

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA BIOLOGIJO

Mojca GORJAK

OKOLJSKA OCENA IN MAKROFITI ŠČAVNICE

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2009

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA BIOLOGIJO

Mojca GORJAK

OKOLJSKA OCENA IN MAKROFITI ŠČAVNICE

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**ENVIRONMENTAL ASSESSMENT AND MACROPHYTES IN
ŠČAVNICA**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2009

*Voda ni nikoli takoj čista,
da se ne bi mogla skaliti in
nikoli takoj kalna,
da se ne bi mogla zbistriti.*

(Slovenski pregovor)

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

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

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: doc. dr. Gorazd Urbanič
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

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

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

Datum zagovora: 9. februar 2009

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

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.

Mojca Gorjak

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Dd
DK 581.5:582(043.2)=163.6
KG okoljska ocena / makrofiti / vodotoki / Ščavnica
AV GORJAK, Mojca
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 ŠČAVNICE
TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP IX, 62 str., 4 tab., 33 sl., 10 pril., 51 vir.
IJ sl
JI sl/en
AL Z nalogo smo želeli ugotoviti pojavljanje, razporeditev in pogostost makrofitov v Ščavnice, ugotoviti, kako fizikalni in kemijski dejavniki vplivajo na pojavljanje makrofitov in kakšna je povezava med okoljskimi razmerami in pojavljanjem makrofitov. V rastni sezoni 2006 smo ocenili stanje širšega vodnega okolja (po Petersonu, 1992) in popisali makrofite na celotni dolžini Ščavnice, določili njihovo pogostnost, rastno obliko in habitatne parametre (po Janauer, 2002). Na Ščavnici smo na desetih lokacijah dvakrat v rastni sezoni izmerili fizikalno kemijske parametre. Od 43ih odsekov se vsi razen dveh uvrščajo v peti kakovostni razred, dva sta se uvrstila v boljši četrti kakovostni razred. Popisali smo 35 rastlinskih vrst, manj odsekov se je uvrstilo v slabši četrti ali boljši, drugi kakovostni razred. Po podobnosti bi lahko združili zgornje odseke (srednji del reke Ščavnice) in spodnje odseke (spodnji del reke Ščavnice). Na pojavljanje makrofitov ima največji vpliv struktura tal, širina struge in hidromorfoloških dejavnikov.

KEY WORDS DOCUMENTATION

ŠD Dd
DK 581.5:582(043.2)=163.6
KG environmental assessment / macrophytes / stream/ Ščavnica
AV GORJAK, Mojca
SA GABERŠČIK, Alenka (supervisor)
KZ SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo
LI 2009
IN ENVIRONMENTAL ASSESSMENT AND MACROPHYTES IN ŠČAVNICA
TD Graduation Thesis (University studies)
OP IX, 62 p., 4 tab., 33 fig., 10 ann., 51 ref.
IJ sl
JI sl/en
AL The aim of present research was to determine the distribution, abundance and frequency of macrophytes in river Ščavnica to determine influence of physical and chemical factors of water on macrophytes distribution and to establish the relation between wider environment characteristics and macrophytes abundance and distribution. In the growth season 2006 we performed the environmental assessment of the river (after Petersen, 1992). We examined the whole length of the river for macrophyte and estimated their frequency, growth form and habitat parameters (after Janauer, 2002). We measured physical and chemical parameters three times per season, on ten locations. Almost all of 43 sections of the river, were classified in the fifth (the poorest) quality class. We found 35 taxons. Most similar are upper parts of river between themselves and lower parts of river Ščavnica between themselves. On occurrence of the macrophytes has largest impact the ground structure, width of the channel and the hidromorfological factors..

KAZALO VSEBINE

| | |
|---|------|
| KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA | III |
| KEY WORDS DOCUMENTATION..... | IV |
| KAZALO VSEBINE | V |
| KAZALO PREGLEDNIC..... | VII |
| KAZALO SLIK | VIII |
| KAZALO PRILOG..... | VIII |
| | |
| 1 UVOD..... | 1 |
| 2 DELOVNE HIPOTEZE | 3 |
| 3 PREGLED OBJAV | 4 |
| 3.1 VLOGA MAKROFITOV V VODAH | 4 |
| 3.2 VPLIVI OKOLJSKIH DEJAVNIKOV NA VODNE RASTLINE IN VODNI EKOSISTEM | 5 |
| 3.2.1 Hidrologija | 5 |
| 3.2.2 Temperatura | 6 |
| 3.2.3 Svetloba | 6 |
| 3.2.4 Substrat | 6 |
| 3.2.5 pH | 7 |
| 3.2.6 Hranila..... | 7 |
| 3.3 VODNA DIREKTIVA | 8 |
| 4 OPIS MESTA RAZISKAV | 10 |
| 4.1 KRAJINSKE IN HIDORLOŠKE ZNAČILNOSTI REKE ŠČAVNICE | 10 |
| 4.1.1 Zgornji tok reke | 11 |
| 4.1.2 Srednji in spodnji tok reke | 12 |
| 4.2 GEOLOŠKA PODLAGA | 13 |
| 4.3 PEDOLOŠKA SESTAVA | 13 |
| 4.4 RAZDELITEV IN ZNAČILNOSTI POKRAJINSKOKELOŠKIH ENOT | 14 |
| 4.4.1 Logi ob Muri | 14 |
| 4.4.2 Mursko polje | 15 |
| 4.4.3 Ščavniška dolina..... | 15 |
| 4.4.4 Slovenske gorice | 15 |
| 4.4.5 Ljutomersko-ormoške gorice..... | 16 |
| 4.4.6 Radgonsko-kapelske gorice | 16 |
| 4.5 OPIS ŠČAVNICE..... | 16 |
| 4.5.1 Regulacija Ščavnice..... | 16 |
| 4.6 ZEMLJEVIDI IZBRANEGA OBMOČJA | 18 |
| 5 METODE DELA..... | 25 |
| 5.1 DELO NA TERENU | 25 |
| 5.1.1 Fizikalne in kemijske analize vode | 25 |
| 5.1.2 Širša okoljska ocena vodotoka..... | 25 |
| 5.1.3 Ocena habitatnih parametrov..... | 26 |
| 5.1.4 Makrofiti | 26 |

| | | |
|-------|--|----|
| 5.2 | OBDELAVA PODATKOV..... | 26 |
| 5.2.1 | Fizikalne in kemijske analize vode | 26 |
| 5.2.2 | Širša okoljska ocena vodotoka..... | 26 |
| 5.2.3 | Ocena habitatnih parametrov..... | 27 |
| 5.2.4 | Pojavljanje in pogostost makrofitov vzdolž celotne dolžine vodotokov | 27 |
| 5.2.5 | Kanonična korenspodenčna analiza (CCA) | 29 |
| 6 | REZULTATI..... | 30 |
| 6.1 | FIZIKALNE IN KEMIJSKE ANALIZE VODE..... | 30 |
| 6.1.1 | Temperatura vode..... | 30 |
| 6.1.2 | Koncentracija kisika | 31 |
| 6.1.3 | Nasičenost s kisikom | 32 |
| 6.1.4 | Električna prevodnost | 33 |
| 6.1.5 | pH | 33 |
| 6.1.6 | Vsebnost nitratov | 34 |
| 6.1.7 | Vsebnost fosfatov | 34 |
| 6.2 | ŠIRŠA OKOLJSKA OCENA ŠČAVNICE..... | 35 |
| 6.3 | OCENA HABITATNIH PARAMETROV..... | 37 |
| 6.3.1 | Struktura brega..... | 37 |
| 6.3.2 | Tip sedimenta | 38 |
| 6.3.3 | Vodni tok..... | 38 |
| 6.3.4 | Zaledje | 39 |
| 6.4 | POJAVLJANJE IN RAZPOREDITEV MAKROFITOV | 40 |
| 6.4.1 | Prisotnost in pogostoti makrofitov v Ščavnici | 42 |
| 6.5 | KANONIČNA KORENSPODENČNA ANALIZA (CCA)..... | 47 |
| 6.6 | POJAVLJANJE TUJERODNIH INVAZIVNIH RASTLIN..... | 50 |
| 7 | DISKUSIJA | 52 |
| 8 | SKLEPI..... | 56 |
| 9 | POVZETEK | 57 |
| 10 | VIRI | 58 |
| | ZAHVALA | |
| | PRILOGE | |

KAZALO PREGLEDNIC

| | |
|---|----|
| Preglednica 1: Seznam rastlinskih taksonov, popisanih v reki Ščavnici..... | 40 |
| Preglednica 2: Lastne vrednosti, kumulativni pojasnjeni odstotki varianc in koreacijski koeficienti obdelanih podatkov..... | 47 |
| Preglednica 3: Seznam tujerodnih invazivnih vrst, ki smo jih popisali ob reki Ščavnici ... | 50 |
| Preglednica 4: pojavljanje tujerodnih invazivnih vrst ob reki Ščavnici..... | 51 |

KAZALO SLIK

| | |
|---|----|
| Slika 1: Zemljevid poteka Ščavnice (vir: Interaktivni atlas Slovenije, 1: 300000) | 10 |
| Slika 2: Zgornji del reke Ščavnice | 12 |
| Slika 3: Spodnji del reke Ščavnice..... | 12 |
| Slika 4: Srednji del reke Ščavnice | 12 |
| Slika 5: Prehod reke Ščavnice v Gajševsko jezero | 12 |
| Slika 6: Reka Ščavnica pred izlivom v reko Muro | 13 |
| Slika 7: Zemljevid dela Ščavnice z označenimi odseki (vir: Geopedia.si, 1:25 000)..... | 18 |
| Slika 8: Zemljevid dela Ščavnice z označenimi odseki (vir: Geopedia.si, 1:25 000)..... | 19 |
| Slika 9: Zemljevid dela Ščavnice z označenimi odseki (vir: Geopedia.si, 1:25 000)..... | 20 |
| Slika 10: Zemljevid dela Ščavnice z označenimi odseki (vir: Geopedia.si, 1:25 000)..... | 21 |
| Slika 11: Zemljevid dela Ščavnice z označenimi odseki (vir: Geopedia.si, 1:25 000)..... | 22 |
| Slika 12: Zemljevid dela Ščavnice z označenimi odseki (vir: Geopedia.si, 1:25 000)..... | 23 |
| Slika 13: Zemljevid dela Ščavnice z označenimi odseki (vir: Geopedia.si, 1:25 000)..... | 24 |
| Slika 14: Temperatura vode..... | 30 |
| Slika 15: Koncentracija kisika | 31 |
| Slika 16: Nasičenost s kisikom | 32 |
| Slika 17: Električna prevodnost..... | 33 |
| Slika 18: pH | 33 |
| Slika 19: Vsebnost nitratov..... | 34 |
| Slika 20: Koncentracija ortofosfatov | 34 |
| Slika 21: Ocena posameznih okoljskih lastnosti in odsekov reke Ščavnice | 36 |
| Slika 22: Število točk in kakovostni razred posameznega odseka reke Ščavnice | 36 |
| Slika 23: Struktura brega reke Ščavnice..... | 37 |
| Slika 24: Struktura brega reke Ščavnice..... | 38 |
| Slika 25: Hitrost vodnega toka reke Ščavnice | 39 |
| Slika 26: Zaledje reke Ščavnice..... | 39 |
| Slika 27: Razporeditev in pogostost makrofitov reke Ščavnice | 42 |
| Slika 28: Razporeditev in pogostost makrofitov reke Ščavnice | 43 |
| Slika 29: Povprečni masni indeks posameznih taksonov reke Ščavnice (črne oznake – MMT, bele oznake – MMO) | 44 |
| Slika 30: Razmerje povprečnih masnih indeksov MMT in MMO v Ščavnici | 45 |
| Slika 31: Relativna rastlinska masa (RPM) makrofitov v Ščavnici..... | 46 |
| Slika 32: Ordinacijski diagram z izbranimi dejavniki okolja in makrofitskimi taksoni | 48 |
| Slika 33: Ordinacijski diagram z izbranimi dejavniki okolja in odseki vodotokov..... | 49 |

KAZALO PRILOG

- Priloga A: Slovenska različica RCE metode (Petersen 1992)
- Priloga B: Metoda popisovanja makrofitov in ocene habitata (Janauer, 2002)
- Priloga C: Koordinate odsekov, njihove dolžine in datumi popisov
- Priloga D: Širša okoljska ocena
- Priloga E: Ocena habitatnih tipov
- Priloga F: Rezultati fizikalnih in kemijskih meritev in analiz z dne 24.7.2006
- Priloga G: Rezultati fizikalnih in kemijskih meritev in analiz z dne 3.9.2006
- Priloga H: Zemljevidi delov Ščavnice z označenimi vzorčnimi mesti (vir: Geopedia.si, 1:25 000)
- Priloga I: Podatki o kategorizaciji urejanja vodotokov Agencije RS za okolje (vir Ministrstvo za okolje in prostor)
- Priloga J: Kemijsko stanje površinskih vodotokov v letih 2002 do 2006 (vir: Kakovost voda v Sloveniji, Agencija RS za okolje)

1 UVOD

Vodno bogastvo predstavlja, ne glede na stanje, v katerem se pojavlja, osnovno dobrino za vsa živa bitja. Zaradi številnih možnosti rabe vodnih virov za potrebe gospodinjstev, kmetijstva, industrije in turizma, je voda v današnji družbi postala ključen gospodarski element. Vendar se je potrebno zavedati, da moramo s tem bogastvom odgovorno ravnavati in sicer vedno v sorazmerju z obiljem in prednostmi, ki jih daje. Žal se tega premalo zavedamo, kar škoduje vodnim ekosistemom in pomeni dodaten okoljski strošek. Smo v obdobju ozaveščanja o pomenu ohranjanja narave in se začenjamо zavedati posledic, ki smo jih s svojim ravnanjem naredili okolju. Prihaja čas, ko bo potrebno popravljati napake, ki so bile pri upravljanju z vodami storjene v preteklosti. Evropska skupnost je v namen ohranjanja in rehabilitacije evropskih vodotokov izdala okvirno Vodno direktivo, ki se uvaja v vseh članicah Evropske unije in širše.

V dobi industrializacije kmetijstva in intenzivne širitve naselij ter industrije, so številne vodotoke po celotnem srednjeevropskem prostoru regulirali in izsuševali. Hkrati je to tudi začetek intenzivnega kmetijstva in s tem uporabe umetnih gnojil, sredstev za zatiranje škodljivcev in intenzivne obdelave zemlje. V preteklih stoletjih so melioracije izvajali z namenom, da zagotovijo površine za kmetijstvo, zato so nižinska območja močno regulirana (Hesse in sod., 2008). Melioracije rek in intenzivno poljedelstvo vplivajo na lastnosti tal z zmanjšanjem zadrževalne kapacitete tal za vodo in hranila, kar prispeva k evtrofikaciji rečnega ožilja in jezer (Hesse in sod., 2008; Kuhar in sod., 2007). Dušik in nekaj fosforja so v rečni sistem vnašali z gnojenjem zaledja. Na poti do rečnega ožilja zaradi prekratkega zadrževalnega časa zaledja, rastline v zaledju ne uspejo prevzeti in skladiščiti hranil (Hesse in sod., 2008). V Sloveniji je kmetijstvo razvito predvsem v nižinah in v bližini vodotokov. Kmetijska območja so dokaj heterogena z redkimi gozdnimi zaplatami. Vodotoki so delno regulirani (Kuhar in sod., 2007).

Reka Ščavnica je po 2. svetovni vojni doživelа znatne spremembe v strukturi struge. Z regulacijo so uničili celoten obrežni pas in njegovo okolico, zavoje so zravnali oziroma oblikovali v linije ki omogočajo hitrejši pretok, rečni breg so umetno utrdili s kamni in

umetno zelenili s travno rušo, višinske razlike v strugi so uravnali z umetnimi pragovi in tudi strugo so poglobili. Vsi ti posegi so uničili številne habitate in znižali nivo podtalnice, kar je posledično povzročilo izsuševanje mokrišč, logov in vlažnih travnikov in omogočilo njihovo izrabo v kmetijske namene. Povečana količina hrani in spremenjena zgradba vodotokov pa je vplivala tudi na razporeditev in zastopanost makrofitov.

Namen naloge je:

- ugotoviti pojavljanje, razporeditev in pogostost makrofitov v Ščavnici
- ugotoviti, kako na pojavljanje makrofitov vplivajo fizikalni in kemijski dejavniki
- oceniti stanje širšega vodnega okolja
- ugotoviti povezavo med okoljskimi razmerami in pojavljanjem makrofitov

2 DELOVNE HIPOTEZE

Reka Ščavnica spada med najbolj obremenjene reke v Sloveniji. Srednji in spodnji tok (2/3 reke) sta v celoti regulirana. Reka je z regulacijo izgubila habitate, ki so značilni za nižinski vodotok, zato je biotsko osiromašena pa tudi lesnata obrežna vegetacija je odstranjena. Pokrajina, po kateri teče reka je ugodna za kmetijstvo, zato so površine obdelane. Ščavnica teče tudi skozi urbana središča (Sveti Videm ob Ščavnici, Ljutomer, Razkrižje) in skozi industrijsko cono v Ljutomeru. V Ljutomeru je zgrajena čistilna naprava, ki je deloma razbremenila reko. Kmetijsko in točkovno onesnaževanje pa se (vasi in posamezne hiše ob Ščavnici) nadaljuje, zato je Ščavnica še vedno zelo obremenjena reka. Glede na navedeno;

- pričakujemo veliko pogostost makrofitov,
- predvidevamo, da je diverziteta makrofitov nizka,
- predvidevamo, da na pojavljanje makrofitov ključno vplivajo okoljski dejavniki.

3 PREGLED OBJAV

Makrofiti so vodni fotosintezni organizmi, dovolj veliki, da so vidni s prostim očesom. Aktivno rastejo stalno ali sezonsko. Najdemo jih potopljene pod vodo, plavajoče na vodi ali rastoče iz vode. Vodni makrofiti so predstavniki več rastlinskih skupin: Cianobakterije, Chlorophyta, Rodophyta, Xanthophyta, mahovi (Bryophyta), praprotnice (Pteridophyta) in semenke (Spermatophyta) (Chambers in sod., 2007).

3.1 VLOGA MAKROFITOV V VODAH

Reke in potoki so kompleksni in dinamični sistemi, ki vplivajo na biotsko pestrost krajine. Raznolikost krajine pogojuje raznolikost habitatov v potokih torej tudi potencial za poselitev z različnimi makrofitskimi vrstami (Kuhar in sod., 2007).

Makrofiti so ključni sestavni del vodnih ekosistemov. Čeprav njihovo rast in pojavljanje pogojuje evtrofično stanje vode, vplivajo tudi na izboljšanje stanje voda. Zmanjšujejo koncentracijo delcev in koncentracijo hranil v vodnem stolpcu (Egertson in sod., 2004). Prispevajo v vodo tudi kisik in so s te plati pomembni dejavniki pri samočistilnem procesu v reki.

Makrofiti zagotavljajo habitat in hrano vodnim organizmom in s tem vplivajo na izboljšanje biodiverzitete (Klaassen in Nolet, 2006). Tvorijo mikrohabitata za perifiton, mesta za odlaganje jajčec rib in dvoživk in skrivališča rib in ostalih vodnih živali (Lampert in Sommer, 2007).

3.2 VPLIVI OKOLJSKIH DEJAVNIKOV NA VODNE RASTLINE IN VODNI EKOSISTEM

Na razporeditev in pogostost makrofitov vplivajo okoljski dejavniki. To dejstvo lahko izkoristimo za določanje sprememb v ekosistemu, saj so makrofiti zanesljivi indikatorji. S spremeljanjem vrstne sestave vodnih rastlin ali s spremeljanjem vplivov vodnih rastlin na druge organizme v ekosistemu, lahko opazujemo vplive okoljskih sprememb na ekosistem (Lacoul in Freedman, 2006).

3.2.1 Hidrologija

Hidrološki režim je pomemben dejavnik, ki vpliva na razporeditev bentičnih organizmov v vodotokih (Riis in sod., 2008). Vpliva na časovne in prostorskimi spremembe vodne globine, lastnosti sedimenta, bistrost vode in kemijske lastnosti vode (Lacoul in Freedman, 2006)..

V tekočih vodah je dinamičnost, ki je posledica vodnega toka različnih hitrosti, ki je usmerjeno turbulenten, osnovni dejavnik pestrosti življenjskih oblik in procesov. Prinaša organske in hranilne snovi, zagotavlja prezračenost vodnega okolja s kisikom in odvaja metabolite. S fizično silo vpliva na prisotne organizme (Toman, 2008). Vodni tok s hitrostjo med 0,3 in 0,4 m/s ima najugodnejši vpliv na številčnost makrofitov (največja biomasa in pestrost). Ti parametri se zmanjšajo pri vodnem toku s hitrostjo nad 1.0 m/s. Združbe makrofitov v tekočih vodah so najbolj razvite v zmernem toku, kjer je fizični stres sprejemljiv in je izboljšan dotok hranil (Lacoul in Freedman, 2006). Haslamova (1987) definira zmeren tok kot stanje, ko se potopljene vodne rastline premikajo, vodna površina pa je rahlo vzvalovljena.

3.2.2 Temperatura

Temperatura vode in sedimenta vplivata na razporeditev makrofitov tako, da vplivata na fiziologijo rastlin, tvorbo semen, začetek sezonske rasti in na začetek dormance (Lacoul in Freedman, 2006).

3.2.3 Svetloba

Svetloba je kritični dejavnik za fotosintezo in globinsko razporeditev vodnih rastlin. Globina fotične cone je odvisna od različnih dejavnikov tudi od barve vode, motnosti in osenčenost zaradi obrežne vegetacije in vodnih rastlin. V ekosistemih stoječih vod so gradienti motnosti oz. prosojnosti vode zelo pomembni dejavniki za napoved razporejenosti in pogostosti vodnih rastlin, medtem ko v tekocih ekosistemih na razporejenost in pogostost vpliva tudi osenčenost vodotoka zaradi obrežne vegetacije. V tej povezavi predstavlja pomemben vpliv na potopljene makrofite globina vode, v povezavi z barvo in prosojnostjo (Lacoul in Freedman, 2006).

Vodne rastline dobro uspevajo v razmeroma stabilni rečni strugi, kjer so spremembe globine majhne in je svetloba primerna za fotosintezne procese (Denmars in Harper, 2005).

3.2.4 Substrat

Sediment po Lacoulu in Freedmanu (2007) služi kot pritrjevalni substrat in kot vir hrani. Nekateri substrati (skalovje ter izjemno mehak in tekoč substrat) so neprimerna za rastline, ker ne omogočajo pritrjevanja. Pesek je primeren substrat za pritrditev, je pa reven s hranili. Fina glina in grob substrat pa zagotavlja ugodne razmere za ukoreninjanje. Organski substrat pa je lahko anoksičen in vsebuje sulfide in železo. V glavnem je za rastline primeren substrat sestavljen iz mešanice anorganskih delcev in s hranili bogatih

organiskih snovi. Fin substrat in relativno plitva voda zagotavlja optimalne razmere za razvoj in rast ukoreninjenih makrofitov (Baattrup-Pedersen in Riis, 1999). Heterogenost substrata pozitivno vpliva na diverzitetu rastlin (Baattrup-Pedersen in sod., 2002) in s tem pestrost življenjskih združb, ki omogočajo samočistilne procese oziroma kroženje snovi. Popolno kroženje snovi in zaključen pretok energije v tekočih vodah pomenita čistost vodnega okolja oziroma dinamično ravnotesje (Toman, 2008).

