

»Mladi za napredek Maribora 2016«
33. srečanje

**Spreminjanje abiotskih dejavnikov v umetnem okolju v
populacijah solinskega rakca (*Artemia salina*) in vodne bolhe
(*Daphnia magna*)**

Biologija

Raziskovalna naloga

PROSTOR ZA NALEPKO

Avtor: JANJA KOŠIR, MATIJA PEČNIK

Mentor: BERNARDA DEVETAK

Šola: II. GIMNAZIJA MARIBOR

2016, Maribor

»Mladi za napredek Maribora 2016«
33. srečanje

**Spreminjanje abiotskih dejavnikov v umetnem okolju v
populacijah solinskega rakca (*Artemia salina*) in vodne bolhe
(*Daphnia magna*)**

Biologija

Raziskovalna naloga

PROSTOR ZA NALEPKO

2016, Maribor

Kazalo vsebine

Kazalo slik.....	3
Kazalo tabel.....	3
1 Splošni del.....	4
1.1 Povzetek	4
1.2 Zahvala	5
2 Vsebinski del	6
2.1 Uvod	6
2.1.1 Raziskovalno vprašanje	6
2.1.2 Hipoteze.....	7
2.2 Teoretični del.....	8
2.2.1 Solinski rak (<i>Artemia salina</i>).....	8
2.2.2 Vodna bolha (<i>Daphnia magna</i>).....	11
2.2.3 Klasifikacija delovnih rastlin.....	14
2.2.3 Opis abiotskih dejavnikov	15
2.2.4 Slanost in vodne živali.....	16
2.3 Metode dela in metodologija.....	17
2.3.1 Delovni organizmi	17
2.3.2 Osnovni material	17
2.3.3 Kemikalije	17
2.3.4 Laboratorijske aparature.....	17
2.3.5 Laboratorijski pribor.....	17
2.3.6 Metoda določanja vsebnosti nitratov in fosfatov v vodi.....	18
2.3.7 Metoda določanja PH vrednosti v vodi	19
2.3.8 Metoda določanja raztopljenega kisika v vodi	19
2.3.9 Metoda določanja spreminjanja temperature.....	20
2.3.10 Oblikovanje populacije Vodne bolhe (<i>Daphnia magna</i>)	20
2.3.11 Oblikovanje populacije Solinskega rakca (<i>Artemia Salina</i>).....	21
2.3.12 Enakovrednost pogojev	21
3 Praktični del.....	23
3.1 Rezultati.....	23
3.1.1 Vodna bolha (<i>Daphnia magna</i>).....	23
3.1.2. Solinski rakec (<i>Artemia salina</i>).....	27
3.1.2.1 Količina raztopljenega kisika	27
3.1.2.2 pH vode.....	27
3.1.2.3 Temperatura	28
3.1.2.4 Nitrati	29

3.1.3 Kalnost vode.....	31
3.2 Razprava.....	32
Hipoteza 1	32
Hipoteza 2	32
Hipoteza 3	33
Hipoteza 4	33
Hipoteza 5	34
3.3 Ocena in izboljšava metod	34
3.3.1 Enakovrednost pogojev	34
3.3.2 Natančnost metod	34
3.4 Zaključek.....	35
4 Družbena odgovornost	35
4 Viri in Literatura.....	36
4.1 Viri literature	36
4.2 Viri slik.....	36

Kazalo slik

Slika 1, Solinski rakec (navpliji)	8
Slika 2, Razvojni krog solinskega rakca	9
Slika 3, Klasifikacija Solinskega rakca	10
Slika 4, Solinski rakec	10
Slika 5, Klasifikacija Vodne bolhe	13
Slika 6, vodna bolha	13
Slika 7, Laboratorijski set za preiskovanje voda (lastni vir)	18
Slika 8, Merjenje z oksimetrom (lastni vir)	19
Slika 9, Populaciji Vodnih bolh	20
Slika 10, Populacija rastlinskih rakcev z rastlino (lastni vir)	22
Slika 11, Populacija solinskih rakcev brez rastline (lastni vir)	22
Slika 12, Količina raztopljenega kisika - vodna bolha	23
Slika 13, pH vrednost - vodna bolha	23
Slika 14, Temperatura - solisnbolha	24
Slika 15, Vsebnost nitratov v akvariju z rastlino	25
Slika 16, Vsebnost nitratov v akvariju brez rastlino	25
Slika 17, Vsebnost fosfatov v akvariju z rastlino	26
Slika 18, Vsebnost fosfatov v akvariju brez rastline	26
Slika 19, Količina raztopljenega kisika - Solinski rak	27
Slika 20, pH vrednost - Solinski rak	27
Slika 21, Temperatura - Solinski rak	28
Slika 22, Vsebnost nitratov v akvariju z rastline	29
Slika 23, Vsebnost nitratov v akvariju brez rastline	29
Slika 24, Vsebnost fosfatov v akvariju z rastlino	30
Slika 25, Vsebnost fosfatov v akvariju brez rastline	30
Slika 26, Kalnost vode pri Vodnih bolhah	31
Slika 27, Kalnost vode pri solinskih rakcih	31

Kazalo tabel

Tabela 1, Klasifikacija delovnih rastlin	14
Tabela 2, Navodila za meritev nitratov in fosfatov	18
Tabela 3, Enakovrednost pogojev	21

1 Splošni del

1.1 Povzetek

V tej raziskovalni nalogi sva raziskala spreminjanje abiotских dejavnikov v populaciji sladkovodnih (*Daphnia magna*) in slanovodnih rakcev (*Artemia salina*). Vzgojila sva dve populaciji posamezne vrste, pri tem je pri posamezni vrsti ena populacija uspevala v okolju z rastlino, druga pa brez rastlin. V populacijah sva na začetku vzdrževala enakost vrednosti abiotских dejavnikov, razen slanosti, kasneje pa 48 ur opazovala njihovo spreminjanje v populacijah z rastlino in brez nje. Primerjala sva spremembe v slanovodnem (30‰) in sladkovodnem okolju.

1.2 Zahvala

Iskreno se zahvaljujema mentorici za usmerjanje in podporo pri izdelavi raziskovalne naloge ter inovativnost pri reševanju zastavljenih vprašanj. Rada bi se zahvalila tudi ge. Barbari Hajnžič, uslužbenki *Nacionalnega laboratorija za zdravje, okolje in hrano*, ki nama je z veseljem priskočila na pomoč pri vzgoji Vodnih bolh ter Mariborskemu akvariju, kjer smo dobili populacijo solinskega rakca. Pozabiti pa ne smeva na družinske člane, ki so naju med pisanjem raziskovalne naloge nenehno podpirali.

2 Vsebinski del

2.1 Uvod

Če se ukvarjamo z akvaristiko se nam pogosto postavi vprašanje ali naj v naš akvarij vključimo rastline ali ne? Pogosto le slepo sledimo ugotovitvam znanstvenih raziskav, o vplivu rastlin na biocenozo ter abiotske dejavnike v akvariju. Ob izdelavi te naloge sva si postavila cilj, da raziščeva to odvisnost.

2.1.1 Raziskovalno vprašanje

- Kako se spreminjajo abiotski dejavniki v populacijah Solinskega rakca (*Artemia salina*) in Vodne bolhe (*Daphnia magna*)? Ali slanost vpliva na spreminjanje?
- Kakšna je korelacija med abiotskimi dejavniki v populaciji z rastlino in brez nje v slanovodnem in sladkovodnem sistemu?

2.1.2 Hipoteze

HIPOTEZA 1:

Populacija z rastlino bo uspešnejša, kar se bo pokazalo v manjši mortaliteti, zaradi tvorbe kisika, organskih snovi in čistilne sposobnosti rastline. Populacija z rastlino bo imela večjo količino raztopljenega kisika, ki je eden izmed produktov fotosinteze. Mnoge publikacije dokazujejo, da ekosistemi s primarnim producentom (rastlino) uspevajo bolje, zaradi tvorbe kisika in vira organskih snovi, ki ga predstavlja rastlina. Rastlina prav tako predstavlja habitat številnim koristnim bakterijam (nitrifikacijske bakterije), absorbira toksine ter služi kot vir hrane akvarijskim organizmom. (Biological science 1&2, Green N.P.O., Stout G.W., Taylor D.J., 1993.)

HIPOTEZA 2:

Voda bo čistejša v populaciji z rastlino, saj je rastlina z algami v kompeticiji za nitrato raztopljene v vodi ter tako zmanjša možnost nastanka alg. Predvidevava, da bo zaradi tega vsebnost nitrato na koncu večja v akvariju brez rastline, saj se bodo ti kopičili. Sklepava tudi, da bo voda v tem akvariju bolj kalna, saj alge ne bodo v kompeticiji.

HIPOTEZA 3:

Ekosistemi z rastlino so stabilnejši, saj rastlina uravnava količino mineralov in kisika potrebnega za življenje. Primarni producenti so ključen del kroženja snovi in energije v vsakem ekosistemu, zato sklepava, da bo spreminjanje vrednosti abiotskih dejavnikov enakomernejše v sistemu z rastlino, kar se bo pokazalo v položnejših krivuljah grafa ter manjših razlikah med največjo in najmanjšo vrednostjo.

HIPOTEZA 4:

Na temperaturo habitatov lahko vpliva tudi rastlina, vendar gre v našem primeru za mikrohabitat, zaradi majhnosti ekosistema in biomase rastline pa ta v nobeni izmed populacij ne bo imela večjega vpliva.

HIPOTEZA 5:

Spreminjanje abiotskih dejavnikov v slanovodnem sistemu bo enako spreminjanju v sladkovodnem sistemu, saj je edina razlika v količini raztopljenih soli in prostornini vode.

2.2 Teoretični del

2.2.1 Solinski rak (*Artemia salina*)

Solinskega rakca lahko v naravi najdemo v slanih celinskih vodah npr. v Velikem slanem jezeru v severnem Utahu ali pa v Kaspijskem jezeru. Prav tako lahko živi v drugih slanih vodnih ekosistemih (jezerih, ribnikih, začasnih vodah, brakičnih vodah).

(Diskus romanija.2007.)

2.2.1.1 Habitat

Solinski rakci (*Artemia salina*) so zelo prilagodljivi na spremembe v okolju in preživi v širokem razponu slanosti vode, od morske vode (2,9-3,5%) do jezerske slane vode (25-35%), preživi tudi v slanosti do 50%. V večjih vodah, kot so oceani jih ne najdemo, saj je tam preveč plenilcev. Temperatura vode je lahko od 6-37 °C, vendar pa je optimalna temperatura za razmnoževanje okoli 25 °C oz. pri sobni temperaturi. Prednost življenja v slanem okolju je manjše število plenilcev, vendar je hkrati slabost, saj je njihova prehrana omejena.

(Diskus romanija.2007.)

2.2.1.2 Zgradba

Odrasli osebek v dolžino meri od 8-10 mm¹, vendar lahko zraste tudi do 15mm, kar pa je odvisno od okolja. Ima podolgovato telo, členjeno v najmanj 20 členov, ki se ga drži 10 parov listnato oblikovanih okončin, imenovanih phylapodia, ki se premikajo v stalnem ritmu. Odrasli osebki so lahko bele, rožnate, zelene barve ali pa so brezbarvni. Njihova življenjska doba je 5 mesecev. Imajo sestavljene oči na tipalkam podobnih okončinah in zmanjšanem obustnem aparatu. *Artemia salina* sodi v red *Anostraca*, kar dobesedno pomeni "brez lupine", mednje pa uvrščamo rake brez zunanjšega ogrodja oz. hitinjače. Vrsta je ektotermna, heterotermna in ima bilateralno simetrično.

