

Mestna občina Celje
Komisija Mladi za Celje

BIOLOŠKA IN KEMIJSKA ANALIZA VODE V LAHOVŠKEM POTOKU

RAZISKOVALNA NALOGA



Avtorici:
Eva Šalomon, 8. a
Nika Razgoršek, 8. a

Mentorica:
Marjeta Gradišnik Mirt,
pred. učiteljica

Celje, marec 2017

Osnovna šola Ljubečna

BIOLOŠKA IN KEMIJSKA ANALIZA VODE V LAHOVŠKEM POTOKU

RAZISKOVALNA NALOGA

Avtorici:

Eva Šalomon, 8. a

Nika Razgoršek, 8. a

Mentorica:

Marjeta Gradišnik Mirt,

pred. učiteljica

Jezikovni pregled:

Petra Merc, prof.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, 2017

Vsebina

SEZNAM SLIK, TABEL IN GRAFOV	3
POVZETEK	4
1 UVOD	5
1.1 NAMEN NALOGE	5
1.2 HIPOTEZE.....	5
1.3 METODE DELA.....	6
1.3.1 LASTNOSTI VODE V POTOKU	6
1.3.2 OPIS STRUGE IN HITROSTI VODNEGA TOKA	7
1.3.3 VRSTE DREVES IN GRMOV OB LAHOVNIŠKEM POTOKU	9
1.3.4 ŽIVALI V LAHOVNIŠKEM POTOKU.....	9
1.3.5 POZNO JESENSKI POPIS VODNIH NEVRETIČARJEV	9
1.3.6 KEMIJSKA ANALIZA VODE	11
2 ŽIVLJENJE V POTOKU.....	12
2.1 GEOGRAFSKI OPIS LAHOVŠKEGA POTOKA.....	13
2.2 PRILAGODITVE ŽIVALI NA ŽIVLJENJE V POTOKU	14
2.3 KAKO LAHKO S POMOČJO BIOLOŠKE ANALIZE VODE SKLEPAMO NA ONESNAŽENOST POTOKA	15
2.4 POSLEDICE PRETIRANEGA GNOJENJA V BLIŽINI VODOTOKOV.....	16
2.5 KEMIJSKA ANALIZA VODE V POTOKU	16
3 REZULTATI BIOLOŠKE IN KEMIJSKE ANALIZE LAHOVŠKEGA POTOKA.....	18
3.1 OPIS ŽIVLJENJSKIH RAZMER V POTOKU	19
3.2 RASTLINSTVO OB POTOKU	21
3.3 ŽIVALI V POTOKU S Poudarkom NA INDIKATORSKIH VRSTAH	22
3.4 KOLIČINA NITRATNIH IN AMONIJEVIH IONOV V VZORCIH VODE IZ POTOKA ...	27
4 RAZPRAVA O REZULTATIH.....	29
4.1 POTRDITEV HIPOTEZ.....	32
5 ZAKLJUČEK.....	33
LITERATURA.....	34

SEZNAM SLIK, TABEL IN GRAFOV

Slika 1: Prikaz načina meritev struge Lahovškega potoka.....	8
Slika 2: Prikaz načina merjenja globine vode v Lahovškem potoku.....	8
Slika 3: Ključ, s pomočjo katerega sva ugotavljali kakovosti tekoče vode.....	10
Slika 4: Šolski kovček za kemijsko analizo vode.....	11
Slika 5: Označba Lahovškega potoka na zemljevidu.....	13
Slika 6: Satelitski posnetek vodnega toka Lahovškega potoka.....	14
Slika 7: Bioindikatorske vrste vodnih nevretenčarjev (Tarman, str. 27).....	15
Slika 8: Lahovski potok pod kmetijo Grad ob Šmartinskem jezeru.....	17
Slika 9: Označena mesta vzorčenja živali in odvzema vode za kemijsko analizo.....	18
Slika 10: Primerjava barve in bistrosti vode iz potoka in destilirane vode.....	19
Slika 11: Naravna struga z bujnim obvodnim rastjem.....	20
Slika 12: V zgornjem toku prevladujoče potočne postranice.....	22
Slika 13: Tulci ličink mladoletnic.....	22
Slika 14: Vodni osliček, polž mlakar, ličinka kačjega pastirja ploščeca in druge živali, ki so bile zajete v spodnjem toku Lahovškega potoka.....	25
Slika 15: Ličinke enodnevnice različnih velikosti.....	25
Slika 16: V mesecu decembru ujete živali v srednjem toku Lahovškega potoka.....	26
Slika 17: Ličinka mladoletnice brez tulca.....	26
Slika 18: Ocenjene vrednosti masnih koncentracij amonijevih kationov, nitratnih anionov in pH v vodi, odvzeti iz zgornjega toka Lahovškega potoka.....	28
Slika 19: Ocenjene vrednosti masnih koncentracij amonijevih kationov, nitratnih anionov in pH v vodi, odvzeti iz spodnjega toka Lahovškega potoka.....	28
Slika 20: Sledi gnojevke v bližini Lahovškega potoka.....	30
Slika 21: Ličinka vrbnice.....	31
Slika 22: Potočna postranica.....	32
Tabela 1: Ocena bistrosti in barve vode.....	7
Tabela 2: Primerjava dejavnikov okolja na mestu biološke analize živali v Lahovškem potoku.....	20
Tabela 3: Preglednica dreves, ki rastejo ob Lahovškem potoku na mestih vzorčenja	21
Tabela 4: Preglednica grmov, ki rastejo ob Lahovškem potoku na mestih vzorčenja	21
Tabela 5: Vrste in število živali v zgornjem, srednjem in spodnjem toku Lahovškega potoka.....	23
Tabela 6: Vrste in število živali v Lahovškem potoku pozimi.....	26
Tabela 7: Ocena prisotnosti amonijevih in nitratnih ionov ter pH vrednosti vode.....	27
Graf 1: Primerjava števila vrst živali na mestih odvzema bioloških vzorcev.....	24
Graf 2: Primerjava števila osebkov indikatorskih vrst na treh mestih vzorčenja živali	24
Graf 3: Ocena masne koncentracije nitratnih anionov v vzorcih vode Lahovškega potoka.....	27
Graf 4: Ocena masne koncentracije amonijevih kationov v vodi, odvzeti iz Lahovškega potoka.....	28

POVZETEK

Ko v potoku obrneš nekaj kamnov in vse ujameš v mrežico, lahko vidiš, kako bogato je življenje v še tako majhnem in na zemljevidu komaj opaznem potoku. Z velikim zanimanjem sva raziskovali življenje v Lahovškem potoku, ki teče pod našo vasjo. V poletnem času sva izbrali tri mesta vzorčenja za biološko in kemijsko analizo vode. Prve biološke vzorce sva vzeli malo za izvirom potoka, preden zavije iz gozda v kmetijsko krajino. Drugi vzorec sva vzeli na mestu, kjer potok zapusti intenzivne travnike in preide v gozd. Zadnje mesto vzorčenja je bilo tik pred izlivom potoka v Koprivnico med vasmi Dobrova in Lahovna. Analiza bioloških vzorcev je pokazala, da je voda v zgornjem toku malo onesnažena, v srednjem zmerno onesnažena, v spodnjem pa srednje onesnažena. Tudi kemijska analiza je sledila rezultatom biološke analize. V vodi sva določali masno koncentracijo nitratnih in amonijevih ionov ter pH vode. Tudi koncentracija nitratnih in amonijevih ionov vzdolž potoka v poletnem času narašča, kar se pozna na videzu in vonju vode. Biološko analizo vode sva v zgornjem in srednjem toku ponovili še na začetku meseca decembra. Preučevali sva zlasti bioindikatorske vodne nevretenčarje in ugotovili, da je kakovost vode v zimskem času nekoliko boljša kot poleti.

1 UVOD

Da ne bi bilo učenje tako suhoparno, sva se letos odločili, da ga bova popestrili z raziskovalnim delom. Idejo za raziskovalno delo sva dobili že zgodaj spomladi, ko sva odšli na sprehod do Šmartinskega jezera. Pot naju je vodila iz Prekorja proti Runtolam, kjer sva nabirali spomladansko cvetje. Posebno veliko ga je bilo ob potoku, za katerega sva kasneje izvedeli, da se imenuje Lahovški potok. Ko sva se sprehajali ob njem, sva opazili, da ga obdaja raznoliko rastlinstvo in da se v njem voda živahno pretaka skozi tolmane in brzice. Ima zelo lepo ohranjeno naravno strugo. V svojem srednjem toku oblikuje manjše meandre, ob katerih v spomladanskem času, ko je veliko vode v potoku, nastajajo mrtvice. Zato sva sklepali, da je poln življenja. Ko sva si tako ogledovali potok, sva na okoliških travnikih v bližini potoka opazili uporabo gnojevke. In to ne le v spomladanskem času. Sveža gnojevka se je na travnikih pojavljala po vsaki košnji. Zaskrbelo naju je, kako takšen način gnojenja vpliva na življenje v potoku. Vse opisano se nama je zdela odlična iztočnica za raziskovalno nalogo.

1.1 NAMEN NALOGE

Domačini lahko v Runtolah večkrat opazujemo lastnike travniških parcel pri gnojenju z gnojevko. Problem je v tem, ker se gnojevka izpira v podtalnico in potok, zlasti če se uporablja preblizu vodotoka. Sklepali sva, da uporaba gnojevke vpliva na življenje v potoku. Tako sva potok razdelili v tri odseke, prvi odsek je bil v zgornjem toku, kjer v bližini potoka ni hiš in ne travnikov, tukaj potok obdaja gozd. Drugi del je bil potok obdan s travniki, kjer je večkrat letno potekalo gnojenje z gnojevko. Ostanke uporabe gnojevke so bili vidni tudi na travnikih. Spodnji del potoka obdajata naselji Lahovna in Dobrova. Sklepali sva, da v spodnjem toku na življenje v vodi vpliva komunalno onesnaženje. Na treh mestih sva v vodi potoka iskali živali, ki so bioindikatorji, s pomočjo katerih bi lahko sklepali na stopnjo onesnaženosti vode v potoku. Prav tako sva želeli primerjati vrste in število vodnih organizmov v zgornjem, srednjem in spodnjem toku Lahovškega potoka. Odvzeli sva še vzorce vode za kemijsko analizo, s katero sva želeli ugotoviti prisotnost amonijevih in nitratnih ionov, ki so posledica komunalnega onesnaženja in pretirane uporabe gnojil v bližini vode. Zanimalo naju je, kako gnojenje z gnojevko vpliva na količino nitratnih in amonijevih ionov v vodi Lahovškega potoka.