Na lokalno razmerje organiskih in anorganiskih komponent sedimenta vplivajo naslednji dejavniki: raba tal, hidrologija, vegetacijski pokrov okolice in obrežnega pasu, in deloma geomorfologija (Lacoul in Freedman, 2007).

3.2.5 pH

pH je odvisen od kaminske podlage. Na pH vplivajo trije pomembni procesi in sicer fotosinteza, dihanje in asimilacija nitrata. V kolikor prevladuje dihanje je pH nižji (Lampert in Sommer, 2007). Vodne rastline lahko znatno spremenijo pH vode (Gregorc, 2008). Vrstna bogatost je v vodah s pH vrednostmi višjimi od 7 višja, v vodah z nižjimi vrednostmi pH (od 4,0-5,9) pa je zastopanost vodnih rastlin nizka (Lampret in Sommer, 2007).

3.2.6 Hranila

Odvisno od njihove rastne strategije, vodne rastline pridobivajo raztopljena hranila iz vodnega stolpca in iz sedimenta. V glavnem je produktivnost vodnih rastlin omejena z zalogami fosforja, dušika (v obliki nitrata in amonija). Pomembna pa so tudi druga hranila in sicer: anorganski ogljik, kalcij in kalij (Lampert in Sommer, 2007). Ponekod, kjer je geološka podlaga bogata z nutrienti, se pojavljajo težave pri ocenjevanju posledic vpliva človeka na evtrofifikacijo, saj se učinki obojega potemtakem seštevajo (Bernez in sod., 2004).

3.3 VODNA DIREKTIVA

Kot drugod po svetu in tudi v Evropi je človek skozi stoletja spremjal krajino in s tem povzročil izgubo habitatov in diverzitete v vodotokih. Uporaba bioloških indikatorjev v monitoringu celovitosti vodnih ekosistemov ima dolgo zgodovino. Na podlagi dolgotrajne uporabe organizmov v namene monitoringa in ocene programov je Evropska komisija, ki izdala direktivo (Water framework Directive (2000/60/EC)) med drugimi indikatorji opredelila tudi uporabo različnih bioloških skupin za opazovanje celovitosti celinskih vod in obalnih območij (Johnson in sod., 2007).

Okvirna vodna smernica (Directive 2000/60/EC), ki jo že začenjajo uveljavljati zdajšnje in bodoče članice Evropske unije, je posvečena prav celovitemu upravljanju z vodami Evrope. Obravnava vse celinske površinske vode, prehodne in obalne ter podzemne vode; obravnava količino in kakovost vode. Prinaša nov okvir za bolj odgovorno ravnanje z vodo in njeno ohranjanje tudi za prihodnje generacije (Uhan in Bat, 2003).

Vodotoki, jezera, somornice, morja in podzemne vode pogosto segajo čez državne meje in tako je za varovanje vodnega telesa odgovorna več kot ena država članica. Stremeti bi morali k temu, da državne meje ne bi vplivale na način upravljanja voda. Zato direktiva podpira usmeritev k čezmejnemu upravljanju mednarodnih vodnih območij (Izvajanje vodne direktive, 2008).

Cilj vodne direktive je ohraniti in izboljšati vodno okolje v EU, s poudarkom na kakovosti. Države članice so zavezane k prizadevanjem za doseganje dobrega stanja s tem da opredelijo in uresničijo potrebne ukrepe v okviru celovitih programov in ob upoštevanju zahtev skupnosti (Roškar, 2007). En izmed glavnih ciljev vodne direktive je upravljanje z rečnimi sistemi, ki so naravna, geografska in hidrološka enota in doseči »dobro ekološko stanje« tekočih voda do leta 2015 (Zitek in sod., 2008).

V Sloveniji ima monitoring kakovosti voda že dolgo tradicijo. V skladu z zahtevami Vodne direktive pa se je v celoti prvič izvajal leta 2007. Poudariti velja predvsem nov

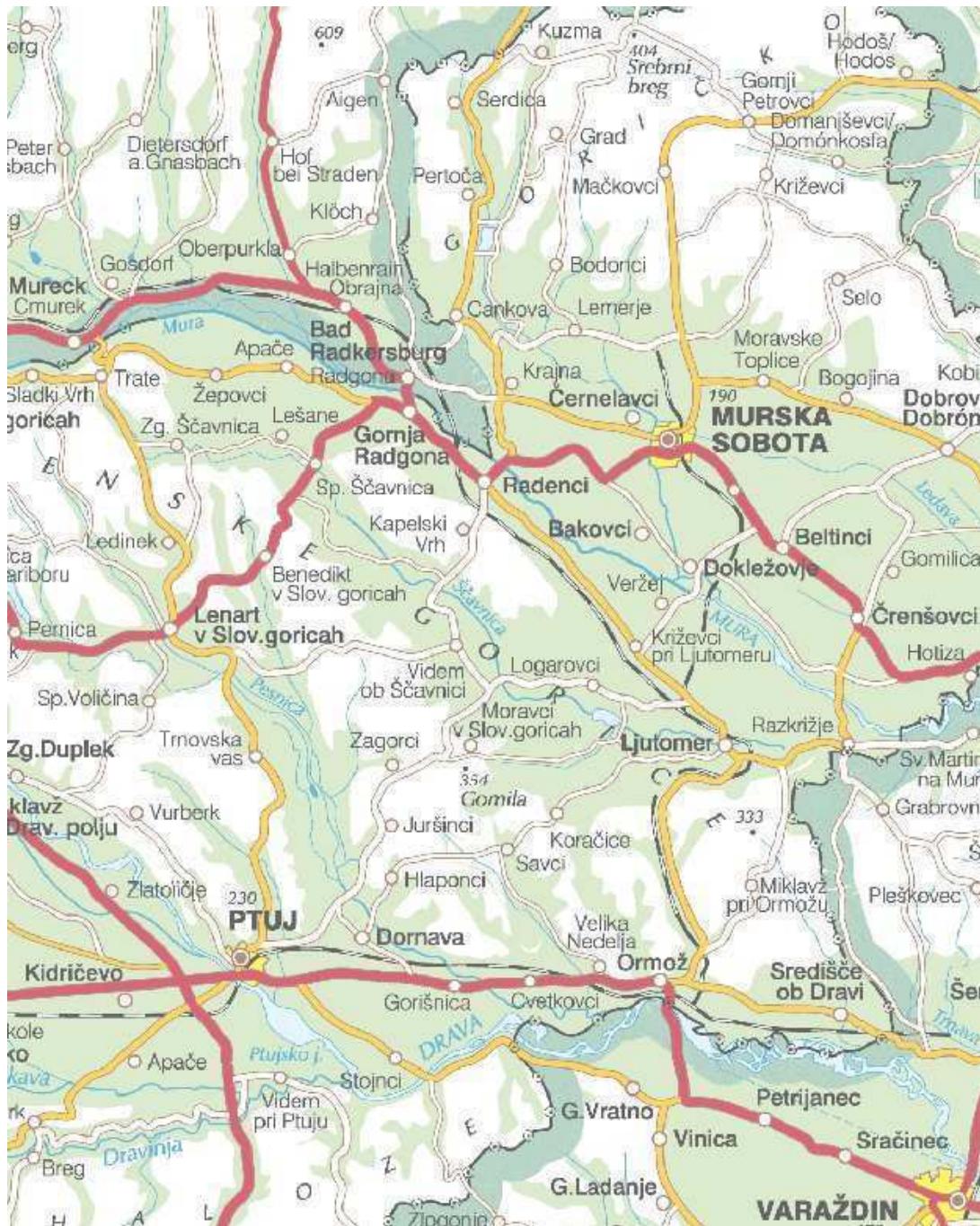
pristop monitoringa, ki ga uvaja Vodna direktiva in v skladu s katerim so pripravljeni sedanji programi spremeljanja kakovosti voda. Programi so osnovani na analizah pritiskov. To so podatki o emisijah snovi v vode iz točkovnih virov, podatki o rabi tal, presežkih dušika, rabi fitofarmacevtskih sredstev itd. Glede na analizo teh podatkov je program monitoringa problemsko orientiran in vključuje predvsem vodna telesa, ki so problematična. Ostala vodna telesa so v program vključena redkeje (Kakovost voda v Sloveniji, 2008).

Bistvena novost spremeljanja kakovosti površinskih voda je ocenjevanje ekološkega stanja. To se določa na podlagi štirih bioloških ter spremljajočih fizikalno-kemijskih in hidromorfoloških elementov kakovosti. Biološki elementi kakovosti so fitoplankton, fitobentos in makrofiti, bentoški nevretenčarji in ribe (Kakovost voda v Sloveniji, 2008). Makrofiti so na podlagi Evropske direktive tako postali pomembni za skrbno obravnavo v znanstvenih in ekonomskih krogih (Otahelova in sod., 2007).

Vrednotenje ekološkega stanja predstavlja merjenje spremenjenosti strukture in funkcije ekosistema glede na naravno stanje. Naravno ali referenčno stanje je tisto, na katerem ni opaziti vpliva človeka oziroma je ta zanemarljiv. Ker so referenčna stanja vodnih teles različna, se uporablja tipsko specifičen pristop, kjer se vode glede na naravne značilnosti najprej razdeli po tipih in za vsak tip določi referenčne pogoje. Za vsak tip se določi pet razredov ekološke kakovosti. Kot v večini evropskih držav se tudi v Sloveniji sistem ocenjevanja ekološkega stanja še razvija (Kakovost voda v Sloveniji, 2008). Nesporočno pa je, da nekatera slovenska vodna telesa ne bodo doseгла sprejemljivega okoljskega stanja po določilih Vodne direktive do leta 2015, če ne bodo izvedeni nekateri širokopotezni ukrepi (Izvajanje vodne direktive v Sloveniji, 2006).

4 OPIS MESTA RAZISKAV

4.1 KRAJINSKE IN HIDORLOŠKE ZNAČILNOSTI REKE ŠČAVNICE.



Slika 1: Zemljevid poteka Ščavnice (vir: Interaktivni atlas Slovenije, 1: 300000)

Povirje reke je v zgornjih Slovenskih goricah in v kraju Zgornja Velka na višini 360 m. Skupna dolžina do izlitja v Muro pri Gibini na nadmorski višini 175 m dosega 56 km. Površina padavinskega zaledja obsega 288 km². PH vode je med 7,6 in 8,4. Poletne temperature dosegajo vrednost med 12,4-23,5 °C, zimske pa med 0,7-2,5°C (Urbanič in sod. 2005).

Ščavnico glede na značilnosti toka lahko razdelimo na tri dele; zgornji, srednji in spodnji tok. Zgornji tok reke od povirja do kraja Spodnja Ščavnica ni reguliran in ima značilnosti naravnega nižinskega vodotoka. Srednji tok reke z začetkom pri Spodnji Ščavnici do kraja Žihlava, teče po dolini med Slovenskimi na eni in Radgonsko-kapelskimi goricami na drugi strani. Za spodnji tok reke štejemo tok od naselja Žihlava vse do izliva v reko Muro, za ta del velja, da strugo obdajajo intenzivno obdelana polja in naselja. Na desni strani se dvigujejo Ljutomersko-ormoške gorice (Slovenske gorice), na levem bregu pa se razprostira Mursko polje.

Območje raziskovanja smo omejili na reguliran del, torej na srednji in spodnji tok Ščavnice.

4.1.1 Zgornji tok reke

V povirnem delu nastaja glavna struga s stekanjem manjših vodotokov, ki pritečejo v dolino iz višje ležečih predelov Slovenskih goric blizu meje z Avstrijo. Od tam naprej do kraja Spodnja Ščavnica reka meandrira po dnu doline in dobiva vodo iz hudourniških potokov v zgornjih Slovenskih goricah. Najpogosteje se v njeni oklici pojavljajo travniki, manjši je delež njiv in gozda (Roškar, 2007). V zgornjem toku, naravno ohranjenem delu, odraža značilnosti nižinskega vodotoka, ki je obraščen z avtohtonou vegetacijo. Struga v zgornjem delu je plitva, brežine so različno strme. Na posameznih odsekih se pojavljajo plitvine z drobnim prodom, ki ga reka prinese iz višjih predelov. V tem delu je reka neregulirana in njen tok spremišča pas drevesne vegetacije, ohranile so se značilne vrste, ki naseljujejo vodno telo in poraščajo brežine.

4.1.2 Srednji in spodnji tok reke

Srednji tok reke napajajo hudourniki iz Slovenskih in Radgonsko-kapelskih goric. Na dnu doline prevladujejo travniki in njive, naselja so na višji terasi ter po vrhovih slemen, pobočja nad dolino so poraščena z gozdom, na južnih legah pa uspevajo vinogradi. Vzdolž toka se v krpah pojavljamjo jelševi gozdovi in ostanki poplavnega gozda. V tem delu se med Spodnjo Ščavnico in Očeslavci na razdalji približno 12 km na tektonskem prelomu pojavljamjo posamezni slatinski izviri, značilni za to območje.

V spodnjem toku meji na intenzivno obdelana polja in naselja, ki jih kljub protipoplavnemu zaščiti občasno poplavlja. V spodnjem toku se vanjo izlivajo potoki z Murskega polja ter Ljutomersko-ormoških goric (Roškar, 2007).



Slika 2: Zgornji del reke Ščavnice



Slika 4: Srednji del reke Ščavnice



Slika 3: Spodnji del reke Ščavnice



Slika 5: Prehod reke Ščavnice v Gajševsko jezero



Slika 6: Reka Ščavnica pred izlivom v reko
Muro

4.2 GEOLOŠKA PODLAGA

Pleistocenske terase imajo rahlo jamasto površje, na katerem se nahajajo žepi ali plitvejše kotanje iz peska. Višji predeli ob Ščavniki dolini z ravnimi in viskoležečimi terasami vsebujejo prod centralno-alpinskega ostanka, v katerem po daljšem transportu prevladuje kremen, ki je močno pomešan z glino ali ilovico, in ponekod najdemo območja čiste gline ali ilovice. Nižji predeli (območja obdelave) sodijo v mlajši pleistocen ali holocen (Šlebinger, 1968).

4.3 PEDOLOŠKA SESTAVA

Tla ob Ščavnici so nastala na meljasti in glinasti ilovici. Zaradi velike vlažnosti je na njih nastal srednje močan in močan mineralni hipoglej. Vzdolž ščavniki doline prevladujejo oglejena tla. Na murski ravnični prevladujejo obrečna tla. Na Slovenskih goricah, ki obdajajo Ščavniki dolino pa pokrivajo psevdooglejena tla in sprana rjava tla na laporju. Na Radgonsko-kapelskih goricah najdemo še evtrična rjava tla na laporju (Fridl in sod. 1996).

Splošna razporeditev najbolj razširjenih kamnin je torej silikatni prod na ravnini (ob Muri), glina na robu ravnine in v dolinah gričevnatega območja (Ščavniška dolina), ter pesek in lapor v gričevju (Slovenske in Radgonsko-kapelske gorice) (Fridl in sod., 1996).

Ščavniška dolina je primerna za mokre travnike, zato so mineralne hipogleje meliorirali in na njih prevladujejo njive. Ob Ščavnici so obrečna, globoko oglejena tla, največji del pokriva srednje močan mineralni hipogej, le v potokih se pojavljajo močni mineralni hipogleji s prodom v globini. Zastajanje vode v profilu prsti pogojujeta relief in meljasta frakcija, kar onemogoča prezračenost in propustnost prsti, zato lahko v naravnem okolju brez hidromelioracij uspevajo le hidrofilne vrste (Vovk, 1996).

4.4 RAZDELITEV IN ZNAČILNOSTI POKRAJINSKOEKOLOŠKIH ENOT

Območje, po katerem teče Ščavnica (po Brečko in sod, 1996) lahko razdelimo na:

- Logi ob Muri,
- Mursko polje,
- Ščavniška dolina,
- Osrednji in vzhodni del Slovenskih goric,
- Ljutomersko-ormoške gorice,
- Radgonsko-kapelske gorice.

4.4.1 Logi ob Muri

Enota obsega del poplavne ravnice ob Muri med Vučjo vasjo in Razkrižjem z značilnimi logi, vlažnimi ekotopi, bogato floro ter favno. Ta najmlajši del ravnine holocenske starosti ločuje od terase murskega polja neizrazita ježa. Sestavlja jo obrečna tla in obrečna srednje globoka do globoko oglejena tla. Enota je zaradi stalne izpostavljenosti poplavam ostala neposeljena.

4.4.2 Mursko polje

Do 5 km široka rečna terasa iz Würmske ledene dobe na desni stani Mure se ob reki navzdol znižuje in potone pod mlajše naplavine Mure in Ščavnice. V podlagi je zgrajena iz fluvioglacialnega proda Mure, ob sotočju Mure in Ščavnice pa iz debelih glinastih plasti, kjer je zaradi slabše rodovitnosti in mokrotnosti še danes precejšen del ravnega površja ostal pod gozdom.

Značilna sta gosta ruralna poselitev in intenzivnost poljedelstva, enota obsega tudi večji del mesta Ljutomer, kjer je večina industrijskih in obrtnih obratov lociranih na severnem delu mesta. Na Cvenu in v Noršincih so velike prašičje farme z izrazitimi negativnimi vplivi na okolje.

4.4.3 Ščavniška dolina

Ravnica ob Ščavnici je holocenskega nastanka, kjer prevladuje srednje močen do močno mineralni hipoglej. Ščavniška dolina in skoraj 1 km široko dolinsko dno, ki je zaradi ilovnate naplavine mokrotno. Z obsežnimi melioracijami se je v zadnjih letih zmanjšala nevarnost poplav in so se pridobile nove obdelovalne površine, vendar so bila hkrati uničena ekološko pomembna mokrišča in drugi vlažni ekotopi. Poselitev je redka, zaradi nekdanjih pogostih poplav pa so naselja na nekoliko višjih terasah na obrobju doline. Zaradi regulacij so samočistilne sposobnosti voda manjše, obremenjenost pa je predvsem zaradi intenzivnosti kmetijstva občasno tudi kritično visoka.

4.4.4 Slovenske gorice

Zgrajene so iz neogenskih usedlin (peski, gline, laporji), ki so slabo odporne proti delovanju zunanjih sil. Njihova slaba lastnost je močno preperevanje, zato se zaradi površinskega spiranja v nižjih legah kopičijo debele plasti gline. Dežnica in snežnica odtekata večinoma površinsko v doline in grape, zato so tla tu vlažna in slabo prezračena,

za potrebe kmetijstva pa večinoma meliorirana. V dolinah prevladujejo pašniki in njive, nad dolinskim dnom sadovnjaki, nad njimi pa vinogradi. Prevladujoče obremenjevanje predstavlja intenzivno kmetijstvo (Gregorc, 2006).

4.4.5 Ljutomersko-ormoške gorice

Obsega gričevje med Ljutomerom in Ormožem, ki je po zgradbi, pokrajinskih značilnostih in obliku poselitve precej podobno Slovenskim goricam. Obremenjenost prsti je zaradi vinogradništva močna, stopnja ranljivosti pa visoka. Zgrajene so iz distirčnih in evričnih rjavih prsti in psevdogleja.

4.4.6 Radgonsko-kapelske gorice

Območje je tipično izoblikovano v vinogradniške gorice. Poselitev je redka in ni industrijskih in drugih avtohtonih obremenjevalcev okolja.

4.5 OPIS ŠČAVNICE

4.5.1 Regulacija Ščavnice

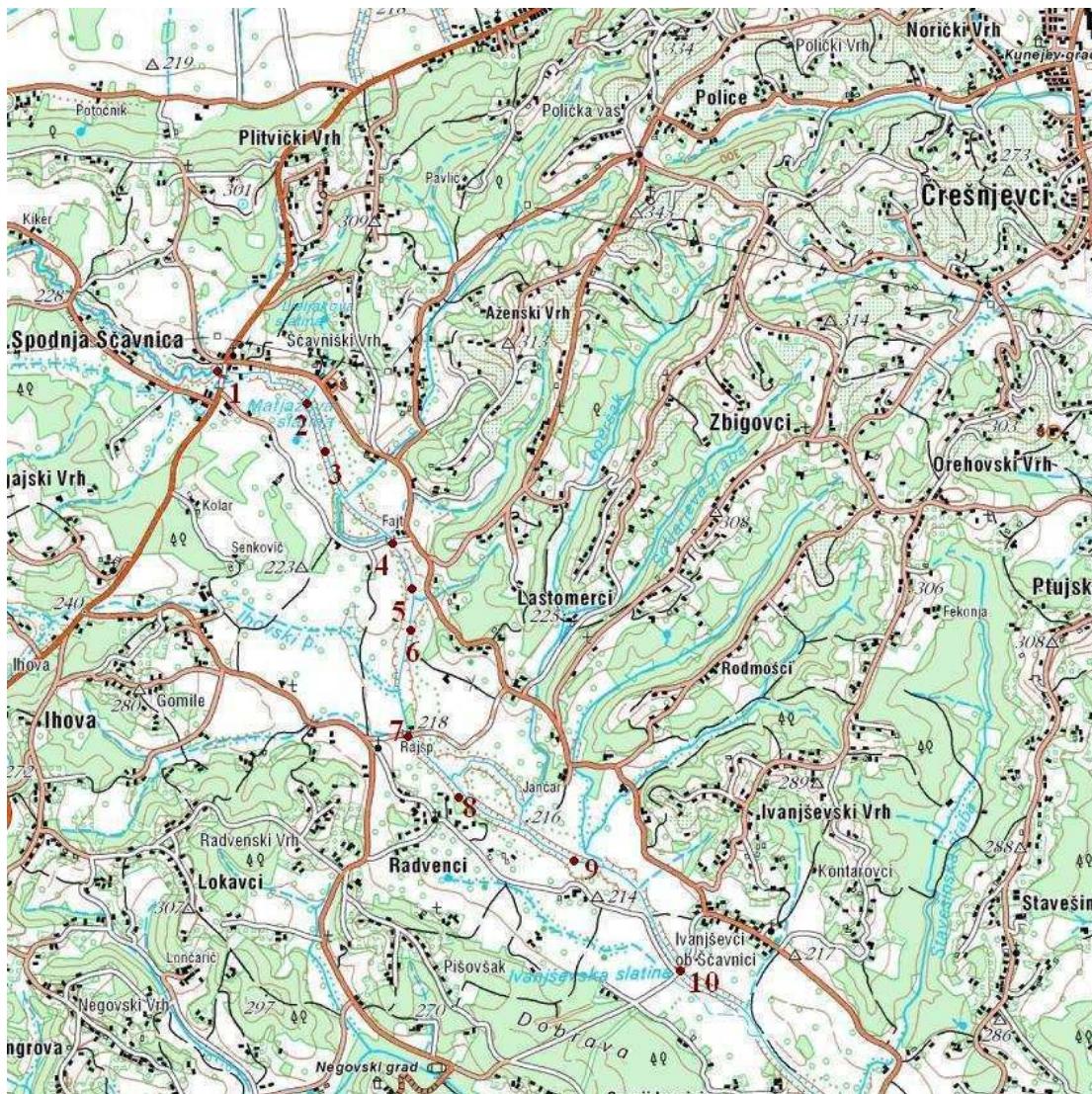
Od kraja Spodnja Ščavnica do izliva v Muro pri kraju Gibina (spodnji in srednji tok) je reka v dolžini 40-ih kilometrov regulirana. Za reguliran del je značilen pravilen geometrijski potek - izravnana struga, pravilni zavoji, poenoten strmec, ter umetni pragovi za premagovanje višinskih razlik. Struga je poenotena, obrežni pas avtohtonih lesnih in drugih rastlin je odstranjen. Rečni breg je utrjen z lomljenim kamnom.