(Diskus romanija.2007.)



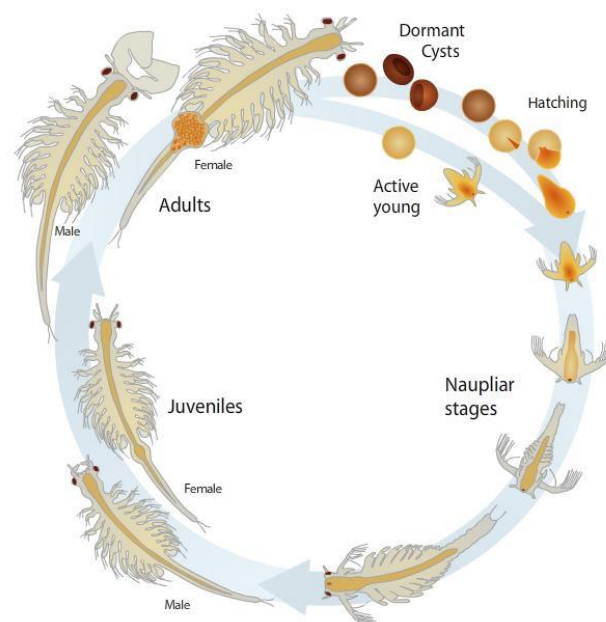
Slika 1, Solinski rakec (navpliji)

¹ Mi smo uporabili organizme v stadiju navplij.

2.2.1.2 Razmnoževanje

Raziskave v naravnih populacijah solinskih rakcev so pokazale, da je v populaciji ob razmnoževanju prisotnih mnogo samcev. Razmnoževanje se začne, ko se samec oklene samice ter drugim parom anten oplodi njena jajčeca, pri čemer nastanejo diploidne zigote. Nato samica izleže jajca v zarodno vrečo, ki jo spusti v vodo. Za vrsto je zlasti v evropskih habitatih značilna partenogeneza, torej razvoj brez prisotnosti spolnih celic drugega partnerja. Partenogeneza je običajna, kadar samcev ni v bližini. Samica izleže neoplojena jajčeca, ki se bodo razvila v osebkke ženskega spola. Ta jajca so lahko diploidna, tetraploidna ali oktoploidna. Osebkki se bodo iz jajc izlegli le v primeru, da do okoljske razmere ugodne. Temperatura mora biti okoli 30°C, prisotna mora biti zadostna količina vode, koncentracija soli pa ne sme biti previsoka. Če v okolju ni ustreznih pogojev, lahko oplojena jajčeca kot ciste preživijo na kopnem, saj so obdane z debelo lupino, dokler niso razmere ugodne za razvoj. V takšni obliki lahko čakajo tudi do 50 let. Preden se razvije mora biti vsaj 36 ur v ustreznem vodnem okolju. Ko se izleže ličinka (navpliji) potrebuje 1 teden da odraste. Hkrati tudi spolno dozori in lahko proizvede tudi do 300 novih navplijev vsake 4 dni.

(Diskus romanija.2007.)



Slika 2, Razvojni krog solinskega rakca

2.2.1.3 Vedenje

Največja posebnost solinskega rakca je zagotovo to, da lahko plava obrnjen navzdol za razliko od drugih vodnih živali. To je posledica privlačnosti svetlobe, zaradi katere se solinski rakec s svojimi okončinami obrne proti viru svetlobe. Čez dan so zato bolj pri površju, saj je tam večja intenziteta svetlobe, ponoči pa se umaknejo nekoliko globlje. S svojimi okončinami se poganjajo po vodi naprej ter se s tem podijo za svojo hrano.

(Diskus romanija.2007.)

2.2.1.4 Prehrana

Solinski rakec, filtrator, se prehranjuje s fotosintetskimi zelenimi algami. Osebkji zaužijejo hrano s filtriranjem majhnih delcev z majhnimi bodicami na plavalnih okončinah ali pa s strganjem hrane z njihove podlage, s hitrimi premiki njihovih obustnih okončin. Ko je alga ujeta jo prehranjevalni tok vodi v centralni prebavni kanal s pomočjo stalnega ritma telesnih okončin. Uvrstitev Solinskega rakca v sistem sva opisala na spodnji sliki.

(Diskus romanija.2007.)

Kraljestvo: *Animalia*
Deblo: *Arthropoda*
Razred: *Branchiopoda*
Red: *Anostraca*
Družina: *Artemiidae*
Rod: *Artemia*
Vrsta: *Artemia salina*

Slika 3, Klasifikacija Solinskega rakca

(ITIS report. 2016.)



Slika 4, Solinski rakec

2.2.2 Vodna bolha (*Daphnia magna*)

Ta vrsta živi v vodi skalnatih bazenov ob severovzhodni atlantski obali Združenih držav. Vrsta ni široko razširjena v tem območju, vendar pa jo pogosto najdemo v določenih vodah reke Maine. Vrsto lahko najdemo tudi v Zahodni Evropi (Anglija, Belgija, Nizozemska, Finska, mejna območja Črnega morja, območja baltskih otokov.

(Diskus romanija.2007.)

2.2.2.1 Habitat

Ta vrsta (*Daphnia magna*) živi v sladkih vodah in v brakičnih vodah (do 8‰ slanosti) skupaj z jezeri, rekami in začasnimi vodami. Prav tako imajo raje temperature med 18-22 °C, vendar lahko preživijo tudi v širšem temperaturnem razponu.

(Diskus romanija.2007.)

2.2.2.2 Fizični opis

Vodne bolhe so zelo majhne, dolge od 2 do 5 mm. Telo je zaprto z brezbarvno lupinasto strukturo, ki jo imenujejo hitinjača in sestoji iz hitina. Ker je telo brezbarvno, barva telesa ustreza barvi hrane, ki jo zaužije. Ogrodje se razteza tudi čez glavo in jo tako ščiti, kar je tudi specifično za to vrsto. Imajo dva para dolgih, dvovejnatih okončin, ki so skriti znotraj hitinskega oklepa in pomagajo usmeriti tok vode skupaj s hrano in kisikom v usta. Oči so sestavljene. Samci so manjši kot samice (običajno so dolgi samo 2 mm, medtem ko so samice velike od 3-5 mm), vendar imajo daljše in razvitejše okončine, ki jim pomagajo pri oklepanju samic med parjenjem.

(Diskus romanija.2007.)

2.2.2.3 Razvoj

Življenjski krog vodne bolhe začne ko samica izleže leglo jajčec (običajno 6-10), ki jih odloži v svojo zarodno votlino, ki se nahaja pod njenim hitinskim oklepom. Osebk se izvalijo znotraj zarodne votline in zapustijo materino telo po levitvi, običajno po 2-3 dneh. Mladiči, ki so že podobni odraslim se večkrat levijo. Samice spolno dozori že po 6-10 dneh. Če pogoji niso primerni ali če so jajčeca nastala pri spolnem razmnoževanju se jajca obdana z lupino oz. trdnim zaščitnim ovojem, kjer jajca čakajo dokler razmere niso ugodne, da se osebki izležejo.

(Diskus romanija.2007.)

2.2.2.4 Razmnoževanje

Vodne bolhe se razmnožujejo spolno in nespolno in imajo krožen partenogenetski cikel, pri čemer izpustijo spolno razmnoževanje. Pri nespolnem razmnoževanju samice proizvedejo diploidna jajčeca iz katerih se razvije klon. Pri partenogenetskem razmnoževanju nastanejo samo samice. Ob neugodnih razmerah (malo hrane, temperaturni ekstremi, gosta populacija) se ta vrsta razmnožuje le spolno. Med spolnim razmnoževanjem se samec oklene samice z drugim parom anten. Samice proizvedejo haploidna jajčeca, ki jih oplodijo samci, in jih nato zaprejo v ovoj. Te vrečke nato nosijo samice na hrbtni strani telesa do naslednje levitve. Spolno se razmnožujejo v jeseni, saj takrat v vrečke zaprta jajčeca omogočajo razcvet populacije spomladi. Največ jajčec tvorijo spomladi (april in maj), vendar se spolno razmnožujejo tudi poleti ali jeseni. Med poletnimi meseci samica proizvede jajčeca vsake 4 dni, jajčeca pa ostanejo v vrečkah od 2-3 dni. Hkrati je lahko proizvedenih tudi do 100 jajčec, s 6-10 jajčeci na vrečko.

(Diskus romanija.2007.)

2.2.2.5 Življenjska doba

Življenjska doba vodnih bolh je odvisna od okoljskih razmer, kot so količina raztopljenega kisika, hrana, temperatura. Nestabilno oz. spremenljivo okolje lahko vodi do krajše življenjske dobe. Kljub ugotovitvam, da imajo samci krajšo življenjsko dobo kot samice so novejša raziskava trditev ovrgle. V naravni populaciji je življenjska doba vodnih bolh od 1-56 dni, v ujetništvu pa od 40-56 dni.

(Diskus romanija.2007.)

2.2.2.6 Vedenje

Vrsta živi v skupinah in je v naravnih habitatih številčna. V skupini ni hierarhije, vendar pa je med posameznimi osebki močna kompeticija za hrano znotraj vrste in med drugimi *Daphnia* vrstami. Svojo okončine uporabljajo, da se lahko poganjajo s hitrimi, sunkovitimi premiki. Ponoči se pomikajo proti gladini vode, kjer se hranijo, čez dan pa se pomaknejo proti dnu ter se tako izogonejo plenilcem. Njihova velikost jih ščiti pred drugimi plenilci vrst iz rodu *Daphnia*. vodna bolha (*Daphnia magna*) je največja vrsta v svojem rodu.

(Diskus romanija.2007.)

2.2.2.7 Sporazumevanje in zaznavanje

Sestavljeno oko vodne bolhe omogoča, da se lahko odziva na različne valovne dolžine svetlobe ter lahko izsledi gibanje. Uporabljajo tudi kemične receptorje s pomočjo katerih lahko zaznajo hrano in plenilce.

(Diskus romanija.2007.)

2.2.2.8 Prehrana

Vodne bolhe sprejemajo hrano s filtriranjem vode, katere učinkovitost pa je odvisna od temperature, velikosti telesa, gostote in kvalitete hrane, koncentracije kisika in pH vode. S pomočjo listnatih okončin pod hitinastim oklepom ustvarjajo vodni tok, ki vodi v njihova usta in s tem v prebavni kanal. Njihova prehrana je zooplankton in fitoplankton, vendar se prehranjujejo tudi z bakterijami, detritom ter glivnimi sporami.

(Diskus romanija.2007.)

