

# Utjecaj restauracije creta na okućene (Amebozoa, Rhizaria)

---

Rodek, Katarina

Master's thesis / Diplomski rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:914361>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-12**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



**Sveučilište u Zagrebu**  
**Prirodoslovno-matematički fakultet**  
**Biološki odsjek**

**Katarina Rodek**

**Utjecaj restauracije creta na okućene (Amebozoa, Rhizaria)**

**Diplomski rad**

**Zagreb 2019.**

Ovaj rad izrađen je na Zoologijskom zavodu Biološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu pod vodstvom izv. prof. dr. sc. Renate Matoničkin Kepčija. Rad je predan na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu radi stjecanja zvanja magistra edukacije biologije i kemije.

*Profesorici Renati Matoničkin Kepčija na svom trudu, entuzijazmu, srdačnosti, podijeljenom znanju, podršci i otvaranju vrata s pogledom na čitav jedan poseban novi svijet, od srca, hvala! Zahvaljujem prijateljima, kolegicama i kolegama, bratićima i bratu na bezuvjetnoj podršci u svakom trenutku.*

*Obitelji, mama, tata, ovo je za Vas!*

*„Totus mundus agit histrionem“*

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

---

Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno-matematički fakultet

Biološki odsjek

Diplomski rad

### UTJECAJ RESTAURACIJE CRETA NA OKUĆENE (AMEBOZOA, RHIZARIA)

Katarina Rodek

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Cretovi su močvarna staništa sa specifičnom vegetacijom u kojoj važnu ulogu igra mah tresetar (*Sphagnum*), prilagođen uvjetima visoke i fluktuirajuće razine vlage i niske koncentracije kisika. Okućeni, polifiletska skupina praživotinja s karakterističnom kućicom, imaju veliku raznolikost na cretovima. Ciljevi istraživanja bili su istražiti utjecaj restauracije creta Đon močvar na raznolikost okućena, pojedine karakteristične vrste i utvrditi utjecaj restauracije na pH vrijednost i vlažnost supstrata. Uzorci koji su analizirani prikupljeni su u dva terenska izlaska u travnju i studenom 2015. godine u gornjim i donjim slojevima kontrolnih, restauracijskih i sukcesijskih ploha. Ukupno je zabilježeno 38 svojti okućena, a dominirale su svojte: *Assulina* sp., *Arcella* sp., *Euglypha rotunda*, *Planocarina carinata*, *Heleopera petricola* var. *amethystea*, *H. sphagni* i *Diffflugia* sp. Na sastav svojti okućena utjecala je vlažnost uzorka, koncentracija otopljenog kisika i provedene revitalizacijske mjere. Sličnost revitalizacijskih i kontrolnih postaja u sastavu i udjelu svojti okućena povećavala se s vremenom. Pojedine svojte okućena bile su dobri indikatori hidroloških uvjeta na cretu. Okućeni se mogu koristiti kao bioindikatori u restauraciji cretnih ekosustava, pri čemu treba koristiti biocenološke pokazatelje, ali i indikatorske vrste.

(52 stranice, 33 slike, 6 tablica, 47 literaturna navoda, jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici

Ključne riječi: raznolikost, pH, vlažnost, otopljeni kisik, mah tresetar, bioindikatori

Voditelj: dr. sc. Renata Matoničkin Kepčija, izv. prof.

Ocjenitelji: dr. sc. Renata Matoničkin Kepčija, izv. prof.

dr. sc. Mirela Sertić Perić, doc.

dr. sc. Vesna Petrović Peroković, izv. prof.

Rad prihvaćen: 18. 9. 2019.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

University of Zagreb

Faculty of Science

Division of Biology

Graduation Thesis

### **THE INFLUENCE OF PEATBOG RESTAURATION ON TESTATE AMOEBAE (AMEBOZOA, RHIZARIA)**

Katarina Rodek

Rooseveltova trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Peat bogs are wetland habitats with specific vegetation in which peat moss (*Sphagnum*) plays a central role, with adaptations to high and fluctuating levels of soil moisture and low levels of oxygen. Testate amoebae, polyphyletic group of protozoans with a characteristic test, have a high diversity on peatbogs. The aims of this research were to investigate the impact of peatbog Đon močvar restoration on the testate amoebae diversity, the impact on several specific species of testate amoebae as well as on pH and moisture levels. Analysed samples were gathered on two occasions in April and November 2015. The samples were collected from upper and lower parts of peat moss matrix from control, restoration and succession sites. A total of 38 taxa were recorded, with the most common species: *Assulina* sp., *Arcella* sp., *Euglypha rotunda*, *Planocarina carinata*, *Heleopera petricola* var. *amethystea*, *H. sphagni* and *Diffflugia* sp. Soil moisture, dissolved oxygen levels and restoration measures had an impact on the testate amoebae assemblage composition. The similarity of testate amoebae assemblages on the restoration and control plots increased with time. Some individual species were proved as the good indicators of hydrological conditions on the peatbog. Biocoenological variables and indicator taxa of testate amoebae can be used as bioindicators of restoration of bog ecosystems.

(52 pages, 33 figures, 6 tables, 47 references, original in: Croatian)

Thesis deposited in the Central Biological Library

Key words: diversity, pH, moisture, dissolved oxygen, peat moss, bioindicators

Supervisor: dr. Renata Matoničkin Kepčija, Assoc. Prof.

Reviewers: dr. Renata Matoničkin Kepčija, Assoc. Prof.

dr. Mirela Sertić Perić, Assist. Prof.

dr. Vesna Petrović Peroković, Assoc. Prof.

Thesis accepted: 18. 9. 2019.

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>1.1. Cretovi</b> .....	1
<b>1.2. Mah tresetar (<i>Sphagnum</i>)</b> .....	2
<b>1.3. Podjela i rasprostranjenost cretova</b> .....	2
<b>1.4. Cretovi u Republici Hrvatskoj</b> .....	5
<b>1.5. Okučeni</b> .....	7
<b>1.6. Okučeni kao bioindikatori</b> .....	9
<b>1.7. Značajne indikatorske svojte okučena</b> .....	11
<b>1.7.1. <i>Arcella</i></b> .....	11
<b>1.7.2. <i>Assulina</i></b> .....	12
<b>1.7.3. <i>Euglypha</i></b> .....	12
<b>1.7.4. <i>Diffugia</i></b> .....	13
<b>1.7.5. <i>Heleopera</i></b> .....	14
<b>1.7.6. <i>Nebela</i></b> .....	15
<b>1.8. Ciljevi istraživanja</b> .....	16
<b>2. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA</b> .....	17
<b>2.1. Geografski smještaj creta Đon močvar</b> .....	17
<b>2.2. Geološke značajke</b> .....	18
<b>2.3. Klima istraživanog područja</b> .....	18
<b>2.4. Flora područja</b> .....	18
<b>3. MATERIJALI I METODE</b> .....	20
<b>3.1. Opis postaja za uzorkovanje protozoa i mikro-metazoa</b> .....	20
<b>3.2. Uzorkovanje i određivanje protozoa i mikro-metazoa</b> .....	21
<b>3.2.1. Metoda uzorkovanja protozoa i mikro-metazoa</b> .....	21
<b>3.2.2. Mjerenje fizikalno-kemijskih čimbenika vode</b> .....	21
<b>3.2.3. Procjena vlažnosti uzoraka</b> .....	22
<b>3.2.4. Determinacija okučena</b> .....	22
<b>3.3. Statistička obrada podataka</b> .....	23
<b>4. REZULTATI</b> .....	24
<b>4.1. Procjena vlažnosti uzoraka</b> .....	24
<b>4.2. Temperatura</b> .....	24

4.3.	pH-vrijednost.....	25
4.4.	Količina otopljenog kisika .....	25
4.5.	Utjecaj restauracije creta na raznolikost okućena.....	26
4.5.1.	Kontrolna postaja .....	27
Gornji sloj .....	27	
Donji sloj .....	28	
4.5.2.	Revitalizacijska postaja .....	30
Gornji sloj .....	30	
Donji sloj .....	31	
4.5.3.	Sukcesijska postaja .....	33
Gornji sloj .....	33	
Donji sloj .....	34	
4.5.4.	Usporedba broja svojti između postaja.....	36
4.6.	Sličnost između postaja .....	36
4.7.	Utjecaj restauracije creta na udio pojedinih karakterističnih svojti okućena .....	37
4.7.1.	<i>Arcella</i> .....	37
4.7.2.	<i>Assulina</i> .....	38
4.7.3.	<i>Euglypha</i> .....	39
4.7.4.	<i>Diffugia</i> .....	40
4.7.5.	<i>Heleopera</i> .....	41
4.7.6.	<i>Nebela</i> .....	42
5.	RASPRAVA.....	44
6.	ZAKLJUČAK .....	48
7.	LITERATURA.....	49



# 1. UVOD

## 1.1. Cretovi

Cretovi su močvarna staništa sa specifičnom vegetacijom, koja se razvija zbog posebnih uvjeta koji na ovakvom staništu prevladavaju. Cretna staništa su rijetka u Hrvatskoj, a zbog svoje posebnosti i bogatstva biološke raznolikosti zanimljiv su predmet istraživanja.

Pretpostavlja se da cretovi i tresetišta prekrivaju površinu od oko 4 milijuna km<sup>2</sup> tj. oko 3 % Zemljine kopnene površine (Joosten i Clarke, 2002.).

Ova vlažna staništa na kojima su tlo i biljke stalno zasićeni vodom, koja je obično kisele reakcije i s niskom koncentracijom kisika, idealna su staništa za stvaranje treseta. Kisela okolina i nedostatak kisika su najvažnije karakteristike ovog staništa te se pri takvim uvjetima organska tvar ne razgrađuje do kraja pa se gomila tj, nastaje treset. Treset (Slika 1.) je tamnosmeđi do crni organski sediment koji nastaje djelomičnom razgradnjom organske tvari na kiselom i vlažnom staništu. Cretovi su staništa u kojima i trenutačno nastaje treset dok se tresetištem smatra svaka površina prekrivena tresetom u sloju od najmanje 30 centimetara (Joosten i Clarke, 2002.).



Slika 1. Treset (preuzeto s

[https://www.goglas.com/search?q=Treset&f\\_Tags=Cve%C4%87e%7COstalo](https://www.goglas.com/search?q=Treset&f_Tags=Cve%C4%87e%7COstalo))

## 1.2. Mah tresetar (*Sphagnum*)

Mah tresetar (*Sphagnum*) (Slika 2.) je rod mahovina koji je karakterističan za cretno stanište. Atmosferska voda kojom se određeni tipovi cretova natapaju, u usporedbi s podzemnom vodom, siromašna je otopljenim tvarima i uglavnom niže pH vrijednosti pa su cretovi obično siromašni nutrijentima i kiseli. Između ostalih prilagodbi, mahovi tresetari imaju posebne prilagodbe i na niske koncentracije nutrijenata.



Slika 2. Vršni dio maha tresetara (foto: A. Brigić)

Mahovi tresetari aktivno zamijenjuju ione tj. u okolnu vodu ispuštaju kisele vodikove ione ( $H_3O^+$ , oksonijev ion) pa cret postaje još kiseliji. Još jedna od evolucijskih prilagodbi mahova tresetara na ovakvo stanište je velika sposobnost skladištenja vode. Mahovi tresetari mogu u sebi imati čak 15-20 puta veću masu vode od mase suhog tkiva (Corbet, 1973.).

## 1.3. Podjela i rasprostranjenost cretova

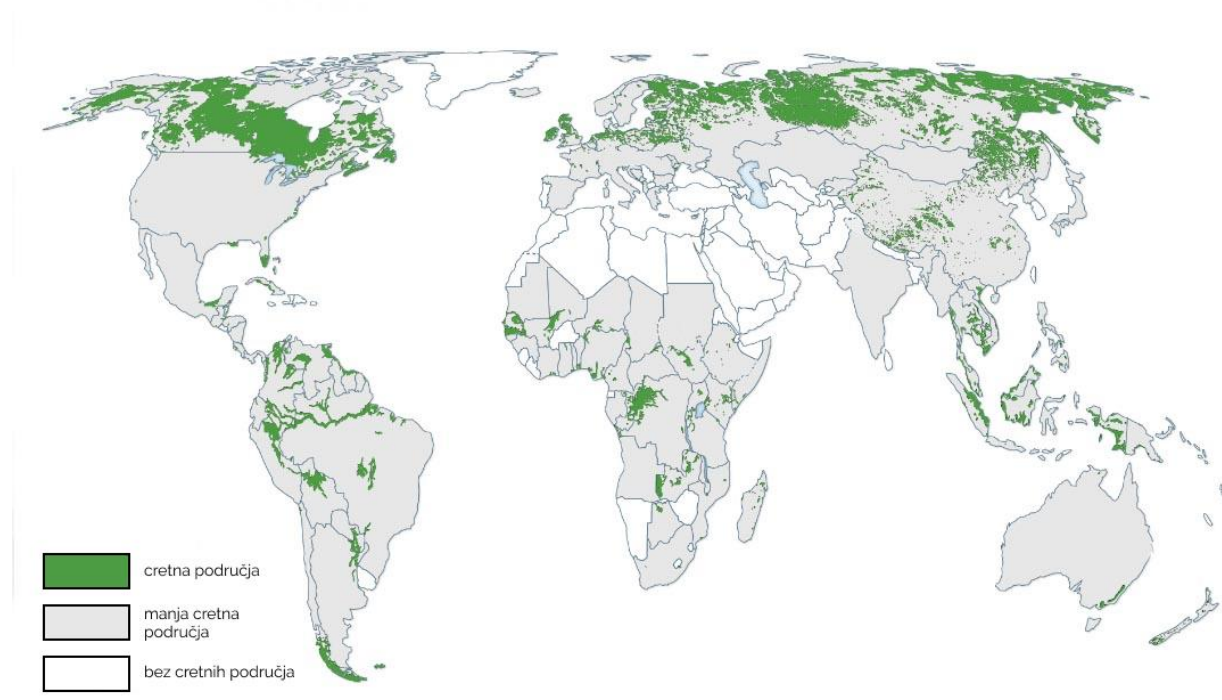
Cretovi se klasificiraju na različite načine, a danas se najviše koristi podjela cretova prema porijeklu vode i količini nutrijenata. Prema porijeklu vode razlikujemo nadignute ili ombrotrofne, niske ili minerotrofne i prijelazne cretove. Druga poznata podjela cretova je

podjela prema hidrološkim obilježjima i dijeli cretove na ombrogene i minerogene (Rydin i Jeglum, 2006.). Ombrotrofni cretovi (engl. *bogs*) kiseli su i siromašni nutrijentima. Kiselosti ombrotrofnog creta doprinosi i djelovanje maha tresetara (Modrić Surina 2011.). Svi nutrijenti i voda koju primaju porijeklom su iz atmosfere, pretežno od oborinskih voda. Zbog toga su siromašni nutrijentima i u potpunosti ovisni o atmosferskim uvjetima. Minerotrofne cretove (engl. *fens*) nutrijentima i vodom opskrbljuju podzemne vode i voda tla, koje su relativno bogate mineralima. Oni se dijele prema razini trofije na oligotrofne, koji su kiseliji i siromašniji nutrijentima i eutrofne, bogatije nutrijentima i bazičnije. Podjela cretova prema načinu njihova postanka i porijeklu vode u vrijeme njihova postanka dijeli cretove na ombrogene i geogene. Ombrogeni cretovi nastali su isključivo pod utjecajem atmosferske vode. Geogeni tj. minerogeni cretovi nastali su pod utjecajem voda tla i/ili podzemnih voda. Geogeni cretovi se zbog izraženih karakteristika mogu dalje podijeliti na topogene, limnogene i soligene cretove. Topogene cretove karakterizira statička prisutnost vode koja je rezultat samog položaja creta npr. udolina. Soligene cretove karakterizira blizina tekuće vode te ih pronalazimo uglavnom u blizini izvora. Glavna karakteristika limnogenih cretova je neposredna blizina slatkovodne stajaćice ili spore tekućice. Iako se karakteristike po kojima se ovi cretovi razlikuju prilično jasne, u praksi je vrlo teško razlikovati vrste cretova i pogrešno je poistovjećivati pojmove „ombrogeno“ i „minerogeno“ s pojmovima „ombrotrofno“ i „mineratrofno“ (Charman, 2002.).

Istraživanja kemijskih svojstava treseta u danas minerotrofnom, ombrotrofnom i prijelaznom cretu u Poljskoj pokazala su da današnji uvjeti i biljne zajednice ne ukazuju na uvjete u kojima je nastao treset. S vremenom prirodnom sukcesijom mnogi minerogeni i limnogeni cretovi mogu prijeći u ombrotrofne (Malawska i sur., 2006.). U procesu određivanja vrste creta i njegovog trofičkog stanja promatraju se biljne vrste te se na temelju njihove prisutnosti zaključuje o prirodi creta. Kako bi se odredila vrsta creta potrebno je također poznavati hidrologiju područja i fizikalno-kemijske čimbenike na cretu (Rydin i Jeglum, 2006.).

Posljednjih godina površine cretova u svijetu (Slika 3.) znatno su se smanjile zbog utjecaja čovjeka i klimatskih promjena no točna procjena rasprostranjenosti cretova u svijetu također je otežana budući da pojedini autori i države koriste vlastite, međusobno različite definicije cretova i podjele tla. Osim razlike u kategorizaciji cretova, cretna staništa često mijenjaju svoje granice

zbog isušivanja ili natapanja područja. Antropogeni utjecaj također utječe na granice creta, a Finska je 1950-ih izgubila čak 60% cretnih područja uslijed melioracije za potrebe šumarstva i podizanja ekonomije (Joosten i Clarke, 2002.). Najviše cretova i tresetišta prisutno je u Kanadi, Aljasci, Sjevernoj Europi i zapadnom dijelu Sibira, Jugoistočnoj Aziji i bazenu Amazone. Južnije u Europi, zbog klimatskih uvjeta koji ne pogoduju stvaranju creta, cretovi postaju manjima i rjeđima, ali i dalje bogati raznolikošću vrsta (Lappalainen i Zurek, 1996.), dok su u sredozemnim državama vrlo rijetki i većinom minerotrofni (Chrstanis, 1996.).



