



Gimnazija Kranj

Mezokozmos, učni pripomoček ali le okras za okensko polico, ki ga ni potrebno zalivati

RAZISKOVALNO PODROČJE: APLIKATIVNI INOVACIJSKI
PREDLOGI IN PROJEKTI
RAZISKOVALNA NALOGA

Avtorji: Ajda van der Geest
Ana Koselj Brejc
Ema Šparovec

Mentorica: Urša Petrič

Kranj, 5. 3. 2023

Zahvala

Najlepše se zahvaljujemo naši mentorici, prof. Urši Petrič, ki nam je pri izdelavi raziskovalne naloge ves čas svetovala, predlagala izboljšave in pomagala oblikovati končni izdelek. Zahvaljujemo se ji za stalno podporo in pomoč, za motivacijo in čas, ki ga nam je posvetila. Brez njene pomoči nam ne bi uspelo sestaviti te končne naloge, saj nas je vodila skozi teoretični in laboratorijski del. Približala nam je nam manj znan način dela ter nam predstavila del biologije, ki ga ne srečamo vsak dan. Hkrati pa bi se rade zahvalile tudi prof. Šorliju in prof. Lenaršič za lektoriranje naše raziskovalne naloge.

Povzetek

Ali je možno, da imamo okensko polico okrašeno z rastlinami, ki jih ni potrebno zalivati in lahko krasijo tudi prostore, kjer ne sme biti nečistoč, npr. laboratorije? Bi lahko ustvarile učni pripomoček za pouk biologije, ki bi ponazarjal delovanje ekosistemov? Odgovoriti na ta vprašanja je namen naše raziskovalne naloge.

Mezokozmos je sistem, ki omogoča kroženje snovi v popolnoma zaprti posodi. Pri svoji raziskovalni nalogi smo preučevale vpliv različnih vrst rastlin in vpliv različnih dejavnikov na uspevanje mezokozmosa.

Pred samim začetkom raziskovalne naloge smo si izbrale različne vrste rastlin glede na raznolikost ekosistemov in različne pogoje, pri katerih smo opazovale njihovo rast. Vpliv različnih vrst rastlin in različnih dejavnikov, ki vplivajo na rast rastlin, smo spremljale preko merjenja spreminjanja mase rastlin in števila novo zraslih listov.

Med eksperimentom smo opazile pozitiven učinek naše raziskovalne naloge na dijake in profesorje, ki so eksperiment opazovali na okenskih policah učilnic. Okras okenskih polic učilnice je vplival na pozitivno delovno vzdušje v razredu.

Po dveh mesecih od začetne zasaditve mezokozmosov smo rastline ponovno stehtale in preštete novo nastale liste ter dobljene rezultate primerjale z izhodiščnimi.

Pri proučevanju vpliva različnih vrst rastlin na uspevanje mezokozmosa smo ugotovile, da sta med rastlinami najboljše uspevala *Chlorophytum sp.* in *Tradescantia sp.* Pri *Tradescantia sp.* smo zabeležile največje število novih listov, pri *Chlorophytum sp.* pa največjo spremembo mase predvsem na račun razrasta koreninskega sistema. Pri *Tradescantia sp.* smo opazile težave pri zakoreninjenju te rastline. Najbolj stabilno je rasel *Hedera sp.*, saj nobena od zasajenih rastlin ni propadla. Smo pa pri *Hedera sp.* zabeležile manjšo spremembo mase in manj novo zraslih listov, saj je bila njegova rast počasnejša. Pri rastlini *Crocus sp.* smo zasadile čebulice, pokazal je pozitívno spremembo v zakoreninjenju in rasti. Pri eksperimentu so nam propadle rastline *Haworthia sp.*, saj je bila začetna količina vode v mezokozmosu zanj verjetno prevelika.

Pri opazovanju vpliva količine vode na *Hedera sp.*, pa smo prišle do ugotovitve, da je najboljše uspeval mezokozmos z največjo količino vode, saj *Hedera sp.* najbolje uspeva v vlažnih pogojih. Vsekakor pa mora biti začetna količina vode prilagojena na posamezne zahteve različnih vrst mezokozmosa.

Pri vplivu svetlobe na uspevanje mezokozmosa smo ugotovile, da je *Tradescantia sp.* uspešneje uspevala na senčni strani kot na sončni. Tudi tu vloga svetlobe igra pomembno vlogo pri izbiri različnih vrst mezokozmosov.

Raziskovalna naloga nudi veliko možnosti za izboljšave poskusa in nadaljnje raziskave. Lahko bi proučevale različne pogoje za rast rastlin pri vseh vrstah rastlin, ki smo jih proučevale. Verjetno bi bilo tudi smiselno zasaditi mešane mezokozmose z več vrstami rastlin, ki uspevajo v podobnem ekosistemu (tropski, gozdni, puščavski, ..., mezokozmos).

Ugotovile smo, da bi bil mezokozmos odlična učni pripomoček, s katerim bi ponazorili kroženje snovi v naravi in prikazali različne vrste ekosistemov v razredu. Lahko pa bi mezokozmos postal celo prodajna uspešnica, ki bi krasil šolske, bivanjske in delovne prostore brez nepotrebne dodatnega dela. Primeren bi bil celo za laboratorijske prostore, ker predstavlja zaprt sistem brez možnih prenosov nečistoč v delovno okolje.

Ključne besede: ekosistem, mezokozmos, učni pripomoček, okenski okras

Summary

Is it possible to have a windowsill decorated with plants that don't have to be watered and can decorate spaces where impurities cannot be present, such as laboratories? Could we create a teaching accessory that would replicate the activity of an ecosystems? The purpose of our research paper is to answer those questions.

Mesocosm is a system that enables the circulation of matter in completely sealed container. It is the method we used to study the impact of different plant species and varying factors on plant growth.

Before we started on our research paper, we chose multiple plant species based on diversity of the ecosystems they thrive in and conditions in which they were growing in. We traced the impact of different species and conditions with measuring the change in the plants' mass and number of newly grown leaves.

During the experiment we noticed a positive effect out our research paper on students and professors that had observed our project on the classrooms' windowsills. The decoration on the sills positively affected the working atmosphere in the class.

After two months of our initial planting of the mesocosms, we weighed the plants again and counted freshly grown leaves. We compared the results at the end to the ones at the beginning.

While studying the impact of varying plant species on successful thriving of mesocosm we figured that the most thriving plants were *Chlorophytum sp.* and *Tradescantia sp.* We registered the highest number of new leaves with *Tradescantia sp.* and the biggest mass difference with *Chlorophytum sp.*, mostly at the expense of spread of the root system. We noticed some problems with planting *Tradescantia sp.* The most consistent growth had *Hedera sp.*, because none of the plants had decayed. However, we noticed that the change of mass and number of new leaves with *Hedera sp.* was smaller, because the plant grew slower in comparison to other plants. We planted the flower bulb of *Crocus sp.* and it indicated a positive change in rooting and growth. During the experiment the plants *Haworthia sp.* decayed, the reason probably being too large amount of water in the mesocosm.

When observing the amount of water on *Hedera sp.* we concluded that the most thriving mesocosm was the one with the largest water quantity as *Hedera sp.* thrives the best in humid conditions. Nevertheless, the amount of water must be adapted to individual demands of mesocosm. When observing the impact of the sunlight on the plant growth we found out that *Tradescantia sp.* thrives better in shade, but the amount of sunlight has to be adjusted based on the mesocosm itself.

The research paper allows plenty of options for improvement and further research. We could study different conditions on all the plant species. It would also make sense to plant "mixed" mesocosms with multiple plant species that thrive in similar environment such as tropical, forest, desert etc. mesocosm.

We established that the mesocosm would be a great teaching accessory that could depict circulation of matter in nature and present different types of ecosystems in the classroom. Besides, mesocosm has a potential to become a sales hit that would decorate school, living and working spaces without additional effort. It would be suitable even for laboratories as it is a closed system without possibilities of contamination into workspace.

Key words: ecosystem, mesocosm, teaching accessory, window decoration

Kazalo vsebine

1 UVOD.....	6
1.1 Namen.....	6
1.2 Teoretično ozadje	7
1.2.1 Raziskovalni objekt.....	7
1.2.2 Ekosistem	9
1.2.3 Mezokozmos	10
1.2.4 Dejavniki, ki vplivajo na rast rastlin.....	11
1.3 Raziskovalno vprašanje	12
1.4 Hipoteze	12
2 METODOLOGIJA	13
2.1 Material in pripomočki.....	13
2.2 Opis dela	13
2.2.1 Priprava mezokozmosov	13
2.2.2 Vpliv različnih vrst rastlin na uspevanje mezokozmosa	13
2.2.3 Vpliv različnih dejavnikov na uspevanje mezokozmosa.....	13
2.2.3.1. Vpliv količine vode na uspevanje mezokozmosov	13
2.2.3.1. Vpliv količine svetlobe na uspevanje mezokozmosov	14
3 REZULTATI	15
3.1 Vpliv različnih vrst rastlin na uspevanje mezokozmosov	15
3.2 Vpliv količine vode na uspevanje mezokozmosov	16
3.3 Vpliv količine svetlobe na uspevanje mezokozmosov	17
4 RAZPRAVA	18
4.1 Vpliv različnih vrst rastlin na uspevanje mezokozmosa	18
4.2 Vpliv količine vode na uspevanje mezokozmosov	19
4.3 Vpliv količine svetlobe na uspevanje mezokozmosov	20
5 ZAKLJUČEK.....	20
6 Viri:	22
6.1 Viri knjig:	22
6.2 Viri člankov	22
6.3 Viri spletnih strani	23
6.4 Viri slik	23