2.2.2.8 Plenilstvo

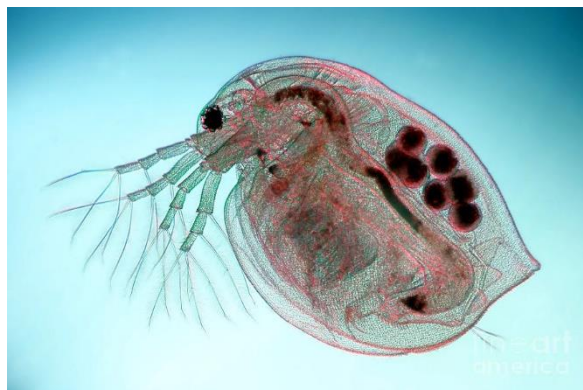
Plenilci vodnih bolh so predvsem ribe, insekti in nekateri predstavniki drugih nevretenčarskih skupin. Uvrstitev vrste (*Daphnia magna*) sva določila na spodnji sliki.

(Diskus romanija.2007.)

Kraljestvo: *Živali*
Deblo: *Arthropoda*
Razred: *Branchiopoda*
Red: *Diplostraca*
Družina: *Daphniidae*
Rod: *Daphnia*
Vrsta: *Daphnia magna*

Slika 5, Klasifikacija Vodne bolhe

(ITIS report. 2016.)



Slika 6, vodna bolha

2.2.3 Klasifikacija delovnih rastlin

	Slanovodna rastlina	Sladkovodna rastlina
Ime	<i>Caulerpa taxifolia</i>	<i>Cryptocoryne wendtii</i>
Opis	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Je makroalga, ➤ ima obliko peresa ter ploščate, navzgor obrnjene liste, ki so dolgi od 3-10 cm, ➤ barva listov je temno do svetlo zelena. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pogosta akvarijska rastlina, ➤ Velika je od 11,5 do 45 cm, ➤ Barve listov so različne
Habitat	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Živi v širokem temperaturnem razponu od 14-32 °C, ➤ Tudi glede svetlobnega sevanja je generalist. ➤ Morski in obmorski sedimenti. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Široko tolerančno območje za svetlobo, ➤ Njen habitat so reke v nižinskih gozdovih ➤ Potrebuje čas za prilagoditev pogojen in ekosistemu ➤ Temperaturno območje (22-27°C)
Ekološki vpliv	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Gre za invazivno vrsto, ki v novih okolju spremeni strukturo ekosistema, saj nadomesti avtohtone alge. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Obogati umetni ekosistem s hranili in kisikom
Razmnoževanje	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Vegetativno, spolno ni poznano, saj tvori samo moške gamete. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Spolno razmnoževanje, ženski in moški osebki,

Tabela 1, Klasifikacija delovnih rastlin

(Delivering alien invasive species inventories for Europe. 2006.)

2.2.3 Opis abiotskih dejavnikov

Abiotski dejavniki se delijo v edafske (talne), klimatske in topografske dejavnike. Midva sva v raziskovalni nalogi merila klimatske.

(Biological science 1&2, Green N.P.O., Stout G.W., Taylor D.J., 1993.)

2.2.3.1 Temperatura

Glavni vir toplote na Zemlji predstavlja sončno sevanje.. Določen osebek lahko preživi samo v določenih temperaturnih območjih, na katere je matabolno in strukturno prilagojen. On nizkih temperaturah lahko ledeni kristali poškodujejo celično membrano, visoka temperatura pa lahko povzroči denaturacijo encimov. Izven ekstremnih območij pa se metabolna učinkovitost podvoji ob vsakem dvigu za 10°C. Vodna okolja doživljajo počasnejše temperaturne spremembe in tako predstavljajo temperaturno stabilnejša območja, kar je posledica velike toplotne kapacitete vode. Temperatura se lahko drugače spreminja v mikrohabitatih, poleg tega lahko na temperaturo vpliva tudi vegetacija.

(Biological science 1&2, Green N.P.O., Stout G.W., Taylor D.J., 1993.)

2.2.3.2 Vlažnost in slanost

Voda je ključna spojina za življenje, v različnih oblikah padavin prihaja na kopno iz atmosfere. V naravi neprestano poteka kroženje vode v vodnem krogu. Kopenske rastline vodo absorbirajo iz prsti, količina te v prsti pa je odvisna od razmerja med količino padavin ter evaporacijo in transpiracijo ter sposobnosti prsti za zadrži vodo. Vodne živali z količino vode nimajo težav, vendar pa je zato pri njih toliko bolj pomembna koncentracija soli v vodi. Po tem tudi medsebojno ločujemo sladko- in morsko- vodne živali. Redke živali in rastline lahko prenesejo visoke koncentracije soli.

(Biological science 1&2, Green N.P.O., Stout G.W., Taylor D.J., 1993.)

2.2.3.3 Vsebnost dušika in nitratov

Dušik je pomembna snov v ekosistemih in je ključnega pomena za nekatere procese.

Dušik izpolnjuje naslednje pogoje:

- v odsotnosti elementa rastlina ne more končati svojega življenjskega ciklusa,
- element omogoča harmonično rast in razvoj rastline,
- element je pomemben za transport rastlinskih snovi,

- njegova vloga v rastlini je specifična in ga ne gre nadomestiti s katerim drugim elementom.

(Biological science 1&2, Green N.P.O., Stout G.W., Taylor D.J., 1993.)

2.2.4 Slanost in vodne živali

Po znanim fizikalnih lastnostih ustvarjajo v vodi raztopljene soli oz. ioni ob polprepustnih membranah osmotske napetosti. Celice in tkiva organizmov imajo polprepustne membrane, skozi katere prehajajo voda, soli in plini, kar je nujno za njihove metabolne izmenjave z okoljem. Posledice polprepustnosti se pokažejo med organizmom in njegovim osmotskim okoljem. Ker je bilo morje zibelka življenja. So vse živali po izvoru iz morja, tako na kopnem živeče kot tudi sladkovodne. Zato so v svojih telesnih tekočinah ponesle s seboj del morja oz. ione, ki sestavljajo morsko vodo. Koncentracija ionov v celicah sladkovodnih živali je zato višja od tiste v vodi. (Osnove ekologije in ekologija živali, Tarman K., 1992.)

2.2.4.1 Sladkovodne živali

Za sladkovodne živali je tako vodno okolje hipotonično. Zaradi razlike pa obstaja med živaljo in vodnim okoljem osmotski tlak oz. napetost. Posledica višjega tlaka ali hiperosmotičnosti živali je difuzija vode v telo živali. Sladkovodne ribe, raki, polži, školjke so zato glede na vodno okolje hipertonične in morajo višek vode odvajati z izločali. To so kontraktilne vakuole, oblike nefridijev, antelarne in maksilarne žleze ter ledvice. Čeprav mnoge sladkovodne živali evolucijsko izvirajo iz morja, so se na življenje v celinskih vodah in nizke koncentracije soli prilagodile tako uspešno, da večina ne preživi v osmotskem okolju morske vode. Vodne bolhe so tako primer *oligostehalinih* organizmov.

(Osnove ekologije in ekologija živali, Tarman K., 1992.)

2.2.4.2 Slanovodne živali

Večina morskih živali ima izravnane osmotske tlake v telesu s tlaki v morju. Med živaljo in okoljem obstaja izosmotsko stanje stanje. Zaradi velike stabilnosti v saliniteti morja se mnoge morske živali ne srečujejo s problemi urejanja osmotskih razmerij. Problemi se pojavljajo bolj krajevno in občasno na določenih območjih morja. Solinski rakci za razliko od večine morskih organizmov spadajo med *polistenohaline* organizme, saj imajo veliko tolerančno območje slanosti (25‰ - 35‰). (Osnove ekologije in ekologija živali, Tarman K., 1992.)

2.3 Metode dela in metodologija

Cryptocoryne wendtii

2.3.1 Delovni organizmi

- V poskusu smo kot modelni organizem uporabili Vodno bolho (*Daphnia magna*) ter Solinskega rakca (*Artemia Salina*),
- Slanovodna rastlina (*Caulerpa Taxifolia*),
- Sladkovodna rastlina (*Cryptocoryne wendtii*)

2.3.2 Osnovni material

- 2 akvarija z volumnom 12 L
- 2 termostata (Tetra, HT 50W)
- Prenosni računalnik z računalniškim programom Logger Pro,

2.3.3 Kemikalije

- Destilirana voda
- Groba, nejodirana, nerafinirana morska sol
- Pufer (pH 4)
- Reagent 1 za meritev PO₄
- Reagent 2 za meritev PO₄
- Reagent 1 za meritev NO₃
- Reagent 2 za meritev NO₃

2.3.4 Laboratorijske aparature

- 2 pH metra (Vernier)
- 2 oksimetra (Vernier)
- 2 elektronska termometra (Vernier)
- 2 vmesnika LabQuest Mini (Vernier)

2.3.5 Laboratorijski pribor

- Steklena palčka
- 3 Čaše (500 ml)
- Puhalka z destilirano vodo
- Kapalka
- 4 Kivete
- Kovček za raziskovanje abiotskih dejavnikov

2.3.6 Metoda določanja vsebnosti nitratov in fosfatov v vodi

Za preverjanje vsebnosti fosfatov in nitratov sva potrebovala vzorec vode, ki sva ga s kapalko odmerila iz akvarija ter ga dodala v kiveto iz seta, do črte ki je določala dovoljeno prostornino (5 ml) vzorca. Nato sva v kiveto dodala 5 kapljic reagenta 1 in nato še eno žličko reagenta 2 ter vsebino pretresla. Po petih minutah pa sva odčitala vsebnost fosfatov na barvni skali ter določila vrednosti. Podobno sva naredila tudi za preverjanje vsebnosti nitratov, le da sva pri tem delu preverjanja določala vsebnost nitratov z drugimi reagenti iz seta ter nato obarvanost primerjala z barvno skalo. Na obarvanost sva morala namesto 5 minut čakati 10 minut. Pri Vodnih bolhah smo vrednosti v intervalu 48 ur preverjali ob 7.00 in 14.00 oba dneva, medtem ko smo pri solinskih raki merila 7.00, 14.00 1. ter 14.00 2. dan, saj je interval trajal v petek in soboto in dopoldne do akvarijev, nameščenih v šoli, nisva imela dostopa.

Vsebnost nitratov	Vsebnost fosfatov
<ul style="list-style-type: none">➤ Vzorec vode nalij v stekleničko do oznake 5 ml.➤ Dodaj 1 žličko reagenta 1 ter stresaj 1 minuto.➤ Dodaj 1 žličko reagenta 2➤ Počakaj 10 minut➤ Primerjaj barvo vzorca z barvno tabelo in določi podatke.	<ul style="list-style-type: none">➤ Vzorec vode nalij v stekleničko do oznake.➤ Dodaj 10 kapljic reagenta 1 ter rahlo pretresi.➤ Dodaj 1 kapljico reagenta 2 ter pretresi.➤ Počakaj 5 minut➤ Primerjaj barvo vzorca z barvno tabelo in določi podatke.