1.2 HIPOTEZE

V prvi hipotezi domnevava, da se bo število vrst organizmov v zgornjem, srednjem in spodnjem toku razlikovalo. Mnenja sva, da bo v zgornjem toku več vrst vodnih nevretenčarjev, ki kot bioindikatorske vrste opredelijo vodo kot

čisto oziroma malo onesnaženo. V srednjem toku, kjer je prisotno gnojenje travnikov z gnojevko, bo več vrst vodnih nevretenčarjev, ki kot bioindikatorske vrste opredelijo vodo kot srednje onesnaženo. Podobni organizmi bodo tudi v spodnjem toku Lahovškega potoka, le da se jim bodo pridružili še vodni nevretenčarji, ki so značilni za onesnaženo vodo. Tako pričakujeva v zgornjem delu potoka vrbnice, enodnevnice in vrtinčarje, v srednjem toku potočne postrance, enodnevnice, mladoletnice in polža velikega mlakarja ali malega svitka. V spodnjem delu potoka pa pričakujeva ličinke kalnice in trzače, tubifekse in vodne osličke.

V drugi hipotezi domnevava, da se bo masna koncentracija amonijevih in nitratnih ionov v zgornjem, srednjem in spodnjem toku razlikovala. Predvidevava, da se bo koncentracija obeh vrst ionov povečevala vzdolž potoka, saj je v srednjem in spodnjem delu več kmetijskih površin in večja poselitev, s tem pa večja uporaba mineralnih gnojil, gnojevke in tudi več komunalnega onesnaževanja vode. Ob pregledu struge potoka sva naleteli na primere neurejene kanalizacije in direktno izlivanje kanalizacije v potok.

1.3 METODE DELA

Terensko delo je potekalo dvakrat, in sicer prvič v poletnem času in drugič v poznem jesenskem času, v mesecu decembru. Poletno terensko delo je bilo obsežnejše in je zajemalo opis lastnosti vode v potoku, opis struge, rastlinskih vrst in popis živali v potoku. Prvo mesto opazovanja je bilo malo pod izvirov potoka, kjer Lahovski potok priteče iz gozda na travnike. Ker na teh travnikih uporabljajo gnojevko, je bilo drugo mesto popisa na koncu obsežnejše doline s travniki, kjer potok spet prehaja na področje gozda. Zadnje mesto popisa je bilo tik pred izlitjem Lahovškega potoka v Koprivnico, kjer na življenje v potoku vplivajo urbani dejavniki.

Drugi popis vodnih nevretenčarjev sva izvedli v mesecu decembru. Zajemal je zajetje vode in živali na enakih odzemnih mestih kot v poletnem času z izjemo spodnjega toka. Zajete živali sva prenesli v učilnico, kjer sva jih opazovali s pomočjo stereolupe in jih tudi mikroskopirali.

1.3.1 LASTNOSTI VODE V POTOKU

Na terensko delo sva se skrbno pripravili. V kabinetu za biologijo sva s pomočjo mentorice pripravili vse potrebne pripomočke za terensko delo in glede na namen naloge izdelali delovni list za hitrejšo vnašanje meritev in opažanj. V delovni list sva zapisali datum izvedbe terenskega dela in mesto vzorčenja živali.

Za merjenje temperature vode in zraka ter oceno barve in bistrosti vode sva potrebovali naslednje pripomočke: 2 termometra, dve 250 ml čaši, bel papir, destilirano vodo, flomaster, 2 plastenki z zamaškom, bel pladenj in uro.

Temperaturo vode in zraka sva merili tako, da sva en termometer obesili na vejo na senčno stran grma ali drevesa, drugi termometer pa držali 10 cm pod vodo. Po treh minutah sva odčitali temperaturo, ne da bi iz vode izvlekli termometer. Meritev sva ponovili v razmiku 1 ure. Rezultate sva zapisali v tabelo.

Oceno vonja vode sva izvedli tako, da sva plastenko do 2/3 napolnili z vodo, ki sva jo zajeli v potoku. V drugo plastenko sva za primerjavo dali enak volumen destilirane vode. Plastenki sva dobro zaprli z zamaškom in ju 3 minute močno stresali. Nato sva zamaška odvili in hitro povohali vonjave iz plastenk. Vonj vode iz potoka sva primerjali z vonjem destilirane vode. Destilirana voda je bila brez vonja, za vodo iz potoka pa sva izbirali med naslednjimi možnostmi:

- a) vonja ne zaznaš,
- b) vonj zazna samo strokovnjak,
- c) vonj zaznaš, ko te nanj opozorijo,
- d) rahlo zaznaven vonj,
- e) močan vonj.

Vonj, ki sva ga zaznali, sva zabeležili v delovni list.

Oceno bistrosti in barve vode sva določili na sledeč način: v prvo 250 ml čašo sva nalili 200 ml destilirane vode, v drugo 250 ml čašo pa 200 ml vode iz potoka. Pripravili sva si pladenj z belim listom za podlago in nanj postavili obe čaši z vodo. Primerjali sva barvo in bistrost vode iz potoka z destilirano vodo. Glede barve in bistrosti vode iz potoka sva izbirali med možnostmi, ki so navedene v tabeli 1.

Tabela 1: Ocena bistrosti in barve vode

BISTROST VODE	BARVA VODE
a) bistra voda	a) brez barve
b) komaj opazna motnost	b) rumenkasta
c) motnost	c) rjavkasta
d) vidni trdni delci	d) zelenkasta

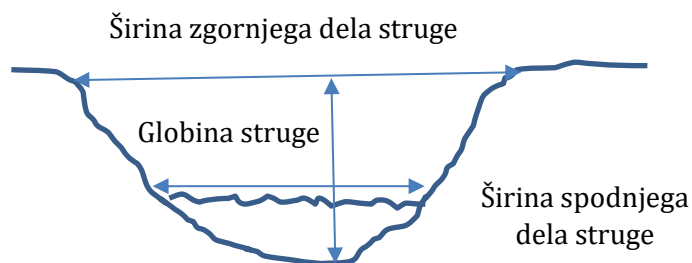
1.3.2 OPIS STRUGE IN HITROSTI VODNEGA TOKA

Pri natančnejšem opisu mesta biološke in kemijske analize sva z opazovanjem pridobili naslednje podatke:

- geografsko lego mesta vzorčenja,
- videz struge, pri čemer naju je zanimalo, če je ta naravna ali umetna,
- poraščenost bregov z rastlinami,
- kakšno je dno potoka, npr. prodnato, peščeno, kamnito, skalnato, blatno
...
- poraslost dna potoka z vodnimi rastlinami, kot so npr. vodni mahovi, alge ali vodne brstnice.

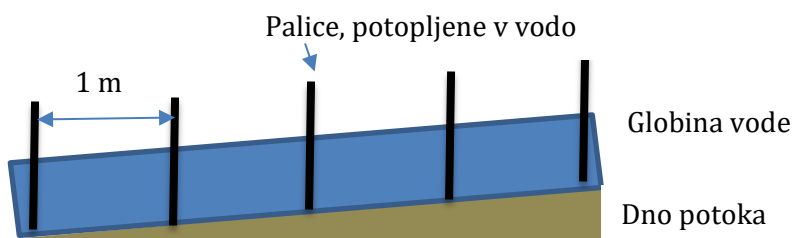
Izmerili sva tudi globino in širino struge in ugotavljali povprečno globino vode. Za delo sva potrebovali daljši meter in palico z oznakami centimetrov.

Kako je potekalo merjenje širine in globine struge, sva prikazali s shemo. Širino struge sva zmerili na zgornjem in spodnjem delu, kjer je tekla voda. Globino struge sva merili pravokotno na najširši zgornji del struge na področju, kjer je bila globina potoka največja. Pri tem sva daljšo palico potopili do dna potoka. Globina struge je bila razdalja od zgornjega širšega dela struge do dna potoka. Meritve sva vpisali v tabelo.



Slika 1: Prikaz načina meritev struge Lahovškega potoka

Povprečno globino struge sva izmerili tako, da sva vzdolž struge vodni tok razdelili na odseke po en meter. Na označenih mestih sva palico z oznakami centimetrov potopili na sredino potoka, kjer je bila globina največja. Odčitali sva globino in jo zabeležili v tabelo. Nato sva iz podatkov izračunali povprečno globino vode v potoku, kjer sva izvedli biološko in kemijsko analizo.



Slika 2: Prikaz načina merjenja globine vode v Lahovškem potoku

Izmerili sva tudi hitrost vodnega toka v potoku, vendar je bil zaradi poletne suše vodostaj potoka tako nizek, da se voda v njem skoraj ni pretakala. Najprej sva izbrali raven tok potoka na razdalji 10 metrov (lahko tudi manj). Razdaljo sva natančno izmerili in označili začetek in konec. Na zgornjem toku izmerjene razdalje je stala ena od naju in na sredino toka vrgla manjši košček stiropora. Druga je s stoparico merila čas, ki ga je košček potreboval za potovanje na označeni razdalji. Na koncu je ena od naju prestregla stiropor, da ne bi onesnaževali potoka. Potem sva meritve zapisali v tabelo. Za pridobitev čim bolj natančnega rezultata sva opravili tri meritve. Na koncu sva izračunali povprečno hitrost potovanja stiropora na omejeni razdalji vodnega toka in podatek pretvorili v m/s.

1.3.3 VRSTE DREVES IN GRMOV OB LAHOVNIŠKEM POTOKU

Na mestu, kjer sva opazovali živalski svet v potoku, sva popisali tudi rastlinske vrste. Ob bregu potoka sva ocenili razdaljo desetih metrov in na obeh straneh potoka prešteli število posameznih drevesnih vrst in grmov. S pomočjo slikovnega ključa za določanje vrst Rastlinski vodnik sva poiskali imena dreves in grmov, ki so uspevali ob potoku. Popisali pa sva tudi vodne rastline in vse podatke vnesli v tabelo.

1.3.4 ŽIVALI V LAHOVNIŠKEM POTOKU

Na mestu, kjer sva opisali videz potoka, sva z lovilno mrežico lovili drobne nevretenčarje iz potoka. Pozorni sva bili tudi na večje živali, ki so sicer plašne in se ob prihodu opazovalca hitro poskrijejo. Za delo sva potrebovali: lupe, pincete, žličko, pladenj, slikovni ključ za določevanje živali v celinskih vodah in ključ za oceno čistosti vode v potoku.

Vzorke vodnih živali sva nabirali tako, da sva nastavili mrežico v smeri vodnega toka. Privzdignili sva kamne in podrgnili po njih, da je vodni tok zanesel živali v mrežico. Ujete živali sva z vodo iz potoka poplaknili v banjico. Na terenu sva jih opazovali s prostim očesom in s pomočjo ročne lupe. S pomočjo slikovnega ključa Sladkovodne živali sva določili imena živalim, ki sva jih ujeli v kadički. Imena živali, ki sva jih prepoznali, sva zabeležili v tabelo. Hkrati sva prešteli število osebkov posamezne vrste. Posebej pozorni sva bili na bioindikatorske vrste vodnih živali. Ujete živali sva tudi fotografirali. S pomočjo fotografij sva si kasneje pomagali pri določanju živali ali njene razvojne stopnje, saj vseh ni bilo v slikovnem ključu Sladkovodne živali. Po opravljenem opazovanju sva poskrbeli, da sva ujete živali vrnili v njihov življenjski prostor.