Kazalo slik

Slika 1: Tehtanje rastlin ter štetje listov na rastlini po dveh mesecih v mezokozmosu.....	6
Slika 2: Pripravljeni, a še odprti mezokozmusi Hedere sp.	14
Slika 3: Ratline Crocus sp. po enem mesecu v mezokozmosu	14

Kazalo grafov

Graf 1: graf % spremembe mase v odvisnosti od vrste rastline	15
Graf 2: graf povprečnega števila novo zraslih listov v odvisnosti od vrste rastline	15
Graf 3: graf % spremembe mase v odvisnosti od količine vode pri Hedera sp.....	16
Graf 4: graf povprečnega števila novo zraslih listov v odvisnosti od količine vode pri Hedera sp.	16
Graf 5: graf % spremembe mase v odvisnosti od količine svetlobe pri Tradescantia sp.....	17
Graf 6: graf povprečnega števila novo zraslih listov v odvisnosti od količine svetlobe pri Tradescantia sp.....	17

1 UVOD

1.1 Namen

Kot tri zagnane naravoslovke nas je narava vedno navduševala s svojo uravnovešenostjo, povezanostjo in medsebojno soodvisnostjo členov v ekosistemu. Zanimalo nas je, če lahko podobne razmere ustvarimo tudi same v mezokozmosu. Zato smo se odločile izdelati raziskovalno nalogo, da bi prispevale novo idejo, ki bi obogatila pouk biologije ali pa le oplešala biološko učilnico.

V šoli smo se pri predmetu ITS učili o ekologiji, kjer smo delovanje ekosistemov spoznali skozi grajenje mezokozmosov. Mezokozmos posnema ekosistem in ponazarja kroženje snovi. Uporabnost mezokozmosa je zelo široka. Ne le, da je izvrsten učni pripomoček za prikaz delovanja različnih ekosistemov, temveč se ga lahko uporablja tudi komercialno za okras prostorov. Z njim si lahko polepšamo učilnico, bivalni prostor, pisarno ali laboratorij, saj ob pravilno vzpostavljenem mezokozmosu nimamo v prihodnosti več dela. Poleg tega je mezokozmos zaprta enota, ki v laboratorijih ali drugih kontroliranih okoljih ne predstavlja nobene kontaminacije, a s svojo zeleno prisotnostjo ustvarja pozitivno delovno okolje.

Namen naše raziskovalne naloge je bil raziskati, katere vrste rastlin in kakšni pogoji so najprimernejši, da bi ustvarile dobro delujoč, stabilen in trajen mezokozmos, ki bi pravilno prikazoval kroženje snovi v naravi v različnih ekosistemih.



Slika 1: Tehtanje rastlin ter štetje listov na rastlinah po dveh mesecih v mezokozmosu.

1.2 Teoretično ozadje

1.2.1 Raziskovalni objekt

1.2.1.1 Kosmuljka, *Chlorophytum sp.*

Kosmuljka iz rodu *Chlorophytum*, je rod skoraj 200 vrst zimzelenih trajnih cvetočih rastlin in pripada družini *Asparagaceae*. Uvrščamo jo med enokaličnice. Ta hitro rastoča lončnica izvira iz Južne Afrike in ima dolge, ozke, navzven usločene, zeleno-belo progaste liste (Jošas, b.d.). Zraste lahko v od deset do šestdeset centimetrov visoko rastlino z dolgimi in tankimi listi. Razmnožuje se s semeni ali s potaknjenci. Na steblih rastline zacvetijo beli cvetovi. Je zelo trpežna rastlina, uspeva tako v vročih pogojih s suhim zrakom, kot tudi v hladnih prostorih. Za rast potrebuje zadostno količino vode. Če je izpostavljena dolgotrajni suhi prsti, se listi škodrajo ali pa se na njih pojavijo rumene pegice. V primeru, da je rastlina izpostavljena preveliki količini vode, bodo na listih nastale rjave proge (Jošas, b.d.). Dobro uspeva tako v sončnih pogojih, kot tudi v senčnih. Vendar pa ob pomankanju sončne svetlobe njeni listi postanejo blede in mlahavi (Jošas, b.d.).

1.2.1.2 Žafran, *Crocus sp.*

Žafran iz rodu *Crocus* izvira iz jugozahodne Azije in je tam tudi gojen. Žafranove brazde so užitne in se uporabljajo kot začimba in sredstvo za rumeno obarvanje jedi. Ima precej strupenih učinkovin, njegova uporaba v zdravstvu zato zahteva previdnost. V starem veku so z njim barvali oblačila, v Indiji pa se še dandanes uporablja pri poročnih obredih. Njegova barvilna moč je ogromna, saj obarva kar 200.000-kratno količino vode, zato se uporablja tudi za barvanje las in izdelavo kozmetičnih preparatov. Žafran so začeli gojiti antični narodi v Sredozemlju, tradicijo pa so nadaljevali Arabci, ki so ga gojili v Španiji. Od nekdanje je imel izjemno visoko vrednost, ker je za kilogram brazd potrebnih do 200.000 cvetov, a je od 18. stoletja naprej začel zgubljati pomen, saj so ga začele nadomeščati cenejše začimbe in barvila (Petauer, 1993, str. 157).

Žafran cveti spomladi, ko se pojavi šest vijoličnih cvetov, cvetovi se ponoči zaprejo. Ima ozke, zelene, gladke liste, ki se pojavijo malo pred cvetenjem. Dobro uspeva ob sončnih pogoji. Prevelika vlažnost povzroča gnitje in ne cvetenje rastline (*Crocus sativus*, b.d.).

1.2.1.3 Havortija, *Haworthia sp.*

Rastline iz rodu *Haworthia* uvrščamo med enokaličnice, ki pripadajo družini *Asphodelaceae*. So trajnice in glede na okolijske zahteve puščavske sukulente. Pogosto jih zamenjamo z alojami ali rastlinami rodu *Gasteria*, kar pa ni presenetljivo, saj tudi te rastline spadajo v družino *Asphodelaceae* (Vanzile, 11. 06. 2021). Vrste v rodu *Haworthia* so razširjene v jugovzhodni Afriki, Namibiji in na Madagaskarju. Komercialno se gojijo kot okrasne rastline, medtem ko so redke vrste zanimive za zbiratelje (Bayer, 1982). Rastline rodu *Haworthia* se običajno razmnožujejo s semeni ali potaknjenci (Pilbeam, 1983). Havortija je majhna in počasi rastoča sobna rastlina. Je sonceljubna rastlina, vendar kljub dobrem uspevanju na svetlobi, ji ne ustreza neposredno močna svetloba. Neposredni popoldanski žarki lahko opečejo njihovo listje. Za svojo rast ne potrebuje veliko vode, zato je primerna okrasna rastlina za vse, ki velikokrat pozabijo zaliti rastline (Havortija, b.d.). Brez vode lahko uspeva tudi več tednov, ob pretiranem zalivanju pa lahko pride do gnitja rastline. Prav tako havortiji ne ustrezajo nizke temperature. Za rast ji najbolj ustreza peščena vrst zemlje. Je majhna rastlina, ki lahko zraste od štiri do dvajset centimetrov, vendar je njena hitrost rasti zelo počasna. Poznamo več vrst rodu *Haworthia*. Vse vrste so nizke in imajo grmasto obliko z mesnato odebeljenimi listi (Vanzile, 2021). Sukulenti so rastline, ki v času, ko je voda dostopna, v različnih delih telesih spravijo veliko zalogo vode za čase, ko vode v okolju ni (Tome, 2006, str. 73).

1.2.1.4 Tradescancija, *Tradescantia* sp.

Tradescancija spada v družino komelinovk (Commelinaceae). Rastline tega rodu uspevajo v tropski in subtropski Ameriki (Petauer, 1993, str. 582). Tradescancija izvira iz Mehike. Ustreza ji obilno zalivanje, vendar ne propade, če je prst nekaj časa suha. Ker ji ustrezajo vlažni pogoji za uspevanje, raste ob mokriščih, goščavah, deževnem gozdu. Prav tako je senceljuba rastlina, ki pogosto uspeva na kamnitih tleh, ki vsebujejo malo zemlje. Ima privlačne liste, lahko so dlakavi ali goli. Vijolična barva lista prikazuje novo rast, medtem ko zelena barva lista prikazuje starejšo rast. Spodnja stran lista je škrlatna, zgornji del lista pa je pogosto obarvan s tremi temnejšimi vzdolžnimi črtami. Tradescancija je trajna rastlina in zelo priljubljena zaradi hitrega in enostavnega gojenja (Longman, 1990, str. 183). Na gomoljastih poganjkih so koreninski pristopi, iz katerih se ob stiku z vodo ali ob dovolj vlažnih pogojih razvijejo nove korenine. Ima kratko življenjsko dobo in ni odporna proti zmrzali. Razmnožuje se s potaknjenci. V naravi agresivno poseljuje nova območja. Zaradi invazivnosti so v Južni Afriki prepovedali sajenje in razmnoževanje tradescancije. Znanih je nekaj sto vrst tradescancije, od vrtnih, sobnih vzpenjavk in povešenih rastlin (Longman, 1990, str. 182).

1.2.1.5 Bršljan, *Hedera* sp.

Bršljan je vednozelen vzpenjavka, ki spada v družino bršljanovk (Araliaceae). Rod *Hedera* je razširjen v Evropi, severni Afriki in Aziji in je uporabljen največkrat kot okrasna rastlina za prekrivanje navpičnih površin, objektov in tudi tal, kjer druge rastline ne uspevajo. Lahko ga gojimo tudi kot posodovko v stanovanju (Petauer, 1993, str. 253).

