

Mladi za napredek Maribora 2018
36. srečanje

**VPLIV TEMPERATURE NA RAZPOREDITEV TREH
RAZLIČNIH VRST MOKRIC (*Porcellio scaber*, *Armadillidium
vulgare*, *Trachelipus rathkii*) V TEMPERATURNIH ORGLAH**

Raziskovalno področje: biologija

Raziskovalna naloga

Prostor za nalepko

Avtor: JANITA BARBER

Mentor: BERNARDA DEVETAK

Šola: II. GIMNAZIJA MARIBOR

Število točk: 146

Mesto: 4

Priznanje: srebrno

Maribor, januar 2019


Mladi za napredek Maribora 2018
36. srečanje

**VPLIV TEMPERATURE NA RAZPOREDITEV TREH
RAZLIČNIH VRST MOKRIC (*Porcellio scaber*, *Armadillidium
vulgare*, *Trachelipus rathkii*) V TEMPERATURNIH ORGLAH**

Raziskovalno področje: biologija

Raziskovalna naloga

Prostor za nalepko



Maribor, januar 2019

ZAHVALA

Za mentorstvo in pomoč pri delu bi se rada zahvalila svoji mentorici.

Zahvalila bi se rada tudi Fakulteti za naravoslovje in matematiko v Mariboru, kjer sem si izposodila merilno napravo, s katero sem opravila eksperimentalni del svoje naloge.

Zahvale gredo tudi vsem, ki imajo na področju, ki sem ga jaz raziskovala, že bogate izkušnje in so bili z mano pripravljeni deliti nekaj nasvetov. Zahvaljujem se profesorju Fakultete za naravoslovje in matematiko v Mariboru za pomoč pri določanju vrst kočičev nabranih na različnih lokacijah.

Zahvalila bi se rada tudi vsem, ki so mi pomagali pri iskanju in nabiranju kočičev.

KAZALO VSEBINE

KAZALO VSEBINE	4
KAZALO SLIK.....	5
KAZALO GRAFIKONOV.....	6
KAZALO PREGLEDNIC	6
KAZALO PRILOG	8
POVZETEK	9
1. UVOD	10
1.1. Namen in cilji.....	10
1.2. Raziskovalno vprašanje in hipoteze.....	10
1.3. Predvidena nova spoznanja.....	10
2. TEORETIČNE OSNOVE IN REZULTATI DOSEDANJIH RAZISKAV.....	11
2.1. Značilnosti in zgradba telesa.....	11
2.1.1. Zgradba telesa.....	11
2.1.2. Levitev	15
2.1.3. Prilagoditev organizmov na vlago.....	15
2.1.4. Obramba pred plenilci	15
2.1.5. Prilagojenost na življenje na kopnem	15
2.1.4. Razmnoževanje in razvoj	16
2.1.5. Način življenja, pomen v tleh in razširjenost ter ekologija	16
2.2. Sistematika	18
2.3. Ekološko-morfološki tipi mokric.....	19
2.4. Pogoste vrste v Sloveniji.....	20
2.5. Zanimivosti.....	25
2.6. Rezultati dosedanjih raziskav.....	26
3. METODOLOGIJA DELA.....	27
4. REZULTATI	30
5. INTERPRETACIJA REZULTATOV.....	34
6. ZAKLJUČEK.....	37
6.1. Povzetek rezultatov, nova spoznanja in ugotovitve.....	37
6.2. Pravilnost hipotez.....	37
6.3. Ali je bil namen dosežen?	38
6.4. Odprta vprašanja in ideje za nadaljnje delo	38
6.5. Družbena odgovornost.....	38
PRILOGE.....	39
VIRI IN LITERATURA.....	41

KAZALO SLIK

Slika 1: vzdolžni prerez telesa kočiča (vir: skenirano iz knjige Živali naših tal).....	13
Slika 2: telo kočiča (vir: skenirano iz knjige Živali naših tal)	14
Slika 3: ekološko – morfološki tipi mokric (vir: skenirano iz revije Proteus, 2005).....	19
Slika 4: <i>Armadillidium vulgare</i> (vir: avtorska slika)	20
Slika 5: <i>Trachelipus rathkei</i> (vir: avtorska slika)	20
Slika 6: <i>Porcellio scaber</i> (vir: https://goo.gl/WLcSoR (27.1.2019)).....	21
Slika 7: <i>Cylisticus convexus</i> (vir: https://goo.gl/8Mmdgo (27.1.2019))	21
Slika 8: <i>Porcellio spinicornis</i> (vir: https://goo.gl/noZG6n (27.1.2019))	21
Slika 9: <i>Porcellionides pruinosus</i> (vir: https://goo.gl/r3Zyq4 (27.1.2019))	22
Slika 10: <i>Platyarthrus hoffmansseggii</i> (vir: https://goo.gl/g2R69K (27.1.2019)).....	22
Slika 11: <i>Ligia italica</i> (vir: https://goo.gl/XGAN1c (27.1.2019))	22
Slika 12: <i>Ligidum hypnorum</i> (vir: https://goo.gl/QW9c2V (27.1.2019)).....	23
Slika 13: <i>Oniscuss asellus</i> (vir: https://goo.gl/iC5DM3 (27.1.2019))	23
Slika 14: <i>Androniscus roseus</i> (vir: https://goo.gl/vP2U4N (27.1.2019)).....	23
Slika 15: <i>Tithanethes albus</i> (vir: https://goo.gl/G1eBFp (27.1.2019))	24
Slika 16: <i>Mesidotae entomon</i> (vir: https://goo.gl/RmhqbD (27.1.2019)).....	24
Slika 17: <i>Cymothoidae</i> (vir: https://goo.gl/vB64re (27.1.2019))	24
Slika 18: posode v katerih so živali osebki v času testiranja (vir: avtorska slika).....	27
Slika 19: temperaturne orgle (vir: avtorska slika)	28
Slika 20: Pokrite temperaturne orgle (vir: avtorska slika).....	28
Slika 21: Skupina kočičev v temperaturnih orglah (vir: avtorska slika)	28
Slika 22: vrsta 1 (pod Piramido, Maribor) – <i>Porcellio scaber</i> (vir: avtorska slika)	29
Slika 23: vrsta 2 (Gornji Grad) – <i>Armadillidium vulgare</i> (vir: avtorska slika).....	29
Slika 24: vrsta 3 (Zgornji Boč) – <i>Trachelipus rathkii</i> (vir: avtorska slika)	29
Slika 25: vrsta 4 (Radizel) - <i>Trachelipus rathkii</i> (vir: avtorska slika)	29
Slika 26: vrsta 5 (Nazarje) - <i>Trachelipus rathkii</i> (vir: avtorska slika)	29

