

»Mladi za napredek Maribora 2018«

35.srečanje

ONESNAŽENOST MARIBORSKIH VODA

Raziskovalno področje: BIOLOGIJA

Raziskovalna naloga

Avtor: ALEJNA SKENDERI, TAMARA BOSILJ

Mentor: DIANA TRIFUNOVIČ

Šola: OŠ ANGELA BESEDNJAKA MARIBOR

Maribor, 9. 2. 2018

KAZALO VSEBINE

1. POVZETEK.....	1
2. UVOD	2
3. METODOLOGIJA DELA	3
3.1 Metode dela.....	3
3.2 Postavitev problema.....	3
3.3 Iskanje informacij.....	3
4. TEORETIČNI DEL.....	4
4.1 O vodni bolhi.....	4
4.1.1 Zgradba vodne bolhe	5
4.1.2 Razmnoževanje vodnih bolh.....	6
4.2 Bioindikator	6
4.3 Voda in kroženje v naravi.....	7
4.4 Onesnaženost voda	8
4.4.1 Posledice onesnaževanja.....	8
4.4.2 Kako lahko vodo odgovorneje uporabljamo?.....	9
4.5 Samočistilna moč vode	10
4.5.1 Mehansko čiščenje vod – usedanje in prenašanje snovi	10
4.6 Kakšna voda priteče iz pipe?.....	11
4.6.1 Kaj je pravilnik o pitni vodi?	11
4.7 Prečiščevanje odplak.....	12
4.8 Slovensko društvo za zaščito voda	12
4.8.1 Predstavitev društva.....	12
4.8.2 Intervju	13
4.9 Svetovni dan vode.....	15
5. PRAKTIČNI DEL	16
5.1 Testi strupenosti	16
5.2 Test z vodnimi bolhami (Daphnia puiex ali Daphnia magna).....	16
5.3 Kemijska analiza vzorcev vod.....	21
6. REZULTATI IN RAZPRAVA	24
6.1 Rezultati štetja preživelih organizmov.....	24
6.2 Rezultati kemijske analize vzorcev vod.....	26
7. ZAKLJUČEK	32
8. VIRI.....	33

KAZALO SLIK

Slika 1: Vodna bolha <i>Daphnia magna</i>	4
Slika 2: Vrsta Cladocera, rod <i>Daphnia</i>	4
Slika 3: Zgradba vodne bolhe.....	5
Slika 4: Razmnoževanje vodnih bolh.....	6
Slika 5: Kroženje vode.....	7
Slika 6: Potrebščine za poskus.....	10
Slika 7: Mešanje vode v plastenki s kamenčki in mivko.....	11
Slika 8: Logotip SDZV.....	12
Slika 9: Mlade vodne bolhe v gojenem mediju.....	18
Slika 10: Merjenje temperature vode.....	19
Slika 11: Prenos vodnih bolh iz gojenega medija v vzorec.....	19
Slika 12: Pripravljeni vzorci vod.....	19
Slika 13: Testni organizem v vzorcu.....	20
Slika 14: Kovček za analizo vode.....	21
Slika 15: Analiza NO_3 vodi.....	21
Slika 16: Analiza NH_4 v vodi.....	22
Slika 17: Analiza NO_2 v vodi.....	22
Slika 18: Analiza PO_4 v vodi.....	22
Slika 19: Analiza Fe v vodi.....	23
Slika 20: Merjenje pH vzorcev vod.....	23

KAZALO TABEL IN GRAFIKONOV

Tabela 1: Rezultati preživelih vodnih bolh po 24 in po 48 urah.....	24
Tabela 2: Rezultati kemijske analize vzorcev vod.....	26
Grafikon 1: Vsebnosti nitratov v vzorcih vod.....	27
Grafikon 2: Vsebnosti amonijaka v vzorcih vod.....	27
Grafikon 3: Vsebnosti nitritov v vzorcih vod.....	28
Grafikon 4: Vsebnosti železa v vzorcih vod.....	28
Grafikon 5: pH vzorcev vod.....	29
Grafikon 6: Primerjava vsebnosti analiziranih spojin v vzorcih.....	30
Grafikon 7: Primerjava vsebnosti analiziranih spojin v vzorcu Pohorskega ribnika in Treh ribnikov...	30

1. POVZETEK

Sva učenki 9. b razreda in pričujoče raziskovalne naloge sva se lotili z namenom da preveriva čistost voda v našem mestu Maribor.

Kvaliteto voda lahko preverimo s fizikalno-kemijskimi analizami in biološkimi testi. Ti biološki testi nam omogočajo ugotoviti ali je določeno okolje strupeno za žive organizme. Z algami, ribami, višjimi rastlinami, bakterijami, vodnimi bolhami in drugimi organizmi lahko določamo strupenost snovi v vodi. Kot bioindikator onesnaženosti vode sva uporabili vodno bolho *Daphnia magna*.

Preverjali sva ali bo vodna bolha v vodovodni vodi preživela, ali kraj odvzema pitne vode vpliva na kvaliteto vode, ali je stoječa voda bolj umazana od tekočih vod in primerjali čistost mariborskih ribnikov.

2. UVOD

Raziskovalne naloge sva se lotili z namenom, da preveriva čistost voda v našem mestu Maribor.

Veliki problem današnjega časa je onesnaženost voda, zaradi katere umirajo tudi rastline in živali. Vsa umazanija, ki jo človek spusti v vodo, poruši ravnovesje narave. Prav tako si počasi, a zagotovo uničujemo naš planet.

Kvaliteto voda lahko preverimo s fizikalno-kemijskimi analizami in biološkimi testi. Ekotoksikološki testi so biološki testi, ki nam omogočajo ugotoviti ali je določeno okolje strupeno za žive organizme. Za testiranje strupenosti v izbranem okolju lahko izberemo različne organizme. Strupenost snovi v vodi lahko določamo z algami, ribami, višjimi rastlinami, bakterijami, vodnimi bolhami in drugimi organizmi. V nalogi sva kot bioindikator uporabili vodno bolho.

V zadnjih letih je veliko vprašanj o tem kakšna je kakovost vode. Ob tem največkrat pomislimo na okus, vonj in videz vode, ki jo vsak dan pijemo. Odgovor na vprašanje »kakšna je kakovost vode?« pa je bolj kompleksna. V najini raziskovalni nalogi sva odgovoriti le na del teh vprašanj.

V ta namen sva testirali različne vzorce vod, med njimi tudi pitno vodo iz 3 različnih območji.

Hipoteze

Najine predpostavke so:

H 1 : V vodovodni vodi bodo vse vodne bolhe preživele testirano časovno obdobje.

H 2 : Kraj odvzema vodovodne vode vpliva na čistost vode.

H 3 : Stojeca voda je bolj onesnažena od tekočih vod.

H 4 : Ribnik pod Pohorjem je čistejši od Treh ribnikov.

3. METODOLOGIJA DELA

3.1 Metode dela

Osnovna metoda je bil akutni test strupenosti z vodno bolho (*Daphnia magna*) s pomočjo katere smo ugotavljali strupenost 7 odvzetih vzorcev. Pripravili in izvedli sva tudi intervju z Dr. Marjetka Levstek (predsednico društva za zaščito voda)

3.2 Postavitev problema

V Sloveniji je povsem samoumevno, da imamo pitno vodo na vsakem koraku oziroma, da iz skoraj vsake pipe le ta teče neoporečna. V poletnih mesecih, ko naša območja vedno bolj pestijo suše, pa smo primorani varčevati z vodo na določenih področjih svojega življenja; zalivanje vrtov, zelenic, namakanje njiv in polj, pranje avtomobilov. Že ob nekajtedenski omejitvi uporabe vode se začnemo zavedati, kako pomembna je ta tekočina za življenje. Pomanjkanje v poletnih mesecih nas pestijo še v jesen in zimo z omejeno količino pridelkov ali visoko ceno le teh na trgovskih policah. Zakaj torej zalivamo vrtove s pitno vodo? Ali reka Drava ni dovolj čista za zalivanje, kaj je v njej takšnega, da je za človeka strupeno? Ali so ribniki na mariborskem območju res tako onesnaženi, kot so videti na prvi pogled? Zakaj ne bi mogli vodo iz reke, ribnika ali potoka uporabiti za zalivanje ali pranje avtomobilov?