Tabela 2, Navodila za meritev nitratov in fosfatov



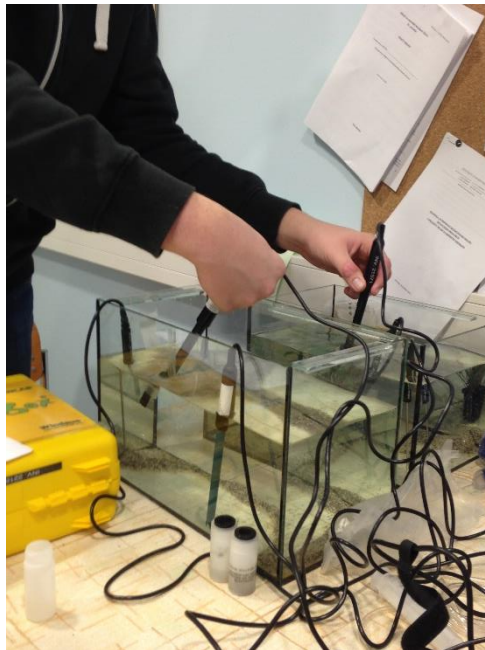
Slika 7, Laboratorijski set za preiskovanje voda (lastni vir)

2.3.7 Metoda določanja PH vrednosti v vodi

pH vrednost v vodi sva preverjala s pomočjo pH merilnika (Vernier), ki sva ga nato preko vmesnika LabQuest Mini povezala z računalnikom na katerem je bil nameščen program LoggerPro. Absolutna napaka merilnika je $\pm 0,01$. Pred začetkom meritev smo pH meter umerili s pomočjo pufra (pH 4) in destilirane vode. Meritev je nato potekalo neprekinjeno 48 h in sicer z gostoto 6 vzorcev/h. Vrednost je bila zmerjena na začetku, ko smo organizme dali v akvarije, z merjenjem smo nato nadaljevali dan kasneje v že prej omenjenem intervalu 48 h. Vzrok enodnevne zakasnitve so bile tehnične težave s priklopljenim računalnikom, ki se je med meritvijo ustavil zaradi sistemske napake.

2.3.8 Metoda določanja raztopljenega kisika v vodi

Količino raztopljenega kisika sva določala z oksimetrom (Vernier), ki je bil povezan na enak način kakor že omenjen pH meter. Absolutna napaka oksimetra je $\pm 0,01$ mg/L. Vrednost raztopljenega kisika sva merila vsak dan ob 7.00 in 14.00, torej pred in po začetku pouka, v drugem dnevu meritev pa tudi ob 10.00. Meritev ni mogla potekati sočasno z meritvijo pH vrednosti, saj sva ugotovila, da se delovanje merilnih naprav izključuje, kar je povzročilo izrazito zmanjšanje pH ob začetku merjenja količine raztopljenega kisika. Meritev je potekala 48 h.



Slika 8, Merjenje z oksimetrom (lastni vir)

2.3.9 Metoda določanja spreminjanja temperature

Temperaturo vode sva merila s tako, da sva merilno napravo preko vmesnika povezala z računalnikom ter spreminjanje temperature beležila v programu LoggerPro. Absolutna napaka termometra je $\pm 0,01$. Na začetku eksperimenta je bila temperatura v obeh akvarijih $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ in se je nato spreminjala. Enake pogoje v obeh populacijah sva zagotovila s termostatom, ki sva ga pri populaciji Vodnih bolh kot solinskih rakov nastavila na 22°C .²

2.3.10 Oblikovanje populacije Vodne bolhe (*Daphnia magna*)

Pri delu eksperimenta z vodnimi bolhami smo najprej očistili akvarije s citronsko kislino ter nato napolnili akvarije z vodo iz vodovoda. V vsak akvarij sva nato dolila 10 L ter vanje postavila termostata ter vse potrebne merilce, ki sva jih predhodno umerila. Vodo sva nato pustila stati dva dni ter nato v akvarije vstavila ekvivalenten delež bolh, pri čemer sva upoštevala gostoto osebkov v določenem volumnu vzorec. Bolhe sva dobila na *Nacionalnem laboratoriju za zdravje, okolje in hrano*, kjer jih uporabljajo kot modelni organizem pri preučevanju učinkov odpadnih vod na organizme. Pred dodatkom bolh sva v enega izmed akvarijev dodala rastlino in pričela z meritvami. Začela dva meriti pri temperaturi 22°C ter nevtralnem pH ter meritve brez prekinitev merila naslednjih 48 ur.



Slika 9, Populaciji Vodnih bolh (lastni vir)

² Solinski rakci v svojem habitatu živijo v bistveno toplejšem okolju, vendar sva midva upoštevala temperaturo gojenja v Mariborskem akvariju.

2.3.11 Oblikovanje populacije Solinskega rakca (*Artemia Salina*)

Najprej sva akvarije temeljito očistila s citronsko kislino ($C_6H_8O_7$). V oba akvarija sva nato dolila enako količino destilirane vode (2,5 L). Nato sva izmerila količino nerafinirane morske soli, tako da sva v akvarijih dobila koncentracijo 30‰³. Vse skupaj sva nato premešala s stekleno palčko in v vodo vstavila termostat, nastavljen na temperaturo 22°C. Sproti sva spremljala pH, temperaturo vode in količino raztopljenega kisika z vnaprej umerjenimi merilniki. Ko sva imela v akvarijih ugodne pogoje, sva v oba akvarija vnesla enako količino solinskih rakcev (*Artemia salina*), ki sva jih dobila v mariborskem akvariju. V en akvarij sva nato dodala še rastlino, v drugem pa sva rakce pustila brez rastline in spremljala spremembe.

2.3.12 Enakovrednost pogojev

Enakovredne populacije sva v obeh primerih ustvarila tako, da sva izračunala povprečno gostoto osebkov v volumnu, ki je znašala 200 bolh/1dl pri Vodnih bolhah in 250 rakcev/1dl jih nato v vsak akvarij s prostornino dodala 5 dl. V vsakem izmed akvarijev je bilo tako okoli 1000 osebkov. Da bi zagotovila primerljive podatke med populacijami obeh vrst sva volumen vode v akvariju z rakci delila s 3, saj sva s pomočjo premerov živali ocenila, da biomasa navplijev Solinskega rakca predstavlja približno tretjino biomase Vodne bolhe. Za to metodo sva se odločila zaradi majhnosti navplijev v primerjavi z biomaso Vodne bolhe.

	solinski rak (navplija)	vodna bolha (odrasli osebek)
Gostota	250 rakcev / 1dl	200 bolh / 1dl
Volumen vode v akvariju	3,3 L	10 L
Premer telesa (d)	1,5 mm	5 mm

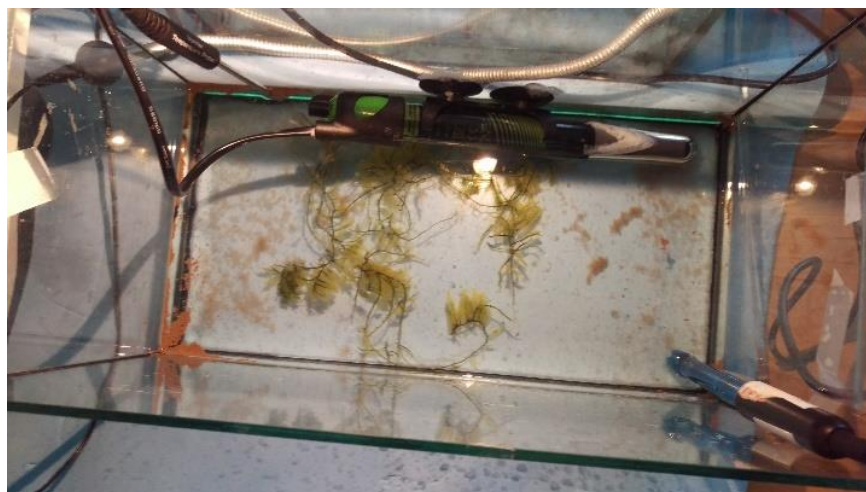
Tabela 3, Enakovrednost pogojev

Izračun razmerja:

$$d (\textit{Artemia salina}) : d (\textit{Daphnia magna}) = 1,5 \text{ mm} / 5 \text{ mm} = \mathbf{3 / 10}$$

Enako razmerje smo upoštevali tudi pri dodajanju rastline, le da je bilo tukaj dodajanje bistveno lažje, saj smo v prvem delu poskusa izmerili maso sladkovodne rastline ter v drugem delu poskusa v slanovodni akvarij slanovodno rastlino, katere masa je bila enaka tretjini sladkovodne rastline.

³ Koncentracija slanosti nekoliko odstopa od vrednosti v habitatu (35‰), vendar sva zagotovila pogoje, v kakršnih so bili taki vzgojni v Mariborskem akvariju.



Slika 10, Populacija rastlinskih rakcev z rastlino (lastni vir)



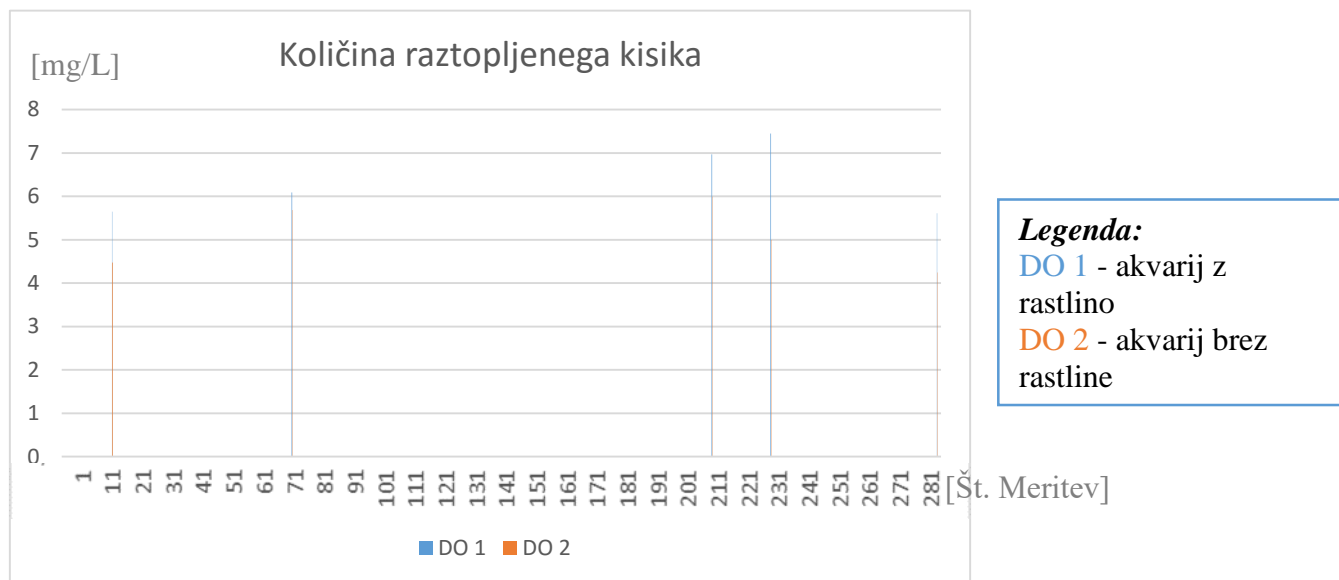
Slika 11, Populacija solinskih rakcev brez rastline (lastni vir)

