

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA BIOLOGIJO

Špela MECHORA

**OKOLJSKA OCENA IN MAKROFITI VODOTOKOV BLOŠČICE IN
CERKNIŠČICE**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**ENVIRONMENTAL ASSESSMENT AND MACROPHYTES IN
STREAMS BLOŠČICA AND CERKNIŠČICA**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2009

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. Mateja Germ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Član: prof. dr. Alenka Gaberščik
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Član: prof. dr. Mihael J. Toman
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Podpisana se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddala v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Datum zagovora: 18.6.2009

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Špela Mechora

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Dd
- DK 574.5:581.5:582.2/.3(497.4 Bloke)(043.2)=163.6
- KG okoljska ocena/makrofiti/vodotoki/Bloke
- AV MECHORA, Špela
- SA GABERŠČIK, Alenka (mentorica)
- KZ SI – 1000 Ljubljana, Večna pot 111
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo
- LI 2009
- IN OKOLJSKA OCENA IN MAKROFITI VODOTOKOV BLOŠČICE IN CERKNIŠČICE
- TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)
- OP X, 67 str., 5 pregl., 41 sl., 14 pril., 48 vir.
- IJ sl
- JI sl/en
- AI Namen naloge je bil ugotoviti pojavljanje, razporeditev in pogostost makrofitov vodotokov Bloščice in Cerknjščice, ugotoviti povezavo med okoljskimi razmerami in pojavljanjem makrofitov ter spremljati nekatere fizikalne in kemijske parametre. V rastni sezoni 2008 smo popisali makrofite na celotni dolžini izbranih vodotokov, določili njihovo pogostost, rastno obliko, ocenili stanje širšega vodnega okolja in določili habitatne parametre. V vodotoku Bloščica smo popisali 19 taksonov, v vodotoku Cerknjščica pa 20 taksonov. V obeh vodotokih smo na sedmih lokacijah trikrat v letu izmerili fizikalne in kemijske parametre. Glede na okoljsko oceno spadajo odseki vodotoka Bloščice v drugi oz. tretji RCE kakovostni razred. Večji del odsekov vodotoka Cerknjščice spada v prvi RCE kakovostni razred, nekoliko manj v drugi in tretji RCE kakovostni razred, nekaj pa v četrti oz. peti RCE kakovostni razred. Ugotovili smo, da jih od pregledanih okoljskih parametrov šest značilno vpliva na pojavljanje in pogostost makrofitov. Največji vpliv imajo struktura dna, širina obrežnega pasu, zadrževalne strukture v strugi in zaledje.

KEY WORDS DOCUMENTATION

- ŠD Dd
- DK 574.5:581.5:582.2/.3(497.4 Bloke)(043.2)=163.6
- KG environmental assessment/macrophytes/streams/Bloke
- AV MECHORA, Špela
- SA GABERŠČIK, Alenka (supervisor)
- KZ SI – 1000 Ljubljana, Večna pot 111
- ZA University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, department of Biology
- LI 2009
- IN ENVIRONMENTAL ASSESSMENT AND MACROPHYTES IN STREAMS
BLOŠČICA AND CERKNJŠČICA
- TD Graduation Thesis (University studies)
- OP X, 67 p., 5 tab., 41 fig., 14 ann., 48 ref.
- IJ sl
- JI sl/en
- AI The aim of present work was to determine the abundance, distribution and frequency of macrophytes in streams Bloščica and Cerknjščica, to establish the relation between environment characteristics and abundance of macrophytes and to monitor some physical and chemical parameters. In the growth season 2008 we made an inventory of macrophytes on the whole stream length, determined their frequency and growth form. We performed the environmental assessment of the streams and estimated habitat parameters. We found 19 taxa in Bloščica stream and 20 taxa in Cerknjščica stream. On seven sites physical and chemical parameters were measured three times per year. According to environmental assessment sections of Bloščica stream were classified in the II. or III. RCE quality class. The majority of sections of Cerknjščica stream were classified in the I. RCE quality class, some of them in II. or III. RCE quality class and others in IV. or V. RCE quality class. There were six environmental factors that determined the distribution and frequency of macrophytes. The most influential factors are bottom structure, width of riparian zone, retention devices in the channel and land beyond the riparian zone.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VII
KAZALO SLIK.....	VIII
KAZALO PRILOG	X
1 UVOD.....	1
2 DELOVNE HIPOTEZE	3
3 PREGLED OBJAV	4
3.1 MAKROFITI.....	4
3.1.1 Anatomske, morfološke in fiziološke značilnosti vodnih rastlin	4
3.1.2 Vloga makrofitov v vodnem okolju	5
3.2 RAZMERE V VODNEM OKOLJU	6
3.2.1 Hidromorfološki dejavniki	6
3.2.1.1 Vodni tok	6
3.2.1.2 Globina in širina vodotoka	7
3.2.1.3 Substrat	7
3.2.2 Fizikalni in kemijski dejavniki	7
3.2.2.1 Svetlobne razmere	7
3.2.2.2 Temperatura.....	8
3.2.2.3 Raztopljeni plini in hranila	8
3.2.2.4 Električna prevodnost.....	9
3.2.2.5 pH vode	9
3.2.3 Biotski dejavniki.....	10
3.2.3.1 Kompeticija	10
3.2.3.2 Herbivorija.....	10
4 OPIS MESTA RAZISKAV	11
4.1 ZNAČILNOSTI OBMOČJA.....	11
4.1.1 Bloška planota	13
4.1.2 Dolina Cerknjščice	13
4.2 OPIS IZBRANIH VODOTOKOV	14
4.2.1 Vodotok Bloščica	14
4.2.2 Vodotok Cerknjščica	15
4.3 OGROŽENOST IN VAROVANJE OBMOČJA	16
5 METODE DELA	18
5.1 DELO NA TERENU	18
5.1.1 Fizikalne in kemijske analize vode.....	18
5.1.2 Širša okoljska ocena vodotoka	18
5.1.3 Ocena habitatnih parametrov.....	19
5.1.4 Makrofiti.....	19
5.2 OBDELAVA PODATKOV	19
5.2.1 Fizikalne in kemijske analize vode.....	19
5.2.2 Širša okoljska ocena vodotoka	20

5.2.3	Ocena habitatnih parametrov.....	20
5.2.4	Pojavljanje in pogostost makrofitov vzdolž celotne dolžine vodotokov.....	20
5.2.5	Kanonična korespondenčna analiza (CCA).....	22
6	REZULTATI.....	24
6.1	FIZIKALNE IN KEMIJSKE ANALIZE VODE.....	24
6.1.1	Vodotok Bloščica.....	24
6.1.1.1	Temperatura vode.....	24
6.1.1.2	Koncentracija kisika.....	25
6.1.1.3	Nasičenost s kisikom.....	25
6.1.1.4	Električna prevodnost.....	26
6.1.1.5	pH.....	27
6.1.1.6	Vsebnost nitratov.....	27
6.1.1.7	Vsebnost fosfatov.....	28
6.1.2	Vodotok Cerknjščica.....	28
6.1.2.1	Temperatura vode.....	28
6.1.2.2	Koncentracija kisika.....	29
6.1.2.3	Nasičenost s kisikom.....	29
6.1.2.4	Električna prevodnost.....	30
6.1.2.5	pH.....	31
6.1.2.6	Vsebnost nitratov.....	31
6.1.2.7	Vsebnost fosfatov.....	32
6.2	ŠIRŠA OKOLJSKA OCENA VODOTOKOV.....	33
6.2.1	Vodotok Bloščica.....	33
6.2.2	Vodotok Cerknjščica.....	35
6.3	OCENA HABITATNIH PARAMETROV.....	37
6.3.1	Vodotok Bloščica.....	37
6.3.1.1	Struktura brega.....	37
6.3.1.2	Tip sedimenta.....	37
6.3.1.3	Vodni tok.....	38
6.3.1.4	Zaledje.....	38
6.3.2	Vodotok Cerknjščica.....	39
6.3.2.1	Struktura brega.....	39
6.3.2.2	Tip sedimenta.....	39
6.3.2.3	Vodni tok.....	40
6.3.2.4	Zaledje.....	40
6.4	POJAVLJANJE IN RAZPOREDITEV MAKROFITOV.....	41
6.4.1	Vodotok Bloščica.....	41
6.4.1.1	Prisotnost in pogostosti makrofitov v posameznem vodotoku.....	43
6.4.2	Vodotok Cerknjščica.....	46
6.4.2.1	Prisotnost in pogostosti makrofitov v posameznem vodotoku.....	48
6.4.3	Primerjava pogostosti in prisotnosti makrofitov med odseki obeh vodotokov.....	52
6.5	OKOLJSKI DEJAVNIKI IN RAZPOREDITEV MAKROFITOV.....	53
7	DISKUSIJA.....	58
8	SKLEPI.....	62
9	POVZETEK.....	63
10	VIRI.....	64

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Seznam habitatnih tipov, rastlinskih in živalskih vrst, ki so vključena v projekt Natura 2000	16
Preglednica 2: Pet stopenjska lestvica za oceno zastopanosti vrste in povezanost masnega indeksa ter dejanske biomase (povzeto po Pall in Janauer, 1995).....	20
Preglednica 3: Seznam taksonov, popisanih v vodotoku Bloščica.....	41
Preglednica 4: Seznam taksonov, popisanih v vodotoku Cerknjščica.....	46
Preglednica 5: Lastne vrednosti, kumulativni pojasnjeni odstotki varianc in korelacijski koeficient obdelanih podatkov	54

KAZALO SLIK

Slika 1: Bloke (povzeto po Mihelič, 2001)	11
Slika 2: Srednji del Bloščice.....	14
Slika 3: Spodnji del Bloščice.....	14
Slika 4: Srednji del Cerknjščice.....	15
Slika 5: Reguliran spodnji del Cerknjščice	15
Slika 6: Temperatura potoka Bloščice.....	24
Slika 7: Koncentracija kisika v potoku Bloščica	25
Slika 8: Nasičenost s kisikom v potoku Bloščica.....	25
Slika 9: Električna prevodnost vode v potoku Bloščica.....	26
Slika 10: pH v potoku Bloščica	27
Slika 11: Koncentracija nitratnih ionov v potoku Bloščica.....	27
Slika 12: Temperatura reke Cerknjščice.....	28
Slika 13: Koncentracija kisika v reki Cerknjščici	29
Slika 14: Nasičenost s kisikom v reki Cerknjščici	29
Slika 15: Električna prevodnost vode v Cerknjščici.....	30
Slika 16: pH v reki Cerknjščici	31
Slika 17: Količina nitratnih ionov v reki Cerknjščici	31
Slika 18: Širša okoljska ocena za Bloščico	33
Slika 19: Število točk in RCE kakovostni razred posameznega odseka v Bloščici	34
Slika 20: Širša okoljska ocena za Cerknjščico	35
Slika 21: Število točk in kakovostni razred posameznega odseka v reki Cerknjščici.....	36
Slika 22: Struktura brega potoka Bloščice	37
Slika 23: Struktura sedimenta Bloščice.....	37
Slika 24: Hitrost vodnega toka v Bloščici	38
Slika 25: Tip zaledja ob Bloščici.....	38
Slika 26: Struktura brega reke Cerknjščice	39
Slika 27: Struktura sedimenta reke Cerknjščice.....	39
Slika 28: Hitrost vodnega toka reke Cerknjščice.....	40
Slika 29: Tip zaledja ob Cerknjščici.....	40
Slika 30: Razporeditev in pogostost makrofitov v Bloščici	43
Slika 31: Relativna rastlinska masa (RPM) makrofitov v Bloščici.....	44
Slika 32: Povprečni masni indeks posameznih taksonov v Bloščici (črne oznake – MMT, bele oznake – MMO).....	45
Slika 33: Razmerje povprečnih masnih indeksov MMT in MMO v Bloščici.....	45
Slika 34: Razporeditev in pogostost makrofitov v Cerknjščici	48
Slika 35: Relativna rastlinska masa (RPM) makrofitov v Cerknjščici.....	49
Slika 36: Povprečni masni indeks posameznih taksonov v Cerknjščici (črne oznake – MMT, bele oznake – MMO)	50
Slika 37: Razmerje povprečnih masnih indeksov MMT in MMO v Cerknjščici.....	50
Slika 38: Dendrogram različnosti med odseki obeh vodotokov glede na prisotnost in pogostost vrst.....	52
Slika 39: Ordinacijski diagram z izbranimi dejavniki okolja in makrofitskimi taksoni.....	55
Slika 40: Ordinacijski diagram z izbranimi dejavniki okolja in odseki vodotokov	56

Slika 41: Ordinacijski diagram z izbranimi spremenljivkami okolja, odseki vodotokov in makrofitskimi taksoni	57
--	----

KAZALO PRILOG

Priloga A.....	69
Priloga B.....	71
Priloga C1: Pregledna karta območja raziskave.....	72
Priloga C2: Karta 1.....	73
Priloga C3: Karta 2.....	74
Priloga C4: Karta 3.....	75
Priloga D1.....	76
Priloga D2.....	77
Priloga E1.....	78
Priloga E2.....	79
Priloga F1.....	80
Priloga F2.....	81
Priloga G1.....	82
Priloga G2.....	83

1 UVOD

Voda je najpomembnejši naravni vir, ki omogoča življenje. Tvori hidrološki cikel, ki povezuje atmosfero, vegetacijo, tla in vodna telesa. Ko teče po površju, s seboj odnaša material in ga na drugem mestu odlaga. Zaradi delovanja vode se je oblikovala krajina in rečne struge. Na ta način se je skozi tisočletja izoblikovala podoba današnje krajine.

Tekoče vode so dinamičen in kompleksen ekosistem. Razlikujejo se v velikosti od nekaj deset centimetrov širokih potočkov do velikih rek, kot je Amazonka. Tekoče vode so evolucijsko in ekološko bolj stalne kot drugi habitati, kar je omogočilo evolucijo in razvoj vodne flore in favne. Ob rekah so nastale rodovitne ravnice, kjer so se naselili ljudje. Tekoče vode zagotavljajo človeku vir pitne vode, izkoriščamo pa jih tudi v industriji, kmetijstvu in gospodinjstvu. Človek s svojim delovanjem spreminja morfološke značilnosti vodotokov in kakovost vode. Zaradi kmetijske dejavnosti in industrije se v reke spirajo anorganske in organske snovi, ki vplivajo na kakovost vode. Posledice obremenjevanja voda so opazne tudi na organizmih. Če je stopnja obremenjenosti nizka, ostanejo v vodi organizmi, ki prenesejo zmerno obremenjenost. Ob slabšanju razmer pa ostajajo le najbolj odporni, na koncu lahko ostanejo le bakterije in glive. Iz prisotnosti oz. odsotnosti organizmov lahko tako sklepamo na stanje vodotokov.

Makrofiti so rastline, ki rastejo popolnoma ali delno potopljene v vodi, vidne pa so s prostim očesom. Vplivajo na hitrost vodnega toka, s koreninami utrjujejo dno struge in breg ter tako zmanjšujejo erozijo. Nudijo življenjski prostor številnim organizmom, hkrati pa so substrat za epifite. Na njihovo razširjenost vplivajo kemijski, fizikalni in hidromorfološki dejavniki. Na spremembe teh dejavnikov se odziva tudi združba makrofitov, zato jih uporabljamo kot bioindikatorje stanja vodotokov. Zaradi njihove pomembne vloge so makrofiti vključeni v vodno direktivo (Directive 2000/60/EC; Šraj-Kržič in sod., 2007). Cilj direktive EU o vodah (Directive 2000/60/EC) je ohraniti in izboljšati vodno okolje. Pomembno je, da so ukrepi za površinske in podzemne vode istega ekološkega, hidrološkega in hidrogeološkega sistema, usklajeni. Pomembna je vključitev hidromorfologije v oceno ekološkega stanja (O'Hare in sod., 2006). V varstvo in trajnostno

upravljanje voda je potrebno vključevati tudi druga področja (promet, kmetijstvo, ribištvo, turizem).

Namen naloge je:

- ugotoviti stanje širšega vodnega okolja obeh vodotokov,
- ugotoviti vpliv fizikalnih in kemijskih dejavnikov na pojavljanje makrofitov,
- ugotoviti pojavljanje, razporeditev in pogostost makrofitov v Bloščici in Cerknjščici,
- ugotoviti povezavo med okoljskimi razmerami in pojavljanjem makrofitov.

2 DELOVNE HIPOTEZE

Vodotoka Bloščica in Cerknjščica tečeta po raznolikh krajinah. Bloščica teče po ravninskem svetu z rahlim strmecem, zaradi česar močno vijuga. Cerknjščica pa ima velik višinski gradient. Ob Cerknjščici je tudi več naselij in urbaniziranih površin. Glede na navedeno:

- pričakujemo, da se bo prisotnost in pogostost makrofitov vzdolž obeh vodotokov spreminjala glede na lastnosti struge in zaledja,
- glede na naravne danosti pričakujemo razliko med obema vodotokoma,
- glede na okoljske razmere ne pričakujemo velike vrstne pestrosti,
- pričakujemo manjšo diverzitetu makrofitov ob bližini urbaniziranih območij,
- pričakujemo, da na pojavljanje makrofitov vplivajo fizikalni in kemijski okoljski dejavniki.

3 PREGLED OBJAV

3.1 MAKROFITI

Makrofiti so vodne rastline, ki jih v vodi vidimo s prostim oĉesom. V vodni ekosistem so prišle sekundarno. Bistvena fiziološka razlika med kopenskimi in vodnimi rastlinami je v sposobnosti izkoriščanja bikarbonatnega iona kot zunanjega vira anorganskega ogljika v procesu fotosinteze (Maberly in Madsen, 2002). Glede na rastno obliko (Hutchinson, 1975) in položaj v vodnem stolpcu jih delimo na:

- emerzni makrofiti so pritrjeni, večji del stebela in listov je nad vodno gladino (*Phragmites australis*, *Typha latifolia*).
- plavajoči ukoreninjeni makrofiti imajo plavajoče liste, veĉinoma so vsi na vodni gladini (*Nymphaea alba*, *Potamogeton natans*).
- plavajoči neukoreninjeni makrofiti živijo prosto v vodi ali na vodni površini (*Lemna minor*, *Ceratophyllum demersum*).
- potopljeni makrofiti so ukoreninjeni, pod vodno gladino je veĉino asimilacijskega tkiva (*Potamogeton crispus*, *Myriophyllum spicatum*).

Pod vplivom vodnega okolja so se razvile različne prilagoditve (zmanjšan obseg opornega tkiva, aerenhim, heterofilija). Nekatere rastline imajo amfibijski znaĉaj in se pojavljajo tako v vodi kot na kopnem. Aktivne so kadar so popolnoma potopljene kot tudi kadar so popolnoma na suhem. Pri njih opazimo heterofilijo, to je različne tipe listov na isti rastlini. Nekatere pa imajo različne forme (vodna, plavajoča in kopenska), pri katerih najdemo različne morfološke in biokemijske prilagoditve, ki omogoĉajo nemoten potek fizioloških procesov (Germ in Gaberšĉik, 2003).

3.1.1 Anatomske, morfološke in fiziološke znaĉilnosti vodnih rastlin

Vodne rastline imajo reduciran prevajalni sistem, hranila pa lahko sprejemajo tudi prek celotne površine. Znaĉilno je zraĉno tkivo ali aerenhim, ki omogoĉa prehajanje plinov od korenin do listov in obratno. Potopljeni listi imajo poveĉano razmerje med površino lista in prostornino, listi so tanki ter brez listnih reŹ, pogosto je kutikula slabo razvita, prav tako

oporno tkivo, mezofil sestavlja manjše število celičnih plasti. Plavajoči listi so debelejši, vrhna stran lista ima debelo kutikulo in plast voskov, listne reže so na zgornji strani lista, mezofil pa je diferenciran.

Steblo prekriva tanka kutikula, krovnih tkiv ni. Pogosto so pristne hidropote, ki služijo absorpciji ionov iz vode. V osrednjem delu stebela so maloštevilna oporna in prevajalna tkiva, kar daje stebelu elastičnost in gibkost. Prevajalno tkivo je reducirano, velik del volumna pa zavzema aerenhim. Korenine služijo za črpanje hranil in pritrditev, pri nekaterih pa le za slednje, saj črpajo hranila preko celotne površine.

Zaradi zmanjšane jakosti svetlobe in velike difuzijske upornosti za CO₂ je jakost neto fotosinteze nizka. Na manjšo vsebnost CO₂ so se rastline prilagodile z večjim razmerjem med površino in volumnom lista, nekatere fiksirajo CO₂ v nočnem času, druge pa sprejemajo hidrogen karbonatni ion.

3.1.2 Vloga makrofitov v vodnem okolju

Makrofiti imajo mnogo pomembnih funkcij. Omogočajo sprejem in vezavo sončne energije in so sestavni del prehranjevalnih verig v ekosistemu. Nudijo življenjski prostor drugim organizmom: so substrat za epifite, nudijo številna skrivališča ribam, v sestojih makrofitov je večja vrstna pestrost nevretenčarjev, obrežne rastline pa nudijo zatočišče nekaterim vrstam ptic. Zaradi vsega naštetega povečujejo biotsko pestrost v vodnem ekosistemu.

Makrofiti prispevajo k utrjevanju dna in bregov vodotokov, s čimer manjšajo erozijo. Vplivajo na hitrost vodnega toka, v sestojih makrofitov pa se kopiči mulj in pesek. S sproščanjem kisika, vpetostjo v kroženje nutrientov in kot substrat za alge, glive in bakterije, vplivajo na boljšo kvaliteto vode. Zadržujejo hranila in strupene snovi in s temboljšajo kvaliteto vode. Po drugi strani pa prispevajo k eutrofikaciji vodnega telesa, saj iz usedlin privzemajo hranila in jih vračajo v okolje med njihovim propadanjem. Določene vrste makrofitov imajo nizko stopnjo tolerance na onesnaženje, zato lahko služijo kot

bioindikatorji. Makrofiti lahko tudi akumulirajo določene snovi, kot npr. težke kovine. Ta lastnost omogoča integralno spremljanje spreminjajočega se onesnaževanja in jih lahko uporabimo kot organizme za ugotavljanje kakovosti vode (Gaberščik, 1997).

3.2 RAZMERE V VODNEM OKOLJU

Reke so dinamični sistemi. Razmere v rekah se stalno spreminjajo, na kar so se prilagodili tudi organizmi. Fizikalni in kemijski dejavniki se spreminjajo sezonsko in preko dneva. Bistveni dejavniki so vodni tok, temperatura in substrat (Giller in Malmqvist, 1998). Ti dejavniki vplivajo na količino kisika, geološka podlaga in prispevno območje pa vplivata na kemizem vode. Kmetijsko zaledje prispeva velik delež anorganskih snovi, ki lahko vplivajo na evtrofnost vodnega telesa. Gozdnati sestoji prispevajo organske snovi, hkrati pa blažijo spremembe vodostaja. Obrežna vegetacija tako ščiti rečni sistem pred lateralnimi vplivi.

