinami porasel pas širok od 5 do 30 m	20
Močviren ali z lesnatimi rastlinami porasel pas širok 1 do 5 m	5
Močvirskih ali lesnatih rastlin ni	1
3. Sklenjenost vegetacije v obrežnem pasu	
Vegetacija obrežnega pasu brez prekinitev	30
Prekinitve vegetacije se pojavljajo v intervalih, večjih od 50 m	20
Prekinitve vegetacije se pojavljajo vsakih 50 m	5
Prekinitve pogoste, vzdolž celotne struge / obrežnega pasu ni	1
4. Vegetacija pasu 0-10 m od struge	
Več kot 90% poraščeno z nepionirskimi lesnatimi vrstami ali močvirskimi rastlinami	25
Vegetacijo sestavljajo pionirske vrste <sup>2</sup> dreves in grmov	15
Vegetacijo sestavljajo trave in posamezna drevesa ali grmi	5
Večinoma trave, posamezni grmi/tujerodne vrste <sup>3</sup> /urbane površine/vodotok kanaliziran	1
5. Zadrževalne strukture v strugi	
Skale in stara debla, trdno zasidrani v dno, ni usedlin	15
Skale in debla, za katerimi se odlagajo usedline	10
Zadrževalne strukture rahlo zasidrane; ob poplavah se premikajo	5
Peščene naplavine, zadrževalnih struktur malo	1
6. Oblika struge	
Zadošča za najvišje letne pretoke, razmerje širina/globina manj kot 7	15
Redko preplavljeni bregovi, razmerje širina/globina 8 do 15	10
Poplave ob zmerni količini vode, razmerje širina/globina 15 do 25	5
Poplave pogoste, razmerje širina/globina več kot 25 / vodotok kanaliziran	1
7. Usedline v strugi	
Odlaganje usedlin majhno, na povečanje struge nima vpliva	15
Nekaj ovir iz robotih skal in prodnikov ter malo mulja	10
Ovire iz skal, peska ali muljastih naplavin pogoste	5
Struga deljena v preplete <sup>4</sup> / vodotok kanaliziran	1
8. Struktura rečnega brega	
Breg stabilen, kamnit ali čvrsto utrjen s koreninami trav, grmovja in dreves	25
Breg trden, korenine trav, grmovja in dreves ga le delno utrjujejo	15
Breg iz rahle prsti, nekoliko utrjen z redkim slojem rastlin	5
Breg nestabilen, iz rahle prsti ali peska, tok ga spodjeda / breg je umetno utrjen	1
9. Spodjedanje brega	
Ni vidno ali pa je omejeno na območja, kjer so korenine dreves	20
Samo na rečnih zavojih in zožitvah	15
Spodjedanje brega pogosto	5
Močno spodjedanje vzdolž struge, breg se ruši / breg je umetno utrjen	1

10. Dno vodotoka	
Kamnito dno, sestavljeno iz delcev različnih velikosti z očitnimi intersticielnimi prostori	25
Lahkogibljivo kamnito dno z malo mulja	15
Dno iz mulja, peska in gramoza; stabilno na nekaterih mestih	5
Dno iz rahlo sprijetega peska in mulja, kamnitega substrata ni	1
11. Pojavljanje brzic, tolmunov in meandrov	
Jasno vidni, prisotni na razdaljah od 5-7 kratne širine vodotoka	25
Nepravilno razporejeni	20
Dolge tolmane ločujejo kratke brzice, meandrov ni	10
Brzic, tolmunov in meandrov ni / vodotok kanaliziran	1
12. Detrit	
Prevladujeta listje in les, sedimenta ni	25
Nekaj listja in lesa ter nekaj drobnega organskega materiala, sedimenta ni	10
Listja in lesa ni, prisotni grobi in fini organski delci, pomešani s sedimentom	5
Fin, anaeroben sediment, brez grobih delcev	1

## Vrednotenje rezultatov:

Razred	Št. točk	Ocena	Barva	Priporočena dejavnost
I	227-280	odlično	modra	Monitoring in zaščita obstoječega stanja – referenčna lokacija
II	173-226	zelo dobro	zelena	Potrebne so spremembe na posameznih odsekih
III	119-172	dobro	rumena	Potrebne so manjše spremembe vzdolž večjega dela struge
IV	65-118	slabo	rjava	Potrebne so večje spremembe struge in blaženje učinkov iz zaledja
V	12-64	zelo slabo	rdeča	Potrebna je reorganizacija struge in blaženje učinkov iz zaledja

## Opombe:

<sup>1</sup> obrežni pas: pas močvirske ali lesnate vegetacije, ki tvori prehod med vodnim in kopenskim ekosistemom; vodotok ščiti pred vplivi iz zaledja (zadržuje snovi, ki se lahko sperejo s kopnega - hranila, različni polutanti, ...) ter pripomore k stabilnosti bregov

<sup>2</sup> pionirske vrste: vrba, jelša, topol

<sup>3</sup> če so prisotne tujerodne vrste, si zapiši, katere

<sup>4</sup> prepleti: v strugi se pojavljajo otočki naplavin, na katerih je lahko prisotna vegetacija (vrbe, ...)