3 Praktični del

3.1 Rezultati

3.1.1 Vodna bolha (*Daphnia magna*)

3.1.1.1 Količina raztopljenega kisika

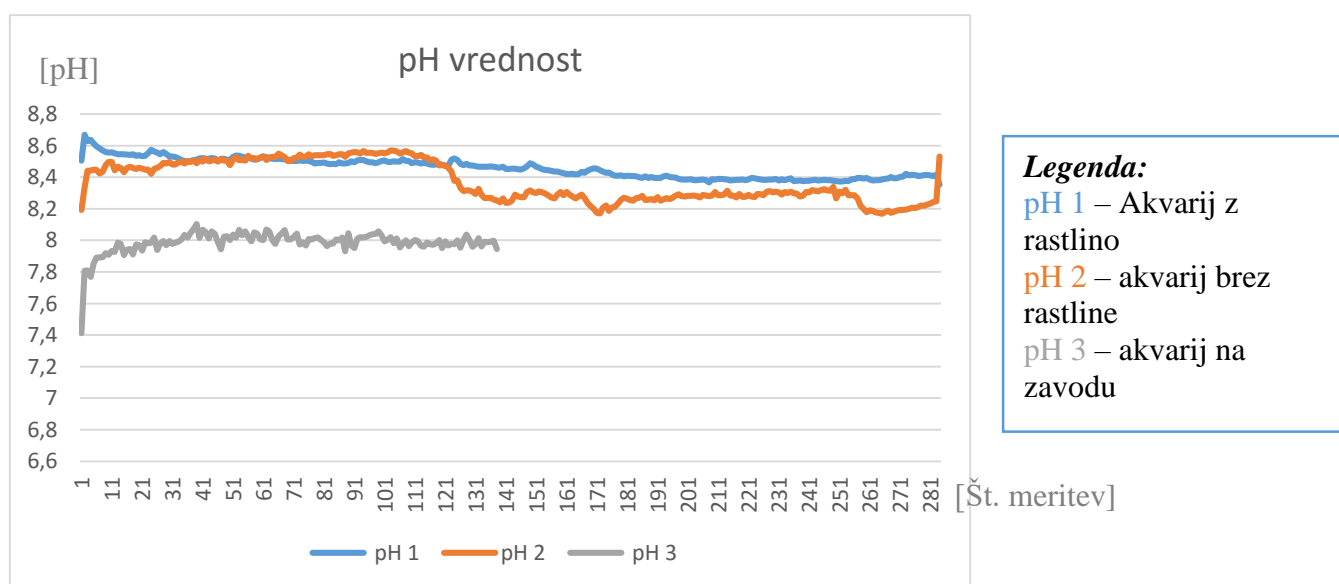


Slika 12, Količina raztopljenega kisika - vodna bolha

Opažanja:

Količina raztopljenega kisika je večja v akvariju z rastlino. Najmanjša sprememba med populacijama znaša 0,39 mg/L, ki je bila izmerjena zjutraj. Največja sprememba med populacijama znaša 2,44 mg/L, ki je bila izmerjena sredi dneva. Povprečna razlika med količino raztopljenega kisika med akvarijem z in brez rastline znaša 1,27 mg/L.

3.1.1.2 pH vode

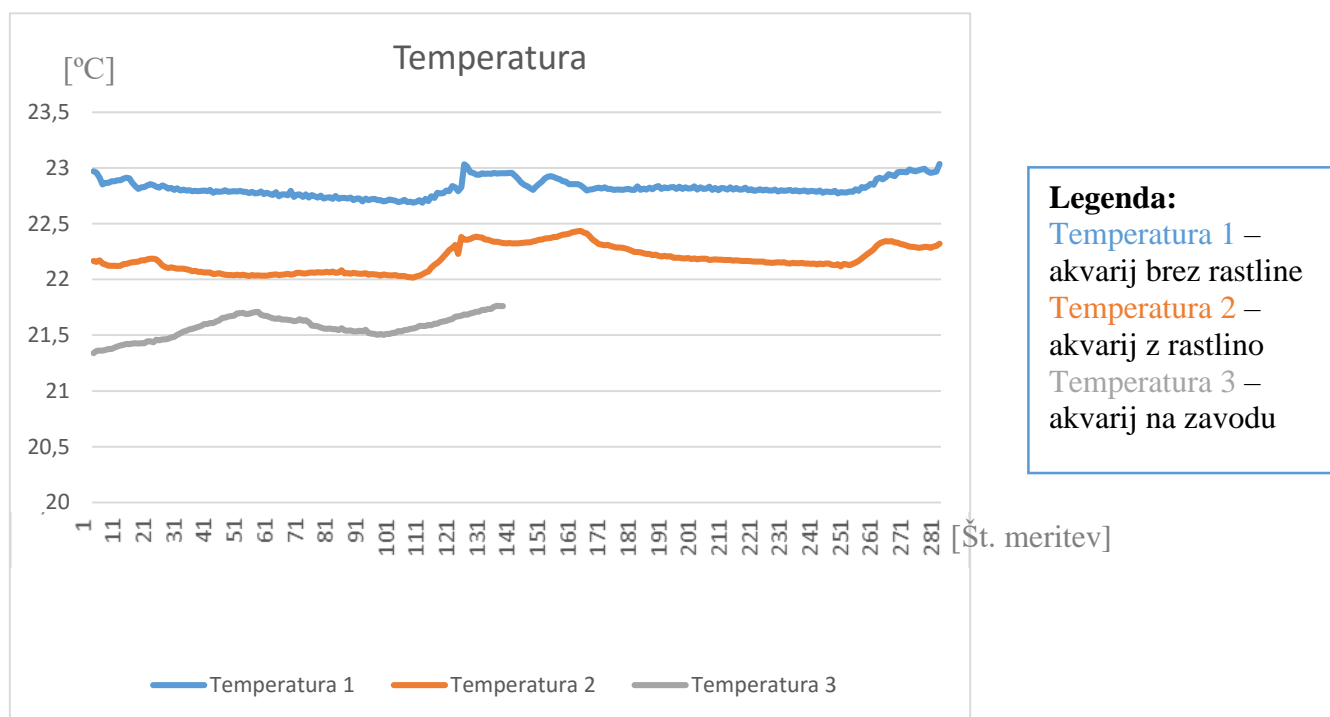


Slika 13, pH vrednost - vodna bolha

Opažanja:

V obeh akvarijih je bil na začetku pH vode nevtralen (7), nato pa se je v intervalu 17 h povečal na vrednost, ki jo prikazuje meritev 1. V krajšem intervalu 24 h sva pH merila tudi v populaciji na Nacionalnem inštitutu (zavodu), kjer populacije vzgajajo za testiranje odpadnih voda. Opaziva, da je vrednost Ph na Nacionalnem inštitutu stabilnejša.

3.1.1.3 Temperatura

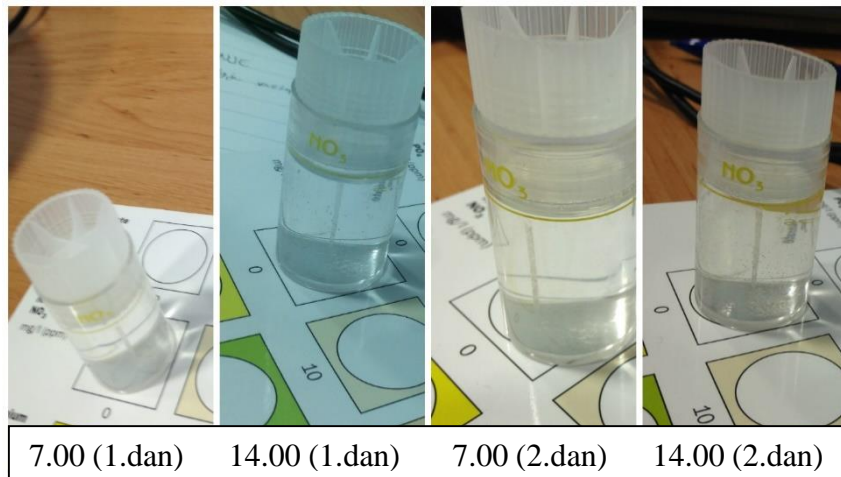


Slika 14, Temperatura – vodna bolha

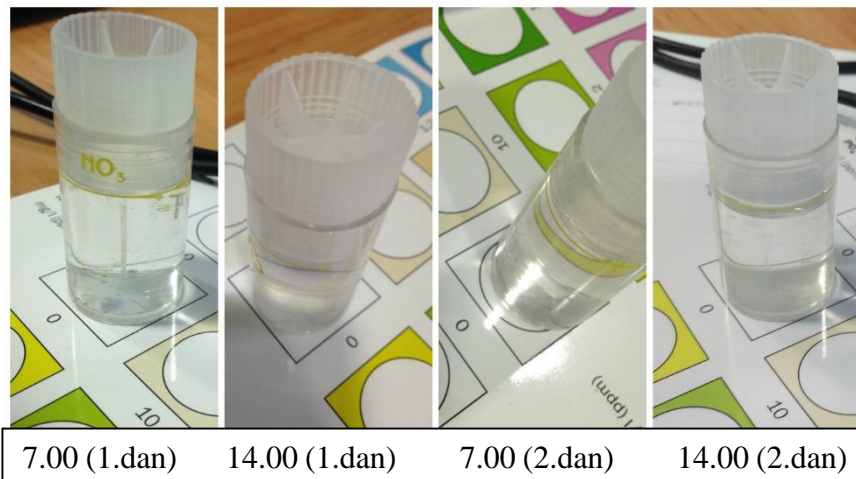
Opažanja:

Temperatura vode je bila v akvariju brez rastline višja kakor v akvariju z rastlino, vendar takšen rezultat pripisujemo delovanju termostata, saj bilo spreminjanje temperature zelo podobno, kar se vidi v podobni obliki krivulje. Temperatura v populaciji na Nacionalnem inštitutu (zavodu) je bila nižja, vendar so bile temperaturne amplitude primerljive z najinimi, zato sklepava, da tovrstna nihanja v celotnem območju (48 ur) z velikostjo $\pm 0,2$ povzročata termostat.

3.1.1.4 Nitrati



Slika 15, Vsebnost nitratov v akvariju z rastlino (lastni vir)

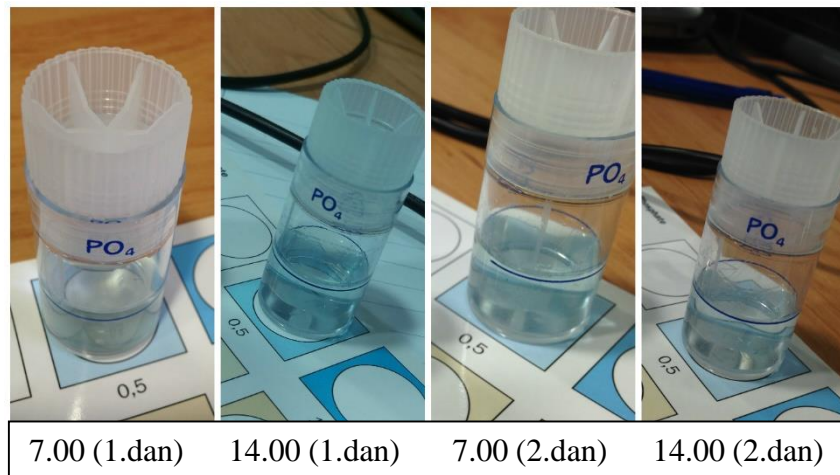


Slika 16, Vsebnost nitratov v akvariju brez rastlino (lastni vir)

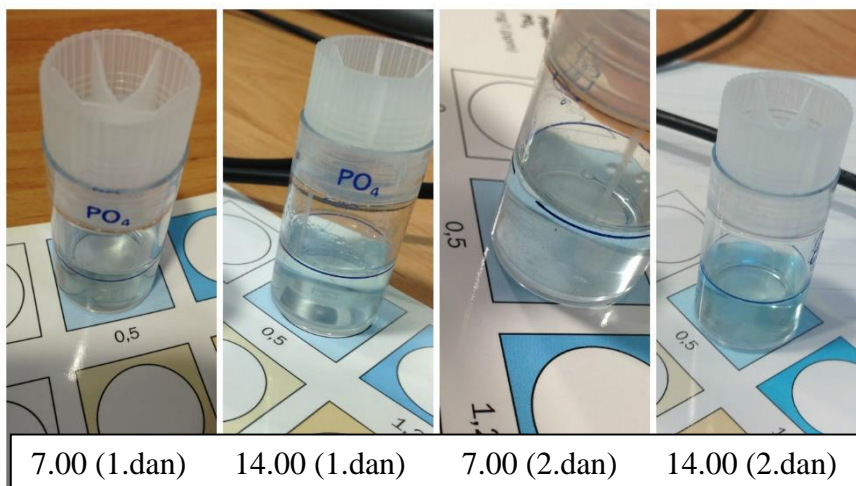
Opažanja:

Vsebnost nitratov se v časovnem intervalu 48 h ni bistveno spreminjala, kar vidimo v enakih rezultatih (0 mg/L) vseh 4 meritev v časovnem intervalu.