Na osnovi bioindikatorskih vrst sva ocenili onesnaženost vode v potoku. V knjižici Eko Ruše 90 sva na str. 19 našli tabelo z indikatorskimi vodnimi organizmi za ugotavljanje onesnaženosti vode.

1.3.5 POZNO JESENSKI POPIS VODNIH NEVRETEČARJEV

V nedeljo, 11. decembra 2016, sva se odpravili po vzorce vode z vodnimi nevretenčarji. Opremljeni sva bili s kadičko, mrežico ter lončki, v katere sva te vodne živali kasneje shranili. Najprej sva se odpravili do zgornjega toka Lahovškega potoka. Vzorce vode z drobnimi nevretenčarji sva pridobili tako, da sva mrežico postavili v potok v smeri vodnega toka ter dvignili kamne ter po njih podrgnili, da je vodni tok te vodne živali odnesel v mrežico. Nato sva te vodne živali splaknili v kadičko ter jih zajeli v vedro, v katerih sva jih potem prenesli do srednjega toka, kjer sva pridobili še druge vzorce vode z vodnimi nevretenčarji. Ko sva imeli vse vzorce iz srednjega toka, sva končali z nabiranjem vzorcev. Ker naju je bolj zanimal popis vodnih živali v območju, kjer živiva, nisva odšli do spodnjega toka. Na mestu odvzema vzorcev vode sva izmerili temperaturo vode in zraka. Dan kasneje, v ponedeljek, sva v šoli opazovali živali, ki sva jih nabrali dan poprej. Najprej sva živali razporedili v tri

kadičke. V prvi so bile tiste iz zgornjega toka, v drugi tiste, ki sva jih v srednjem toku nabrali izpod kamnov, v tretji pa tiste, ki sva jih v srednjem toku nabrali iz vodnih rastlin. Najprej sva s pomočjo ključev za določevanje vodnih nevretenčarjev ugotovili imena živali iz vsake kadičke posebej. Nato pa sva prešteli število osebkov posamezne vrste ter podatke vnesli v tabelo. Manjše živali sva opazovali s pomočjo šolskega mikroskopa ter tudi posneli slike le-teh. Tako sva lažje določili vrsto vodnega nevretenčarja.

KLJUČ ZA HITRO DOLOČANJE STOPNJE ONESNAŽENOSTI VODE

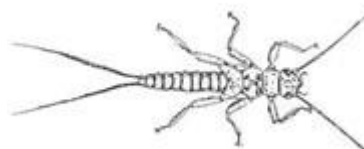
STOPNJA ONESNAŽENOSTI

1. neonesnažena voda

ličinka enodnevnice (10 mm)



ličinka vrbnice (30 mm)



2. malo onesnažena voda

ličinka mladoletnice (35 mm)

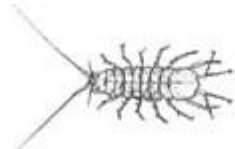


potočna postranica (20 mm)

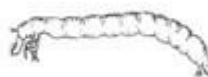


3. srednje onesnažena voda

vodni osliček (8-12 mm)



ličinka trzače (10 mm)



4. močno onesnažena voda

T
tubifeksi (35 mm)



ličinka kalnice (20 mm)



5. popolnoma onesnažena voda

ni živali

Slika 3: Ključ, s pomočjo katerega sva ugotavljali kakovosti tekoče vode.

Vir: <http://www.pef.uni-lj.si/narteh/narspi/pages/popoldne/popoldne3.html>, 4. 2. 2017

1.3.6 KEMIJSKA ANALIZA VODE

Desni breg Lahovškega potoka v Runtolah meji na intenzivne gojene travnike, kjer lastniki pogosto za gnojenje uporabljajo gnojevko. Zato sva po biološki analizi vode v zgodnjem poletju opravili še kemijsko analizo vode iz potoka. Kemijska analiza je bila opravljena dne 5. in 7. junija 2016. Prvi vzorec vode sva odvzeli na mestu, kjer Lahovški potok prehaja iz gozda, v katerem izvira, na travnike, ki jih gnojijo z gnojevko. Drugi vzorec sva odvzeli na mestu, kjer potok iz intenzivnih travnikov prehaja ponovno v gozd. Tretji vzorec vode sva odvzeli 300 m pred izlivom Lahovškega potoka v Koprivnico. Na tem mestu potok obdajajo srednje intenzivna kmetijska področja ter naselji Dobrova in Lahovna. Pri kemijski analizi vode iz potoka sva si pomagali s šolskim kovčkom za kemijsko analizo vode in prsti. S pomočjo reagentov, ki jih vsebuje kovček, sva določali pH vode, masno koncentracijo nitratnih anionov in amonijevih kationov, saj se njihova koncentracija poveča v prisotnosti organskih onesnaževalcev vode, kot je gnojevka.



Slika 4: Šolski kovček za kemijsko analizo vode

Vir: (http://www.virles.si/modules/store/uploads/analiza_zemlje.png, 9. 1. 2017)

Po priloženih navodilih sva v za ta namen izdelane posodice nalili izbran vzorec vode do črte, dodali ustrezne reagente in spremembo barve vzorca primerjali z barvno lestvico. Iz ujemanja barve vzorca in ploskve na barvni lestvici sva grobo ocenili prisotnost posameznih ionov v vzorcih vode. Ugotovljene količine sva primerjali s podatki o dovoljenih vsebnostih preiskovanih ionov v naravni vodi.

2 ŽIVLJENJE V POTOKU

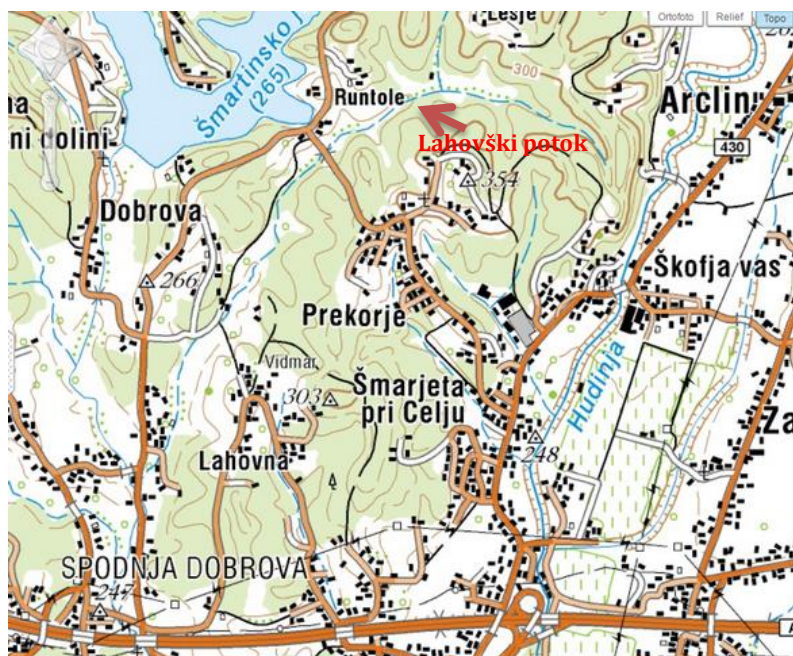
Slovenija je ena najmanjših držav v Evropi, a je glede vodnih virov med najbogatejšimi evropskimi državami. Povprečna letna količina padavin, ki napajajo površinske in podzemne vode, znaša okrog 1500 mm. Letno največ padavin prejme zahodni gorati svet, najmanj pa vzhodni del Slovenije. Tekoče vode v Sloveniji oblikujejo gosto rečno mrežo. Zaradi močne razgibanosti terena in kamninske sestave so vodotoki večinoma kratki, saj je le okoli 22 % vodotokov daljših od 25 km. Čista voda je brez vonja in okusa. Molekula vode vsebuje le dva elementa, in sicer vodik in kisik. Vendar voda v naravi nikjer ni v čistem stanju, pač pa vsebuje različne snovi, kot so raztopljeni plini, anorganske in organske snovi ter mikroorganizmi, ki so lahko naravnega izvora ali pa posledica človekovega delovanja. Sestava vode se spreminja med njenim kroženjem v naravi. V sodobnem svetu vse prepogosto slišimo, da je voda prekomerno onesnažena. V pitni vodi so strupene snovi in nezaželeni mikroorganizmi, ki lahko povzročajo različne bolezni, kemična onesnaženja ogrožajo rastline in živali v vodotokih, v kmetijstvu se uporabljajo velike količine gnojil in sredstev za zatiranje škodljivcev in plevelov, ki se spirajo v podzemno vodo, s cest in urbanih površin pa se prav tako spirajo nevarne kemikalije. Zaradi hitre rasti prebivalstva, urbanizacije in razvoja je ogrožena kakovost voda. Žal človek s tem ogroža tudi svoj obstoj. Vendar ima narava tudi svoj obrambni mehanizem – voda v naravi ima sposobnost samočiščenja. S pomočjo sončne energije poteka v vodnih rastlinah fotosinteza, pri kateri nastaja tudi kisik, potreben za razgradnjo organskih snovi v vodi. Pri razgradnji nastajajo ogljikov dioksid, hranila (dušikove in fosforjeve spojine) in druge snovi, ki jih rastline in živali v vodi rabijo za svoj razvoj. Cikel čiščenja se nadaljuje, ko rastline in živali odmrejo in jih bakterije razgradijo, s tem pa zagotovijo hrano novim generacijam. Žal obstaja tudi veliko strupenih snovi, katerih razgradnja poteka počasi ali pa sploh ne poteka, in so za okolje velik problem (Ambrožič, str. 9).

Tekoče vode ali vodotoki tečejo po podlagi in imajo usmerjeno gibanje od višjih leg proti nižjim. Vzdolž vodotoka se spreminjata hitrost vodnega toka in temperatura vode. Prav tako se spreminja tudi količina v vodi raztopljenih plinov. Če je voda hladnejša in teče hitro, se v njej raztopi dosti več plinov, kot če je vodotok topel in počasen. V zgornjem toku je voda bistra, v spodnjem pa je kalna, ker je v njej veliko delcev blata. Višina vode se v strugi spreminja glede na padavine. S tem se spreminja tudi hitrost vodnega toka. Višja, kot je višina vode, hitrejši je njen tok. Zato morajo biti organizmi prilagojeni na te, včasih prav hitre spremembe. V tekočih vodah veliko živali in vse rastline živijo samo na dnu rek in potokov. Rastline so dobro pritrjene, da jih ob visoki vodi ne odnese hiter vodni tok. Ob nizki vodi pa lahko ostanejo nekaj časa celo na suhem. Takrat se morajo obnašati kot kopenske rastline ali pa preidejo v stanje mirovanja, ko se njihove življenjske funkcije (npr. dihanje in fotosinteza) skoraj ustavijo (Brancelj, str. 101).