Na posameznih odsekih (med Precetinci in Gajševci, ter med Grabami in Ljutomerom) so zgrajeni visoko-vodni nasipi, v katerih se ob obilnem deževju nivo vode močno dvigne. Rečni breg je vzdrževan z redno košnjo brežine. Mestoma se zaradi zanemarjanja košnje pojavljajo pionirske vrste - zelnate trajnice. Pri kraju Gajševci je zaradi zajezitve reke

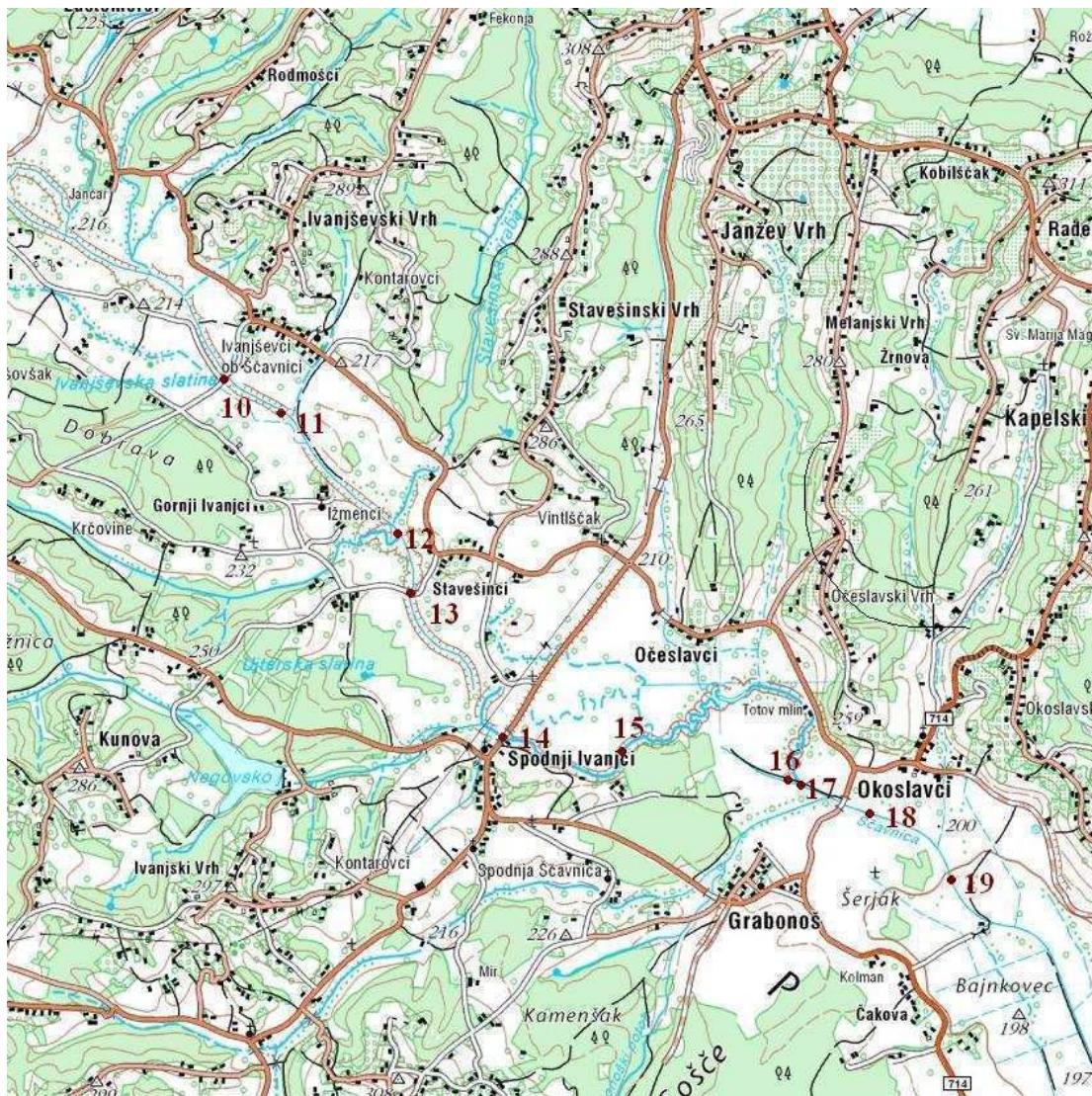
nastalo jezero veliko 66 ha, ki se po kraju imenuje Gajševsko jezero. Jezero je plitvo in z zamuljenim dnom, kar daje jezeru rjavkasto barvo in motnost. Od okolice ločeno z visokimi nasipi, utrjeni z lomljenim kamnom in mrežo iz žice. Na severnem delu in ob stiku reke z jezersko površino, je prehod v vodo poraščen z gozdom in z močvirskimi rastlinami.

Ščavnica od akumulacijskega jezera teče med ravinskimi polji in se pred Ljutomerom razcepi, južni razcep ima funkcijo razbremenilnika. Razcepa se združita v Babjem ložič-u (nižinski gozd). Nekaj metrov za združitvijo odcepov se v Ščavnico iztekajo odpadne vode iz čistilne naprave mesta Ljutomer. Do kraja Razkrižje je reka regulirana. Ščavnica od tam naprej do izliva v reko Muro, velja za sonaravno urejen vodotok. Pri toku skozi nižinski poplavni gozd se reka razširi, bregovi so peščeni in neutrjeni.

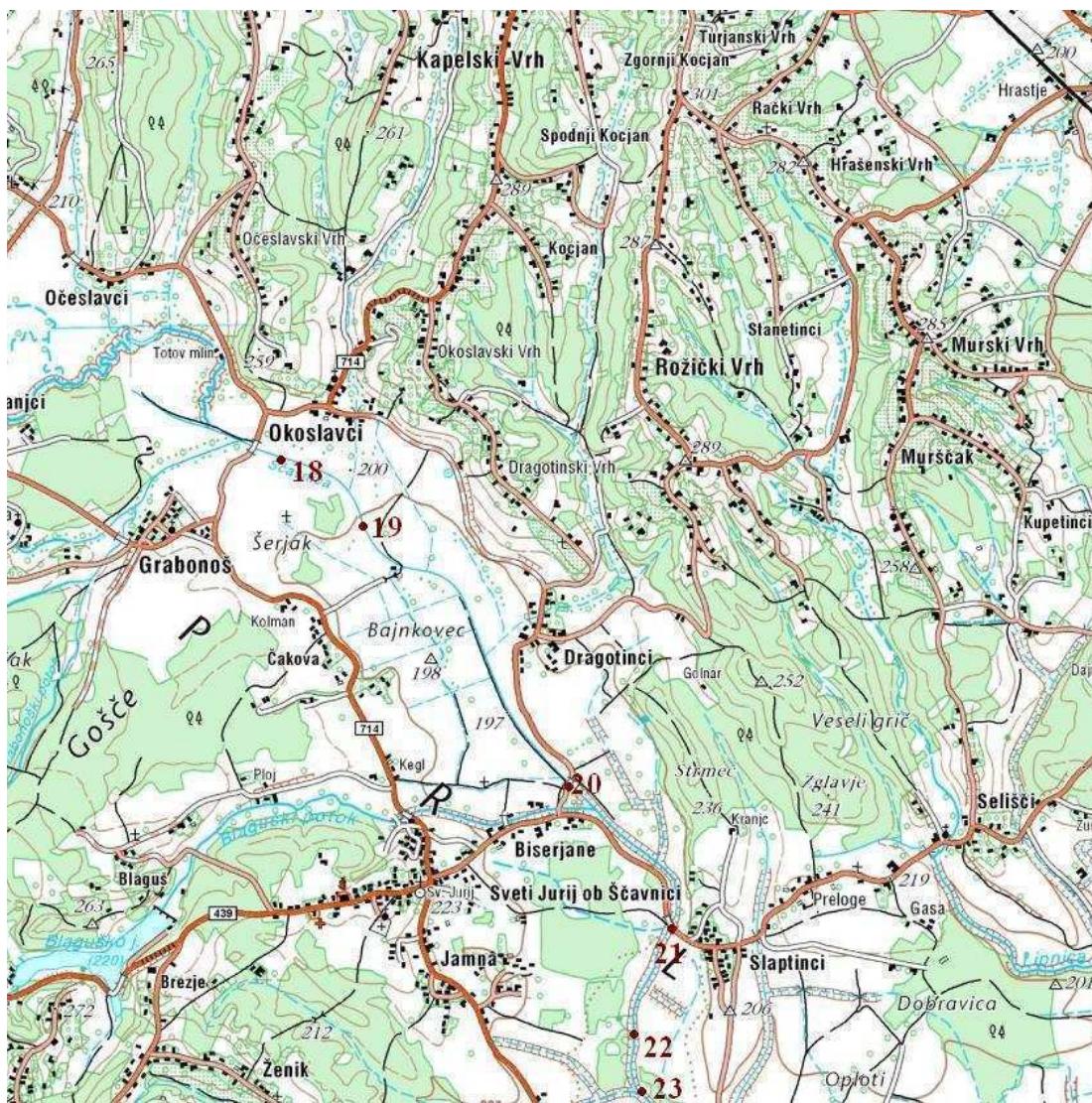
4.6 ZEMLJEVIDI IZBRANEGA OBMOČJA



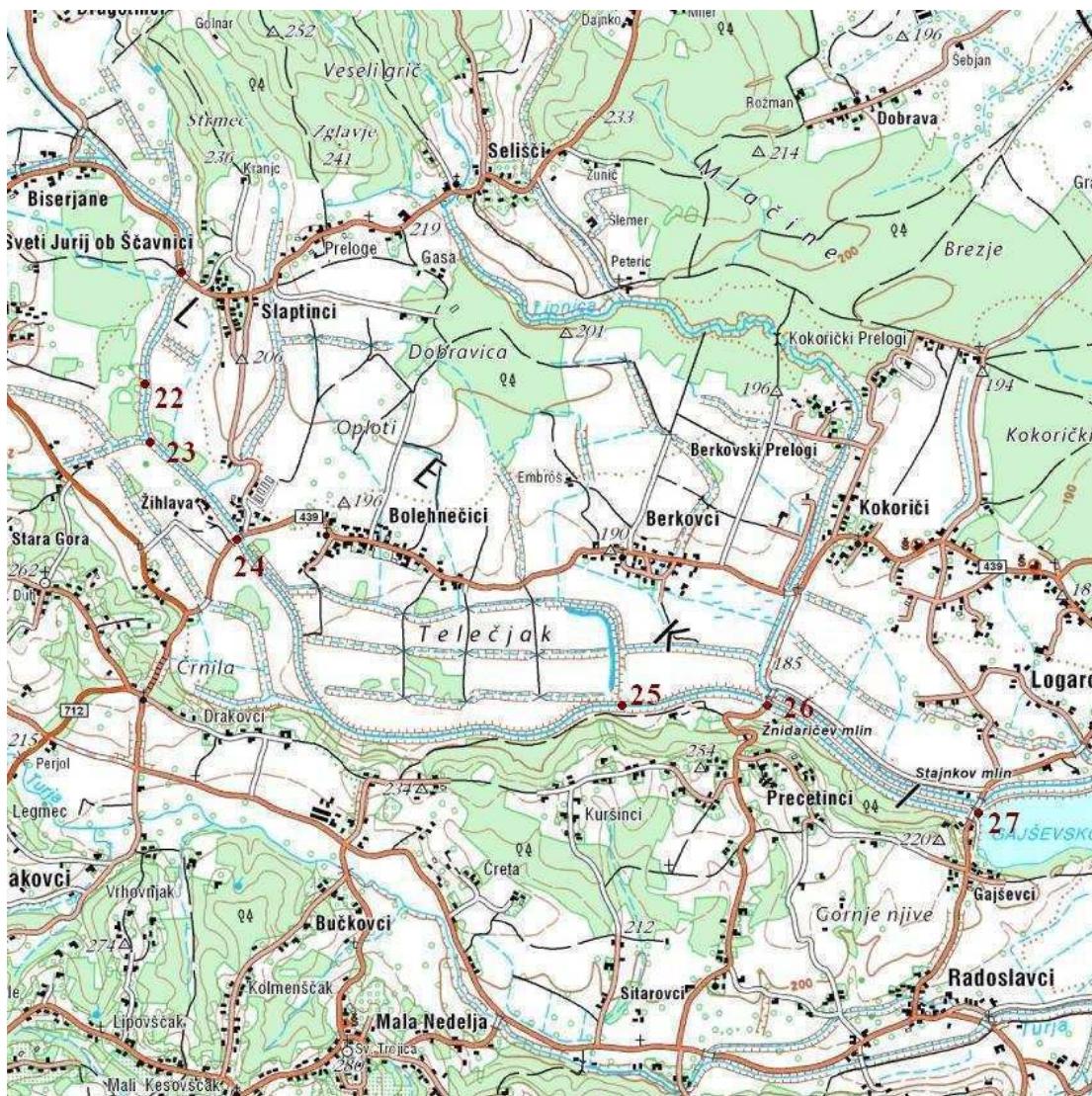
Slika 7: Zemljevid dela Ščavnice z označenimi odseki (vir: Geopedia.si, 1:25 000)



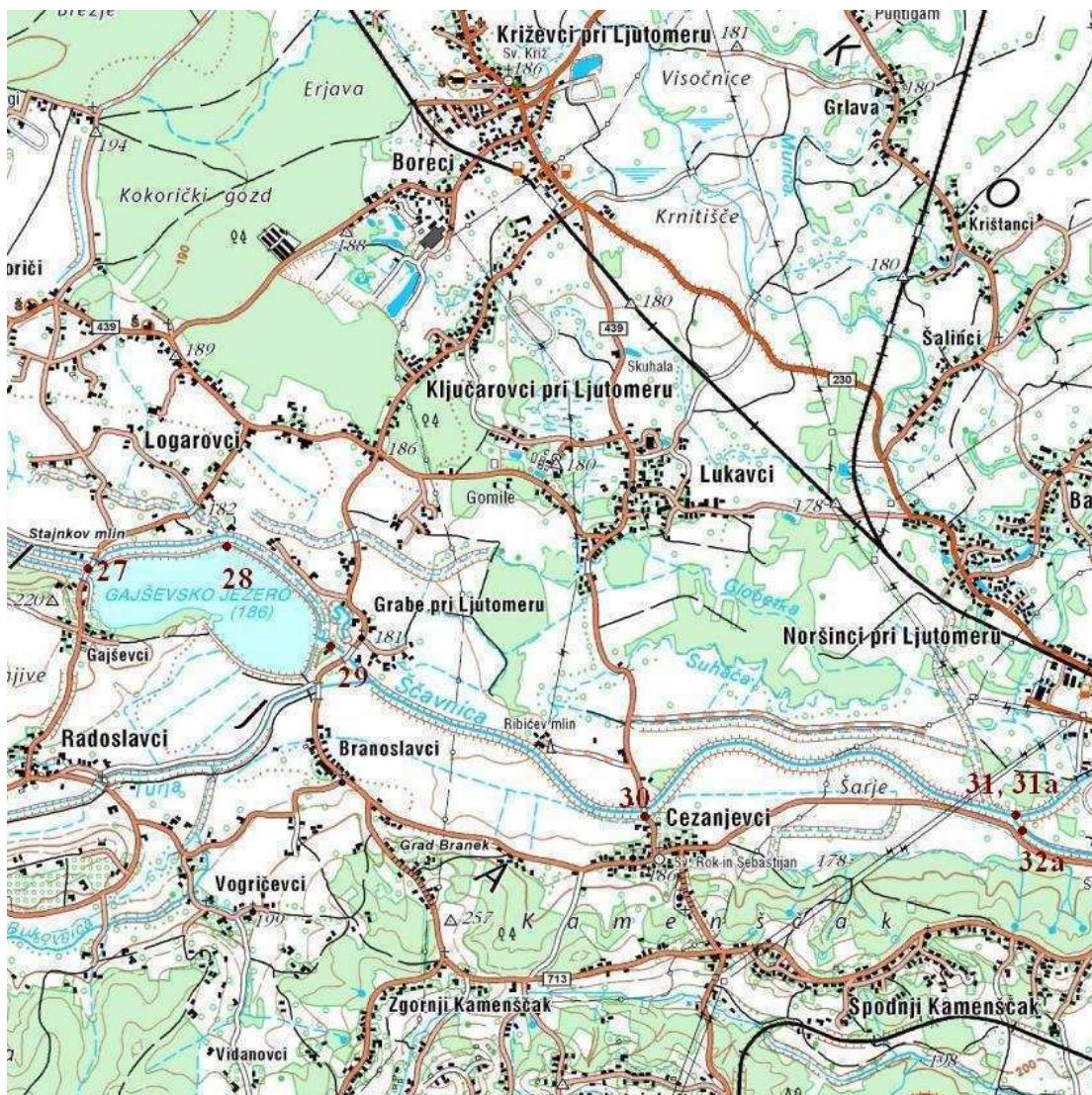
Slika 8: Zemljevid dela Ščavnice z označenimi odseki (vir: Geopedia.si, 1:25 000)



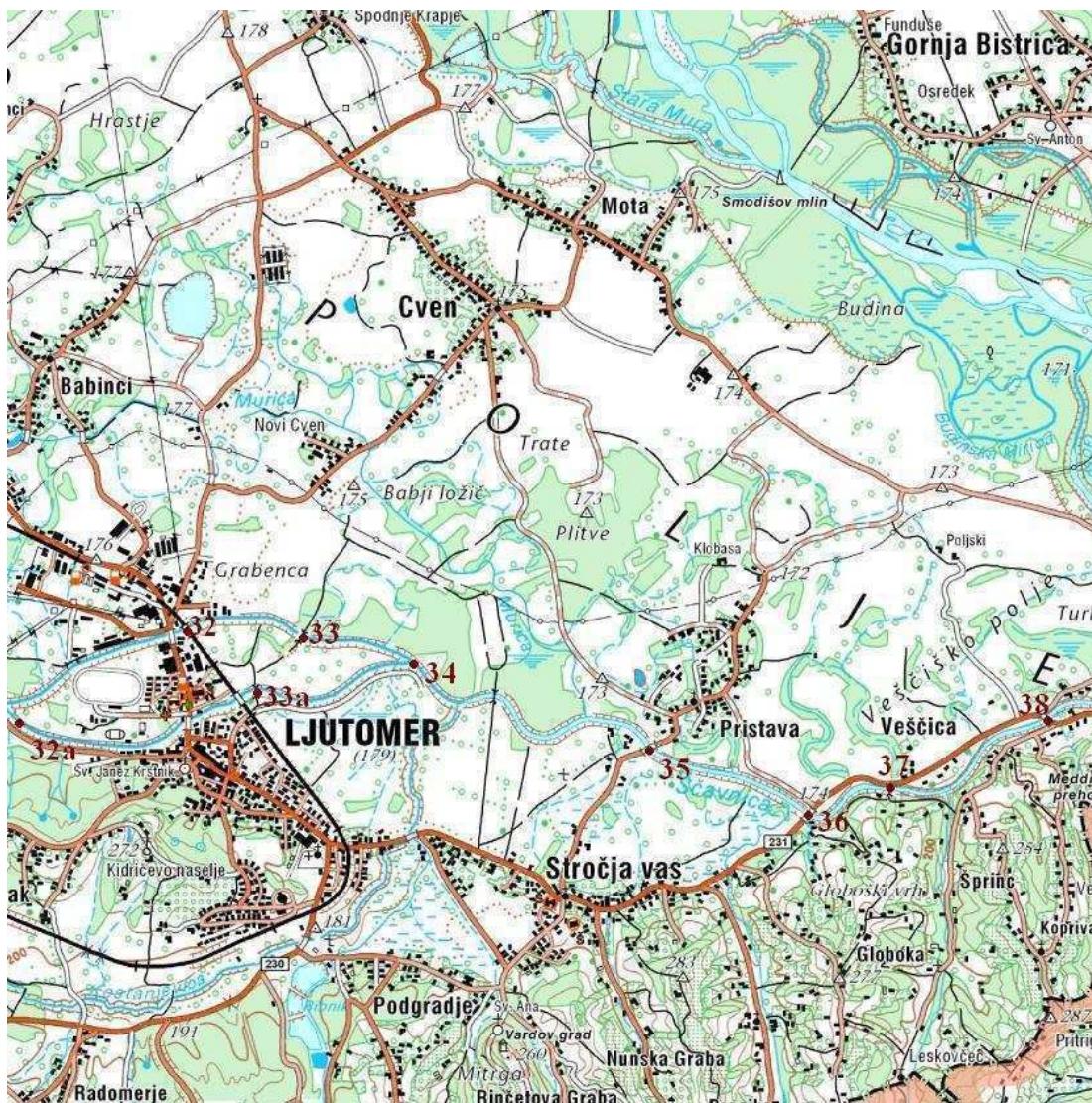
Slika 9: Zemljevid dela Ščavnice z označenimi odseki (vir: Geopedia.si, 1:25 000)