3.2.1 Hidromorfološki dejavniki

3.2.1.1 Vodni tok

Vodni tok je sila, ki deluje na organizme. Povzroča stalno motnjo, saj vpliva na nestabilnost dna struge. V tekočih vodah je turbulenten in določa abiotske razmere. Ima velik pomen pri metabolizmu vodnega telesa, saj prinaša hrano in odnaša metabolite. Pomembna je hitrost vodnega toka, saj ta vpliva na organizme in samočistilno sposobnost vodotoka. Kot posledica so se pri organizmih razvile prilagoditve. Rast makrofitov v tekočih vodah večinoma stimulira zmeren vodni tok, ki omogoča ukoreninjenje, zadostno prezračenosť ter intenzivnejšo izmenjavo raztopljenih snovi (Barendregt in Bio, 2003).

3.2.1.2 Globina in širina vodotoka

Prisotnost makrofitov določata tudi širina in globina vodotoka, ki naraščata od izvira do izliva (Barendregt in Bio, 2003). Globina vpliva na razporeditev makrofitov, saj se z njo spreminja spektralna sestava svetlobe, večja pa se hidrostatski pritisk. Globina vodotoka določa njegovo vodnatost, od nje je odvisen tudi pretok, ki je večji takrat, ko je struga globlja in širša. Širina vodotoka je pomemben dejavnik in je ena prvih značilnosti na katero je vplival človek (Gaberščik, 1997). Poleti lahko plitva vodna telesa presahnejo, zato najdemo v takih vodotokih le makrofite z amfibijskim značajem.

3.2.1.3 Substrat

Substrat nudi organizmom življenjski prostor za številne aktivnosti, kot so mirovanje in premikanje, razmnoževanje, ukoreninjenje ali pritrditev, skrivališče pred predatorji in vodnim tokom (Giller in Malmqvist, 1998), hkrati pa nudi tudi hranilne snovi (organske delce). Sestavljen je iz organskih in anorganskih delcev, na katere razporeditev močno vpliva vodni tok. Ob večjih hitrostih vodnega toka dobimo grob substrat, kjer pa je vodni tok počasnejši, prevladujejo manjši, fini delci. vzdolž struge se vodni tok spreminja, skupaj z njim tudi substrat. Ta določa prisotnost in razporeditev makrofitov. Na grobem substratu se makrofiti težje ukoreninijo, prav tako za ukoreninjanje niso primerni fini delci.

3.2.2 Fizikalni in kemijski dejavniki

Vse kemijske meritve podajajo le trenutno stanje vodotoka, posledice sprememb pa se odražajo na organizmih.

3.2.2.1 Svetlobne razmere

Sevalne razmere v vodi določajo razporeditev rastlin v globino ter pogostost in njihovo produktivnost, ki je praviloma manjša kot pri kopenskih rastlinah (Trošt-Sedej, 2005). V

vodnem okolju so sevalne razmere odvisne od globine vode, absorptivnih lastnosti vode, naklona obrežja, obrežne vegetacije, gibanja vode in številnih drugih dejavnikov. Spektralna sestava sevanja v vodi se z globino spreminja, razmerje med rdečo in dolgo rdečo svetlobo se poveča. Jakost sevanja se manjša z globino in poraščenostjo obrežja z vegetacijo. Prav tako jakost sevanja manjša kalnost, ki je posledica vodnega toka, kateri povzroča erozijo in plavljenje delcev.

3.2.2.2 Temperatura

Temperatura je pomemben dejavnik, ki vpliva na fizikalne, kemijske in življenjske procese v vodi, zaradi česar je pomemben parameter pri določanju kakovosti voda. Vpliva na številne fiziološke procese, kot so fotosinteza, respiracija, kalitev semen in razvoj rastline (Trošt-Sedej, 2005). Temperaturne spremembe v vodi so počasnejše in manjše kot na kopnem, dogajajo pa se dnevno-nočno in sezonsko. Na temperaturo vpliva količina sončevega sevanja, ki ga voda in raztopljeni delci v njej absorbirajo. Nižjo temperaturo v poletnih mesecih povzroča obrežna vegetacija, ki ustvarja senco.

3.2.2.3 Raztopljeni plini in hranila

Za vodne rastline je difuzijska upornost v vodi velika ovira pri sprejemanju plinov. Ker je difuzija kisika v vodi počasnejša kot v zraku, imajo potopljene rastline večje razmerje med površino in volumnom. Vsi organizmi so vključeni v nastanek in porabo CO₂ in O₂. Rastline v procesu fotosinteze sproščajo kisik v okolje, heterotrofni organizmi pa ga porabljajo in sproščajo v okolje CO₂. Nihanja v koncentracijah CO₂ in O₂ so dnevno-nočna in sezonska (Trošt-Sedej, 2005), večja pa so v manjših in močno poraščenih vodotokih. Ogljik je v vodi prisoten v obliki prostega CO₂, hidrogen karbonatnega in karbonatnega iona. Ravnoesje med temi oblikami je odvisno od pH vode. Topnost kisika se zmanjša ob visoki temperaturi, ob večji turbulenci pa se poveča. Na razporeditev kisika v vodnem stolpcu bistveno vplivajo organizmi sami. Če je primarna produkcija večja od respiracije, govorimo o biogenem prezračevanju, nasičenost vode s kisikom takrat presega 100 %

(Urbanič in Toman, 2003). Ko je nasičenost nižja od 100 %, respiracija presega primarno produkcijo.

Hranila so ioni soli, ki jih organizmi potrebujejo za rast in razvoj. Za rastline sta najpomembnejša dušik in fosfor. Naravni viri nitratov in fosfatov so odmrli deli rastlin in živali, spiranje iz zaledja, preperele kamenine in vulkanske kamenine. Velik del prispeva tudi spiranje s kmetijskih površin ter komunalne in industrijske odpadne vode. Najpomembnejši obliki nitrata in fosfata sta nitratni (NO_3^-) in ortofosfatni ion (PO_4^{3-}).

3.2.2.4 Električna prevodnost

Prevodnost je sposobnost vode, da prevaja električni tok. Prevajanje toka je odvisno od količine kationov in anionov v vodi ter od temperature raztopine. Prevodnost je večja v bolj s hranili obremenjenih vodah, saj je večja prisotnost ionov. Koncentracije ionov zmanjšujejo padavine (Urbanič in Toman, 2003). Sezonsko gledano so vrednosti najvišje jeseni zaradi odpadlega listja. Na karbonatni podlagi je prevodnost višja kot na silikatni.

3.2.2.5 pH vode

Geološka podlaga različno vpliva na karbonatno ravnotežje. Nižji pH je posledica velike količine prostega CO_2 , višji pH pa večje količine karbonatnih ionov. pH je tako ravnotežje med prostim CO_2 , hidrogen karbonatnim in karbonatnim ionom. Nekatere rastlinske vrste (mahovi) lahko asimilirajo le CO_2 , ne pa tudi HCO_3^- ali CO_3^{2-} (Barendregt in Bio, 2003). Rastline lahko same vplivajo na pH, saj asimilirajo CO_2 , s tem pa zvišujejo pH. Večina naravnih voda ima pH med 6,0 in 8,5 (Urbanič in Toman, 2003). Zaradi aktivnosti rastlin se pH podnevi lahko zviša, ponoči pa ponovno upade.

3.2.3 Biotski dejavniki

3.2.3.1 Kompeticija

Je odnos med organizmi, ki se omejujejo pri izkoriščanju dobrin. Vodne rastline v glavnem tekmujejo za svetlobo, življenjski prostor in hranila (Wetzel, 2001). V počasi tekočih vodah plavajoči makrofiti senčijo in s tem onemogočijo rast potopljenim makrofitom. Bregove tekočih voda pogosto naseljujejo emerzni makrofiti, ki prestrežejo svetlobo preden doseže vodo, s tem pa onemogočijo rast plavajočim in potopljenim makrofitom. Potopljenim rastlinam zmanjšujejo rast tudi epifiti. Če je v reki hranil dovolj, lahko kompeticija pripelje do izključitve večine vrst. V tem primeru ostaneta samo ena ali dve dominantni vrsti (Wetzel, 2001).

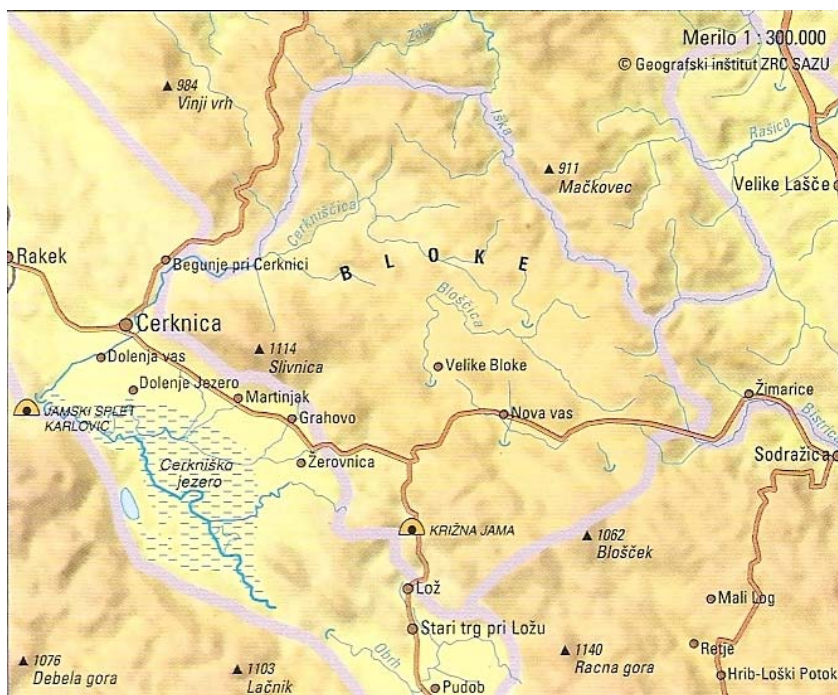
3.2.3.2 Herbivorija

Primarni producenti so vključeni v prehranjevalne verige, saj sintetizirajo organsko snov hkrati pa so tudi sami hrana za herbivore. Ti so zelo maloštevilni, najdemo pa jih med nevretenčarji in ribami, ki objedajo rastline.

4 OPIS MESTA RAZISKAV

4.1 ZNAČILNOSTI OBMOČJA

Vodotoka Bloščica in Cerknjščica ležita v notranjski regiji Slovenije. Glavna značilnost tega predela je apnenčast kraški teren z množico kotanj, jam in podzemnih jamskih sistemov. Bloke ležijo na notranjskem dinarskem krasu na višini med 600 in 800 m. Skoraj polovico krajine porašča gozd. Na severu prehajajo v Rakitensko planoto in na severovzhodu v Rute, ki sta del Krimskega hribovja, na vzhodu se spuščajo proti Velikolaščanski pokrajini, na zahodu pa mejijo na dolino reke Cerknjščice. Na jugu je meja zelo jasna, saj se pokrajina sklene z znatno višjima vzpetinama Blošček in Županšček, onstran katerih se začinja višja Potočanska planota (Mihelič, 2001). Na jugozahodu segajo Bloke do Križne gore, nato pa poteka meja po reliefnemu stiku med Cerknjškim poljem (severovzhodni del) in njegovim višjim obodom. Bloke razdelimo na štiri dele. Osrednji in jugovzhodni del zavzema Bloška planota, severni del pokrajine zavzema dolina Cerknjščice, zadnji del pa je vzpetina Slivnica.



Slika 1: Bloke (povzeto po Mihelič, 2001)

Na Blokah prevladujejo mezozojske karbonatne kamnine, predvsem zgornjetriasni dolomit. Ta je razširjen v osrednjem, jugovzhodnem in zahodnem delu planote. V severozahodnem delu so dolomitu primešane plasti sljudnatega skrilavega glinovca, peščenjaka in lapornatega apnenca. Te večinoma neprepustne kamnine omogočajo površinski vodni tok. V dolini Cerknjščice najdemo tudi neprepustne kamnine iz srednjega triasa. V dolini Bloščice se nahajajo rečne naplavine, na južnem robu Blok pa najdemo jurski apnenec z zrnatim dolomitom.

Bloke slovijo po razmeroma ostrem podnebjju z dolgimi sneženimi in mrzlimi zimami. K temu prispeva nadmorska višina, saj je večji del območja nad 700 m. Tu se mešajo vlažni jugozahodni vetrovi in mrzli severovzhodni. Dolgoletna povprečna temperatura v Novi vasi je 6,8 °C, s povprečno zimsko temperaturo pod 0 °C in povprečno poletno temperaturo 16,4 °C. V dolini Cerknjščice je prisoten tudi vpliv Cerknjškega polja. Cerknjško jezero v zimskih mesecih vpliva na temperaturo, ki je višja kot v Ljubljani. V zimskih mesecih je pogosto prisotna temperaturna inverzija. Povprečna zimska mesečna temperatura je malo pod 0 °C, povprečna mesečna temperatura poleti pa okoli 18 °C.

Padavine so preko leta neenakomerno razporejene. Največ padavin pade novembra (153 mm) in junija (150 mm), najmanj pa januarja in februarja. Največ padavin pade na širšem območju Cerknjškega jezera, drugje je količina padavin nižja. Nizke količine padavin so posledica lege, saj je Bloška planota bolj oddaljena od javorniško-snežniških hribovij, kjer pade večina padavin.

Na Blokah sta pogosti prsti rendzina in rjava pokarbonatna prst. Prva je nastala na strmejših predelih in je različno debela ter nerodovitna. Na bolj položnih legah pa je nastala rjava pokarbonatna prst, ki je bolj rodovitna. Ilovnato prst lahko najdemo ob vznožjih vzpetin ter na večjih ravninah. Ob Bloščici in pritokih so tla kislá, na njej se razprostirajo travniki in senožeti. Na hipogleju so mokrotni travniki, kjer so prsti oglejene. Najbolj mokrotna območja najdemo na šotnih tleh.

4.1.1 Bloška planota

Bloška planota obsega dve vzporedni, široki dolini – dolino Bloščice in Farovščice, ki imata neznamenit padec. Vse vode Bloške planote so ponikalnice. Dolini Bloščice in Farovščice potekata v značilni dinarski smeri od severozahoda proti jugovzhodu. Nad dolinama so do sto metrov višje vzpetine z uravnanimi vrhovi. Od Velikih Blok proti Novi vasi leži Bloško polje, med Faro in Metuljami pa Farovško polje.

Dolino Bloščice in pritokov prekrivajo drobnozrnate rečne naplavine. Vode tečejo po površju zaradi slabo propustnih triasnih dolomitov. Največja površinska voda je Bloščica, ki izvira na severozahodnem delu planote. Na Bloški planoti so pogoste poplave. Ob Bloščici in njenih pritokih je ohranjeno največje območje nizkega barja v Sloveniji. Mokrotna območja se pojavljajo severno od Velikih Blok in ob Runarščici. Na teh območjih najdemo redke ali ogrožene rastlinske vrste: *Drosera anglica*, *D. rotundifolia*, *Spiranthes aestivalis*, itd.

Na Blokah sta tudi dve umetni zaježitvi. Bolj znano je Bloško jezero pri Volčjem, kjer so zaježili enega od pritokov Bloščice. Druga zaježitev je na potoku Ribjeku. Naravna znamenitost in redkost je presihajoči izvir pri cerkvi Sv. Miklavža blizu Ulake, ki mu domačini pravijo tudi Mežnarjev studenec.

4.1.2 Dolina Cerknjščice

Severno od Slivnice se začne porečje Cerknjščice. Dolina Cerknjščice leži na severnem delu Blok. Je razgiban svet, ki povezuje Bloke na eni in Vidovsko planoto na drugi strani. V manj prepustne kamnine so vode vrezale tesne grape in doline. V dolini zasledimo neprepustne kamnine iz srednjega triasa, ki omogočajo površinski vodni tok. Tudi sama Cerknjščica je za sabo pustila več teras nad današnjim dolinskim dnom (Mihelič, 2001). Dolina se razširi pod Cajnarji do Begunj pri Cerknici, nato pa se do Cerknice ponovno zoži.

4.2 OPIS IZBRANIH VODOTOKOV

4.2.1 Vodotok Bloščica

Vodotok Bloščica je ponikalnica, ki teče po Bloški planoti, in je del sistema kraške Ljubljaniice. Leži na nadmorski višini med 720 in 750 metri nadmorske višine. Porečje je sestavljeno iz več manjših potokov (Runarščica, Blatni potok, Krajič, Ribjek), ki izvirajo med Zakrajem in Runarskim, obsega pa okoli 25 km². Zaradi majhnega strmca teče zelo počasi in ustvarja številne meandre. Na začetku teče 6 km po dolomitni podlagi v dinarski smeri proti severozahodu, pri Sv. Miklavžu pa se obrne proti jugu. Pri Velikih Blokah struga doseže jurske apnenice in dolomite in vodotok začne ponikati. V času, ko je vodostaj nizek, ponika malo pod Velikimi Blokami, ob visokem vodostaju pa nadaljuje tok mimo Nove vasi in ponika v Fari. Podzemeljsko pot nato nadaljuje voda proti Križni jami in v izvire Žerovniščice in v Štebrski obrh na vzhodnem robu Cerknjškega polja. Zgornji del Bloščice je pretežno v naravnem stanju, spodnji del od Ulake navzdol pa je delno onesnažen zaradi kanalizacije.



Slika 2: Srednji del Bloščice



Slika 3: Spodnji del Bloščice

4.2.2 Vodotok Cerknjščica

Cerknjščica izvira v hribovitem področju Svetega Vida in Cajnarjev, dolga pa je okoli 17 km. Porečje obsega dobrih 50 km² in je največji površinski dotok Cerknjškega jezera. V njej se zbirajo vode z roba Otavske, Vidovske in Bloške planote. Ob močnem deževju hitro narase, vendar tudi hitro upade, zato jo lahko označimo kot hudourniško reko. Zgornji del doline, po kateri teče Cerknjščica, je ozek in globok, od Cajnarjev do Begunj pri Cerknjšici pa je dno širše, bolj ravno in prekrito z rečnimi naplavinami. Pri Begunjah pri Cerknjšici prestopi na kraški svet. Tu naredi velik ovinek in v globoki dolini zavije prečno proti Cerknjškemu polju. Vodotok je reguliran skozi Cerknjšico in Dolenjo vas. Ponikne pri Rešetu na skrajnem severozahodnem delu Cerknjškega polja.



Slika 4: Srednji del Cerknjščice



Slika 5: Reguliran spodnji del Cerknjščice

4.3 OGROŽENOST IN VAROVANJE OBMOČJA

Območji vodotokov sta vključeni v projekt Natura 2000. Območje vodotoka Bloščica je uvrščeno med posebno ohranitveno območje, Cerknjško jezero, po robu katerega teče zadnji del vodotoka Cerknjščica, pa spada v posebno območje varstva.

Preglednica 1: Seznam habitatnih tipov, rastlinskih in živalskih vrst, ki so vključena v projekt Natura 2000

Ime območja	Habitatni tip	Rastlinske in živalske vrste
Bloščica	bazična nizka barja	ozki vretenec (<i>Vertigo angustior</i>)
	prehodna barja	strašnični mravljiščar (<i>Maculinea teleius</i>)
	nižinski ekstenzivno gojeni travniki (<i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i>)	travniški postavnež (<i>Euphydrias aurinia</i>)
	nižinske in montanske do alpinske hidrofilne robne združbe z visokim steblikovjem	črtasti medvedek (<i>Callimorpha quadripunctaria</i>) navadni koščak (<i>Austropotamobius torrentium</i>)
travniki s prevladujočo stožko (<i>Molinia</i> spp.), na karbonatnih, šotnih ali glineno-muljastih tleh (<i>Molinion caeruleae</i>)	koščični škratec (<i>Coenagrion ornatum</i>) volk (<i>Canis lupus</i>) rjavi medved (<i>Ursus arctos</i>) navadni ris (<i>Lynx lynx</i>)	
Cerknjško jezero		rjavovrati ponirek (<i>Podiceps grisegena</i>) bobnarica (<i>Botaurus stellaris</i>) reglja (<i>Anas querquedula</i>) raca žličarica (<i>Anas clypeata</i>) kostanjevka (<i>Aythya nyroca</i>) belorepec (<i>Haliaeetus albicilla</i>) rdečenoga postovka (<i>Falco vespertinus</i>) prepelica (<i>Coturnix coturnix</i>) grahasta tukalica (<i>Porzana porzana</i>) mala tukalica (<i>Porzana parva</i>) kosec (<i>Crex crex</i>) kozica (<i>Gallinago gallinago</i>) rdečenogi martinec (<i>Tringa totanus</i>) rumena pastirica (<i>Motacilla flava</i>) repaljščica (<i>Saxicola rubetra</i>) bičja trstnica (<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>) rakar (<i>Acrocephalus arundinaceus</i>)

Natura 2000 je evropsko omrežje posebnih varstvenih območij, katera so pomembna za Evropsko skupnost (pSCI – Sites of Community Interest). Območja so določena na podlagi

Habitatne direktive (Council Directive 92/43/EEC) in posebnega zaščitnega območja (SPA – Special protected areas), ki jih določa Ptičja direktiva (Council Directive 79/409/EEC).

Poplavljen svet ob Bloščici ustvarja ugodne razmere za mokrotne travnike, ki so pomembna življenjska okolja številnih metuljev in kačjih pastirjev. Na travniških tleh gnezdijo tudi nekatere ptice. Bloke so tudi najpomembnejše nahajališče orhideje poletne škrbice (*Spiranthes aestivalis*), ki spada med prizadete vrste (Ur. l. RS 82/ 2002). Tu rasteta tudi mesojedki mala mešinka in dolgolistna rosika. Ob Bloščici so ohranjena tudi največja nizka barja. Za nekatere redke in ogrožene rastlinske in živalske vrste je močvirno območje ob Bloščici eno zadnjih zatočišč v Evropi.

Cerkniško jezero je pomembno gnezdišče številnih vodnih in močvirskih ptic (Preglednica 1). Največjo ogroženost travniškim vrstam ptic predstavlja opuščanje ekstenzivne košnje, vodne ptice pa ogroža občasno požiganje trstičevja.

5 METODE DELA

5.1 DELO NA TERENU

5.1.1 Fizikalne in kemijske analize vode

Na vodotokih smo izbrali sedem vzorčnih mest, in sicer štiri na Bloščici in tri na Cerknjščici. Podrobni zemljevidi za posamezna vodotoka z označenimi vzorčnimi mesti so v prilogi C. V letu 2008 smo trikrat (v mesecu juliju, septembru in novembru) na izbranih vzorčnih mestih izmerili fizikalne in kemijske parametre. Na lokaciji smo izmerili temperaturo vode, pH, elektroprevodnost in vsebnost koncentracije raztopljenega kisika ter nasičenost vode s kisikom. Na istih vzorčnih mestih smo vzeli tudi vzorce vode za kemijske analize. V laboratoriju smo določili koncentracijo ortofosfatnih ionov (PO_4^{3-}) z metodo z amonmolibdatom in koncentracijo nitratnih ionov (NO_3^-) z metodo z natrijevim salicilatom (Urbanič in Toman, 2003).