3.3 Iskanje informacij

Informacije sva iskali na spletu in v revijah oziroma knjigah. V eksperimentalnem delu sva uporabili dve raziskovalni metodi ter opravili anketo z Društvom za zaščito voda.

4. TEORETIČNI DEL

4.1 O vodni bolhi

Vodne bolhe (Cladocera) so red rakov, ki ga uvrščamo v primitiven razred Branchiopoda, sestavlja pa ga blizu 1000 danes živečih opisanih vrst, kar je približno polovica vseh znanih vrst Branchiopodov.

Nekatere vrste so zelo pogoste in razširjene po vsem svetu, med njimi so najbolj znane tiste iz rodu *Daphnia*.



Slika 1: Vodna bolha *Daphnia magna*.



Slika 2: Vrsta Cladocera, rod *Daphnia*.

Daphnia magna

Družina: Daphniidae

Domovina: Severna Amerika, Evropa, Azija, Afrika

Habitat: stoječe sladke vode

Velikost: 5 mm

Življenjska doba: 2 meseca

Hrana: bakterije, enocelične alge, organski drobir

Značilnost: razmnoževanje je nespolno (partenogeneza) in spolno; samica ima 400 ali več jajčec

Pogoji v gojišču: T = 25 °C

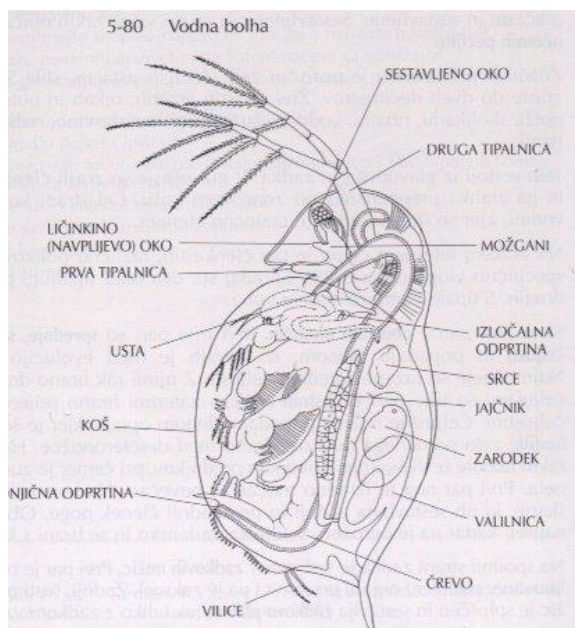
Za Slovenijo je znanih okrog 50 vrst:

- med pogostejšimi so steklasta vodna bolha (*Daphnia hyalina*)
- navadna vodna bolha (*Daphnia pulex*)
- velika vodna bolha (*Daphnia magna*)

Pogosto se uporabljajo kot testni organizmi za določanje strupenosti odpadnih vod.

4.1.1 Zgradba vodne bolhe

Vodne bolhe dosegajo milimetrске velikosti. Njihov trup povsem obdaja dvoloputast karapaks, iz katerega moli le glava in je na zadnji strani navadno podaljšan v trn. Na sredi glave je eno samo sestavljeno oko, ki je nastalo z zlivanjem para očes pri prednikih vodnih bolh. Število okončin na oprsju je reducirano na pet do šest parov. Te okončine ne sodelujejo pri premikanju; v ta namen vodne bolhe uporabljajo velike, razvejane tipalnice. Pri primitivnejših vrstah so noge med seboj enake in nosijo listaste škrge, bolj specializirane vrste pa imajo nekatere od njih prilagojene za določen namen - filtriranje vode.



Slika 3: Zgradba vodne bolhe.

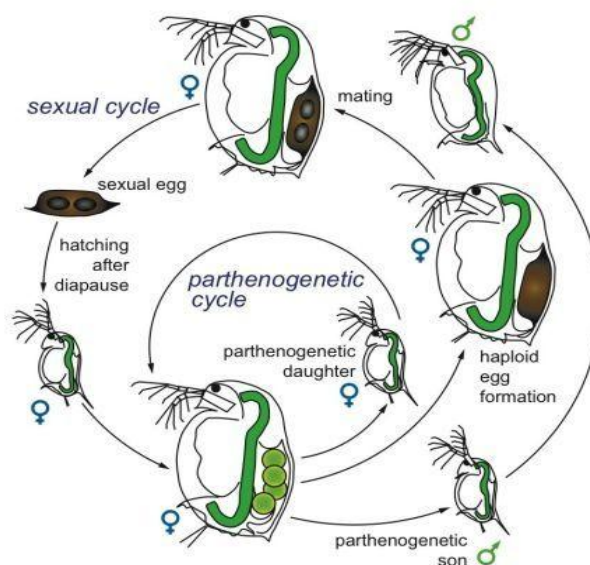
Telo je brezbarvno in prosojno; pigmentirano je samo oko.

4.1.2 Razmnoževanje vodnih bolh

Vodne bolhe se večji del leta razmnožujejo nespolno, natančneje gre za partenogenezno. Ličinke, ki so vse po vrsti samice, se razvijejo iz neoplojenih diploidnih jajčec, ki jih samica nosi v valilniku na hrbtu med košem in trupom. Tak način jim omogoča izredno hitro razmnoževanje v obdobju, ko je dovolj hrane.

Ob ustreznih pogojih v okolju, ki nakazujejo konec sezone (kratek dan, pomanjkanje hrane, velika gostota populacije ipd.), začne samica leči haploidna jajčeca. Ta se obdajo z nepropustnim ovojem in tako zaščitena preživijo zimo ali sušo.

Značilen za vodne bolhe je tudi pojav ciklomorfoze - spreminjanje telesne oblike zaporednih generacij. Ob prisotnosti plenilcev v okolju se iz generacije v generacijo daljšajo trnasti izrastki skeleta, kar plenilcem otežuje požiranje. Ciklomorfozo sprožijo kemijski signali - snovi, ki jih izločajo plenilci.



Slika 4: Razmnoževanje vodnih bolh.

4.2 Bioindikator

Bioindikator je organizem, ki ga uporabljamo za oceno (»indikacijo«) stanja določenega ekosistema. Izraz se nanaša na organizem ali skupino sorodnih organizmov (vrsto, rod, družino), katerega številčnost, fiziološko stanje ali vedenje odraža stanje oz. spremembo

okolja, v katerem se nahaja. Bioindikatorji so uporabni predvsem pri ocenjevanju vpliva človeka na okolje v smislu onesnaževanja in krčenja življenjskega prostora organizmov.

Rastlinski in živalski organizmi so občutljivi na vpliv različnih snovi oz. na onesnaženost iz okolja. Z analiziranjem vpliva določenih snovi na posamezne organizme lahko ocenimo onesnaženost okolja.

4.3 Voda in kroženje v naravi

Voda v naravi nenehno kroži in sicer z izhlapevanjem s površin morij, oceanov, jezer, rek, z zasneženih in zaledenelih površin in zemeljskih tal, ter z zgorevanjem organskih snovi, lesa, premoga in se kasneje s padavinami vrača na površino. Padavine, ki padejo na zemljo, pridejo v podtalnico ali iz zgornjih slojev ponovno izhlapijo. Kroženje vode v naravi vzdržuje energija Sonca in sicer približno četrtnina energije, ki jo sprejme Zemlja, se porabi za kroženje vode. Sonce vodo segreje, ta izhlapi in nastane vodna para, ki je lažja od zraka, zato se dviga. Prenašajo jo vetrovi. V višinah se zgosti v oblake in padavine ter pade nazaj na Zemljino površino. Nekaj je ponovno izhlapi, ostala voda pa po površju ali pod zemljo odteče v potoke in reke. Tako voda v naravi neprestano kroži.