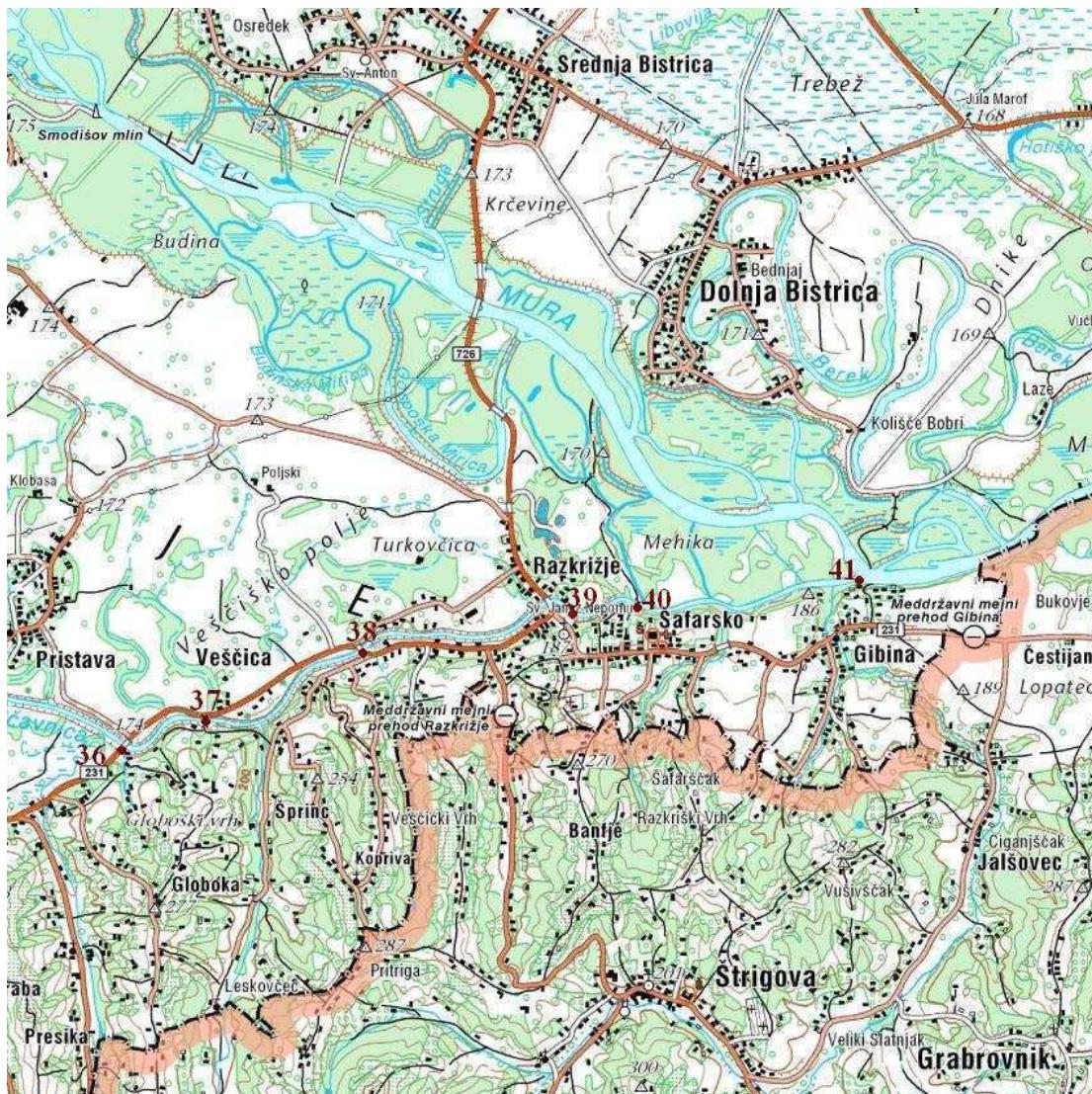
Slika 10: Zemljevid dela Ščavnice z označenimi odseki (vir: Geopedia.si, 1:25 000)



Slika 11: Zemljevid dela Ščavnice z označenimi odseki (vir: Geopedia.si, 1:25 000)



Slika 12: Zemljevid dela Ščavnice z označenimi odseki (vir: Geopedia.si, 1:25 000)



5 METODE DELA

5.1 DELO NA TERENU

5.1.1 Fizikalne in kemijske analize vode

Na Ščavnici smo izbrali deset vzorčnih mest. V letu 2006 smo v vegetacijski sezoni dvakrat (v mesecu juniju in avgustu) na desetih izbranih vzorčnih mestih izmerili fizikalne in kemijske parametre. Na terenu smo izmerili temperaturo vode, pH vode, prevodnost, koncentracijo raztopljenega kisika in nasičenost s kisikom. Ob izvajanjju meritev smo na istih vzorčnih mestih vzeli tudi vzorce vode za kemijske analize. V laboratoriju smo določili koncentracijo nitratnih ionov (NO_3^-) z metodo z natrijevim salicilatom in koncentracijo ortofosfatnih ionov (PO_4^{3-}), z metodo z amonmolibdatom.

5.1.2 Širša okoljska ocena vodotoka

S pomočjo satelitskih posnetkov območja merila 1: 11000, zemljevida merila 1: 50000 in GPS-a, smo vodotoke razdelili na posamezne odseke. Začetek novega odseka smo določili na podlagi očitnih sprememb v samem vodotoku, v kolikor so se pojavile (gostota in vrstna sestava makrofitov, prisotnost in gostota obrežne vegetacije, zaledje, spremembe struge...). V primeru, da očitnih sprememb ni bilo, smo točko določili na razdalji približno 500 m, zraven orientacijske točke (križišče, most, sotočje...). S pomočjo po Petersonu prirejene RCE metode (Germ in sod. 2000, Urbanič in Toman, 2003), smo za vsak odsek določili širšo okoljsko oceno. RCE metoda je izdelana za ocenjevanje fizičnega in biološkega stanja majhnih vodotokov v nižinski kmetijski pokrajini. Metoda omogoča hitro oceno in primerjanje med posameznimi odseki istega vodotoka ali med različnimi vodotoki. Prirejena RCE metoda temelji na dvanajstih značilnostih vodotoka, ki definirajo obrežni pas, morfologijo struge in zaledje. Za vsako od dvanajstih značilnosti izberemo en od štirih možnih opisov, ki mu pripada določeno število točk. S seštevkom točk vseh dvanajstih značilnosti, ovrednotimo vodotok po razpredelnici, ki določa, v kateri kakovostni razred, od petih možnih, spada.

5.1.3 Ocena habitatnih parametrov

Po klasifikaciji CORINE smo na posameznih odsekih opredelili izrabo zemljišča na širšem območju vodotoka. Opredelili smo še ostale habitatne parametre. To so struktura brega, tip sedimenta ter hitrost toka. Vsakemu parametru in njegovim podenotam je določena številčna koda, ki omogoča lažjo obdelavo podatkov.

5.1.4 Makrofiti

V rastni sezoni 2006 smo vzdolž celotnih izbranih vodotokov popisali makrofitske vrste, nابrali smo po en primerek vsake vrste in ga herbarizirali. Na enakih odsekih, kot pri oceni okolja, smo vrste popisali in ocenili njihovo pogostost po 5-stopenjski lestvici, po metodologiji, ki sta jo opisala Pall in Janauer (1995). Po isti metodi smo določili rastne oblike rastlinskih vrst. Ob popisu smo beležili tudi pojavljanje tujerodnih invazivnih vrst na posameznih odsekih.

5.2 OBDELAVA PODATKOV

5.2.1 Fizikalne in kemijske analize vode

Rezultate smo prikazali grafično, s pomočjo programa 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 tabelo in jih grafično prikazali. Pojavljanje določenega parametra glede na celoten vodotok je prikazano v deležih. Upoštevali smo tudi dolžine posameznih odsekov, tako so deleži predstavljeni glede na dejansko dolžino vodotoka.

5.2.4 Pojavljanje in pogostost makrofitov vzdolž celotne dolžine vodotokov

Ocene prisotnosti in pogostosti makrofitov nam pokažejo razlike v razporeditvi rastlin v celotnem vodotoku. Količino interpretiramo kot masni indeks (MI), ki je z dejansko biomaso povezan s funkcijo $f(x)=x^3$. Za računanje kvantitativne pomembnosti vrste v določenem odseku, uporabimo relativno rastlinsko maso (RPM).

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

RPM_x = relativna rastlinska masa vrste x

PM_x = rastlinska masa vrste x v rečnem odseku i

L_i = dolžina rečnega odseka i

Vrste so lahko vzdolž vodotoka razporejene na dva načina:

1 – relativno homogena razporeditev ali

2 – nevezna gručasta razporeditev

Povprečni masni indeks (MMI) nam daje bolj natančno razlago porazdelitve vrst.

Pomembnost vrste prikazuje z dveh različnih vidikov:

MMT – povprečni masni indeks vrste v vseh odsekih reke (črna oznaka na grafu)

MMO – povprečni masni indeks vrste v odsekih, kjer se vrsta pojavlja (bela oznaka v grafu)

$$MMT = \sqrt[n]{\frac{\sum MI_i^3 * AL_i}{GL}}$$

$$MMO = \sqrt{\frac{\sum MI_i^3 * AL_i}{\sum_{i=x}^n AL_i}}$$

MI_i = masni indeks vrste v odseku i

AL_i = dolžina odseka i, v katerem je vrsta prisotna

GL = celotna dolžina pregledanega 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 razporeditve in višja je povprečna masa vrste v odseku. Večja kot je razlika med obema, manjše je število odsekov, v katerih je vrsta prisotna.

Razmerje masnih indeksov podaja vrednost d, ki nam pove, kolikšen je delež odsekov, v katerih je bila vrsta prisotna.

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

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 korenspodenčna analiza (CCA)

Kanonična korenspodenčna analiza nam prikaže povezavo med okoljskimi spremenljivkami in pojavljanjem ter razporeditvijo vrst. Pri kanonični korespondenčni analizi se predpostavlja, da prisotnost in številčnost vrst vzdolž okolskega gradienta sledi Shelfordovem zakonu tolerance: vsak vrsta najbolje uspeva pri določeni vrednosti spremenljivke (optimum vrste) in ne more preživeti, če so vrednosti spremenljivke previsoke ali prenizke (Shelford, 1911; Odum, 1971, cit. Po Ter Braak in Verdonschot, 1995 Canonical... Aquatic Sciences). Metoda kombinacijo okoljskih spremenljivk prikaže tako, da so niše vrst maksimalno ločene (ter Braak in Verdonschot, 1995, ter Braak 1987).

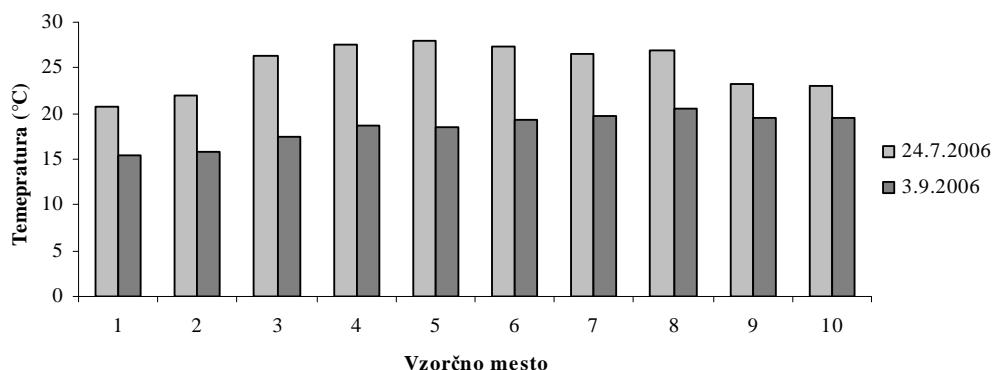
S kanonično korespondenčno analizo ugotavljamo odnos med okoljskimi dejavniki in vrstno sestavo makrofitov, med odseki reke in makrofiti ter med okoljskimi dejavniki in rečnimi odseki. Rezultati so prikazani z ordinacijskim diagramom, kjer je velikost vpliva določenega dejavnika ponazorjena z dolžino vektorja. Dejavnik najbolj vpliva na takson, ki se nahajajo vzdolž vektorja, ki ga ponazarja. Z metodo izbiranja (forward selection), ki je del programa CANOCO 4.5 (ter Braak, 1987-990), so izbrane le tiste okoljske spremenljivke, ki statistično značilno pojasnijo različnost niš različnih vrst.

Kanonična korenspodenčna analiza je direktna gradientna metoda in simultano analizira več nizov spremenljivk. V naši analizi gre za primerjavo dveh matrik, in sicer so v matriki Y podatki o številčnosti posamezne vrste na posameznem odseku in v matriki X dejavniki okolja na posameznem odseku.

6 REZULTATI

6.1 FIZIKALNE IN KEMIJSKE ANALIZE VODE

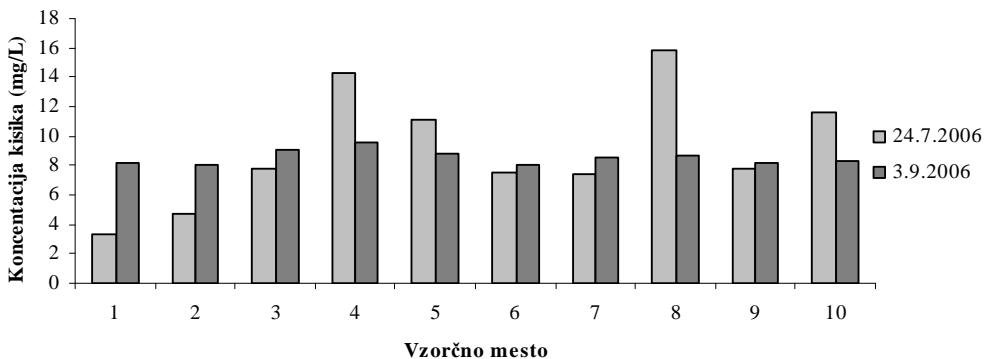
6.1.1 Temperatura vode



Slika 14: Temperatura vode

Meritve temperature se glede na čas merjenja razlikujejo, meseca julija so bile višje. V septembru so bile temperature nižje predvsem zaradi tega, ker sem merjenje izvajala nekaj dni po obilnem deževju. V obeh primerih so bile meritve na prvih dveh merilnih mestih najnižje. Prvo merilno mesto in tok reke do tam je osenčen. Drugo merilno mesto sicer ni osenčeno, je pa struga reke do tega merilnega mesta osenčena z neprekinjeno avtohtonou obrežno vegetacijo. Temperatura vode se spet zniža na zadnjih dveh merilnih mestih. Merilno mesto 9. po vrsti ima nižje temperature vode zaradi zoženja struge in gozda v okolici merilnega mesta. K nižji temperaturi prispevajo tudi vodotoki iz bližnjih Ljutomersko-ormoških goric, ki imajo osenčene struge. Zadnje merilno mesto je bilo tik pred izlivom reke v Muro na kraju, kjer ima reka naraven tok. Zaledje reke je obraščeno z močvirnimi vrstami in gozdom.

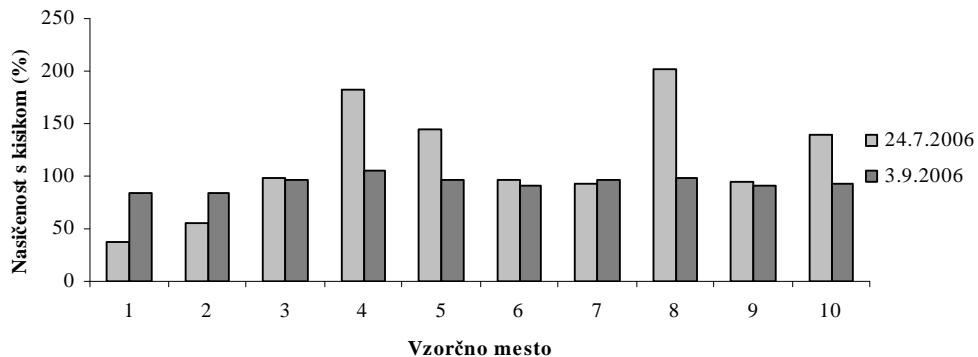
6.1.2 Koncentracija kisika



Slika 15: Koncentracija kisika

Koncentracije kisika ob prvem merjenju se precej razlikujejo, na kar vpliva veliko dejavnikov. Na prvem in drugem merilnem mestu je koncentracija kisika nizka, ker v samem zgornjem delu vodotoka najdemo zelo malo makrofitov. Ponovno znižanje se pojavi na 6. in 7. merilnem mestu, kjer je reka že umirjena in se steka v Gajševsko jezero (6. merilno mesto) in izteka iz jezera (7. merilno mesto). Jezero je plitvo vendar zamuljeno, z malo rastja ob samem robu, v jezeru je tudi veliko rib, ki dodatno porabljajo kisik. Nižje koncentracije kisika so tudi na 9. merilnem mestu, ki je nekaj kilometrov oddaljeno od spusta odpadnih vod iz čistilne naprave. Ker je struga tam globlja je tudi osvetljenost struge manjša in je tam tudi manj vodne vegetacije. Ob drugem merjenju se koncentracije kisika bistveno ne razlikujejo.

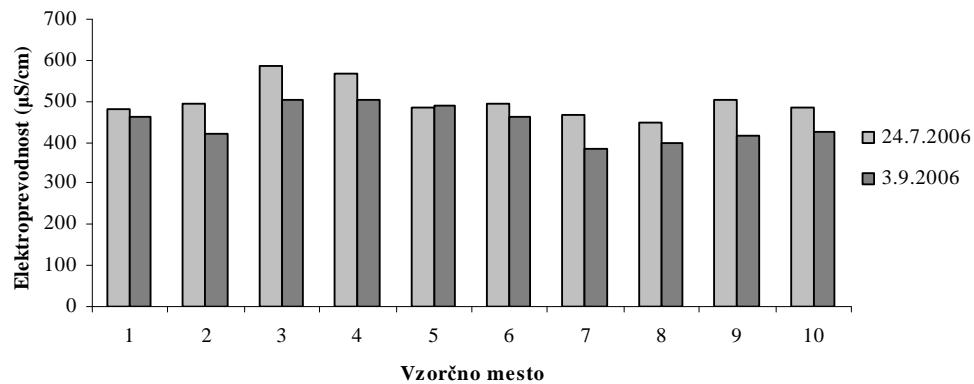
6.1.3 Nasičenost s kisikom



Slika 16: Nasičenost s kisikom

Nasičenost s kisikom pri prvem merjenju najbolj variira, drugo merjenje se med vzorčnimi mesti ne razlikuje bistveno, kar je posledica deževja in zelo podobnih temperatur med vzorčnimi mesti. Prvo vzorčno mesto ima najnižjo nasičenost s kisikom, ker so temperature bile tam nižje, vodotok pa je v zgornjem toku reven z makrofiti, ker je tam naravna struga in obrežni pas neprekinjen, kar vpliva tudi na osenčenost struge v zgornjem toku. Koncentracija kisika je povečana pred vtokom čistilne naprave v reko (8. vzorčno mesto) in se bistveno zmanjša na vzorčnem mestu po iztoku iz ČN Ljutomer.

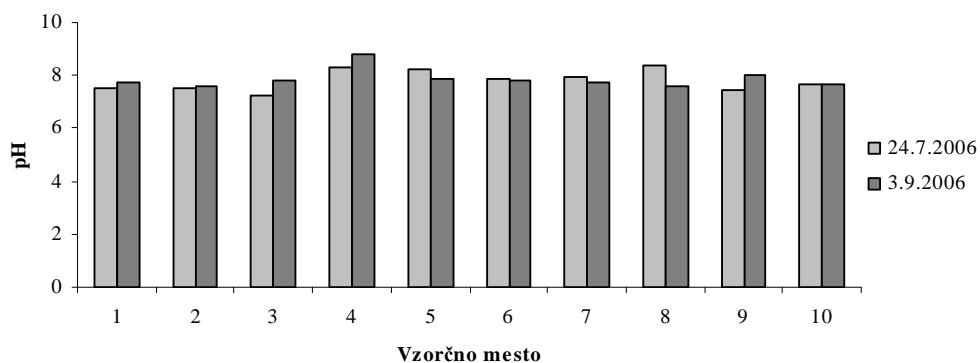
6.1.4 Električna prevodnost



Slika 17: Električna prevodnost

Višje vrednosti so na tretjem in četrtem vzorčnem mestu, na tem odseku se v Ščavnici pojavljajo izviri mineralne vode. Vzorčna mesta se med sabo ne razlikujejo bistveno. Pri drugem vzorčenju smo izmerili malenkost nižje vrednosti, vendar je takratno merjenje potekalo nekaj dni za deževjem, ki je električno prevodnost znižalo.

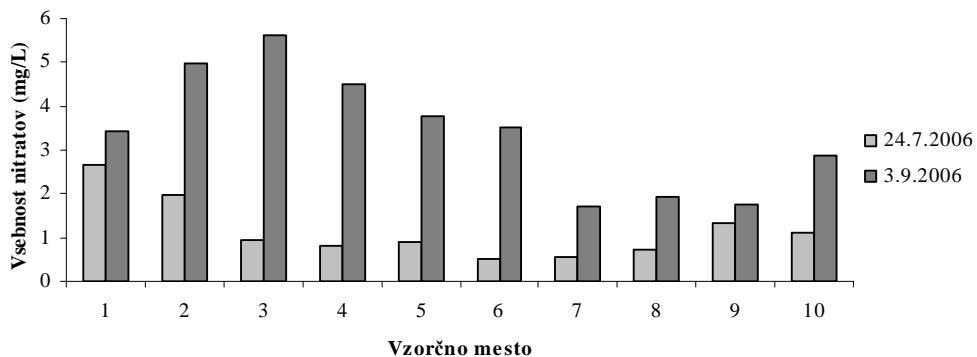
6.1.5 pH



Slika 18: pH

pH dosega vrednosti od 7,2 do 8,8. Med vzorčnimi mesti ni večjih razlik.

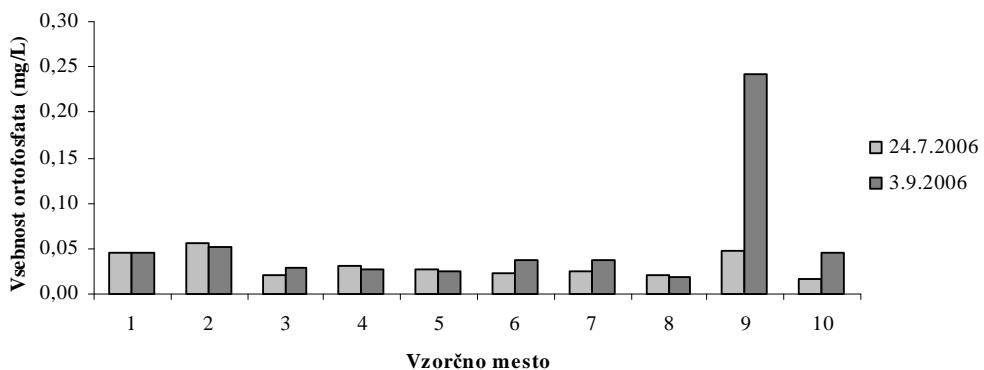
6.1.6 Vsebnost nitratov



Slika 19: Vsebnost nitratov

Vsebnosti nitratov so nizke, nekoliko višje ob drugi meritvi.