3.1.1.5 Fosfati



Slika 17, Vsebnost fosfatov v akvariju z rastlino (lastni vir)



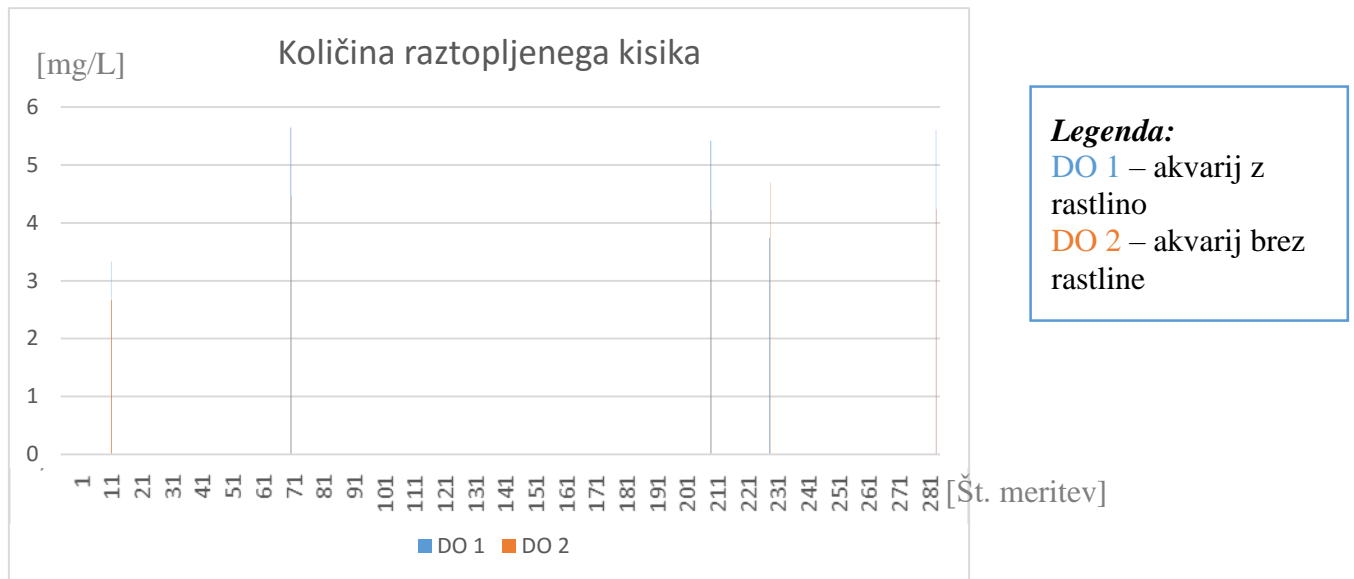
Slika 18, Vsebnost fosfatov v akvariju brez rastline (lastni vir)

Opažanja:

Vsebnost fosfatov se v intervalu 48 h ni spremenila oz. je bila po 48 h 0,5 mg /L.

3.1.2. Solinski rakec (*Artemia salina*)

3.1.2.1 Količina raztopljenega kisika

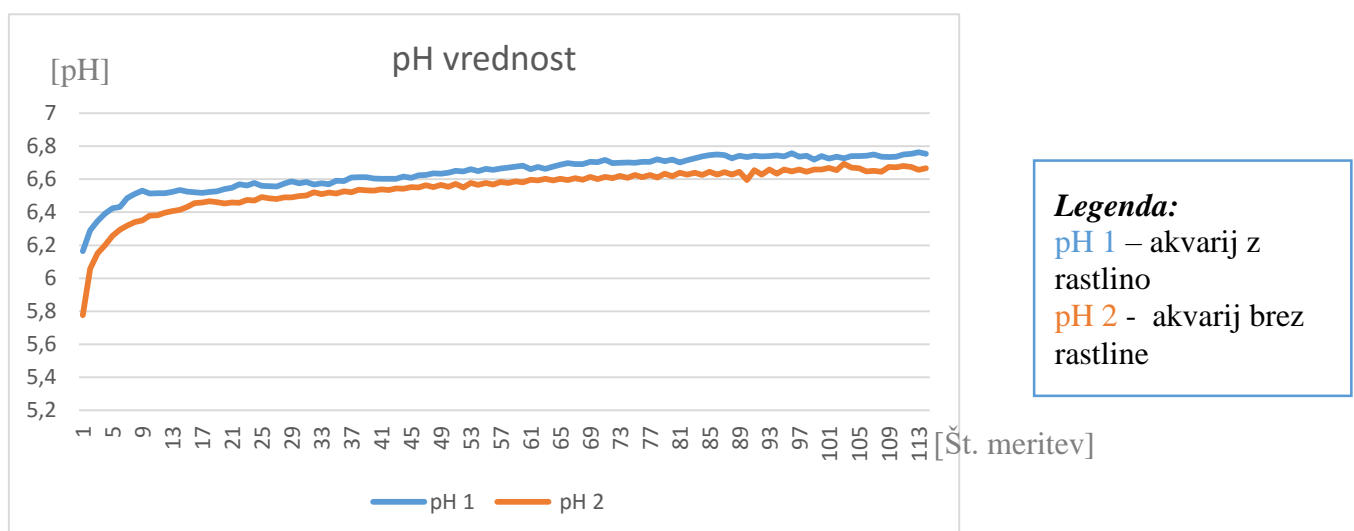


Slika 19, Količina raztopljenega kisika - solinski rak

Opažanja:

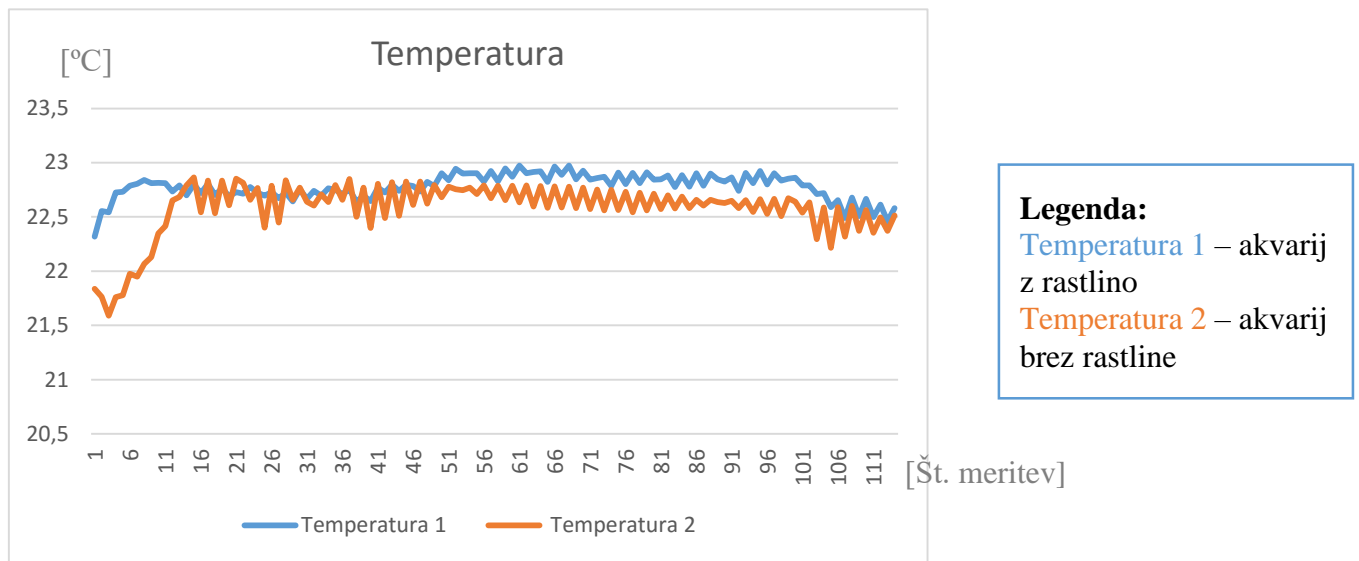
Količina raztopljenega kisika je večja v akvariju z rastlino. Najmanjša sprememba med populacijama znaša 0,67 mg/L,. Največja sprememba med populacijama znaša 1,36 mg/L. Povprečna razlika količine raztopljenega kisika v akvariju z in brez rastline znaša 1,07 mg/L.

3.1.2.2 pH vode



Slika 20, pH vrednost - solinski rak

3.1.2.3 Temperatura

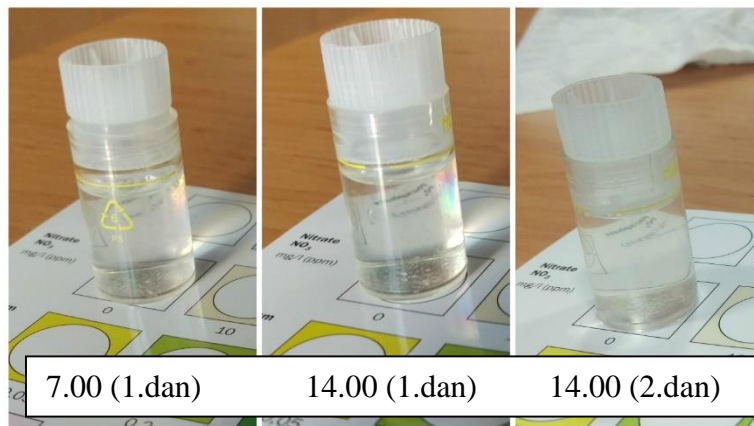


Slika 21, Temperatura - solinski rak

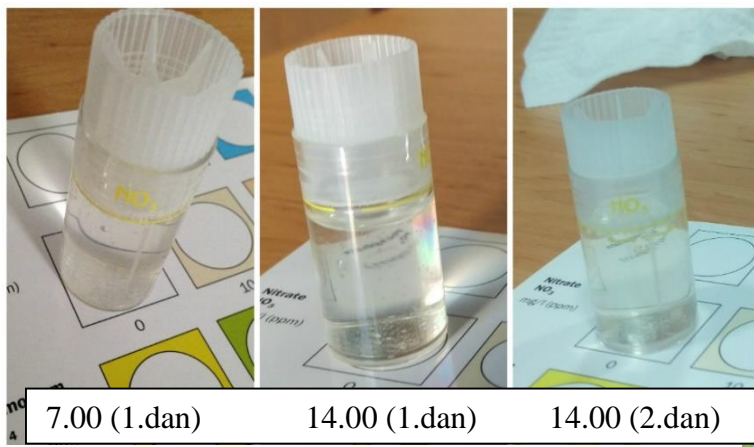
Opažanja:

Temperaturne vrednosti so bile v akvarijih zelo podobne. Temperaturni krivulji pa imata tako kot pri Vodnih bolhah valovito obliko, kaj je posledica uravnavanja temperature s termostatom. Opazila sva da je bila temperatura vode drugi dan nekoliko višja v akvariju z rastlino kakor brez nje.