Bršljan vsebuje mnoge kemične spojine, ki jih uporabljamo v zdravstvu. Njegova kemična sestava vsebuje saponinske glikozide, holesterol, pektine in kisline. Njegovi listi so zdravilni, ker vsebujejo snovi, ki učinkujejo proti oslovskemu kašlju, bronhitisu, živčnih boleznih, razjedam, žuljem, revmatskim bolečinam, zobobolu idr. Njegovi plodovi vsebujejo snovi, ki so ju včasih uporabljali kot afrodiziak. Paziti moramo tudi na strupenost, saj uživanje listov in jagod močno draži sluznice, povzroča slabost, močno bruhanje, diarejo in izpuščaje. Plodovi lahko pri otrocih povzročijo tudi smrt, saj hederin, prisoten v plodu, v večjih odmerkih krči žile in zavira srčni utrip. Navadni bršljan ima tudi tehnično uporabnost, saj prevretek listov v vodi čisti madeže in poživlja barve preprog in nežnih tkanin, iz smole pa so izdelovali firnež. Ker je odporen proti dimu, prahu in strupenim plinom je lahko gojen kot sobna rastlina, ker poleg vzpenjavih bršljanov obstajajo tudi oblike pokončnih grmov. Ima tudi psihološki pomen, še posebej nekoč je veljal kot zaščita pred hudobnimi duhovi in simbol zvestobe. Posvečen je bil tudi božanstvom, med njimi tudi rimskemu bogu vina, Bakhu. Uporaba je razširjena tudi v naših krajih, saj ga že od nekdaj dajejo v butarice na cvetno nedeljo, na velikonočno nedeljo v vodi namočen in na glavo položen bršljanov venec pa naj bi človeku prinašal zdravje in veselje celo leto. Škodljiv je kot gozdni plevel (Petauer, 1993, str. 253).

»Znanih je le sedem vrst in le dve uspevata kot sobni rastlini« (Longman, 1990, str. 106). Bršljan je primerna sobna rastlina, ki ji ustreza zadostna količina svetlobe. V primeru pomankanja svetlobe pa listi izgubijo barvo. »Pomembnost, ki si jo je vredno zapomniti, pa je, da bršljani ljubijo vlažno ozračje in jih je treba redno zalivati. Prav tako ne marajo presuhega in prevročega prostora«. Bršljan je rastlina, ki hitro raste, njegovo razrast pa lahko spodbudimo s ščipanjem rastnih vršičkov (Longman, 1990, str. 106).

1.2.2 Ekosistem

Ekosistem je opredeljen kot »dinamičen kompleks združb rastlin, živali in mikroorganizmov ter njihovega neživega okolja, ki skupaj delujejo kot funkcionalna enota« (Jablonka idr., 2008). V ekosistemu so organizmi stalno vključeni v izmenjavo snovi, energije in informacij, te organizmi pa ekosistem poganjajo s svojim delovanjem. Delovanje organizmov poteka na različnih stopnjah sistema. Osnova so primarni producenti, to so fotosintetsko aktivne rastline in bakterije. Te lahko sprejemajo in zadržijo energijo sončnega sevanja, s pomočjo katere lahko proizvedejo potrebne beljakovine, maščobe in ogljikove hidrate. Naslednjo stopnjo predstavljajo potrošniki prvega reda, to so rastlinojedi organizmi, ki pa so plen za 3. stopnjo, potrošnike drugega reda. To so mesojedci, v izbranem ekosistemu pa je lahko več zaporednih stopenj le-teh. V ekosistemu so potrebni še razkrojevalci, ki so ključni za razgrajevanje organskih snovi v anorganske, ki so potrebne za rast rastlin. Poznamo veliko različnih ekosistemov, kopenskih in vodnih, med ekosisteme pa prištevamo tudi antropogene, kot so vrtovi, urbane površine, kmetijske površine itd. (Jablonka idr., 2008).

1.2.2.1 Tropski deževni gozd

»Tropski deževni gozd velja za enega največjih ekosistemov na svetu, tropski deževni gozdovi po celem svetu pa sestavljajo enega največjih biomov (glavnih življenjskih območij) na Zemlji« (Smith, 2022). Je bujni gozd, ki ga najdemo v mokrih tropskih višavjih ali nižinah na območju ekvatorja. V njem prevladujejo drevesa s širokim listjem, ki tvorijo gosto zgornjo krošnjo in vsebujejo raznoliko paleto življenja.

Ker tropski deževni gozd leži ob ekvatorju, so dolžine dni in povprečna temperatura precej konsistentni čez celo leto. Sončni žarki so ob poldnevu skoraj pravokotni na površje, zato gozd celo leto prejme veliko sončne svetlobe, a ne prejmejo vse rastline enako svetlobe. Visoka drevesa prejmejo največ svetlobe, medtem ko so rastline v podrastju prikrajšane za 90% celotne sončne svetlobe. Kjer se pojavljajo deževni gozdovi, je čez leto enakomerno vroče in vlažno, na leto zapade 1800-2500 mm padavin. A tudi tu so opazne razlike: deli gozda, ki so bližje obali zaradi vetrov dobijo več padavin kot deli v notranjosti. Tudi tu pa tla doseže le 10% padavin, veliko vode se vpije v lubje in izhlapi direktno v ozračje, nekaj pa jo porabijo tudi epifiti (rastline, ki rastejo na površini drugih rastlin in črpajo vodo iz ozračja) Povprečne temperature so med 20°C in 29°C. Prst v tropskih gozdovih je tipično globoka, a ne hranljiva, ker se večina mineralnih snovi veže v veliko število rastlin. Večina rastlin se je na to prilagodila tako, da imajo korenine v zgornji plasti zemlje, kjer so hranila dosegljiva v humusu, ki nastane z razkrajanjem odmrlih organizmov (Smith, 2022).

V tropskih deževnih gozdovih je zaradi raznolike flore in favne opisanih in poimenovanih le del organizmov. Zato lahko le ocenjujejo dejansko število rastlinskih in živalskih vrst. Ni pa znano, da so te vrste ekosistemov najbolj raznovrstne med vsemi (Smith, 2022).

1.2.2.2 Travišča zmerno toplega pasu

»Travišča so med vsemi glavnimi vrstami rastlinstva ena najbolj razširjenih na svetu« (Smith, 2023). Je območje, kjer med vegetacijo prevladuje skoraj neprekinjena površina trav. Zato se travišča pojavljajo v okoljih, ki so za rast trav primerna, ne pa tudi za višje rastline, kot so drevesa in grmovnice.

Travišča se med seboj razlikujejo, a večina travišč je, vsaj poleti, vroča in suha. Tropska travišča dobijo letno 500-1500 mm padavin, medtem ko travišča zmernih pasov še manj, povprečne letne temperature pa so med 15°C in 35°C, medtem ko so travišča zmernih pasov po navadi še nekoliko hladnejša. Travišča imajo po navadi sušno in dežno obdobje, pri čemer sušno obdobje traja kar do 8

mesecev. Med deževnim obdobjem se lahko pojavi tudi nestalen rečni tok na površju travišča. Prst na traviščih je drugačna od ostalih prsti, saj je temna in bogata z organskimi snovmi. Ta bogata prst lahko sega do 300 milimetrov v globino. Taka prst je sicer tipična za gozdove, a se tu pojavi zaradi velike količine odmrle trave. V globinah je prst večinoma bolj bleda in rumenkasta.

Na različnih delih sveta uspevajo različne vrste trav, posledično pa na drugih območjih živijo druge vrste živali. V Evraziji dominirajo vrste trave *Stipa*, najpogostejše živali, ki na teh traviščih prebivajo so glodavci, razširjeni so še posebej voluharji (Smith, 2023).

1.2.2.3 Gozdovi zmerno toplega pasu

Gozdovi se pojavljajo na območjih, kjer se temperature toplih mesecev povzpnejo nad 10°C in je letna količina temperatur nad 200 milimetri. V gozdovih zmerno toplega pasu najdemo oboje: iglavce in listavce na višjih geografskih širinah in samo listavce na nižjih. Rastline v teh gozdovih rastejo 100-200 dni, med njimi pa prevladujejo hrasti, breze, javorji in bukve.

Gozdovi zmerno toplega pasu imajo rjavo prst, ki je zaradi odmrlega listja bogata s hranili in manj prepustna, zato se ne izsuši hitro. Količina vode v prsti vpliva na rast rastlin in količino vlage v gozdu, zato rastline v gozdovih rastejo sorazmerno hitro. Gostota poraščenosti v gozdu vpliva na prepustnost svetlobe in dežja. Listi absorbirajo povprečno 60-90% svetlobe, pomembni pa so tudi, ker zaustavljajo hitrost dežnih kapelj, ki padejo na tla in s tem preprečujejo erozijo.

V gozdovih živi veliko živali zaradi zavetja, a s tem živali prispevajo k učinkovitemu kroženju snovi v naravi. Ptice, na primer, raznesejo semena, ki omogočajo nastanek nove rastline. Zato je gozd en najučinkovitejših ekosistemov (Tarmar, 1992).

1.2.2.4 Stepa

»Stepa je ekosistem, za katerega so značilna velika travišča brez dreves in malo raznoliko vegetacijo«(Costa, 2023). Stepe imajo tipično vroča poletja in hladne zime, ki delijo leto na dva kontrastna dela. Letna količina padavin je 250-300 mm letno, ravno količina padavin pa vpliva na vegetacijo habitata. Manj padavin pomeni puščavi podoben habitat, medtem ko pri večjih količinah padavin vegetacija savana ali pa že gozd. Stepe so najpogostejše travišča, zato imajo podobno vegetacijo, več je le sočnic, kot tudi prst- ta je po večini černo-zijom, rodovitna prst, ki nastane s posebnim razkrojem trave. Stepe so poseljene z velikim številom rastlinojedcev in njihovih plenilcev, ki so zaradi vegetacije dobro prilagojeni na selitveno življenje (Costa, 2023).