6.1.7 Vsebnost fosfatov

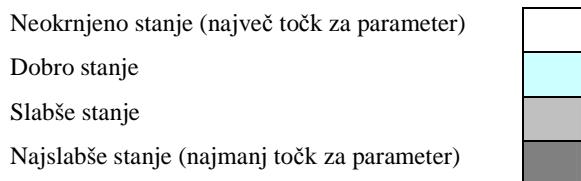


Slika 20: Koncentracija ortofosfatov

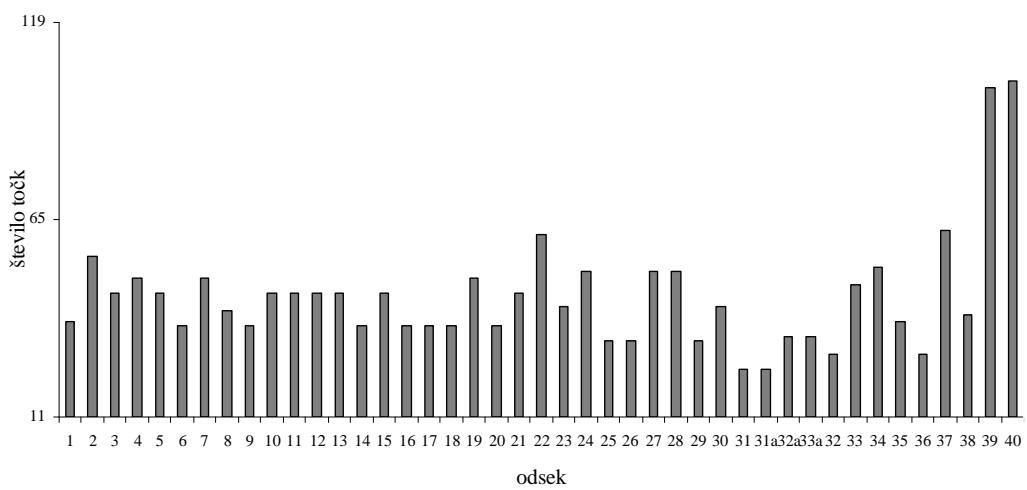
Vsebnosti ortofosfata so pri obeh meritvah višje na prvih dveh vzorčnih mestih. Pri drugem merjenju in od vseh vzorcev znatno izstopa 9. vzorčno mesto, ki se nahaja v Pristavi, kar je najverjetneje posledica odpadnih vod iz komunalne čistilne naprave v Ljutomeru.

6.2 ŠIRŠA OKOLJSKA OCENA ŠČAVNICE

| št. odseka parameter | 31 | 31a | 32a | 33a | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 |
|------------------------------|----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| izraba tal za obrežnim pasom | | | | | | | | | | | | | |
| širina obrežnega pasu | | | | | | | | | | | | | |
| sklenjenost vegetacije | | | | | | | | | | | | | |
| vegetacija obrežnega pasu | | | | | | | | | | | | | |
| zadrževalne strukture | | | | | | | | | | | | | |
| oblika struge | | | | | | | | | | | | | |
| usedline struge | | | | | | | | | | | | | |
| struktura brega | | | | | | | | | | | | | |
| spodjedanje brega | | | | | | | | | | | | | |
| dno vodotoka | | | | | | | | | | | | | |
| brzice, tolmuni, meandri | | | | | | | | | | | | | |
| detrit | | | | | | | | | | | | | |



Slika 21: Ocena posameznih okoljskih lastnosti in odsekov reke Ščavnice



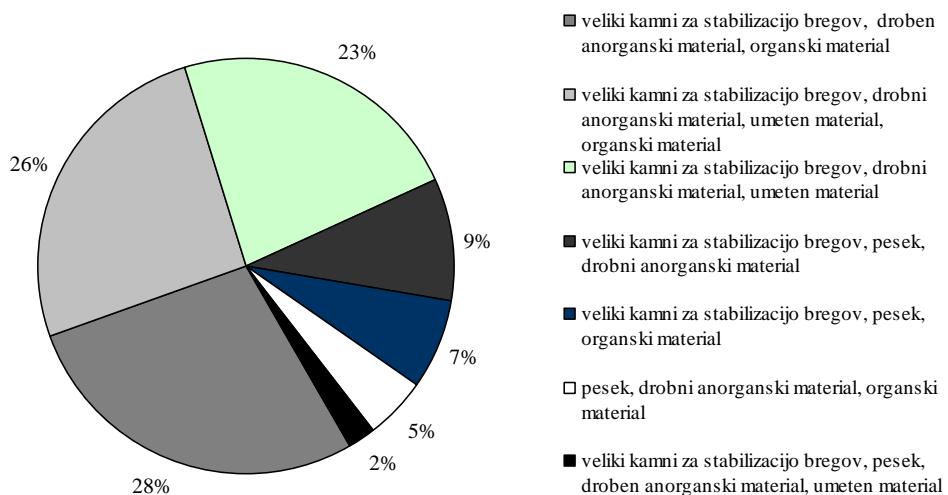
Slika 22: Število točk in kakovostni razred posameznega odseka reke Ščavnice

Ščavnica je v svojem srednjem in spodnjem toku popolnoma regulirana, zato spada v tem delu v 5. kakovostni razred (slika 22). Zaradi regulacije so parametri vegetacija pasu 0-10

m od struge, oblika struge, usedline v strugi, struktura rečnega brega, spodjetanje bregov in pojavljanje brzic, tolmunov in meandrov precej homogeni in v večini ocenjeni z najnižjo vrednostjo parametra (slika 22). Celotna pot Ščavnice je skozi obdelana polja ali travnike, le ponekod so zaplate gozdov, zato tudi so tudi učinki zaledja precej homogeni. Razlike v številu točk so tukaj le na račun zaledja in sklenjenosti obrežne vegetacije. Ščavnica v zadnjih dveh odsekih teče skozi svoje naravno okolje. V odsekih 39 in 40, čeprav ima naravno strugo in zaledje, ne doseže višjega kakovostnega razreda kot 4. Najnižje vrednosti so v odsekih 31 in 31a, kjer reka teče skozi mesto Ljutomer (slika 22).

6.3 OCENA HABITATNIH PARAMETROV

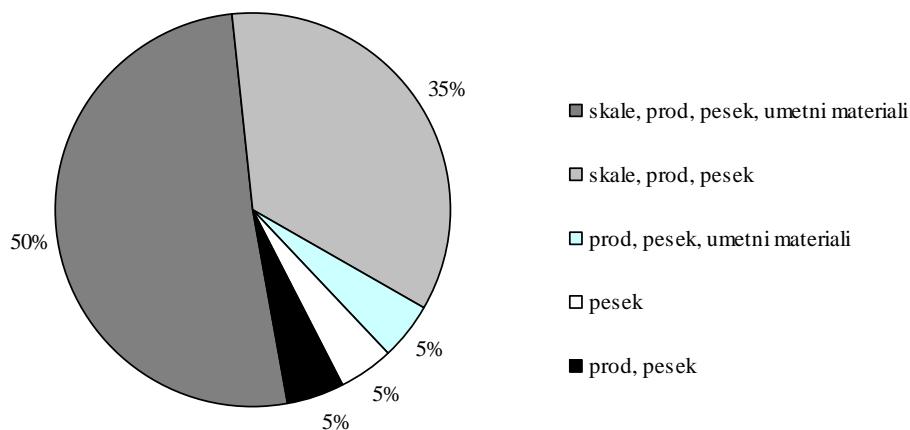
6.3.1 Struktura brega



Slika 23: Struktura brega reke Ščavnice

Ščavnica je tipičen reguliran vodotok, kar je vidno tudi pri strukturi brega (slika 23). Breg je v skoraj vseh odsekih sestavljen iz velikih kamnov oz skal, ki so namenjeni stabilizaciji bregov. V zadnjih dveh odsekih je struga naravna (5%). Breg je v večjem delu vodotoka strm. V predelu med Gajševskim jezerom in razcepitvijo reke pred Ljutomerom, pa je struga obdana z visokimi nasipi.

6.3.2 Tip sedimenta



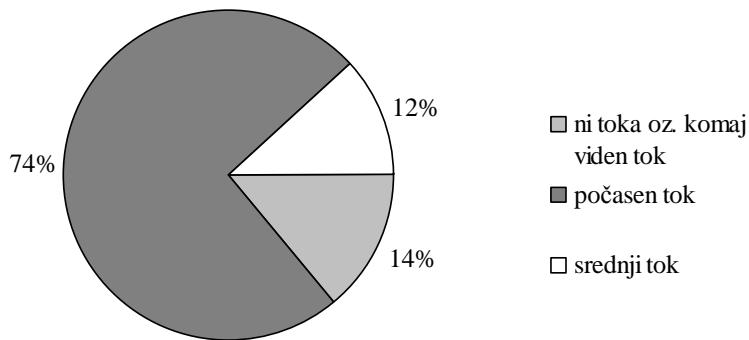
Slika 24: Struktura brega reke Ščavnice

V sedimentu reke (slika 24) prevladujejo prod, pesek, detrit in droben anorganski material, ki se v pojavljajo po celotni dolžini in predstavljajo osnovo za substrat. Detrit in droben anorganski material, se pojavlja po celotni dolžini reke, zato nista omenjena na sliki 24. Po celotni dolžini reke (85%) se posamično pojavljajo še skale, ki pa niso avtohtoni sediment, temveč so to skale, ki so namenjene za regulacijo reke. Umetni material, se pojavlja v več kot polovici odsekov (55%). Le dva odseka sta popolnoma naravna in sicer tam prevladuje pesek, fin anorganski material in detrit.

6.3.3 Vodni tok

Hitrost vodnega toka je razdeljena na:

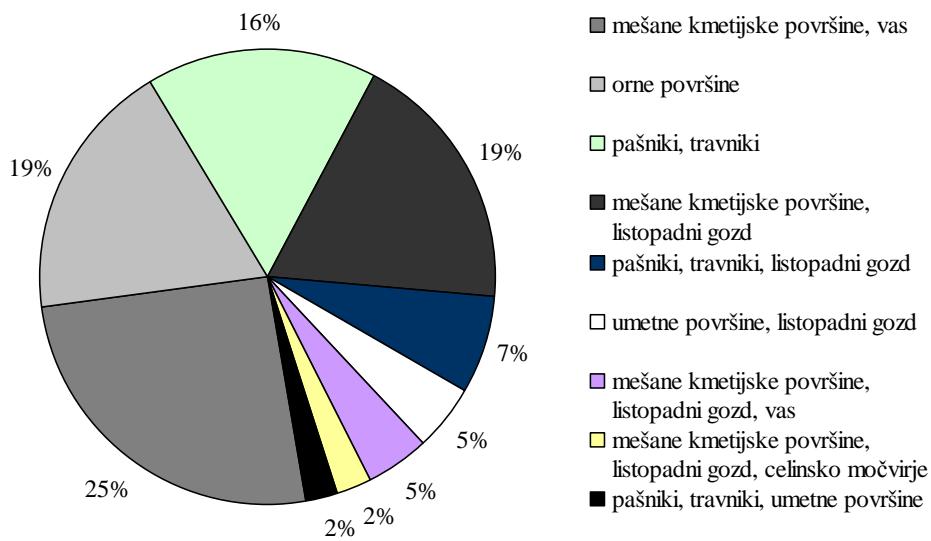
- 1 – ni toka
- 2 – počasen, komaj viden tok (do 30 cm/s)
- 3 – srednji tok (35 do 65 cm/s)
- 4 – hiter tok (več kot 70 cm/s)



Slika 25: Hitrost vodnega toka reke Ščavnice

V Ščavnici, ki je značilen nižinski vodotok po odsekih prevladuje počasen tok (slika 25), stoječi oz. komaj viden tok se pojavlja pred zaježitvami in v samem Gajševskem jezeru, ter pri izlivu v reku Muro. Malo hitrejši tok je v odsekih, ki se pojavljajo za Ljutomerom.

6.3.4 Zaledje



Slika 26: Zaledje reke Ščavnice

V zaledju Ščavnice (slika 26) prevladujejo mešane površine, ob reki je največ njiv, in travnikov, v manjšem številu pa so pašniki. Reka teče skozi kraja Ljutomer in Razkrižje, v srednjem toku so ob sami reki posamezne kmetije. Ob Ščavnici je veliko naselij, ki pa niso v neposredni bližini reke. Gozdne površine so razdrobljene in jih je malo v primerjavi s kmetijskimi površinami. Posamično se pojavi močvirje.

6.4 POJAVLJANJE IN RAZPOREDITEV MAKROFITOV

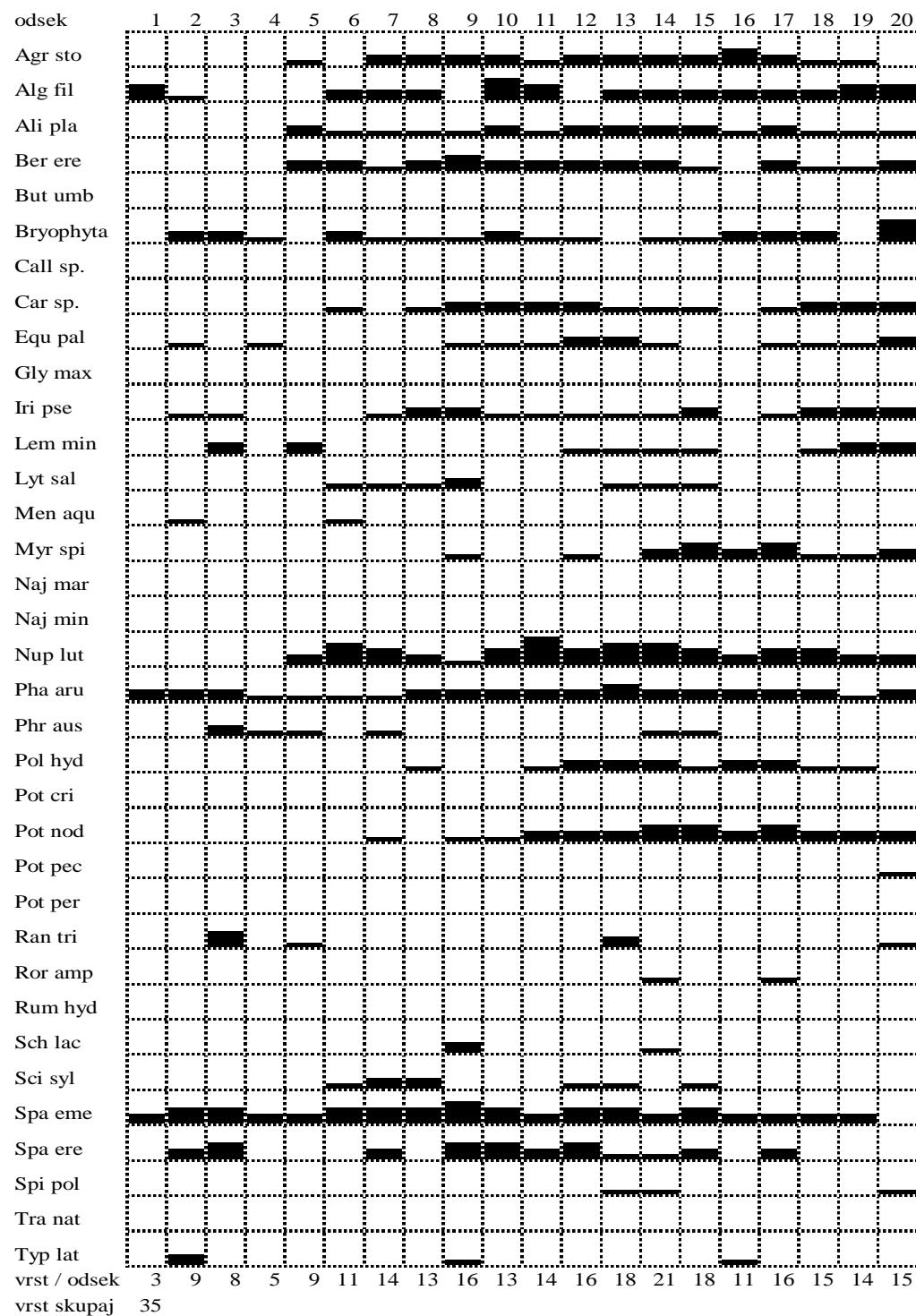
V Ščavnici smo popisali 35 rastlinskih taksonov, navedeni so v spodnji tabeli.

Preglednica 1: Seznam rastlinskih taksonov, popisanih v reki Ščavnici

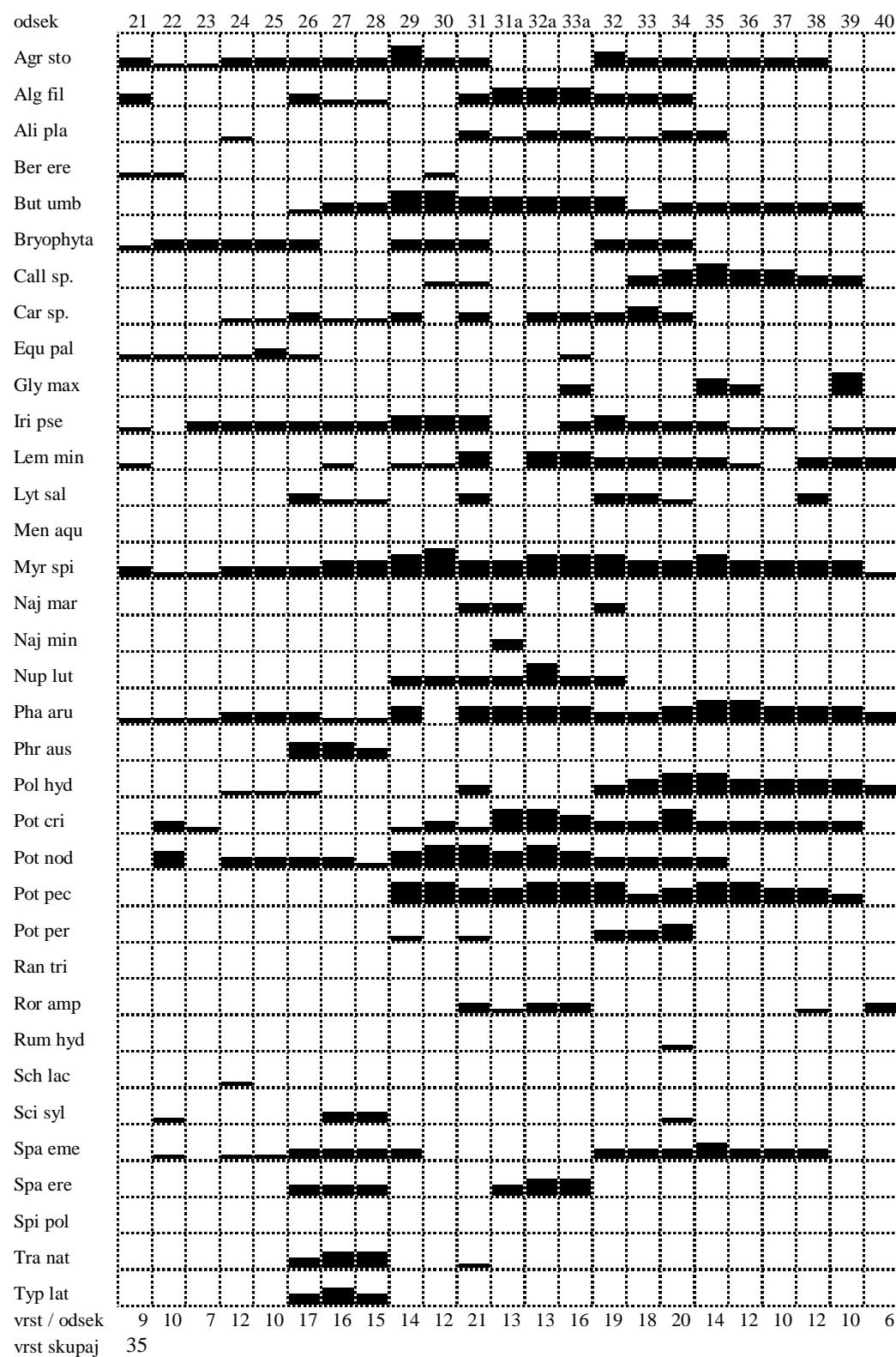
| Latinsko ime | Okrajšava | Slovensko ime | Oblika |
|--|-----------|--------------------------|--------|
| <i>Agrostis stolonifera</i> L. | Agr sto | plazeča šopulja | he |
| | Alg fil | nitaste alge | sa |
| <i>Alisma plantago-aquatica</i> L. | Ali pla | suličastolistni porečnik | he |
| <i>Berula erecta</i> (Huds) Coville | Ber ere | ozkolistni koščec | sa |
| <i>Butomus umbellatus</i> L. | But umb | kobulasta vodoljuba | am |
| Bryophyta | Bryophyta | Mahovi | sa |
| <i>Callitriches</i> sp. | Call sp. | žabji las | sa |
| <i>Carex</i> sp. | Car sp. | šaš | he |
| <i>Equisetum palustre</i> L. | Equ pal | močvirška preslica | he |
| <i>Glyceria maxima</i> (Hartm.) Holmb. | Gly max | velika sladika | he |
| <i>Iris pseudacorus</i> L. | Iri pse | vodna perunika | he |
| <i>Lemna minor</i> L. | Lem min | mala vodna leča | ap |
| <i>Lythrum salicaria</i> L. | Lyt sal | navadna krvenka | he |
| <i>Mentha aquatica</i> L. | Men aqu | vodna meta | he |
| <i>Myriophyllum spicatum</i> L. | Myr spi | klasasti rmanec | sa |
| <i>Najas marina</i> L. | Naj mar | velika podvodnica | sa |
| <i>Najas minor</i> All. | Naj min | mala podvodnica | sa |

| | | | |
|---|----------|-----------------------------|----|
| <i>Nuphar luteum</i> (L.) Sibith & Sm. | Nup lut | rumeni blatnik | fl |
| <i>Phalaris arundinacea</i> L. | Phal aru | pisana čužka | he |
| <i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin ex Steud. | Phr aus | navadni trst | he |
| <i>Polygonum hydropiper</i> L. | Pol hyd | poprasta dresen | he |
| <i>Potamogeton crispus</i> L. | Pot cri | kodravi dristavec | sa |
| <i>Potamogeton nodosus</i> Poir | Pot nod | kolenčasti dristavec | fl |
| <i>Potamogeton pectinatus</i> L. | Pot pec | češljasti dristavec | sa |
| <i>Potamogeton perfoliatus</i> L. | Pot per | preraslistni dristavec | sa |
| <i>Ranunculus trichophyllum</i> Chaix | Ran tri | lasastolistna vodna zlatica | sa |
| <i>Rorippa amphibia</i> (L.) Besser | Ror amp | prava potočarka | he |
| <i>Rumex hydrolapathum</i> Hudson | Rum hyd | konjska kislica | he |
| <i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) Palla | Sch lac | jezerski biček | he |
| <i>Scirpus sylvaticus</i> L. | Sci syl | gozdni sitec | he |
| <i>Sparganium emersum</i> Rehman | Spa eme | enostavni ježek | he |
| <i>Sparganium erectum</i> agg. | Spa ere | pokončni ježek | he |
| <i>Spirodela polyrhiza</i> (L.) Schleid. | Spi pol | navadna žabja leča | ap |
| <i>Trapa natans</i> L. | Tra nat | vodni orešek | fl |
| <i>Typha latifolia</i> L. | Typ lat | širokolistni rogoz | he |