2.1 GEOGRAFSKI OPIS LAHOVŠKEGA POTOKA

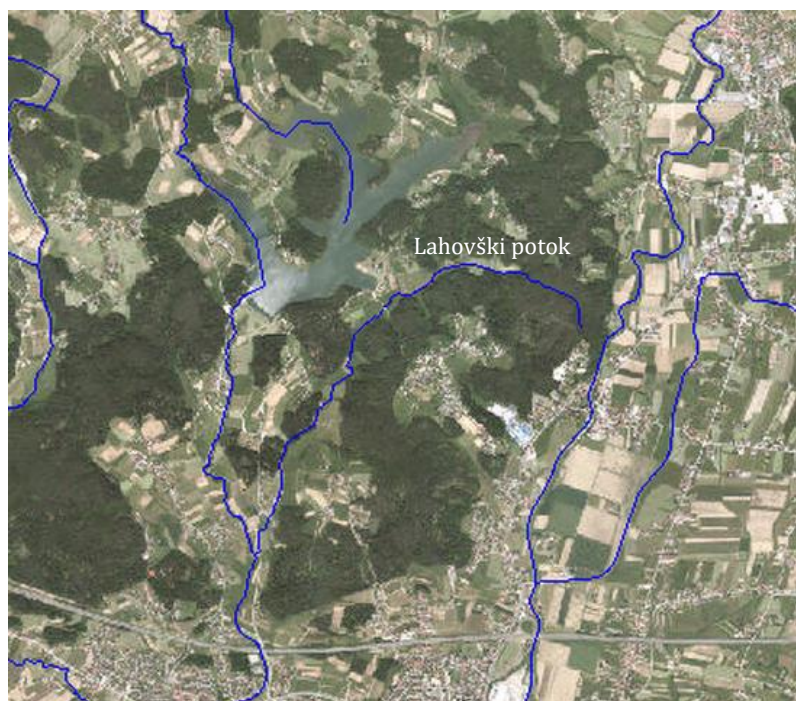
Raziskovali sva potok, ki ga na zemljevidih težko najdemo in se nahaja v severnem delu Celjske občine. Lahovski potok je manjši potoček, ki ga prečkamo na poti iz vasi Prekorje proti vasi Runtole, če obiščemo Šmartinsko jezero. Izvira na severni strani hriba v Škofji vasi, njegov tok je sprva zelo umirjen in počasen. Od izvira teče 100 m proti severu in nato iz gozda zavije proti vzhodu. Ob levem bregu Lahovškega potoka se razprostirajo travnate površine, na desnem bregu pa gozd. V Runtolah potok ponovno nekaj časa teče skozi gozd. Na prehodu iz gozda na travnate površine teče skozi močvirnat svet, kjer naredi zanimive meandre. Na tem mestu se tok usmeri proti jugu. Potok zapusti kratek gozdnati predel in ponovno teče med travniki. Tukaj je tok raven. Potok obdajajo grmi in drevesa. Struga potoka se počasi razširja. V spodnjem toku Lahovski potok teče na meji med vasjo Lahovna in Dobrova. Izliva se v Koprivnico, ki priteče iz Šmartinskega jezera. Dolžina potoka od izvira do izliva je 3,67 km. Nahaja se na nadmorski višini 251,9 m

(http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso, 4. 2. 2017).



Slika 5: Označba Lahovškega potoka na zemljevidu

Vir: <https://www.google.si/maps/@46.2588893,15.2770695,8z>



Slika 6: Satelitski posnetek vodnega toka Lahovškega potoka

Vir: http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso

2.2 PRILAGODITVE ŽIVALI V NA ŽIVLJENJE V POTOKU

Živali na dnu struge se ob visoki vodi umaknejo v zavetje skal, v razpoke ali pod kamenje. Ob nizki vodi morajo prenašati višje temperature, kar je včasih povezano tudi s pomanjkanjem kisika. Tako kot se vzdolž vodotoka spreminjajo življenjske razmere, se spreminja tudi sestava rastlinskih in živalskih združb. V povirnih delih potokov je le malo rastlinskih in živalskih vrst. Od rastlin tu najdemo le enocelične alge. Bolj ko se pomikamo proti ravninskim delom, več je vrst in tudi več osebkov posameznih vrst. Hkrati se vzdolž toka nekatere skupine živali pojavljajo, medtem ko druge izginjajo. Obenem lahko opazimo, da so živali iz iste skupine v zgornjem toku po videzu drugačne kot tiste v spodnjem. To je posledica prilagoditev na različne življenjske razmere. Živali, ki živijo v hitrem vodnem toku, imajo krempljce in priseske, da se z njimi trdno oprijemajo podlage. Najpogosteje se skrivajo na dnu potokov v zavetju velikih kamnov ali pod njimi (Brancelj, str. 101).

Mladoletnice uvrščamo med žuželke. Njihove ličinke so pogoste v tekočih vodah. Živijo v tulcih, ki so v zgornjem toku rek zgrajeni iz kamenčkov ali večjih peščenih zrn. Tako se zavarujejo pred vodnim tokom, da jih ne odnese s seboj. Ličinke mladoletnic, ki živijo v spodnjem toku, pa imajo lažje in manj okorne tulce. Namesto kamenčkov in peska uporabljajo mladoletnice v spodnjem toku raje drobne ostanke rastlin. Nekatere si izberejo celo polžje hišice. Enodnevnice večino svojega življenja preživijo kot ličinke v vodi in se na kopnem kot odrasle

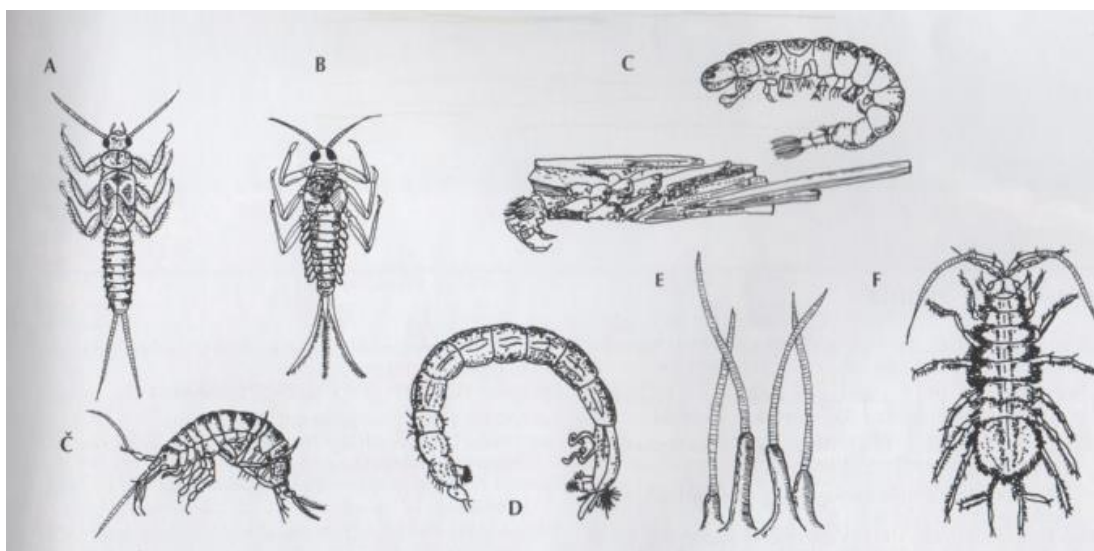
živali le razmnožujejo. Ko odrasle živali prilezejo iz vode, se takoj pariyo. Samice že v nekaj urah odložijo oplojena jajčeca v vodo, kjer so tudi same živele kot ličinke, ter poginejo. Ime so dobile po zelo kratki življenjski dobi. Večina odraslih enodnevnih živi manj kot en dan. Odrasle živali se sploh ne prehranjujejo, saj imajo zakrnela prebavila (Brancelj, str. 102).

Odrasli kačji pastirji so plenilci mušic in muh na kopnem. Plen ujamejo kar med letom. Njihove ličinke pa niso nič manjši plenilci v vodi, kjer lovijo različne ličinke žuželk, rakce, vodne sorodnike deževnikov in druge vodne živali. Nekatero ličinke se skrivajo med vodnim rastlinjem, druge ležijo napol zakopane v blatu, tretje pa rijejo po njem (Brancelj, str. 103).

2.3 KAKO LAHKO S POMOČJO BIOLOŠKE ANALIZE VODE SKLEPAMO NA ONESNAŽENOST POTOKA

Vrste živih bitij, po katerih lahko sodimo o določenih lastnostih okolja, so indikatorske vrste ali bioindikatorji. Razlikovanje med čistimi in onesnaženimi vrstami vode je mogoče na osnovi ugotavljanja prisotnosti bioindikatorskih rastlin in živali. Bioindikacija je torej uporaben pripomoček pri ugotavljanju onesnaženja okolja, saj nam odkriva populacijske dogodke v preteklosti. Bioindikatorji čiste vode so ličinke pribrežnic, enodnevnih in mladoletnic ter rakci postranice. Bioindikatorji onesnaženih voda so ličinke dvokrilcev hironomid, v blatnih tulcih živeči maloščetinci tubifeksi in rakci vodni oslički (Tarman, str. 26, 27).

Slika A prikazuje ličinko pribrežnic, slika B ličinko enodnevnih, slika C ličinko mladoletnice, slika Č rakca postranico, slika D dvokrilca hironomid, slika E maloščetince tubifekse in slika F rakca vodnega oslička.



Slika 7: Bioindikatorske vrste vodnih nevretenčarjev (Tarman, str. 27)

2.4 POSLEDICE PRETIRANEGA GNOJENJA V BLIŽINI VODOTOKOV

Že v prazgodovini so se ljudje naseljevali ob rekah in jezerih, saj je voda nujna za življenje. Razvoj poljedelstva in živinoreje prav tako zahtevata vir vode v bližini. Vendar so se v reke včasih manj kot danes izlivali odtoki onesnažene vode iz gospodinjstev in tovarn oz. mest in naselij. Reke ocenjujemo po kakovosti vode na neonesnažene, malo onesnažene, preveč onesnažene in škodljivo uničene vode (Tola, str. 52).