3.1.2.4 Nitrati



Slika 22, Vsebnost nitratov v akvariju z rastline (lastni vir)

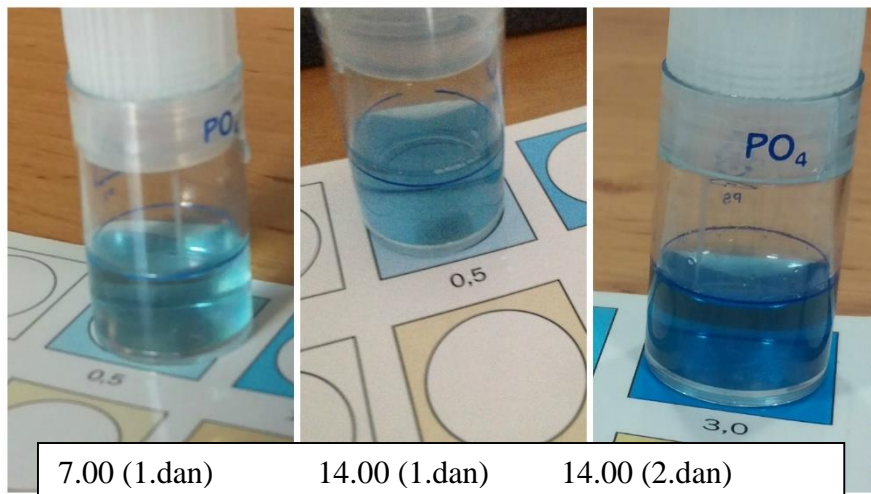


Slika 23, Vsebnost nitratov v akvariju brez rastline (lastni vir)

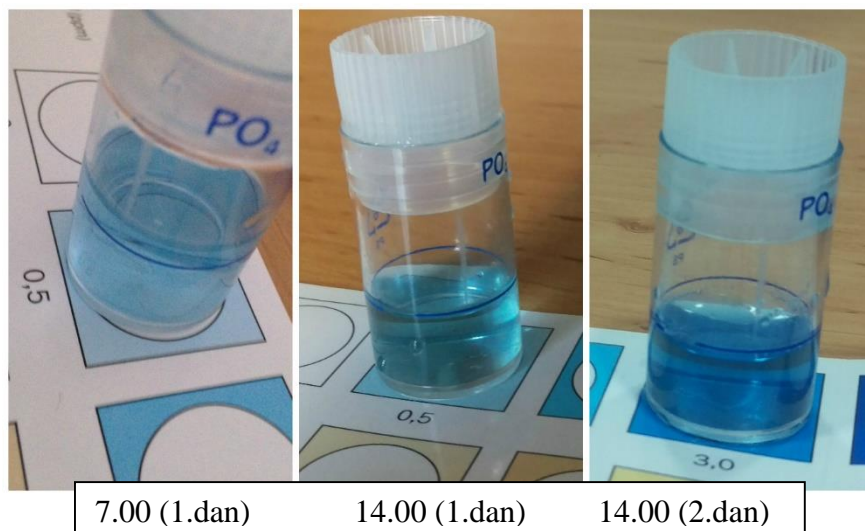
Opažanja:

Vsebnost nitratov se v obeh populacijah ni spreminjala, kar lahko vidimo v prozorni obarvanosti. Vrednost nitratov v vodi je bila v celotnem intervalu 0 mg/L.

3.1.2.5 Fosfati



Slika 24, Vsebnost fosfatov v akvariju z rastlino (lastni vir)

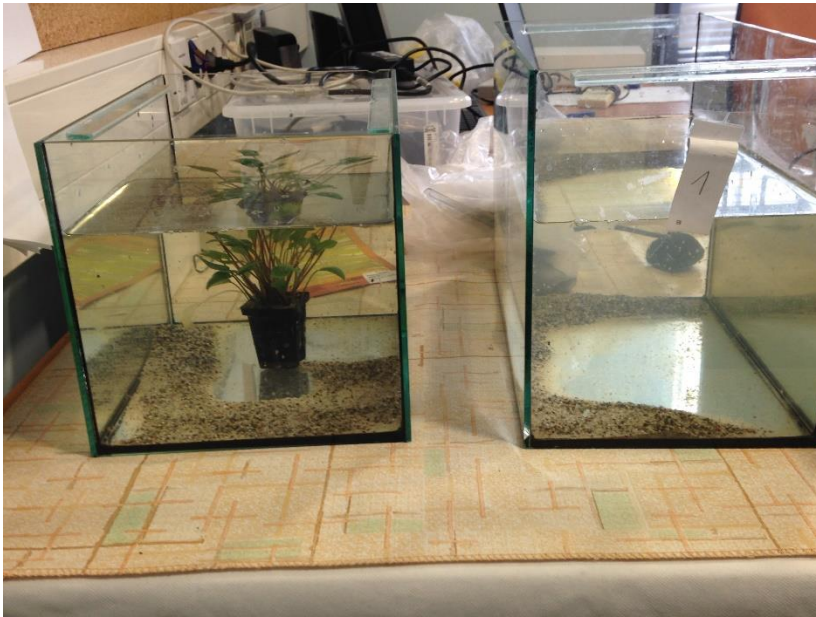


Slika 25, Vsebnost fosfatov v akvariju brez rastline (lastni vir)

Opažanja:

Vsebnosti nitratov in fosfatov se je enakomerno spreminjala ter se po 48 h povečala za 2,5 mg/L v obeh akvarijih. Iz fotografije pa je razvidno, da je raztopina nekoliko temnejša pri testiranju vzorca iz akvarija z rastlino.

3.1.3 Kalnost vode



Slika 26, Kalnost vode pri vodnih bolhah (lastni vir)



Slika 27, Kalnost vode pri solinskih rakcih (lastni vir)

Opažanja:

Voda je v populaciji Vodnih bolh bolj kalna v populaciji brez rastline, kakor v populaciji z rastlino, kar se kaže v različni stopnji prosojnosti vode. V populaciji solinskih rakcev razlike v prosojnosti oz. kalnosti vode niso opazne.

3.2 Razprava

Hipoteza 1

Ugotovili smo, da se je akvarij z rastlino izkazal za abiotsko bogatejšega le v parametru raztopljenega kisika, saj ima populacija z rastlino v primeru obeh vrst večjo količino raztopljenega kisika. Povprečna razlika med populacijo z rastlino in brez nje je nekoliko večja pri populaciji Vodne bolhe kakor pri populaciji Solinskega rakca in znaša 1,27 mg/L (izmerjena po 48h), medtem ko znaša pri solinskih rakcih 1,07 mg/L (izmerjena po 48 h). Pri obeh populacijah je opaziti zmanjšanje kisika ob meritvah v jutranjem času, 7.00, kar je posledica odsotnosti procesa fotosinteze zaradi pomanjkanja svetlobe v nočnem času. Od ugotovitve odstopa zgolj 4. meritve, ob 10.00, v akvariju z solinskimi rakci, kjer je bila količina raztopljenega kisika manjša v akvariju z rastlino kakor v akvariju brez nje. Predpostavljamo, da je šlo za tehnično napako v meritvi, če primerjamo ostale meritve, ki potrjujejo hipotezo. Iz grafa je razvidno, da je količina raztopljenega kisika spreminjala enakomerno.

Hipoteza 2

Hipoteze 2 z ugotavljanjem vrednosti raztopljenih nitratov in fosfatov nismo potrdili, saj je iz barvne lestvice jasno razvidno, da se njihova količina ni bistveno spreminjala v odvisnosti od rastline, spreminjanje nitratov in fosfatov je bilo enakomerno ter neodvisno od vrste organizmov in prisotnosti rastline. Po 48 h pa se je pri Vodni bolhi močno spremenila prosojnost vode v akvariju brez rastline, kar je posledica povečane količine alg, razlike med obema populacijama so razvidne iz fotografije. Pri primerjanju populacij Solinskega rakca tovrstnih razlik nismo zaznali, kar je najverjetneje odvisno tudi od vrste rastline, njenih presnovnih sposobnosti ter moči v kompeticiji za nitrate in fosfate. Razlika količine alg v populacijah Vodne bolhe je posledica poteka dušikovega cikla. Za potek cikla so zaslužne kolonije koristnih bakterij. To je proces, ki poteka v več zaporednih stopnjah. Za prvo stopnjo poleg organizmov poskrbijo heterotrofne bakterije, ki ob prisotnosti kisika pretvorijo organsko vezan dušik v prvo anorgansko obliko - amoniak (NH_3), ki je za vodne organizme zelo strupen. Amoniak bakterije rodu *Nitrosomonas* in *Nitrospira* pretvorijo v nitrit (NO_2), ki je za organizme še vedno zelo strupen. Za pretvorbo nitrita v razmeroma neškodljivi nitrat (NO_3) pa poskrbijo bakterije rodu *Nitrobacter*. Nitrat je za vodne organizme razmeroma neškodljiv, del ga porabijo rastline del pa ostane v vodi, v primeru odsotnosti rastline pa se ta kopiči in povzroči rast alg, kar je posledica povečane kalnosti vode. (About home. 2016.)

Hipoteza 3

Z meritvami smo predpostavko deloma potrdili in deloma ovrgli. Enakomernost je značilna za nekatere abiotске parametre, vendar ne za vse. Kakor smo že omenili se je količina raztopljenega kisika spreminjala dokaj enakomerno in je minimume (zjutraj) ter maksimume (popoldan) imela ob istem času. Tudi povprečna razlika med populacijo z in brez rastline znaša Vodni bolhi 1,27 mg /L in pri Solinskem rakcu 1,07 mg/L. Povprečni razliki se torej razlikujeta za 0,2 mg/L. Glede na relativno majhnost te vrednosti zagovarjamo enakomerno spreminjanje parametra.

V populacijah Vodne bolhe se je pH enakomerneje spreminjal v populaciji z rastlino kakor v populaciji brez nje, kar je razvidno iz krivulje pH, ki je pri akvariju brez rastline nekoliko valovita pri grafu z rastlino pa skoraj ravna. Ugotovili smo, da je bil od 20 h pa do 48 h večji v populaciji z rastlino (max. razlika 0.21 pH). Za razliko od populacij Vodne bolhe pa se je pH vrednost v populacijah Solinskega rakca spreminjala enakomerneje, vendar je pH bistveno nižji kakor pri solinskih rakcih, kar je posledica slanovodnega sistema in raztopljenih soli ter mineralov. Ugotovili smo, da je imel akvarij z rastlino ves čas večjo pH vrednost kakor akvarij brez nje (max. razlika 0,17 pH). Dani parameter potrjuje predpostavke o večji stabilnosti in enakomernem spreminjanju abiotških dejavnikov v populaciji z rastlino.