6.4.1 Prisotnost in pogostosti makrofitov v Ščavnici

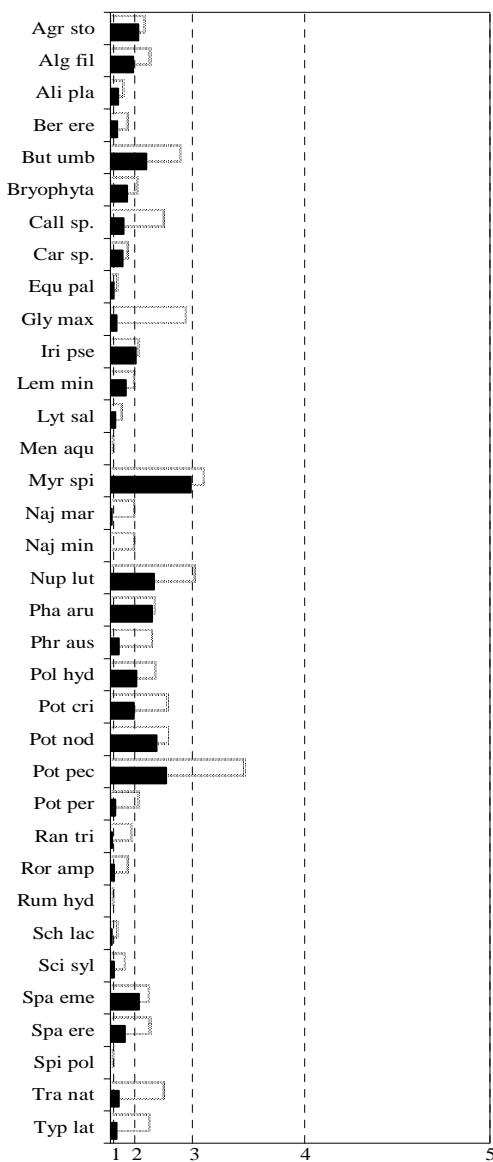


Slika 27: Razporeditev in pogostost makrofitov reke Ščavnice



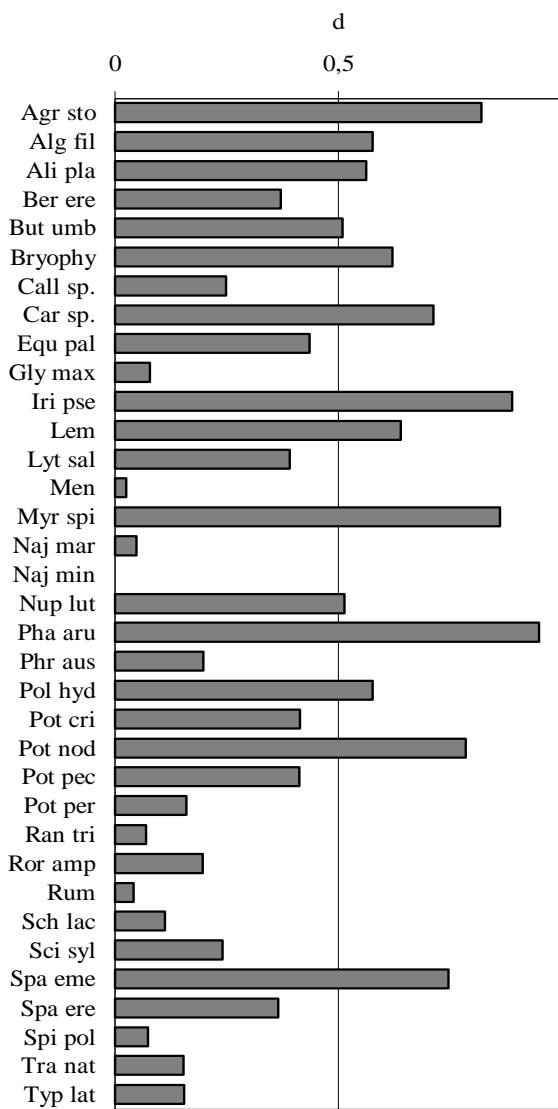
Slika 28: Razporeditev in pogostost makrofitov reke Ščavnice

V Ščavnici smo na dolžini 43800 m, popisali 35 taksonov makrofitov. Največ taksonov je bilo prisotnih v odsekih 14 in 31 (21), 34 (20), 32 (19) ter v odsekih 15 in 33 (18). Najmanj taksonov je bilo prisotnih v začetnih odsekih 1 (3) in 4 (5), struga reke je tam precej ozka in ponekod še senčena. V zadnjem odseku (40) je zaradi zamuljenosti in osenčenosti bilo najdenih le 6 taksonov. V nizkem številu taksonov izstopata tudi odseka 21 (vpliv onesnaženja iz bližnje kmetije) ter 23 (osenčenost).



Slika 29: Povprečni masni indeks posameznih taksonov reke Ščavnice (črne oznake – MMT, bele oznake – MMO)

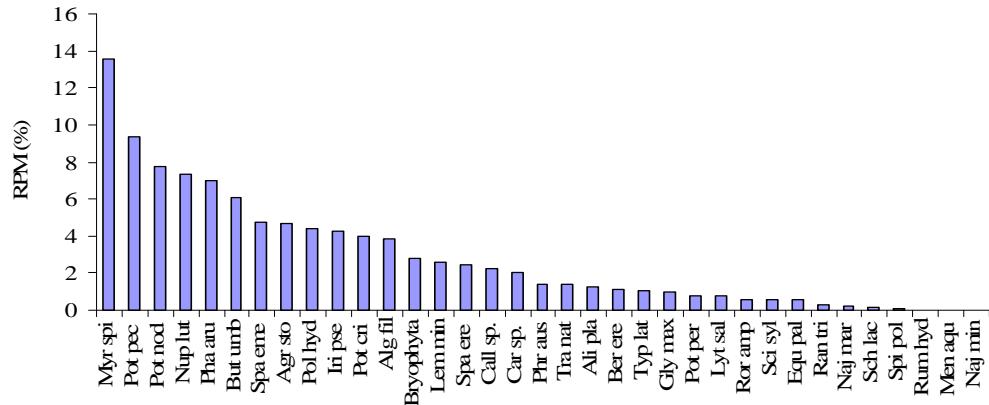
Najvišji povprečni masni indeks vrste v odsekih, kjer se vrsta pojavlja (MMO, slika 29) doseže vrsta *Potamogeton pectinatus*, sledi ji vrsta *Myriophyllum spicatum* in *Nuphar luteum*.



Slika 30: Razmerje povprečnih masnih indeksov MMT in MMO v Ščavnici

V skoraj vseh odsekih je prisotna vrsta *Phalaris arundinacea* ($d=0,94$) (slika 30), sledijo vrste *Iris pseudacorus* ($d = 0,87$), *Myriophyllum spicatum* ($d=0,85$). V več kot polovici odsekov se poleg navedenih pojavljajo še: *Agrostis stolonifera*, *Potamogeton nodosus*,

Sparganium emersum, *Carex* sp., *Lemna minor*, skupini *Bryophyta* in nitaste alge, *Polygonum hydropiper* in *Alisma plantago-aquatica*. Vrsti, ki se pojavita samo v enem odseku sta *Najas minor* in *Rumex hydrolapathum*.



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

Najvišjo relativno rastlinsko maso (RPM, slika 31) ima vrsta *Myriophyllum spicatum* (13,9%), sledijo ji vrsti *Potamogeton pectinatus* (9,5%), *Potamogeton nodosus* (7,9%).

Glede na pojavljanje makrofitov, lahko vodotok razdelimo na zgornji del (odseki od 1 do 20), in spodnji del (odseki od 20 do 40). Za zgornji del so značilne vrste *Nuphar luteum*, *Sparganium emersum* in *Berula erecta*. Te vrste se v spodnjem delu pojavljajo v manjši meri. V spodnjem delu so večinoma ukoreninjeni plavajoči in ukoreninjeni potopljeni makrofiti s prevlado roda *Potamogeton* in vrsto *Myriophyllum spicatum*. Makrofiti, ki so podobno zastopani v zgornjem in v spodnjem delu so vrste *Iris pseudacorus*, *Agrostis stolonifera* in *Phalaris arundinacea*. Med spodnjim in zgornjim delom ni bistvenih razlik v številu vrst.

6.5 KANONIČNA KORENSPODENČNA ANALIZA (CCA)

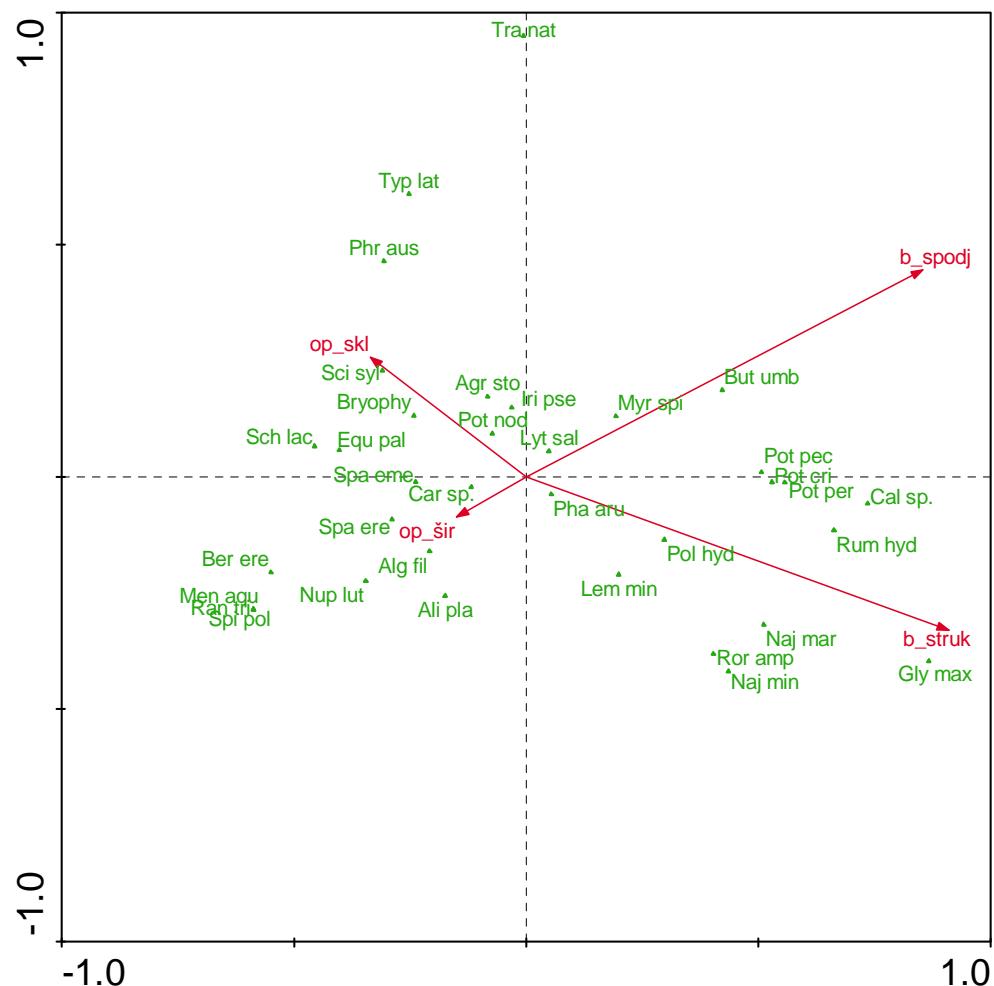
Od vseh 12 dejavnikov okolja le širje dejavniki statistično značilno pojasnijo pojavljanje in razporeditev makrofitov; struktura in spodjedanje brega, ter širina in sklenjenost obrežnega pasu.

Preglednica 2: Lastne vrednosti, kumulativni pojasnjeni odstotki varianc in koreacijski koeficienti obdelanih podatkov

| KANONIČNA OS | 1 | 2 | 3 | 4 | Skupna variabilnost |
|---|-------|-------|-------|-------|---------------------|
| Lastne vrednosti | 0.295 | 0.110 | 0.081 | 0.041 | 1.654 |
| Koreacijski koeficient taksoni - okoljske spremenljivke | 0.943 | 0.799 | 0.780 | 0.700 | |
| Kumulativni pojasnjeni odstotek variance taksonov | 17.8 | 24.5 | 29.4 | 31.8 | |
| Kumulativni pojasnjeni odstotek variance relacije takson – okolje | 56.1 | 76.9 | 92.3 | 100.0 | |

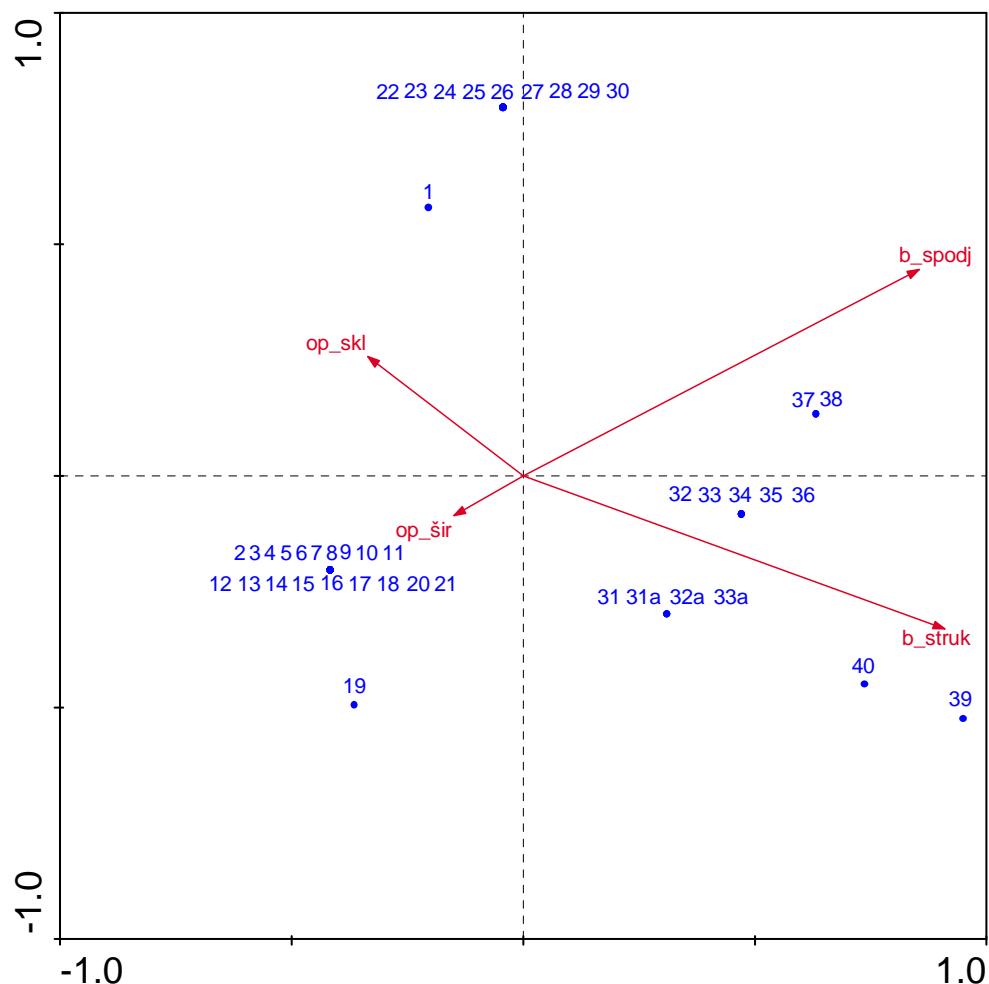
Lastna vrednost ordinacijske osi je maksimalna ločenost ekoloških niš taksonov. Najvišjo lastno vrednost in najmočnejšo smer gradiента ima prva os (0,472). S prvo osjo smo statistično značilno pojasnili 17,8% z drugo 6,7% variance taksonov (z obema 24,5%). Skupno smo z vsemi osmi pojasnili 31,8% variance taksonov. S prvo osjo smo statistično pojasnili 56,1% variance relacije takson - okolje in z drugo 20,8% variance relacije takson - okolje (skupno z obema 76,9%).

Sredine diagramov predstavljajo srednje vrednosti merjenih parametrov oz. so tu vrste, ki so evrivalentne za parametre, ki pojasnjujejo razporeditev vrst vzdolž osi,. Točke vrst na ordinacijskem diagramu ponazarjajo optimume vrst. Dolžina vektorja nam pokaže vpliv spremenljivke (najdaljša puščica - največji vpliv). Če je med vektorji, ki prikazujejo okoljske gradiente, oster kot, je korelacija med okoljskimi spremenljivkami pozitivna, če je kot top, je negativna.



Slika 32: Ordinacijski diagram z izbranimi dejavniki okolja in makrofitskimi taksoni

Iz ordinacijskega diagrama 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 brega, spodjedanje brega, širina obrežnega pasu in sklenjenost obrežnega pasu. Ostali okoljski dejavniki imajo manjši vpliv.



Slika 33: Ordinacijski diagram z izbranimi dejavniki okolja in odseki vodotokov

Vzorčna mesta, ki so v diagramu skupaj, so si podobna po vrstni sestavi, vzorčna mesta, ki so v ordinacijskem diagramu daleč narazen, so si po vrstni sestavi različna. Glede na razporeditev odsekov in podobnost med njimi je jasno viden vpliv regulacije vodotoka na homogenost odsekov.

6.6 POJAVLJANJE TUJERODNIH INVAZIVNIH RASTLIN

Melioracijski posegi, izkoriščanje gramoza in regulacije vodotokov vplivajo na obrežno vegetacijo. Vsak poseg v sklenjeno obrežno vegetacijo (to velja predvsem za ostanke nekoč obširnejših obrečnih gozdov) pomeni spremembo življenjskega prostora tamkajšnjih vrst. Poleg tega se ob vsakem posegu širijo invazivne tujerodne vrste, ki so na degradiranih rastiščih konkurenčno uspešnejše od domačih. Posledica je njihovo vrivanje v naravne sestoje obrečnih gozdov (primer: orjaška in kanadska zlata rozga (*Solidago gigantea*, *S. canadensis*), žlezasta nedotika (*Impatiens glandulifera*), rudbekija (*Rudbeckia* sp.), dresnik (*Fallopia* sp.) in druge ob vseh večjih rekah oziroma ob večini vodotokov.

Vzdolž reke Ščavnice smo popisali pet vrst invazivnih tujerodnih rastlin, navedene so v preglednici 6. Popisali smo tiste rastline, ki smo jih opazili ob reki oziroma v njeni neposredni bližini. Po večini so brežine reke bile pokošene, zato tujerodnih rastlin tam nismo mogli popisati.

Preglednica 3: Seznam tujerodnih invazivnih vrst, ki smo jih popisali ob reki Ščavnici

| Latinsko ime | Okrajšava | Slovensko ime |
|---|-----------|-------------------------|
| <i>Solidago gigantea</i> Aiton | Sol gig | Orjaška zlata rozga |
| <i>Impatiens glandulifera</i> Royle | Imp gla | Žlezava nedotika |
| <i>Fallopia japonica</i> Ronse Decraene | Fal jap | Japonski dresnik |
| <i>Rudbeckia laciniata</i> L. | Rud lac | Deljenolistna rudbekija |

Najpogosteje sta se pojavljali vrsti *Solidago gigantea* in *Impatiens glandulifera*. Prisotni skoraj po celotni dolžini vodotoka. Na p je prikazano pojavljanje posamezne tujerodne invazivne vrste na posameznem odseku vodotoka (kvadrat pod številko odseka, v katerem se določena vrsta pojavlja, je označen s križcem). V odsekih, kjer ni označene nobene rastline, so bile brežine košene.

Preglednica 4: pojavljanje tujerodnih invazivnih vrst ob reki Ščavnici.

7 DISKUSIJA

Raba zaledja in sestava rečnega brega sta parametra, ki kažeta vpliv človeka na okolico in rečno strugo. Antropogeni vpliv na hidrologijo je povezan z gradnjo jezov, hidroelektrarn in rabo vode v kmetijske namene. To se kaže v večanju produktivnosti makrofitov produktivnosti zaradi odlaganja v rodovitne usedline in izboljšane razpoložljivosti raztopljenih hrani. Degradacija naravnih habitatov je tudi vzrok za izgubo avtohtonih vrst in poselitvijo tujerodnih invazivnih vrst (Otahelova in sod., 2007). Glede na raziskave Kuharjeve in sod, 2006 so v Sloveniji reke, ki imajo močno spremenjeno rečno strugo in tiste ki tečejo skozi poseljena in intenzivno obdelana območja, v slabšem stanju in imajo nizko diverzitetno makrofitov.

Zgornji in srednji tok reke Ščavnice teče po ilovnatih tleh, ki so mokra in neprimerna za obdelovanje. S melioracijskimi posegi se je znižal nivo podtalnice, tem je bilo preprečeno poplavljjanje površin neposredno ob reki. Te površine se sedaj uporablajo v kmetijske namene prevladujejo njive, travniki, manj je pašnikov. Zaradi regulacij so samočistilne sposobnosti voda manjše, obremenjenost pa je, predvsem zaradi intenzivnosti kmetijstva, občasno tudi kritično visoka. Na pobočjih Slovenskih in Radgonsko- Kapelskih goric, ki obdajajo Ščavniško dolino prevladuje vinogradništvo in sadjarstvo. V spodnjem toku reke so tla prodnata, in so primerna za obdelovanje. Ob izlivu reke Ščavnice v reko Muro pa so tla glinena in mokrotna, tam je ohranjen nižinski vlažni gozd. Srednji in spodnji tok reke je v celoti reguliran, celotni pas alohtone populacije je odstranjen, brežine so utrjene z skalami in po večini redno košene. Po prirejeni metodi RCE (Grem in sod. 2000) tako celoten srednji in spodnji tok spadata v najslabši peti RCE kakovostni razred z izjemo zadnjih dveh odsekov, ki spadata v četrti RCE kakovostni razred, za ta dva razreda je po Petersenu (1992) priporočena reorganizacija celotne struge in blaženje učinkov iz zaledja. Germova (2000) ugotavlja, da lahko na osnovi vrste zaledja, strukture brega in razvitosti obrežnega pasu sklepamo na razmere v rečni strugi. S CCA smo pokazali, da so od 12 dejavnikov okolja, ki jih ocenujemo po metodi RCE le širje značilno vplivali na pojavljanje in razporeditev makrofitov. Ti dejavniki so struktura in spodjetanje brega ter širina in sklenjenost vegetacije.