Vzroki za uničenje življenja v vodi so izpusti strupenih snovi ali pomanjkanje kisika v vodi ob nizkih vodostajih. Veliko onesnaženje vode v potoku povzroča izpuščanje gnojnice in gnojevke iz hlevov ter odpadki, ki jih izloča živina, kar povzroča eutrofikacijo vode. Gnojnica je odtok živalskega seča in blata iz hlevov in gnojišč. Prevelika količina in napačno gnojenje z njo je škodljivo za kmetijstvo in drugo okolje. Eutrofikacija vode nastane, ko pridejo vanjo prevelike količine fosforja in dušika, v tem primeru se populacije mikroskopsko velikih alg, ki so jim ti elementi hranilo, eksplozivno razraščajo in obarvajo vodo. Gostota alg onemogoča sončni svetlobi, da bi prodrla v vodo. Ko alge odmrejo, padejo na dno vodnega okolja, kar ima pogubne posledice za organizme na dnu. Prične se gnitje in poraba kisika na račun živali, ki zaradi pomanjkanja tega plina poginejo (Tola, str. 52).

Povišana vsebnost nitratov je posledica prekomerne uporabe mineralnih gnojil in vpliva komunalnih odpadkov. Z nitrati najbolj onesnažene podtalnice so na poljih z intenzivnim kmetijstvom, neurejeno kanalizacijo in tanko krovno plastjo (<http://www.arso.gov.si/varstvo%20okolja/poro%C4%8Dila/poro%C4%8Dila%20o%20stanju%20okolja%20v%20Sloveniji/007f.pdf>, 4. 2. 2017).

Amonijevi ioni v vodi so posledica komunalnega, kmetijskega in industrijskega onesnaženja. V pitni vodi ga lahko najdemo tudi po dezinfekciji vode s kloramini, lahko pa tudi migrira iz cementnih cevi. Koncentracija amonija v vodi vpliva na njen okus in vonj

(<http://www.kii3.ntf.uni-lj.si/analchemvoc2/file.php/1/HTML/slo/SPEKTRA/okoljske2.htm>, 4. 2. 2017).

2.5 KEMIJSKA ANALIZA VODE V POTOKU

Pri kemijski analizi vode v odvzetem vzorcu na kemijski način določamo količino ionov, ki so nastali kot posledica vnosa onesnažil v potok. Vzroki za onesnaženost potoka so komunalni odpadki, neustrezno gnojenje in izpiranje gnojil v vodo ter v najslabšem primeru tudi industrijske odplake. Kemijska analiza vode zahteva terensko in laboratorijsko delo. Terenski delo obsega pripravo pribora in kemikalij, vzorčenje, meritve in beleženje meritev. V okviru laboratorijskega dela je potrebno pripraviti pribor in kemikalije za analizo, čemur sledi izvedba kemijske analize, izračun rezultatov in opis rezultatov v tabele (Sikošek, str. 7).

Pri kemijski analizi vode sva glede na onesnaževanje vode z gnojivko določali količino nitratnih ionov v vodi in količino amonijevih ionov. Nitrate lahko zasledimo v vseh vrstah vod. So znak onesnaževanja s kanalizacijskimi vodami ali pa jih padavine spirajo iz naravno ali umetno gnojenih tal. Vsebujejo jih mnoge industrijske vode. Ker jih uporabljajo rastline za svojo rast, se tudi z naravno potjo odstranjujejo iz vod. Prisotnost amonijevih ionov v vodi pove, da je bila ta vode pred kratkim v stiku z razpadajočim organski materialom, kar je dokaz onesnaženosti vode. Določali sva tudi pH vode. pH je merilo za kislost oz. bazičnost vode.



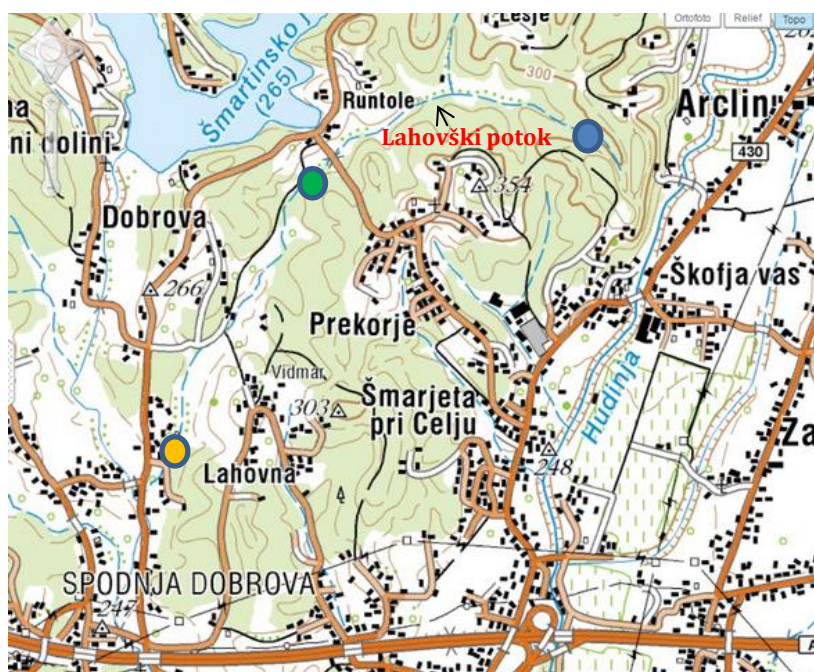
Slika 8: Lahovški potok pod kmetijo Grad ob Šmartinskem jezeru

3 REZULTATI BIOLOŠKE IN KEMIJSKE ANALIZE LAHOVŠKEGA POTOKA

V nadaljevanju bova predstavili rezultate raziskovalnega dela, ki sva jih deloma pridobili na terenskem delu ob Lahovškem potoku, deloma pa pri laboratorijskem delu s kemijsko analizo vode in biološko analizo nevretenčarjev v vodi iz potoka v pozno jesenskem času.

Najprej bova opisali, kakšne so bile življenjske razmere v potoku v času terenskega dela, ki sva ga opravili med 5. in 7. junijem 2016. V drugem poglavju bova predstavili rastlinske vrste, ki sva jih opazili okoli mesta odvzemanja vzorcev. V tretjem poglavju bova predstavili živalske vrste, ki sva jih opazili na mestu vzorčenja v Lahovškem potoku. Poudarek bova dali na indikatorske vrste nevretenčarjev, saj lahko iz njihove prisotnosti sklepava na kakovost naravne vode.

Na zemljevidu sva označili, kje je potekalo vzorčenje vode za namene biološke in kemijske analize vode Lahovškega potoka.



Slika 9: Označena mesta vzorčenja živali in odvzema vode za kemijsko analizo

Legenda:



- Prvo mesto biološke in kemijske analize vode v potoku
- Drugo mesto biološke in kemijske analize vode v potoku
- Tretje mesto biološke in kemijske analize vode v potoku

3.1 OPIS ŽIVLJENJSKIH RAZMER V POTOKU

V opis življenjskih razmer Lahovškega potoka sva zajeli:

- temperaturo vode in zraka na dan, ko je potekalo terensko delo,
- vonj, bistrost in barvo vode,
- poraščenost bregov potoka z rastlinami in s tem ustvarjanja sence za vodne organizme,
- opis struge potoka in
- povprečno globino vode v potoku.

Nameravali sva preučiti še hitrost vodnega toka. Vendar je bil v času terenskega dela vodostaj potoka tako nizek, da so pri merjenju hitrosti nastale napake, zato tega podatka nisva objavili.

Temperatura vode v Lahovškem potoku se je gibala med 14° C in 16° C, kar je bilo odvisno od časa merjenja temperature. Temperatura vode v zgornjem in srednjem toku se v razmiku ene ure ni spremenila, temperatura vode v spodnjem toku pa je v eni uri narasla kar za 2° C.

Temperatura zraka se pri merjenju v zgodnejšem delu dneva ni tako spreminjala, zlasti če je potok obdajal gozd. Če pa sva merili temperaturo na mestu popisa, kjer ni bilo gozda, so bile temperaturne razlike večje.

Na vseh treh mestih vzorčenja vode je bila odvzeta voda brez vonja in je imela komaj opazno motnost v primerjavi z destilirano vodo. Voda je bila v primerjavi z destilirano vodo rahlo rumenkasta.



Slika 10: Primerjava barve in bistrosti vode iz potoka in destilirane vode

Vrsta struge je bila na vseh treh mestih opazovanja naravna in je imela poraščene bregove. Dno potoka je bilo na zgornjem toku prodnato in peščeno, na srednjem prodnato, kamnito in blatno, na spodnjem toku pa blatno. Dno je bilo na območju zgornjega toka poraslo z algami, na območju srednjega toka z

algami in žabjim lasom, na območju spodnjega toka pa z različnimi vodnimi rastlinami.



Slika 11: Naravna struga z bujnim obvodnim rastjem

Globina struge je bila različna. Najgloblja je bila v spodnjem toku. Širina struge je bila v zgornjem toku najmanjša, potem pa je proti spodnjemu toku naraščala. Podobno je bilo s širino vodnega toka, ki je v zgornjem delu potoka znašala 55 cm, v srednjem 80 cm, v spodnjem pa 120 cm. Podobno se je povečevala tudi povprečna globina vode v Lahovškem potoku. V zgornjem toku je znašala le 5 cm, v srednjem 15 cm, v spodnjem toku pa kar 40 cm.

Tabela 2: Primerjava dejavnikov okolja na mestu biološke analize živali v Lahovškem potoku

Lastnosti vode, ekosistema	Zgornji tok		Srednji tok		Spodnji tok	
Temperatura vode v razmiku 1h (°C)	15	15	15	15	14	16
Temperatura zraka v razmiku 1h (°C)	19	19	24	23	17	18
Vonj vode	vonja ne zaznaš		vonja ne zaznaš		vonja ne zaznaš	
Bistrost vode	komaj opazno motna		komaj opazno motna		komaj opazno motna	
Barva vode	rumenkasta		rumenkasta		rumenkasta	
Vrsta struge	naravna		naravna		naravna	
Poraščenost bregov	da		da		da	
Dno potoka	prodnato, peščeno		prodnato, blatno, kamnito		blatno	
Poraslost dna	alge		alge, žabji las		različne vodne rastline	
Globina struge (cm)	70		50		140	
Zgornja širina struge (cm)	220		260		430	
Spodnja širina struge (cm)	55		80		120	
Povprečna globina vode (cm)	5		15		40	

3.2 RASTLINSTVO OB POTOKU

V zgornjem, srednjem in spodnjem toku Lahovškega potoka sva na bregu potoka na mestih odvzema vzorcev odmerili pas 10 metrov. V tem območju sva popisali vse drevesne in grmovne vrste, ki rastejo ob potoku in prešteli njihovo število.

V zgornjem toku, kjer je potok še obdajal gozd, so ob njem rasle 4 drevesne vrste, ni pa bilo nobene grmovne vrste. Tukaj sta uspevala 2 hrasta gradna, 3 bukke, 1 črna jelša in 1 vrba. Zaradi dreves je bilo ob potoku veliko sence.

V srednjem toku Lahovškega potoka je mesto odvzema vzorcev živali iz vode prav tako obdajal gozd. Tukaj so uspevali 4 beli gabri, 1 črna jelša, 3 bukke in 2 smreki. Ker je potok pravzaprav tekkel ob gozdnem robu, so ob njem rasle tudi 3 grmovne vrste. Med njimi je bilo največ rdečega drena. Opazili pa sva tudi navadno lesko in navadno trdolesko.