Slika 3. Cretna staništa u svijetu (preuzeto s : <http://www.grida.no/resources/12546> i prilagođeno)

Minerotrofni cretovi središnje Europe dijele se po svezama koje su karakterizirane bogatstvom nutrijenata i kiselošću creta, a dijele se na: sveza *Sphagno recurvi-Caricion canescentis* siromašna nutrijentima i bazama, sveza *Caricion fuscae* umjereno bogata nutrijentima i bazama, sveza *Sphagno warnstofii-Tomenthypnion* bogata nutrijentima i bazama, sveza *Caricion davalliana* u čiju kategoriju pripadaju i bogati i karbonatni cretovi (Hajek i sur., 2006.).

Ljubljansko barje ponekad se izdvaja kao „najjužniji europski visoki cret“ (Martinčić, 1987.) u sklopu ombrotrofne vegetacije hladnih sjevernih (borealnih i boreonemoralnih) cretova koje karakterizira prisustvo maha tresetara (Kutnar i Martinčić, 2001., 2003.). Budući da su neke vrste mahovinske i vaskularne flore koje su karakteristični elementi ombrotrofne vegetacije pronađeni i južnije od Slovenije, primjerice *Sphagnum capillifolium* i *S. magellanicum* u Crnoj Gori, Bugarskoj i Rumunjskoj (Martinčić, 2006.; Sabovljević i sur., 2008.), *Eriophorum vaginatum* u Makedoniji (Horvat, 1952.), moguće je reći kako se granica rasprostranjenosti ombrotrofnih cretova na Balkanu nalazi još južnije.

#### 1.4. Cretovi u Republici Hrvatskoj

U Hrvatskoj postoji nekoliko cretnih staništa (Slika 4.), no ne zauzimaju značajne površine. Hrvatski cretovi nalaze se u vegetacijskom pojasu hrasta kitnjaka (*Quercus petraea*) i običnog graba (*Carpinus betulus*) između 160 i 180 m nadmorske visine ili u zoni bukve (*Fagus sylvatica*) i jele (*Abies alba*) između 700 i 1200 m nadmorske visine (Modrić Surina, 2011.).

Cretovi u Republici Hrvatskoj datiraju još iz vremena oledbe ili neposredno nakon nje budući da su u tom razdoblju niske temperature i velika vlaga pogodovala širenju cretne vegetacije (Horvat 1950.). Smatra se da je Ljubljansko barje u Sloveniji, veliko područje cretova, vlažnih travnjaka i šuma, bilo najvažnije središte odakle se ta vegetacija raširila i u Hrvatsku (Horvat, 1950.).

U Hrvatskom zagorju očuvan je cret Dubravica, u kojem još raste okruglolisna rosika (*Drosera rotundifolia*). U blizini mjesta Sunger u Gorskom kotaru nalazi se čak nekoliko depresija gdje se, uz tri vrste mahova tresetara (*Sphagnum*) može pronaći i veliki cvijet močvarnog zmijinca (*Calla palustris*), jedino preostalo nalazište ove vrste u Hrvatskoj. Cret Đon močvar nalazi se kod Blatuše, a uzorci koji su analizirani u ovom diplomskom radu upravo su s ovog lokaliteta. Jedino još tamo, podno istočnih obronaka Petrove gore, raste cretna breza (*Betula pubescens*) poznata i kao blatuška breza. Osim cretne breze, karakteristična vrsta za ovo područje je i trava beskoljenka (*Molina coerulea*) koja ujedno predstavlja i velik problem u zaraštanju creta (Alegro i Šegota, 2008.). Ovo je najveći acidofilni cret u Hrvatskoj, a prostire se na 20 hektara.



Slika 4. Veći cretovi Republike Hrvatske (preuzeto s

[https://en.wikipedia.org/wiki/File:Croatia\\_location\\_map.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Croatia_location_map.svg) i doradeno)

Budući da je danas klima toplija i sušnija, a ako se tome pridoda i činjenica da geološka podloga, krš kroz koji voda brzo odlazi u podzemlje, nije idealna za cretove, možemo zaključiti da je njihovo vrijeme na području Hrvatske prirodno prošlo. Cretovi su, kao i većina vlažnih staništa, ugroženi ljudskim djelovanjem. Najugroženiji hrvatski cret je jedini pravi ombrotrofni cret Trstenika. Svi acidofilni cretovi ugroženi su prirodnim sušenjem, starenjem i ljudskom djelatnošću, dok su ipak u nešto boljem položaju bazofilni cretovi. Klimatske promjene, s promjenom režima sušnih i kišnih razdoblja drastično su utjecale na cretna staništa i broj vrsta koji se na njima može pronaći. Danas se izumrlim iz cretne flore Hrvatske smatraju *Eriophorum gracile*, *Vaccinium uliginosum*, *Viola palustris*, *Sedum villosum*, *Primula farinosa* i *Carex limosa* (<http://priodahrvarske.com/cretovi/>).

## 1.5. Okučeni

Okučeni su polifiletska skupina jednostaničnih ameboidnih protista, koji se razlikuju od golih ameba po tome što imaju kućicu, kao što i sam naziv skupine govori. Predstavnici okučena ranije su bili smješteni u skupinu Testacea, međutim po važećoj sistematici (Adl i sur., 2019.) ovi organizmi spadaju u klastere Amoebozoa i Sar. Rodove okučena ubrajamo u slijedeće skupine:

Amoebozoa Luhe 1913, sensu Cavalier-Smith 1998

- Tubulinea Smirnov et al. 2005
- Elardia Kang et al. 2017
- Arcellinida Kent 1880
- Sphaerothecina Kosakyan 2016
- Diffflugina Meisterfeld 2002, sensu Kosakyan et al. 2016
- Phryganellina Bovee 1985

Sar Burki et al. 2008, emend. Adl et al. 2012

- Rhizaria Cavalier-Smith 2002
- Cercozoa Cavalier-Smith 1998, emend. Adl et al. 2005; emend. Cavalier-Smith 2018
- Imbricatea Cavalier-Smith 2011 [Cavalier-Smith 2003]
- Silicofilosea Adl et al. 2005, emend. Adl et al. 2012
- Euglyphida Copeland 1956, emend. Cavalier-Smith 1997
- Euglyphina Kosakyan et al. 2016
- Assulinidae Lara et al. 2007
- Sphenoderiidae Chatelain et al. 2013
- Trinematidae Hoogenraad & De Groot 1940, emend Adl et al. 2012
- Euglyphidae Wallich 1864, emend Lara et al. 2007
- Tracheleuglypha Deflandre 1928

- Cyphoderiidae de Saedeleer 1934
- Paulinellidae de Saedeller 1934, emend. Adl et al. 2012
- Stramenopiles Patterson 1989, emend. Adl et al. 2005
- Bigyra Cavalier-Smith 1998, emend. 2006
- Sagenista Cavalier-Smith 1995
- Labyrinthulomycetes Dick 2001
- Amphitremida Poche 1913, emend. Gomaa et al. 2003

Kućica djelomično zatvara stanicu sa svrhom zaštite od predatora i okolišnih čimbenika, a apertura ili rjeđe aperture koje se nalaze na njoj služe kao otvori za pseudopodije (filopodiji ili lobopodiji) kojima se ameba kreće i hvata plijen (Slika 5.). Većina okućena sami proizvode svoju kućicu koja može biti građena od organskog, silikatnog ili vapnenačkog materijala, ali i od čestica iz okoliša (Scott, 2008.).



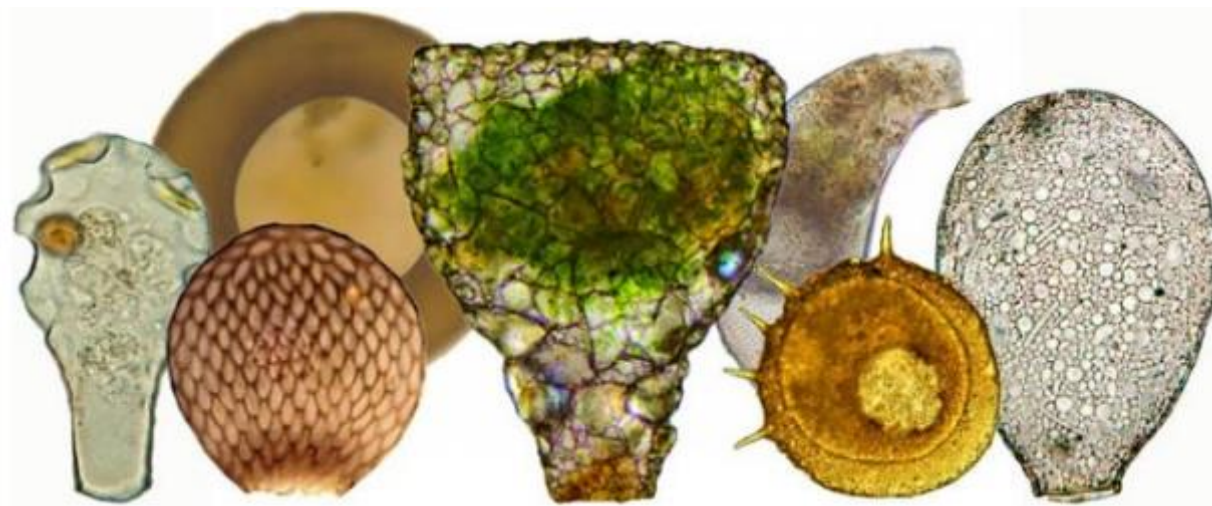
Slika 5. *Archerella flavum* s vidljivim pseudopodijma kojima se ameba pokreće i hvata plijen  
(foto: R. Matoničkin Kepčija)



Vlažna tla, mora i slatke vode karakteristična su staništa okućena. Visoka vlažnost, niže temperature i niske koncentracije kisika uvjeti su karakteristični za cretove, a odgovaraju i okućenima te upravo na cretovima nalazimo veliku raznolikost okućena. Okućeni se hrane bakterijama, algama, gljivama i ostalim praživotinjama (Charman i sur., 2000.), ali mogu za hranu uzeti i kolnjake. Do sada je opisano oko 2000 vrsta (Mitchell i sur., 2008.), koje su kozmopolitski rasprostranjene.

### 1.6. Okućeni kao bioindikatori

Kozmopolitska rasprostranjenost, izgradnja kućica od materijala iz okoliša (Slika 6.), velika mogućnost fosilizacije i dugogodišnje zadržavanje u sedimentu, čimbenici su koji su učinili okućene korisnim indikatorima prijašnjih i sadašnjih uvjeta u okolišu. Prisutnost i raznolikost okućena na određenom području koristi se kao parametar u proučavanju mnogih paleookoliša, kao i antropogenog utjecaja na recentne ekosustave. Okućeni koji nastanjuju cretna staništa naročito su zastupljeni u istraživanjima, a zbog uske povezanosti sa specifičnim karakteristikama ekološke niše koju nastanjuju i vlažnosti područja dobri su indikatori za prošle i trenutne promjene u hidrologiji (Warner i Chmielewski, 1992.; Butler i sur., 1996.; Mitchell i sur., 2000.; Charman, 2001.; Davis i Wilkinson, 2004.).



Slika 6. Raznolikost kućica okućena (preuzeto s <https://www.arcella.nl/lobose-testate-amoebae/>)

Cretovi su pogodno stanište mnogobrojnim vrstama ameboidnih protozoa, a najčešći rodovi okućena koji se u njima pojavljuju su: *Amphitrema*, *Assulina*, *Corythion* (Slika 7.), *Diffugia*, *Heleopera*, *Hyalosphenia*, *Euglypha* i *Nebela* (Glime, 2017.). Cretovi koji obiluju mahovinom roda *Sphagnum* podržavaju veću bioraznolikost okućena nego što je slučaj kod ostalih mahovina i vaskularnih biljaka. Navedeni rodovi okućena široko su rasprostranjeni i kao takvi se smatraju pouzdanim indikatorima uvjeta staništa (Glime, 2017.).



Slika 7. *Corythion* sp. (foto: K. Rodek)

Istraživanja su pokazala da je raznolikost vrsta okućena najmanja kada su uvjeti okoliša nekog creta najsuši, ali brojnost pojedinih vrsta koje su prilagođene na uvjete manje vlažnosti, može biti puno veća nego u vlažnijim staništima. Bogatstvo vrsta i pojedinih jedinki raste s porastom dubine, pod uvjetom da kisik nije limitirajući čimbenik. U sušim područjima vrste okućena bolje su prilagođene na uvjete manje vlage i lakše toleriraju promjene dubine vode do kojih dolazi zbog isušivanja staništa, dok vrste koje nastanjuju vlažnija staništa nisu toliko tolerantne na promjene u okolini. Određenu vrstu creta karakteriziraju i različite vrste okućena, ali neki rodovi se pojavljuju i u ombotrofnim i mineratrofnim cretovima, npr rod *Euglypha* (Glime, 2017.).

## 1.7. Značajne indikatorske svojste okućena

### 1.7.1. *Arcella*

Rod *Arcella* (Slika 8.) jedan je od vrstama najbogatijih i najučestalijih rodova okućena. Opisano je preko 50 vrsta, podvrsta i varijeteta. Mnogi opisi vrsta ovog roda se baziraju na umjetnim kriterijima ili nisu adekvatni što otežava identifikaciju točne vrste (Charman i sur., 2000.). Vrste ovog roda imaju zaobljene kućice s centralnom, invaginiranom aperturom koja je kod mnogih vrsta okružena ogrlicom i/ili krugom pora. Kućica je u potpunosti izgrađena od organskog materijala, sastavljenog od kockicama sličnih gradivnih blokova poredanih u jedan sloj u kojem su zajedno slijepljene. Mlade kućice su bezbojne, dok starije poprimaju smeđu boju zbog skladištenja magnezija i željeza u gradivnim blokovima. Većina vrsta ima 2 jezgre, iako nekoliko vrsta ima i veći broj jezgara, *A. megastoma* ih može imati čak do 200. Organizam ima i nekoliko kontraktilnih vakuola. Stanica ne ispunjava kućicu potpuno, već je fiksirana malim epipodijima koji su pričvršćeni za stjenku kućice. Vrste roda *Arcella* nastanjuju slatkovodne bazene, eutrofne vode, močvare, mahovine, kao i vlažno lišće. Mali broj vrsta može se pronaći i u tlima. Hrane se jednostaničnim algama i praživotinjama (<https://www.arcella.nl/>). Vrste ovog roda indiciraju uvjete veće vlažnosti (Charman i sur., 2000.).



Slika 8. *Arcella* sp. (foto: K. Rodek)

### 1.7.2. *Assulina*

Pet vrsta roda *Assulina* (Slika 9.) je opisano dosada, ali ih je teško razlikovati jednu od druge koristeći se samo svjetlosnim mikroskopom. Kućica im je obično smeđe boje, ovalna, bikonveksna, s preklapajućim eliptičnim pločicama od silicijevog dioksida (<https://www.arcella.nl/>). Dio vrsta ovog roda prilagođeno je na relativno suhe uvjete (Charman i sur., 2000.).



Slika 9. *Assulina* sp. (foto: K. Rodek)

### 1.7.3. *Euglypha*

*Euglypha* je česti rod okućena brojnan vrstama. Determinacija vrsta je otežana zbog intraspecijske varijabilnosti i potrebe za okretanjem kućice kod mikroskopiranja (Charman i sur., 2000.).

Kućica ovih okućena izdužena je ili piriformna, sastavljena od pločica od silicijevog dioksida, koje se preklapaju poredane u pravilne longitudinalne redove (Slika 10.). Aperture su uvijek sa zubnim pločama (<https://www.arcella.nl/>). Vrste ovog roda prilagođene su na različite uvjete vlažnosti, od srednje vlažnih do vodenih staništa (Charman i sur., 2000.).



Slika 10. *Euglypha rotunda* (foto: K. Rodek)

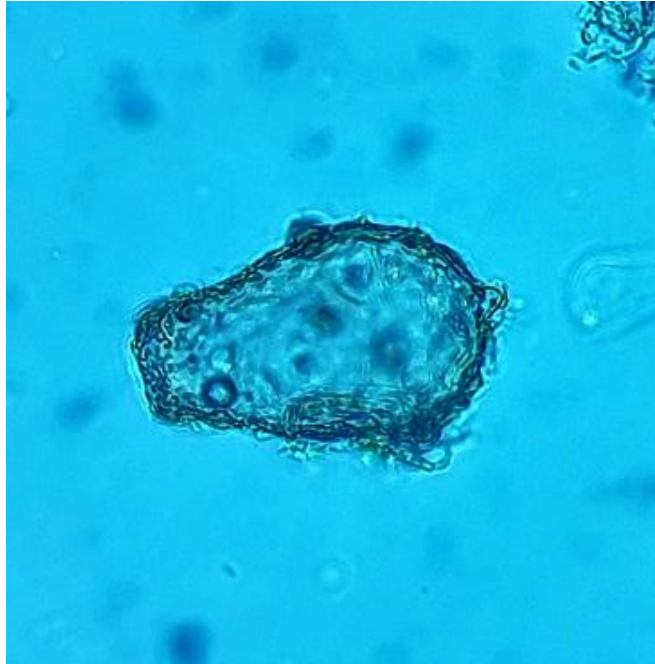
#### 1.7.4. *Diffflugia*

*Diffflugia* (Slika 11.) je vrstama najbogatiji rod okućena s više od 300 vrsta, podvrsta i varijeteta. Determinacija vrsta uglavnom je teška, ne samo zato što su različite vrste vrlo slične, već nije jasno definirano ni koje karakteristike mogu pomoći u determinaciji. Mnogo puta su i male devijacije u obliku kućice rezultirale opisom novih oblika ili vrsta, neovisno o rasponu varijabilnosti koji može postojati unutar vrsta (Mazej i Warren, 2012).