Slika 5: Kroženje vode.

4.4 Onesnaženost voda

Medtem, ko voda kroži po Zemlji nabira različne primesi, nekatere od njih so škodljive za živa bitja. Razpadajoče organske snovi, raztopljeni minerali in plini so snovi, ki jih vsebuje onesnažena voda. Voda se v zraku lahko onesnaži s plini, raztopinami škodljivih snovi in trdnimi delci, na kopnem pa z odpadnimi vodami industrije, kmetijskih in prometnih površin, ter z odlagališči odpadkov. Vodo onesnažuje tudi gospodinjstvo. Glavni krivec za onesnaženje voda je človek.

Pri umetnem onesnaževanju voda je najpomembnejša sposobnost reke same, da sprejete odpadne vode onesnaževalcev biološko samoočisti. Če pa odpadne vode vsebujejo snovi, ki jih bakterije in plesni ne morejo razkrojiti, kot so raztopine anorganskih snovi, kisline, lugi, in strupi, so potrebni zapleteni fizikalni in kemijski procesi, da se voda očisti. Med onesnaževalce vode spadajo tudi težke kovine, kot so svinec, cink, kositer, nikelj, katere pa odstranijo z bolj zapletenimi tehnološkimi postopki v čistilnih napravah.

Stopnja onesnaženosti z razgradljivimi snovmi je največja pri vstopu odpadnih voda v reko. Potem, ko reka te odpadne vode odplavi naprej, se ta stopnja zmanjšuje zaradi delovanja različnih razkrojevalcev, razredčevanja snovi in deloma tudi zaradi usedanja snovi na dno.

Vodo onesnažujejo: poljedelstvo in živinoreja, odpadki, odplake iz tovarn in naselij, padavine, promet in nevarna razlitja strupenih tekočin.

4.4.1 Posledice onesnaževanja

Kvaliteta vode vpliva na kvaliteto življenja – boleznin in umiranje ljudi, živali in rastlin. Kisle padavine ne povzročajo zgolj umiranje gozdov, temveč tudi zakisajo jezersko vodo in povzročajo umiranje najbolj občutljivih jezer.

Slovenske kopne vode so še vedno zelo onesnažene, saj je čistih le nekaj zgornjih tokov rek. Številne reke in rečni odseki so tako onesnaženi, da v njih ni pogojev za življenje. Druge reke so sicer manj ogrožene, vendar ni pogojev za življenje vseh ribjih vrst, rečna voda pa ni primerna za pitje. Samo dobra desetina odplak se primerno čisti, kar polovica neprečiščenih odpadnih industrijskih vod pa se odvaža neposredno v potoke, reke in kanalizacije. Pogosti so pogini rib, povzročitelje pa z zamudo in milo kaznujejo, zato se število poginov ne zmanjšuje.

4.4.2 Kako lahko vodo odgovorneje uporabljamo?

Dejavnosti človeka v modernem svetu vplivajo na naše okolje. V zadnjih 50 letih se je položaj močno poslabšal globalno segrevanje, izguba biotske raznovrstnosti, izkoriščanje naravnih virov, vedno večje količine odpadkov, povečana uporaba kemikalij . Vse to so problemi, ki na žalost lahko ogrozijo naše okolje.

Ali smo se kdaj za trenutek ustavili in se vprašali:

»Zakaj se vse to dogaja? Kdo je odgovoren za to?« Kot evropske državljane nas prav gotovo skrbi za svoje okolje, vendar smo pogosto kritični do drugih, na primer do industrije ali vladnih ustanov. Pogosto pozabljamo, da tudi mi močno vplivamo na okolje z načinom življenja in stvarmi, ki jih počnemo. S pravo izbiro vsakdanjih dejavnosti lahko spremenimo svoj vpliv na okolje v pozitivnega. Majhne spremembe naših vsakdanjih navad imajo lahko velik pozitiven učinek na okolje.

Deževnica je odlično nadomestilo za pitno vodo. Deževnico lahko zbirate v prazna vedra ali druge posode, ki jih nastavite na prostem. S to vodo lahko operete avtomobil ali zalijete vrt. Zapomnite si, da je najboljši čas za zalivanje vrta zvečer.

Pipa, iz katere voda ves dan kaplja, porabi približno 25 litrov vode. Če bi med umivanjem zob zaprli vodo, bi prihranili 12–15 litrov vode. Če bi vsi Evropejci med umivanjem zob zaprli vodo, bi v enem letu prihranili dovolj vode, da bi napolnili 6 000 olimpijskih bazenov. Pri prhanju se porabi 4-krat manj vode kot pri kopanju. Prhajte se, ravnajte okolju prijazno in prihranite denar pri računih za vodo

Ne zlivajte v odtok nobenih kemikalij – nobene barve, laka, insekticidov ali zdravil. Izogibajte se zlivanju olja v odtok – nobenega olja za cvrtje ali solate in zlasti nobenega motornega olja! Vsi ti izdelki lahko poškodujejo delovanje sistema za čiščenje odplak, s tem ko uničijo favno in zamašijo cevi. Preverite, ali so v vaši bližini centri za zbiranje zdravil in olj, da lahko stara zdravila in porabljeni olje odnesete tja.

Poskušajte prati perilo ali posodo, ko je stroj poln. Če morate oprati manjšo količino, na pralnem ali pomivalnem stroju uporabite funkcijo za pranje polovične količine perila ali posode. Ta funkcija ne bo pripomogla le k varčevanju z vodo, ampak tudi z električno energijo.

4.5 Samočistilna moč vode

Voda ima to lastnost, da se lahko očisti brez sodelovanja človeka. Takšen pojav se imenuje samočiščenje in ima dva dela, biološki in nebiološki del. Nebiološko samočiščenje pomeni delovanje fizikalno kemijskih dejavnikov, kot so ohlajanje, usedanje, razredčevanje in izhlapevanje. Pri biološkem samočiščenju se razgradljive sestavine, ki onesnažujejo vodo, razgradijo v okolju prijazne snovi. V vseh vodah, ki so razmeroma čiste, obstajajo živi organizmi, ki za sabo puščajo veliko organskih delcev. Onesnažene vode se očistijo, če le ni onesnaženost premočna in če tok reke ni prekratek.

4.5.1 Mehansko čiščenje vod – usedanje in prenašanje snovi

S tem preprostim poskusom sva ponazorili način prenašanja in usedanja delcev v reki. Lažji delci skupaj z rastlinami in žuželkami lebdijo v vodi in jih prenaša tok; drugi delci z Zemljinega površja pa se usedajo in nalagajo v strugo.

Za poskus sva potrebovali:

- mivko
- kamenčke
- plastenko

1.korak: Platenko sva napolnili z vodo do treh četrtin.



Slika 6: Potrebščine za poskus.

2.korak: V plastenko sva usuli mivko in kamenčke.



Slika 7: Mešanje vode v plastenki s kamenčki in mivko.

Mešanico sva nekaj časa pretresali, nato pa postavili na mizo in počakali, da se ločijo posamezne plasti. Večji kamenčki so se posedli na dno plastenke, lažji in manjši kamenčki so plavali v srednjem sloju vode z mivko, na površju pa je plaval odmrli organski drobir. Te plasti ponazarjajo usedanje in prenašanje snovi v rekah in potokih.

4.6 Kakšna voda priteče iz pipe?

V Sloveniji je skoraj 90 odstotkov prebivalcev vključenih v oskrbo s pitno vodo, za katero so znani podatki o njeni kakovosti. Kakovost je močno odvisna od velikosti oskrbovalnega območja oziroma vodovoda. Veliki in srednji vodovodi imajo praviloma kakovostno pitno vodo in ustrezno strokovno upravljanje. Mikrobiološka, zlasti fekalna onesnaženost je najbolj problematična pri malih vodovodih, še posebno pri najmanjših, ki oskrbujejo od 50 do 500 ljudi. Na nekaterih območjih Slovenije so v pitni vodi tudi nekoliko presežene koncentracije nitratov in pesticidov.