1.2.3 Mezokozmos

Mezokozmos je opredeljen kot »omejen in delno zaprt eksperiment, ki opazuje razliko med laboratorijem in resničnim svetov v znanosti o okolju« (Odum, 1984; Crossland and La Point, 1992; Bruckner idr., 1995). V mezokozmosu opazujemo vpliv enega dejavnika na spremembe, medtem ko so v realnosti ekosistemi obremenjeni z več kot enim dejavnikom naenkrat. Študija Univerze v Otagu (2012) pa je raziskovala vpliv treh različnih dejavnikov na ekosistem. Ugotovili so, da je vpliv več dejavnikov sočasno na ekosistem večji, kot pa seštevek posameznih dejavnikov ločeno. Tudi Ian T. Waterman je leta 2010 naredil raziskavo o vplivu dejavnikov, vpliv temperature in vrste avtotrofov v mezokozmostu z rastlinojedci (What we can learn from mesocosms – and how to create your own little world, b.d.).

O uporabi mezokozmosov v šoli ni objavljenih nobenih člankov ali literature. Prav tako so bile raziskave mezokozmosov v Sloveniji do sedaj redke.

1.2.4 Dejavniki, ki vplivajo na rast rastlin

1.2.4.1 Voda

»Voda je v naravi zelo razširjena spojina. Preko 74% Zemlje pokrivajo morja in oceani«(Tarman, 1992, str. 53).

Za organizme pa je voda pomembna kot njihov sestavni del, univerzalno topilo, v katerem potekajo biokemične reakcije, vir vodika in snov za transport snovi po telesu. »Rastline imajo okoli 85-90 % vode, v semenih je vode običajno manj kot 15 %« (Tome, 2006, str.70). Največ vode rastline izgubijo skozi listne reže, ki morajo biti odprte, saj skozi njih prihaja CO₂, ki ga potrebujejo za fotosintezo. Izgubo vode skozi reže imenujemo transpiracija, stanje organizma s podpovprečno količino vode v telesu pa dehidracija (Tome, 2006, str. 72).

Rastline pomagajo pri kroženju vode. Vodo potrebujejo za pridelavo hrane in jo nato s transpiracijo vrnejo nazaj v okolje (Goonick in Outwater, 2001, str. 14). V našem primeru se vodna para, ki je nastala s transpiracijo kondenzira na straneh kozarca in vrne v zemljo za ponovno uporabo. Voda v mezokozmosu kroži.

1.2.4.2 Svetloba

»Sončno sevanje obsega valovne dolžine od nekaj tisočin μm do več tisoč μm . Ekološko pomembne so valovne dolžine od 390 nm do 770 nm oz. vidna svetloba (Tarmar, 1992, str. 53). To je del valovanja, ki ga živali zaznavajo s kemoreceptorji, rastline pa uporabljajo za fotosintezo. Daleč najmočnejša svetloba prihaja neposredno od sonca, ponoči pa so pomembni viri sončnega sevanja odboji od lune in sevanja drugih zvezd. Za zelene rastline je sončna svetloba nenadomestljiv vir energije za fotosintezo. S povečanjem svetlobe se fotosinteza povečuje, dokler ne pride do zasičenja, ko se le-ta ustali. Če pa je svetlobe preveč, pa zaradi poškodb fotosintetskega aparata lahko pride do zmanjšanja fotosinteze. »Razlike med senčnimi in sončnimi rastlinami se na fiziološko-morfološki ravni kažejo na zgradbi listov, zgradbi kloroplastov, aktivnosti encimov ipd. Hitro povečanje obsevanje lahko senčni rastlini povzroči poškodbe« (Tome, 2006, str. 59).

1.2.4.3 Razkrojevalci

Rastline so občutljive na kemično in mikrobiološko kakovost prsti. Zaradi rasti je pri gojenju rastlin v vseh oblikah zaprtega prostora poraba hranilnih snovi iz zemlje tudi do trikrat večja kot pri gojenju rastlin na prostem. Radi pozabimo, da so tla živ sistem, ki potrebuje pravilno kroženje snovi. (Pre)pogosta obdelava tal, (pre)velika količina mineralnih gnojil in (pre)obilno zalivanje pogosto pripeljejo do poslabšane strukture tal. Posledica poslabšanja fizikalnih lastnosti tal pa je tudi poslabšanje njihovih kemičnih in bioloških lastnosti oziroma zmanjšanje plodnosti zemljišča. Tako lahko postanejo nekateri biogeni elementi za rastline manj dostopni (na primer NO₃ se reducira do NO₂, Fe³⁺ do Fe²⁺ ...). Poleg tega se poslabšajo tudi vodne in zračne lastnosti tal, predvsem se zmanjša prostornina por, kjer se nahaja kisik, ki je nujno potreben za življenje razkrojevalcev (Mršič, 1997).

»V številnih kopenskih ekosistemih več kot 90% celotne rastlinske biomase pade naravnost v razkrojevalno verigo. Začetni člen so stonoge, hrošči itd., ki večji odmrli organski material razgradijo na manjšega. Dokončni razkroj snovi iz organskih v anorganske snovi pa opravijo bakterije in glive«(Gonick in Outwater, 2001, str. 79). Razkrojevalci poskrbijo, da se snovi, ki so gradila živa bitja, spet vrnejo v obliko, dostopno rastlinam, le-te pa so osnova ekosistemske prehranjevalne verige (Mršič, 1997).

Zato je pri vzpostavljanju mezokozmosov potrebno poskrbeti, da vanj vnesemo razkrojevalce in da za njih ustvarimo dobre pogoje za življenje, kot so primerna temperatura, vlažnost in dovolj hranil (Mršič, 1997, str. 60).

1.3 Raziskovalno vprašanje

1. Katera vrsta rastlin je najprimernejša za uspevanje mezokozmosov?
2. Kakšni pogoji so najbolj primerni za uspevanje mezokozmosov?
 - Kolikšna količina vode je najprimernejša?
 - Kakšna količina svetlobe je najprimernejša?

1.4 Hipoteze

1. Vpliv različnih vrst rastline na uspevanje mezokozmosa
 - Pri opazovanju vpliva različnih vrst rastlin na uspevanje mezokozmosa predpostavljamo, da se bodo med rastlinami pojavile razlike v spremembi mase in številu novo zrastlih listov.
 - Zaradi hitre rasti predvidevamo, da bo imela *Tradescantia sp.* največjo spremembo mase in največje število novo zrastlih listov.
 - *Haworthia sp.* je sočnica in ima počasno rast, zato predvidevamo, da bo imela najmanjšo spremembo mase in najmanj novo nastalih listov.
2. Vpliv različnih dejavnikov na uspevanje mezokozmosa
 - Pri opazovanju vpliva količine vode na rast rastline v mezokozmosu bo najbolje uspeval *Hedera sp.*, ki smo ga zalili z največjo količino vode (35 ml), saj je *Hedera sp.* rastlina, ki zelo dobro uspeva v vlažnih, senčnih pogojih.
 - *Tradescantia sp.* dobro uspeva v vlažnih, senčnih pogojih, zato predvidevamo, da bodo bolje uspevali mezokozmosi, ki smo jih postavili na senčno stran, kot tisti, ki smo jih postavili na sončno stran.

2 METODOLOGIJA

2.1 Material in pripomočki

- zemlja za rože (proizvajalec Gramoflor, 20 litrov)
- kompost
- vrtna zemlja
- majhni kamni
- kozarci za vlaganje 1,5l
- rastline
 1. bršljan (*Hedera sp.*)
 2. tradescancija (*Tradescantia sp.*)
 3. havortija (*Haworthia sp.*)
 4. žafran (*Crocus sp.*)
 5. kosmuljka (*Chlorophytum sp.*)
- voda
- tehtnica (proizvajalec Kern, verzija 3.1, 11/2009)
- čaše
- posoda za pripravo zemlje
- lopatka
- listki in pisalo za označitev kozarcev

2.2 Opis dela

2.2.1 Priprava mezokozmosov

Na začetku smo pripravile vse pripomočke in materiale, ki smo jih potrebovale za izdelavo mezokozmosov. Na dno vsakega kozarca smo natresle 100g majhnih kamnov za drenažo, z namenom, da namočena zemlja ne bi predstavljala tveganja za razvoj plesni in da bi imeli razkrojevalci kljub temu dovolj vlage in kisika. V posodi smo naredile mešanico prsti, ki smo jo nato dodale v kozarce na drenažo. Mešanico prsti smo pripravile tako, da smo v polovico posode dodale zemljo za presajanje, v eno četrtno posode smo dodale kompost in v naslednjo četrtno posode vrtno zemljo. Vse skupaj smo dobro premešale. V vsak kozarec smo dodale 150 g mešanice prsti. Za vsako spremenljivko smo pripravile pet ponovitev.

2.2.2 Vpliv različnih vrst rastlin na uspevanje mezokozmosa

Pri opazovanju vpliva različnih vrst rastlin na uspevanje mezokozmosa smo izbrale pet različnih vrst rastlin: *Tradescantia sp.*, *Haworthia sp.*, *Chlorophytum sp.*, *Crocus sp.* In *Hedera sp.* Pred zasaditvijo smo vsako rastlino posebej stehtale in preštale število listov. Nato smo vsako vrsto rastlin posadile v pet kozarcev. Dodale smo 35 ml vode in kozarce zaprle. Kozarce smo nato postavile na okensko polico v učilnici, ki gleda na vzhod (sončna stran).