5.1.2 Širša okoljska ocena vodotoka

Vodotoka smo razdelili v zvezne odseke v dolžini med 360 m in 1030 m s pomočjo GPS-a in zemljevida v merilu 1:50.000. Začetek novega odseka smo določili glede na spremembe v gostoti in vrstni sestavi makrofitov, zaledja, spremembe struge, prisotnosti in gostote obrežne vegetacije, itd. Če očitnih sprememb ni bilo, smo nov odsek določili na razdalji približno 1000 m. Na Bloščici odsek 10 ni bil vključen v širšo okoljsko oceno zaradi prisotnosti medveda. Za vsak odsek, razen odsek 10 na Bloščici, smo s pomočjo po Petersenu (1992) prirejene RCE metode (Germ in sod., 2003) določili širšo okoljsko oceno. RCE metoda je izdelana za oceno fizičnih in bioloških razmer v tekočih nižinskih vodotokih, ki tečejo čez kmetijsko pokrajino. Metoda je primerna za hitro uporabo in primerjavo odsekov istega vodotoka ali različnih vodotokov. Prirejena RCE metoda temelji na dvanajstih značilnostih vodotoka, ki definirajo obrežni pas, obrežno vegetacijo, morfologijo struge in zaledje. Za vsako od dvanajstih značilnosti izberemo eno od štirih možnosti, ki ji pripada določeno število točk. Vodotok ovrednotimo glede na preglednico, ki določa kakovostne razrede glede na seštevek točk vseh dvanajstih značilnosti.

5.1.3 Ocena habitatnih parametrov

Po klasifikaciji CORINE (Comission of the European Communities 1985, cit. po Janauer 2002) smo na posameznih odsekih, razen desetega odseka na Bloščici, opredelili habitatne parametre. To so tip sedimenta, struktura brega, hitrost vodnega toka in raba zemljišča na širšem področju vodotoka. Vsakemu parametru in njegovim podenotam je določena številčna koda, ki omogoča lažjo obdelavo podatkov.

5.1.4 Makrofiti

V rastni sezoni 2008 smo vzdolž odsekov izbranih vodotokov popisali makrofitske vrste, nabrali po en primerek vsake vrste in ga herbarizirali. Iz popisa vrst makrofitov je bil izpuščen odsek 10 na Bloščici, na vseh ostalih odsekih pa smo popisali vrste in njihovo pogostost po pet stopenjski lestvici po metodologiji, ki sta jo opisala Pall in Janauer (1995).

Makrofite smo razdelili glede na sistem, ki temelji na rastni obliki rastlinskih vrst (Janauer 2002):

- ap = plavajoče neukoreninjene rastline
- sp = potopljene neukoreninjene rastline
- sa = potopljene ukoreninjene rastline
- fl = plavajoče ukoreninjene rastline
- am = rastline z amfibijskim značajem
- he = močvirske rastline ali helofiti

5.2 OBDELAVA PODATKOV

5.2.1 Fizikalne in kemijske analize vode

Rezultate smo prikazali grafično s pomočjo MS Excel.

5.2.2 Širša okoljska ocena vodotoka

Točkovno vrednotenje in popis okoljskih dejavnikov po RCE metodologiji smo prikazali grafično s pomočjo programa MS Excel. Stolpci na grafih prikazujejo število točk, ki jih doseže posamezen odsek vodotoka.

5.2.3 Ocena habitatnih parametrov

Podatke smo vnesli v MS Excel in jih grafično prikazali. V deležih je predstavljeno pojavljanje določenega parametra glede na celoten vodotok.

5.2.4 Pojavljanje in pogostost makrofitov vzdolž celotne dolžine vodotokov

V posameznem odseku smo po pet stopenjski lestvici ocenili količino posamezne vrste v posameznem odseku (Pall in Janauer, 1995). Količino interpretiramo kot masni indeks (MI), ki je z dejansko biomaso (PM) povezan s funkcijo $f(x)=x^3$ (Melzer in sod. 1986, cit. po Pall in Janauer, 1995; Janauer in sod. 1993, cit. po Pall in Janauer, 1995).

Preglednica 2: Pet stopenjska lestvica za oceno zastopanosti vrste in povezanost masnega indeksa ter dejanske biomase (povzeto po Pall in Janauer, 1995)

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

Za računanje kvantitativne pomembnosti vrste v določenem odseku uporabimo relativno rastlinsko maso (RPM) (Pall in Janauer, 1995).

$$RPM_x[\%] = \frac{\sum_{i=1}^n (PM_{xi} \times L_i) \times 100}{\sum_{j=1}^k \left(\sum_{i=1}^n PM_{ji} \times L_i \right)}$$

RPM_x = relativna rastlinska masa vrste x

PM_{xi} = rastlinska masa vrste x v rečnem odseku i

L_i = dolžina rečnega odseka i

i = posamezen odsek

j = posamezna vrsta

Vzdolž vodotoka so vrste lahko razporedjene: 1 – relativno homogena razporeditev in 2 – nezvezna gručasta razporeditev.

Povprečni masni indeks (MMI) nam daje bolj natančno sliko porazdelitve vrst. Indeks prikazuje pomembnost vrste iz dveh vidikov: kot povprečni masni indeks vrste v vseh odsekih reke (MMT) ali kot povprečni masni indeks vrste v odsekih, kjer se vrsta pojavlja (MMO).

$$MMT = \sqrt[3]{\frac{\sum_{i=1}^n MI_i^3 \times AL_i}{GL}}$$

$$MMO = \sqrt[3]{\frac{\sum_{i=x}^n MI_i^3 \times AL_i}{\sum_{i=x}^n AL_i}}$$

MI_i = masni indeks vrste v odseku i

AL_i = dolžina odseka i , v katerem je vrsta prisotna

GL = celotna dolžina obdelanega vodotoka

Kadar je MMT velik, je določena vrsta številčna in prisotna v mnogih odsekih. Višji kot je MMO glede na MMT , bolj se kaže drugi vzorec porazdelitve in višja je povprečna relativna masa vrste v odseku, kjer se pojavlja. Večja kot je razlika med obema, manjše je število odsekov, v katerem je vrsta prisotna.

Vrednost d podaja razmerje masnih indeksov. Ta nam pove, kolikšen je delež odsekov, v katerih je bila vrsta prisotna.

$$d = \frac{MMT^3}{MMO^3}$$

Če je vrednost $d=1$, pomeni, da je bila vrsta prisotna na celotni dolžini pregledane struge.

Obdelavo podatkov o prisotnosti in pogostosti makrofitov vzdolž celotne dolžine vodotokov smo naredili s pomočjo računalniškega programa, ki ga je po metodologiji Pall in Janauer (1995), priredil Milijan Šiško.

5.2.5 Kanonična korespondenčna analiza (CCA)

Kanonična korespondenčna analiza nam prikaže povezavo med okoljskimi spremenljivkami in pojavljanjem ter razporeditvijo vrst. Rezultati CCA so prikazani z ordinacijskim diagramom, kjer je velikost vpliva nekega dejavnika prikazana z dolžino vektorja. Metoda kombinacijo okoljskih spremenljivk prikaže tako, da so vrste niš maksimalno ločene. Dejavnik najbolj vpliva na tiste taksone, ki se nahajajo vzdolž določenega vektorja, ki ta dejavnik ponazarja. Pri kanonični korespondenčni analizi se predpostavlja, da prisotnost in številčnost vrst vzdolž okoljskega gradienta sledi Shelfordovem zakonu tolerance: vsaka vrsta najbolje uspeva pri določeni vrednosti

spremenljivke (optimum vrste) in ne more preživeti, če so vrednosti spremenljivke previsoke ali prenizke (Odum, 1971).

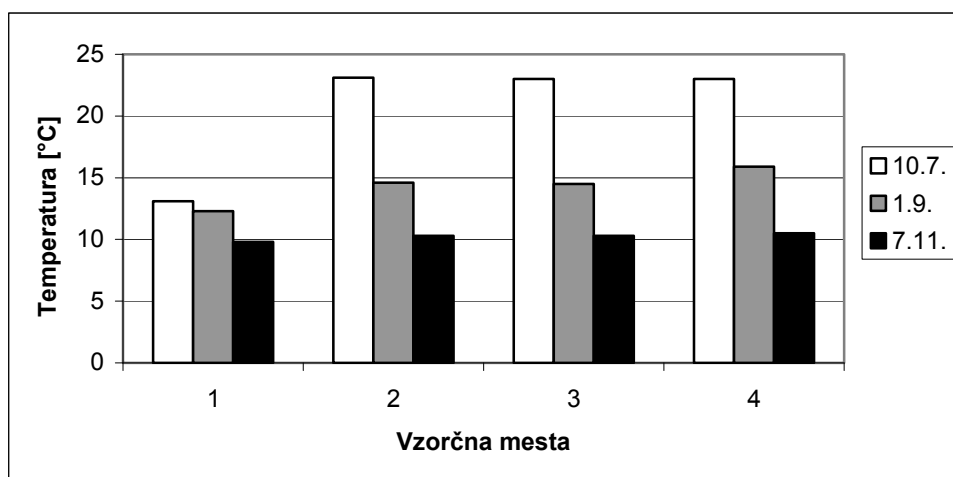
Za izvedbo analize smo uporabili program CANOCO 4.5. Del tega programa je tudi metoda izbiranja (forward selection), s katero smo izbrali tiste okoljske spremenljivke, ki pomembno vplivajo na različnost niš različnih vrst.

6 REZULTATI

6.1 FIZIKALNE IN KEMIJSKE ANALIZE VODE

6.1.1 Vodotok Bloščica

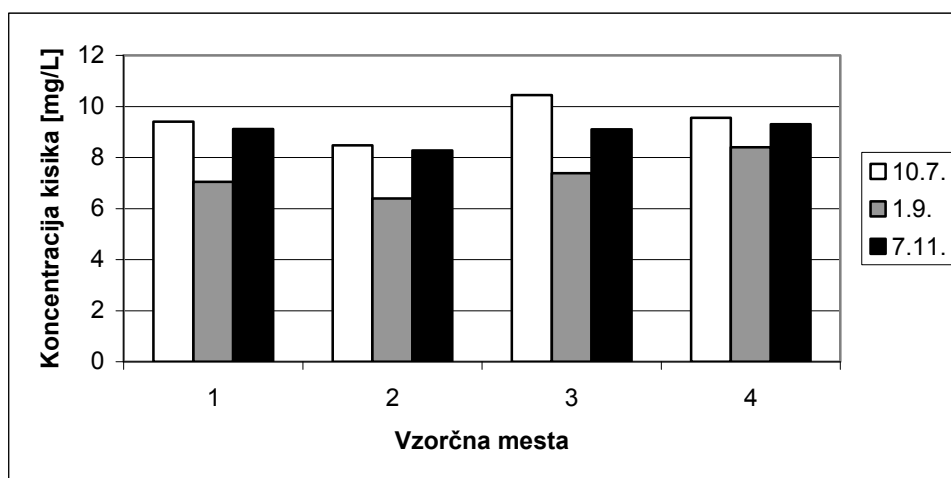
6.1.1.1 Temperatura vode



Slika 6: Temperatura potoka Bloščice

Glede na čas posameznih meritev so bile najvišje temperature v mesecu juliju, najnižje pa v mesecu novembru. Najnižja temperatura v mesecu juliju je bila izmerjena na vzorčnem mestu 1. To vzorčno mesto je na začetnem delu Bloščice blizu samega izvira.

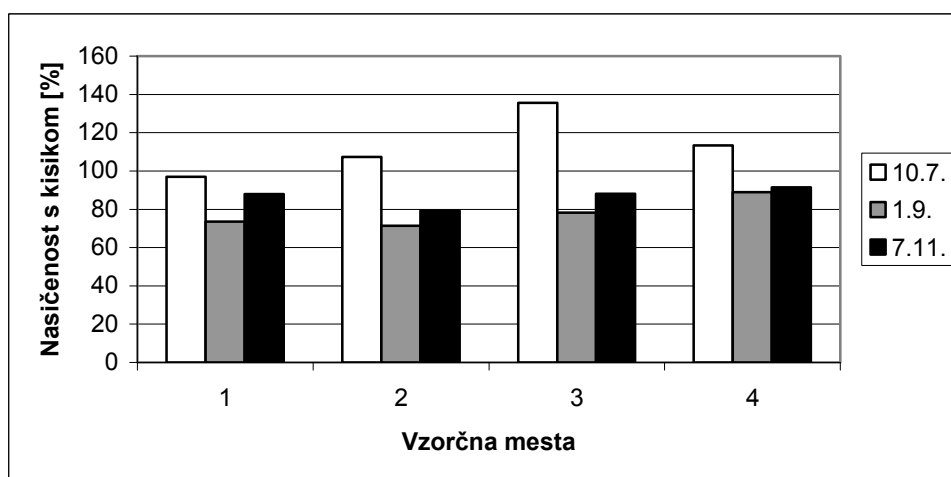
6.1.1.2 Koncentracija kisika



Slika 7: Koncentracija kisika v potoku Bloščica

Najvišje koncentracije kisika so bile na vseh vzorčnih mestih izmerjene julija, najnižje pa septembra. Najvišja vrednost je bila julija na tretjem vzorčnem mestu (10,5 mg/L), najnižja pa septembra na vzorčnem mestu 2 (6,4 mg/L).

6.1.1.3 Nasičenost s kisikom

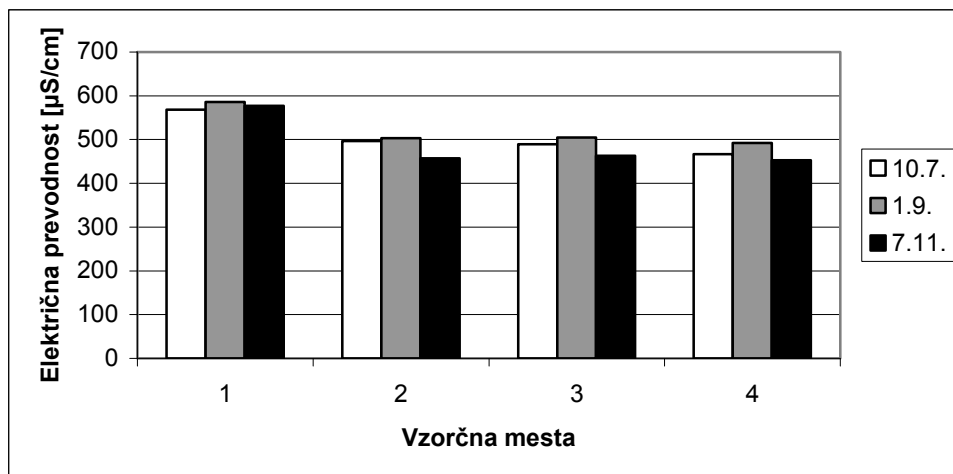


Slika 8: Nasičenost s kisikom v potoku Bloščica

Največja nasičenost s kisikom je bila na vseh vzorčnih mestih julija, najnižja pa septembra. Najvišja vrednost na tretjem vzorčnem mestu (136 %) je posledica biogenega

prezračevanja. Najnižjo vrednost smo izmerili septembra na drugem vzorčnem mestu (71 %).

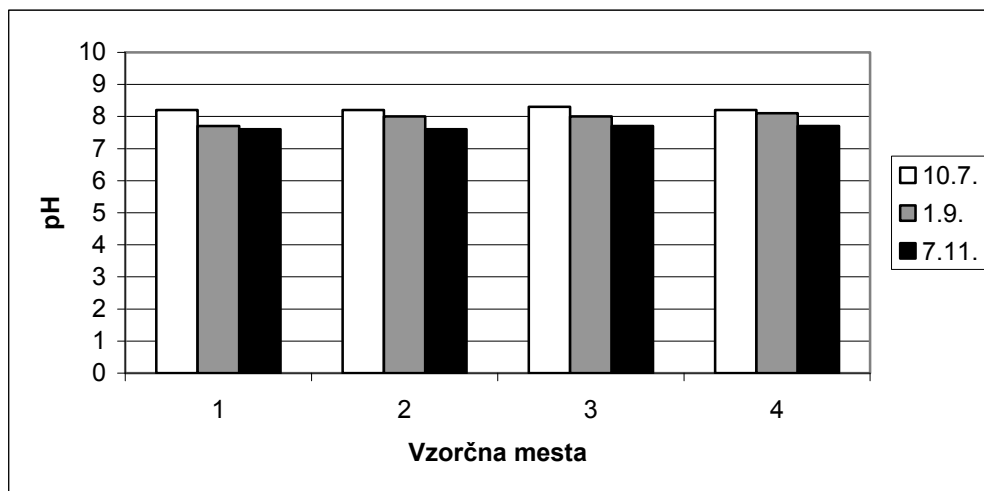
6.1.1.4 Električna prevodnost



Slika 9: Električna prevodnost vode v potoku Bloščica

Najvišje vrednosti so bile izmerjene na vzorčnem mestu 1, kar je najverjetneje vpliv bližine kmetijskih površin. Najnižja vrednost je bila izmerjena na četrtem vzorčnem mestu ($453 \mu\text{S}/\text{cm}$) v mesecu novembru. Najnižje vrednosti so bile novembra, saj je bilo teden dni pred merjenjem obilno deževje, ki je ione v vodi razredčilo.

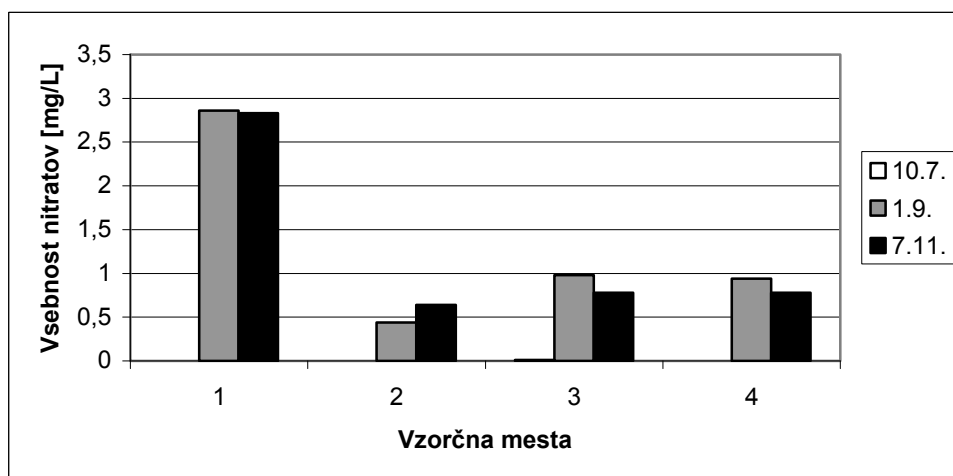
6.1.1.5 pH



Slika 10: pH v potoku Bloščica

Na vseh vzorčnih mestih je bil pH najnižji ob zadnji meritvi in nekoliko višji pri prvih dveh meritvah. Med vzorčnimi mesti ni večjih razlik, pH dosega vrednosti med 7,6 in 8,3.

6.1.1.6 Vsebnost nitratov



Slika 11: Koncentracija nitratnih ionov v potoku Bloščica

Ob prvi meritvi je bila vsebnost nitratov na vseh vzorčnih mestih pod mejo detekcije (0,1 mg/L). Najvišje vrednosti so bile izmerjene na prvem vzorčnem mestu, kjer teče vodotok

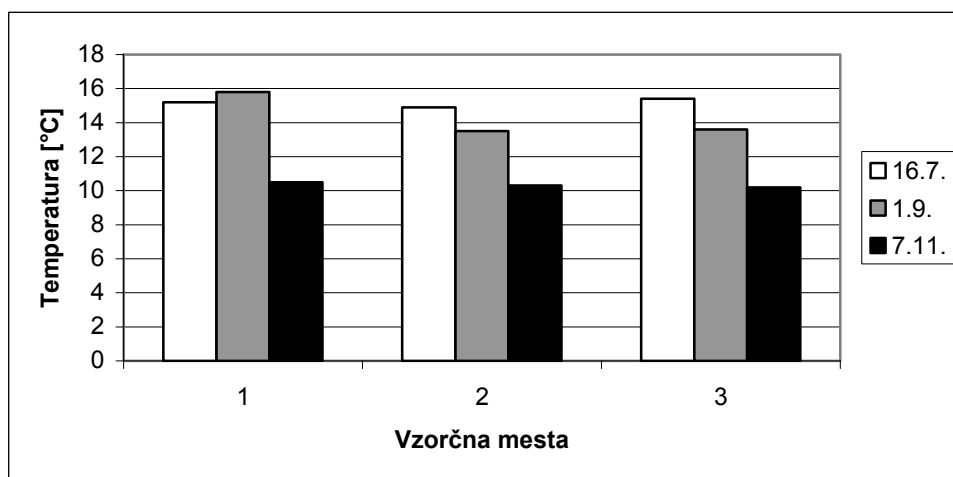
mimo kmetijskih površin. Najvišja vrednost je bila septembra na prvem vzorčnem mestu (2,9 mg/L), najnižja pa septembra na drugem vzorčnem mestu (0,4 mg/L).

6.1.1.7 Vsebnost fosfatov

Koncentracija ortofosfatnih ionov je bila ob vseh treh vzorčenjih na vseh vzorčnih mestih pod mejo detekcije (0,1 mg/L).

6.1.2 Vodotok Cerkniščica

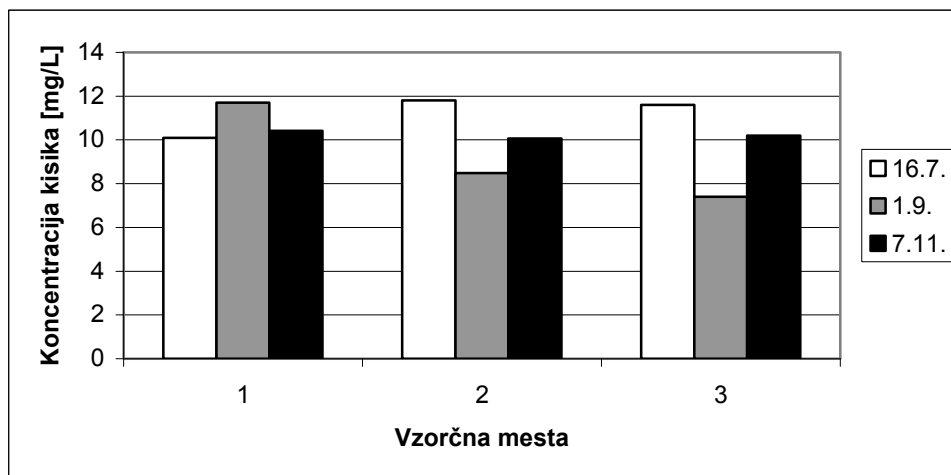
6.1.2.1 Temperatura vode



Slika 12: Temperatura reke Cerkniščice

Najnižje vrednosti so bile izmerjene v mesecu novembru. Najvišja vrednost je bila izmerjena v septembru na prvem vzorčnem mestu. Temperatura se je po toku navzdol le malo spreminjala, izstopala je le na prvem vzorčnem mestu v mesecu septembru.