4.6.1 Kaj je pravilnik o pitni vodi?

Pravilnik je podzakonski predpis. Določa zahteve, ki jih mora izpolnjevati pitna voda, z namenom varovanja zdravja ljudi pred škodljivimi učinki zaradi kakršnegakoli onesnaženja pitne vode. Pravilnik določa tudi mejne vrednosti parametrov, ki jih spremljamo v programu

monitoringa. Objavljen je bil v Uradnem listu RS, št.: 19/04, 35/04, 26/06 , 92/06 in 25/09. Pravilnik je skoraj v celoti usklajen z ustrežno direktivo Evropske unije, ki ureja področje pitne vode.

4.7 Prečiščevanje odplak

Odplake, ki izvirajo iz mest, se na koncu izlivajo v reko, jezero ali morje. Te odpadne vode prenašajo veliko škodljivih snovi, zato jih je treba prečistiti, da se izognemo nevarnem onesnaževanju. Čiščenje voda poteka v čistilnih napravah ali čistilnih obratih, odvisno od vrste onesnaževal, ki jih vsebujejo odplake.

4.8 Slovensko društvo za zaščito voda

Društvo je bilo ustanovljeno leta 1991 z imenom Društvo za zaščito voda Slovenije. Ustanovni sestanek je bil v prostorih podjetja Hidrotehnik d.d. na Slovenčevi ulici 97 v Ljubljani.



Slika 8: Logotip SDZV.

4.8.1 Predstavitev društva

Slovensko društvo za zaščito voda (SDZV) je bilo ustanovljeno leta 1991 kot prostovoljno, samostojno in nepridobitno združenje, katerega namen je razvijanje varstva voda in tehnik čiščenja voda. SDZV je od Ministrstva za okolje in energijo pridobilo potrdilo, da deluje v javnem interesu na področju varovanja okolja in ohranjanja narave.

SDZV je prepoznan in aktiven partner lokalnim skupnostim in državi na področju zaščite voda.

Društvo deluje na območju Republike Slovenije in se povezuje s sorodnimi društvi in združenji doma in po svetu. Je član mednarodnih združenj International Water Association (IWA), European Water Association (EWA) in Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA).

4.8.2 Intervju

Pri najini raziskovalni nalogi nama je pomagala tudi Dr. Marjetka Levstek, univ. dipl. inž. kem. inž., predsednica društva za zaščito vod. Zanimalo naju je njeno stališče o problematiki vod, s katero se danes tako pogosto srečujemo. Zastavile sva ji par vprašanj.

Kakšna je vaša vizija društva?

V SDZV stremimo k izboljšanju upravljanja in učinkovitejši zaščiti voda ter vodnih teles.

Ali menite, da se mladi dovolj zavedamo pomena vod?

Glede na to da sem predsednica društva za zaščito voda, sem zaposlena redno na čistilni napravi Domžale- Kamnik. Kot vodja laboratorija se pogosto srečujem z obiski osnovnošolskih in srednješolskih skupin in vsaj za naše področje lahko rečem, da so osnovnošolci in srednješolci vsako leto bolj zavedajo pomena varovanja in zaščite voda. Zelo so radovedni in tudi zelo jih skrbi, kar pomeni, da smo na dobri poti saj na mladih svet stoji. Tudi mi želimo še bolj ozaveščati in spodbujati mlade v smeri raziskovanja, da bodo še bolj pazili na vode in jih takšne pustili še svojim zanamcem.

V zadnjih letih je veliko vprašanja o tem, kakšna je kakovost vode. Ali znamo dovolj ceniti dostop do kakovostne vode v Sloveniji ?

Glede na to, da se v medijih pogosto pojavlja veliko zanimanja ravno o pomanjkanju vode, boj za vodo, se tudi počasi ampak sigurno pri Slovencih povečuje zavedanje o pomembnosti, da imamo čisto in kakovostno vodo v naših pipah in da ta teče praktično v neomejenih količinah. V Sloveniji lahko trdimo, da imamo zelo kakovostno vodo. Voda pa je hkrati popolnoma varna in čista.

Ali Slovenci naredimo dovolj na področju čiščenja voda?

Nikoli ni dovolj, je pa veliko bolje, kot je bilo. Velikokrat tudi na društvu dobimo anonimne klice, da je prišlo do nenavadnega onesnaževanja kakšnega potoka ali jezera. Kar pomeni, da imamo še vedno ljudi, ki še niso ozaveščeni, ki kar spustijo odpadne vode v potoke in s tem poslabšajo kakovost vodnih teles. Menim, da bo treba še veliko naredit na ozaveščanju in nato tudi nadgraditi že obstoječe sisteme in jih ustrezno tudi obvladovati.

Katera regija v Sloveniji ima najbolj onesnažene vode in zakaj?

Večji problem z kakovostjo vode zaradi vpliva kmetijstva ima prav zagotovo Pomurje. Predvsem zaradi gnojenja in uporabe pesticidov, kar se izrazi v kakovosti pitne vode, ki je zaradi tega nekoliko slabša. Seveda pitna voda ni samoumevna. Glede na globalne spremembe, ki so tudi prizadele Slovenijo lahko pride do pomanjkanja vode.

Ena od najinih hipotez je, da kraj odvzema vodovodne vode vpliva na čistost vode. Ali menite, da ta trditev drži?

Zajema pitne vode ne moreš odvzeti kjer koli si to želiš. Če bi želeli zajeti pitno vodo, kjer je bilo predhodno pred več leti neko odlagališče, ta pitna voda ne bo ustrezna. Zato kraj odvzema vodovodne vode zagotovo vpliva na to, kakšna bo kakovost vode.

Kako v Sloveniji ravnamo z odpadno vodo?

Po vstopu v Evropsko unijo smo prevzeli okoljsko zakonodajo. S tem se je kakovost odvajanja in čiščenja močno izboljšala. Vsa večja mesta imajo že urejen kanalizacijski sistem izpeljave, da ta odide v čistilne naprave. Z visoko tehnologijo čiščenja ustrezno očistimo odpadne vode, preden jih spustimo v okolje.

Kaj bi naredili, če bi imeli čudežno paličico?

Menim, da bi imeli mi, kot društvo ali nevladne organizacije, ki nismo pod vplivom nekega kapitala potrebovale več denarja. Če bi imeli več denarja, bi imeli večji vpliv in bi tako lažje ozaveščali ljudi. Glede na to, da smo ljudje razumna bitja in vemo, da ima naše poseganje v naravo dolgotrajne posledice in da ne smemo gledati samo na nas ljudi, ampak tudi na živali in rastline, bi s tem naredili en velik korak. Mislim, da bi z malo več sredstev naredili veliko.

4.9 Svetovni dan vode

Na Konferenci Združenih narodov o okolju (UNCED) leta 1992 v Riu de Janeiru, v okviru Agende 21 je bil 22. marec predlagan kot dan, namenjen opozarjanju širše svetovne javnosti na omejenost in ogroženost naravnih vodnih virov. S tem namenom različne organizacije Združenih narodov vsako leto na ta dan razglasijo temo, ki povzema najbolj aktualno problematiko v povezavi z vodami.

5. PRAKTIČNI DEL

5.1 Testi strupenosti

Pojem strupenosti se nanaša tako na koncentracijo strupenih snovi kot na čas, v katerem strupene snovi delujejo na organizme. Za ovrednotenje škodljivosti odpadnih vod se v laboratoriju opravljajo kemijske analize in fiziološki poskusi s testnimi organizmi. Kemijski dejavniki, ki vplivajo na strupenost, so pH in trdota vode, temperatura in raztopljeni kisik ter biološki dejavniki. Glede na trajanje poskusa poznamo kratke (akutne), srednje dolge in dolge (kronične) teste. Rezultati akutnih testov nam dajo hitro oceno o strupenosti. Testi strupenosti, ki jih uvrščamo med fiziološke metode, pri dogovorjenih in standardiziranih pogojih v laboratoriju ugotavljamo vpliv vode na testne organizme (odstotek poškodovanih, mrtvih živali oz. odstotek zmanjšanja njihovega delovanja). Pozitivna stran testov strupenosti je, da so ponovljivi, negativna pa, da pomenijo malo drugačne odgovore organizmov, kot so v naravi. Populacije organizmov v laboratoriju so gojene v bolj ali manj konstantnih razmerah, so vzgojene in niso naravne.