V spodnjem toku Lahovški potok ni obdajal gozd, ampak odprta krajina, sestavljena pretežno iz travnikov in manjših naselij. Ob potoku, kjer sva vzorčili živali, dreves ni bilo, prisotnih pa je bilo kar nekaj vrst grmov. Tu sva našli navadno in rdečo vrbo, rdeči dren in navadno trdolesko. V potoku je bilo veliko vodnih rastlin.

Opažene drevesne in grmovne vrste ter njihovo število sva za zgornji, srednji in spodnji tok zbrali v naslednjih dveh tabelah.

Tabela 3: Preglednica dreves, ki rastejo ob Lahovškem potoku na mestih vzorčenja

Zgornji tok		Srednji tok		Spodnji tok	
Drevesna vrsta	Štev. dreves	Drevesna vrsta	Štev. dreves	Drevesna vrsta	Štev. Dreves
vrba sp.	1	beli gaber	4	/	/
črna jelša	1	črna jelša	1	/	/
bukev	3	bukev	3	/	/
hrast graden	2	smreka	2	/	/

Tabela 4: Preglednica grmov, ki rastejo ob Lahovškem potoku na mestih vzorčenja

Zgornji tok		Srednji tok		Spodnji tok	
Grmovna vrsta	Štev. grmov	Grmovna vrsta	Štev. grmov	Grmovna vrsta	Štev. Grmov
/	/	navadna leska	1	vrba sp.	1
/	/	rdeči dren	5	rdeči dren	1
/	/	navadna trdoleska	1	navadna trdoleska	1
/	/			rdeča vrba	1

3.3 ŽIVALI V POTOKU S POUČENOM NA INDIKATORSKIH VRSTAH

Prav tako kakor rastline sva popisali v zgornjem, srednjem in spodnjem toku Lahovškega potoka tudi vodne živali, pri čemer sva dali večji poudarek indikatorskim vrstam.

V zgornjem toku, kjer potok obdaja gozd, sva opazili 71 potočnih postranic, 18 ličink enodnevnice, 4 ličinke mladoletnic, 3 ličinke komarjev in 1 sladkovodnega maloščetinca. Glede na najdene živalske predstavnike sva vodo uvrstili v kategorijo malo onesnažene vode.



Slika 12: V zgornjem toku prevladujoče potočne postranice

V srednjem toku, ki teče ob gozdnem robu in travniku, sva našli več različnih vrst živali kot v zgornjem toku, in sicer 6 potočnih postranic, 9 ličink enodnevnice, 5 ličink mladoletnic, 2 ličinke komarja, 2 sladkovodna maloščetinca, 5 vodnih ščipalcev, dve različni vrsti nepoznanih ličink. Te živalske vrste kažejo na malo do zmerno onesnaženo vodo, saj je več mladoletnic in manj enodnevnice.



Slika 13: Tulci ličink mladoletnic

V spodnjem toku, kjer potok obdaja manjše naselje, sva našli največje število različnih vrst živali. V mrežico so se ujele 1 potočna postranica, 7 ličink enodnevnice, mnogo ličink komarjev, 5 sladkovodnih maloščetinca, 14 polžev mlakarjev, 2 navadna ščipalca, 5 pijavk, 3 vodni oslički, 1 vrtinčar, 2 nimfi

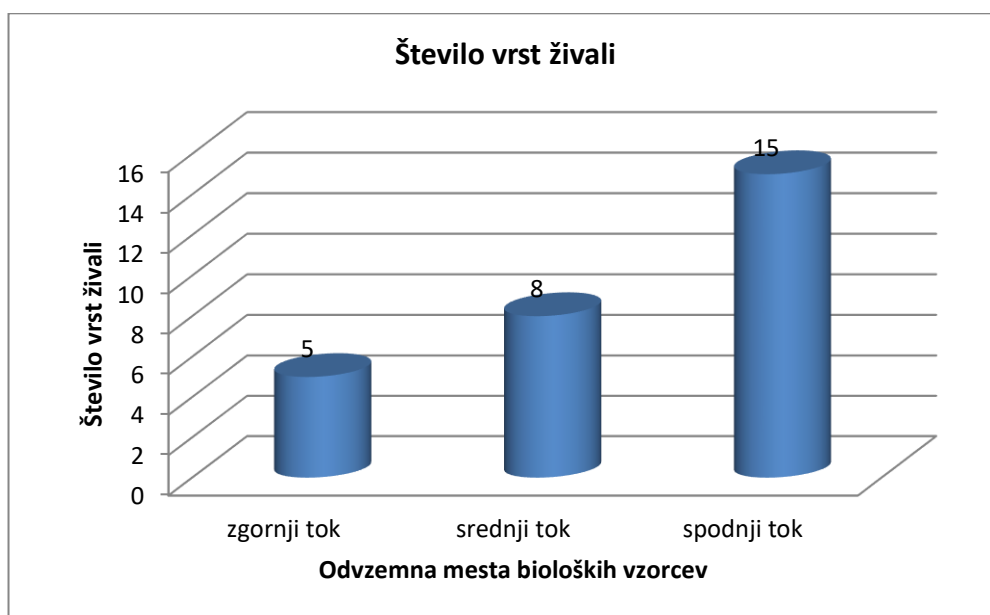
kačjega pastirja ploščeca, 2 nimfi enakokrilega kačjega pastirja, mnogo ceponožcev, mnogo vodnih bolh, 3 ličinke neznanega hrošča, mnogo ličink trzača in 1 polž roženi svitek. Naštete živalske vrste nakazujejo na srednje onesnaženo vodo.

Tabela 5: Vrste in število živali v zgornjem, srednjem in spodnjem toku Lahovškega potoka

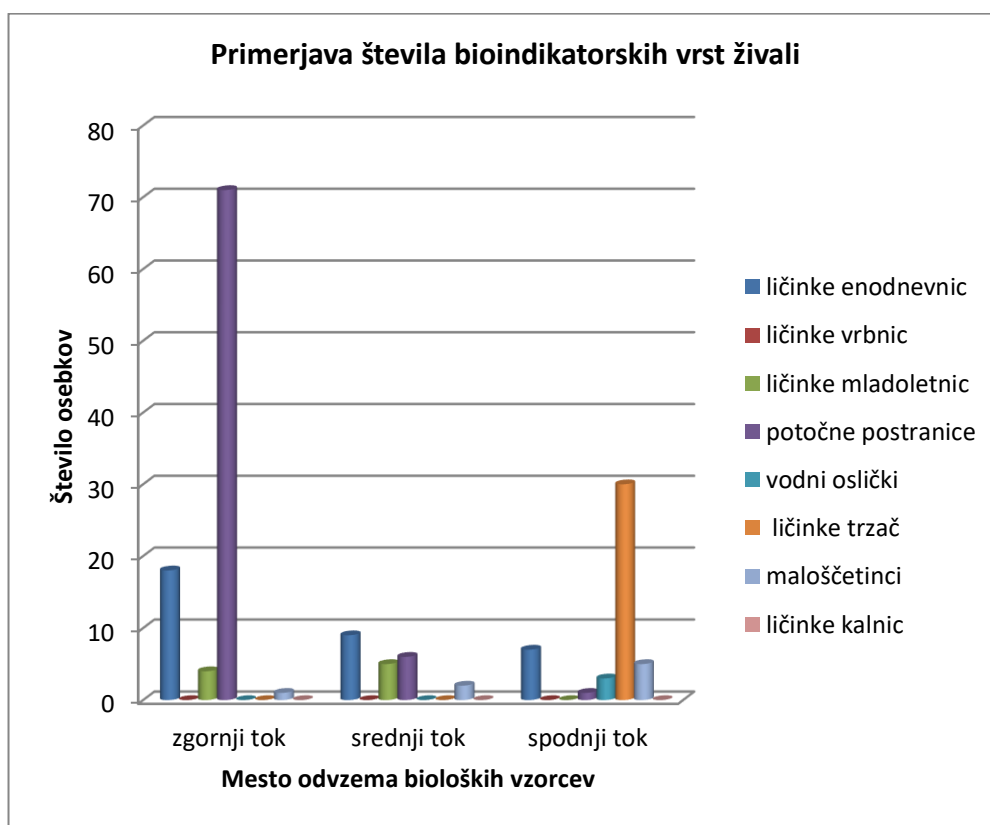
Zgornji tok		Srednji tok		Spodnji tok	
Živali	Štev. osebkov	Živali	Štev. osebkov	Živali	Štev. osebkov
potočna postranica	71	potočna postranica	6	potočna postranica	1
ličinka enodnevnice	18	ličinka enodnevnice	9	ličinka enodnevnice	7
ličinka mladoletnice	4	ličinka mladoletnice	5	polž mlakar	14
ličinka komarja	3	ličinka komarja	2	ličinka komarja	Mnogo
sladkovodni maloščetinec	1	sladkovodni maloščetinec	2	sladkovodni maloščetinec	5
		vodni ščipalec	5	vodni ščipalec	2
		ličinka hrošča 1	1	pijavka	5
		ličinka hrošča 2	2	vodni osliček	3
				vrtinčar	1
				nimfa kačjega pastirja ploščeca	2
				nimfa enakokrilega kačjega pastirja	2
				ceponožec	Mnogo
				vodna bolha	Mnogo
				ličinka hrošča	3
				ličinka trzača	Mnogo
				roženi svitek	1

Zbrane podatke sva iz tabele prenesli v graf, v katerem sva število vrst primerjali z različnimi odvzemnimi mesti bioloških vzorcev. Ugotovili sva, da je

bilo v zgornjem toku 5 vrst živali, v srednjem 8, v spodnjem pa 15 živalskih vrst. Z grafa in iz tabele sva razbrali, da število živalskih vrst narašča vzdolž potoka.



Graf 1: Primerjava števila vrst živali na mestih odvzema bioloških vzorcev



Graf 2: Primerjava števila osebkov indikatorskih vrst na treh mestih vzorčenja živali

V zgornjem grafu sva ugotavljali, kako se spreminja število posameznih indikatorskih vrst živali vzdolž potoka. Videli sva, da število potočnih postranic z onesnaženostjo potoka pada. Podobno pada število ličink enodnevnice, vendar je teh v primerjavi s potočnimi postranicami precej manj. To nam pove, da je voda v zgornjem toku najčistejša, potem pa kakovost vode vzdolž potoka pada. V spodnjem toku narašča število ličink trzač, maloščetincev in vodnih osličkov, ki so značilni za vodotoke z vodo slabše kakovosti. Našteti vodni nevretenčarji nakazujejo, da je voda v spodnjem toku Lahovškega potoka srednje onesnažena.