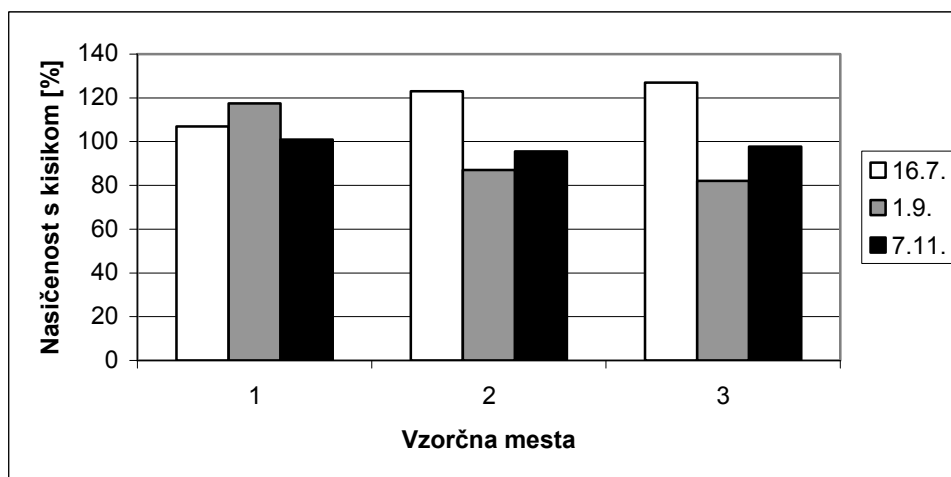
6.1.2.2 Koncentracija kisika



Slika 13: Koncentracija kisika v reki Cerknjšičici

Najvišje vrednosti so bile izmerjene septembra na prvem vzorčnem mestu (11,7 mg/L) in julija na drugem in tretjem vzorčnem mestu (11,6-11,8 mg/L). Najnižja vrednost je bila izmerjena septembra na vzorčnem mestu 3 (7,4 mg/L).

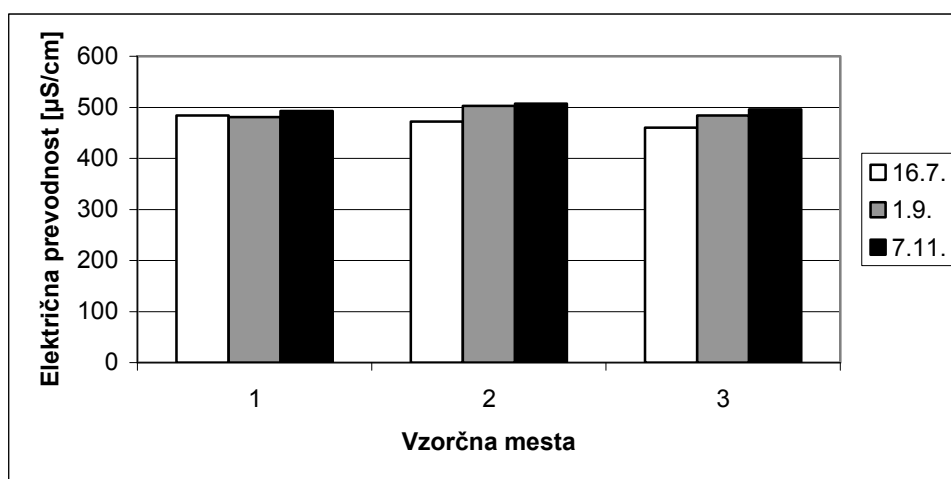
6.1.2.3 Nasičenost s kisikom



Slika 14: Nasičenost s kisikom v reki Cerknjšičici

Najvišje vrednosti so bile izmerjene julija na drugem in tretjem vzorčnem mestu ter septembra na prvem (118-127 %). Najnižja vrednost je bila septembra na drugem in tretjem vzorčnem mestu (82-87 %).

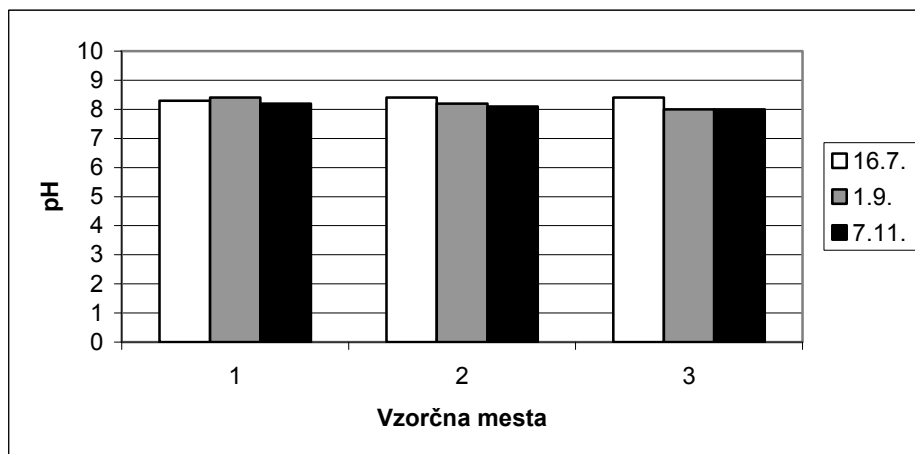
6.1.2.4 Električna prevodnost



Slika 15: Električna prevodnost vode v Cerknjšičici

Najnižja vrednost je bila izmerjena julija na tretjem vzorčnem mestu (460 $\mu\text{S/cm}$), najvišja pa novembra na drugem vzorčnem mestu (507 $\mu\text{S/cm}$).

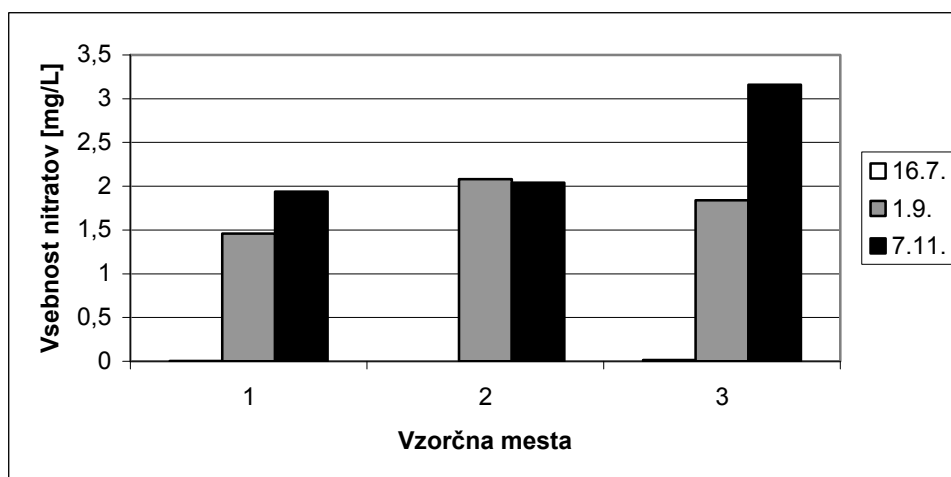
6.1.2.5 pH



Slika 16: pH v reki Cerknjšičici

Na grafu (slika 16) ni opaziti vidnih trendov zmanjševanja ali naraščanja vrednosti pH. Vidimo, da se vrednosti med posameznimi vzorčnimi mesti in med merjenji ne spreminjajo veliko.

6.1.2.6 Vsebnost nitratov



Slika 17: Količina nitratnih ionov v reki Cerknjšičici

Ob prvi meritvi je bila vsebnost nitratov na vseh vzorčnih mestih pod mejo detekcije (0,1 mg/L). Najnižja vrednost je bila septembra na prvem vzorčnem mestu (1,5 mg/L), najvišja pa novembra na tretjem vzorčnem mestu (3,2 mg/L), kjer vodotok teče skozi vas.

6.1.2.7 Vsebnost fosfatov

Koncentracija ortofosfatnih ionov je bila ob vseh treh vzorčenjih na vseh vzorčnih mestih pod mejo detekcije (0,1 mg/L).

6.2 ŠIRŠA OKOLJSKA OCENA VODOTOKOV

6.2.1 Vodotok Bloščica

št. odseka \ parameter	1	2	3	4	5	6	7	8	8A	8B	8C	9
raba tal												
širina obrežnega pasu												
sklenjenost vegetacije												
sestava vegetacije												
zadrževalne strukture												
oblika struge												
usedline v strugi												
struktura brega												
spodjedanje brega												
dno vodotoka												
brzice, tolmuni, meandri												
detrit												

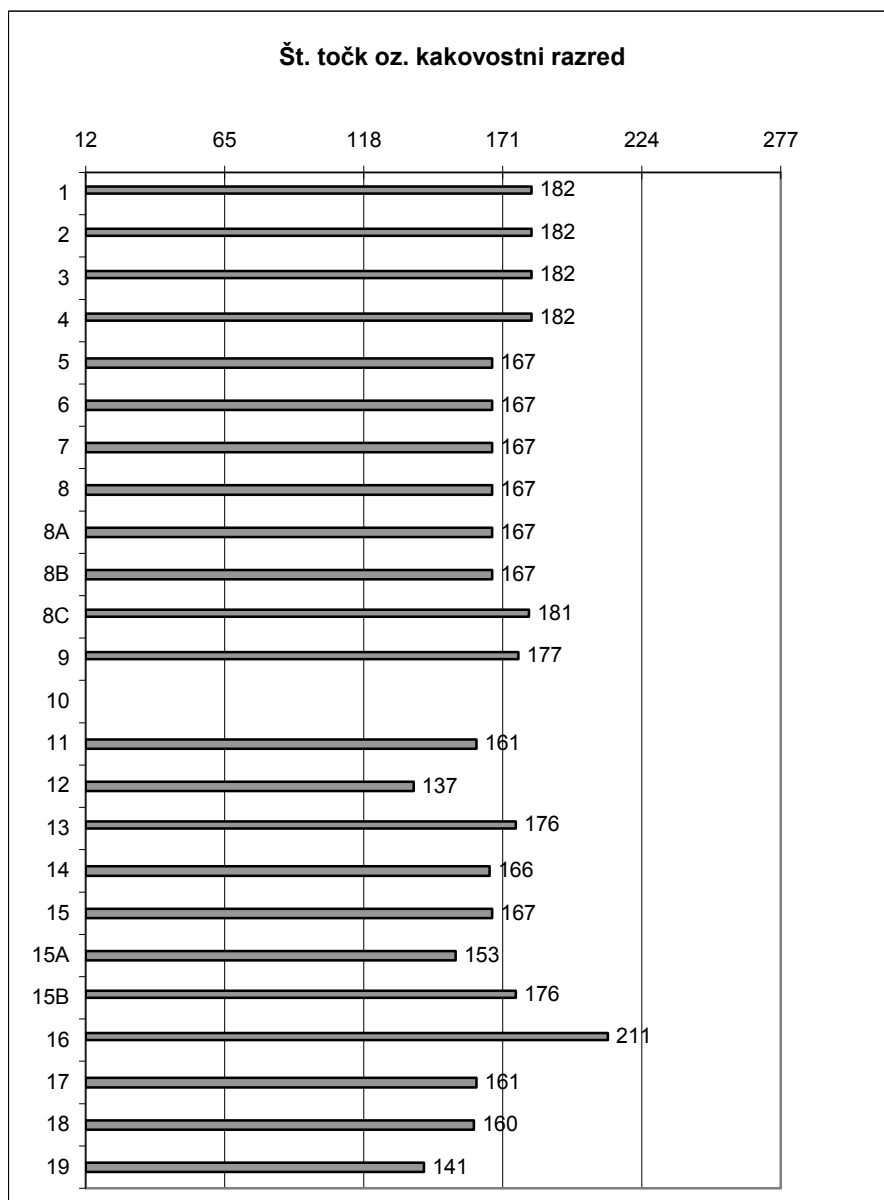
št. odseka \ parameter	10*	11	12	13	14	15	15A	15B	16	17	18	19
raba tal												
širina obrežnega pasu												
sklenjenost vegetacije												
sestava vegetacije												
zadrževalne strukture												
oblika struge												
usedline v strugi												
struktura brega												
spodjedanje brega												
dno vodotoka												
brzice, tolmuni, meandri												
detrit												

odlično stanje
 zelo dobro stanje
 dobro stanje
 slabo stanje



10* - odsek ni bil vzorčen

Slika 18: Širša okoljska ocena za Bloščico



Slika 19: Število točk in RCE kakovostni razred posameznega odseka v Bloščici

Večina vodotoka Bloščica spada v tretji RCE kakovostni razred (14 odsekov), ostalih devet odsekov spada v drugi RCE kakovostni razred. Prvi odsek se začne v trstičju pod vasjo Runarsko. Nadaljnji odseki (2, 3, 4, 5) tečejo mimo kmetijskih površin. Odseki 6, 7 in 8 tečejo po odprti površini, ob njih so mokrotni travniki in na nekaterih mestih gozd. Na koncu osmega odseka se Bloščici priključi pritok. Dva odseka tega pritoka (8A, 8B) tečeta mimo kmetijskih površin, tretji odsek (8C) pa skozi gozd. Na odseku 8C so bile v strugi prisotne zadrževalne strukture (veje in debela dreves). Odsek 9 teče čez mokrotne travnike. Deseti odsek ni bil popisani zaradi prisotnosti medveda. Nadalje Bloščica vijuga med

košenimi travniki, nato pa zavije v bližino gozda, kjer teče po zamočvirjenem delu, poraslim s trstjem. Na odseku 15 se v vodotok izliva manjši pritok, ki teče po zamočvirjenih travnikih. Odsek 16 teče ob robu gozda in skozi zamočvirjen svet. Ob koncu odseka 17 se začneja naselje Velike Bloke, nato Bloščica teče mimo kmetijskih površin, kjer tudi ponikne.

6.2.2 Vodotok Cerkniščica

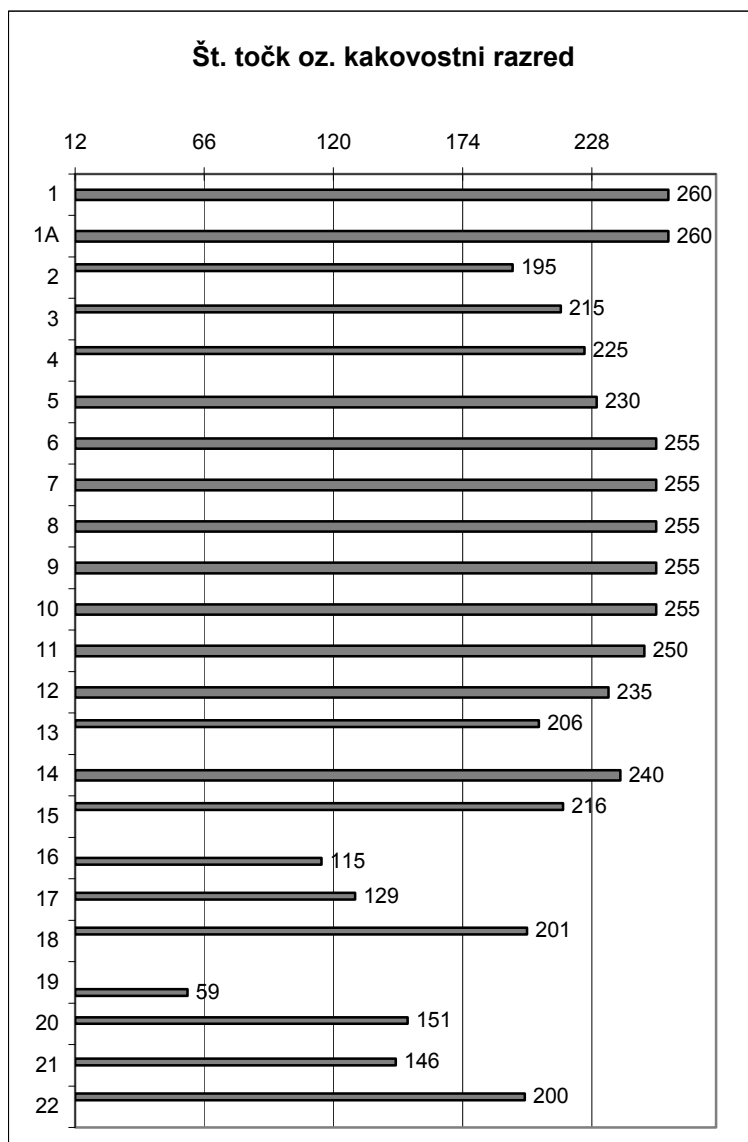
št. odseka	1	1A	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
parameter												
raba tal												
širina obrežnega pasu												
sklenjenost vegetacije												
sestava vegetacije												
zadrževalne strukture												
oblika struge												
usedline v strugi												
struktura brega												
spodjedanje brega												
dno vodotoka												
brzice, tolmuni, meandri												
detrit												

št. odseka	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
parameter											
raba tal											
širina obrežnega pasu											
sklenjenost vegetacije											
sestava vegetacije											
zadrževalne strukture											
oblika struge											
usedline v strugi											
struktura brega											
spodjedanje brega											
dno vodotoka											
brzice, tolmuni, meandri											
detrit											

odlično stanje
 zelo dobro stanje
 dobro stanje
 slabo stanje



Slika 20: Širša okoljska ocena za Cerkniščico



Slika 21: Število točk in kakovostni razred posameznega odseka v reki Cerknjščici

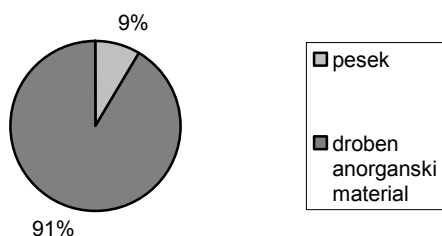
Večji del vodotoka Cerknjščica spada v prvi RCE kakovostni razred. Izvirna kraka tečeta po gozdu, obrežna vegetacija je sklenjena, prisotne so brzice. Drugi in tretji odsek tečeta ob cesti in skozi vas Cajnarje. Ob začetku četrtega odseka so pokošeni travniki na eni strani ter gozd na drugi strani, na koncu pa reko pregrajuje jez. Nato Cerknjščica teče skozi ozko sotesko (5,6), ki se postopoma širi. Cerknjščica zavije daleč stran od ceste in vasi, kjer teče mimo travnikov, nekateri izmed teh so zamočvirjeni. Odseka 12 in 13 tečeta skozi vas, nato pa Cerknjščica teče po ozki dolini globoko pod cesto. Kjer reka teče skozi Cerknico, je regulirana. Na odseku 16 so prisotne tudi betonske pregrade, ob njem pa stoji tovarna. Odsek 18 teče čez travnike, obrežna vegetacija je sklenjena. Odsek 19, ki teče

skozi Dolenjo vas, samo uvrstili v peti kakovostni razred. Tu sta struga in breg betonirana. Nato Cerknjščica teče po robu Cerknjškega polja in ponikne pri Rešetu.

6.3 OCENA HABITATNIH PARAMETROV

6.3.1 Vodotok Bloščica

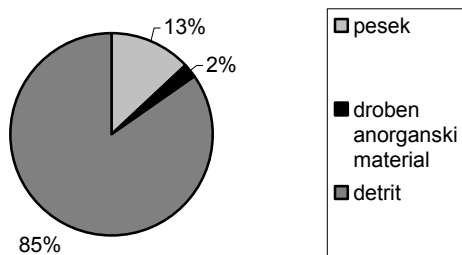
6.3.1.1 Struktura brega



Slika 22: Struktura brega potoka Bloščice

Breg je večinoma po vsej dolžini strm. V večini je sestavljen iz drobnega anorganskega materiala, le v zadnjih dveh odsekih prevladuje pesek. Do spodjedanja prihaja na odsekih z malo ali nič obrežne vegetacije.

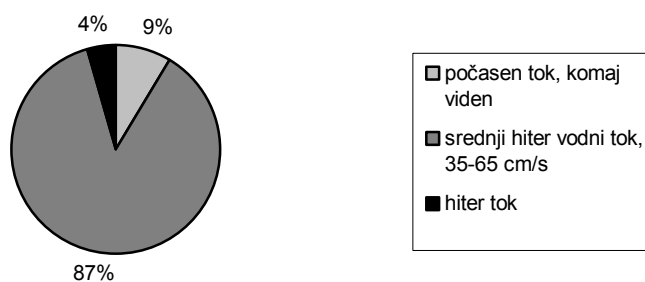
6.3.1.2 Tip sedimenta



Slika 23: Struktura sedimenta Bloščice

V Bloščici so se kot tip sedimenta pojavljali pesek, droben anorganski material in detrit, ki prevladuje (85 %). Pesek prevladuje v spodnjem delu vodotoka, kjer vodotok teče mimo kmetijskih površin.

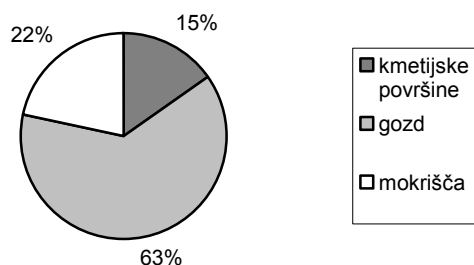
6.3.1.3 Vodni tok



Slika 24: Hitrost vodnega toka v Bloščici

V Bloščici prevladuje srednje hiter vodni tok. Hiter tok je pogost v začetnem delu prvega pritoka (odsek 8A), kjer ima Bloščica nekoliko večji strmec. Počasen tok je na dveh odsekih, kjer vodotok zelo vijuga in teče po travniku.

6.3.1.4 Zaledje

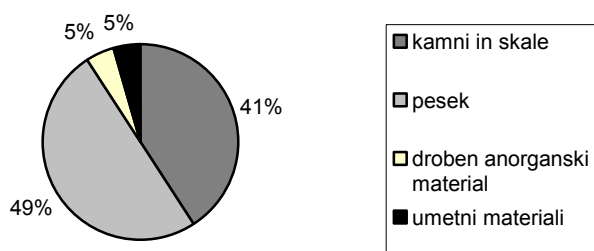


Slika 25: Tip zaledja ob Bloščici

Prevladuje površina, katero porašča gozd. Ob vodotoku so tudi mokrišča. V spodnjem delu vodotoka je malo kmetijskih površin, tam pa je tudi edino naselje ob vodotoku.

6.3.2 Vodotok Cerknjščica

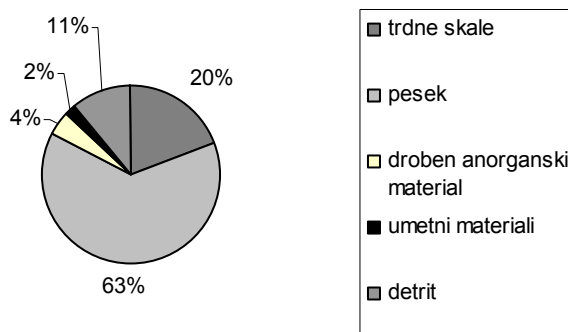
6.3.2.1 Struktura brega



Slika 26: Struktura brega reke Cerknjščice

V večini breg sestavljajo pesek, kamni in skale. V zgornjem delu vodotoka prevladujejo predvsem kamni in skale. Kjer vodotok teče skozi Cerknico in Dolenjo vas, so prisotni umetni materiali. Droben anorganski material je prisoten v zadnjem delu vodotoka, kjer teče po robu Cerknjškega polja.