5.2 Test z vodnimi bolhami (*Daphnia pulex* ali *Daphnia magna*).

Daphnia je primerna za kratko trajajoče, akutne, statične teste, pri katerih ugotavljamo negibnost živali. S temi testi določamo EC50 po 24 ali 48 urah. Po podatkih iz literature sta tako *Daphnia magna* kot *Daphnia pulex* razen v nekaterih izjemah približno enako občutljivi na strupene snovi. Osebki vrste *Daphnia magna* se več uporabljajo iz preprostega razloga, ker so njene telesne dimenzije večje. *Daphnia magna* ima še druge določene prednosti pred drugimi organizmi (npr. ribami). Gojenje v manjših akvarijih zahteva manjšo ceno in prostor, zaradi hitrega razmnoževanja imamo vedno na voljo dovolj testnih živali, krajša življenjska doba vodnih bolh pripomore k temu, da test traja znaten del življenjskega cikla, živali, ki jih uporabljamo v poskusu, so genetsko enotne.

Za akutni test strupenosti sva potrebovali:

- 7 čaš z vzorci vod
- vodne bolhe
- alkoholni termometer
- Pasteurjeve pipete

1. dan: Vzorčenje

Za raziskovalno sva odvzeli 6 vzorcev vode. Zanimala nas je čistost voda s katerimi se srečujemo vsak dan. Naredile sva tudi kontrolni vzorec (v tem mediju vodne bolhe živijo), v katerem naj bi vse vodne bolhe preživele. Vzorce vod sva odvzeli 8. 1. 2018.

Lokacije odvzema vzorcev vode:

1. Pitna voda - Tabor



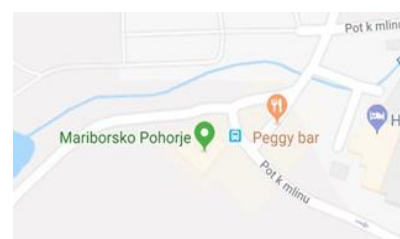
5. Drava - Lent (Sodni stolp)



2. Pitna voda - Studenci



6. Pohorski ribnik:



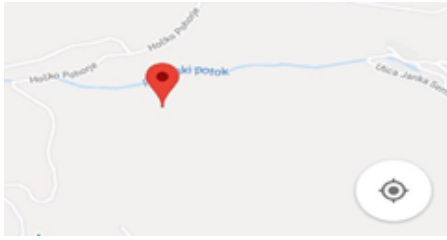
3. Pitna voda - Pobrežje



7. Trije ribniki:



4. Pekrski potok



2. dan : Prenos testnega organizma v vzorce

Vodne bolhe sva dobili iz Nacionalnega inštituta za javno zdravje Maribor.



Slika 9: Mlade vodne bolhe v gojenem mediju.

Vodne bolhe sva nekaj ur pred poskusom nahranili z algo Spirulino. S hrano nisva smeli pretiravati, saj bi hrana vodo onesnažila in s tem vplivala na rezultate testa. V času poskusa vodne bolhe nisva hranili. Temperaturo vode in okolja sva vzdrževali med 19°C in 22°C.



Slika 10: Merjenje temperature vode.

Za prenos testnih organizmov sva uporabili plastične Pasteurjeve pipete, katerim sva odrezali konico. Tako je bila odprtina večja in je omogočala lažji prenos organizmov brez poškodb. V vsako čašo sva prenesli 20 aktivno plavajočih organizmov v čim manjši količini tekočine. Organizme sva v testne posodice spustili pod gladino vzorca, saj bi se sicer zaradi površinske napetosti ujele na površini in tam tudi poginile.

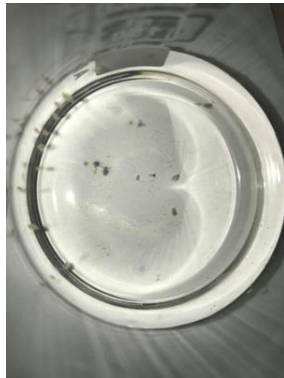


Slika 11: Prenos vodnih bolh iz gojenega medija v vzorec.



Slika 12: Pripravljeni vzorci vod.

V vsako čašo sva dali po 20 vodnih bolh.



Slika 13: Testni organizem v vzorcu.

3. dan: Štetje preživelih vodnih bolh.

Rezultati in analiza so zapisani v šestem poglavju.

5.3 Kemijska analiza vzorcev vod

S pomočjo kovčka z reagenti (Riedel de-haën) sva preverjali količino nitratov, amoniaka, nitritov, fosfatov, železa in ph-vredost vzorcev.



Slika 14: Kovček za analizo vode.

Nitrati (NO_3)

Nitrate lahko zasledimo v vseh vrstah vod. So znak onesnaženja s kanalizacijskimi vodami ali pa jih iz naravno ali umetno gnojnih tal spirajo padavine. Vsebujejo jih mnoge industrijske vode, ker jih za svojo rast uporabljajo rastline, se iz vode odstranjujejo na naraven način.



Slika 15: Analiza NO_3 vodi.

Amonijak (NH_4)

Nastaja ob gnitju, razpadanju organskih snovi. Tako nam njegova prisotnost v vodi pove, da je ta voda pred kratkim bila v stiku z razpadajočimi organskimi snovmi (npr. urin iz WC-ja, kanalizacijske odlake, gnojnica iz kmetij, UREA-umetna sečnina na poljih...).



Slika 16: Analiza NH₄ v vodi.

Nitrit (NO₂)

Nitritne soli nastanejo iz nitratov in so strupene za vsa živa bitja. Povzročajo rakava obolenja.



Slika 17: Analiza NO₂ v vodi.

Fosfati (PO₄)

Fosfati se pojavijo v vodi zaradi uporabe pralnih praškov, detergentov in umetnih gnojil, ki jih padavine spirajo iz umetno gnojenih tal.



Slika 18: Analiza PO₄ v vodi.

Železo (Fe)

Prisotnost železa v vodi vpliva na njen okus, barvo in vonj. V vodah, ki vsebujejo železove spojine se lahko razvijajo železove bakterije, ki povzročajo obloge, korozijo cevi in spreminjajo organoleptične lastnosti vode. V pitni vodi je železo lahko prisotno tudi kot posledica uporabe sredstev za pripravo vode - koagulantov, ki ga vsebujejo, ali kot posledica korozije vodovodnega omrežja (rja).



Slika 19: Analiza Fe v vodi.

pH

pH je merilo za kislost ali bazičnost vode. Primeri kislinskih snovi: kis, limonin sok, kislo mleko, vino... Primeri bazičnih snovi: milnica, čistilo za posodo...



Slika 20: Merjenje pH vzorcev vod.

6. REZULTATI IN RAZPRAVA

6.1 Rezultati štetja preživelih organizmov

Po 24 urah sva prešteli število preživelih vodnih bolh v posameznih vzorcih. Enako sva storili po 48 urah ter rezultate vnesli v tabelo.

Tabela 1: Rezultati preživelih vodnih bolh po 24 in po 48 urah.

	Preživeli osebki po 24h	Preživeli osebki po 48h
1 vzorec: Pitna voda-Tabor	17	15
2 vzorec: Pitna voda-Studenci	16	14
3 vzorec: Pitna voda-Pobrežje	15	12
4 vzorec: Pekrski potok	11	7
5 vzorec: Drava-Lent (Sodni stolp)	10	6
6 vzorec: Pohorski ribnik	11	4
7 vzorec: Trije ribniki	10	4
8 vzorec: KONTROLA	20	20

Prva in druga hipoteza:

H 1 : V vodovodni vodi bodo vse vodne bolhe preživele testirano časovno obdobje.