Pripadnici ovog roda imaju aglutiniranu kućicu okruglog, ovalnog ili nazubljenog oblika. Građevni materijal kućice su mineralne tvari poput fragmenata kvarca, organskih čestica ili čak ljušturica algi kremenjašice (Charman i sur., 2000.). Ova struktura naziva se ksenosomi. Sve poznate vrste roda *Diffflugia* stvaraju svoje ksenosome koristeći tvari iz okoliša. Većina vrsta je multinuklearna, a neke veće slatkovodne vrste koje žive u dubljim vodama sadrže zelene endosimbionte tj. zooklozele.

Ekološki uvjeti igraju važnu ulogu u morfologiji kućice (Bobrovi sur., 1999.). Vrste roda *Diffflugia* naseljavaju vrlo raznolika staništa. Mnoge su vrste uobičajene u slatkovodnim

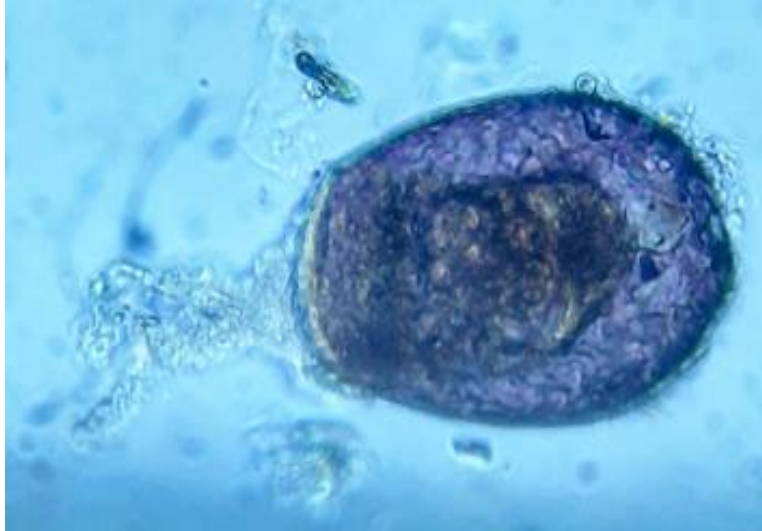
sedimentima ili između vodenih biljaka; druge su pak planktonske s bentičkom fazom tokom zime; neke žive u suhim močvarama i tlima (<https://www.arcella.nl/>).



Slika 11. *Diffugia* sp. (foto: K. Rodek)

#### **1.7.5. *Heleopera***

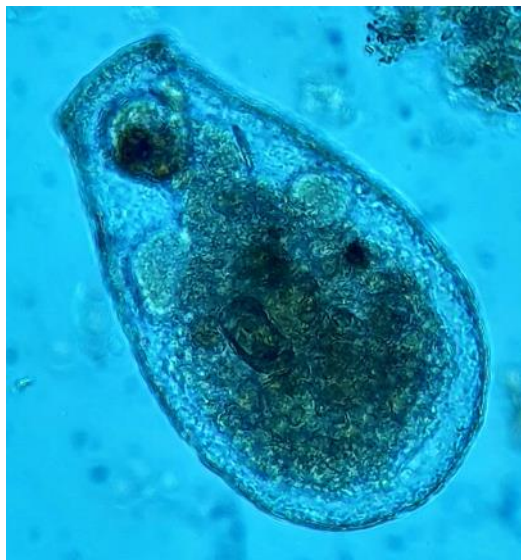
Pripadnici ovog roda imaju kućicu uvijek lateralno pritisnutu. Kućica je sastavljena od nepravilnih pločica i često izraženo obojena te je boja važna determinacijska karakteristika (Charman i sur., 2000.). Ovi organizmi obitavaju najčešće u slatkovodnom sedimentu, močvarama, cretnim staništima i tlu, a dio vrsta podnosi sušne uvjete (<https://www.arcella.nl/>; Charman i sur., 2000.).



Slika 12. *Heleopera rosea* (foto: K. Rodek)

#### 1.7.6. *Nebela*

Rod je karakterističan za zajednice koje se pronalaze u ekosustavima u kojima dominira *Sphagnum*. Nekada pločice koje izgrađuju kućicu vrsta roda *Nebela* (Slika 13.) potječu od kućica organizama koji su ovim okućenima plijen, poput rodova *Euglypha*, *Quadrullella* ili algi kremenjašica (Corbet, 1973.). Vrste ovog roda imaju različite preferencije vezane uz vlažnost staništa, od vrlo vlažnog do suhog (Charman i sur., 2000.).



Slika 13. *Nebela* sp. (foto: K. Rodek)

## 1.8. Ciljevi istraživanja

Ciljevi ovog rada bili su:

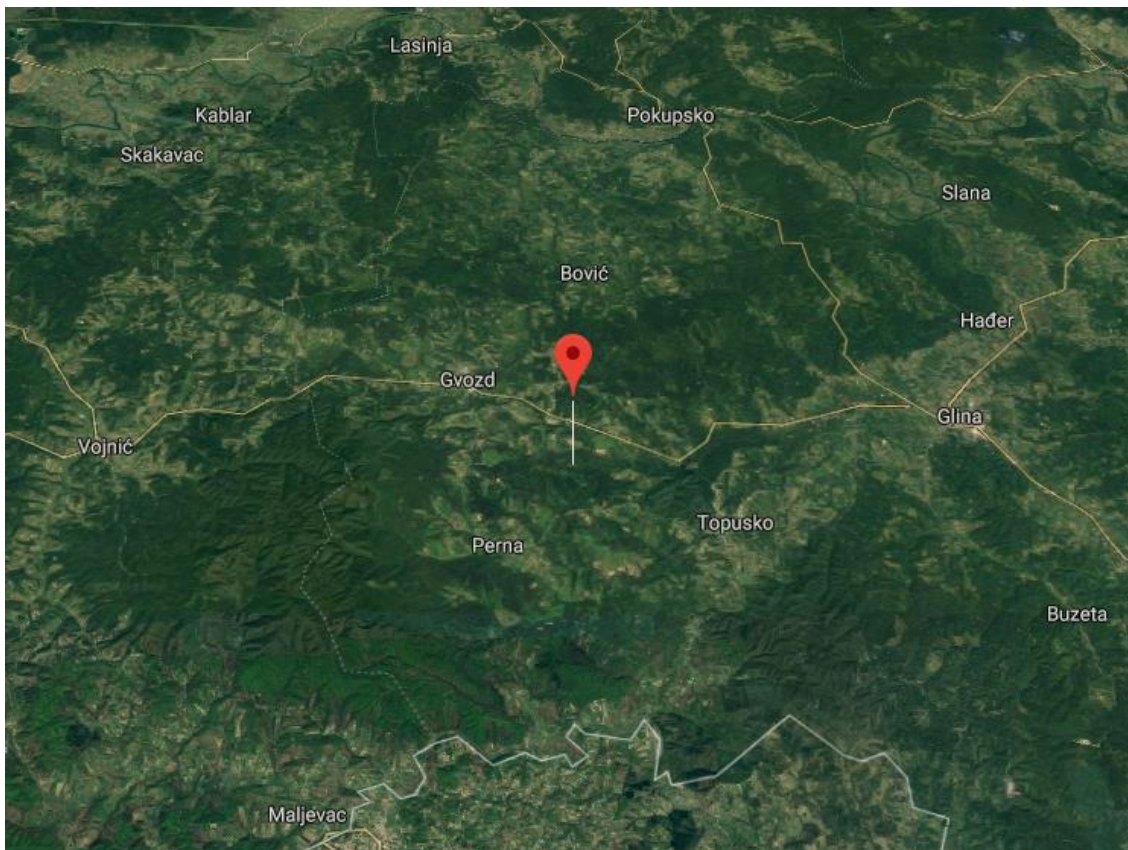
- a) utvrditi utjecaj restauracije cretnog staništa na raznolikost vrsta okućena;
- b) utvrditi utjecaj restauracije cretnog staništa na udio pojedinih karakterističnih vrsta okućena;
- c) utvrditi utjecaj restauracije na pH vrijednost i vlažnost supstrata te postoji li korelacija tih varijabli s brojem vrsta i brojnošću okućena, odnosno pojedinih indikatorskih vrsta okućena;
- d) procijeniti potencijal okućena kao indikatora uspješnosti restauracijskih mjera



## 2. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

### 2.1. Geografski smještaj creta Đon močvar

U blizini malog mjesta Blatuša, u blizini Gvozda (Vrginmosta), nalazi se cret Đon močvar (Slika 14.). U podnožju Petrove gore, čiji je najviši vrh Veliki Petrovac (512 m), cret se nalazi na nadmorskoj visini oko 130 metara. S istočne strane zaklonjen je obroncima Topličke kose, dok se na zapadu i jugu uzdižu Sabića brdo (199 m), Oštri vrh (188 m) i Ćubanovac (171 m). Mali potok Cemernica protiče cretom na sjeveroistočnoj strani osiguravajući vlažnost područja (Modrić Surina 2011.). Koordinate creta Đon močvar su: 45°19'5.06"N 15°54'28.93"E.



Slika 14. Satelitski 3D snimak područja creta Đon močvar (preuzeto:

<https://www.google.com/maps/place/45%C2%B019'05.1%22N+15%C2%B054'28.9%22E/@45.318076,15.9058474,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d45.3180722!4d15.908036>

1 i doručeno)

## 2.2. Geološke značajke

Cret Đon močvar nalazi se na geološkoj podlozi koju većinom čine pijesci i šljunci prekinuti slojevina gline za koju se pretpostavlja da datira čak iz doba pliocena ili kvartara. U širem se području pak pojavljuju redom magmatske stijene paleozojske starosti (Korolija i sur., 1979.). Najčešći mineralni sastojak pijesaka ovog područja je kvarc ( $\text{SiO}_2$ ), dok su nešto manje značajni feldspati, čestice kvarcita i rožnaca koji su poput kvarca minerali građeni od silicijeva dioksida. Najznačajniji minerali gline su ilit nad kaolinitom, a montmorilonit je sporedni sastojak. Lećasti prosljoci gline debljine 2 do 8 metara karakteristični su za ovo područje dajući dobru podlogu za razvoj vlažnog i anoksičnog staništa kao što je cret (Korolija i sur., 1981.). Čitava površina creta, 20 hektara, blago je nagnuta prema sjeveru te se iz tog razloga voda s obronaka koji okružuju područje zadržava zbog prisutnosti spomenutih nepropusnih slojeva gline u tlu. Nedavno provedena istraživanja ovaj cret karakteriziraju kao soligeni minerotrofni cret s pojedinačnim ombrotrofnim sfagnumskim humcima, s velikom količinom vode u tlu i velikim rasponom količine nutrijenata (Modrić Surina 2011.). Tlo čitavog područja je kiselo s pH vrijednostima između 4,06 i 4,64, a kalcijeva karbonata nema ni u tragovima (Modrić Surina, 2011.).

## 2.3. Klima istraživanog područja

Umjerena kontinentalna klima karakteristična je za cret Đon močvar. Zime su umjerene i hladne, ljeta topla, a godišnji raspored oborina je relativno jednolik. Mjerenja količine oborina klimatološke postaje Topusko u razdoblju od 1965. do 1990. godine pokazuju prosječnu vrijednost od 1079 mm po  $\text{m}^2$ . Prosječna godišnja temperatura zraka iznosi 10,3 °C, s najnižih prosječnih -0,4 °C u siječnju i najvišom prosječnom temperaturom od 20 °C u srpnju (Mesić, 2000.).

## 2.4. Flora područja

Na cretu uspijevaju 4 tipa sastojina. Svaka sastojina uspijeva na drugačijem lokalitetu čija je specifičnost određena masenim udjelom vode u tlu, minimalnom sezonskom razinom vode tla i koncentracijama mangana i kalcija. Rubni, zarasli dijelovi creta pogoduju sastojini s vrstama

*Fangula alnus*, *Lysmachia vulgaris*, *Peucedanum palustre* i *Sphagnum angustifolius* (Modrić Surina, 2011.). Mjesta bogatija nutrijentima i nešto viših pH vrijednosti, neovisno jesu li uvjeti suhi ili vlažni predstavljaju prijelaz prema šikarama i šumama. *Drosera rotundifolia* (slika 15.) i *Rhynchospora alba* dominiraju u sastojinama otvorenih vodenih površina. Alegro i Šegota (2008.) spominju zajednice *Drosero-Caricetum stellulatae* i *Rhychosporetum albae*, čiji su glavni predstavnici upravo *D. rotundifolia* i *R. alba*. Ove zajednice najbolje uspijevaju na najotvorenijim, vlažnim i kiselim staništima (Alegro i Šegota 2008.). Vrsta *Sphagnum palustre* prevladava na nešto sušim područjima kao i vrste *S. capilifolium* i *Molinia caerulea* zajedno tvoreći sastojine sfagnumskih humaka i udolina između kojih nema poplavljenih površina (Modrić Surina, 2011.).



Slika 15. *Drosera rotundifolia* (preuzeto sa: [http://www.blackjungleterrariumsupply.com/Hardy-Sundew--Drosera-rotundifolia\\_p\\_3168.html](http://www.blackjungleterrariumsupply.com/Hardy-Sundew--Drosera-rotundifolia_p_3168.html))

### 3. MATERIJALI I METODE

#### 3.1. Opis postaja za uzorkovanje protozoa i mikro-metazoa

U travnju 2015. godine započela su istraživanja protozoa i mikro-metazoa na odabranim plohama za revitalizaciju creta Đon močvar u blizini Blatuše. Najprije su provedene revitalizacijske mjere prateći preporuke za aktivnu zaštitu creta Đon močvar koje su dali Alegro i Šegota (2008.), koje su uključivale uklanjanje drvenaste i travnate vegetacije s površine creta. Trava beskoljenka (*Molinia coerulea*) i nekoliko brzorastućih drvenastih vrsta (breza, krkavina, crna joha i dr.) (Alegro i Šegota, 2008.) obrasle su čitavu površinu creta na taj način iscrpljujući nutrijente, kisik i svjetlost, što se nepovoljno odrazilo na mahove tresetare.

S pet postaja, raspoređenih po površini creta, prikupljeni su uzorci 30.4.2015. neposredno nakon provedenih revitalizacijskih mjera i 19.11.2015., odnosno nekoliko mjeseci nakon što su provedene revitalizacijske mjere. Postaje su označene brojevima 1, 4, 6, 7 i 8, a na svakoj su postojale revitalizacijske, sukcesijske (Slika 16.) i kontrolne plohe. Revitalizacijske plohe (R) su bile one s kojih je uklonjena drvenasta vegetacija, koja nije tipična za cret, metodom sječe te trava beskoljenka metodom košnje. U neposrednoj blizini tih ploha određene su sukcesijske plohe (S) na kojima je razvijena navedena drvenasta i travnjačka vegetacija, koja potiskuje mah tresetar. Uz njih su određene i kontrolne plohe (C) koje predstavljaju tipična cretna staništa s razvijenim mahom tesetarom i specifičnom drvenastom vegetacijom (npr. cretna breza). U ovom diplomskom radu obrađuju se podatci prikupljeni analizom uzorka prikupljenih na plohama postaje 8.



Slika 16. Sukcesijske promjene na cretu u vidu zaraštavanja travom (foto: A. Brigić)

## **3.2. Uzorkovanje i određivanje protozoa i mikro-metazoa**

### **3.2.1. Metoda uzorkovanja protozoa i mikro-metazoa**

Replikatni uzorci sakupljeni su na tri tipa staništa, tj. na revitalizacijskim, sukcesijskim i kontrolnim postajama te odijeljeni u dva sloja: gornji (dalje u tekstu U-„upper“) i donji (dalje u tekstu L-„lower“). Uzorkovanje je provedeno metodom korera pri čemu se uzimalo 50 cm<sup>3</sup> supstrata koji najvećim dijelom čini mah tresetar (*Sphagnum*). Netom po prikupljanju uzorci su u prijenosnom hladnjaku transportirani u laboratorij i fiksirani u 3% formalina.

### **3.2.2. Mjerenje fizikalno-kemijskih čimbenika vode**

Osim prikupljenih uzoraka pri izlascima na teren provedena su i mjerenja pojedinih parametara vode procijeđene iz supstrata na mikrostaništima sa kojih je uziman uzorak. Za mjerenje temperature i količine otopljenog kisika korišten je oksimetar (WTW OXI 96), a pri mjerenju pH-vrijednosti korišten je pH-metar (WTW 330i). Broj mjerenja manji je od ukupnog broja uzoraka, jer su poneki uzorci bili suhi.

### 3.2.3. Procjena vlažnosti uzoraka

Vlaga je ključan čimbenik za karakterističnu faunu cretova poput praživotinja i mikro-metazoa. U svakom uzorku provedena je procjena vlažnosti uzorka prema Jung (1936.) i Meisterfeld (1977.) (Tablica 1.). Iako je metoda polu-kvantitativna, koristi se standardno u istraživanjima cretova (npr. Charman i sur. 2000., Vincke i sur. 2004.).

Tablica 1. Klasifikacija vrijednosti klasa vlažnosti prema Jung (1936.) i Meisterfeld (1977.).