2.2.3 Vpliv različnih dejavnikov na uspevanje mezokozmosa

Za opazovanje različnih pogojev na uspevanje mezokozmosov smo uporabile bršljan in tradescancijo. Kozarce smo pripravile enako kot pri prvem poskusu. Prav tako smo vsako rastlino pred zasaditvijo stehtale in preštale število listov.

2.2.3.1. Vpliv količine vode na uspevanje mezokozmosov

Za poskus, kjer smo spremljale vpliv začetne količine dodane vode, smo izbrale rastlino bršljan, saj se je v prvotnem poskusu izkazala za najbolj stabilno. Vrednosti začetne količine dodane vode, ki smo si

jo izbrale so bile 5 ml, 20 ml in 35 ml. Vse kozarce smo nato zaprle in jih postavile na okensko polico v učilnici, ki gleda na vzhod (sončna stran).

2.2.3.1. Vpliv količine svetlobe na uspevanje mezokozmosov

Drugi dejavnik oziroma druga neodvisna spremenljivka, ki smo jo spremljale, je bila količina svetlobe, ki jo rastlina oziroma celoten mezokozmos dobi preko celega dneva. Za ta poskus smo uporabile tradeskancijo. Kozarce smo po zasaditvi zaprle in jih postavile na severozahodno stran učilnice (senčno stran) in vzhodno stran učilnice (sončna stran).



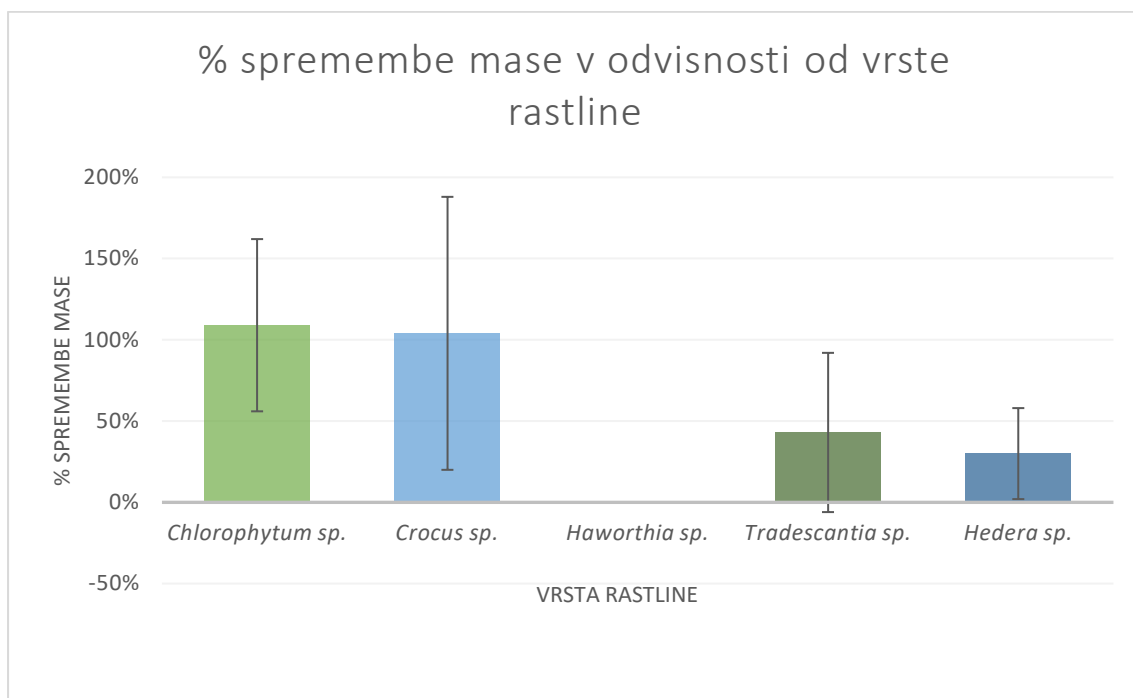
Slika 2: Pripravljene, a še odprti mezokozmosi Hedere sp.



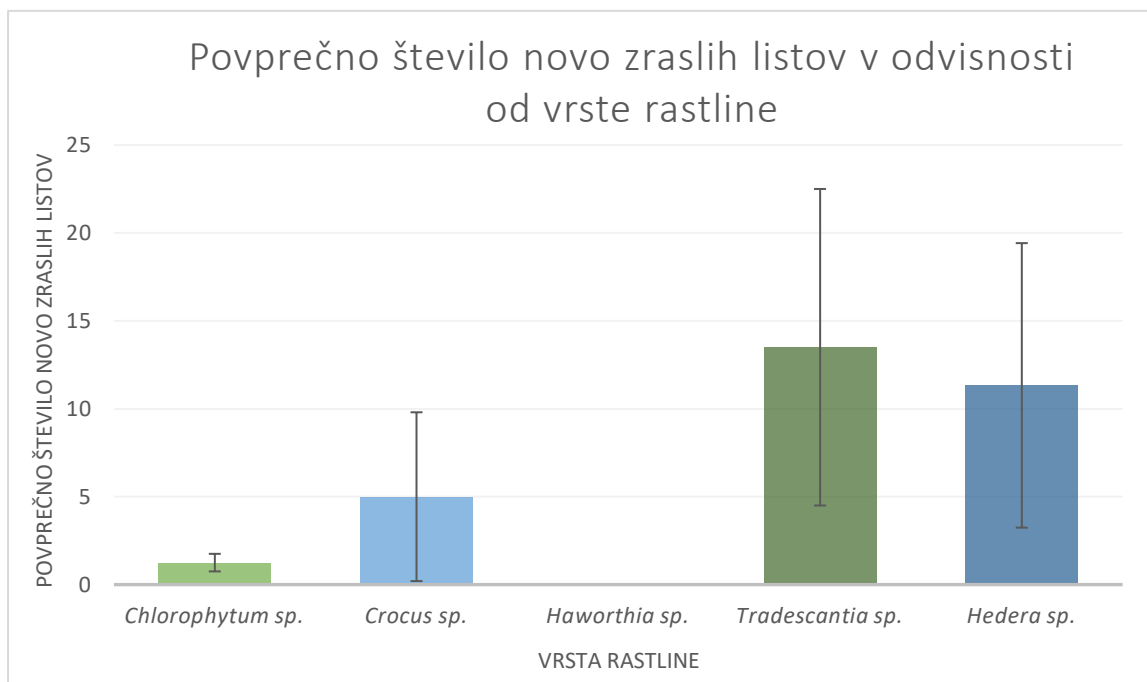
Slika 3: Rastline Crocus sp. po enem mesecu v mezokozmosu