S hipotezo je skladna tudi količina raztopljenih nitratov, saj je pri obeh vrstah tako v populaciji z in brez rastline ostajala enaka 0 mg/L in se ni spreminjala. Podobno je bilo s količino fosfatov, le da se je količina teh v primeru Vodnih bolh ostala konstantna vseh 48h in sicer je znašala 0,5 mg/L. Pri solinskih rakcih pa se je iz začetne vrednosti 0,5 mg/L povečala na 3,0 mg/L (po 48h). Omenjena parametra potrjujeta enakomernost spreminjanja obeh dejavnikov.

Hipoteza 4

V našem poskusu smo temperaturo vode pri obeh populacijah nadzirali s termostatom, umerjeni na 22 °C. Pri obeh vrstah opazimo, da je temperatura v enem izmed akvarijev nekoliko višja kakor v drugem. V primeru Vodnih bolh je v povprečju temperatura celoten časovni interval višja v akvariju brez rastline v primeru Solinskega rakca pa nižja kakor v akvariju z rastlino (V primeru Solinskega rakca se temperaturi v prvi dan v povprečju ujemata, medtem ko je drugi dan temperatura višja v akvariju z rastlino.). Meniva, da je omenjena razlika, ki je minimalna in znaša povprečno 0,35 °C ter 0,7 °C pri Vodnih bolhah., posledica lege akvarijev, torej različne oddaljenosti od grelnega telesa. Valovita temperaturna krivulja pa je posledica samostojnega uravnavanja temperature s pomočjo termostata. Žal na podlagi danih rezultatov ne moremo

sklepati na nikakršno korelacijo med temperaturo in prisotnostjo rastline, kar je tudi posledica majhnosti sistema, kakor smo predvidevali v hipotezi.

Hipoteza 5

Analiza podatkov je pokazala, da je spreminjanje abiotских dejavnikov manj enakomerno v sladkovodnem sistemu z Vodnimi bolhami, kakor v slanovodnem s solinskimi rakci. To predpostavko potrjujeta parametra pH in raztopljena količina kisika, medtem ko od te predpostavke odstopajo vrednosti nitratov in fosfatov, ki so se spreminjale dokaj enakomerno. Vrednosti nitratov so tako v slanovodnem kakor tudi v sladkovodnem enake (0 mg/L). Razlike v vrednosti fosfatov v sladkovodnem sistemu (0,5 mg/L) in slanovodnem (3,0 mg/L) so najverjetneje posledica različnih vrst rastlin, kljub enakim pogojem z vidika biomas.

3.3 Ocena in izboljšava metod

3.3.1 Enakovrednost pogojev

Pri oblikovanju enakovrednih populacij smo zaradi majhnosti organizmov vzeli povprečno gostoto organizmov v določenem volumnu. Sprva smo želeli oblikovati dva številčno enaka vzorca s štetjem osebkov, vendar pa zaradi občutljivosti organizmov te metode nismo izvedli. Obe vrsti imata namreč na telesu številne izrastke, ki bi se pri prenosu ter štetju najverjetneje poškodovale ter vplivali na večjo mortaliteto populacij. Zato smo se raje odločili za izračun povprečne gostote ter tako manj natančno razdelili biomaso. Za zagotovitev popolnoma enakih pogojev z vidika biomas bi lahko morda uporabili tudi natančnejšo metodo, vendar smo se mi odločili za razdelitev pomočjo razmerij, po postopku, ki je opisan pri metodologiji.

3.3.2 Natančnost metod

Metode merjenja količine raztopljenega kisika, merjenje pH vrednosti in temperature so bile dokaj natančne, saj smo omenjene dejavnike merili v Vernier-jevimi merilci. Vsebnosti nitratov in fosfatov pa smo merili s pomočjo raziskovalnega seta za okolje, ki je sicer učinkovit, vendar manj natančen kakor posebni lističi za ugotavljanje nitratov in fosfatov. Pri izbiri metode smo se zato obrnili na razpoložljiva sredstva, kljub temu, čeprav bi z lističi morda dobili natančnejše rezultate. Pri primerjavi rezultatov z Nacionalnim inštitutom (zavodom) sva ugotovila, da gre na zavodu za bolj stabilen ekosistem z uravnanimi vrednostmi abiotских dejavnikov, medtem ko smo mi meritve začeli takoj ob pripravi akvarijev in naselitvi organizmov.

3.4 Zaključek

V nalogi sva na nekoliko drugačen način preučila abiotske dejavnike v slanovodnih in sladkovodnih sistemih. Z uspešnih potrjevanje in zavračanjem hipotez sva pripomogla k boljšemu poznavanju akvarijskih tehnik ter prednostih in slabostih mikrohabitatov z in brez rastline, ki se na prvi pogled zdijo samoumevni, vendar dolgoročno vplivajo na biocenozo vodnih okolij.

Zanimive so se nam zdele ugotovitve o funkcionalni vlogi rastline v vodnem ekosistemu ter kompeticijski vpliv rastline na alge, ki zagotavlja čistost vode, saj rastlina iz vode črpa nitrate in druge snovi potrebne za rast alg ter je v kompeticiji z algo uspešnejša. S poskusi smo potrdili vpliv fotosinteze na količino raztopljenega kisika v vodi, saj je bila pri obeh vrstah večja s populacijo z rastlino, zanimivo pa je dejstvo, da je bila razlika v količini raztopljenega kisika med populacijo z in brez rastline za 0,20 mg/L večja pri Vodnih bolhah, kakor pri solinskih rakcih. Z rezultati najine raziskovalne naloge sva zadovoljna, saj sva dokazala, je spreminjanje ter vrednost abiotskih dejavnikov ugodnejša za organizme v populacijah z rastlino in sicer neodvisno od slanosti okolja, kar sva dokazala s krivuljami ter povprečnimi razlikami v spreminjanju posameznih dejavnikov. Meniva, da bodo najine ugotovitve pojasnile ter podrobneje obrazložila prednosti slanih in sladkovodnih ekosistemov z rastlino ter izboljšala življenje organizmov v umetnih ekosistemi.

4 Družbena odgovornost

Tema ter pridobljeni rezultati naše raziskovalne naloge so v skladu s temeljnimi načeli družbene odgovornosti.

Raziskovalne naloge smo se lotili družbeno odgovorno, saj se zavedamo, da delo oz. eksperimentiranje z živalmi venomer terja določeno mero etike, zato smo se pri uresničevanju ciljev naše raziskovalne naloge tovrstnih etičnih meril tudi držali. Želeli smo ustvariti majhen prispevek k izboljšanju poznavanja vloge rastlin v akvarijih in drugih umetnih ekosistemi ter primerjali slanovodne in sladkovodne sisteme.

4 Viri in Literatura

4.1 Viri literature

- Diskus romanija. 2007. [elektronski vir] dostopno na URL: http://diskus.slohost.net/cgi-bin/stran.pl?id=6&izris=pisiHTML&st_strani=2&templ=4&jezik=slo [Uporabljeno: 5.1.2016]
- ITIS report. 2016. [elektronski vir] Dostopno na URL: http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=83691 [Uporabljeno: 4.1.2016]
- About home. 2016. [elektronski vir] Dostopno na URL: <http://freshaquarium.about.com/od/aquariumglossary/g/Beneficial-Bacteria.htm> [Uporabljeno: 5.1.2016]
- Tarman K., Osnove ekologije in ekologija živali, Ljubljana: Državna založba Slovenije, 1992
- Green N.P.O., Stout G.W., Taylor D.J., Biological science 1&2, London: Ebenzer Baylis & Son Ltd, 1993
- Delivering alien invasive species inventories for Europe. 2006. [elektronski vir] Dostopno na URL: http://www.europe-aliens.org/pdf/Caulerpa_taxifolia.pdf [Uporabljeno: 9.1.2016]
- Tropical fish magazine. 2015. [elektronski vir] Dostopno na URL: <http://www.tfhmagazine.com/aquatic-plants/species-profiles/cryptocoryne-wendtii.htm> [Uporabljeno: 4.2.2016]

4.2 Viri slik

- Slika 1, Solinski rakec (navpliji) [elektronski vir] Dostopno na URL: http://www.brineshrimpdirect.com/contentimages/brineshrimp_photo2.jpg [Uporabljeno: 8.1.2016]
- Slika 2, Razvojni krog solinskega rakca [elektronski vir] Dostopno na URL: <http://arachnoboards.com/threads/eubbranchipus-from-lincoln-county-wa.245648/> [Uporabljeno: 4.2.2016]
- Slika 3, Klasifikacija solinskega rakca [lastni vir] 8.1.2016
- Slika 4, Solinski rakec [elektronski vir] Dostopno na URL: <http://www.warrenphotographic.co.uk/photography/bigs/05377-Brine-Shrimp-adult-male.jpg> [Uporabljeno: 7.1.2016]
- Slika 5, Klasifikacija vodne bolhe [lastni vir] 8.1.2016
- Slika 6, vodna bolha [elektronski vir] Dostopno na URL: <http://images.fineartamerica.com/images/artworkimages/mediumlarge/1/water-flea-daphnia-magna-ted-kinsman.jpg> [Uporabljeno: 7.1.2016]
- Slika 7, Laboratorijski set za preiskovanje voda [lastni vir] 8.1.2016
- Slika 8, merjenje z oksimetrom [lastni vir] 8.1.2016
- Slika 9, Populaciji vodnih bolh [lastni vir] 8.1.2016
- Slika 10, Populacija rastlinskih rakcev z rastlino [lastni vir] 8.1.2016
- Slika 11, Populacija Solinskih rakcev brez rastline [lastni vir] 8.1.2016
- Slika 12, Količina raztopljenega kisika - vodna bolha [lastni vir] 10.1.2016
- Slika 13, pH vrednost - vodna bolha [lastni vir] 10.1.2016
- Slika 14, Temperatura - vodna bolha [lastni vir] 10.1.2016

- Slika 15, Vsebnost nitratov v akvariju z rastlino [lastni vir] 8.1.2016
- Slika 16, Vsebnost nitratov v akvariju brez rastlino [lastni vir] 8.1.2016
- Slika 17, Vsebnost fosfatov v akvariju z rastlino [lastni vir] 8.1.2016
- Slika 18, Vsebnost fosfatov v akvariju brez rastline [lastni vir] 8.1.2016
- Slika 19, Količina raztopljenega kisika - Solinski rak [lastni vir] 10.1.2016
- Slika 20, pH vrednost - Solinski rak [lastni vir] 10.1.2016
- Slika 21, Temperatura - Solinski rak [lastni vir] 10.1.2016
- Slika 22, Vsebnost nitratov v akvariju z rastline [lastni vir] 8.1.2016
- Slika 23, Vsebnost nitratov v akvariju brez rastline [lastni vir] 8.1.2016
- Slika 24, Vsebnost fosfatov v akvariju z rastlino [lastni vir] 8.1.2016
- Slika 25, Vsebnost fosfatov v akvariju brez rastline [lastni vir] 8.1.2016
- Slika 26, Kalnost vode pri Vodnih bolhah [lastni vir] 8.1.2016
- Slika 27, Kalnost vode pri Solinskih rakcih [lastni vir] 8.1.2016