Klasa vlažnosti (Jung 1936.)	Relativni sadržaj vode (Jung 1936.)	Sadržaj vlage (Meisterfeld 1977.) (%)
I	Slobodna voda ili podvodna vegetacija	> <b>95</b>
II	Plutajuća vegetacija	> <b>95</b>
III	Podvodna vegetacija	> <b>95</b>
IV	Mokro – voda kapa iz uzorka bez pritiska	~ <b>95</b>
V	Polu-mokro – voda kapa uz srednji pritisak	<b>85-95</b>
VI	Vlažno – voda kapa uz snažan pritisak	<b>85-90</b>
VII	Polu-suho – nekoliko kapi se može istisnuti uz snažan pritisak	< <b>80</b>
VIII	Suho – ne može se istisnuti voda niti uz snažan pritisak	< <b>50</b>

### 3.2.4. Determinacija okućena

Determinacija okućena provedena je mikroskopiranjem (Zeiss Primo Star) uz pomoć online ključa za determinaciju okućena – <https://www.arcella.nl/> i determinacijske literature (Corbet 1973.; Charman i sur., 2000.). Uzorci su i fotografirani (Slika 17.). Pri mikroskopiranju pregledana su 24 uzorka koristeći povećanje 250x i 400x te je u svakom uzorku određeno 150 jedinki, odnosno poduzorci su uzimani dok se nije došlo do navedenog broja jedinki. Budući da

je brojnost okučena na cretovima vrlo velika, analiza 150 jedinki je standardna metoda, koja omogućuje reprezentativne podatke o zajednici (Payne i Mitchell, 2009.).



Slika 17. *Hyalosphenia ovalis* (foto: K. Rodek)

### 3.3. Statistička obrada podataka

Za prikaz podataka korištene su srednje vrijednosti prikupljenih podataka. Podatci su obrađeni u programu Microsoft office Excel. U usporedbi sastava okučena na postajama korišten je Bray-Curtisov indeks sličnosti i metoda nemetrijskog multidimenzionalnog skaliranja u programu Primer 7. Za određivanje statističke značajnosti razlika u broju svojti korištena je analiza varijance, provedena u programu Statistica 13.3.

## 4. REZULTATI

### 4.1. Procjena vlažnosti uzoraka

Vlažnost je procijenjena neposredno po uzorkovanju prema klasifikaciji klasa vlažnosti Jung (1936.) i Meisterfeld (1977.). Uzorci donjih slojeva tla sadržavali su uglavnom isti ili usporediv postotak vlage, kao i uzorci gornjeg sloja (Tablica 2.). U prosjeku, uzorci iz studenog sadržavali su manje vlage u odnosu na uzorke s istih postaja uzorkovanih u travnju.

Tablica 2. Klase vlažnosti uzoraka; C-kontrolna postaja, R-revitalizacijska postaja, S-sukcesijska postaja, U-gornji sloj, L-donji sloj.

Travanj						studen					
C		R		S		C		R		S	
U	L	U	L	U	L	U	L	U	L	U	L
IV	IV	IV-V	II-V	IV	IV	IV-V	V-VI	VI	V	V-VI	V-VI

Uzorak gornjeg sloja revitalizacijske plohe u studenom bio je najsuši uzorak. Vlažnost tog uzorka svrstana je u klasu VI, a sadržaj vlage je 85% do 90%. Na revitalizacijskoj postaji u travnju vlaga je najviše varirala.

### 4.2. Temperatura

Temperature među uzorcima nisu se znatno razlikovale tijekom istog datuma uzorkovanja (Tablica 3). Temperature u studenom su očekivano nekoliko stupnjeva niže od temperatura u travnju 2015. Najvišu prosječnu temperaturu imaju uzorci gornjeg i donjeg sloja revitalizacijskih i sukcesijskih ploha u travnju, a ona je iznosila 20,1 °C. Najnižu prosječnu temperaturu imaju uzorci gornjeg i donjeg sloja kontrolnih ploha u studenom, a ona je iznosila 13,25 °C.



Tablica 3. Prosječne temperature (°C) uzoraka; C-kontrolna postaja, R-revitalizacijska postaja, S-sukcesijska postaja, U-gornji sloj, L-donji sloj.

Travanj						studeni					
C		R		S		C		R		S	
U	L	U	L	U	L	U	L	U	L	U	L
20,10	20,10	20,10	20,10	20,25	20,25	13,25	13,25	14,45	14,45	13,85	13,85

### 4.3. pH-vrijednost

Vrijednosti pH na cretu kretale su se između 4,29 i 5,74 (Tablica 4.).

Tablica 4. pH vrijednosti uzoraka; C-kontrolna postaja, R-revitalizacijska postaja, S-sukcesijska postaja, U-gornji sloj, L-donji sloj.

Travanj						studeni					
C		R		S		C		R		S	
U	L	U	L	U	L	U	L	U	L	U	L
5,59	5,59	4,46	4,46	4,29	4,29	5,74	5,74	4,98	4,98	5,39	5,39

### 4.4. Količina otopljenog kisika

Količina otopljenog kisika u vodi unutar maha tresetara kretala se od 3,7 do 9,26 mg/L (Tablica 5.). U pravilu su donji slojevi imali niže koncentracije kisika u odnosu na gornje slojeve.

Tablica 5. Količina otopljenog kisika (mg/L) u uzorcima; C-kontrolna postaja, R-revitalizacijska postaja, S-sukcesijska postaja, U-gornji sloj, L-donji sloj.

Travanj						studeni					
C		R		S		C		R		S	
U	L	U	L	U	L	U	L	U	L	U	L
7,33	7,33	8,29	7,36	8,48	3,70	9,26	6,24	8,91	5,36	7,08	5,13

#### 4.5. Utjecaj restauracije creta na raznolikost okućena

Ukupno je u uzorcima determinirano 38 svojti okućena (Tablica 6). U gornjem sloju uzoraka određen je veći broj svojti okućena (35) u odnosu na donji sloj uzoraka (33). Na kontrolnoj i revitalizacijskoj plohi određene su 32 svojte, a na sukcesijskoj 30 svojti.

Tablica 6. Količina otopljenog kisika (mg/L) u uzorcima; C-kontrolna postaja, R-revitalizacijska postaja, S-sukcesijska postaja, U-gornji sloj, L-donji sloj.

Svojte	C		R		S	
	U	L	U	L	U	L
<i>Arcella gibbosa</i>	•		•	•	•	•
<i>Arcella</i> sp.	•	•	•	•	•	•
<i>Assulina</i> sp.	•	•	•	•	•	•
<i>Corythion</i> sp.	•	•	•	•	•	•
<i>Cyclopyxis kahli</i>	•	•	•	•	•	•
<i>Cyphoderia calceolus</i>					•	
<i>Cyphoderia</i> sp.	•	•	•	•	•	•
<i>Diffugia</i> sp.	•	•	•	•	•	•
<i>Euglypha acantophora</i>				•		
<i>Euglypha brachiata</i>	•	•	•			
<i>Euglypha ciliata</i>	•	•	•	•	•	•
<i>Euglypha cristata</i>		•	•	•		•
<i>Euglypha rotunda</i>	•	•	•	•	•	•
<i>Euglypha scutigera</i>	•	•	•	•		•
<i>Euglypha</i> sp.	•					
<i>Euglypha tuberculata</i>	•	•	•	•		•
<i>Gibbocarina galeata</i>	•	•	•	•	•	•
<i>Gibbocarina gracilis</i>		•	•			
<i>Gibbocarina orbicularis</i>			•	•		
<i>Heleopera petricola</i> var. <i>amethystea</i>	•	•	•	•	•	•
<i>Heleopera rosea</i>	•	•	•	•	•	•
<i>Heleopera sphagni</i>	•	•	•	•	•	•
<i>Hyalosphenia ovalis</i>	•	•	•	•		•
<i>Hyalosphenia papilio</i>	•	•	•	•	•	•
<i>Hyalosphenia</i> sp.	•	•	•		•	•
<i>Lesquereusia</i> sp.				•		
<i>Lesquereusia spiralis</i>	•					
<i>Nebela barbata</i>	•	•	•	•		•
<i>Nebela collaris</i>	•	•	•	•	•	•

Svojte	C		R		S	
	U	L	U	L	U	L
<i>Nebela</i> sp.	•	•	•	•	•	•
<i>Netzelia danubialis</i>						•
<i>Netzelia gramen</i>	•		•	•	•	•
<i>Planocarina carinata</i>	•	•	•	•	•	•
<i>Planocarina marginata</i>	•	•	•	•		•
<i>Pseudodiffugia</i> sp.					•	
<i>Quadrullella longicollis</i>	•	•		•	•	
<i>Trigonopyxis arcula</i>	•	•	•	•	•	•
<i>Trinema</i> sp.	•					

#### 4.5.1. Kontrolna postaja

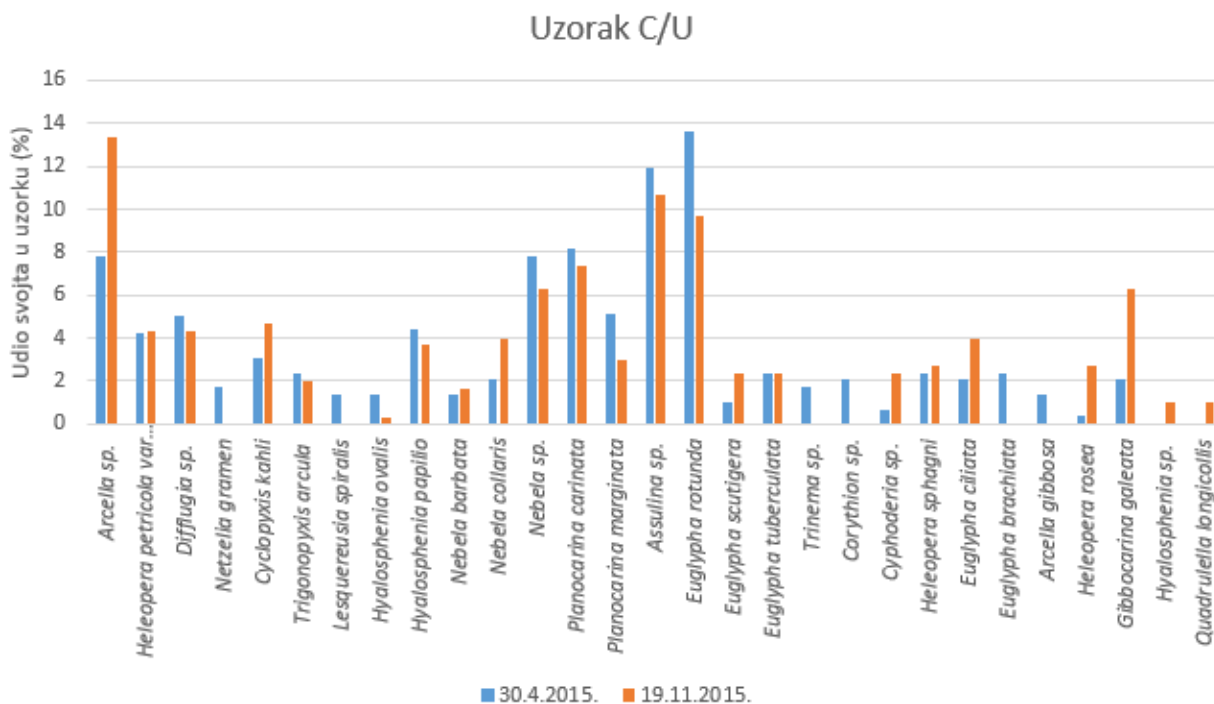
##### Gornji sloj

U materijalu kontrolne postaje u gornjem sloju određeno je ukupno 29 svojti okučena (Slika 18.).

U travnju je određeno 27 svojti okučena. Najbrojnije svojte u uzorku su bile: *Euglypha rotunda* (13,61%), *Assulina* sp. (11,91%), *Planocarina carinata* (8,17%). Najmanje brojna svojta u uzorku bila je *Heleopera rosea* (0,34%). U materijalu uzorkovanom u studenom određene su 22 svojte okučena. Najbrojnije svojte u uzorku bile su: *Arcella* sp. (13,33%), *Assulina* sp. (10,67%) i *Euglypha rotunda* (9,67%). Najmanje brojna svojta u uzorku je *Hyalosphenia ovalis* (0,33%).

Svojte *Diffugia* sp., *Trigonopyxis arcula*, *Hyalosphenia ovalis*, *H. papilio*, *Nebela* sp., *Planocarina carinata*, *P. marginata*, *Assulina* sp. i *Euglypha rotunda* imale su veći udio u uzorku u travnju u odnosu na studeni. Svojte *Cyclopyxis kahli*, *E. scutigera*, *E. ciliata*, *Heleopera rosea* i *Gibbocarina galeata* imaju veći udio u studenom u odnosu na travanj.

Svojte *Heleopera petricola* var. *amethystea* i *Euglypha tuberculata* imale su jednaki udio u oba uzorka. Svojte *Netzelia gramen*, *Lesquereusia spiralis*, *Trinema* sp., *Corythion* sp., *Euglypha brachiata* i *Arcella gibbossa* zabilježene su samo u travnju, dok su *Hyalosphenia* sp. i *Quadrullella longicollis* zabilježene su samo u studenom.



Slika 18. Udio svojiti u uzorku gornjeg sloja kontrolne postaje u travnju i studenom.

## Donji sloj

U materijalu kontrolne postaje u donjem sloju određeno je ukupno 29 svojiti okućena (Slika 20.).

U materijalu iz travnja određeno je 19 svojiti okućena. Najbrojnije svojite bile su: *Assulina sp.*

(23,67%), *Euglypha rotunda* (10,67%) i *Arcella sp.* (8,67%). Najmanje udio imala je

*Gibbocarina gracilis* (0,67%). U studenom su zabilježene 23 svojite okućena. Najveći udio imale

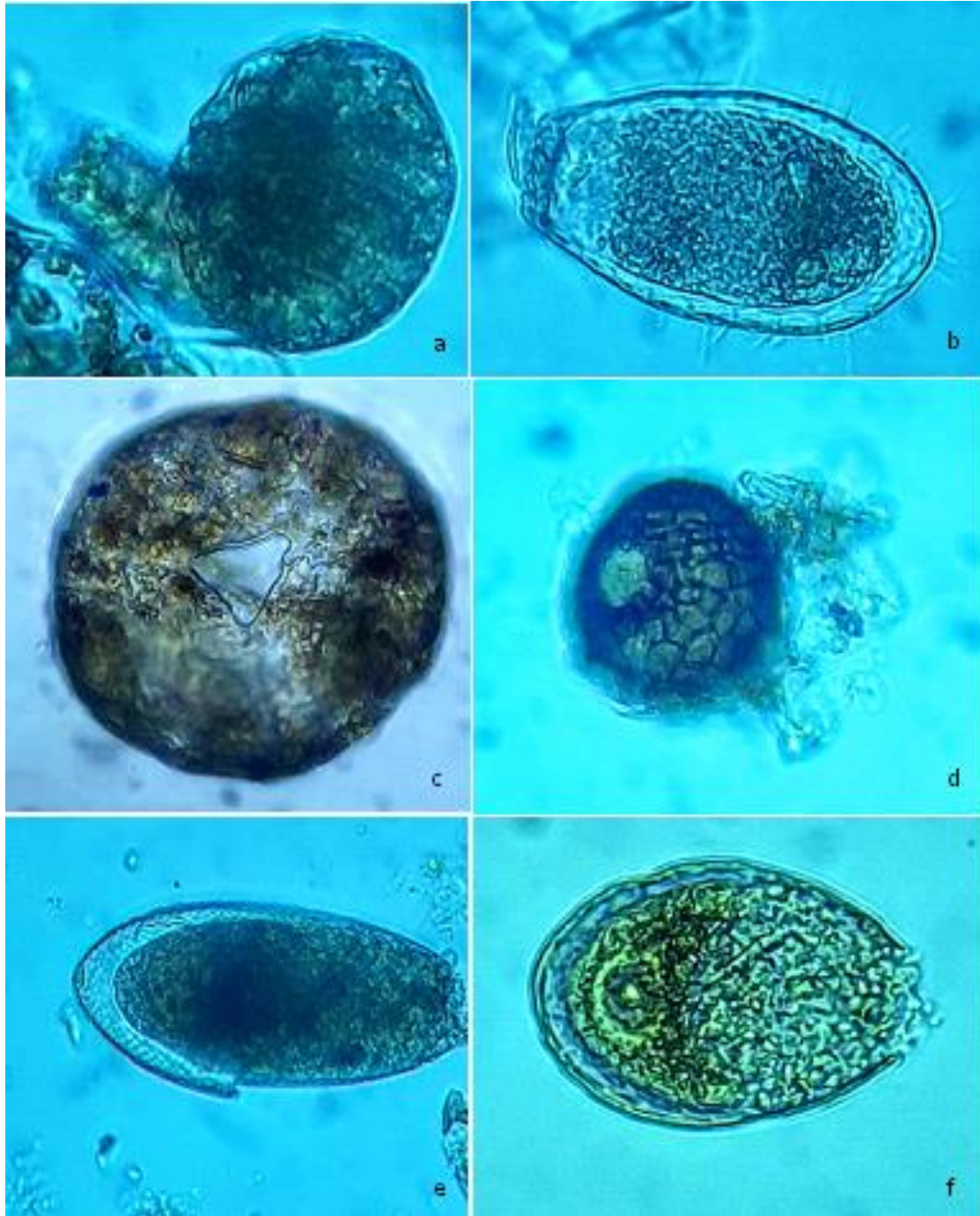
su: *Euglypha rotunda* (12,33%), *Heleopera petricola var. amethystea* (11,67%) i *Arcella sp.*

(10,67%). Najmanji udio u zauzimale su: *Nebela barbata*, *Planocarina marginata*, *Cyclopyxis*

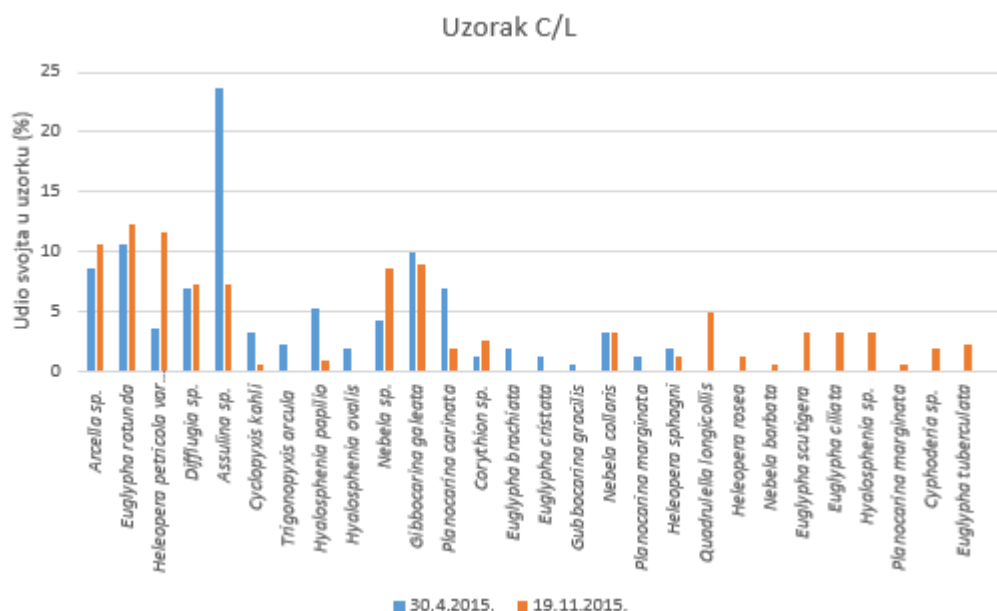
*kahli* i *Hyalosphenia sp.* (0,67%).