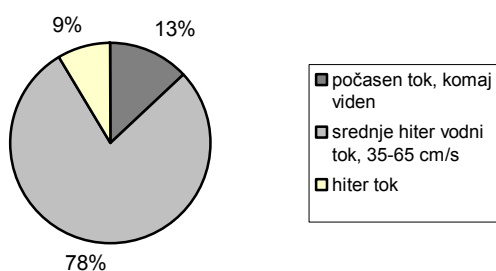
6.3.2.2 Tip sedimenta



Slika 27: Struktura sedimenta reke Cerknjščice

Na nekaterih odsekih smo popisali različne kombinacije sedimentov, v večini pa prevladuje pesek. V začetnem delu vodotoka prevladujejo trdne skale in pesek. Kjer vodotok teče skozi Dolenjo vas, je v strugi prisoten umetni material. Detrit je prisoten v zadnjem delu vodotoka.

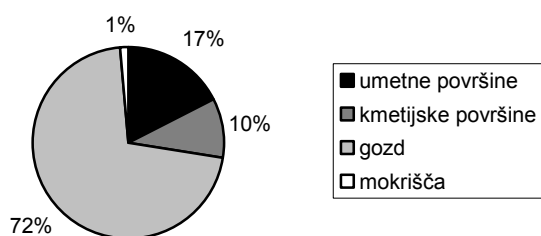
6.3.2.3 Vodni tok



Slika 28: Hitrost vodnega toka reke Cerknjščice

V Cerknjščici prevladuje srednje hiter vodni tok (78 %). Počasen tok zasledimo tam, kjer reka teče skozi Cerknjico in Dolenjo vas. Hiter tok je v začetnih delih, kjer teče reka po oži strugi.

6.3.2.4 Zaledje



Slika 29: Tip zaledja ob Cerknjščici

Prevladujejo površine porasle z gozdom. Malo je kmetijskih površin, predvsem v zadnjem delu vodotoka. Mokrišče je v zadnjem delu vodotoka, kjer teče ob robu Cerknjškega jezera. Ob vodotoku je nekaj naselij, kjer so utrjene površine (17 %). V zgornjem delu sta dve manjši naselji, v osrednjem delu Begunje pri Cerknjši, v spodnjem delu pa Cerknjšica in Dolenja vas.

6.4 POJAVLJANJE IN RAZPOREDITEV MAKROFITOV

6.4.1 Vodotok Bloščica

V izbranem vodotoku smo popisali 19 taksonov, navedeni so v spodnji preglednici.

Preglednica 3: Seznam taksonov, popisanih v vodotoku Bloščica

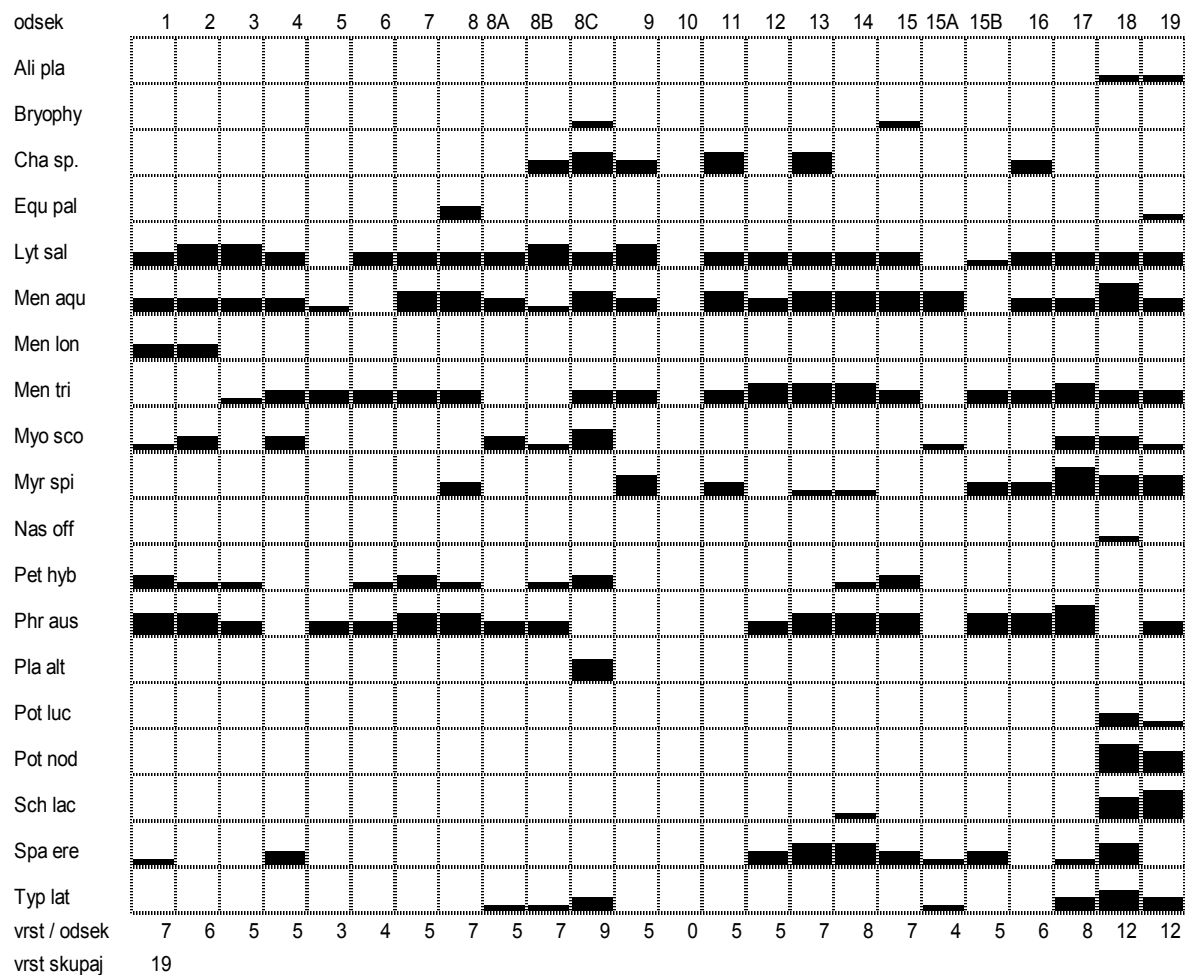
Latinsko ime	Okrajšava	Slovensko ime	Oblika
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	Ali pla	trpotčasti porečnik	am
Bryophyta	Bryophy	mahovi	sa
<i>Chara</i> sp.	Cha sp.	hare	sp
<i>Equisetum palustre</i> L.	Equ pal	močvirska preslica	he
<i>Lythrum salicaria</i> L.	Lyt sal	navadna krvenka	he
<i>Mentha aquatica</i> L.	Men aqu	vodna meta	am
<i>Mentha longifolia</i> (L.) Hudson	Men lon	dolgolistna meta	am
<i>Menyanthes trifoliata</i> L.	Men tri	navadni mrzličnik	he
<i>Myosotis scorpioides</i> L.	Myo sco	močvirska spominčica	am
<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>Petasites hybridus</i> (L.) Gaertner	Pet hyb	navadni repuh	he
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin ex Steud.	Phr aus	navadni trst	he
<i>Plantago altissima</i> L.	Pla alt	veliki tropotec	he
<i>Potamogeton lucens</i> L.	Pot luc	bleščėči dristavec	sa

»se nadaljuje«

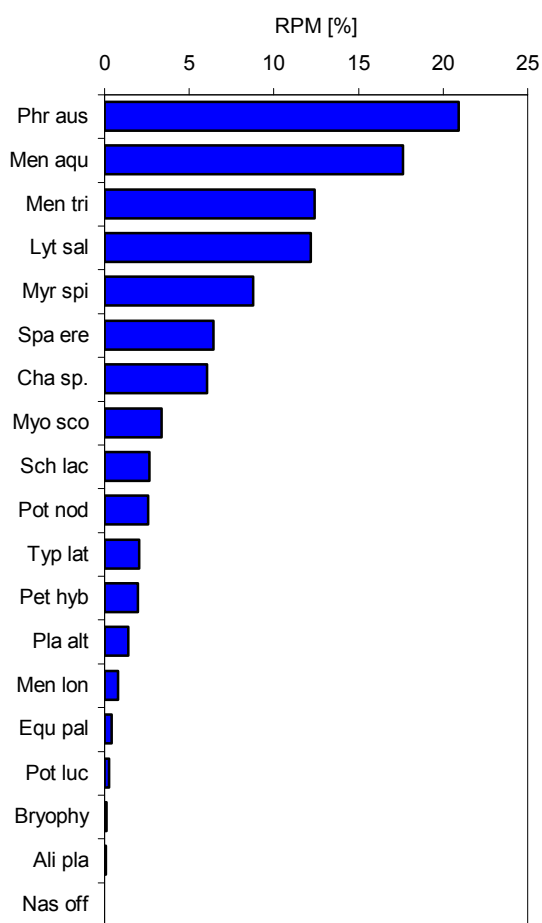
»nadaljevanje«

Latinsko ime	Okrajšava	Slovensko ime	Oblika
<i>Potamogeton nodosus</i> Poir.	Pot nod	kolenčasti dristavec	fl
<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla	Sch lac	jezerski biček	he
<i>Sparganium erectum</i> L.	Spa ere	pokončni ježek	he, sa
<i>Typha latifolia</i> L.	Typ lat	širokolistni rogoz	he

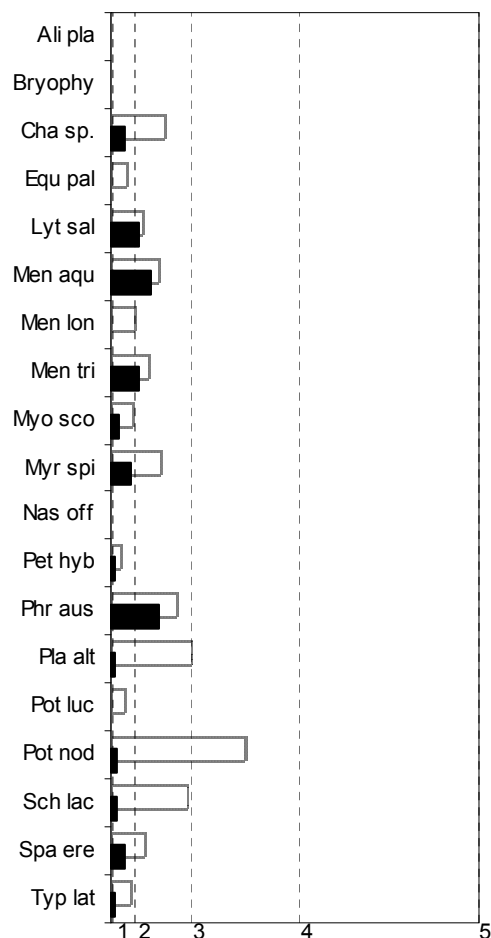
6.4.1.1 Prisotnost in pogostosti makrofitov v posameznem vodotoku



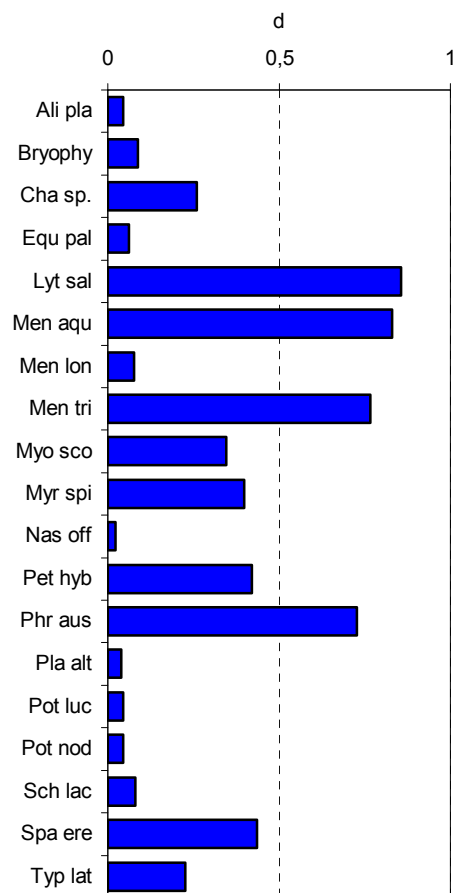
Slika 30: Razporeditev in pogostost makrofitov v Bloščici



Slika 31: Relativna rastlinska masa (RPM) makrofitov v Bloščici



Slika 32: Povprečni masni indeks posameznih taksonov v Bloščici (črne oznake – MMT, bele oznake – MMO)



Slika 33: Razmerje povprečnih masnih indeksov MMT in MMO v Bloščici

V Bloščici smo na dolžini 17.800 m popisali 19 taksonov makrofitov. Štiri vrste so na Rdečem seznamu (Ur. l. RS 82/2002). Označene so kot ranljive (*Menyanthes trifoliata*, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton lucens* in *P. nodosus*). Največ taksonov je bilo prisotnih v odsekih 18 (12) in 19 (12), ter 8C (9). Največ je bilo odsekov s po 5 taksoni (odsek 3, 4, 7, 8A, 9, 11, 12, 15B). Najmanj taksonov smo našli v petem odseku (3). Nobenega taksona nismo zasledili na vseh odsekih. Vrsti *Nasturtium officinale* in *Plantago altissima* se pojavljata v samo enem odseku, kar 6 vrst pa se pojavlja samo v dveh odsekih. Te vrste so *Alisma plantago-aquatica*, *Equisetum palustre*, *Mentha longifolia*, *Potamogeton lucens*, *P. nodosus*, ter mahovi.

Relativna rastlinska masa (RPM) pove delež posamezne vrste glede na druge. Najvišjo relativno rastlinsko maso (RPM, slika 31) ima vrsta *Phragmites australis* (20,9 %), sledijo ji vrste *Mentha aquatica* (17,6 %), *Menyanthes trifoliata* (12,4 %) in *Lythrum salicaria* (12,2 %).

Najvišji povprečni masni indeks vrste v odsekih, kjer se vrsta pojavlja (MMO, slika 32), doseže vrsta *Potamogeton nodosus*, sledita ji vrsti *Plantago altissima* in *Schoenoplectus lacustris*. Vrsti *Lythrum salicaria* in *Mentha aquatica* se pojavljata v več kot 80 % vodotoka. Sledita jima vrsti *Menyanthes trifoliata* ($d = 0,77$) in *Phragmites australis* ($d = 0,73$).

6.4.2 Vodotok Cerknjščica

V izbranem vodotoku smo popisali 20 taksonov, navedeni so v spodnji preglednici.

Preglednica 4: Seznam taksonov, popisanih v vodotoku Cerknjščica

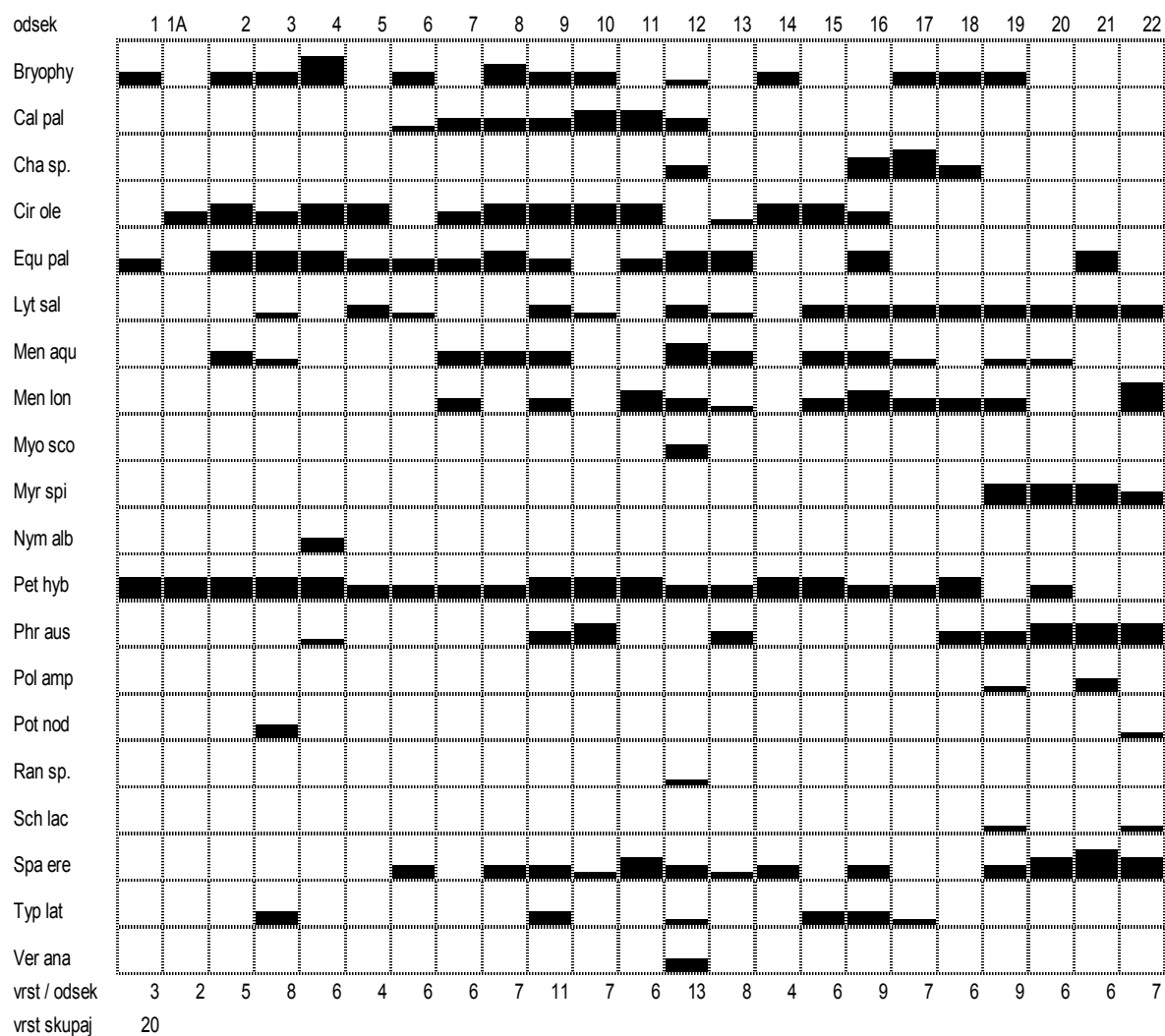
Latinsko ime	Okrajšava	Slovensko ime	Oblika
Bryophyta	Bryophy	mahovi	sa
<i>Caltha palustris</i> L.	Cal pal	navadna kalužnica	he
<i>Chara</i> sp.	Cha sp.	hare	sp
<i>Cirsium oleraceum</i> (L.) Scop	Cir ole	mehki osat	he
<i>Equisetum palustre</i> L.	Equ pal	močvirska preslica	he
<i>Lythrum salicaria</i> L.	Lyt sal	navadna krvenka	he
<i>Mentha aquatica</i> L.	Men aqu	vodna meta	am
<i>Mentha longifolia</i> (L.) Hudson	Men lon	dolgolistna meta	am
<i>Myosotis scorpioides</i> L.	Myo sco	močvirska spominčica	am
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	Myr spi	klasasti rmanec	sa
<i>Nymphaea alba</i> L.	Nym alb	beli lokvanj	ap
<i>Petasites hybridus</i> (L.) Gaertner	Pet hyb	navadni repuh	he

»se nadaljuje«

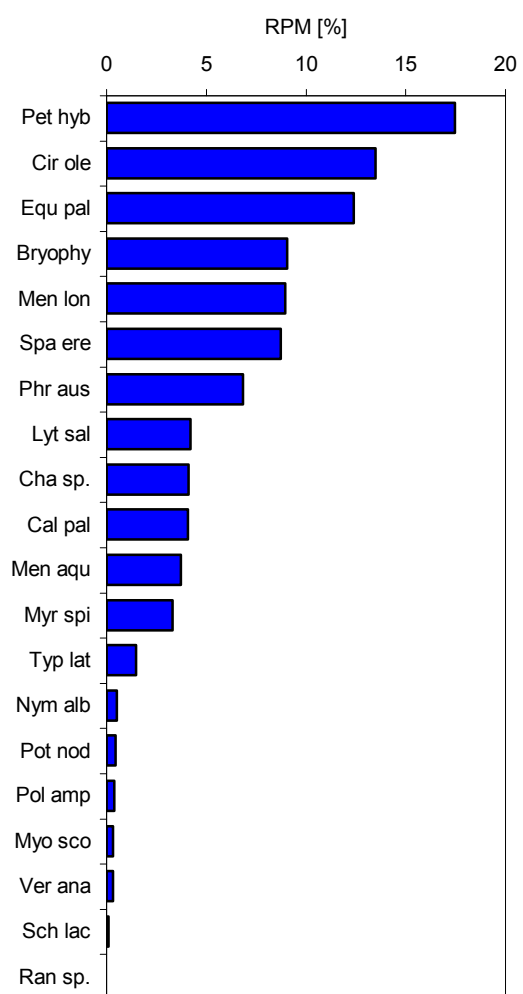
»nadaljevanje«

Latinsko ime	Okrajšava	Slovensko ime	Oblika
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin ex Steud.	Phr aus	navadni trst	he
<i>Polygonum amphibium</i> L.	Pol amp	vodna dresen	am
<i>Potamogeton nodosus</i> Poir.	Pot nod	kolenčasti dristavec	fl
<i>Ranunculus</i> sp.	Ran sp.	zlatica	sa
<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla	Sch lac	jezerski biček	he
<i>Sparganium erectum</i> L.	Spa ere	pokončni ježek	he, sa
<i>Typha latifolia</i> L.	Typ lat	širokolistni rogoz	he
<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L.	Ver ana	vodni jetičnik	sa