3 REZULTATI

3.1 Vpliv različnih vrst rastlin na uspevanje mezokozmosov

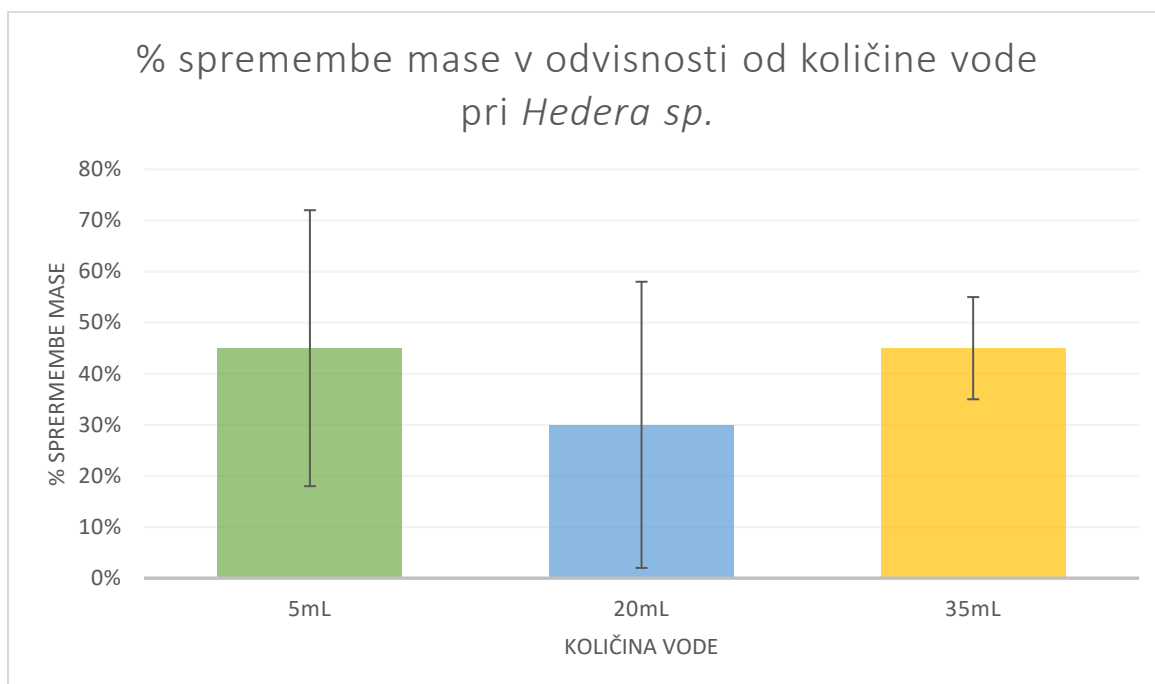


Graf 1: graf % spremembe mase v odvisnosti od vrste rastline

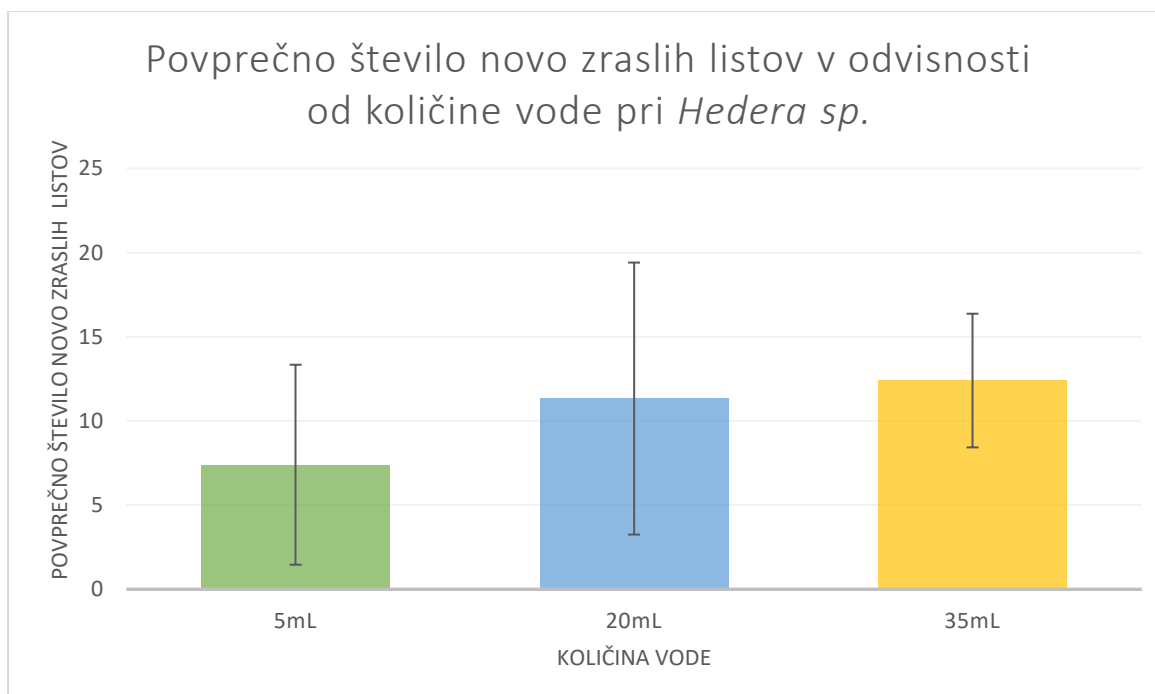


Graf 2: graf povprečnega števila novo zraslih listov v odvisnosti od vrste rastline

3.2 Vpliv količine vode na uspevanje mezokozmosov

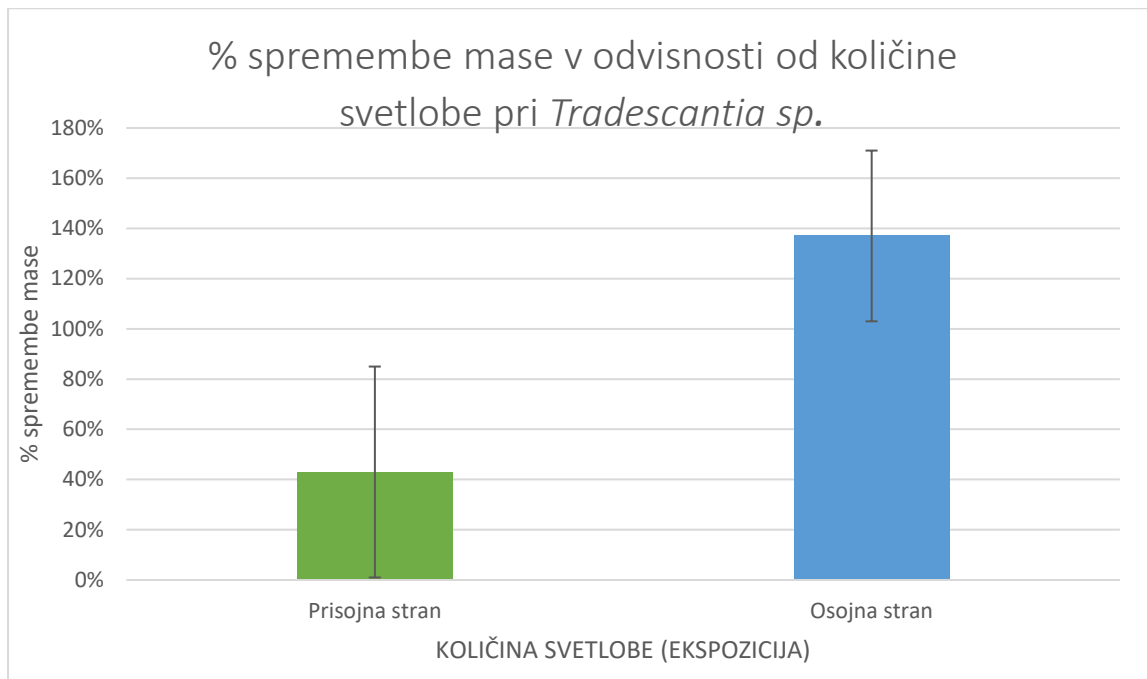


Graf 3: graf % spremembe mase v odvisnosti od količine vode pri *Hedera sp.*

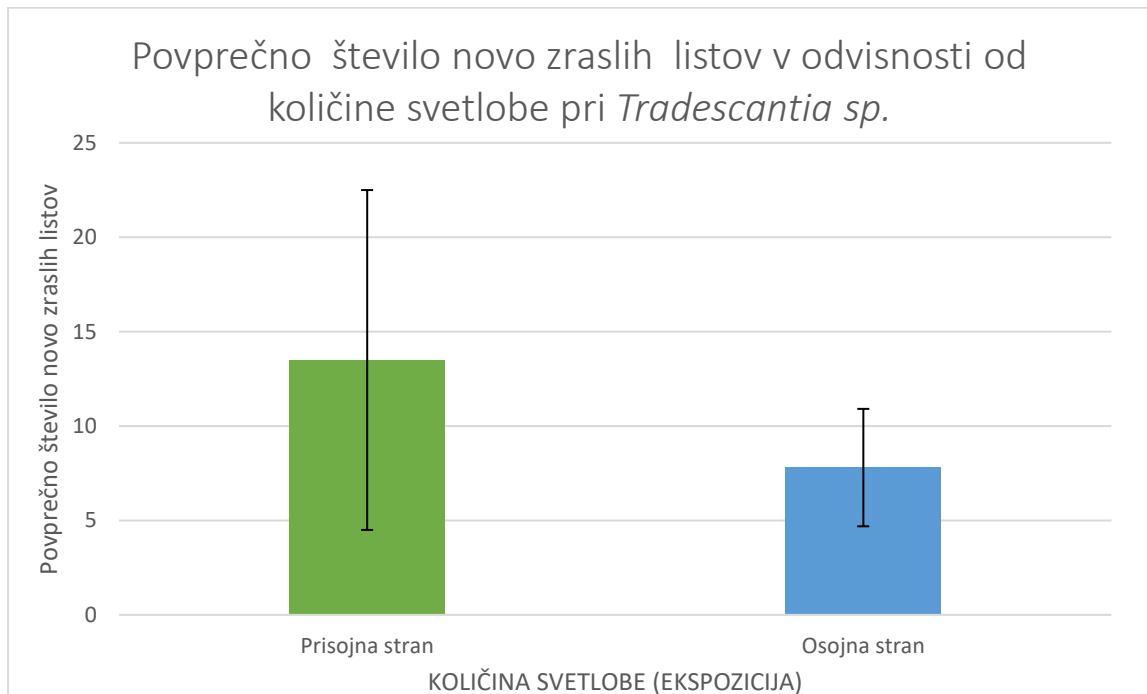


Graf 4: graf povprečnega števila novo zraslih listov v odvisnosti od količine vode pri *Hedera sp.*

3.3 Vpliv količine svetlobe na uspevanje mezokozmosov



Graf 5: graf % spremembe mase v odvisnosti od količine svetlobe pri *Tradescantia sp.*



Graf 6: graf povprečnega števila novo zraslih listov v odvisnosti od količine svetlobe pri *Tradescantia sp.*

4 RAZPRAVA

4.1 Vpliv različnih vrst rastlin na uspevanje mezokozmosa

Graf 1: Vpliv različnih vrst rastlin na % spremembe mase

Graf prikazuje procentualno spremembo mase rastlin v obdobju dveh mesecev po zasaditvi. Na grafu opazimo, da je prišlo do razlik v spremembi mase med različnimi vrstami rastlin. Ti rezultati podpirajo našo hipotezo. Izbrale smo si namreč rastline, ki so si med seboj zelo različne v okolijskih zahtevah in morfoloških značilnostih.

Največjo spremembo mase smo izmerile pri *Chloropyhtum sp.* Gre za hitrorastočo trajnico, prilagojeno na raznolike razmere, kar se je pokazalo tudi v našem poskusu.

Drugo največjo spremembo mase smo zabeležile pri *Crocus sp.* Vse čebulice so vzkli in se zelo dobro zakoreninile, na račun tega smo izmerile veliko spremembo v masi. Izkazalo pa se je, da je bila za njih začetna količina dodane vode prevelika, saj so začele gniti, morda je gnitje pospešila udi previsoka temperatura v razredu. *Crocus sp.* bolje uspeva na hladnih temperaturah in svežem zraku (Chapman, Davudson in Martin, 1974), česar v učilnici poleg radiatorja in zaprtih oken nismo morale zagotoviti. Tako menimo, da so ti dejavniki skupaj z mogoče prekomerno količino vode povzročili gnitje. Tako bi bil *Crocus sp.* primeren za prikaz spomladanskega mezokozmosa na nižjih temperaturah, bi ga pa bilo potrebno postaviti na zunanost okenskih police.