Svojite *Assulina sp.*, *Cyclopyxis kahli*, *Hyalosphenia papilio*, *Gibbocarina galeata*, *Planocarina carinata* (Slika 19.) i *Heleopera sphagni* zauzimaju veći udio u travnju u odnosu na studeni.

Suprotan trend zabilježen je za: *Arcella sp.*, *Euglypha rotunda*, *Heleopera petricola var. amethystea*, *Nebela sp.* i *Corythion sp.*



Slika 19. Raznolikost kućica okućena u uzorcima s creta Đon močvar; a) *Lesquereusia spiralis*, b) *Euglypha ciliata*, c) *Trigonopyxis arcula*, d) *Netzelia gramen*, e) *Cyphoderia* sp. i f) *Planocarina carinata* (foto: K. Rodek).



Slika 20. Udio svojita u uzorku donjeg sloja kontrolne plohe u travnju i studenom.

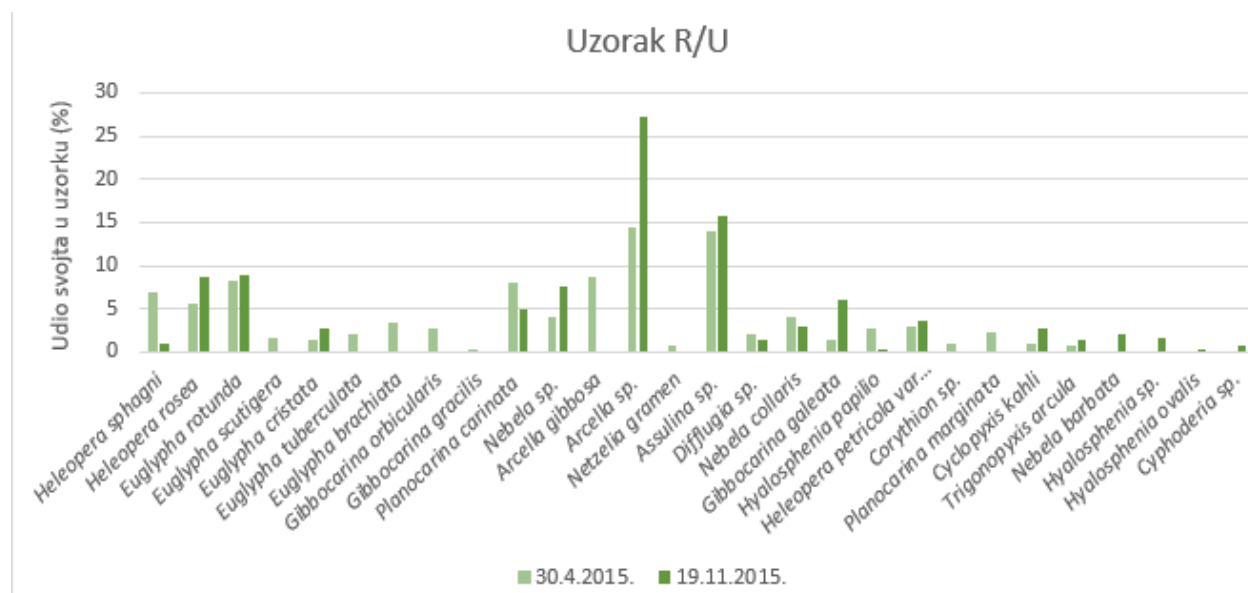
Svojta *Nebela collaris* ima jednak udio u travnju i studenom (Slika 20.). Svojte *Euglypha brachiata*, *E. cristata*, *Hyalosphenia ovalis*, *Trigonopyxis arcuata*, *Gibbocarina gracilis* i *Planocarina marginata* zabilježene su samo u materijalu uzorka iz travnja. Svojte *Quadrullella longicollis*, *Heleopera rosea*, *Nebela barbata*, *E. scutigera*, *E. ciliata* (Slika 19.), *Hyalosphenia sp.*, i *Cyphoderia sp.* zabilježene su samo u materijalu iz studenog.

#### 4.5.2. Revitalizacijska postaja

##### Gornji sloj

U materijalu revitalizacijske plohe u gornjem sloju određeno je ukupno 28 svojiti okućena (Slika 21.). U materijalu uzorkovanom u travnju određene su 24 svojite okućena. Najveći udio zauzimale su svojite: *Arcella sp.* (14,33%), *A. gibbosa* (8,67%) i *Euglypha rotunda* (8,33%). Najmanji udio imala je svojita *Gibbocarina gracilis* (0,33%). U materijalu iz studenog zabilježeno je 18 svojiti okućena. Najveći udio zauzimale su: *Arcella sp.* (27,33%), *Assulina sp.*

(15,67%) i *Heleopera rosea* (8,67%). Najmanji udio zauzimaju: *Hyalosphenia papilio* i *H. ovalis* (0,33%).



Slika 21. Udio svojita u gornjem sloju revitalizacijske plohe u travnju i studenom.

Svojte *Heleopera sphagni*, *Planocarina carinata*, *Diffflugia sp.*, *Nebela collaris* i *Hyalosphenia papilio* zauzimale su veći udio u travnju u odnosu na studeni. Obrnuto je zabilježeno za svojte *Heleopera rosea*, *Euglypha rotunda*, *E. cristata*, *Nebela sp.*, *Arcella sp.*, *Assulina sp.*, *Gibbocarina galeata*, *Heleopera petricola var. amethystea*, *Cyclopyxis kahli* i *Trigonopyxis arcuata* (Slika 19.).

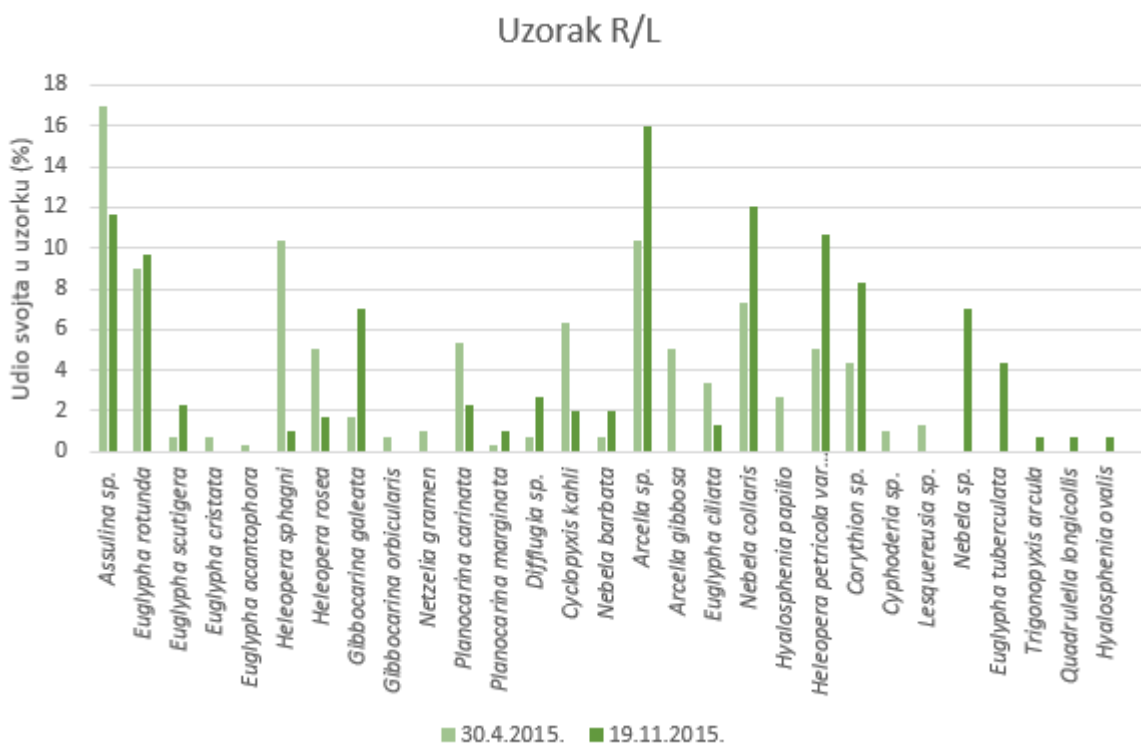
Svojte *Euglypha scutigera*, *E. tuberculata*, *E. brachiata*, *Gibbocarina orbicularis*, *G. gracilis*, *Arcella gibbosa*, *Netzelia gramen* i *Corythion sp.* zabilježene su samo u travnju., dok su svojte *Nebela barbata*, *Hyalosphenia sp.*, *H. ovalis* i *Cyphoderia sp.* zabilježene samo u studenom.

## Donji sloj

U materijalu donjeg sloja revitalizacijske plohe određeno je ukupno 30 svojiti okućena (Slika 22.). U travnju je zabilježeno 24 svojite okućena. Najveći udio zauzimale su: *Assulina sp.* (17%), *Arcella sp.* (10,33%) i *Heleopera sphagni* (10,33%), dok je najmanji udio zabilježen za vrstu

*Planocarina marginata* (0,33%). U materijalu iz studenog određene su 22 svojite okučena. Najveći udio imale su: *Assulina* sp. (11,67%), *Heleopera petricola* var. *amethystea* (10,67%) i *Euglypha rotunda* (9,67%), dok su najmanji udio zauzimale svojite: *Trigonopyxis arcula*, *Quadrullella longicollis* i *Hyalosphenia ovalis* (0,67%).

Svojite *Assulina* sp., *Heleopera sphagni*, *H. rosea*, *Planocarina carinata*, *Cyclopyxis kahli*, *Euglypha ciliata* i *Nebela collaris* zauzimaju veći udio u materijalu iz travnja u odnosu na studeni. Svojite *E. rotunda*, *E. scutigera*, *Gibbocarina galeata*, *Arcella* sp., *H. petricola* var. *amethystea* i *Corythion* sp. zauzimale su veći udio u materijalu iz studenog u odnosu na materijal iz travnja.



Slika 22. Udio svojita donjem sloju revitalizacijske plohe u travnju i studenom.

Svojite *Euglypha cristata*, *E. acantophora*, *Gibbocarina orbicularis*, *Netzelia gramen* (Slika 19.), *Arcella gibbosa*, *Cyphoderia* sp. i *Lesquereusia spiralis* zabilježene su samo u travnju, a svojite

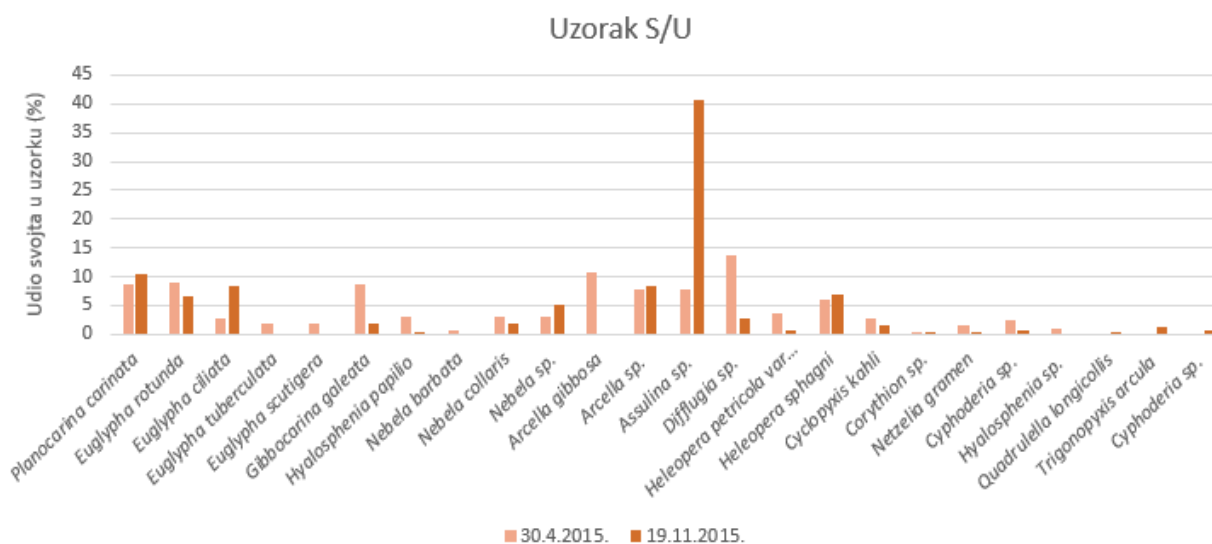


*Nebela* sp., *N. collaris*, *E. tuberculata*, *Trigonopyxis arcula*, *Quadrullella longicollis* i *Hyalosphenia ovalis* zabilježene su samo u uzorcima iz studenog.

### 4.5.3. Sukcesijska postaja

#### Gornji sloj

U materijalu uzorka sukcesijske plohe određeno je ukupno 30 svojta okučena (Slika 23.). U materijalu iz travnja određeno je 20 svojta okučena, a najveći udio u materijalu zauzimale su: *Diffflugia* sp. (13,67%), *Arcella gibbosa* (10,67%), *Planocarina carinata* i *Gibbocarina galeata* (8,67%), dok je najmanji udio u materijalu zauzimala svojta *Corythion* sp. (0,33%). U materijalu iz studenog određeno je 19 svojta okučena. Najveći udio u materijalu uzorka zauzimale su svojte: *Assulina* sp. (40,67%), *Planocarina carinata* (10,33%), *Euglypha ciliata* i *Arcella* sp. (8,33%), dok su najmanji udio zauzimale svojte *Corythion* sp., *Netzelia gramen* i *Quadrullella longicollis* (0,33%).

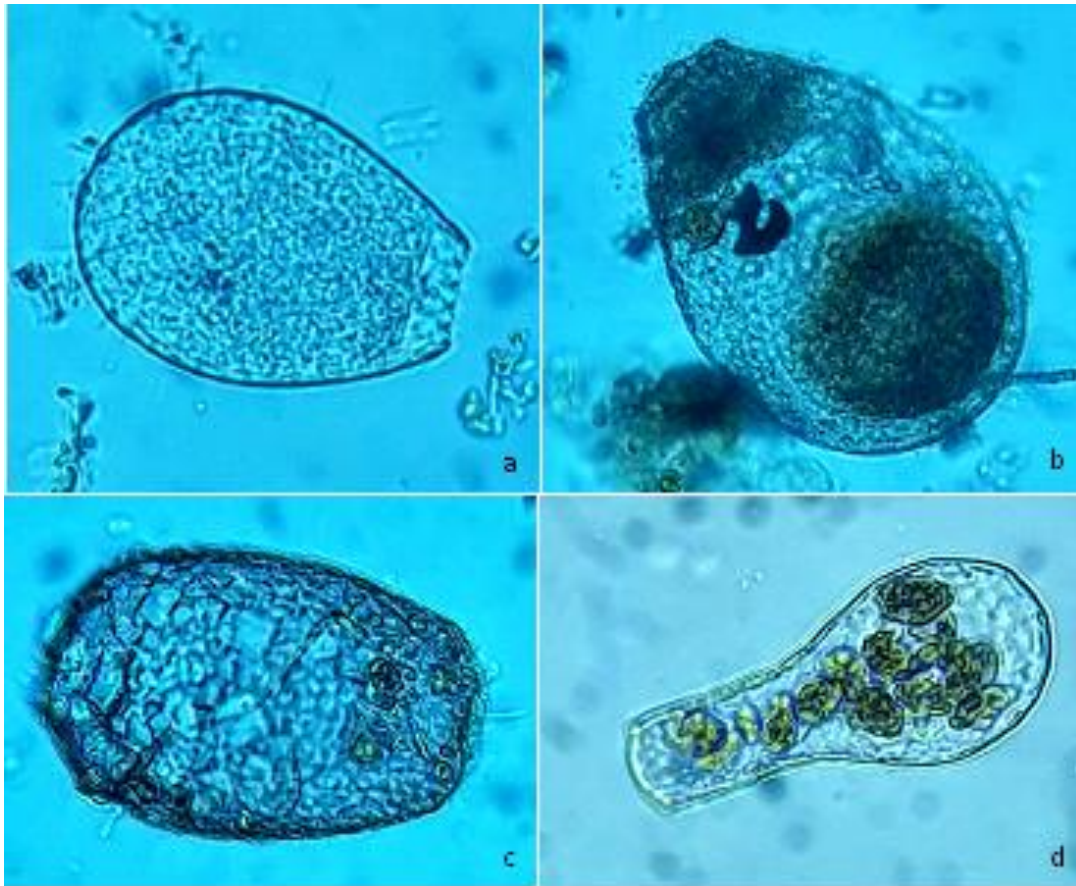


Slika 23. Udio svojta u uzorku gornjeg sloja sukcesijske postaje u travnju i studenom.