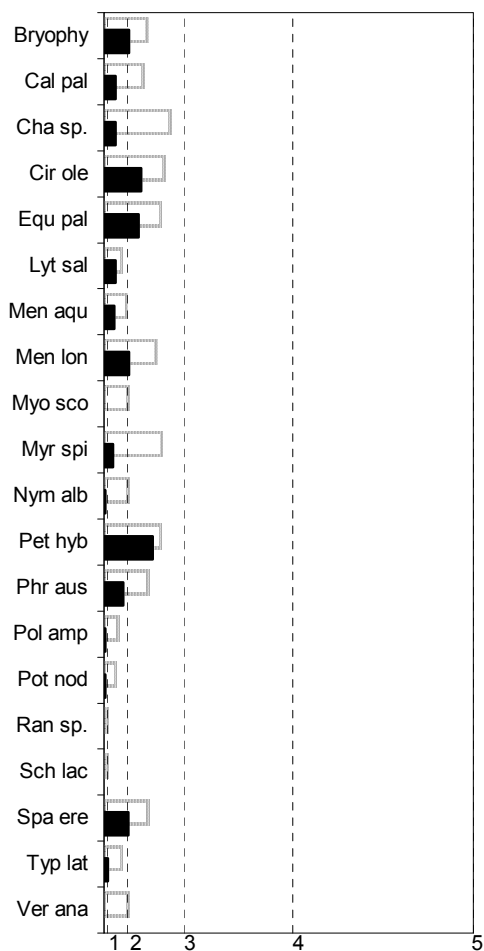
6.4.2.1 Prisotnost in pogostosti makrofitov v posameznem vodotoku



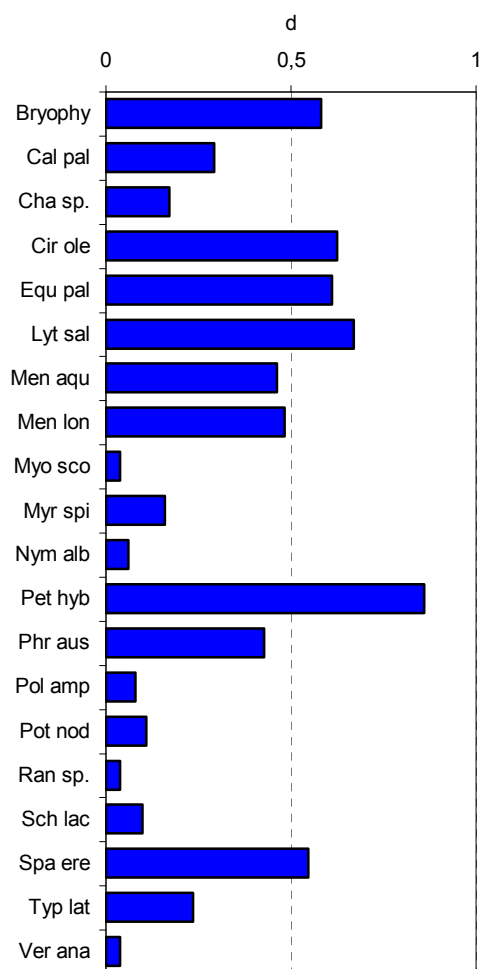
Slika 34: Razporeditev in pogostost makrofitov v Cerkniščici



Slika 35: Relativna rastlinska masa (RPM) makrofitov v Cerknjščici



Slika 36: Povprečni masni indeks posameznih taksonov v Cerkniščici (črne oznake – MMT, bele oznake – MMO)

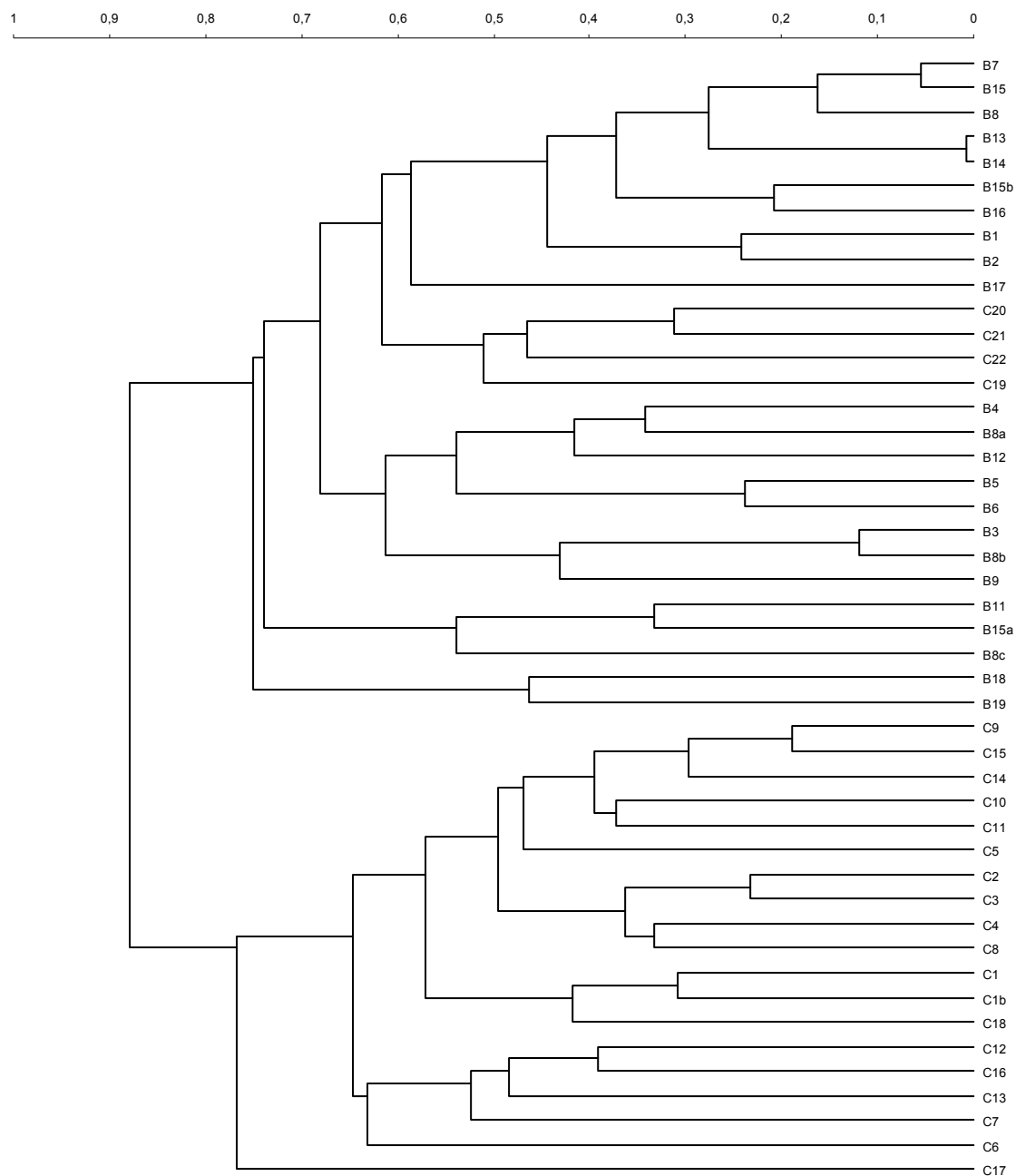


Slika 37: Razmerje povprečnih masnih indeksov MMT in MMO v Cerkniščici

V Cerkniščici smo popisali 20 taksonov makrofitov. Štiri vrste so na Rdečem seznamu (Ur. l. RS 82/2002). Označene so kot ranljive (*Nymphaea alba*, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton nodosus* in *Polygonum amphibium*). Največ taksonov je bilo prisotnih v odsekih 12 (13), 9 (11), 16 in 19 (9). Največ je bilo odsekov s po 6 taksoni (odsek 4, 6, 7, 11, 15, 18, 20, 21). Najmanj taksonov smo našli v odseku 1A (2). Nobenega taksona nismo zasledili v prav vseh odsekih. Vrste *Myosotis scorpioides*, *Nymphaea alba*, *Ranunculus* sp. in *Veronica anagallis-aquatica* se pojavljajo v samo enem odseku.

Najvišjo relativno rastlinsko maso (RPM, slika 35) ima vrsta *Petasites hybridus* (17,5 %), sledita ji vrsti *Cirsium oleraceum* (13,5 %) in *Equisetum palustre* (12,4 %). Najvišji povprečni masni indeks vrste v odsekih, kjer se vrsta pojavlja (MMO, slika 36), doseže takson *Chara* sp., sledijo ji vrste *Cirsium oleraceum*, *Myriophyllum spicatum* in *Petasites hybridus*. Vrsta *Petasites hybridus* se pojavlja v 85 % vodotoka. Sledijo ji vrste *Lythrum salicaria* ($d = 0,67$), *Equisetum palustre* in *Cirsium oleraceum* ($d = 0,62$).

6.4.3 Primerjava pogostosti in prisotnosti makrofitov med odseki obeh vodotokov



Slika 38: Dendrogram različnosti med odseki obeh vodotokov glede na prisotnost in pogostost vrst

Iz dendrograma je razvidno, da lahko vodotoka Bloščica in Cerknjščica uvrstimo v dve skupini, ki se med seboj razlikujeta. Izstopajo le odseki C19, C20, C21 in C22, ki so bolj podobni Bloščici kot Cerknjščici. Razlog je podoben habitat, saj Bloščica teče večji del po mokrotnih travnikih, zadnji del Cerknjščice pa po močvirnatem svetu. Na teh štirih odsekih so najbolj razširjene vrste *Phragmites australis*, *Sparganium erectum* in *Myriophyllum spicatum*, katere so pogoste tudi na odsekih Bloščice. Glede na indeks različnosti izstopata končna odseka Bloščice, ki se najbolj razlikujeta od drugih odsekov. V skupini, ki se razlikuje od ostalih za 0,74, so odseki B11, B15a in B8c. Skupina, ki ima indeks različnosti 0,69, se razdeli na dve podskupini. Prva podskupina, ki se še naprej deli, obsega odseke B3-B6, B8a-b, B9 in B12. V drugi podskupini se za 0,62 razlikujejo odseki C19-22, izstopa tudi odsek B17 (0,59). Nadaljnja skupina z indeksom različnosti 0,45 vsebuje odseke B1-2, B7-8, B13-15, B15b in B16. Najbolj sta si podobna odseka B13 in B14. Velik odstotek različnosti ima odsek C17 (0,76). V njem prevladujejo parožnice, ki so drugje bolj redko zastopane. Za 0,65 se od drugih odsekov razlikujejo odseki C6-7, C12-13, C16. Odseki C1, C1b in C18 imajo indeks različnosti 0,68. Skupina z indeksom različnosti 0,59 se razdeli na dve podskupini. V prvi so odseki C2-4, C8, v drugi podskupini pa izstopa odsek C5, nato pa sledijo odseki C9-11, C14-15.

6.5 OKOLJSKI DEJAVNIKI IN RAZPOREDITEV MAKROFITOV

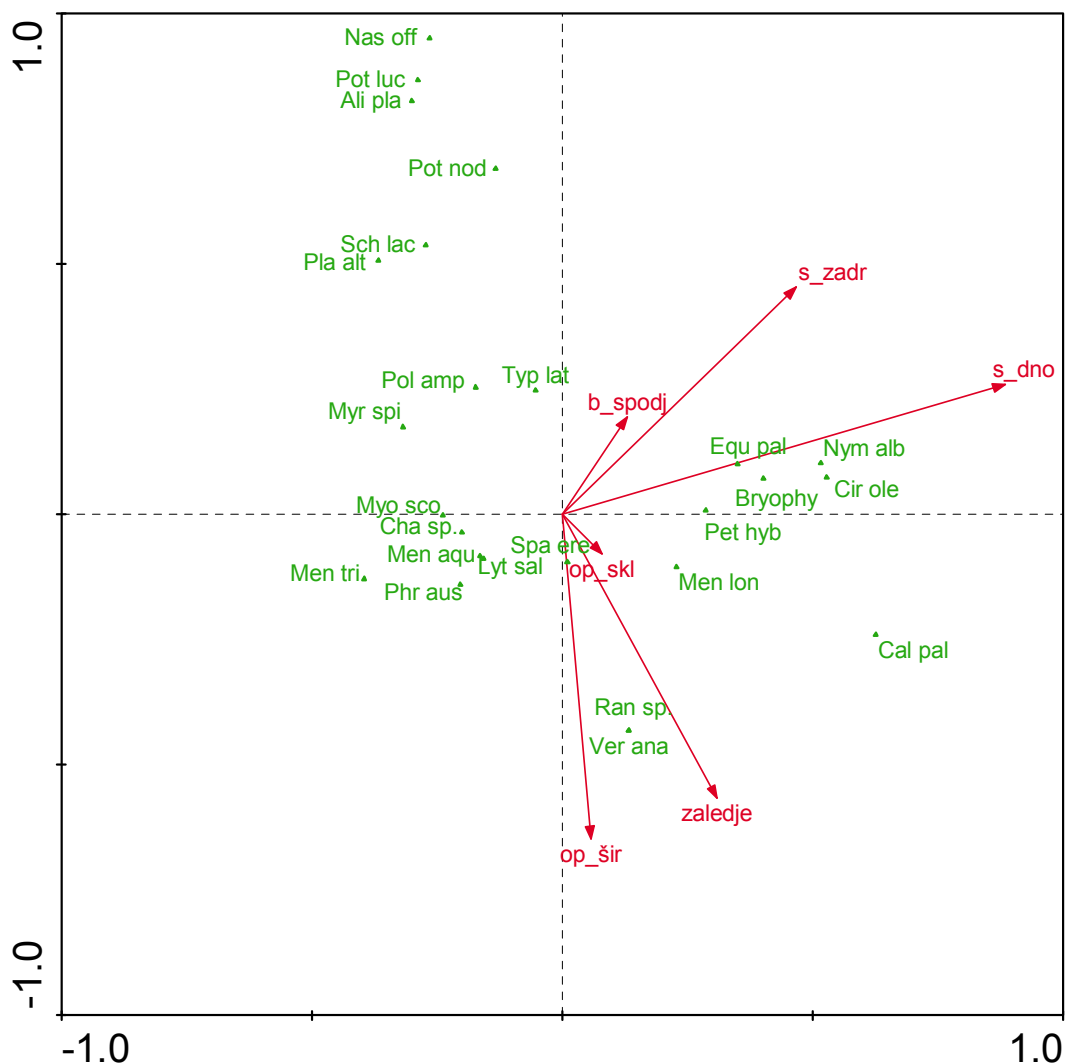
S CCA metodo smo ugotavljali, kateri okoljski parametri pojasnjujejo razporeditev makrofitov v posameznih odsekih v vodotokih Bloščice in Cerknjščice. Po metodi izbiranja šest parametrov ni značilno vplivalo na variabilnost združbe: vegetacija obrežnega pasu, oblika struge, usedline v strugi, struktura brega, pojavljanje brzic, tolmunov in meandrov ter detrit. Ostali so parametri, s katerimi smo pojasnili velik del variabilnosti združbe: raba tal v zaledju, širina obrežnega pasu, sklenjenost obrežne vegetacije, zadrževalne strukture v strugi, spodjedanje brega in dno struge.

Preglednica 5: Lastne vrednosti, kumulativni pojasnjeni odstotki varianc in korelacijski koeficient obdelanih podatkov

KANONIČNA OS	1	2	3	4	Skupna variabilnost
Lastne vrednosti	0,427	0,173	0,128	0,078	2,332
Korelacijski koeficient taksoni – okoljske spremenljivke	0,928	0,804	0,821	0,742	
Kumulativni pojasnjeni odstotek variance taksonov	18,3	25,8	31,2	34,6	
Kumulativni pojasnjeni odstotek variance relacije takson - okolje	49,0	68,9	83,5	92,5	

Lastna vrednost ordinacijske osi je maksimalna ločenost ekoloških niš taksonov. Najvišjo lastno vrednost in najmočnejšo smer gradienta ima prva os (0,427). S prvo osjo smo statistično značilno pojasnili 18,3 %, z drugo 7,5 % variance taksonov (z obema 25,8 %). Skupno smo z vsemi osmi pojasnili 34,6 % variance taksonov. S prvo osjo smo statistično pojasnili 49 % variance relacije takson – okolje in z drugo 19,9 % variance relacije takson – okolje (skupno z obema 68,9 %).

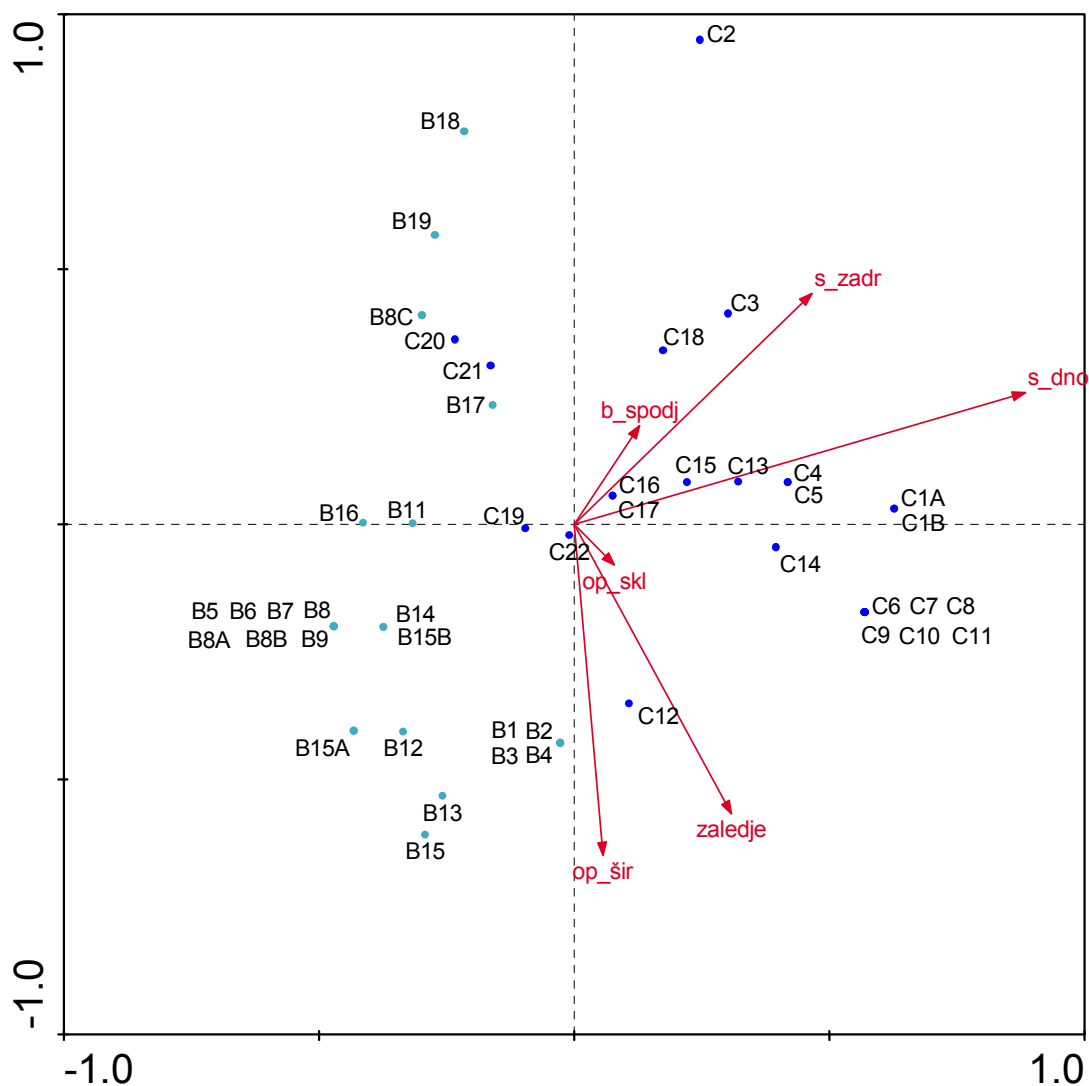
Točke taksonov na diagramu predstavljajo optimume razporejanja taksonov. Dolžina vektorja nam pokaže vpliv spremenljivke (najdaljši vektor – največji vpliv). Če je med vektorji, ki prikazujejo okoljske gradiente, oster kot, je korelacija med okoljskimi spremenljivkami pozitivna, če je kot top, je negativna. Konec vektorja prikazuje najslabše stanje dejavnika na ordinacijskem diagramu. Najmanj spremenjeno stanje dejavnika je v točki, ki je zrcalna slika konca vektorja čez središče diagrama. Odseki, v katerih se določen takson nahaja, se nahajajo na območju okoli točke določenega taksona na diagramu. Bliže, ko je na diagramu nek odsek določenemu taksonu, pogostejši je takson v odseku.



Slika 39: Ordinacijski diagram z izbranimi dejavniki okolja in makrofitskimi taksoni

Iz ordinacijskega diagrama (slika 39) so razvidni dejavniki okolja in velikosti njihovih vplivov ter vpliv dejavnikov na pojavljanje določenega taksona. Okoljski dejavniki z največjim vplivom na pojavljanje makrofitov so struktura dna (s_dno), širina obrežnega pasu (op_šir), zaledje in zadrževalne strukture v strugi (s_zadr). Taksoni, ki so si na diagramu blizu, se pojavljajo na mestih s podobnimi oz. enakimi okoljskimi razmerami. Iz slike je razvidno, da se vrste *Nymphaea alba*, *Cirsium oleraceum*, *Equisetum palustre* in *Petasites hybridus* pojavljajo tam, kjer je dno kamnito. Nasprotno pa se pojavljajo vrste *Menyanthes trifoliata*, *Mentha aquatica* in *Phragmites australis* tam, kjer je dno iz mulja

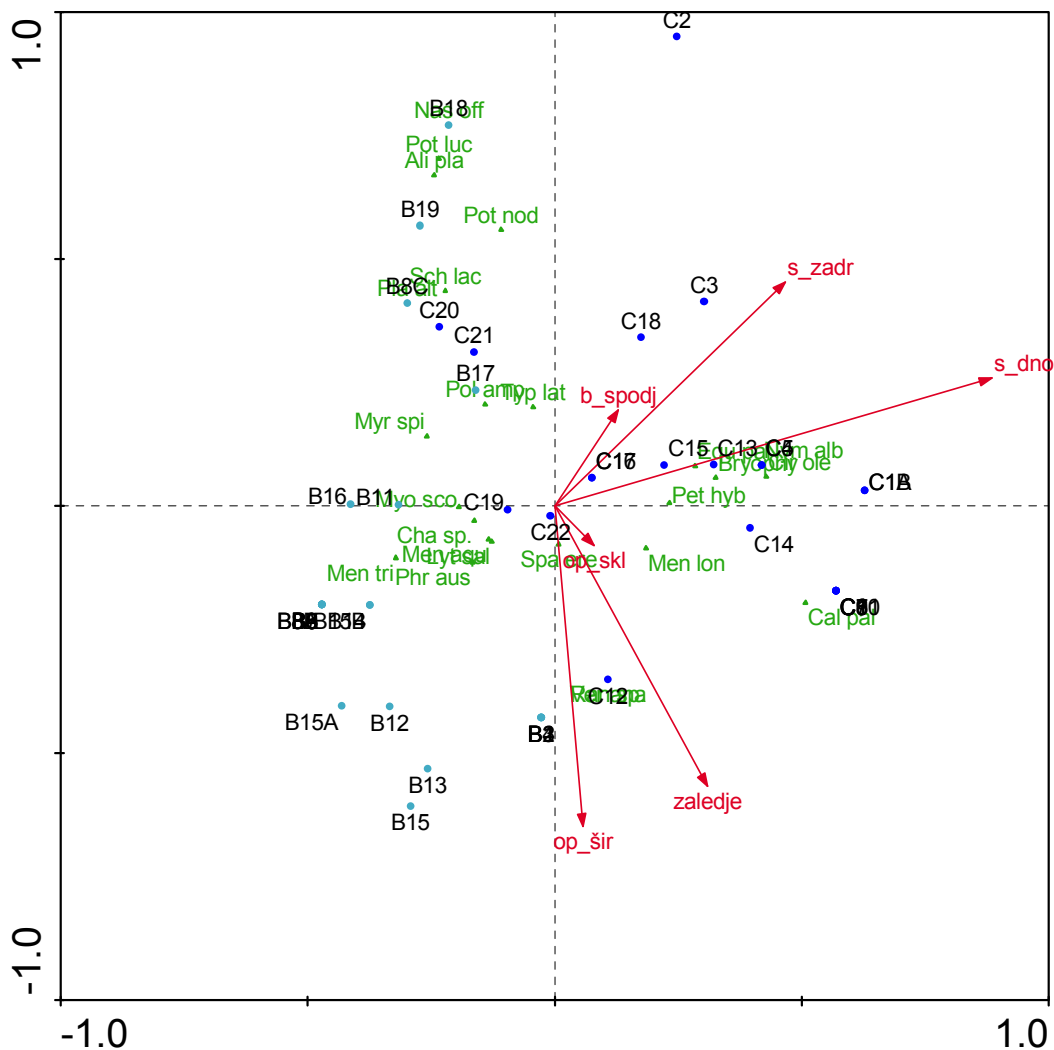
in peska. Na pojavljanje taksonov *Ranunculus* sp. in *Veronica anagallis-aquatica* močno vplivata zaledje in širina obrežnega pasu. Taksona najdemo tam, kjer je zaledje poraslo z gozdom in je naselje oddaljeno za več kot 30 m.