H 2 : Kraj odvzema vodovodne vode vpliva na čistost vode.

Iz rezultatov je razvidno, da je največ vodnih bolh, po 24 in 48 urah, preživel v vzorcih pitne vode s številčnimi razlikami med njimi. S tem sva potrdili najino drugo hipotezo, da kraj odvzema vzorca vpliva na čistost vode. Največ jih je preživel v vzorcu vode iz Tabora, manj v vzorcu s Studenc, najmanj pa v vzorcu iz Pobrežja. Preživelost vodnih bolh v pitni vodi je znatno večje, kot preživelost v ostalih vzorcih. Sklepava, da zaradi vsebnosti kemijskih spojin v vzorcih.

Ena od hipotez je bila, da bodo vse vodne bolhe v pitni vodi preživele, saj je voda neoporečna za pitje in ustreza normativom. Ker niso preživele vse, sva hipotezo zavrgli. Za bolj natančno raziskavo bi morali poskus ponoviti vsaj dva krat in v različnih časovnih obdobjih.

Tretja hipoteza

H 3 : Stoječa voda je bolj onesnažena od tekočih vod.

Akutni test strupenosti stojećih in tekočih voda po 24 urah ni pokazal bistvenih razlik. Manjše razlike v preživelosti vodnih bolh se pokažejo šele po 48 urah testiranja. Iz rezultatov je razvidno, da je v vzorcih pekrskega potoka in reke Drave preživelo malenkost več vodnih bolh, kot v vzorcih stojećih voda (Trije ribniki in pohorski ribnik). Sklepamo lahko, da so tekoče vode res nekoliko čistejše od stojećih, vendar bi za trden dokaz bilo potrebno opraviti dodatne raziskave. Lahko bi naredili več ponovitev poskusa pa tudi poskuse z vzorci, odvzetih na več različnih lokacijah in v različnih časovnih obdobjih.

Najina tretja hipoteza je bila, da je stoječa voda bolj onesnažena od tekočih vod. V ta namen sva testirali Pekrski potok, Pohorski ribnik, Tri ribnike (te uvrščamo med stoječe vode) in jih primerjali z Dravo (tekoča voda). To hipotezo sva potrdili. Meniva, da je to posledica fosfatov in nitratov, ti pa so v Dravi imeli najvišjo vrednost. Fosfati so v Dravi prisotni predvsem zaradi umazanije (pralnih praškov, umetnih gnojil) ki jih izlivamo vanjo.

Četrta hipoteza

H 4 : Ribnik pod Pohorjem je čistejši kot Trije ribniki.

Akutni test strupenosti z vodnimi bolhami ni pokazal razlik v čistosti med ribnikom pod Pohorjem in Tremi ribniki.

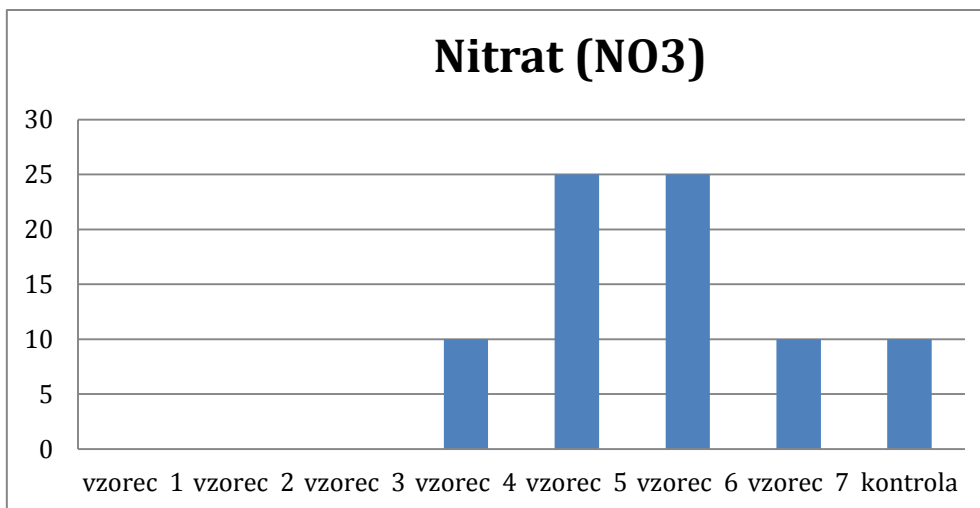
6. 2 Rezultati kemijske analize vzorcev vod

Glede na rezultate testov strupenosti naju je zanimalo, katere kemijske spojine vsebuje voda in koliko le teh, da v nekaterih vodah preživi več vodnih bolh, v drugih pa manj. Opravili sva kemijsko analizo vod. Rezultate sva podali v tabeli iz grafično.

Tabela 2: Rezultati kemijske analize vzorcev vod.

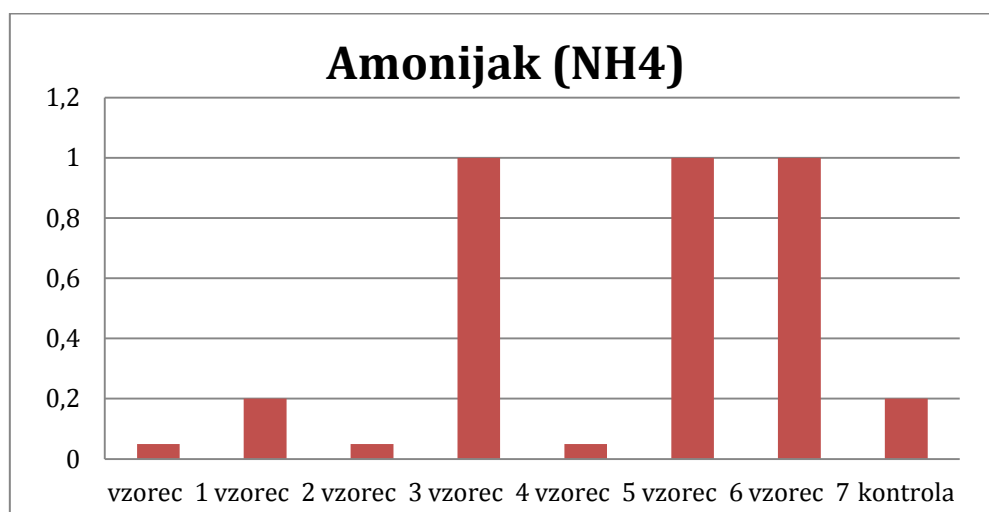
VZOREC	NO ₃	NH ₄	NO ₂	PO ₄	Fe	pH
1	0 mg/l	0,05 mg/l	0,02 mg/l	0 mg/l	0,05 mg/l	7
2	0 mg/l	0,2 mg/l	0,02 mg/l	0 mg/l	0,05 mg/l	7
3	0 mg/l	0,05 mg/l	0,02 mg/l	0 mg/l	0,05 mg/l	7
4	10 mg/l	1 mg/l	0,2 mg/l	0,5 mg/l	0,1 mg/l	8
5	25mg/l	0,05 mg/l	1 mg/l	1,2 mg/l	0,1 mg/l	8
6	25 mg/l	1 mg/l	0,5 mg/l	1,2 mg/l	0,05 mg/l	6,5
7	10 mg/l	1 mg/l	0,5 mg/l	1,2 mg/l	0,1 mg/l	8
Kontrola	10mg/l	0,2 mg/l	0,2 mg/l	0,5 mg/l	0,05 mg/l	8

V naslednjih grafikonih je prikazana vsebnost določenih snovi v vzorcih vode v primerjavi s kontrolnim vzorcem.