Po podatkih Agencije za okolje RS (priloga G), ki so dostopni na Interaktivnem naravovarstvenem atlasu celotna reka Ščavnica spada v tretji kakovostni razred (kjer so vodotoki razdeljeni v štiri kakovostne stopnje) z razlago tehnično urejen vodotok. Mi smo uvrstili celoten srednji in spodnji del vodotoka, z izjemo dveh odsekov, v peti kakovostni razred.

V zadnjo poročilo Kakovosti voda v Sloveniji iz leta 2008 navaja kemijske meritve vode Ščavnice. Po podatkih, se je na merilnem mestu pri naselju Pristava z letom 2006 stanje Ščavnice izboljšalo in v vodi ni bilo preseganja mejnih vrednosti onesnažil. Do leta 2006 pa so mejne vrednosti presegali naslednja onesnažila: detergenti, fenolne snovi, pesticidi in metaklor (herbicid, ki se uporablja za zatiranje plevelov v kmetijstvu). Po meritvah saprobiološkega indeksa spada reka Ščavnica v predelu od Ljutomera do izliva v reko Muro kritično onesnaženo reko, meritev pri vasi Cezanjeveci nad mestom Ljutomer reko Ščavnico uvršča v zmerno onesnažen vodotok. Onesnaženost je posledica komunalnih odplak iz mesta Ljutomer in ostalih vasi v bližini reke (Urbanič, 2003). V letu 2005 je pričela obratovati komunalna ČN naprava, ki je omilila dotok komunalnih odpadnih voda iz Ljutomera in okolice, s čemer se je onesnaževanje zmanjšalo.

Fizikalne in kemijske analize vode kažejo značilno sezonsko spremnjanje. Zgornji tok reke Ščavnice naraven in na njem niso bili izvajani melioracijski posegi. Obrežni pas je sklenjen in pojavlja pa se tudi večji delež pašnikov, travnikov in gozdov v zaledju glede na srednji in spodnji toku reke. Prvo merilno mesto, ki je bilo izbrano v zgornjem toku, se razlikuje od ostalih po nižji temperaturi, nižji prevodnosti in nižjih vsebnosti kisika. Podobne vrednosti smo izmerili na drugem merilnem mestu, ki se nahaja na prehodu iz zgornjega naravnega dela reke v srednji regulirani del. Zgornji tok vodotokov je po navadi plitkejši in ožji voda je hladnejša in ima višje vsebnosti ogljikovega dioksida, kot spodnji tok (Riis in Sand Jensen, 2002). Po študijah Johnsona in sodelavcev (2007) sta električna prevodnost in vsebnost dušika v vodi povezana s kmetijsko izrabo tal. Pokazalo se je tudi, da hranila v samem vodotoku odražajo na zastopanost drugih organizmov npr. rib, makrofitov in makroinvertebratov. Kemijski in fizikalni prametri prvega in drugega merilnega mesta rahlo odstopajo od ostalih in sovpadajo z naravnimi pogoji v zgornjem delu reke. Predvsem je izstopajoč podatek vsebnosti fosfatov, katerih koncentracija je višja

kot na ostalih merilnih mestih. To je lahko posledica vnosa hrani preko kmetijske dejavnosti in zadrževanje v vodnem okolju, zaradi zmanjšanega števila porabnikov. V zgornjem toku reke se zaradi osenčenosti struge makrofiti pojavljajo izjemoma. Vsebnosti hrani so bile v srednjem toku reke še vedno povišane, kar je posledica manjšega števila makrofitov v srednjem toku. Povišane vrednosti se spet pojavijo na zadnjem merilnem mestu, kjer je zamuljenost reke tako močna, da v njej ne najdemo veliko makrofitov, vplivi okolja pa so v primerjavi z ostalimi merilnim mesti celo višji, kar je posledica kraja Razkrižje in vnašanja komunalnih odpadkov. Urbanič (2003) ugotavlja, da je slabost Ščavnice nizek pretok in visoke poletne temperature, ki omogočajo hitrejši razpad organske snovi in višje porabe kisika, kar vodi v anoksične razmere. Anoksične razmere so lahko v našem primeru razlog za nizke vsebnosti nitratov naših meritev, saj v tem primeru poteče anaerobna bakterijska razgradnja nitrata v nitrit in atmosferski dušik, ki jih z uporabljenim metodo nismo izmerili. S tem lahko razlagamo nižje vrednosti nitratov. Mesto Ljutomer, skozi katerega teče reka Ščavnica, ima urejeno komunalno čistilno napravo, katere posledice pa so vidne pri merjenju na 9. vzorčnem mestu, kjer je vsebnost ortofosfatov višja kot na drugih merilnih mestih.

V reki Ščavnici smo našli 35 rastlinskih taksonov, kar kaže na vrstno dokaj bogat vodotok. To dejstvo pripisujemo odsotnosti lesnate obrežne vegetacije in substratu, ki omogoča pritrjevanje. Po podobnosti pojavljanja taksonov bi lahko združili začetne odseke skupaj in končne odseke skupaj. Taksoni v začetnih odsekih so *Nuphar luteum*, *Sparganium emersum* in *Berula erecta*. V spodnjem delu so večinoma ukoreninjeni plavajoči in ukoreninjeni potopljeni makrofiti z prevlado roda *Potamogeton* in vrsto *Myriophyllum spicatum*. Makrofiti, ki so podobno zastopani v zgornjem in v spodnjem delu so *Iris pseudacorus*, *Agrostis stolonifera* in *Phalaris arundinacea*. Med spodnjim in zgornjim delom ni bistvenih razlik v številu makrofitskih taksonov, imajo pa taksoni, ki se pojavljajo v spodnjem delu višjo relativno rastlinsko maso. V zgornjem delu reke Ščavnice najdemo bolj heterogen substrat, voda je plitka v sami strugi pa je več umetnih pragov in skal za utrjevanje rečnega brega. V spodnjem delu prevladujeta prod in pesek. Tok reke je v spodnjem delu bolj umirjen, struga je globlja. V plitkih nižinskih vodotokih, kjer svetloba dosega dno struge, so makrofiti pogosti in rastejo po celotni širini vodotoka. Nizko energetske, nižinske vodotoki v Evropi za katere je značilen umirjen vodni tok in območja

finega s hranili bogatega sedimenta, omogočajo bogato rast makrofitov (Clarke, 2002). Preiskovan vodotok je reguliran s čemer se po Tomanu (2008) pestrost habitatov zmanjša, posledično se zmanjša vrstna pestrost, samočistilni procesi pa so zanemarljivi. Vrste rodu *Potamogeton* in vrsti *Myriophyllum spicatum* ter *Sparganium erectum* se po navedbah Kuharjeve (2006) pojavljajo v evtrofnih vodah. Vse te vrste se množično pojavljano po celotnem toku reke Ščavnice, kar kaže na evtrofnost.

S podrobnejšo in večkratno analizo fizikalnih in kemijskih dejavnikov, vodnega toka in svetlobnih razmer, bi lahko bolj temeljito razložili povezavo med okoljskimi parametri in pojavljanjem makrofitov.

8 SKLEPI

- Reka Ščavnica je hidromorfološko spremenjen in kemijsko obremenjen vodotok predvsem zaradi regulacije, odstranjene lesnate vegetacije v obrežnem pasu in kmetijske izrabe zaledja.
- Po metodi RCE spada skoraj celotni raziskovani del reke Ščavnice v peti - najslabši RCE kakovostni razred. Izjema sta zadnja dva odseka, ki spadata v četrti RCE kakovostni razred. Za izboljšanje stanja bi bila potrebna revitalizacija celotnega srednjega in spodnjega toka reke.
- V reguliranem delu reke Ščavnici smo popisali 35 makrofitskih taksonov. Razporeditev makrofitov po odsekih je homogena in se sklada s homogenostjo struge.
- Diverziteta in pojavljanje makrofitov sta odvisni od strukture dna, širine struge, in hirudomorfoloških dejavnikov.
- Velik vpliv na vrstno pestrost in pojavljanje makrofitov imata tudi količina hrani in osenčenost struge.
- Glede na prisotnost taksonov, ki se pojavljajo v evtrofnih rekah (rodova *Potamogeton* in *Myriophyllum*), sklepamo, da je celoten regulirani del reke Ščavnice bogat s hrани (evtrofno stanje).

9 POVZETEK

Ugotavljeni smo pojavljanje, razporeditev in pogostost makrofitov v reki Ščavnici. Zanimalo nas je tudi, kako na pojavljanje makrofitov vplivajo fizikalni in kemijski dejavniki, kakšna je povezava med okoljskimi dejavniki in pojavljanjem makrofitov. Ocenili smo tudi stanje širšega vodnega okolja.

Na desetih vzorčnih mestih smo dvakrat v rastni sezoni 2006 (julij in september) opravili sledeče meritve temperature, koncentracije kisika, nasičenosti s kisikom, pH, prevodnosti ter analize koncentracije nitratnih in ortofosfatnih ionov. Širše okolje smo ocenili s po Petersonu prirejeno RCE metodo, s katero smo ovrednotili 12 značilnosti vodotoka. Značilnosti habitata smo opredelili s klasifikacijo po Pall in Janauer (1995). Vzdolž vodotokov smo popisali makrofitske vrste, ocenili njihovo pogostost po 5 stopenjski lestvici in določili njihove rastne oblike.

Fizikalne in kemijske analize vode so pokazale značilne spremembe v kakovosti vode glede na čas meritev. Količina nitratnih in ortofosfatnih ionov ne kaže na velike obremenjenosti vodotokov, nekoliko višje vrednosti so najverjetneje posledica izpusta iz komunalne čistilne naprave in naselij. Na podlagi ocene širšega vodnega okolja spada skoraj celoten raziskovani del reke Ščavnice v peti RCE kakovostni razred, z izjemo zadnjih dveh odsekov, ki spadata v četrtri RCE kakovostni razred. Z oceno habitatnih parametrov smo ugotovili, da je sestava sedimenta v vodotokih precej homogena, prevladujejo prod, pesek ter fin anorganski material, v veliki meri se pojavljajo tudi skale za utrditev bregov. V celoti naraven odsek je zadnji, kjer v zaledju še najdemo avtohton nižinski vlažen gozd. Na skupno 43,8 km toka, ki smo jih razdelili na 43 odsekov, smo popisali 35 različnih taksonov. V spodnjih odsekih reke Ščavnice je rast makrofitov izdatnejša, vendar se po številu taksonov ne razlikuje bistveno od začetnih odsekov. Glede na vrste, ki se pojavljajo v vodotokih z določeno vsebnostjo hrani, lahko celoten preučevan del reke Ščavnice označimo kot evtrofen.

10 VIRI

- Baatrup-Pedersen A., Riis T., 1999. Macrophyte diversity and composition in relation to substratum characteristics in regulated and unregulated Danish streams. *Freshwater Biology*, 45: 201-218.
- 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.
- Bat M., Beltram G., Cegnar T., Dobnikar-Tehovnik M., Grbović J., Krajnc M., Mihorko P., Brancelj I., Remec-Rekar Š. Uhan J., Bat M., 2003. Vodno bogastvo Slovenije. Ljubljana, Ministrstvo za okolje, prostor in energijo, Agencija Republike Slovenije za okolje. 131 str.
- Bernez I., Daniel H., Hauryb J. Ferreira M., T., 2004. Combined effects of environmental factors and regulation on macrophyte vegetation along three rivers in western france. *River Research and Applications* 20: 43–59.
- Brečko V., Hočevar M., Lampič B., Natek K., Plut D., Smrekar A., Šebenik I., Špes M., Vovk A., 1996. Ralnjivost okolja. V: Spodnje Podravje s Prlekijo (Projekt: možnosti regionalnega in prostorskega razvoja Spodnjega Podravja s Prlekijo). Pak M. (ur.). Ljubljana, Zveza geografskih društev: 53-108.
- Chambers P.A. , Lacoul P., Murphy K. J., Thomaz S. M., 2008. Global diversity of aquatic macrophytes in freshwater. *Hydrobiologia* 595: 9-26.
- Clarke S. J., 2002. Vegetation growth in rivers: influences upon sediment and nutrient dynamics Progress. *Physical Geography* 26,2: 159–172.
- Červenka M., Feráková V., Haber M., Kresánek J., Paclová L., Peciar V., Šomšák L., Krejča J., 1988. Rastlinski svet Evrope. Ljubljana, Mladinska knjiga. 374 str.
- Demars B., Harper D. M., 2005. Distribution of aquatic vascular plants in lowland rivers: separating the effects of local environmental conditions, longitudinal connectivity and river basin isolation. *Freshwater Biology* 50: 418–437.
- Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for Community action in the field of water policy. European Parliament and Council, Luxembourg, 2000. 94 str.
- Egerston C.J., Kopaska J.A., Downing J.A., 2004. A century of change in macrophyte abundance and composition in response to agricultural eutrophication. *Hydrobiologia* 524: 145-156.

- Fridl J., Gabrovec M., Hrvatin M., Orožen Adamič M., Pavšek M., Perko D., 1996. Tipi pokrajin in naravne nesreče. V: Spodnje Podravje s Prlekijo (Projekt: možnosti regionalnega in prostorskega razvoja Spodnjega Podravja s Prlekijo). Pak M. (ur.). Ljubljana, Zveza geografskih društev: 109-140.
- Gaberščik A., 1997. Makrofiti in kvaliteta voda. Acta Biologica Slovenica 41/2-3: 141-148.
- 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., Gaberščik A., Urbanc Berčič O., 2000 The wider environmental assessment of river ecosystems. Acta Biologica Slovenica 43/4: 13-19.
- Gregorc T., 2005. Širša okoljska ocena in makrofiti vodotokov Središkega polja. Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za biologijo, 95str.
- Geološki zavod Slovenije. Digitalna Osnovna geološka karta Slovenije. <http://kalcedon.geo-zs.si/website/OGK100/viewer.htm> (14.9.2008).
- Haslam S. M., 1987. River Plants of Western Europe. The macrophytic vegetation of watercourses of the European Economic Community. Cambridge University Press. 512 str.
- Hesse C., Krysanova V., Pätzolt J., Hattermann F. F., 2008. Eco-hydrological modelling in a highly regulated lowland catchment to find measures for improving water quality. Ecological modelling 218 (1): 135-148.
- Hlad B., Skoberne P., 2001. Pregled stanja biotske raznovrstnosti in krajinske pestrosti v Sloveniji. Ljubljana, Ministrstvo za okolje, prostor in energijo, Agencija Republike Slovenije za okolje. 224 str.
- Interaktivni atlas Slovenije, Slovenija na zemljevidih, slikah, v besedi, 1998. (Ljubljana, Založba Mladinska knjiga in Geodetski zavod Slovenije).
- Izvajanje Vodne direktive v Sloveniji: predstavitev prvi ocen možnosti doseganja okoljskih ciljev za vodna telesa v Sloveniji po načelih Vodne direktive, 2006. Globevnik L (ur). Ljubljana, Inštitut za vode Republike Slovenije. 48 str.
- Janauer G., 2002. MIDCC. Macrophyte Inventory Danube / Corridor and Catchment. Guidance on the Assessment of Aquatic Macrophytes in the River Danube, in Water Bodies of the Fluvial Corridor, and in its Tributaries. www.midcc.at. 8str.
- Johnson R. K., Furse M., T., Hering D., Sandin L., 2007. Ecological relationships between stream communities and spatial scale: implications for designing catchment – level monitoring programmes. Freshwater Biology 52: 939-958.

- Klaassen M., Nolet B. A., 2007. The role of herbivorous water birds in aquatic systems through interactions with aquatic macrophytes, with special reference to the Bewick's Swan – Fennel Pondweed system. *Hydrobiologia* 584: 205-213.
- Kuhar U., Gregorc T., Renčelj M., Šraj- Kržič N., Gaberščik A., 2007. Distribution of macrophytes and condition of the physical environment of streams flowing through agricultural landscape in north-eastern Slovenia. *Limnologica* 37: 146-154.
- Kuhar U., Šraj-Kržič N., Germ M., Urbanc-Berčič O., Gaberščik A., 2003. Quality of aquatic environment and macrophytes in Slovenian watercourses. In: Proceedings 36th International Conference of IAD. <http://www.oen-iad.org/conference/index.html> (4.11.2008).
- Lampert W., Sommer U., 2007. Limnoecology. 2nd edition. Oxford University Press Inc., New York. Str 324.
- Lacoul P., Freedman B., 2006. Environmental influences on aquatic plants in freshwater ecosystems. *Environmental Reviews* 14: 89-136.
- Lovrenčak F., 1996. Pedogeografska regionalizacija spodnjega Podravja s Prlekijo. V: Spodnje Podravje s Prlekijo (Projekt: možnosti regionalnega in prostorskega razvoja Spodnjega Podravja s Prlekijo). Pak M. (ur.). Ljubljana, Zveza geografskih društev: 37-42.
- Martinčič A., Wraber T., Jogan N., Ravnik V., Podobnik A., Turk B., Vreš B., 1999. Mala flora Slovenije. Ključ za določanje praprotnic in semenk. Tehniška založba Slovenije, Ljubljana: Str 845.
- Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija RS za varstvo okolja. Interaktivni naravovarstveni atlas. <http://gis.ars.si/atlasokolja/> (30.8.2008).
- Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. Kataster dejanske rabe kmetijskih zemljišč (RABA), grafične enote rabe kmetijskih gospodarstev (GERK) in hidromelioracijska območja (HMO). <http://rkg.gov.si/GERK/viewer.jsp> (31.8.2008).
- Oťahel'ová H., Valachovič M., Hrvnák R., 2007. The impact of environmental factors on the distribution pattern of aquatic plants along the Danube River corridor (Slovakia). *Limnologica* 37: 290-302.
- Pak M., 1996. Spodnje Podravje s Prlekijo: možnosti regionalnega in prostorskega razvoja. Ljubljana, Zveza geografskih društev: 445 str.
- Petersen R. C. 1992. The RCE: a Riparian, Channel, and Environmental Inventory for small streams in the agricultural landscape. *Freshwater Biology* 27: 295-306.
- Pregled stanja biotske raznovrstnosti in krajinske pestrosti v Sloveniji, 2001. Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje: 224str.

- Riis T., Sand-Jensen K., 2002. Abundance-range size relationships in stream vegetation in Denmark. *Plant Ecology* 161: 175–183.
- 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., Suren A.M., Clausen B., Sand-Jensen K., 2008. Vegetation and flow regime in lowland streams. *Freshwater Biology* 53: 1531-1543.
- Roškar V., 2007. Krajinska ureditev reguliranega vodotoka na primeru reke Ščavnice. Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za kraj. arhit.: 93 str.
- Šlebinger C., 1968. Geološka podoba pokrajine med Muro in Dravo. Svet med Muro in Dravo. Ob stoletnici 1. slovenskega tabora v Ljutomeru Maribor Založba Obzorja: 740 str.
- Ter Braak C.J.F., 1987. The analysis of vegetation – environment relationships by canonical correspondence analysis. *Vegetatio* 69: 69-77.
- 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.
- Toman M.J., 2008. Vodni ekosistemi-struktura in funkcija. V: Ekosistemi-povezanost živih sistemov. (Mednarodni posvet: Biološka znanost in družba). Strgulc Krašek S., Vičar M. (ur.). Ljubljana, Zavod RS za šolstvo: 50-57.
- Urbanič G., Toman M. J., 2003. Varstvo celinskih voda. Ljubljana: Študentska založba: 93 str.
- Urbanič G., Toman M. J., Krušnik C., 2005. Mycrohabitat type selection of caddisfly larvae (Insecta: Trichoptera) in a shallow lowland stream. *Hydrobiologia*, 541: 1-12.
- Urbanič G., 2003. Biološka kvaliteta vode spodnjega toka reke Mure in Ščavnice. V: 1st Danube river basin ecological youth camp – Mura 2003. Srednja Bistrica, 1.-10. avg. 2003. Vogrin M. (ur.). Rače, DVPPVN: 51-57.
- Vovk A., 1996. Pedološka podlaga kot osnova za kmetijsko rabo tal. V: Spodnje Podravje s Prlekijo (Projekt: možnosti regionalnega in prostorskega razvoja Spodnjega Podravja s Prlekijo). Pak M. (ur.). Ljubljana, Zveza geografskih društev: 23-35.
- Zitek A., Schmutz S., Jungwirth M., 2008. Assessing the efficiency of connectivity measures with regard to the EU-Water Framework Directive in a Danube-tributary system. *Hydrobiologia* 609: 139–161.

ZAHVALA

Za strokovno in tehnično pomoč ter napotke se zahvaljujem mentorici prof. dr. Alenki Gaberščik, recenzentu prof. dr. Mihaelu J. Tomanu in Urški Kuhar.

Hvala celotni družini za zaupanje, podporo in pomoč, še posebej se zahvaljujem Marjetki za spremstvo ob Ščavnici in Boštjanu vzpodbudo.

Hvala Dariji, Katji, Mojci, Moniki in Sonji za nasvete pri študiju in diplomi.

Zahvala tudi vsem ostalim, ki so kakorkoli pripomogli pri nastanku tega dela.