Slika 14: Vodni osliček, polž mlakar, ličinka kačjega pastirja ploščeca in druge živali, ki so bile zajete v spodnjem toku Lahovškega potoka.

Biološko analizo vode sva opravili še enkrat v mesecu decembru. Odvzeli sva vzorce vode z živalmi v zgornjem in srednjem toku, v spodnjem toku pa ne. Temperatura vode je znašala 2° C, zraka pa 4° C

V vodi, odvzeti iz zgornjega toka Lahovškega potoka, sva opazili številne potočne postranice, večje število enodnevnice in ličink vrbnic. Glede na najdene živali sva vodo ocenili kot neonesnaženo oziroma malo onesnaženo.



Slika 15: Ličinke enodnevnice različnih velikosti

V vodi, odvzeti iz srednjega toka Lahovškega potoka, sva našli večje število potočnih postranic, zelo veliko ličink enodnevnice, ki so bile različnih velikosti, ličinke mladoletnic in ličinke neznanih žuželk. Med njimi je bil tudi en sladkovodni maloščetinec. Zaradi njegove prisotnosti ocenjujemo vodo v srednjem toku kot malo do zmerno onesnaženo.

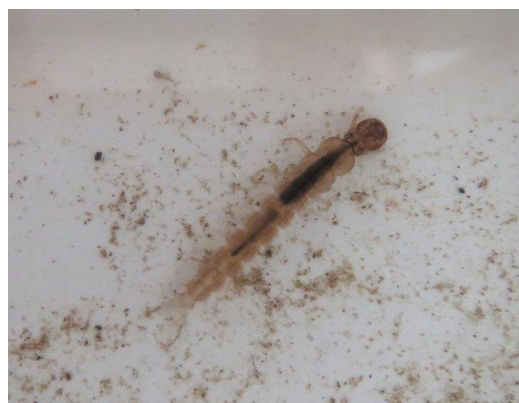
Vse živali, ki sva jih v mesecu decembru odvzeli iz Lahovškega potoka in jih za namene preučevanja prenesli v šolsko učilnico, sva po končanem delu odnesli v naravo nazaj na mesto odvzema.

Tabela 6: Vrste in število živali v Lahovškem potoku pozimi

Zgornji tok		Srednji tok	
Živali	Štev. osebkov	Živali	Štev. osebkov
potočna postranica	18 in več	potočna postranica	8 in več
ličinka enodnevnice	10	ličinka enodnevnice	17 in več
ličinka mladoletnice	0	ličinka mladoletnice	2
sladkovodni maloščetinec	0	sladkovodni maloščetinec	1
ličinke vrbnic	1	ličinka neznane žuželke	2 (slika)



Slika 16: V mesecu decembru ujete živali v srednjem toku Lahovškega potoka



Slika 17: Ličinka mladoletnice brez tulca

3.4 KOLIČINA NITRATNIH IN AMONIJEVIH IONOV V VZORCIH VODE IZ POTOKA

Kemijsko analizo vode sva s pomočjo kovčka za kemijsko analizo vode in prsti opravili 5. 7. 2016. S pomočjo reagentov iz kovčka sva določali količino nitratov in amonijevih ionov v enem litru vzorca vode. Vzorce vode sva vzeli v zgornjem, srednjem in spodnjem delu potoka, kjer sva pred tem izvedli že biološko analizo vode. Ocenili sva tudi pH odvzetih vzorcev vode. Rezultate kemijske analize sva predstavili v tabeli.

Tabela 7: Ocena prisotnosti amonijevih in nitratnih ionov ter pH vrednosti vode

	Ocena prisotnosti ionov (mg/l)		
	Zgornji tok	Srednji tok	Spodnji tok
nitratni ioni	0	10	10
amonijevi ioni	≤0,05	0,2	3
pH vode	7	7 - 8	8

Priporočena vrednost za nitrate, ki sva jih našli kot prilogo h kovčku za kemijsko analizo vode, znaša 25 mg/l. Voda za ribe lahko vsebuje 10–80 mg nitratnih ionov na liter vode. To pomeni, da vrednosti nitratov v Lahovškem potoku niso bile presežene. Priporočena vrednost za amonijeve ione znaša 0,05 mg/l. Voda za ribe lahko vsebuje 0,5 mg amonijevih ionov na liter vode. To pomeni, da v zgornjem toku priporočena vrednost amonijevih ionov ni bila presežena, v srednjem in spodnjem toku pa so vrednosti amonijevih ionov na liter vode narasle. Največja onesnaženost se je pokazala v spodnjem toku Lahovškega potoka. Voda v zgornjem toku je bila nevtralna, v srednjem in spodnjem toku pa je bil pH vode nad 7.

V poročilo sva dodali dva grafa, ki prikazujeta koncentracijo nitratnih anionov in amonijevih kationov, določeno v odvzeti vodi vzdolž Lahovškega potoka.



Graf 3: Ocena masne koncentracije nitratnih anionov v vzorcih vode Lahovškega potoka



Graf 4: Ocena masne koncentracije amonijevih kationov v vodi, odvzeti iz Lahovškega potoka



Slika 18: Ocenjene vrednosti masnih koncentracij amonijevih kationov, nitratnih anionov in pH v vodi, odvzeti iz zgornjega toka Lahovškega potoka.



Slika 19: Ocenjene vrednosti masnih koncentracij amonijevih kationov, nitratnih anionov in pH v vodi, odvzeti iz spodnjega toka Lahovškega potoka.

4 RAZPRAVA O REZULTATIH

Lahovski potok je manjši vodotok, ki ni daleč od naše domače hiše, zato se nama zdi zelo pomembno vedeti, v kakšnem ekološkem stanju se nahaja. Vsak človek si želi živeti v čistem okolju. Čeprav se otroci zelo pogosto zadržujemo v njegovi bližini, nisva poznali njegovega imena. Nekateri mu pravijo Runtolščica, saj teče skozi vas Runtole. V Atlasu okolja sva poiskali njegovo pravo ime Lahovski potok. Verjetno je ime dobil po tem, ker v svojem srednjem in spodnjem toku teče skozi vas Lahovna. Njegov tok meri okoli 3,7 km. To dolžino sva izmerili s pomočjo Atlasa okolja, ki je objavljen na straneh Ministrstva za okolje. Na začetku je potok še zelo majhen in ozek. Kar kmalu pa se zaradi številnih pritokov in izvirov njegova struga tako poveča, da ga težko preskočimo. Na meji med Prekorjem in Runtolami je širok okoli 2 metra. Obrašča ga jelševje, ki s pomočjo svojega koreninskega sistema oblikuje tolmane in manjše brzice. V spomladanskem času cveti okoli potoka vse polno zvončkov. Posebej zanimiv je močvirni del med vasema Prekorje in Runtole, kjer se tok upočasni in nastanejo manjše okljuke ali meandri. V preteklosti so potok uporabljali za napajanje živine. Mentorica nama je povedala, da je bilo življenje v potoku v preteklosti veliko pestrejšo. Eden od vaščanov ji je povedal, da so v njegovi mladosti v potoku živele školjke, potočni škržki in številne vrste rakov. Mentorica nama je zagotovila, da si v tem potoku v preteklosti zlahka našel planinskega in navadnega pupka, kar danes ni več mogoče. Žal danes teh vrst v vodi ne zasledimo več. Raki mogoče še živijo, vendar jih nisva opazili, ker so nočne živali. Zato naju zelo skrbi, ker se je zmanjšalo število včasih pogostih vrst živali v potoku. Glede na rezultate biološke in kemijske analize vode je videti, da se stanje vode vzdolž potoka slabša. K temu žal v veliki meri prispeva intenzivno kmetijstvo. Razumljivo je, da si kmetje želijo pridelati na svojih travnikih čim več krme za vzrejo živine v hlevu. Problem pa nastane, ko zaradi večje proizvodnje krme prekomerno uporabljajo mineralna gnojila in gnojevko. To je problematično zlasti tedaj, če so travniki mokrotni in v bližini potokov. Na terenskem delu sva opazili, da se ne spreminjajo samo vodotoki, temveč tudi travniki, kjer uporabljajo gnojevko. Travniki so se vzdolž potoka iz pestre življenjske združbe spremenili v monotono zeleno puščavo, kjer prevladujejo trave. Iz njih izginjajo pisane cvetlice, na katerih so se prehranjevale številne žuželke. Podobne spremembe so se verjetno zaradi onesnaževanja zgodile tudi v potoku.

Da bi raziskali ekološko stanje Lahovškega potoka, sva morali kar nekajkrat izvesti terensko delo. To se je zelo razlikovalo od najinega običajnega brskanja in nenačrtovanega opazovanja narave. Nisva pričakovali, da je za izvedbo terenskega dela toliko priprav. Najprej je bilo potrebno narediti skrben načrt in enotno navodilo za delo, da sva natančno vedeli, kaj bova ob potoku počeli. S seboj sva nesli za dva nahrbtnika različnih pripomočkov za opazovanje. Do mesta vzorčenja živali sva prehodili več kilometrov in s seboj nosili, kar sva potrebovali. Kljub temu da sva se odpravili na teren poleti v zgodnjih jutranjih urah, je bilo kasneje čez dan zelo vroče. In ko je bilo najino terensko delo najbolj intenzivno, so naju napadli roji komarjev. Pa nič zato. Ker sva imeli cilj, sva

vztrajali, tudi če so bili delovni pogoji neugodni. Pozimi je bilo ravno obratno, bilo je mrzlo in voda je zmrzovala. V načrtu sva imeli terensko delo tudi v mesecu septembru. Žal je pogosto deževalo. Ko sva se ravno dogovorili in vse potrebno pripravili za terensko delo, je bila napoved slaba. Tik po dežju navadno ne odhajamo na odvzem bioloških vzorcev, saj lahko hiter vodni tok ob narasli vodi odnese preveč vodnih organizmov.

Prvo mesto vzorčenja vodnih živali je bilo le 300 m pod izvirov potoka. Iz vode sva potegnili res veliko število potočnih postranic in ličink enodnevnice. Nisva pa našli nobenega vrtničarja ali vrbnice. Glede na najdene živalske predstavnike sva vodo uvrstili v kategorijo malo onesnažene vode in ne neonesnažene. To naju je malo začudilo, saj sva tik za izvirov pričakovali čisto vodo. Od izvira do mesta vzorčenja teče potok skozi gozd. Spraševali sva se, kaj bi vodo lahko onesnaževalo. Peš sva se odpravili proti izvirov in opazili, da vaščani iz bližnje Škofje vasi ob izvirov odlagajo različne biološke odpadke. Sklepali sva, da je ravno gnitje tega biološkega materiala in drugih organskih gozdnih odpadkov lahko vir manjšega onesnaženja, kar lahko vpliva na odsotnost nekaterih bioindikatorskih vrst vodnih organizmov.

Drugo odzemno mesto je bilo na prehodu potoka iz travnikov v gozd. Prav na teh travnikih lastniki zemljišč pogosto uporabljajo gnojevko celo v bližini potoka. Ostanke gnojevke sva fotografirali.