Svojte *Euglypha rotunda* (Slika 24.), *Gibbocarina galeata*, *Hyalosphenia papilio*, *Nebela collaris*, *Diffflugia* sp., *Cyclopyxis kahli*, *Netzelia gramen* i *Cyphoderia* sp (Slika 19.) imale su veći udio u travnju u odnosu na studeni, a suprotno tome svojte *Planocarina carinata*, *Euglypha*

*ciliata*, *Nebela* sp., *Arcella* sp., *Assulina* sp. i *Heleopera sphagni* zauzimale su veći udio u materijalu iz studenog.

Svojte *Euglypha tuberculata*, *Euglypha scutigera*, *Nebela barbata*, *Arcella gibbosa* i *Hyalosphenia* sp. zabilježene su samo u travnju, a svojte *Quadrullella longicollis*, *Trigonopyxis arcula* i *Cyphoderia* sp. samo u studenom.



Slika 24. Svojte a) *Euglypha rotunda*, b) *Heleopera* sp., c) *Heleopera petricola* var. *amethystea* i d) *Nebela barbata* (foto: K. Rodek).

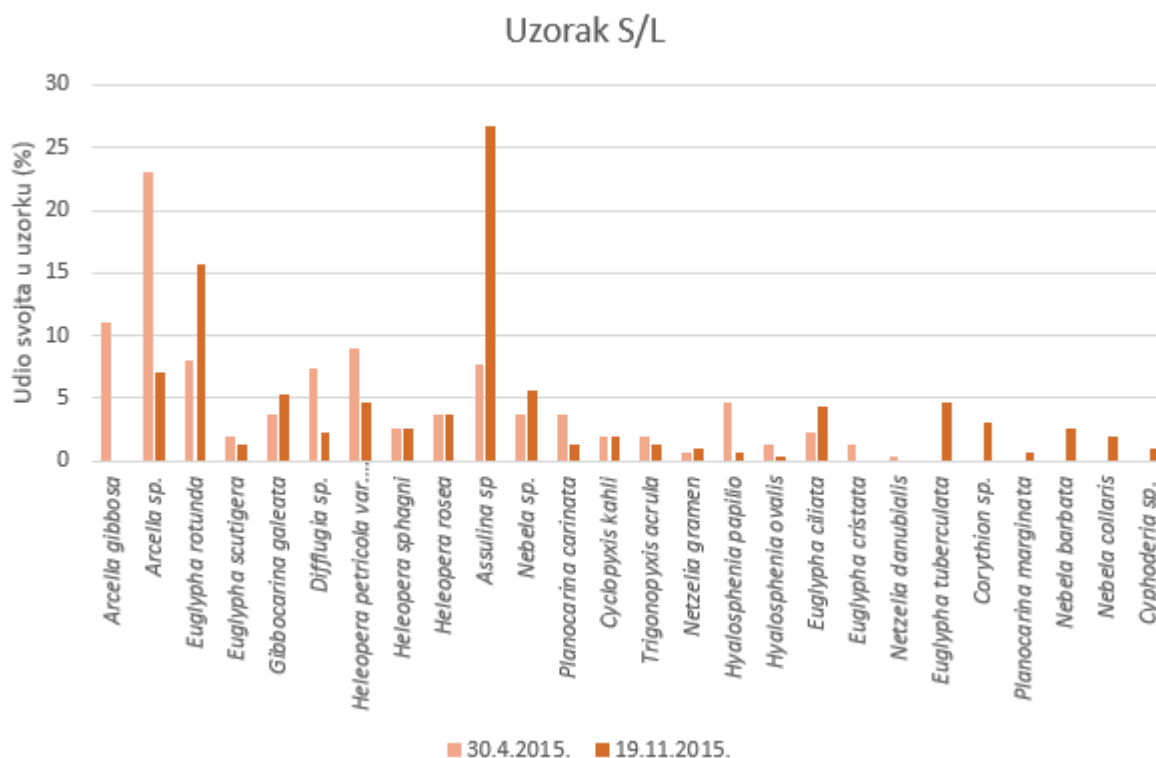
### Donji sloj

U materijalu donjeg sloja sukcesijske plohe određeno je ukupno 26 svojta okućena (Slika 25.).

U travnju je bilo prisutno 20 svojti okućena, a najveći udio u materijalu zauzimale su svojte *Arcella* sp. (23%), *A. gibbosa* (11%) i *Heleopera petricola* var. *amethystea* (9%), dok su

najmanji udio zauzimale svojite *Netzelia danubialis* (0,33%). U materijalu iz studenog određene su 23 svojite okućena. Najveći udio imale su svojite: *Assulina* sp. (26,67%), *Euglypha rotunda* (15,67%) i *Arcella* sp. (7%), a najmanji udio svojite *Hyalosphenia ovalis* (0,33%).

Svojite *Arcella* sp., *Diffflugia* sp., *Heleopera petricola* var. *amethystea*, *Planocarina carinata*, *Trigonopyxis arcula*, *Hyalosphenia papilio* i *Hyalosphenia ovalis* zauzimaju veći udio u travnju u odnosu na studeni.

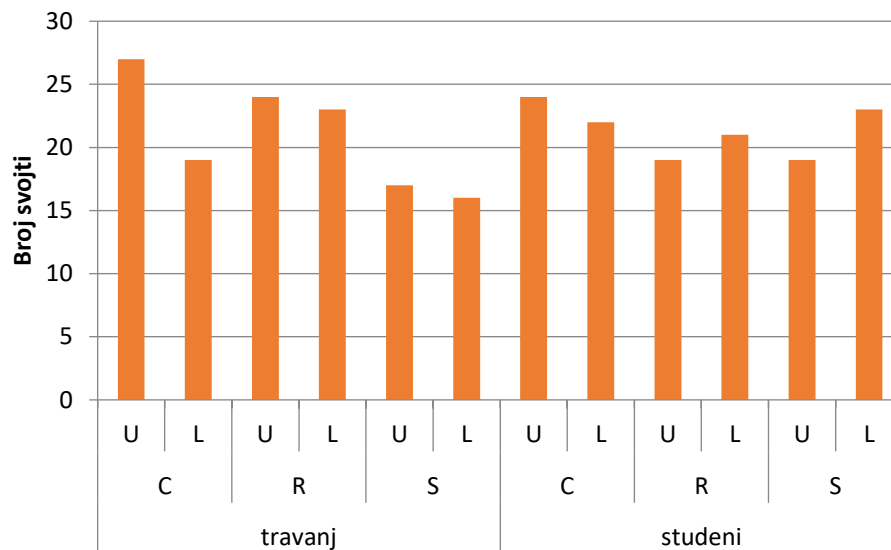


Slika 25. Udio svojita u uzorku donjeg sloja sukcesijske postaje u travnju i studenom.

Svojite *Euglypha rotunda*, *Gibbocarina galeata*, *Assulina* sp., *Nebela* sp. i *Euglypha ciliata* zauzimale su veći udio u studenom u odnosu na travanj. Svojite *Heleopera sphagni*, *H. rosea* i *Cyclopyxis kahli* imale su jednak udio u travnju i studenom. Svojite *Arcella gibbosa*, *Euglypha cristata* i *Netzelia danubialis* zabilježene su samo u travnju, a suprotno tome svojite *Euglypha tuberculata*, *Corythion* sp., *Planocarina marginata*, *Nebela barbata* (Slika 24.), *N. collaris* i *Cyphoderia* sp. zabilježene su samo u studenom.

#### 4.5.4. Usporedba broja svojti između postaja

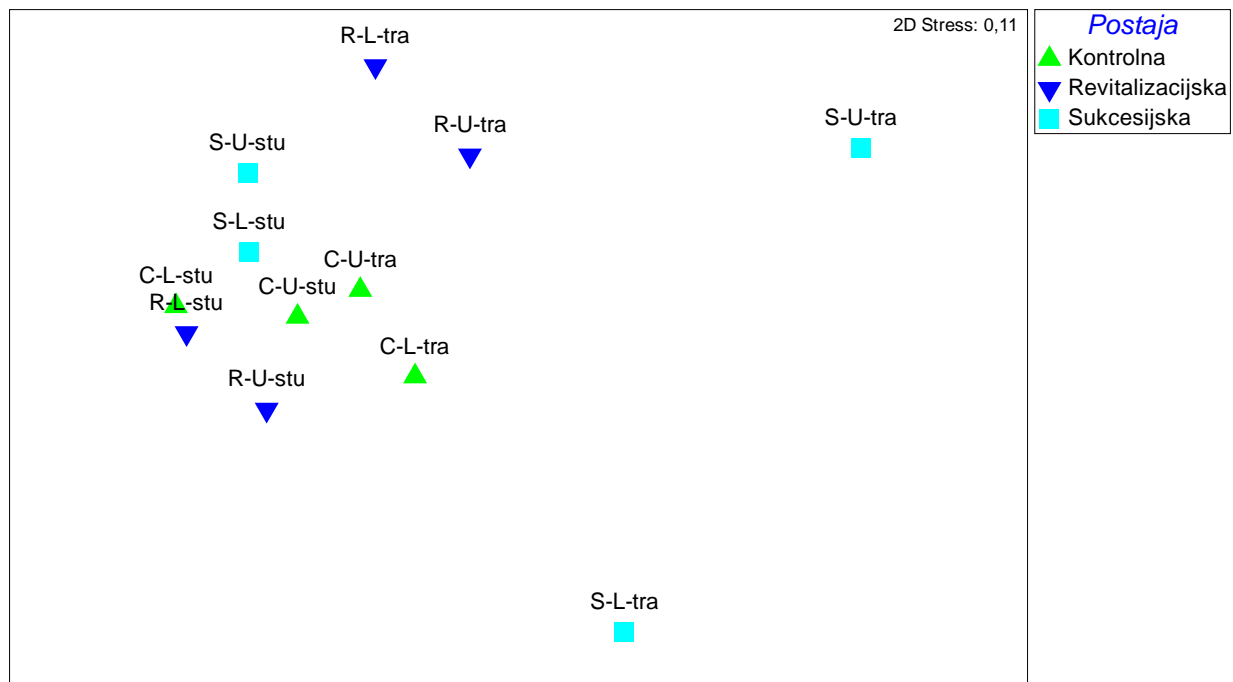
Veći broj svojti zabilježen je u travnju (36) u odnosu na studeni (26). Kad se analizira broj svojti po uzorcima (Slika 26.), datum uzorkovanja, međutim, nije statistički značajan (ANOVA,  $F_{1, 20} = 2,14$ ,  $p > 0,05$ ). Na kontrolnoj postaji zabilježene su 32 svojte, na revitalizacijskoj također 32 svojte, a na sukcesijskoj 30 svojti. Kontrolna postaja i u travnju i u studenom imala je najveći broj svojti, što se više uočava u uzorcima u travnju (Slika 30.). Razlike među tri tipa postaja statistički su značajne (ANOVA,  $F_{2, 20} = 10,07$ ,  $p > 0,015$ ). *Post-hoc* LSD test ukazao je da se na razini značajnosti  $p < 0,05$  razlikuje kontrolna postaja od revitalizacijske i sukcesijske.



Slika 26. Ukupan broj svojti okućena određenih u uzorcima kontrolnih (C), sukcesijskih (S) i revitalizacijskih (R) postaja u gornjem (U) i donjem (L) sloju

#### 4.6. Sličnost između postaja

Usporedba između postaja ukazala je na veću sličnost okućena između postaja tijekom studenog u odnosu na travanj (Slika 27). U uzorcima prikupljenim tijekom travnja najviše se izdvaja sukcesijska postaja, na kojoj je zabilježeno i najmanje svojti. U studenom je uočljiva znatna sličnost sastava okućena između revitalizacijskih i kontrolnih postaja, dok se ti tipovi u travnju ipak odvajaju.



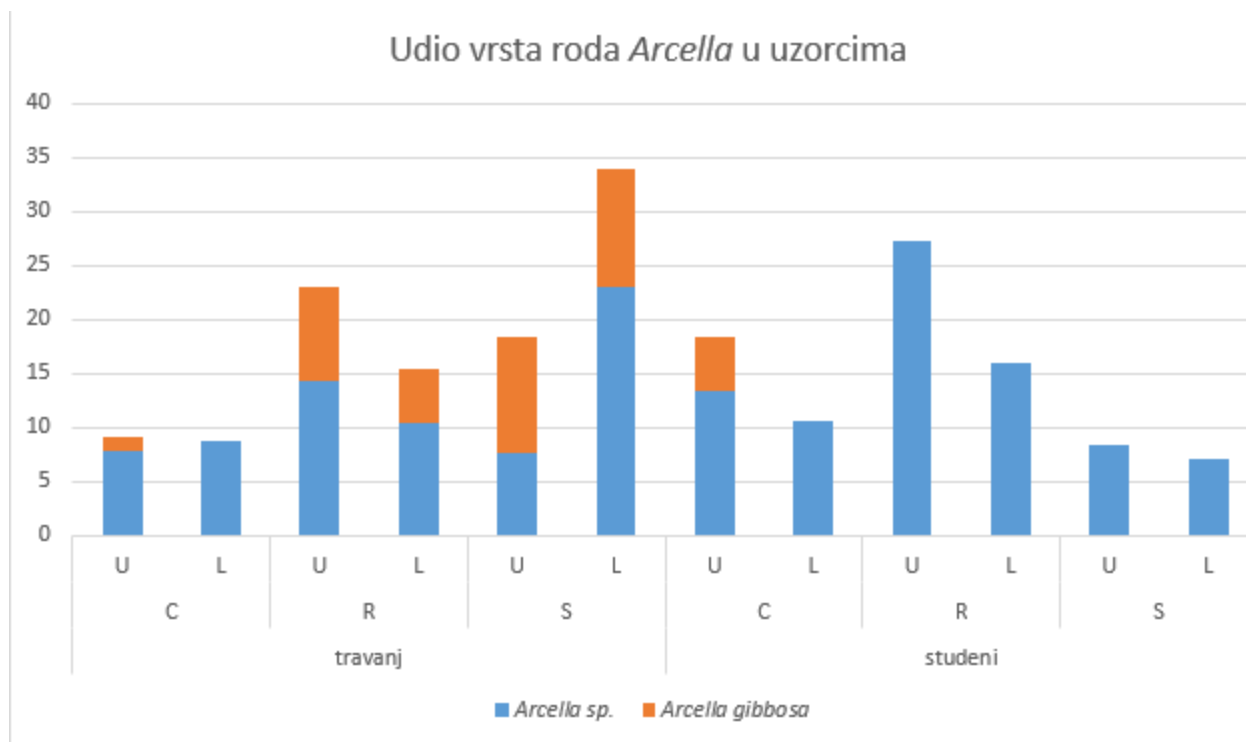
Slika 27. Usporedba zajednica okućena istraživanih postaja pomoću Cluster analize na osnovu Bray-Curtisovog indeksa sličnost

## 4.7. Utjecaj restauracije creta na udio pojedinih karakterističnih svojti okućena

### 4.7.1. *Arcella*

Vrste roda *Arcella* najveći udio, u usporedbi s ostalim uzorcima, zauzima u materijalu uzorka donjeg sloja sukcesijske plohe (23%) uzorkovanog u travnju (Slika 28.). Iako je bilo prisutno više vrsta, sa sigurnošću se mogla determinirati samo vrsta *A. gobbosa*. Srednja ukupna vrijednost udjela vrsta roda *Arcella* u uzorcima iznosi 13%.

Udio vrsta roda *Arcella* porastao je u studenom u odnosu na travanj u sljedećim uzorcima: gornji sloj kontrolne plohe, donji sloj kontrolne plohe, donji sloj revitalizacijske plohe i gornji sloj sukcesijske plohe. Udio vrsta roda *Arcella* smanjio se u studenom u odnosu na travanj u sljedećim uzorcima: gornji sloj revitalizacijske plohe i donji sloj sukcesijske plohe.

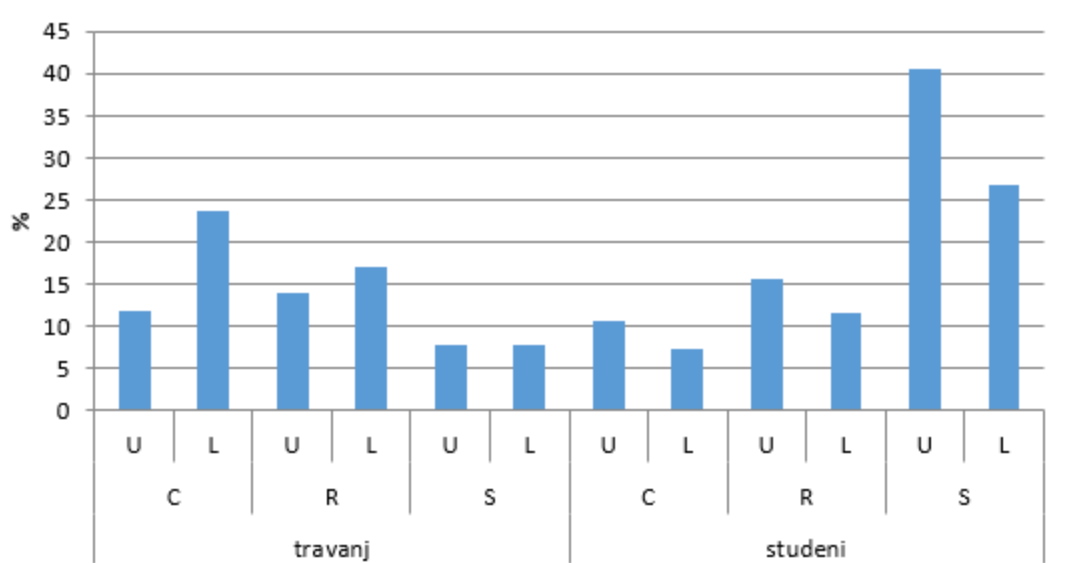


Slika 28. Udio roda *Arcella* na kontrolnim (C), sukcesijskim (S) i revitalizacijskim (R) postajama u gornjem (U) i donjem (L) sloju.

*Arcella gibbosa* najveći udio, u usporedbi s ostalim uzorcima, zauzima u materijalu donjeg sloja sukcesijske plohe uzorkovanog u travnju. Ista svojta nije zabilježena u studenom.