Slika 40: Ordinacijski diagram z izbranimi dejavniki okolja in odseki vodotokov

Iz drugega ordinacijskega diagrama (slika 40) so razvidni dejavniki okolja in pojavljanje določenega stanja posameznih okoljskih dejavnikov v posameznih odsekih vodotokov. Tista vzorčna mesta, ki so v diagramu skupaj, so si podobna po vrstni sestavi in po okoljskih dejavnikih. Tista vzorčna mesta, ki so na ordinacijskem diagramu daleč narazen,

so si po vrstni sestavi in spremenljivkah okolja različna. Iz slike lahko opazimo, da so spremenljivke okolja in vrstna sestava v vodotokih Bloščice in Cerkniščice različni.



Slika 41: Ordinacijski diagram z izbranimi spremenljivkami okolja, odseki vodotokov in makrofitskimi taksoni

Povezava med okoljskimi dejavniki, odseki vodotokov in makrofiti je prikazana na skupnem diagramu (slika 41). Točka določenega taksona je v središču vseh odsekov v katerih je prisoten. Odseki so tako razporejeni okrog točke določenega taksona na diagramu. Takson je pogostejši v odseku, ki je na diagramu bližje določenemu taksonu.

7 DISKUSIJA

Za oceno fizičnih in biotskih značilnosti vodotokov je bila razvita RCE metoda (Petersen, 1992). Ta metoda vključuje obrežni pas, morfologijo rečne struge in biotske značilnosti obeh habitatov. Izraba tal za obrežnim pasom je prav tako pomemben pokazatelj stanja vodotoka (Petersen, 1992). Na kemizem vodnega okolja močno vpliva spiranje gnojil iz kmetijskih površin v okolici struge. To se vidi v večji vsebnosti nitratnih ionov na vzorčnem mestu 1 na Bloščici, saj na tem mestu potok teče med njivami. Pomembna je sklenjenost vegetacije obrežnega pasu, saj preprečuje erozijo in zadržuje organske in strupene snovi. V zaledju Cerknjščice prevladujejo gozdovi, v spodnjem delu kmetijske in urbanizirane površine. Kjer Cerknjščica teče skozi Cerknico in Dolenjo vas, ni obrežne vegetacije, struga pa je regulirana. Po Petersenu (1992) vsebujejo regulirane struge manj alohtonega organskega materiala in imajo manj interakcij z obrežnim pasom. V strugi ni zadrževalnih struktur, za katerimi bi se odlagal organski material, vodni tok pa je hiter. Reguliran vodotok z malo obrežne vegetacije bo spadal v slabši RCE kakovostni razred. Glede na navedeno, je odsek 16 na Cerknjščici uvrščen v četrti RCE kakovostni razred, odsek 19 pa v peti RCE kakovostni razred. Nasprotno pa je večji del zgornjega toka Cerknjščice uvrščen v prvi RCE kakovostni razred. Reka tu teče po krajini, ki je v večini poraščena z gozdom oz. mokrotnimi travniki, obrežna vegetacije je neprekinjena, v strugi so prisotne zadrževalne strukture. Kjer je obrežje poraslo z gosto vegetacijo, prodre v vodo malo svetlobe, zato smo na tem mestu opazili predvsem mahove. Vodotok Bloščico smo uvrstili v drugi oz. tretji RCE kakovostni razred. V strugi Bloščice ni zadrževalnih struktur, na dnu struge prevladuje fin, anaeroben sediment, v zaledju prevladujejo gozdovi in mokrotni travniki, ponekod obrežni pas kosijo.

Na sezonske spremembe v vodotokih kažejo fizikalne in kemijske meritve. Te meritve pokažejo trenutno stanje vodotokov. Temperatura je najvišja v poletnih mesecih in se zniža v jesenskih mesecih. Na mestih, kjer je vzorčno mesto bližje izviro, je temperatura nižja. Razlog je v tem, da je temperatura vode v izviro enaka temperaturi podzemne vode, ki je v poletnih mesecih nižja od temperature površinskih voda. Na temperaturo vode vpliva tudi obrežna vegetacija. Kjer breg ni poraščen z obrežno vegetacijo, so temperature višje, saj v

vodo prodre več sevanja. Posreden vpliv temperature se kaže v topnosti kisika v vodi in njegovi koncentraciji. Na koncentracijo kisika v vodi vplivajo tudi hitrost vodnega toka, turbulenca in prisotnost makrofitov. Ker kisik nastaja pri procesu fotosinteze, lahko močna razrast makrofitov (predvsem poleti) podnevi povzroči hipersaturacijo (Giller in Malmqvist, 1998). Kadar je stopnja fotosinteze višja od stopnje respiracije, je nasičenost vode s kisikom nad 100 %. Temu pravimo biogeno prezračevanje. Zaradi manjše topnosti kisika pri višjih temperaturah imamo lahko pri višjih temperaturah višjo nasičenost vode s kisikom. Najnižje koncentracije kisika smo izmerili septembra. Te so posledica povečane razgradnje organskih snovi in manjše produkcije kisika, ki je posledica manjšega števila primarnih producentov, saj se je vegetacijska sezona v večini že zaključila. Od dejavnosti organizmov (respiracija, fotosinteza) in od geološke podlage je odvisen pH. pH v obeh vodotokih se je le malo spreminjal in stabiliziral okoli 8. Rahlo alkalen pH je posledica karbonatne podlage. Od količine nabitih delcev v vodi je odvisna električna prevodnost. V vodah, obremenjenih s hranili, je prevodnost višja, saj se z dotokom hranil poveča količina nabitih delcev. Malo večja prevodnost je na vzorčnem mestu 1 na Bloščici, kjer je električna prevodnost najvišja. Najvišje vrednosti so v jeseni, ko prihaja do intenzivne razgradnje odpadlega listja, izgradnja pa je zaradi nizkih temperatur in nizke intenzitete svetlobe relativno nizka (Urbanič in Toman, 2003).

V vodnem ekosistemu je kvaliteta voda močno odvisna od zaledja in povezave z obrežnim pasom (Germ in sod., 2000). Iz obrežnega pasu se v vodo spirajo hranila, organske in anorganske snovi. Spiranje gnojil iz kmetijskih površin vpliva na količino nitratnega iona. Kljub temu, da teče potok Bloščica po kmetijskih površinah, nismo zasledili večjih koncentracij nitratnih ionov. Količina ortofosfatnih ionov je v obeh vodotokih pod mejo detekcije, kar kaže na neobremenjen vodotok.

V obeh vodotokih ne zasledimo velike pestrosti makrofitov. V Bloščici smo popisali 19 taksonov, v Cerkniščici pa 20. Skupno število taksonov, ki se pojavljajo v obeh vodotokih, je 14. Pomemben dejavnik, ki vpliva na razporeditev makrofitov, je svetloba. Na mestih, kjer sta vodotoka zasenčena, smo našli malo taksonov makrofitov, prevladovali pa so mahovi. Na diverziteti in razširjenosti makrofitov nižinskih rek po toku navzdol vpliva velika vsebnost nutrientov, zmanjšana hitrost vodnega toka in povečan antropogeni vpliv

(Hrivnák in sod., 2007). Ob Bloščici je antropogeni vpliv majhen, saj mokrotni travniki niso primerni za kmetovanje. Prav tako je majhen vpliv človeka ob zgornjem delu Cerknjščice, saj je zaledje poraslo z gozdovi in mokrotnimi travniki. Številne vrste, ki so na Rdečem seznamu (Ur. l. RS 82/2002) označene kot ranljive, najdemo v predelih, kjer vodotoki tečejo po naravni ali le malo spremenjeni krajini z relativno širokim obrežnim pasom, zmernim vodnim tokom in mešanico muljastega ter peščenega sedimenta z organskimi delci (Kuhar in sod., 2009).

Na razporeditev makrofitov vpliva kemizem vodotoka in razlika med vrstami v njihovi stopnji tolerance in različnih optimumih glede kemijskih dejavnikov (Riis in sod., 2000). Tako lahko na podlagi prisotnosti makrofitov ocenimo obremenjenost vodotoka s hranili. Povečana evtrofikacija je posledica povečane dejavnost človeka, posebej urbanizacije, kmetijstva in razvoja industrije (Germ in sod., 2008). Vrste iz rodu *Potamogeton* uspevajo v mezoevtrofnih ali evtrofnih vodah. Tako vrsto *P. lucens* najdemo v evtrofnih, relativno globokih, po apnenčasti podlagi tekočih nižinskih vodotokih (Germ in Gaberščik, 1999), kar drži tudi za zadnji del Bloščice. V obeh vodotokih najdemo rod *Chara* le v odsekih, ki so oddaljeni od kmetijskih površin, saj ob povečani količini nutrientov pestrost in abundanca tega rodu upade. Kjer Cerknjščica teče skozi Cerknico, pa se ta rod pojavlja dokaj pogosto. To si lahko razlagamo s tem, da so običajno parožnice pionirske vrste v habitatih, kjer so pogosto prisotne motnje (Bornette in Arens, 2002). Vrsta *Myriophyllum spicatum* se izogiba hitro tekočim in oligotrofnim vodam (Germ, 1999), najdemo jo v spodnjih tokih Bloščice in Cerknjščice.

Zmanjšanje heterogenosti habitata vodi v manjšo diverzitetu makrofitov (O'Hare in sod., 2006). Kot tip sedimenta v vodotoku Bloščica prevladuje detrit, bregovi pa so iz drobnega anorganskega materiala. Habitat je tako dokaj homogen, zato ne najdemo velikega števila makrofitov, saj so razmere po večjem delu vodotoka podobne. Prav tako je relativno homogen habitat v Cerknjščici. Hitrost vodnega toka pomembno vpliva na samo prisotnost makrofitov. Mesto bližje izviro ima večji strmec, hitrejši vodni tok in večjo erozijo na mestih, ki niso porasla z makrofiti. V izvornem delu pritoka Bloščica, kjer je vodni tok hiter, je opazno spodjedanje brega, taksone pa najdemo ob robu struge in imajo nizko abundanco. Po toku navzdol se reka širi, odlaga sedimente, hitrost vodnega toka se

upočasni. Srednja hitrost vodnega toka pogojuje višjo diverzitetu makrofitov, kar zasledimo v zadnjem delu Bloščice.

8 SKLEPI

- Prisotnost in pogostost makrofitov se je spreminjala vzdolž obeh vodotokov. Na to je v veliki meri vplivalo zaledje, širina obrežnega pasu in morfologija struge. Makrofiti so najbolj pogosti v neosenčenih delih vodotoka s srednje hitrim vodnim tokom.
- Vodotok Bloščica teče po ravninskem svetu z majhnim strmcm, Cerknjščica pa teče po dolini z večjim strmcm. Različne značilnosti krajine, po katerih tečeta oba vodotoka, vplivata na razporeditev in razširjenost taksonov. V obeh vodotokih smo popisali 25 taksonov makrofitov. Glede na prisotnost določenih taksonov makrofitov v določenih odsekih, smo ugotovili, da vodotoka spadata med vodotoke zmerno bogate s hranili.
- V bližini urbaniziranih območji smo v Cerknjščici opazili manjšo diverzitetu taksonov zaradi regulacije vodotoka.
- Kjer vodotoka tečeta mimo kmetijskih površin, nismo opazili večje vsebnosti nitrata. Povečana električna prevodnost je posledica karbonatne podlage, kar tudi lahko vpliva na razporeditev makrofitov.

9 POVZETEK

Namen diplomske naloge je bil ugotoviti pojavljanje, razporeditev in pogostost makrofitov v Bloščici in Cerknjščici. Zanimalo nas je tudi stanje širšega vodnega okolja obeh vodotokov, vpliv fizikalnih in kemijskih dejavnikov na pojavljanje makrofitov ter povezava med okoljskimi razmerami in pojavljanjem makrofitov.

Vzorčenje je potekalo v letu 2008. Vodotoka smo razdelili na odseke (24 odsekov na Bloščici, 23 odsekov na Cerknjščici) na katerih smo popisali makrofite. Za fizikalne in kemijske analize smo določili sedem vzorčnih mest na obeh vodotokih. Vzorce za vodne analize smo vzeli trikrat (julij, september, november). Hkrati s popisom makrofitov smo ocenili širše okolje s po Petersenu prirejeno RCE metodo (Germ in sod., 2003) in habitatne parametre.

V obeh vodotokih smo skupno popisali 25 taksonov makrofitov. Večjo pestrost makrofitov smo zasledili na mestih, kjer je vodni tok počasnejši in kjer je zmanjšan vpliv človeka (urbanizirana območja, kmetijske površine). Glede na habitatne parametre in prisotnost makrofitov opazimo veliko razliko med vodotokoma. Pomemben je tip sedimenta, saj se rastline lažje ukoreninjajo na bolj trdnem substratu kot v rahlih finih delcih. V Bloščici se večinoma pojavlja detrit, v Cerknjščici pa se ob detritu pojavljata še pesek in skale. Na razporeditev makrofitov vplivajo tudi fizikalni in kemijski dejavniki. Vodotoka tečeta po karbonatni podlagi, katere posledica je pH vrednost okoli 8. Po RCE metodi smo večino odsekov vodotoka Cerknjščica uvrstili v prvi RCE kakovostni razred. Nekaj odsekov je bilo uvrščenih v drugi oz. tretji RCE kakovostni razred. Kjer reka teče mimo urbaniziranega območja, sta bila dva odseka uvrščena v četrti oz. peti RCE kakovostni razred. Vodotok Bloščica smo uvrstili v tretji oz. drugi RCE kakovostni razred. Glede na taksone, ki se pojavljajo v posameznih odsekih in na fizikalne ter kemijske meritve, lahko zaključimo, da vodotoka spadata med vodotoke zmerno bogate s hranili.

10 VIRI

Baatrup-Pedersen A., Larsen S.E., Riis T. 2002. Long-term effects of stream management on plant communities in two Danish lowland streams. *Hydrobiologia*, 481: 33-45.

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

Biseri slovenske narave. Natura 2000. <http://www.natura2000.gov.si>

Bornette G., Arens M-F. 2002. Charophyte communities in cut-off river channels. The role of connectivity. *Aquatic Botany* 73: 149-162.

Council Directive 92/43/EEC on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. (Direktiva Sveta 92/43/EGS z dne 21. maja 1992 o ohranjanju naravnih habitatov ter prosto živečih živalskih in rastlinskih vrst): 56 str.

Council Directive 79/409/EEC on conservation of wild birds (Wild Bird Directive). (Direktiva Sveta 79/409/EGS z dne 2. aprila 1979 o ohranjanju prosto živečih ptic): 27 str.

Červenka M., Feràková V., Haber M., Kresànek J., Paclovà L., Peciar V., Šomšàk L., Krejča J. 1988. Rastlinski svet Evrope. Ljubljana, Mladinska knjiga: 374 str.

Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for Community action in the field of water policy. Luxembourg, European Parliament and Council, 2000: 94 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.

Fabris M., Schneider S., Melzer A. 2009. Macrophyte-based bioindication in rivers – A comparative evaluation of the reference index (RI) and the trophic index of macrophytes (TIM). *Limnologica* 39: 40-55.

Gaberščik A. 1997. Makrofiti in kvaliteta voda. *Acta Biologica Slovenica*, 41, 2-3: 143-147.

Gaberščik A. 2002. Jezero, ki izginja. Ljubljana, Društvo ekologov Slovenije: 334 str.

Germ M. 1999. Botanično potepanje po reki Ižici. *Proteus* 61, 8: 355-358.

Germ M., Gaberščik A., Urbanc-Berčič O. 2000. The wider environmental assessment of river ecosystems. *Acta Biologica Slovenica*, 43, 4: 13-19.

Germ M., Gaberščik A. 1999. The distribution and abundance of macrophytes of the lowland Ižica River (Slovenia). *Acta Biologica Slovenica*, 42, 4: 3-11.

Germ M., Gaberščik A., Dolinšek M. 2003. Macrophytes of River Ižica – comparison of species composition and abundance in the years 1996-2000. *Arch. Hydrobiol. Suppl.*, 147/1-2: 181-193.

Germ M., Urbanc-Berčič O., Janauer G.A., Filzmoser P., Exler N., Gaberščik A. 2008. Macrophyte distribution pattern in the Krka River – the role of habitat quality. *Large Rivers*, 18, 1-2: 145-155.

Germ Jogan M. 1997. Makrofiti in kemizem vode v nekaterih slovenskih rekah. Magistrska naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 85 str.

Giller P.S., Malmqvist B. 1998. The biology of streams and rivers. *Biology of habitats*. Oxford University press: 296 str.

Godet J.D. 1999. Evropske rastline: zelišča in stebliki. Radovljica, Didakta: 263 str.

Hrivnák R., O'ahel'ová H., Valachovič M. 2007. The relationship between macrophyte vegetation and habitat factors along a middle-size European river. *Polish journal of ecology*, 55, 4: 717-729.

Hutchinson G.E. 1975. A treatise on Limnology. Volume III. *Limnological Botany*. New York, John Wiley & Sons: 660 str.

Interaktivni atlas Slovenije, 1999. (Ljubljana, Založba Mladinska knjiga).

Janauer G. 2002. MIDCC. Multifunctional Integrated Study Danube Corridor and Catchment. Guidance on the Assessment of Aquatic Macrophytes in the River Danube, in Water Bodies of the Fluvial Corridor, and in its Tributaries. www.midcc.at 8 str.

Jongman R.H.G., Ter Braak C.J.F., van Tongeren O.F.R. 1995. Data analysis in community and landscape ecology. Cambridge University Press: 324 str.

Kuhar U., Kržič N., Germ M., Gaberščik A. 2009. Habitat characteristics of threatened macrophyte species in the watercourses of Slovenia. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 30, 5: 754-756.

Maberly S.C., Madsen T.V. 2002. Use of bicarbonate ions as a source of carbon in photosynthesis by *Callitriche hermaphroditica*. *Aquatic Botany* 73: 1-7.

Martinčič A., Wraber T., Jogan N., Ravnik V., Podobnik A., Turk B., Verš B. 1999. Mala flora Slovenije. Ključ za določanje praprotnic in semenk. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 845 str.

Mihelič L. 2001. *Bloke*. V: Slovenija – Pokrajine in ljudje 3. izdaja. Perko D., Oražen Adamič M. (ur.). Ljubljana, Mladinska knjiga: 402-413.

Monaghan R.M., Carey P.L., Wilcock R.J., Drewry J.J., Houlbrooke D.J. 2009. Linkages between land management activities and stream water quality in a border dyke-irrigated pastoral catchment. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 129: 201-211.

Odum E. P. 1971. *Fundamentals of ecology*. Philadelphia. W. B. Saunders Company: 574 str.

O'Hare M.T., Baattrup-Pedersen A., Nijboer R., Szoszkiewicz K., Ferreira T. 2006. Macrophyte communities of European streams with altered physical habitat. *Hydrobiologia* 566: 197-210.

Pall K., Janauer G. 1995. Die Makrophytenvegetation von Flußstauen 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.

Pravilnik o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam (Ur. l. RS 82/2002).

Riis T., Sand-Jensen K., Vestergaard O. 2000. Plant communities in lowland Danish streams: species composition and environmental factors. *Aquatic Botany* 66: 255-272.

Riis T., Biggs B.J.F. 2003. Hydrologic and hydraulic control of macrophyte establishment and performance in streams. *Limnological Oceanography* 48, 4: 1488-1497.

Schauer T. 2008. *Rastlinski vodnik*. Ljubljana, Modrijan založba: 494 str.

Skoberne P., Peterlin S. 1991. *Inventar najpomembnejše naravne dediščine Slovenije 2.del: osrednja Slovenija*. Ljubljana, Zavod Republike Slovenije za varstvo naravne in kulturne dediščine: 606 str.

Šraj-Kržič N., Germ M., Urbanc-Berčič O., Kuhar U., Janauer G.A., Gaberščik A. 2007. 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.

Trošt-Sedej T. 2005. *Ekologija rastlin: priročnik za vaje*. Ljubljana, Študentska založba: 81 str.

Tylovà E., Steinbachovà L., Votrubovà O., Lorenzen B., Brix H. 2008. Different sensitivity of *Phragmites australis* and *Glyceria maxima* to high availability of ammonium-N. *Aquatic Botany* 88: 93-98.

Urbanič G., Toman M.J. 2003. Varstvo celinskih voda. Ljubljana, Študentska založba: 93 str.

Uredba o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000). Uradni list RS 49/2004.

Vestergaard O., Sand-Jensen K. 2000. Alkalinity and trophic state regulate aquatic plant distribution in Danish lakes. *Aquatic Botany* 67: 85-107.

Wang J., Yu D., Wang Q. 2008. Growth, biomass allocation, and autofragmentation responses to root and shoot competition in *Myriophyllum spicatum* as a function of sediment nutrient supply. *Aquatic Botany* 89: 357-364.

Wetzel R.G. 2001. *Limnology: lake and river ecosystems*. Third edition. San Diego, Academic press: 1006 str.

ZAHVALA

Zahvaljujem se prof. Gaberščikovi za mentorstvo, vso strokovno pomoč, nasvete, vzpodbude in podporo. Zahvaljujem se Urški Kuhar za strokovno pomoč ter za nasvete in Draganu Abramcu za tehnično pomoč.