Slika 20: Sledi gnojevke v bližini Lahovškega potoka

Po analizi stanja vode na drugem mestu vzorčenja lahko sklepava, da je lahko uporaba gnojevke vzrok za poslabšanje kvalitete vode. Zato sva verjetno na drugem mestu vzorčenja iz vode ujeli toliko manj bioindikatorskih vrst, ki so značilne za čisto in malo onesnaženo vodo. Pri kemijski analizi vode se je na drugem mestu vzorčenja povečala koncentracija nitratnih in amonijevih ionov, kar kaže na povečano stopnjo razkrajanja organskih snovi, katerih vir bi lahko bila gnojevka.

V spodnjem toku sva iz vode odvzeli kar precejšno število različnih vrst živali. Ko sva med njimi poiskali bioindikatorske vrste, sva ugotovili, da so značilne za

srednje onesnaženo vodo. Tako je bilo na tem mestu zelo veliko vodnih osličkov, zelo močno se je povečalo število ličink trzač. Tudi kemijska analiza je pokazala povečano koncentracijo amonijevih ionov. V literaturi je navedeno, da so amonijevi ioni v vodi posledica komunalnega, kmetijskega in industrijskega onesnaženja. Sklepava, da je na tem mestu vzorčenja glavni problem komunalno onesnaževanje. Pri opazovanju vodnega toka sva ugotovili, da teče skozi kmetijsko krajino med travniki, kjer lastniki pogosto uporabljajo gnojevko. Rezultat neprimerne gnojenja je slabo ekološko stanje potoka, tik pred izlivom v Koprivnico. Opazili sva, da mnogo individualnih hiš na tem območju nima komunalne ureditve.

Zelo zanimive rezultate sva dobili s pozno jesensko biološko analizo vode v potoku. Opazili sva, da sva z mrežico zajeli manjše število vrst organizmov kot poleti. Zajeti organizmi so bili pretežno bioindikatorske vrste, kot so potočne postrance, ličinke vrbnic, enodnevnice in mladoletnic.



Slika 21: Ličinka vrbnice

Domnevava, da so nizke temperature glavni vzrok upada vrst, saj imajo verjetno tudi mnoge vodne živali zimsko mirovanje. Število osebkov posamezne vrste vodnih nevretenčarjev pa kljub zimi ni bilo tako majhno.

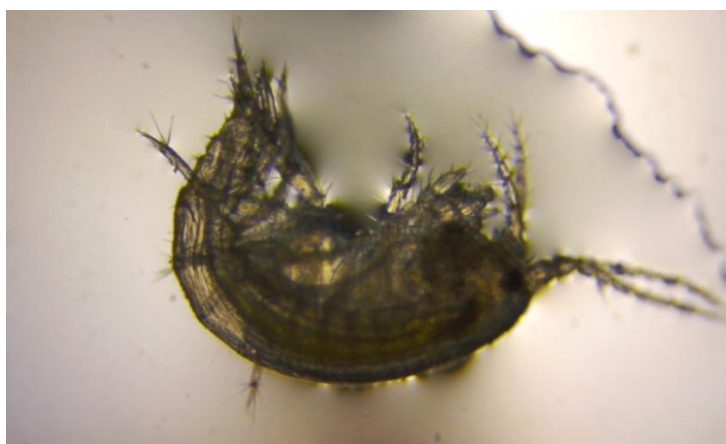
Pri terenskem delu sva najbolj pogrešali primerno strokovno literaturo za prepoznavanje vodnih živali. V knjigi, ki sva jo uporabljali, so bile nekatere podrobnosti, po katerih bi lahko razlikovali med vrstami, slabo opisane oziroma slikovno prikazane. Na spletu sva sicer poiskali interaktivni ključ za določanje vodnih nevretenčarjev, vendar je bil izdelan za točno določen potok (<http://www2.arnes.si/~ssngpilon3/DihotomniKljucNevretencarjiLokavscek/home.html>, 19. 9. 2016). Morda bi ob izdatnejši strokovni pomoči lahko za šolske namene izdelali podoben interaktivni ključ za potoke v naši okolici.

4.1 POTRDITEV HIPOTEZ

V prvi hipotezi domnevava, da se bo število vrst organizmov v zgornjem, srednjem in spodnjem toku razlikovalo. To hipotezo lahko potrdiva.

Mnenja sva, da bo v zgornjem toku več vrst vodnih nevretenčarjev, ki kot bioindikatorske vrste opredelijo vodo kot čisto oziroma malo onesnaženo. V srednjem toku, kjer je prisotno gnojenje travnikov z gnojevko, bo več vrst vodnih nevretenčarjev, ki kot bioindikatorske vrste opredelijo vodo kot srednje onesnaženo. Podobni organizmi bodo tudi v spodnjem toku Lahovškega potoka, le da se jim bodo pridružili še vodni nevretenčarji, ki so značilni za onesnaženo vodo. To hipotezo lahko delno potrdiva. V zgornjem toku namreč poleti nisva našli vrbnic, bilo pa je veliko število potočnih postranic, ličink enodnevnice in nekaj ličink mladoletnic. Glede na ključ za določanje kakovosti tekoče vode z biološko analizo sva vodo v zgornjem toku opredelili kot malo onesnaženo. V srednjem toku so prevladovale potočne postranice in ličinke mladoletnic in enodnevnice. V primerjavi z zgornjim tokom jih je bilo veliko manj. Kljub najdbi dveh maloščetincev, ki najbrž nista bila tubifeksa, sva vodo v srednjem toku opredelili kot malo do zmerno onesnaženo in ne srednje onesnaženo. V spodnjem toku je bila voda v takšen biološkem stanju, kot sva pričakovali.

V drugi hipotezi domnevava, da se bo število amonijevih in nitratnih ionov v zgornjem, srednjem in spodnjem toku razlikovalo, kar lahko potrdiva. Predvidevava, da se bo koncentracija obeh vrst ionov povečevala vzdolž potoka, saj je v srednjem in spodnjem delu več kmetijskih površin in večja poselitev, s tem pa večja uporaba mineralnih gnojil, gnojevke in tudi več komunalnega onesnaževanja vode. Vse navedeno lahko potrdiva s pridobljenimi rezultati kemijske analize vode.



Slika 22: Potočna postranica

5 ZAKLJUČEK

Mediji nas pogosto obveščajo o onesnaženosti morij, rek in potokov in s tem tudi o poginjanju številnih živali in rastlin v njih. Ker pogosto obiskujeva Lahovški potok, naju je zanimalo v kakšnem ekološkem (biološkem) in kemijskem stanju je. In odločili sva se napisati raziskovalno nalogo, v kateri sva to preučevali.

»Če ni vode, ni življenja.« Ta rek se nama zdi zelo pomemben in misliva, da sva v praktičnem delu raziskovalne naloge spoznali, kako majhne okoljske spremembe in posegi v naravo hitro spremenijo življenjske razmere v vodi. Posledice sprememb se lahko odražajo na preživetju živalskih in rastlinskih vrst.

Meniva, da sva v času, ko sva bili raziskovalki, razvijali številne veščine. Naučili sva se potrpežljivosti, natančnosti in poštenosti pri zbiranju podatkov. Ugotovili sva, da to ni vedno lahko. Najbolj se nama je zdela zanimiva kemijska analiza vode, ker v času kemijskih raziskav sami kemije še nisva poznali. Vendar so bila navodila za kemijsko analizo tako jasna in preprosta, da pri delu nisva imeli težav. Veliko težji je bil zapis poročila. Tudi ob tem sva razvijali veliko veščin za uspešno pisno poročanje.

Sedaj poznavava vzroke za onesnaženost vodnih ekosistemov. Veliko prijetnejše se je bilo o tem poučiti preko raziskovalnega dela. Iskreno si želiva s tem zdaj seznaniti še vrstnike in drugo zainteresirano javnost.

Malo sva tudi nezadovoljni, ker sva pričakovali, da bi lahko biološko in kemijsko analizo vode opravili večkrat, vendar nama vreme, šola in ostale obšolske dejavnosti na žalost tega niso dopuščale. Terensko delo je bilo zelo zanimivo in poučno in pri njem sva poskušali biti čim bolj vztrajni in natančni. Izvedli sva ga le dvakrat, a takrat sva pri njem kljub vročini ali mrazu vztrajali. Treba je poudariti, da si je bilo za eno temeljito opravljeno terensko delo potrebno vzeti več dni. Mogoče bi ga lahko opravili celo trikrat, saj bi s tem pridobili bolj natančne podatke. Bojiva se, da je bilo najino delo malce pomanjkljivo, saj sva se z njim prvič srečali in ugotovili, da biološka analiza živali ni preprosta metoda. Zelo težko je bilo z dano literaturo kljub pomoči mentorice prepoznati vsako vrsto živali. Največ težav sva imeli z določanjem ličink hroščev in drugih žuželk.

Pri raziskovanju se nama je pojavilo veliko novih vprašanj, ki bi jih lahko uporabili za naslednje raziskovalno delo. Potokov, kalov, močvirij in drugih mokrišč je na Prekorju in okolici še veliko. Prav tako sva na terenu opazili, kako nekatera gospodinjstva še marsikje nimajo urejene kanalizacije. Odplake se tako izlivajo v vodotoke, bližnje jarke ali celo v gozd. Vse naštetu naju zavezuje, da bova pridobljeno znanje delili z vrstniki in po svojih najboljših močeh javnost opozarjali na tovrstno problematiko.

LITERATURA

Ambrožič, Š. (et. al.): Kakovost vode v Sloveniji, Ljubljana, Agencija RS za okolje, 2008.

Brancelj, A. (et. al.): Naravoslovje za 7. razred devetletne osnovne šole, Ljubljana, DZS, 1999.

Jazbec, R., Ozmec, J., Vaupotič, M.: EKO RUŠE 90, 4. ekološki proučevalno-raziskovalni tabor za učence osnovnih šol Podravja, Zavod Republike Slovenije za šolstvo, Ljubljana, 1991

Sikošek, D., Jazbec, R.: Kemijska analiza vode, 4. ekološki proučevalno-raziskovalni tabor za učence osnovnih šol Podravja, Zavod Republike Slovenije za šolstvo, Ljubljana, 1991

Tola, J., Infiesta, E. : Šolski ekološki vodnik, TZS., Ljubljana, 2005

Tarman, K.: Biologija 6, ekologija, DZS, Ljubljana, 2001

Spletni viri:

Agencija RS za okolje, atlas okolja. Najdeno dne 4. 2. 2017 na spletni povezavi http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso

Naravoslovje v srednjem poklicnem izobraževanju, Kakšna je voda v mojem okolju. Najdeno dne 4. 2. 2017 na spletni povezavi <http://www.pef.uni-lj.si/narteh/narspi/pages/popoldne/popoldne3.html>