#### 4.7.2. *Assulina*

Vrste roda *Asulina* najveći udio, u usporedbi s ostalim uzorcima, zauzima u materijalu uzorka gornjeg sloja sukcesijske plohe postaje u studenom (Slika 29.).



Slika 29. Udio roda *Assulina* na kontrolnim (C), sukcesijskim (S) i revitalizacijskim (R) postajama u gornjem (U) i donjem (L) sloju.

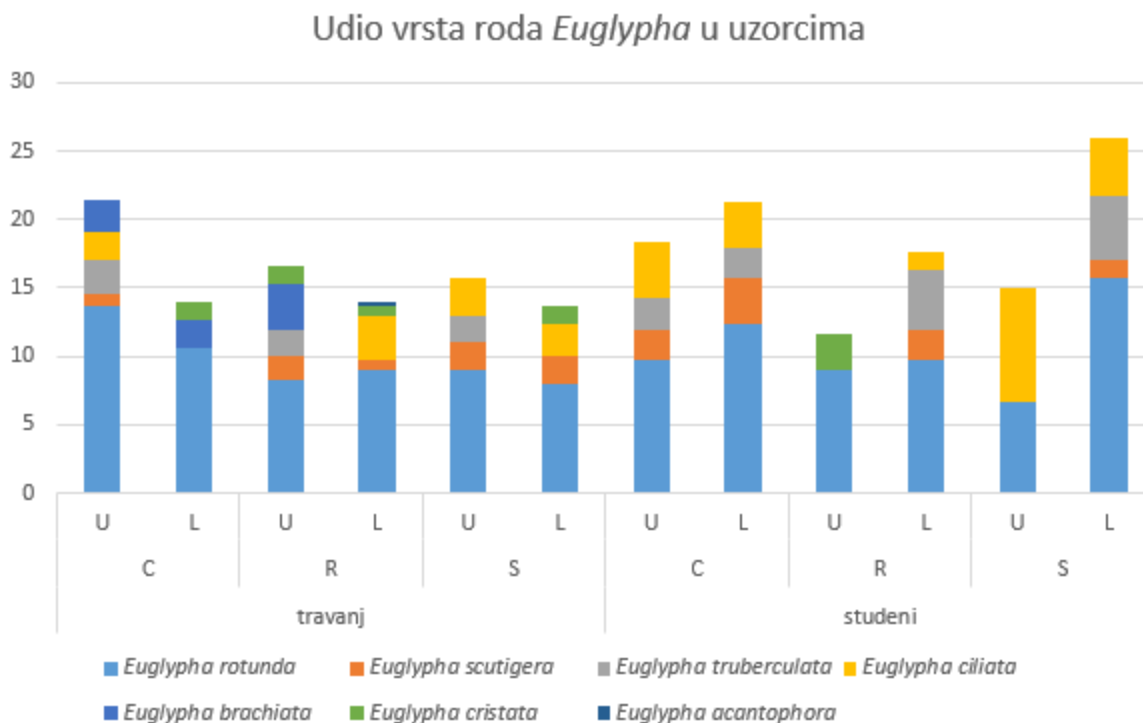
Udio vrsta roda *Assulina* porastao je u razdoblju od travnja do studenog u sljedećim uzorcima: gornji sloj revitalizacijske plohe, gornji sloj sukcesijske plohe i donji sloj sukcesijske plohe.

Udio svojte *Assulina* sp. smanjio se u studenom u odnosu na travanj u sljedećim uzorcima: gornji sloj kontrolne plohe, donji sloj kontrolne plohe i donji sloj revitalizacijske plohe.

#### 4.7.3. *Euglypha*

Vrste roda *Euglypha* su najveći udio (Slika 30.) zauzimale u materijalu uzorka donjeg sloja sukcesijske plohe postaje 8 (26%) u studenom. Najbrojnija vrsta ovog roda bila je *E. rotunda* (Slika 24).

Udio vrsta roda *Euglypha* porastao je u studenom u odnosu na travanj u sljedećim uzorcima: donji sloj kontrolne plohe, donji sloj revitalizacijske plohe i donji sloj sukcesijske plohe. Udio vrsta roda *Euglypha* smanjio se u u studenom u odnosu na travanj u sljedećim uzorcima: gornji sloj kontrolne plohe, gornji sloj revitalizacijske plohe i gornji sloj sukcesijske plohe.



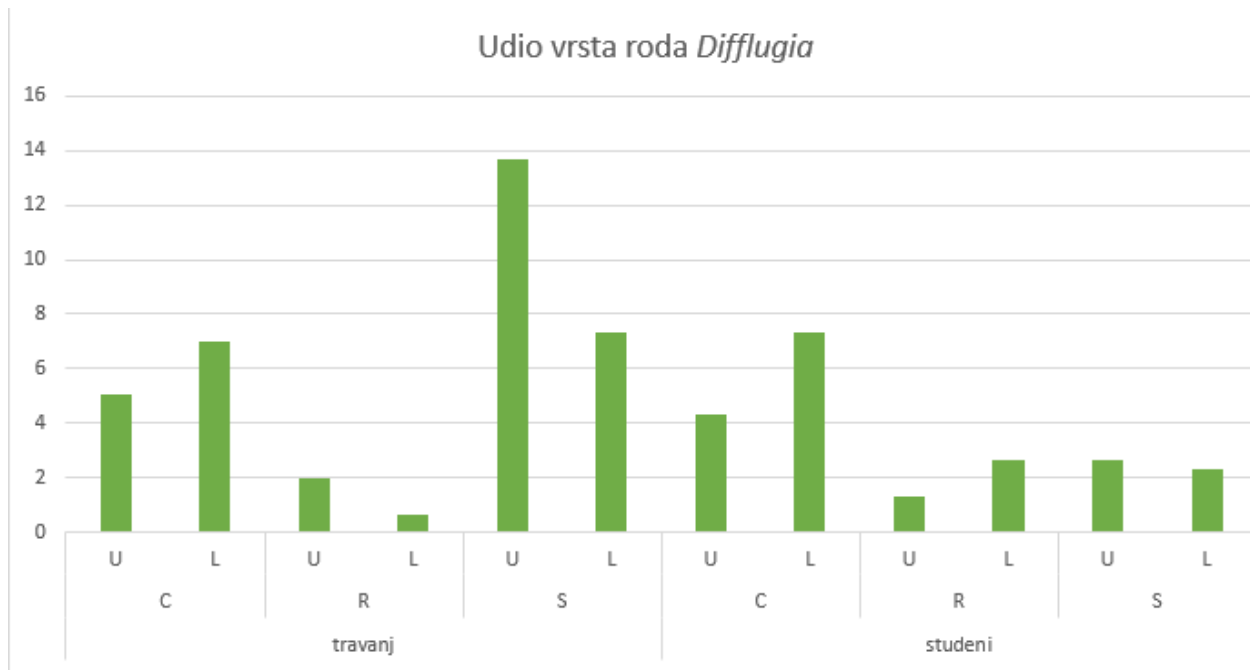
Slika 30. Udio vrsta roda *Euglypha* na kontrolnim (C), sukcesijskim (S) i revitalizacijskim (R) postajama u gornjem (U) i donjem (L) sloju

#### 4.7.4. *Diffflugia*

Vrste roda *Diffflugia* su najveći udio zauzimale u materijalu uzorka gornjeg sloja sukcesijske plohe postaje 8 (13,67%) uzorkovanog u travnju (Slika 31).

Udio roda *Diffflugia* veći je u uzorcima u studenom u odnosu na travanj. u sljedećim uzorcima: donji sloj kontrolne plohe i donji sloj revitalizacijske plohe. Suprotno je zabilježeno u uzorcima: gornji sloj kontrolne plohe, gornji sloj revitalizacijske plohe, gornji sloj sukcesijske plohe i donji sloj sukcesijske plohe.



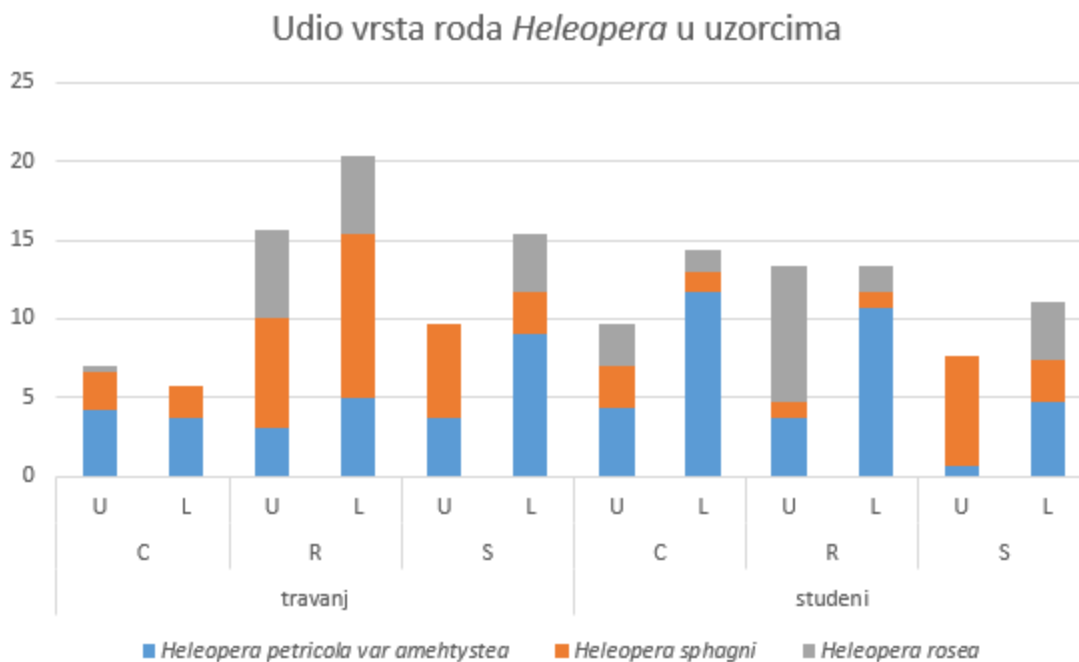


Slika 31. Udio roda *Diffflugia* na kontrolnim (C), sukcesijskim (S) i revitalizacijskim (R) postajama u gornjem (U) i donjem (L) sloju.

#### 4.7.5. *Heleopera*

Determinirane su tri vrste ovog roda, a najveći udio zauzimale su u materijalu uzorka donjeg sloja revitalizacijske plohe u travnju (Slika 32.).

Udio vrsta roda *Heleopera* (Slika 24.) bio je veći u studenom u odnosu na travanj u uzorcima: gornji sloj kontrolne plohe i donji sloj kontrolne plohe. Suprotno je zabilježeno u uzorcima: gornji sloj revitalizacijske plohe, donji sloj revitalizacijske plohe, gornji sloj sukcesijske plohe i donji sloj sukcesijske plohe.

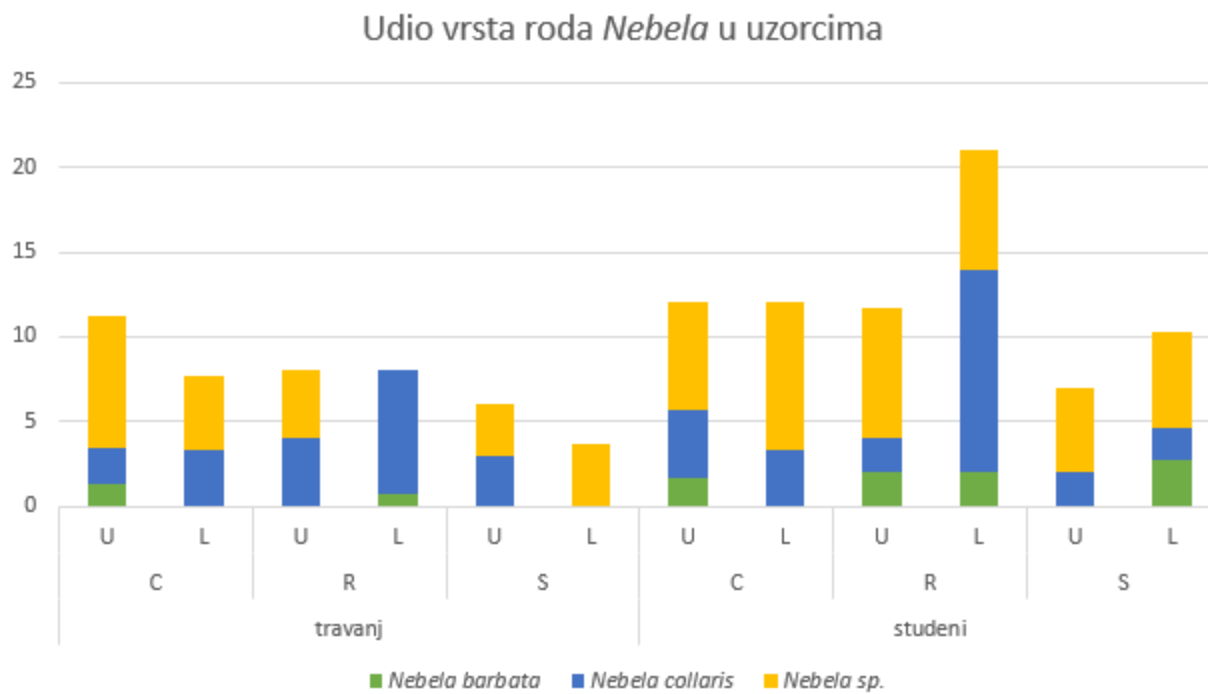


Slika 32. Udio vrsta roda *Heleopera* na kontrolnim (C), sukcesijskim (S) i revitalizacijskim (R) postajama u gornjem (U) i donjem (L) sloju.

#### 4.7.6. *Nebela*

Vrste roda *Nebela* su najveći udio zauzimale u materijalu uzorka donjeg sloja revitalizacijske plohe u studenom (21%). Udio vrsta roda *Nebela* veći je u studenom u odnosu na travanj u svim uzorcima (Slika 33.)

Najveći udio zabilježen je za vrstu *Nebela collaris*, a prosječno za *N. sp.*, dok je *N. barbata* (Slika 24.) imala najmanji udio.



Slika 33. Udio vrsta roda *Nebela* na kontrolnim (C), sukcesijskim (S) i revitalizacijskim (R) postajama u gornjem (U) i donjem (L) sloju.

## 5. RASPRAVA

Cretovi su u Hrvatskoj rijetka no bioraznolikošću bogata staništa, što pokazuju i rezultati ovog istraživanja. U dva terenska izlaska, nakon provedenih restauracijskih mjera, na kontrolnim, sukcesijskim i revitalizacijskim ploham acidofilnog creta Đon močvar zabilježeno je ukupno 38 svojti okućena. Dosadašnja istraživanja na cretu Đon močvar zabilježila su 50 svojti okućena (Kajtezović, 2013). U oba istraživanja, zabilježene svojte okućena karakteristične su za vlažna staništa u kojima dominira mah tresetar, odnosno za cretove (Mitchell i sur 2000.).

Revitalizacijske mjere provedene na cretu Đon močvar uključivale su uklanjanje drvenaste vegetacije i košnju beskoljenke. Navedene mjere trebale su spriječiti isušivanje creta. Dobiveni rezultati pokazali su da se neposredno nakon provedenih mjera, u travnju, sloj u kojem je mah tresetar obogatio vodom, budući da je upravo u tim uzorcima zabilježen najveći stupanj vlažnosti. U studenom je na svim postajama bilo manje vlage, vjerojatno kao rezultat male količine oborina. Uspredba veće količine uzoraka iz istog istraživanja, kroz višemjesečno radoblje pokazala je da su revitalizacijske postaje kroz višemjesečno radoblje dosegla statistički značajno sličnu količinu vlage kao kontrolne postaje, dok su sukcesijske postaje imale značajno manje vlage (Ternjej i sur., 2015).

Prema rezultatima našeg istraživanja, postaje se nisu razlikovale u temperaturi, a niti pH vrijednosti nisu pokazivale jasan odgovor na provedene revitalizacijske mjere. Vrijednost pH ukazuju na kisele uvjete i u skladu su s prethodnim istraživanjima ovog creta (Modrić Surina, 2011.).

Ukupan broj svojti okućena bio je manji u studenom u odnosu na travanj, što se može povezati s manjom vlažnošću uzorka u studenom. Upravo je vlažnost uzorka jedan od glavnih čimbenika koji utječe na okućene (Charman i sur., 2000.). Okućeni brzo reagiraju na promjene u okolišu te igraju važnu ulogu u hranidbenom lancu, zbog čega su pogodni za mnoga ekološka promatranja i paleoekološke rekonstrukcije staništa (Gilbert i sur., 1998.; Charman, 2001.; Mitchell i sur., 2003.).

Drugi čimbenik koji je potencijalno djelovao na broj svojti okučena na cretu Đon močvar bila je koncentracija otopljenog kisika, koja je bila niža u donjem sloju maha tresetara (čak do 3,70 mg/L). Broj svojti koji je u travnju bio niži u donjim slojevima na svim postajama, možda je posljedica niskih koncentracija otopljenog kisika. Niske koncentracije kisika uobičajene su na cretovima (Joosten i Clarke, 2002.). Najniže koncentracije otopljenog kisika zabilježene su na sukcesijskim postajama, što ukazuje na potencijalno iscrpljivanje kisika od strane drvenaste i travnjačke vegetacije (Alegro i Šegota, 2008.). Dobiveni rezultati potkrepljuju potrebu za aktivnim mjerama u očuvanju ovog zaštićenog područja.