Hvala mami za pomoč, podporo in vzpodbude. Hvala Mateju za pomoč, podporo in razumevanje.

Hvala Ireni in Martinu za pomoč in vso zabavo.

PRILOGE

Priloga A

Slovenska različica RCE metode (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) ¹ 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 ² dreves in grmov	15
Vegetacijo sestavljajo trave in posamezna drevesa ali grmi	5
Večinoma trave, posamezni grmi/tujerodne vrste ³ /urbane površine/vodotok kanaliziran	1
5. Zadrževalne strukture v strugi	
Skale in stara debla, trdno zasidrana v dno, ni usedlin	15
Skale in debla, za katerimi se odlagajo usedline	10
Zadrževalne strukture rahlo zasidrane, ob poplavih 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 ⁴ / 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 umetno utrjen	1
10. Dno vodotoka	
Kamnito dno, sestavljeno iz delcev različnih velikosti z očitnimi intersticielnimi prostori	25
Lahko gibljivo 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 tolmuje 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 anorganskega 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	Biomonitoring 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:

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

² pionirske rastline: vrba, jelša, toplo

³ če so tujerodne vrste, si zapiši, katere

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

Priloga B

Skrajšana slovenska različica ocene habitata (Janauer 2002)

1. Ocena hitrosti vodnega toka

- 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

2. Tip sedimenta

- 1 = trdne skale
- 2 = prod
- 3 = pesek
- 4 = droben anorganski material
- 5 = umetni materiali (beton, asfalt, ...)
- 6 = detrit ali drugačen organski material

3. 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

4. Tip zaledja

- 11 = urbane površine (11 = mesta in večja naselja, 11908 = vasi)
- 12 = industrijske, komercialne, transportne enote (ceste, železnice)
- 13 = rudniki, odlagališča, gradbišča
- 14 = umetne, vendar ne kmetijske površine (pokopališča, parki, igrišča)

21 = orne površine (tudi rastlinjaki in do 3 leta stare opuščene njive)

22 = trajnice (vinogradi, nasadi sadnega drevja, ribeza, ...)

23 = pašniki

24 = mešane kmetijske površine

31 = gozd

32 = grmovje

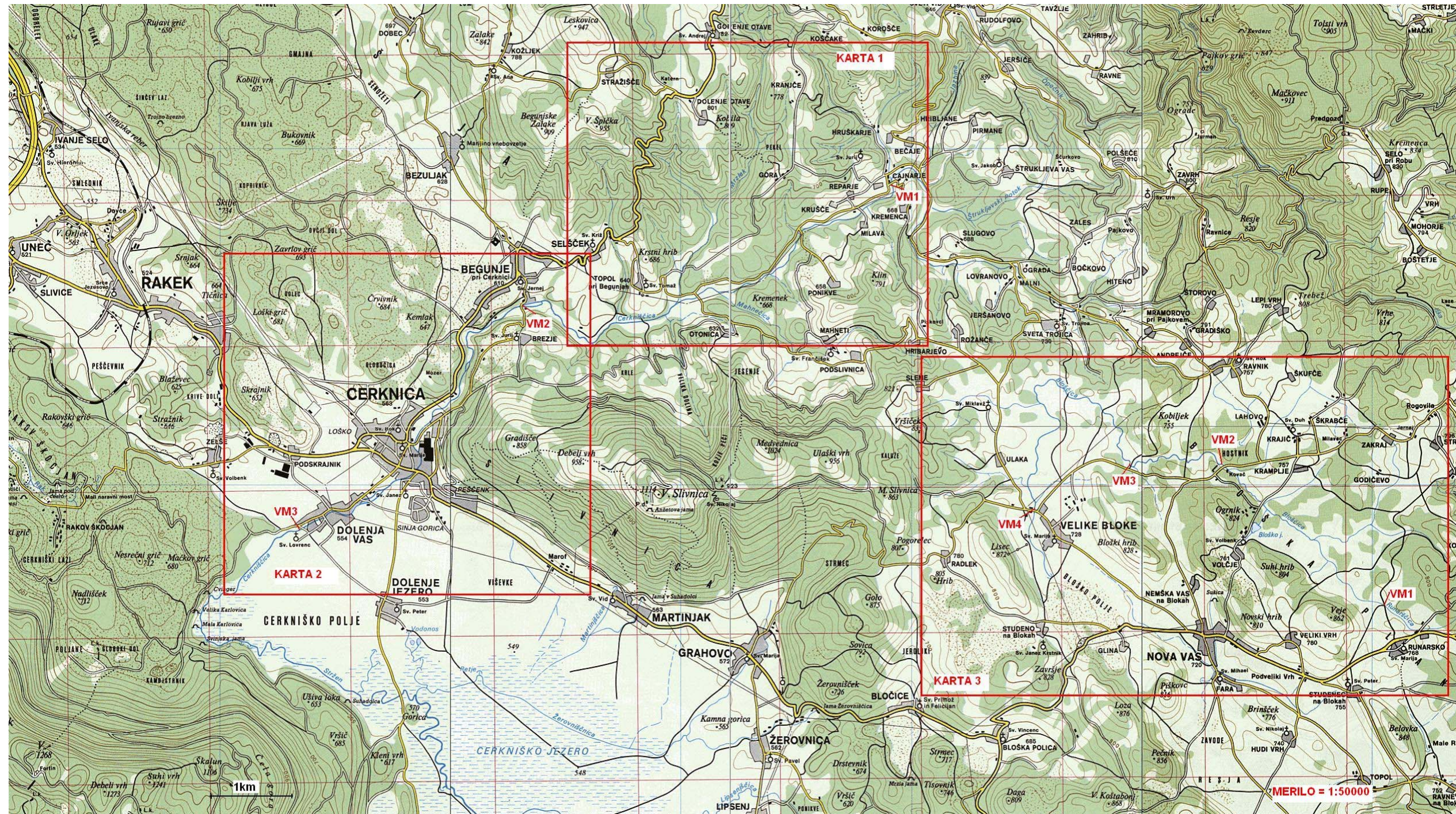
33 = odprte površine z malo ali nič vegetacije (plaže, sipine, obrežja, skale, ...)

41 = celinska močvirja

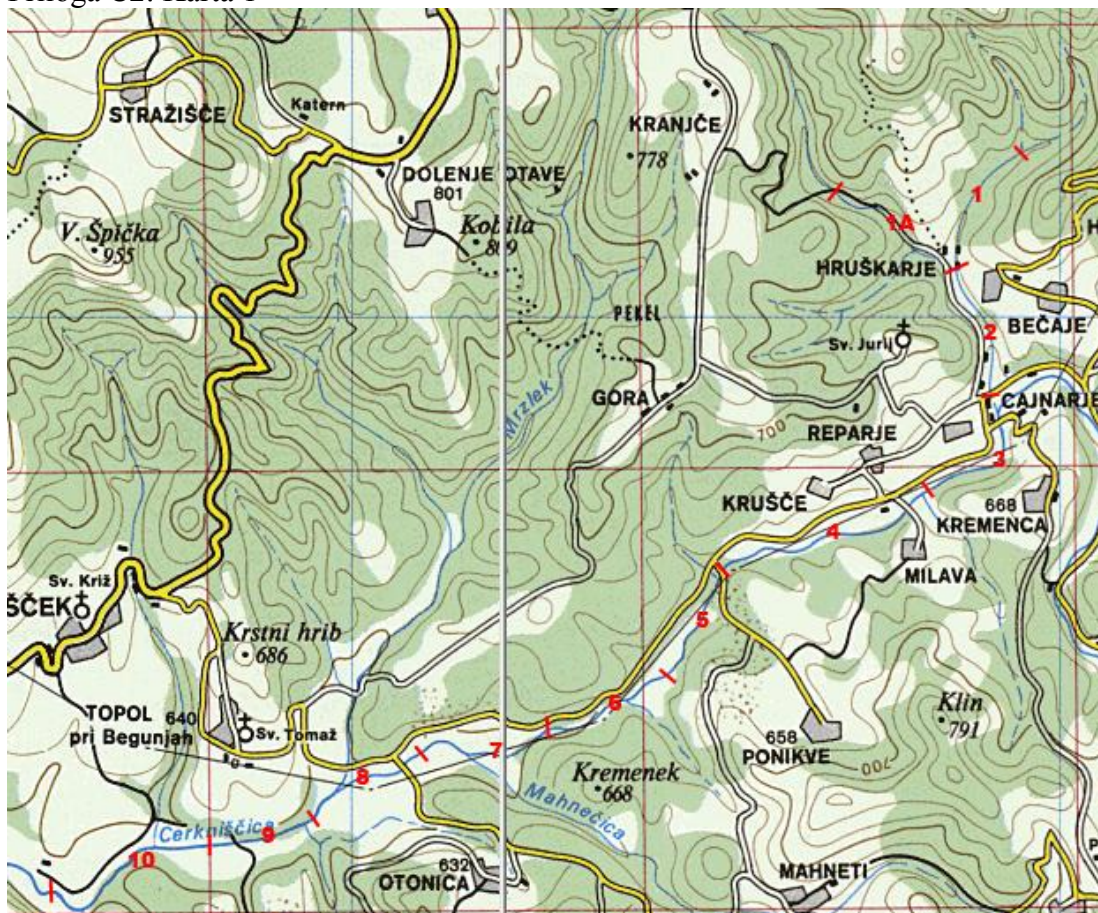
42 = celinski marši

43 = šotna barja

Priloga C1: Pregledna karta območja raziskave



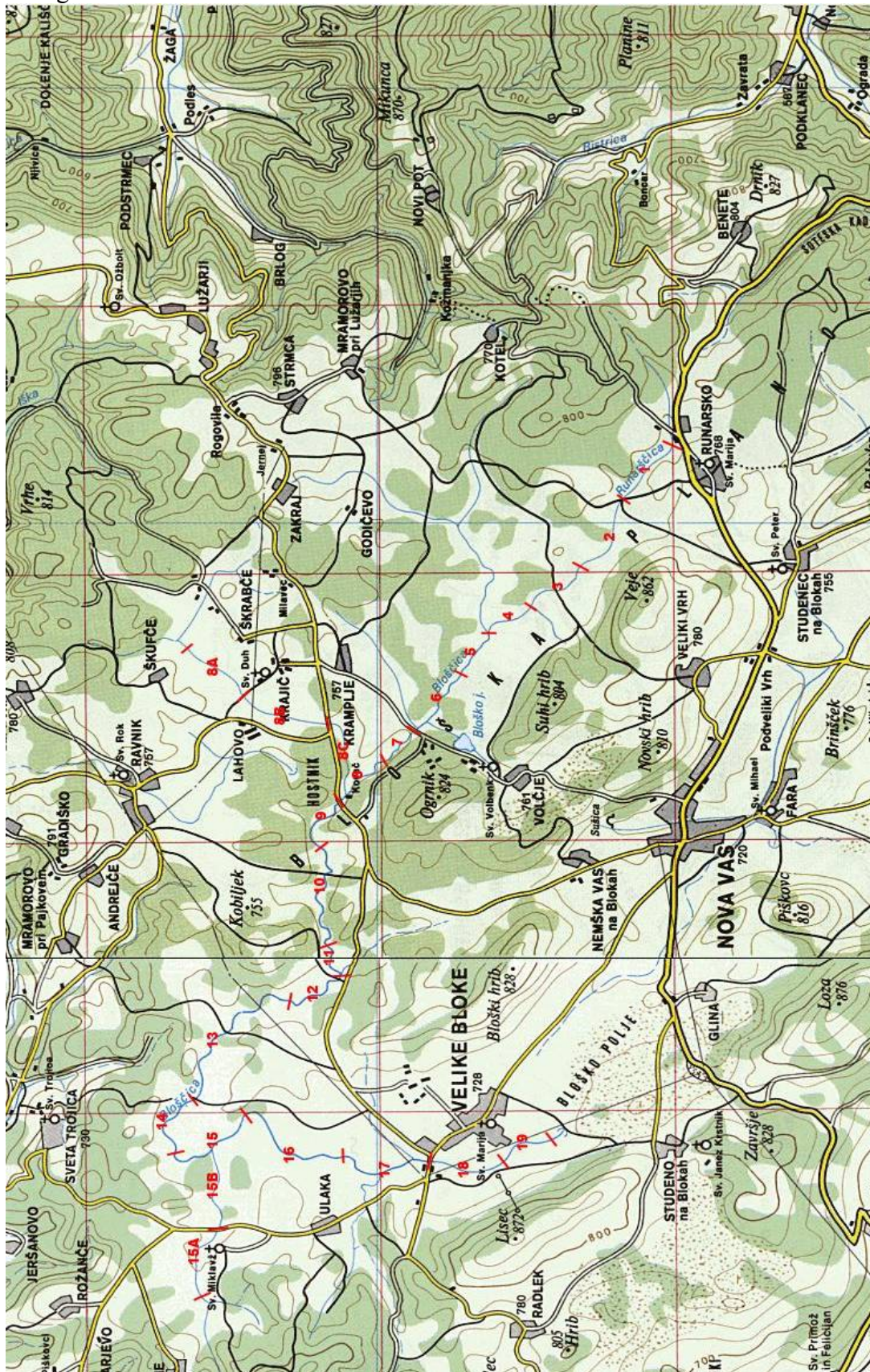
Priloga C2: Karta 1



Priloga C3: Karta 2



Priloga C4: Karta 3



Priloga D1

Tabela D1: Rezultati fizikalnih meritev in kemijskih analiz vode v vodotoku Bloščica v letu 2008

Vzorčno mesto	Datum	Koordinate	T(°C)	Konc. O ₂ (mg/L)	Nasičenost z O ₂ (%)	pH	Elektroprevodnost (µS/cm)	Konc. nitrata (mg/L)	Konc. ortofosfata (mg/L)
B1	10.7.	N 5070340	13,1	9,4	97	8,2	569	PMD	PMD
		E 5464555							
B2	10.7.	N 5072258	23,1	8,5	107	8,2	497	PMD	PMD
		E 5462242							
B3	10.7.	N 5072262	23	10,5	136	8,3	489	PMD	PMD
		E 5461006							
B4	10.7.	N 5071684	23	9,6	113	8,2	467	PMD	PMD
		E 5459641							
B1	1.9.	N 5070340	12,3	7,1	74	7,7	586	2,9	PMD
		E 5464555							
B2	1.9.	N 5072258	14,6	6,4	71	8	503	0,4	PMD
		E 5462242							
B3	1.9.	N 5072262	14,5	7,4	78	8	505	1	PMD
		E 5461006							
B4	1.9.	N 5071684	15,9	8,4	89	8,1	492	0,9	PMD
		E 5459641							
B1	7.11.	N 5070340	9,8	9,1	88	7,6	577	2,8	PMD
		E 5464555							
B2	7.11.	N 5072258	10,3	8,3	79	7,6	457	0,6	PMD
		E 5462242							
B3	7.11.	N 5072262	10,3	9,1	88	7,7	463	0,8	PMD
		E 5461006							
B4	7.11.	N 5071684	10,5	9,3	91	7,7	453	0,8	PMD
		E 5459641							

*PMD = pod mejo detekcije

Priloga D2

Tabela D2: Rezultati fizikalnih meritev in kemijskih analiz vode v vodotoku Cerknjščica v letu 2008

Vzorčno mesto	Datum	Koordinate	T(°C)	Konc. O ₂ (mg/L)	Nasičenost z O ₂ (%)	pH	Elektro-prevodnost (μS/cm)	Konc. nitrata (mg/L)	Konc. ortofosfata (mg/L)
C1	16.7.	N 5076321	15,2	10,1	107	8,3	484	PMD	PMD
		E 5457611							
C2	16.7.	N 5074495	14,9	11,8	123	8,4	472	PMD	PMD
		E 5452439							
C3	16.7.	N 5071631	15,4	11,6	127	8,4	460	PMD	PMD
		E 5449467							
C1	1.9.	N 5076321	15,8	11,7	118	8,4	481	1,6	PMD
		E 5457611							
C2	1.9.	N 5074495	13,5	8,5	87	8,2	503	2,1	PMD
		E 5452439							
C3	1.9.	N 5071631	13,6	7,4	82	8	484	1,8	PMD
		E 5449467							
C1	7.11.	N 5076321	10,5	10,4	101	8,2	493	1,9	PMD
		E 5457611							
C2	7.11.	N 5074495	10,3	10,1	96	8,1	507	2	PMD
		E 5452439							
C3	7.11.	N 5071631	10,2	10,2	98	8	496	3,2	PMD
		E 5449467							

Priloga E1

Tabela E1: Koordinate začetkov odsekov in dolžina odsekov na Bloščici

Št. odseka	Koordinate		dolžina odseka (m)
	N	E	
1	5070012	5464952	658
2	5070329	5464553	700
3	5070596	5464019	981
4	5070962	5463741	757
5	5071273	5463588	638
6	5071421	5463254	1132
7	5071776	5462824	595
8	5071948	5462594	702
8A	5073194	5463325	365
8B	5072915	5463097	522
8C	5072335	5462894	712
9	5072258	5462242	567
10	5072353	5461959	1220
11	5072319	5461258	510
12	5072259	5460999	867
13	5072638	5460825	1280
14	5073251	5460073	626
15	5073407	5459716	845
15A	5073167	5458563	703
15B	5073116	5459150	670
16	5072918	5459988	1010
17	5072297	5459642	946
18	5071684	5459641	390
19	5071176	5459607	400
20	5070886	5459743	

Priloga E2

Tabela E2: Koordinate začetkov odsekov in dolžina odsekov na Cerknjščici

Št. odseka	Koordinate		dolžina odseka (m)
	N	E	
1	5077132	5457196	360
1B	5077417	5457754	637
2	5076919	5457417	684
3	5076321	5457611	751
4	5075944	5457285	985
5	5075557	5456362	918
6	5075134	5456043	716
7	5074812	5455507	685
8	5074813	5455001	585
9	5074515	5454501	553
10	5074279	5454038	951
11	5074101	5453301	594
12	5074497	5452990	615
13	5074506	5452431	817
14	5074249	5451597	783
15	5073880	5451790	760
16	5073196	5451372	622
17	5072789	5450966	503
18	5072220	5450879	1032
19	5071896	5450121	589
20	5071540	5449329	285
21	5071417	5448959	684
22	5071086	5448707	1003
23	5070610	5448064	

Priloga F1

Tabela F1: Širša okoljska ocena za Bloščico

št. odseka parameter	1	2	3	4	5	6	7	8	8A	8B	8C	9
raba tal	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
širina obrežnega pasu	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
sklenjenost vegetacije	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
sestava vegetacije	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
zadrževalne strukture	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
oblika struge	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
usedline v strugi	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
struktura brega	15	15	15	15	5	5	5	5	5	5	5	15
spodjedanje brega	15	15	15	15	20	20	20	20	20	20	20	20
dno vodotoka	15	15	15	15	5	5	5	5	5	5	5	5
brzice, tolmeni, meandri	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
detrit	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

št. odseka parameter	10*	11	12	13	14	15	15A	15B	16	17	18	19
raba tal		20	20	30	20	30	20	20	20	10	10	10
širina obrežnega pasu		30	30	30	30	20	30	30	30	20	5	5
sklenjenost vegetacije		30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
sestava vegetacije		5	5	5	5	25	5	5	25	5	5	5
zadrževalne strukture		10	5	5	5	5	1	5	5	5	10	5
oblika struge		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
usedline v strugi		5	15	15	15	15	15	15	15	10	10	15
struktura brega		5	5	5	5	15	15	15	25	15	15	15
spodjedanje brega		15	5	15	15	5	15	15	20	15	20	20
dno vodotoka		5	5	5	5	5	5	5	5	15	15	15
brzice, tolmeni, meandri		20	1	20	20	1	1	20	20	20	20	1
detrit		1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	5

10* - odsek ni bil popisano

Priloga F2

Tabela F2: Širša okoljska ocena za Cerknjščico

št. odseka parameter	1	1A	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
raba tal	30	30	10	10	20	20	30	30	30	30	30	30
širina obrežnega pasu	30	30	5	20	20	20	30	30	30	30	30	30
sklenjenost vegetacije	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
sestava vegetacije	25	25	5	25	25	25	25	25	25	25	25	25
zadrževalne strukture	15	15	15	10	10	10	10	10	10	10	10	10
oblika struge	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
usedline v strugi	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
struktura brega	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
spodjedanje brega	20	20	20	15	15	15	20	20	20	20	20	20
dno vodotoka	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
brzice, tolmuni, meandri	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
detrit	10	10	10	5	5	10	10	10	10	10	10	5

št. odseka parameter	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
raba tal	30	20	20	10	1	1	20	1	10	20	20
širina obrežnega pasu	30	20	30	30	5	5	1	1	5	5	30
sklenjenost vegetacije	30	30	30	30	30	30	30	1	30	5	30
sestava vegetacije	25	25	25	25	15	15	25	1	5	5	5
zadrževalne strukture	5	5	5	1	1	1	5	1	5	10	5
oblika struge	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
usedline v strugi	15	15	15	15	1	15	15	1	1	15	15
struktura brega	25	25	25	25	1	1	25	1	25	25	15
spodjedanje brega	20	20	20	20	1	1	20	1	15	20	20
dno vodotoka	15	25	25	25	25	25	25	25	15	15	15
brzice, tolmuni, meandri	20	1	20	10	10	10	10	1	20	1	20
detrit	5	5	10	10	10	10	10	10	5	10	10

Priloga G1

Tabela G1: Ocena habitatnih tipov za Bloščico

	Vodni tok	Tip sedimenta	Struktura brega	Zaledje
1	3	6	4	31
2	3	6	4	31
3	3	6	4	31
4	3	6	4	31
5	3	6	4	41
6	3	6	4	41
7	3	6	4	31,41
8	3	6	4	31,41
8A	4	6	4	31
8B	3	6	4	31
8C	3	6	4	31
9	2	6	4	31
10				
11	3	3	4	31
12	3	6	4	31
13	3	6	4	31,41
14	3	6	4	31,41
15	3	6	4	31,41
15A	2	4,6	4	24,41
15B	3	6	4	31
16	3	6	4	31
17	3	6	4	24
18	3	3	3	24
19	3	3	3	24

10* - odsek ni bil popisan

Priloga G2

Tabela G2: Ocena habitatnih tipov za Cerkniščico

	Vodni tok	Tip sedimenta	Struktura brega	Zaledje
1	3	1,3	1	31
1A	3	1,3	1	31
2	3	1,3	1	11908, 32
3	4	3	1	11908, 33
4	4	3	1	31,32
5	3	3	3	31,32
6	3	3	3	31,32
7	3	3	3	31,32
8	3	3	3	31,32
9	3	3	3	31,32
10	3	3	3	31,32
11	3	3	3	31,32
12	3	3	3	31,32
13	2	3,6	3	31,32
14	3	1,3	3	31,32
15	3	3	1,3	31,32
16	3	1	1	11
17	3	1	1	11
18	3	1,3	1,3	23
19	2	5,6	4,5	11
20	3	4	1	23
21	2	6	5	32
22	3	3,6	4	23,32,41