Tradescancija je dosegla manjšo spremembo mase, kot smo pričakovale in se ne sklada z našo hipotezo. Tudi tu sta nam dva primerka zgnila. Ker je vlagoljubna rastlina, je možno, da je imela rastlina premalo vode. Druga razlaga za manjšo rast pa bi lahko bila rast na sončni strani, saj smo ta del poskusa postavili na prisojno stran učilnice, tradescancija pa je senčna rastlina (glej graf 5). Morda se ni dobro razvila tudi zaradi slabega ukoreninjenja, saj nimamo veliko izkušenj s potikanjem rastlin.

Še manjši odstotek spremembe mase je imela *Hedera sp.*, kar nas je zelo presenetilo, saj naj bi imela hitro rast (Longman, 1990, str. 106) in smo tako menile, da bo v kratkem časovnem roku veliko zrasla. Kvalitativno pa smo opazile, da je bršljan zelo dobro uspeval in zelo stabilno rasel, saj ni propadla nobena rastlina. Res pa je, da ne mara prevročih okoliščin in je možno, da mu lokacija ob radiatorju in prisojni strani učilnice ni ugajala. Možno tudi, da je bilo premalo vlage, saj je zelo vlagoljubna rastlina (Longman, 1990, str. 106).

Pri rastlini *Haworthia sp.* nismo dobile podatkov. Kljub temu, da živi v sušnih in stalno spreminjajočih pogojih (hladno/vroče, obdobja dolgih suš/obdobja močnega dežja) (Janet, 2014, str. 72-74), so vse rastline propadle. Ker ima počasno rast, nismo pričakovale velike spremembe mase rastlin (Tome, 2006, str. 73). Ker sočnice zadržujejo v tkivih veliko vode, jim vlažno okolje ne odgovarja za uspešno rast, tako so na primer mezokozmosi s takimi pogoji za rast, kot smo jih postavile me, neprimerni za rast havortije. Mogoče bi rastline bolje uspevale ob manjši količini vode, kar bi bila ena izmed možnih izboljšav oziroma predlogov dodatnih raziskav. Poleg tega ji ni ustrezala naša mešanica prsti, raje ima peščeno prst. Zemlje in vode nismo smele spreminjati in prilagajati rastlini, saj tako te ne bi predstavljali več kontroliranih spremenljivk. Če bi imela prave pogoje, bi bila ta rastlina primerna za prikaz puščavskih mezokozmosov.

Graf 2: Vpliv različnih vrst rastlin na število novo zraslih listov.

Graf prikazuje povprečno število novo zraslih listov rastlin, ki smo jih za dva meseca posadile v mezokozmos. Vidimo, da se število novo zraslih listov med različnimi vrstami razlikuje.

Največ novih listov smo preštele na tradeskanciji, kar nakazuje na uspešno rast, so pa bili listi še majhni in zato število novih listov na spremembo mase ni imelo takega vpliva (glej graf 1).

Veliko novo zraslih listov smo zabeležile tudi pri bršljanu, ki se je izkazala za zelo stabilno rastlino, saj nobena izmed posajenih rastlin ni propadla. Verjetno bi v daljšem časovnem obdobju našli še več novo zraslih listov, procentualno pa bi se povečala tudi sprememba mase.

Pri žafranu smo v mezokozmos zasadile čebulice in so se v tem časovnem obdobju najprej morale dobro zakoreniniti, potem pa so začele poganjati nove liste. To je verjetno razlog v manjšem številu prešteti listov, morda tudi neustreznost pogojev postavitve mezokozmosa (temperatura).

Podobno se je na račun povečanja koreninskega sistema povečala sprememba mase tudi pri *Chlorophytum sp.*, zaradi majhnega časovnega poteka poskusa pa rastlina še ni uspela narediti večjega števila listov in zato iz rezultatov ne moremo trditi, da ne bi bila uspešna za uspešno delovanje mezokozmosa.

Ponovno za havortijo nismo dobile podatkov, saj smo jo posadile v neprimerno okolje v katerem ni mogla uspevati.

4.2 Vpliv količine vode na uspevanje mezokozmosov

Graf 3: Vpliv količine vode na % spremembe mase pri *Hedera sp.*

Graf prikazuje, kako količina vode vpliva na rast vlagoljubnega bršljana, in sicer prikazuje procentualno spremembo mase rastline, ki smo jo za dva meseca posadile v mezokozmos. Vidimo, da sprememba mase bršljana pri različnih količinah vode variira.

Največjo spremembo mase so imele rastline z največjo količino vode, kar se tudi sklada z viri (Longman, 1990), vendar ta razlika z rastlinami z najmanjšo količino dodane vode ni bila velika. Presenetilo nas je, da so zelo dobro uspevale rastline z najmanjšo začetno dodano količino vode. K veliki razliki v masi pri najmanjši začetni dodani vodi je prispeval predvsem dobro razvit koreninski sistem, s katerim si je rastlina želela zagotoviti vso dostopno vodo v mezokozmosu. Možno je, da smo zajele premajhen vzorec rastlin in se razlika v rasti ni dovolj poznala. Je pa bršljan zelo trpežna rastlin, ki je dobro prilagojena tudi na manjšo količino vode. Ne glede na različno količino dodane vode noben od bršljanov ni zgnil ali se posušil, kar kaže na zelo zanesljivo izbiro rastline za uspevanje mezokozmosa. Med grafoma z najmanjšo količino dodane vode in največjo količino vode ni velikih razlik, tudi če pogledamo še napake, vidimo, da imajo bršljani z največjo količino dodane vode najmanjši odklon in je tako imela večina rastlin zelo dobro rast.

Graf 4: Vpliv količine vode na število novo zraslih listov pri *Hedera sp.*

Graf prikazuje kako količina vode vpliva na rastlinsko sposobnost poganjanja novih listov. Vidimo, da je količina začetne dodane vode vplivala na število novo zraslih listov. Najmanj novih listov so pognale rastline z najmanjšo količino dodane vode.

Iz grafa lahko razberemo, da ima večja količina vode pozitiven vpliv na rast bršljana, saj je le-ta vlagoljubna rastlina (Longman, 1990). Bršljan z 35 ml dodane vode je povprečju pognal največ listov.

Ne skladanja oz. razlike med grafoma 3 in 4, torej med spremembo mase in spremembo števila novo zraslih listov pri bršljanu, predvsem pri 5 ml dodane vode si lahko razlagamo z ukoreninjenjem, saj se je procent spremembe mase povečal na račun koreninskega sistema, za razvoj listov pa bi morali poskus izvajati dalj časa.

4.3 Vpliv količine svetlobe na uspevanje mezokozmosov

Graf 5: Vpliv količine svetlobe na % spremembe mase pri *Tradescantia sp.*

Graf prikazuje vpliv količine svetlobe na % spremembe mase pri *Tradescantiji sp.* in posledično na rast rastline. Vidimo, da se je sprememba mase na osojni strani precej večja kot pri rastlinah, zraslih na prisojni strani.

Tradescantija je senčna rastlina, zato je rezultat v skladu z našimi pričakovanji in viri (Longman, 1990, str. 103). Na senčni strani ima tradescantija največji procent spremembe mase od vseh testiranih rastlin, kar znaša kar 137% povečanje mase. Pri rastlinah na prisojni legi so trije vzorci zgnili, medtem ko pri tradescantijah na osojni strani pri nobeni od rastlin nismo opazile težav pri rasti. Predvsem bi priporočale gojenje tradescantije kot zelo zanesljive rastline na osojnih legah okenskih polic učilnic.

Graf 6 : Vpliv količine svetlobe na število novo zraslih listov pri *Tradescantia sp.*

Graf prikazuje, kako količina svetlobe vpliva na povprečno število novo zraslih listov pri tradescantiji. Na grafu vidimo presenetljiv rezultat, saj smo večje število novo zraslih listov zabeležile pri rastlinah, ki so rasle na osojni strani, kar ne ustreza navedbam v literaturi (Longman, 1990, str. 103).

Večina rastlin na sončni strani učilnice je zgnila in smo zato imele manjši vzorec rastlin. Poleg tega pa smo pri rastlinah šteli zraven tudi posušene ter zgnile liste. Tu torej mislimo, da je vzrok za ne skladanja s spremembo mase in številom novo nastalih listov predvsem naša napaka pri napačnem šteju listov. Tudi napaka na grafu prikazuje velik odklon med rezultati na prisojni strani, saj nam je le ena rastlina pognala veliko novih listov, druge pa le po dva ali sploh ne.

5 ZAKLJUČEK

Mezokozmos je zaprt in samooskrben ekosistem, v katerem skušamo vzpostaviti najbolj dobre pogoje za uspevanje ekosistema in ujeti občudovanja vredno harmonijo narave. Uporabljamo ga lahko kot okras za različne vrste prostorov, če nam zalivanje ne gre od rok ali pa ga lahko uporabljamo kot učni pripomoček, s katerim lahko prikažemo kroženje snovi in energije v naravi in povezanost ter soodvisnost organizmov drug od drugega.

Pri raziskovanju, pisanju in eksperimentiranju pri naši raziskovalni nalogi smo se vse naučile veliko novega. Spoznale smo nove rastlinske vrste, raziskale razlike med sončnimi in senčnimi rastlinami, značilnosti različnih ekosistemov in kako soodvisni smo organizmi drug od drugega. Po drugi strani pa smo spoznale kako samostojne so rastline kot avtotrofni organizmi ter kako so nekatere zelo prilagodljive na velike spremembe v okolju in na poseganje človeka v njihov habitat.