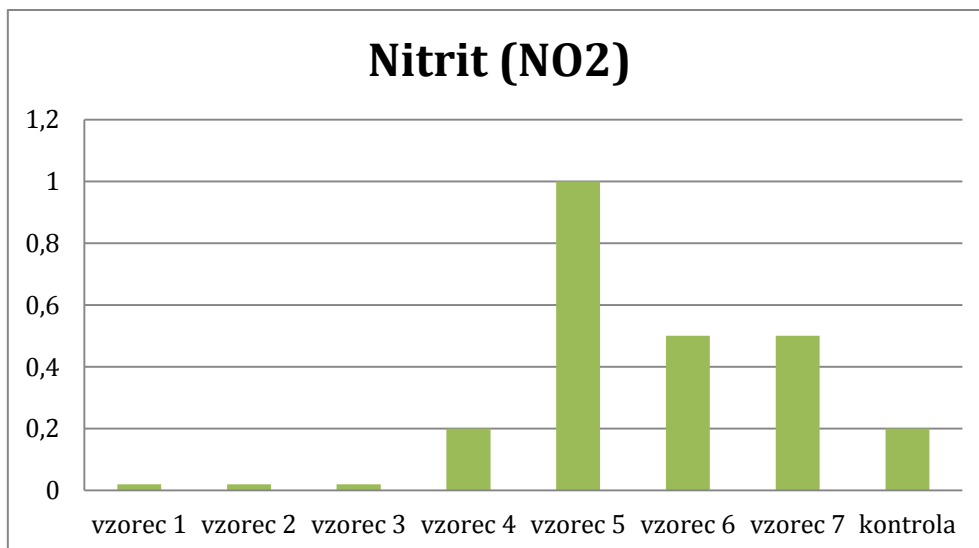
Grafikon 1: Vsebnosti nitratov v vzorcih vod.

Vzorci Drave (5) in Pohorskega ribnika (6) vsebujeta največjo količino nitratov. Pričakovali bi, da bo povečana količina nitratov tudi v vzorcih vode iz Treh ribnikov (7) in Pekrskega potoka (4), a je ta znatno nižja.



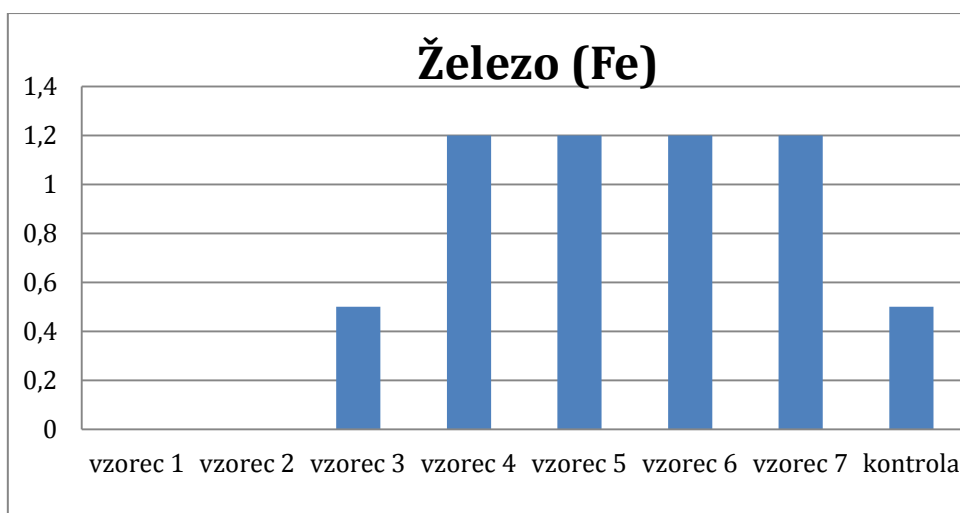
Grafikon 2: Vsebnosti amonijaka v vzorcih vod.

Iz grafikona 2 je razvidno, da je amonijak bil prisoten tako v vzorcih pitne vode, kot v ostalih vodah. Presenetljiv pa je rezultat vsebnosti amonijaka v vzorcu vode reke Drave, ki je tako nizka, kot v pitni vodi. Sklepava, da amonijak ni vzrok za tako majhno število preživelih organizmov.



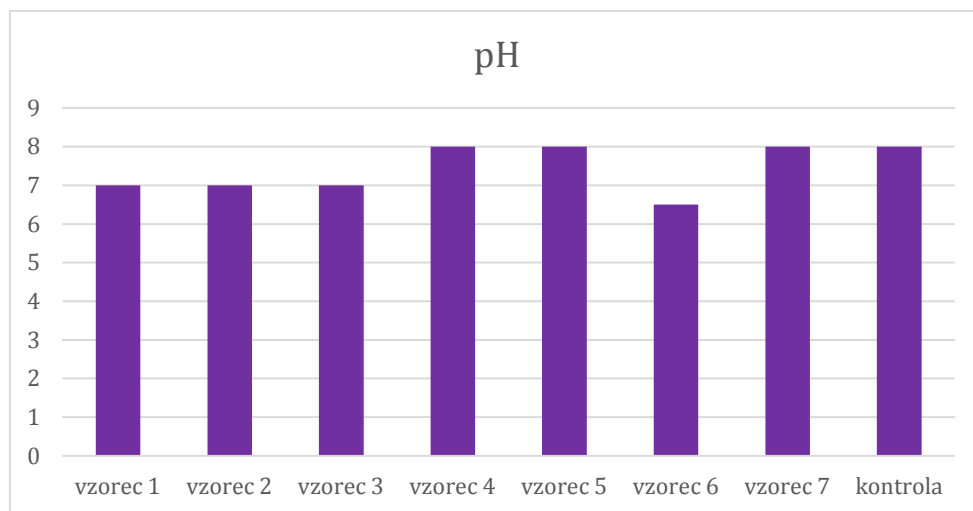
Grafikon 3: Vsebnosti nitritov v vzorcih vod.

Grafikon 3 prikazuje vsebnost nitritov v vzorcih. Opazimo, da tudi vzorci pitne vode vsebujejo minimalno koncentracijo nitritov in sicer 0,05 mg/l. Tudi kontrolni vzorec (medij vodnih bolh) ima nizko koncentracijo nitritov (0,02 mg/l), kar pomeni, da je koncentracija v dovoljenih mejah za kakovost vode. Po vsebnosti nitritov najbolj izstopa vzorec reke Drave. Vsebuje kar 1 mg nitratov na liter vode. Ker so nitriti strupene snovi, pripisujeva nizko preživelost vodnih bolh prav tem visokim koncentracijam v vzorcih 5, 6 in 7.



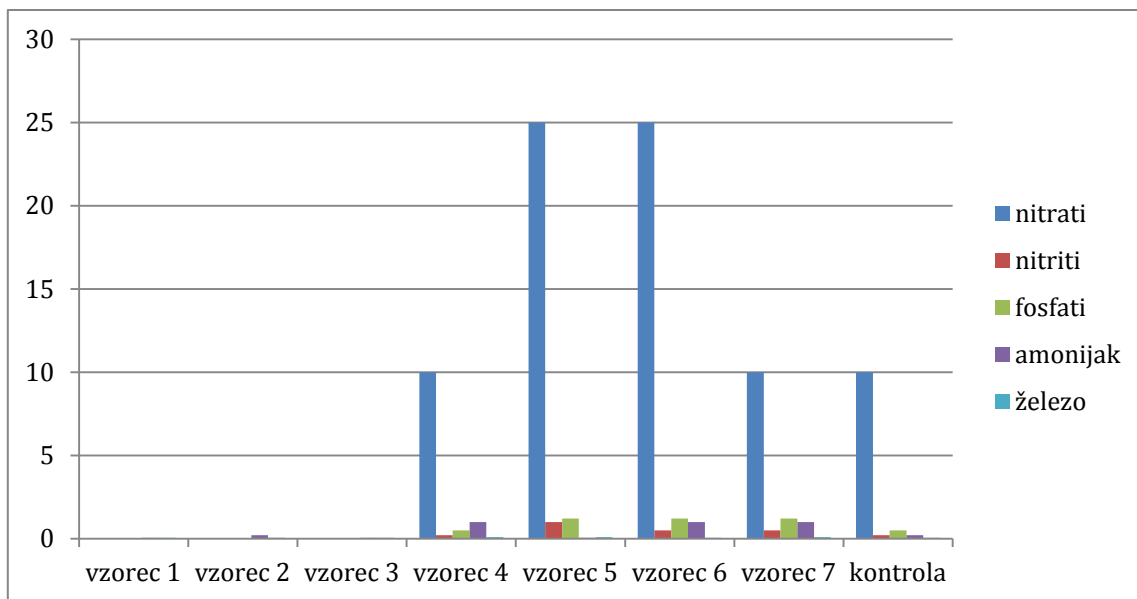
Grafikon 4: Vsebnosti železa v vzorcih vod.