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) | |
| Močvireni ali z lesnatimi rastlinami porasel pas širok več kot 30 m | 30 |
| Močvireni ali z lesnatimi rastlinami porasel pas širok od 5 do 30 m | 20 |
| Močvireni 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 |
| Prekinitev vegetacije se pojavlja v intervalih, večjih od 50 m | 20 |
| Prekinitev vegetacije se pojavlja vsakih 50 m | 5 |
| Prekinitev pogoste, vzdolž celotne struge / obrežnega pasu ni | 1 |
| 4. Vegetacija pasu 0-10 m od struge | |
| Več kot 90% poraščeno z nezionirske 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 zasidrani v dno, ni usedlin | 15 |
| Skale in debla, za katerimi se odlagajo usedline | 10 |
| Zadrževalne strukture rahlo zasidrane; ob poplavah se premikajo | 5 |
| Peščene naplavine, zadrževalnih struktur malo | 1 |
| 6. Oblika struge | |
| Zadošča za najvišje letne pretoke, razmerje širina/globina manj kot 7 | 15 |
| Redko preplavljeni bregovi, razmerje širina/globina 8 do 15 | 10 |
| Poplave ob zmerni količini vode, razmerje širina/globina 15 do 25 | 5 |
| Poplave pogoste, razmerje širina/globina več kot 25 / vodotok kanaliziran | 1 |
| 7. Usedline v strugi | |
| Odlaganje usedlin majhno, na povečanje struge nima vpliva | 15 |
| Nekaj ovir iz robatih skal in prodnikov ter malo mulja | 10 |
| Ovire iz skal, peska ali muljastih naplavini 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 je umetno utrjen | 1 |

10. Dno vodotoka

| | |
|---|----|
| Kamnito dno, sestavljeni iz delcev različnih velikosti z očitnimi intersticijskimi prostori | 25 |
| Lahko gibljivo kamnito dno z malo mulja | 15 |
| Dno iz mulja, peska in gramoza; stabilno na nekaterih mestih | 5 |
| Dno iz rahlo sprajtetega peska in mulja, kamnitega substrata ni | 1 |

11. Pojavljanje brzic, tolmunov in meandrov

| | |
|---|----|
| Jasno vidni, prisotni na razdaljah od 5-7kratne širine vodotoka | 25 |
| Nepravilno razporejeni | 20 |
| Dolge tolmune ločujejo kratke brzice, meandrov ni | 10 |
| Brzic, tolmunov in meandrov ni / vodotok kanaliziran | 1 |

12. Detrit

| | |
|---|----|
| Prevladujeta listje in les, sedimenta ni | 25 |
| Nekaj listja in lesa ter nekaj drobnega organskega materiala, sedimenta ni | 10 |
| Listja in lesa ni, prisotni grobi in fini organski delci, pomešani s sedimentom | 5 |
| Fin, anaeroben sediment, brez grobih delcev | 1 |

Vrednotenje rezultatov:

| Razred | Št. točk | Ocena | Barva | Priporočena dejavnost |
|--------|----------|------------|--------|---|
| I | 227-280 | odlično | modra | 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 močvirsko ali lesnatih vegetacij, ki tvori prehod med vodnim in kopenskim ekosistemom; vodotok ščiti pred vplivi iz zaledja (zadržuje snovi, ki se lahko sperejo s kopnega - hranila, različni polutanti, ...) ter pripomore k stabilnosti bregov

² pionirske vrste: vrba, jelša, topol

³ če so prisotne tujerodne vrste, si zapiši, katere

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

Priloga B: Metoda popisovanja makrofitov in ocene habitata (Janauer, 2002)

OCENA ABUNDANCE MAKROFITSKIH VRST S POMOČJO 5-STOPENJSKE LESTVICE:

1. redka rastlina
2. pojavlja se občasno
3. redna
4. pogosta
5. zelo pogosta

RASTNE OBLIKE RASTLINSKIH VRST:

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

OCENA HABITATA:

1. STRUKTURA BREGOV

- 1- veliki kamni ali kvadri, uporabljeni za stabilizacijo bregov in regulacijo reke
- 2- prod
- 3- pesek
- 4- drobni anorganski material
- 5- beton ali kak drug nasipan umeten material
- 6- naplavine

2. TIP SEDIMENTA

- 1- skale
- 2- prod
- 3- pesek
- 4- drobni anorganski material
- 5- umeten material (beton, asfalt...)
- 6- detrit ali drug organski material

3. OCENA HITROSTI TOKA

- 1- brez toka, stoeče
- 2- počasen tok, komaj viden, do 30 cm/s
- 3- srednje hiter tok, 35 – 65 cm/s
- 4- hiter tok, več kot 70 cm/s

5. TIP ZALEDJА

1 = umetne površine

- 11- urbane (pozidane) 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...)

2 = kmetijske površine

- 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

3 = gozdovi in pol- naravne površine

- 31- gozd
 - 311- listopadni gozd
 - 312- iglast gozd
 - 313- mešani gozd

32- grmovje

33- odprte površine z malo ali nič vegetacije (plaže, sipine, obrežje, skale...)

4= močvirja

41- celinska močvirja

42- celinski marši

43- šotna barja

Priloga C: Koordinate odsekov, njihove dolžine in datum popisov

| št. odseka | koordinate | | dolžina odseka v m | datum popisa |
|------------|------------|--------|--------------------|--------------|
| | N | E | | |
| 1 | 571053 | 167803 | 892 | 23.7.2006 |
| 2 | 571729 | 167423 | 230 | 23.7.2006 |
| 3 | 571801 | 167195 | 529 | 23.7.2006 |
| 4 | 572158 | 166823 | 290 | 23.7.2006 |
| 5 | 572297 | 166571 | 304 | 23.7.2006 |
| 6 | 572291 | 166275 | 577 | 23.7.2006 |
| 7 | 572280 | 165619 | 557 | 27.7.2006 |
| 8 | 572743 | 165114 | 730 | 27.7.2006 |
| 9 | 573387 | 164803 | 882 | 27.7.2006 |
| 10 | 573934 | 164169 | 344 | 29.7.2006 |
| 11 | 574229 | 163990 | 1040 | 29.7.2006 |
| 12 | 574950 | 163250 | 481 | 29.7.2006 |
| 13 | 575061 | 162839 | 1140 | 29.7.2006 |
| 14 | 575650 | 161961 | 865 | 29.7.2006 |
| 15 | 576426 | 161857 | 673 | 29.7.2006 |
| 16 | 577006 | 161874 | 54 | 29.7.2006 |
| 17 | 577056 | 161834 | 1080 | 29.7.2006 |
| 18 | 578038 | 161426 | 676 | 29.7.2006 |
| 19 | 578458 | 160936 | 1990 | 29.7.2006 |
| 20 | 579663 | 159475 | 1150 | 1.8.2006 |
| 21 | 580286 | 158618 | 680 | 1.8.2006 |
| 22 | 580067 | 157979 | 431 | 5.8.2006 |
| 23 | 580119 | 157563 | 763 | 5.8.2006 |
| 24 | 580631 | 156970 | 3115 | 5.8.2006 |
| 25 | 582968 | 155936 | 940 | 5.8.2006 |
| 26 | 583907 | 155957 | 1460 | 5.8.2006 |
| 27 | 585167 | 155266 | 1990 | 17.8.2006 |
| 28 | 586041 | 155490 | 1753 | 17.8.2006 |
| | | | | 68,82 ha2 |
| 29 | 586629 | 154877 | 2360 | 17.8.2006 |
| 30 | 588630 | 153820 | 2568 | 17.8.2006 |
| 31 | 590883 | 153767 | 1240 | 17.8.2006 |
| 31a | 590883 | 153767 | 32 | 20.8.2006 |
| 32a | 590907 | 153735 | 1670 | 20.8.2006 |
| 33a | 592420 | 153852 | 1060 | 20.8.2006 |
| 32 | 592012 | 154219 | 744 | 17.8.2006 |
| 33 | 592711 | 154184 | 724 | 17.8.2006 |
| 34 | 593401 | 154019 | 1760 | 17.8.2006 |
| 35 | 594845 | 153495 | 1070 | 18.8.2006 |
| 36 | 595836 | 153087 | 550 | 18.8.2006 |
| 37 | 596318 | 153251 | 1110 | 18.8.2006 |
| 38 | 597257 | 153670 | 1460 | 18.8.2006 |
| 39 | 598567 | 153896 | 468 | 18.8.2006 |
| 40 | 598983 | 153988 | 1430 | 18.8.2006 |
| | 600357 | 154117 | | |

Priloga D: Širša okoljska ocena

| št. odseka parameter | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|------------------------------|----|----|----|----|----|---|----|---|---|----|----|----|----|----|----|
| izraba tal za obrežnim pasom | 10 | 20 | 10 | 10 | 10 | 1 | 10 | 1 | 1 | 10 | 10 | 10 | 10 | 1 | 10 |
| širina obrežnega pasu | 1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| sklenjenost vegetacije | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| vegetacija obrežnega pasu | 1 | 1 | 1 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| zadrževalne strukture | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| oblika struge | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| usedline struge | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| struktura brega | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| spodjedanje brega | 1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| dno vodotoka | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| brzice, tolmuni, meandri | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| detrit | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |

| št. odseka parameter | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
|------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| izraba tal za obrežnim pasom | 1 | 1 | 1 | 10 | 1 | 10 | 30 | 10 | 20 | 1 | 1 | 20 | 20 | 1 | 10 |
| širina obrežnega pasu | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| sklenjenost vegetacije | 1 | 1 | 1 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| vegetacija obrežnega pasu | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| zadrževalne strukture | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| oblika struge | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| usedline struge | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| struktura brega | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| spodjedanje brega | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| dno vodotoka | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| brzice, tolmuni, meandri | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| detrit | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |

| št. odseka parameter | 31 | 31a | 32a | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 |
|------------------------------|----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| izraba tal za obrežnim pasom | 1 | 1 | 10 | 10 | 1 | 20 | 20 | 10 | 1 | 20 | 1 | 20 | 30 |
| širina obrežnega pasu | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 20 | 30 | 20 |
| sklenjenost vegetacije | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | 20 |
| vegetacija obrežnega pasu | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 25 |
| zadrževalne strukture | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| oblika struge | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| usedline struge | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| struktura brega | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| spodjedanje brega | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| dno vodotoka | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 1 |
| brzice, tolmuni, meandri | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| detrit | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 10 | 5 | 5 | 5 | 1 | 5 | 1 |

Priloga E: Ocena habitatnih tipov

| Odsek | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|------------------|------------------|---------------|------------------|---------------|------------------|------------------|---------------|---------------|---------------|------------------|---------------|
| vodni tok | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| sediment | 1, 2, 3, 5, 6 | 1, 2, 3, 6 | 1, 2, 3, 5, 6 | 1, 2, 3, 6 | 1, 2, 3, 5, 6 | 1, 2, 3, 5, 6 | 1, 2, 3, 6 | 1, 2, 3, 6 | 1, 2, 3, 6 | 1, 2, 3, 5, 6 | 1, 2, 3, 6 |
| breg | 1, 3, 4 5 | 1, 3, 4 | 1, 3, 6 | 1, 4, 5 | 1, 3, 6 | 1, 4, 6 | 1, 4, 6 | 1, 4, 5, 6 | 1, 4, 6 | 1, 4, 6 | 1, 4, 6 |
| zaledje | 24, 11098 | 24, 311 | 24 | 24 | 21 | 11098 | 21 | 21 | 24, 11098 | 24 | |

| Odsek | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
|------------------|------------------|---------------|---------------|------------------|---------------|------------------|---------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| vodni tok | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| sediment | 1, 2, 3, 5, 6 | 1, 2, 3, 6 | 1, 2, 3, 6 | 1, 2, 3, 5, 6 | 1, 2, 3, 6 | 1, 2, 3, 5, 6 | 1, 2, 3, 6 | 1, 2, 3, 5, 6 |
| breg | 1, 4, 6 6 | 1, 4, 5, 6 | 1, 4, 5, 6 | 1, 4, 5 | 1, 4, 5 | 1, 4, 5, 6 | 1, 4, 5, 6 | 1, 4, 5, 6 | 1, 3, 6 | 1, 3, 4 | 1, 3, 4 |
| zaledje | 24, 11098 | 24 | 24, 11098 | 24, 311 | 21 | 21 | 21 | 24, 11098 | 24, 11098 | 21, 11098 | 21, 311 |

| Odsek | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 31a | 32a |
|------------------|----------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------|------------------|------------------|------------------|-----------------------|
| vodni tok | 2 | 2 | 2 | 1, 2 | 1, 2 | 1, 2 | 2 | 2 | 2, 3 | 2 | 2 |
| sediment | 1, 2, 3, 5, 6 | 1, 2, 3, 5, 6 | 1, 2, 3, 5, 6 | 1, 2, 3, 5, 6 | 1, 2, 3, 5, 6 | 1, 2, 3, 5, 6 | 1, 2, 3, 6 | 1, 2, 3, 5, 6 | 1, 2, 3, 5, 6 | 1, 2, 3, 5, 6 | 2, 3, 5, 6 |
| breg | 1, 4, 5 | 1, 4, 5 | 1, 4, 5 | 1, 4, 5 | 1, 4, 5 | 1, 4, 5 | 1, 4, 5 | 1, 4, 5, 6 | 1, 4, 5, 6 | 1, 4, 5, 6 | 1, 4, 5, 6 |
| zaledje | 24, 311, 11098 | 24, 311 | | 24 | 24, 41 | 24, 41 | 24, 11098 | 24, 11098 | 23, 11 | 14, 311 | 11, 12, 14, 311 |

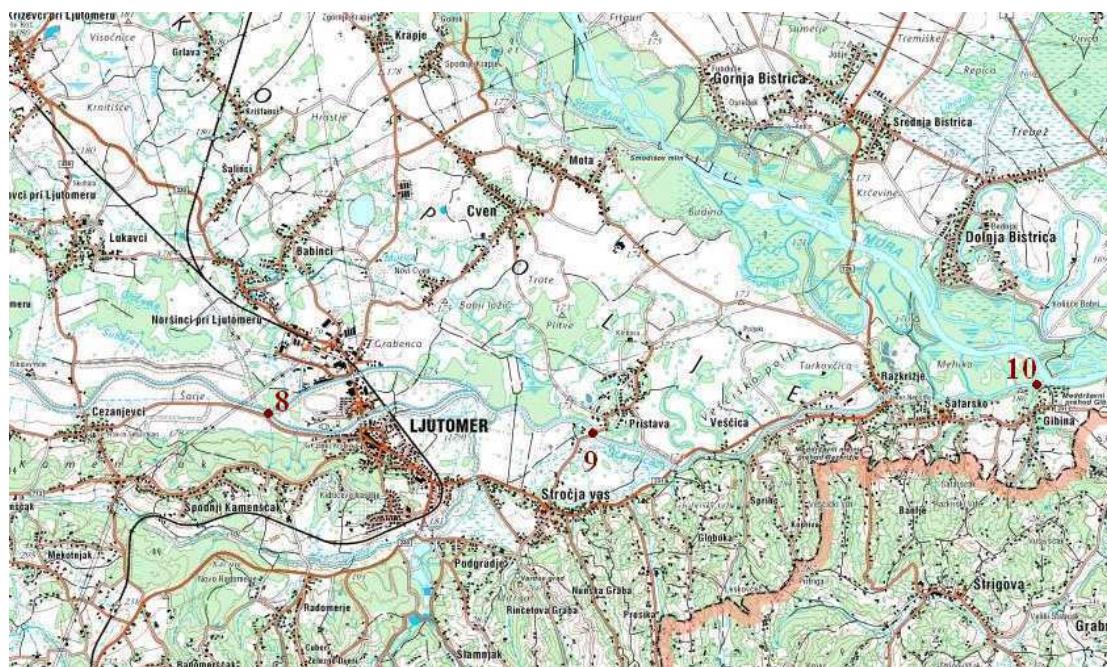
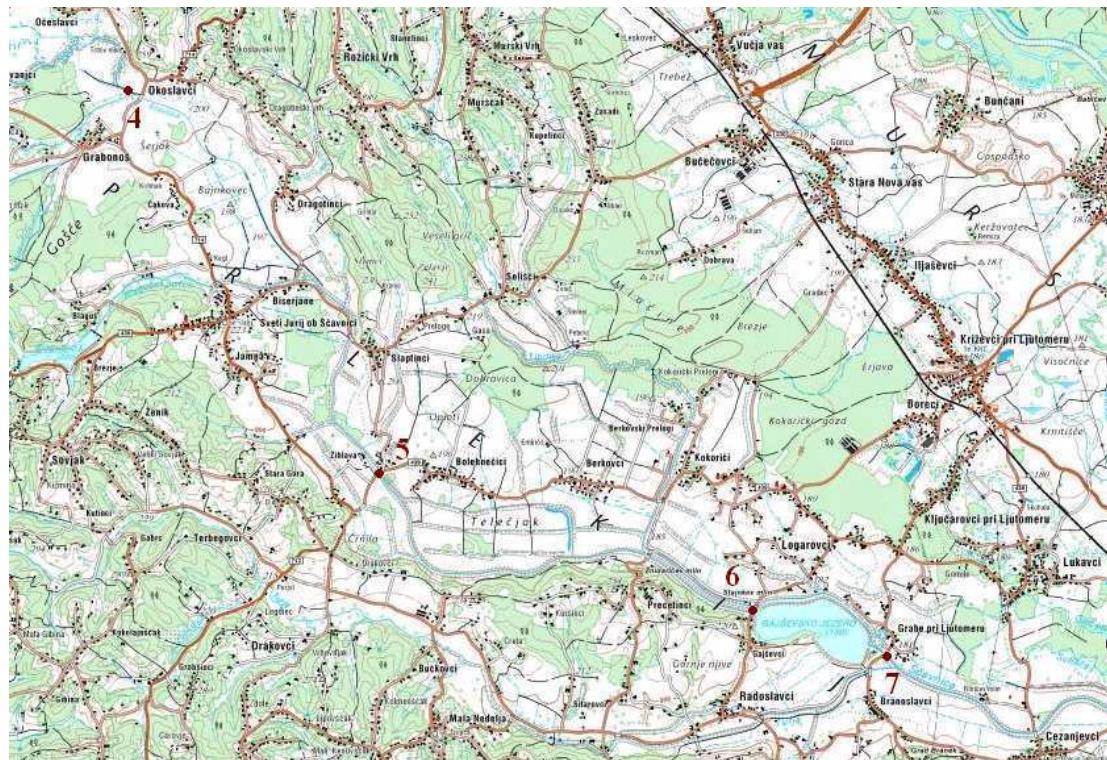
| Odsek | 33a | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 |
|------------------|---------------|---------------|---------------|------------|--------------|------------------|------------------|------------------|-----------|------------|
| vodni tok | 2 | 2, 3 | 2, 3 | 2, 3 | 2, 3 | 2 | 2 | 1, 2 | 1, 2 | 1, 2 |
| sediment | 2, 3, 5, 6 | 1, 2, 3, 6 | 1, 2, 3, 6 | 2, 3, 6 | 2, 3, 6 | 1, 2, 3, 5, 6 | 1, 2, 3, 5, 6 | 1, 2, 3, 5, 6 | 3, 4, 6 | 3, 4, 6 |
| breg | 1, 4, 5, 6 | 1, 4, 6 | 1, 4, 6 | 1, 4, 6 | 1, 4, 6 | 1, 4, 6 | 1, 4, 6 | 1, 4, 6 | 3, 4, 6 | 3, 4, 6 |
| zaledje | | 21, 311 | 21, 311 | 24, 311 | 24, 11098 | 24 | 24, 311 | 24, 11098 | 24, 41 | 24, 311 |

Priloga F: Rezultati fizikalnih in kemijskih meritev in analiz z dne 24.7.2006

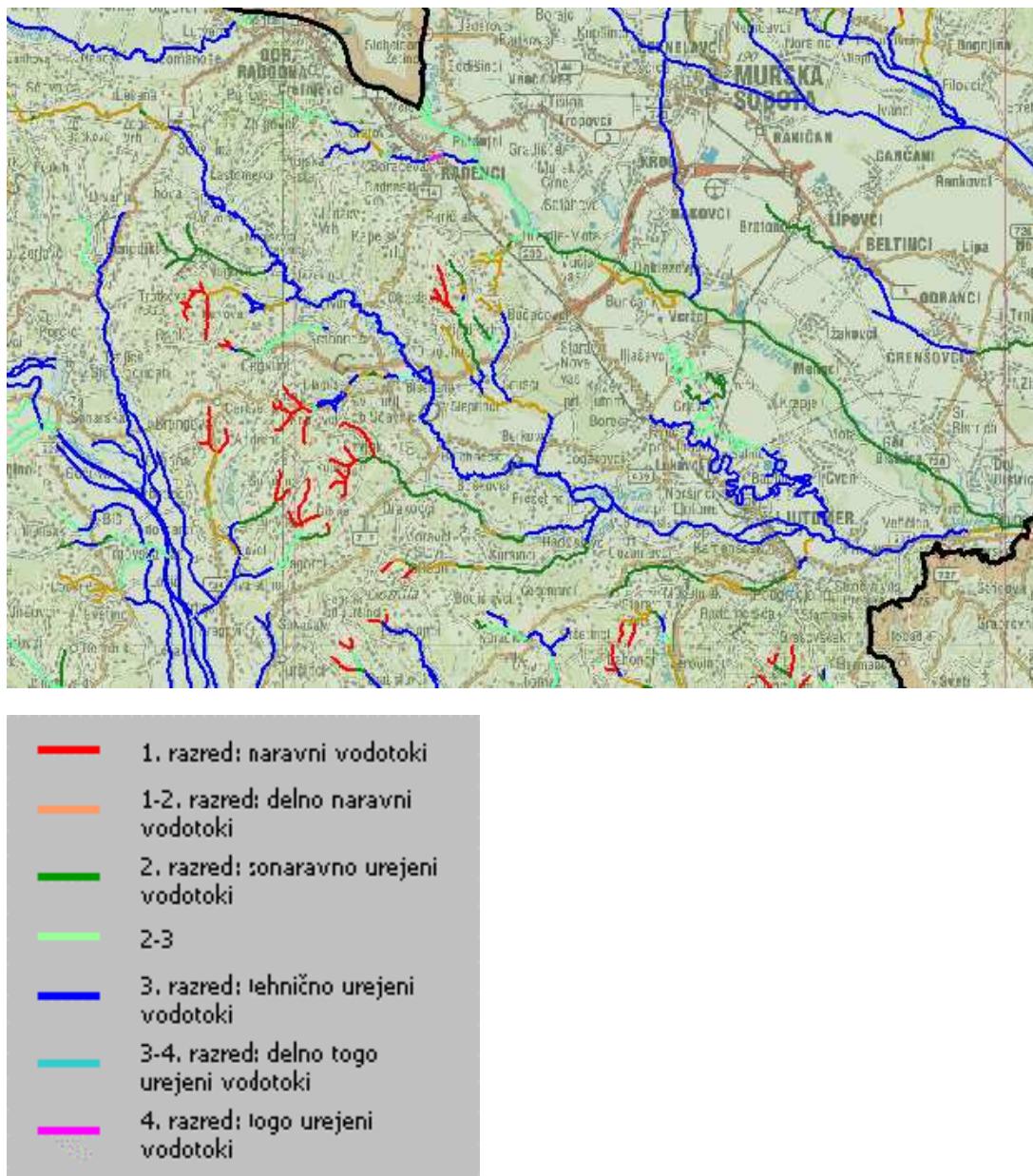
Priloga G: Rezultati fizikalnih in kemijskih meritev in analiz z dne 3.9.2006

Priloga H: Zemljevidi delov Ščavnice z označenimi vzorčnimi mesti (vir: Geopedia.si, 1:25 000)





Priloga I: Podatki o kategorizaciji urejanja vodotokov Agencije RS za okolje (vir
Ministrstvo za okolje in prostor)



Priloga J: Kemijsko stanje površinskih vodotokov v letih 2002 do 2006 (vir: Kakovost voda v Sloveniji, Agencija RS za okolje)

| VODOTOK | Merilno mesto | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 |
|----------|---------------|-------|-----------|-------|---------------|-------|
| MURA | Ceršak | AOX | Cd v sed. | dobro | AOX | AOX |
| MURA | Petanjci | dobro | dobro | dobro | dobro | dobro |
| MURA | Mota | dobro | dobro | AOX | AOX, FS | AOX |
| SCAVNICA | Pristava | det. | det., FS | FS | metol., pest. | dobro |

slabo kemijsko stanje
 dobro kemijsko stanje
 merilno mesto ni bilo vključeno v program monitoringa

AOX: organsko vezani halogeni, sposobni adsorpcije
 FS: fenolne snovi
 MO: mineralna olja
 PCB: poliklorirani bifenili
 det.: anionaktivni detergenti
 metol.: metolaklor

pest.: pesticidi
 Cu: baker
 Ni: nikelj
 Zn: cirk
 Pb: svinec
 Cd: kadmij
 Hg: živo srebro
 B: bor
 v sed.: trend naraščanja v sedimentu