Rezultati naše raziskovalne naloge podpirajo ali ne podpirajo naslednje hipoteze:

1. Vpliv različnih vrst rastlin na uspevanje mezokozmosa

- Pri opazovanju vpliva različnih vrst rastlin na uspevanje mezokozmosa predpostavljamo, da se bodo med rastlinami pojavile razlike v spremembi mase in številu novo zraslih listov.

→ Rezultati postavljeno hipotezo podpirajo.

- Zaradi hitre rasti predvidevamo, da bo imela *Tradescantia sp.* največjo spremembo mase in največje število novo zraslih listov.

→ Rezultati hipotezo delno podpirajo. Tradescantija je imela največje število novo zraslih listov, ni pa imela največje spremembe mase.

- *Haworthia sp.* je sočnica in ima počasno rast, zato predvidevamo, da bo imela najmanjšo spremembo mase in najmanj novo nastalih listov.

→ Hipoteze nismo mogle preveriti, saj so nam rastline te vrste v poskusu propadle.

2. Vpliv različnih dejavnikov na uspevanje mezokozmosa

- Pri opazovanju vpliva količine vode na rast rastline v mezokozmosu bo najbolje uspeval *Hedera sp.*, ki smo ga zalili z največjo količino vode (35 ml), saj je *Hedera sp.* rastlina, ki zelo dobro uspeva v vlažnih, senčnih pogojih.

→ Rezultati hipotezo delno podpirajo. Zaradi počasne rasti in dobre prilagodljivosti rastline so vse rastline bršljana dobro rasle, odstotek povišanja mase je šel pri manjši količini vode na račun koreninskega sistema, pri večji količini vode pa na račun večjega števila listov.

- *Tradescantia sp.* dobro uspeva v vlažnih, senčnih pogojih, zato predvidevamo, da bodo bolje uspevali mezokozmosi, ki smo jih postavili na senčno stran, kot pa mezokozmosi, ki smo jih postavili na sončno stran.

→ Rezultati hipotezo delno podpirajo. Rastline na senčni strani so imele večji procent spremembe mase, vendar so imele rastline na sončni strani večje število novo zraslih listov, kar je bila verjetno posledica našega napačnega štetja listov.

Polega novega naravoslovnega znanja pa smo nabrale tudi veliko delovnega znanja. Naučile smo se napisati raziskovalno nalogo, skupinskega dela ter da ni nujno, da vsak poskus prinese željene rezultate. Posledično smo spoznale lastne napake pri eksperimentiranju in prišle do predlogov za nadaljnje raziskave.

Navedle bi nekaj pomanjkljivosti in možne izboljšave:

- Prva pomanjkljivost je bila pomanjkanje časa. Če bi imele več časa, bi poskus spremljale dalj časa in prišle do bolj zanesljivih podatkov o obstojnosti mezokozmosa.
- Za vsako poskus bi potrebovale večji vzorec rastlin, da bi bil rezultat bolj zanesljiv.
- Kozarcev ne bi smele imeti ob radiatorjih in občasno ob odprtih oknih pozimi, še posebej ne pri toploljubnih rastlinah.
- Med seboj bi morale primerjati rastline s podobnimi okolijskimi zahtevami in jim prilagoditi predvsem količino dodane vode.
- Morda bi lahko uporabile večje kozarce vode, da bi se rastline lahko bolj uspešno ukoreninile.

Kljub določenim napakam in pomanjkljivostim naše naloge smo mnenja, da smo dosegle namen naloge in da mezokozmosi predstavljajo odlično novost v našem prostoru bodisi kot učni pripomoček ali le zgolj okras naših okenskih polic. Mezokozmosi so v slovenskem raziskovalnem prostoru še precejšnja novost, zato vsekakor nudijo veliko potenciala v raziskovalnem in estetskem smislu.

Ob raziskovanju so se nam porodila nova vprašanja ter nove ideje za nadaljevanje raziskave:

- preučevanje uspevanja mezokozmosov z več vrstami rastlin skupaj s podobnimi okolijskimi zahtevami (primer bršljan in tradescancija skupaj v mezokozmosu),
- ustvarjanje mezokozmosov, ki predstavljajo določen ekosistem v naravi in vanj vsadile več rastlin ter tako resnično prikazovale določen ekosistem ter košček sveta, ki ga od doma mogoče ne moraš videti. To bi bilo predvsem uporabno kot učni pripomoček.
- Lahko bi spremljali več različnih dejavnikov, ki vplivajo na uspevanje mezokozmosov: temperatura, vrsta prsti, količina prsti, količina in vrsta razkrojevalcev,....

Namen raziskovalne naloge je bil dosežen. Mezokozmosi so se izkazali za odličen učni pripomoček pri pouku biologije in ostalih naravoslovnih predmetih. Prav tako z zeleno prisotnostjo ustvarjajo prijetno delovno okolje. Ponujajo pa širok spekter možnosti nadaljnjih raziskav, ki jih je v slovenskem šolstvu na to temo še zelo malo.

6 Viri:

6.1 Viri knjig:

- Bayer, M.B. (1982). The new Hawortia Handbook. Univerza v Michiganu: National Botanic Gardens of South Africa.
- Dr. Mršič, N. (1997). Živali naših tal: Uvod v pedozologijo – sistematika in ekologija s splošnim pregledom talnih živali (str. 60). Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.
- Gonick, L. in Outwater, A. (2001). Okolje v stripu (str. 14, 79). Ljubljana: Tehniške založbe Slovenije.
- Jablonka idr. (2008). Koncept ekosistema. V Ekosistemi – povezanost živih sistemov (str.44-45). Ljubljana: Zavod RS za šolstvo.
- Janet, M. (2014). Velika ilustrirana enciklopedija: Rastline (str. 72-74). Ljubljana: Mladinska knjiga.
- Longman, D. (1990). Nega sobnih rastlin (str. 182, 183, 186). Ljubljana: Mladinska knjiga.
- Odum, E.P. (1984). The Mesocosm. Oxford: Oxford university press.
- Petauer, F. (1993). Leksikon rastlinskih bogastev (str. 157, 235, 582). Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.
- Pilbeam, J. (1983). Haworthia and astroloba. London: Timber Times.
- Tarmar, K. (1992). Osnove ekologije in ekologija živali (str. 53). Ljubljana: Državna založba Slovenije.
- Tome, D. (2006). Ekologija organizmi v prostoru in času (str. 70, 72, 73, 59). Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.

6.2 Viri člankov

Chen, Y., Huand, J., Hou, T. In Pam, I. (2019). Effects of light intensity and plant growth regulators on callus proliferation and shoot regeneration in the ornamental succulent Haworthia. Bot stud, 60(10), 12-12. Pridobljeno s <https://as-botanicalstudies.springeropen.com/articles/10.1186/s40529-019-0257-y>

Crossland, N. O., La Point, T. W. (1992). The design of mesocosm experiments. Environmental Toxicology and Chemistry, 11, 1-4. Pridobljeno s [The design of mesocosm experiments - Crossland - 1992 - Environmental Toxicology and Chemistry - Wiley Online Library](#)

Kwak, J.I., An, Y. (2016). Environmental research: The current state of the art in research on engineerd nanomaterials and terrestrial environment: Diffrent-scale approach. Science direct, 151,

368-382. Pridobljeno s [The current state of the art in research on engineered nanomaterials and terrestrial environments: Different-scale approaches - ScienceDirect](#)

6.3 Viri spletnih strani

Costa, D. (16. 2. 2023). Encyclopedia Britannica : "steppe". Pridobljeno 20. 1. 2023 s <https://www.britannica.com/science/steppe-grassland>

Crocus sativus. (b.d.). Na [plants.ces.ncsu.edu](https://plants.ces.ncsu.edu/plants/crocus-sativus/). Pridobljeno 18. 1. 2023 s <https://plants.ces.ncsu.edu/plants/crocus-sativus/>

Graveson, R., Rojas-Scandoval, J. In Acevedo-Rodriguez, P. (b.d.). Tradescantia zebrina (wandering jew). Pridobljeno 19. 1. 2023 s <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.110354>

Havortija. (b.d.). Na www.vrtnicenter.si. Pridobljeno 21. 1. 2023 s <https://www.vrtnicenter.si/ponudba/rastline/zelene-sobne-rastline/havortija>

Jošas, J. (b.d.). Živikasta kosmulja k nam prihaja iz južne Afrike. Pridobljeno 18. 1. 2023 s <https://www.bodieko.si/zivikasta-kosmuljka>

Smith, J. M.B. (10. 11. 2022). Encyclopedia Britannica: "tropical rainforest". Pridobljeno s 20. 1. 2023 s <https://www.britannica.com/science/tropical-rainforest>

Smith, J. M.B. (10. 2. 2023). Encyclopedia Britannica : "grassland". Pridobljeno 20. 1. 2023 s <https://www.britannica.com/science/grassland>

The Editors of Encyclopaedia. (6. 1. 2023). Encyclopedia Britannica : "forest". Pridobljeno 20. 1. 2023 s <https://www.britannica.com/science/forest>

Vanzile, J. (11. 06. 2021). How to grow Hawortia. Pridobljeno 21. 1. 2023 s <https://www.thespruce.com/grow-haworthia-succulents-1902980>

What can we learn from mesocosms – and how to create your own little world. (b.d.). Na www.epa.govt.nz. Pridobljeno 20. 1. 2023 s <https://www.epa.govt.nz/community-involvement/science-corner/mesocosms/>

6.4 Viri slik

Slike 1, 2 in 3 so avtorske.