Železo se v pitni vodi pojavi zaradi dotrajanih vodovodnih cevi, v tekočih in stoječih vodah pa je naravno prisotna kot sestavina prsti in kamnin oziroma Zemljine površine. Za pitje železo sicer ni strupeno, kljub vsemu pa ga iz vode odstranijo, preden vodo spustijo skozi vodovodni sistem. Zakaj je prisotno železo v vzorcu pitne vode št. 3? Sklepava, da zaradi dotrajanosti vodovodnega sistema. Koncentracija železa v vzorcu št. 3 je enaka kot v kontrolnem mediju, v vseh ostalih vzorcih je podvojena. Sklepava, da bi tudi vsebnost železa lahko vplivalo na nizko preživelost vodnih bolh.



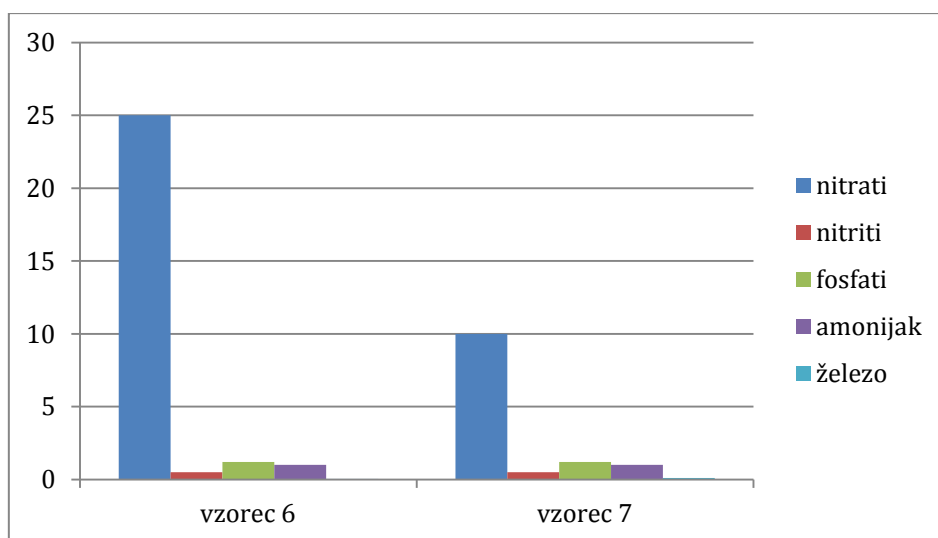
Grafikon 5: pH vzorcev vod.

Grafikon 5 prikazuje pH vzorcev vod, ki se giblje v območju od 6,5 do 8. Lahko bi rekli, da so vzorci rahlo kisli do rahlo bazični oziroma se gibljejo v nevtralnem območju. Ker med pH vzorcev ni bistvenih razlik, meniva, da le ta ni bistveno vplival na preživelost vodnih bolh.



Grafikon 6: Primerjava vsebnosti analiziranih spojin v vzorcih.

V grafikonu 6 sva želeli vsebnosti vseh analiziranih kemijskih spojin predstaviti primerjalno in ugotoviti glavne vzroke za pogin vodnih bolh v vzorcih. Kot je iz grafikona razvidno, imajo vzorci 4, 5, 6 in 7 približno enake koncentracije določevalnih spojin, ki so vplivale na preživelost vodnih bolh. Glede na rezultate lahko trdimo, da je najbolj vplivali vsebnost železa in vsebnost fosfatov.



Grafikon 7: Primerjava vsebnosti analiziranih spojin v vzorcu Pohorskega ribnika in Treh ribnikov.

Iz grafikona 7 je razvidno, da so Trije ribniki in Pohorski ribnik enako onesnažena, le da Pohorski ribnik vsebuje višje koncentracije nitratov. V obeh vzorcih je bila preživelost vodnih bolh nizka. Najine hipoteze, da je Pohorski ribnik čistejši od Treh ribnikov, nisva potrdili.

7. ZAKLJUČEK

Onesnaževanje vode je na svetu eden izmed najbolj perečih problemov, za katerega pa je kriv človek sam. Upava , da sva Vam jasneje predstavila vsaj bistvene posledice onesnaževanja in, da bo sedaj kdo izmed vas vsaj malo bolj pozoren na varčevanje vode in ločevanje odpadkov. Voda je dragocen del narave, brez katerega bi življenje na Zemlji izumrlo. Naučimo se spoštovati dragocene darove, ki nam jih podarja narava. Kot zaključno sporočilo te projektne naloge bi dodali misel: »Tisto, kar mi dajemo naravi, to nam narava tudi vrne.«.

8. VIRI

1. Green, Jen. 2006. Varčevanje z vodo. Ljubljana: Založba Grlica , str. 4, 8, 15
2. Drev, Darko in Čuvan, Janja. 2013. Okoljevarstvene tehnologije. Ljubljana : Fit media, str. 32, 33
3. Costa- Pau, Rosa. 1995. Ekologija. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije, str. 36, 50, 51, 58, 60

<http://www.aquareja.si/izdelek/45/vodne-bolhe> (dostop: torek, 7.11.)

https://ec.europa.eu/c-lima/sites/campaign/pdf/e_toolkit_brochure_sl.pdf

(dostop: ponedeljek, 20.11)

https://sl.wikipedia.org/wiki/Vodni_viri (dostop: ponedeljek, 20.11)

<http://www.iucbeniki.si/nit5/1341/index3.html> (dostop: četrtek, 23.11)

http://www.dijaski.net/gradivo/bio_ref_onesnazevanje_okolja_02?r=1

(dostop: sobota, 25.11)

<http://sdzv-drustvo.si/> (dostop: petek, 1.12)

https://l.facebook.com/l.php?u=http%3A%2F%2Fwww.dijaski.net%2Fgradivo%2Fbio_ref_onesnazevanje_voda_06%3Fr%3D1&h=ATMSA0-8CsM3bSAfp2Ze25eHI0D0EU-f4a0Pejn1zEI2814sH9zKtnX7IwLxk6INUR3PIETViveuKdtbNCj_rv8h6ALUNjhIfn7kvAe9bsX4FgvbRB9ysUKJ9FS0diJuuNHaqnlNTCwrr1CxnE6blT6yicy7bqsB (dostop: četrtek,

18.1.2018)

Slika 1: <http://www.aquareja.si/slike/images/vodne-bolhe-34.png>

Slika 2: http://diskus.slohost.net/cgi-bin/stran.pl?id=6&izris=pisiHTML&st_strani=2&templ=4&jezik=slo

Slika 3: <http://projekti.gimvic.org/2003/2b/clenonozci/slike/1vodna%20bolha%20sestava.jpg>

Slika 4: <http://www.aquareja.si/slike/images/vodne-bolhe-33.jpg>

Slika 5: <https://water.usgs.gov/edu/graphics/watercyclethaihigh.jpg>

Slika 6: Slika avtorjev

Slika 7: Slika avtorjev

Slika 8: <http://sdzv-drustvo.si/wp-content/uploads/2017/04/Eugen-Petres%CC%8Cin-2-copy-1-150x150.jpg>

Slika 9: Slika avtorjev

Slika 10: Slika avtorjev

Slika 11: Slika avtorjev

Slika 12: Slika avtorjev

Slika 13: Slika avtorjev

Slika 14: Slika avtorjev

Slika 15: Slika avtorjev

Slika 16: Slika avtorjev

Slika 17: Slika avtorjev

Slika 18: Slika avtorjev

Slika 19: Slika avtorjev