U gornjim slojevima uzoraka broj vrsta je uglavnom porastao u studenom u odnosu na travanj. Površina creta prekrivena je mahom tresetarom i iz tog razloga svjetlost ne prodire u dublje dijelove creta pa mnoge vrste okučena ne mogu preživjeti nedostatak svjetlosti i topline u zimskim mjesecima, osobito na većoj dubini. Zabilježene vrste *Hyalosphenia papilio* i *Heleopera sphagni* najčešće se nalaze dublje u cretu (Schonborn, 1963.) što su rezultati istraživanja i potvrdili. Vertikalna zonacija okučena uobičajena je u mahu tresetaru kao posljedica gradijenata uvjeta okoliša (Glime, 2017.).

Revitalizacijske mjere potencijalno su utjecale i na broj svojti okučena, budući da je broj svojti veći na revitalizacijskim postajama u odnosu na sukcesijske postaje u travnju, iako se statistički značajno razlikuju jedino kontrolne postaje od sukcesijskih i revitalizacijskih. Moguće je da je potrebno duže vrijeme za oporavak okučena nakon revitalizacijskih mjera. Identičan rezultat dobiven je za ostale praživotinje i mikro-metazoa (Ternjej i sur., 2015.). Sastav zajednice ukazao je na pozitivan utjecaj provedenih mjera i veću sličnost revitalizacijskih i kontrolnih postaja u odnosu na sukcesijske postaje. Veće odvajanje sukcesijskih postaja od kontrolnih i revitalizacijskih uočen je i za ostale praživotinje i mikro-metazoa uz sve veću sličnost kontrolnih i sukcesijskih postaja tijekom vremena (Matoničkin Kepčija i sur., 2017.). Dobiveni rezultati ukazuju na uspješnost restauracije i potvrđuju da se sastav vrsta i udjeli okučena i ostalih praživotinja mogu koristiti kao dobri bioindikator.

*Arcella* sp. je svojta zabilježena u najviše uzoraka, a i bila je jedna od najbrojnijih zabilježenih svojti. Među čestim i brojnim svojtima također se nalaze: *Euglypha rotunda*, *Assulina* sp.,

*Heleopera petricola* var. *amethystea*. Zbog velikog udjela koji navedene svojite zauzimaju u analiziranim uzorcima, one su pomnije analizirane ne bi li se proučio utjecaj restauracije cretnog staništa na ove potencijalne indikatorske svojite (Charman i sur., 2000.).

Vrste roda *Arcella* karakteristične su za močvarna staništa. Vrste ovog roda zabilježene su u svakom uzorku analiziranom prilikom provedbe ovog istraživanja. Rod *Arcella* dominirao je u donjem sloju sukcesijske plohe uzorkovane u travnju. Indikativno je da vrsta *A. gibbosa* nije zabilježena u studenom, kad su uzorci imali manji postotak vlažnosti, potvrđujući ovu vrstu kao karakterističnu u dijelovima maha tresetara zasićenima vodom (Charman i sur., 2000.). Ova vrste nije pokazala razliku u udjelu među različitim postajama.

Vrste roda *Assulina* imale su najveći udio u ukupnom broju okućena od svih svojiti determiniranih u uzorcima. Osim što su kozmopoliti u svojoj rasprostranjenosti svojite ovog roda također su karakteristične za staništa na kojima prevladava mah tresetar (Glime, 2017.). Rezultati istraživanja pokazali su da je broj jedinki roda *Assulina* drastično porastao u studenom u gornjem i donjem sloju sukcesijske plohe, u odnosu na travanj, odnosno imaju veći udio s padom vlažnosti. Ovi rezultati su u skladu s velikom brojnosti koju neke vrste ovog roda imaju u relativno suhim uvjetima (Charman i sur., 2000.).

Vrste roda *Euglypha* pokazuju veći udio u gornjim slojevima uzoraka u travnju, a potpuno suprotno u studenom. U uzorcima je određeno 7 vrsta, iako je rod relativno težak za determinaciju. Najbrojnija vrsta bila je *E. rotunda* za koju je karakteristično da preferira uvjete srednje vlažnosti (Charman i sur., 2000.), kakvi su i postojali u većini uzoraka u ovom istraživanju.

Vrste roda *Diffugia* zabilježene su u svakom uzorku. Pripadnici ovog roda osjetljivi su na ekološke promjene, a ekološki uvjeti utječu također i na izgled njihove ljušture (Bobrov i sur., 1999.). Vrste ovog roda pokazuju drastično smanjenje brojnosti nakon provedenih restauracijskih mjera. Najveće promjene u udjelu vrsta roda *Diffugia* dogodile su se u gornjem i donjem sloju sukcesijske plohe, gdje se udio svojita ovog roda smanjio za čak 11% u razdoblju od travnja do studenog, potvrđujući higrofilni karakter većine predstavnika ovog roda (Charman i sur., 2000.).

Vrste roda *Heleopera* karakteristične su za močvarna staništa s mahom tresetarom. Zanimljivo je istaknuti kako prisutnost jedne vrste koja pripada ovom rodu može indicirati prisutnost druge vrste istog roda, npr. *H. sphagni* i *H. rosea* zabilježene su gotovo uvijek zajedno u supstratu (<https://www.arcella.nl/>). Ovaj rod je imao relativno velik udio upravo nakon revitalizacijskih mjera, moguće zbog veće vlažnosti u dijelu uzoraka (Charman i sur., 2000.).

Vrste roda *Nebela* imale su veći udio u sušim uvjetima u studenom u odnosu na travanj. Najveći porast je zabilježen u donjem sloju revitalizacijske plohe od čak 13%. Upravo je vrsta *N. collaris* karakteristična za relativno suhe uvjete (Charman i sur., 2000.; Glime, 2017.) što je potvrdilo i ovo istraživanje,

Manju vlažnost u studenom indicira i vrsta *Trigonopyxis arcuata*, vrsta karakteristične aperture, koja se u pravilo pojavljivala s većim udjelom u uzorcima iz studenog u odnosu na travanj, a na nekim postajama je zabilježena i samo u studenom. Ta vrsta ukazuje na suhe do vrlo suhe uvjete na cretovima (Glime, 2017.).

Mnogi parametri utječu na raznolikost okućena, a neki od tih parametara poput temperature, vlažnosti supstrata i pH vrijednosti uzorka ispitani su u ovom diplomskom radu, uz razlike u stanju samog creta. Na broj svojti utjecale su vjerojatno temperatura i vlažnost uzoraka, a potencijalno i koncentracija otopljenog kisika. Pojedine svojte imale su jasan odgovor na promjene u vlažnosti uzoraka. Sastav svojti pokazao je da postoji pozitivan utjecaj revitalizacijskih mjera na okućene te da se oni mogu koristiti kao bioindikator u restauraciji cretova. Pri takvim istraživanjima važno je u obzir uzeti biocenološke pokazatelje, ali i indikatorske karakteristike pojedinih vrsta.

## 6. ZAKLJUČAK

- U dva terenska izlaska na acidofilnom cretu Đon močvar zabilježeno je ukupno 38 svojti okućena.
- Svojte okućena koje su pronađene karakteristične su za cretna staništa te ukazuju na relativnu očuvanost ovog zaštićenog područja.
- Vlažnost uzoraka razlikuje se između travnja (vlažniji uvjeti) i studenog (suši uvjeti), što je za posljedicu imalo redukciju broja svojti.
- Na sastav svojti okućena utjecala je i koncentracija otopljenog kisika, koja je uvjetovala određenu vertikalnu zonaciju.
- Revitalizacijske mjere utjecale su na sastav svojti okućena pri čemu se sličnost revitalizacijskih i kontrolnih postaja povećava s vremenom.
- Pojedine svojte okućena su dobri indikatori hidroloških uvjeta na cretu.
- Okućeni se mogu koristiti kao bioindikatori u restauraciji cretnih ekosustava, pri čemu treba koristiti biocenološke pokazatelje, ali i indikatorske vrste.



## 7. LITERATURA

- Adl M. i sur. (2019.) Revisions to the Classification, Nomenclature and Diversity of Eukaryotes, *Journal of Eukaryotic Microbiology* 66(1): 4-119
- Alegro A., Šegota V. (2008.) Florističke i vegetacijske značajke Botaničkog rezervata "Don močvar" u Blatuši. Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb, 33 str.
- Bobrov A. A., Charman J. D., Warner B. G. (1999.) Ecology of testate amoebae (Protozoa: Rhizopoda) on peatlands in western Russia with special attention to niche separation in closely related taxa, *Protist* 150(2): 125-136
- Butler H., Rogerson A. (1996.) Growth potential, production efficiency and annual production of marine benthic naked amoebae (gymnamoebae) inhabiting sediments of the Clyde Sea area, Scotland, *Aquatic Microbial Ecology* 10:123-129
- Charman D. (2002.) *Peatlands and Environmental change*, John Wiley & Sons Ltd, Baffins Lane, Chichester, 301 str.
- Charman D. J., Hendon D., Woodland W. A. (2000.) The Identification of Testate Amoebae (Protozoa: Rhizopoda) in Peats. Technical Guide No. 9, Quaternary Research Association, London, 147 str.
- Charman D. J. (2001.): Biostratigraphic and palaeoenvironmental applications of testate amoebae, *Quaternary science reviews* 20(16-17): 1753-1764
- Christanis K. (1996.) The peat resources in Greece. U: Lappalainen E (ur.) *Global peat resources*. Jyska, International Peat Society, 87-90
- Corbet S. A. (1973.) Ecological studies on crater lakes in West Cameroon Lakes Kotto and Mboandog, *Journal of Zoology* 170(3): 309-324
- Davis S. R., Wilkinson D. M. (2004.) The conservation management value of testate amoebae as "restoration" indicators: speculation raised on two damaged raised mires in northwest England, *The Holocene* 14(1): 135-143
- Glime, J.M. (2017.): Protozoa: Peatland Rhizopods, poglavlje 2-5. U: Glime, J. M. *Bryophyte Ecology*. Vol. 2, Bryological Interactions Ebook sponsored by Michigan Technological University and the International Association of Bryologists. (dostupno na <http://digitalcommons.mtu.edu/bryophyte-ecology2/>)
- Hajek M., Horsak M., Hajkova P., Dite D. (2006.) Habitat diversity of central European fens in relation to environmental gradients and an effort to standardise fen terminology in ecological studies. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 8: 97-114
- Horvat I. (1952.) Prilog poznavanju raširenja nekih planinskih biljaka u jugoistočnoj Evropi. *Godišnjak Biološkog Instituta u Sarajevu* V: 199-218  
<http://prirodahrvatske.com/cretovi/>, 27.8.2019.

[http://www.blackjungleterrariumsupply.com/Hardy-Sundew--Drosera-rotundifolia\\_p\\_3168.html](http://www.blackjungleterrariumsupply.com/Hardy-Sundew--Drosera-rotundifolia_p_3168.html), 1.9.2019.

<http://www.grida.no/resources/12546>, 28.8.2019.

[https://en.wikipedia.org/wiki/File:Croatia\\_location\\_map.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Croatia_location_map.svg), 27.8.2019.

<https://www.arcella.nl/>, 20.6.2019.

<https://www.arcella.nl/lobose-testate-amoebae/>, 20.6.2019.

[https://www.goglas.com/search?q=Treset&f\\_Tags=Cve%C4%87e%7COstalo](https://www.goglas.com/search?q=Treset&f_Tags=Cve%C4%87e%7COstalo), 27.8.2019.

<https://www.google.com/maps/place/45%C2%B019'05.1%22N+15%C2%B054'28.9%22E/@45.318076,15.9058474,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d45.3180722!4d15.9080361>, 2.9.2019.

Joosten H., Clarke D. (2002.) Wise use of mires and peatlands, International Mire Conservation Group and International Peat Society, 304 str.

Jung W. (1936.) Thekamöben ursprünglicher, lebender deutscher Hochmoore. Abhandlungen Landesmuseum der Provinz Westfalen Museum für Naturkunde 7: 1-87

Kajtezović N.(2013.): Biološka raznolikost i morfološka varijabilnost okućenih na cretu Đon močvar, diplomski rad, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu

Korolija B., Živaljević T., Šimunić A. (1979.) Osnovna geološka karta SFRJ. 1: 100000. Savezni geološki zavod, Beograd. List Slunj L 33-104

Korolija B., Živaljević T., Šimunić A. (1981.) Osnovna geološka karta SFRJ. 1: 100000. Tumač za list Slunj L33-104. Savezni geološki zavod Beograd

Kutnar L., Martinčič A. (2001.) Vegetacijske značilnosti izabranih poključkih barij in okoliškega smrekovega gozda. Zbornik gozdarstva in lesarstva 64: 57-104

Kutnar L., Martinčič A. (2003.) Ecological relations between vegetation and soil-related variables along the mire margin-mire expanse gradient in the Eastern Julian Alps, Slovenia. Ann.Bot.Fennici 40: 177-189

Lappalainen E., Zurek S. (1996.) Peat in other European countries. U: Lappalainen E (ur.) Global peat resources. Jyska, International Peat Society, 153-162

Malawska M., Ekonomiuk A., Wilkomirski B. (2006.) Chemical characteristics of some peatlands in southern Poland. Mires and Peat 1: 1-14

Martinčič A. (1987.) Fragmenti visokega barja na Ljubljanskem barju. Scopolia 14: 1-53

Martinčič A. (2006.) Moss flora of the Prokletije Mountains (Serbia and Montenegro). Hacquetia 5: 113-130

Matoničkin Kepčija R., Brigić A., Kerovec M., Ternjej I (2017.) Fast response of microfaunal assemblages to restoration measures in the Western Balkan peat bog. 10<sup>th</sup> Symposium for European Freshwater Sciences, Abstract Book, 135-135

- Mazei Y., Warren A. (2012.) A survey of testate amoeba genus *Diffflugia* Leclerc, 1815 based on specimens in the E. Penard and C.G. Ogden collections of the Natural History Museum, London. Part 1: Species with shells that are pointed aborally and/or have aboral protuberances, *Protistology* 7(3): 121-171
- Mazei Y.A., Tsyganov A.N. (2007.) Species composition, spatial distribution and seasonal dynamics of testate amoebae community in a sphagnum bog (Middle Volga region, Russia). *Protistology* 5, 156-206
- Meisterfeld R. (1977.) Die horizontale und vertikale Verteilung der Testaceen (Rhizopoda, Testacea) in Sphagnum. *Archiv für Hydrobiologie* 79(3): 319-356
- Mesić M (2000.) Značajke podneblja. U: Bogunović M (ur.) Agroekološka studija program razvitka poljoprivrede na području Sisačke-moslavačke županije. Posebni dio Agroekologija. Zagreb, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, pp 57-70
- Mitchell E. A. D., Charman J., Warner B. G. (2008.) Testate amoebae analysis in ecological and paleoecological studies of wetlands: past, present and future, *Biodiversity and Conservation* 17(9): 2115-2137
- Modrić Surina Ž. (2011.) Utjecaj ekoloških čimbenika na vegetacijske značajke cretova u Hrvatskoj, doktorska disertacija, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu
- Payne R. J., Mitchell E. A. D. (2009.) How many is enough? Determining optimal count totals for ecological and palaeoecological studies of testate amoebae, *Journal of paleolimnology* 42(4): 483-495
- Rydin H., Jeglum J. (2006.) *The biology of peatlands* 2<sup>nd</sup> edition, Oxford university press, 354 str.
- Sabovljević M., Natcheva R., Dihoru G., Tsakiri E., Dragičević S., Erdag A., Papp B. (2008.) Check-list of the mosses of Southeast Europe, *Phytologia Balcanica* 14: 207-244
- Schonborn W. (1963.) Die Stratigraphie lebender Testaceen im Sphagnetum der Hochmoore, *Limnologica* 1: 315-321
- Scott D.B., Posenato R., Fugangoli A., Bassi D. (2008.) Testate amoebae from early Jurassic of the western Tethys, north-east Italy; *Palaeontology* 51: 1335-1339
- Ternjej I., Alegro A., Brigić A., Gottstein S., Kerovac M., Matonićkin Kepčija R., Šegota V., Previšić A., Vilenica M., Lajtner J., Antonović I., Starčević M., Bujan J. (2015.) Revitalizacija cretnog staništa posebnog Botaničkog rezervata Đon Močvar, Hrvatsko botaničko društvo, Zagreb
- Vincke S., Vijver B., Mattheeussen R., Beyens L (2004.) Freshwater amoebae communities from Ile de la Possessions, Crozet archipelago, Subantarctica, *an interdisciplinary journal* 36: 584-590

Warner B.G., Chimelewski J.G. (1992) Testate amoebae (protozoa) as indicators of drainage in forested mire, northern Ontario, Canada, *Archiv für Protistenkunde* 141(3): 179-183

## **ŽIVOTOPIS**

### **OSOBNNE INFORMACIJE:**

Ime i prezime: Katarina Rodek

E-mail: katarina.rodek@gmail.com

### **OBRAZOVANJE I OSPOSOBLJAVANJE:**

2000. – 2008. Osnovnoškolsko obrazovanje Osnovna škola Fran Koncelak, Drnje

2008 – 2012. Srednjoškolsko obrazovanje Gimnazija Fran Galović, Koprivnica, smjer opća gimnazija

2012 - danas Visoko obrazovanje Integrirani preddiplomski i diplomski studij biologije i kemije, smjer nastavnički Prirodoslovno - matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu

### **OSOBNNE VJEŠTINE:**

Materinski jezik: hrvatski

Strani jezici: engleski – razina C1

njemački – dobro

Komunikacijske vještine: dobre komunikacijske vještine stečene tokom fakultetskog obrazovanja i rada s djecom prilikom održavanje metodičke prakse nastave kemije i metodičke prakse nastave biologije te sudjelovanjem na organizaciji Noći biologije.

Digitalne vještine: poznavanje rada u Microsoft office programima

Aktivnosti i interesi: čitanje, jezici, putovanje, sportske aktivnosti, ekologija

### **RADNO ISKUSTVO:**

Rad na promocijama – promocije Amelie, Invida, MPG Voditelj promotivnih akcija caffe bar “Alcatraz”

Promocije “History” Rad u dućanu “Mango” preko studentskog ugovora Statiranje Serena pro – reklama za Becks, publika “Tvoje lice zvuči poznato”