KAZALO GRAFIKONOV

Graf 1: Delež osebkov vrste 1 v posameznem temperaturnem območju v odvisnosti od temperature	31
Graf 2: Delež osebkov vrste 2 v posameznem temperaturnem območju v odvisnosti od temperature	31
Graf 3: Delež osebkov vrste 3 v posameznem temperaturnem območju v odvisnosti od temperature	32
Graf 4: Delež osebkov vrste 4 v posameznem temperaturnem območju v odvisnosti od temperature	32
Graf 5: Delež osebkov vrste 5 v posameznem temperaturnem območju v odvisnosti od temperature	33
Graf 6: Delež osebkov vseh petih vrst v posameznem temperaturnem območju v odvisnosti od temperature	33

KAZALO PREGLEDNIC

Tabela 1: Podatki o vseh petih nabranih skupinah kočičev	30
Tabela 2: povprečne temperature v posameznih območjih temperaturnih orgel	30

KAZALO PRILOG

Priloga 1: označena območja kjer so bili nabrani naši primerki	39
Priloga 2: tabela z vsemi rezultati in izračuni meritev	39
Priloga 3: tabela z vsemi podatki o temperaturah v temperaturnih orglah	40

POVZETEK

Kočiči so kopenski raki enakonožci, ki so razširjeni po celem svetu, med drugim tudi v Sloveniji. Živijo v različnih okoljih, kjer morajo biti njim ustrezne temperature, vlaga, pH tal, svetloba, vrsta prsti in ostali dejavniki. Kočičem se drugače reče tudi navadni prašiček. V Sloveniji so določili 124 različnih vrst. V raziskovalni nalogi sem proučevala tri različne vrste kočičev iz petih različnih lokalitet - *Porcellio scaber*, *Armadillidium vulgare*, *Trachelipus rathkii*.

Zanimalo nas je, katero temperaturo območje jim najbolj ustreza. Izvedli smo poskus, pri katerem smo s pomočjo temperaturnih orgel ugotavljali temperaturna območja treh različnih vrst kopenskih rakcev.

Rezultati raziskave so pokazali, da vsem trem vrstam ustreza enake oziroma zelo podobno temperaturno območje, ki se gibljejo med 23 C° in 26 C°. Vsi osebki so se izogibali območjem z visokimi temperaturami, ki so bile višje od 35 C. Na podlagi dobljenih rezultatov smo ugotovili, da imajo kočiči ozko strpnostno območje, saj so se prašički iz petih različnih habitatov v temperaturnih orglah razporedili v temperature med 23 C° in 26 C°.

1. UVOD

1.1. Namen in cilji

Namen raziskovalne naloge je bil, ugotoviti katera temperatura najbolj ustreza rakcem kočičem, ali imajo ozko ali široko strpnostno območje in ali osebkom iz različnih krajev z različnimi nadmorskimi višinami ustrezajo različne temperature. Vzorcem iz različnih krajev bomo tudi določili vrsto in tako ugotovili ali smo testirali eno ali več različnih vrst, oziroma če v različnih krajih Slovenije živijo različne vrste rakcev kočičev.

1.2. Raziskovalno vprašanje in hipoteze

Zastavila sem si raziskovalno vprašanje, ki se glasi: koliko različnih vrst vsebujejo naši vzorci iz petih različnih lokalitet v Sloveniji in v katera temperaturna območja se bodo razvrstili v temperaturnih orglah?

Pred začetkom eksperimentalnega dela raziskovalne naloge, sem si zadala naslednje hipoteze:

- Večina osebkov se bo v temperaturnih orglah razporedila v območje z enako temperaturo. Torej imajo kočiči ozko strpnostno območje.
- Osebkom iz različnih krajev bodo najbolj ustrezale različne, a hkrati zelo podobne temperature.
- Osebki nabrani v petih različnih krajih bodo pripadniki petih različnih vrst.

1.3. Predvidena nova spoznanja

Ugotovili bomo ali imajo kočiči iz različnih lokalitet enako ali različno temperaturno območje v katerem živijo.

2. TEORETIČNE OSNOVE IN REZULTATI DOSEDANJIH RAZISKAV

2.1. Značilnosti in zgradba telesa

Enakonožci (Isopoda) oziroma mokrice so najnaprednejša skupina mehkoškožnih rakov valilničarjev. (Buchsbaum, 1972)

Raki enakonožci so dobili ime po podobno dolgih hodilnih okončinah - nogah. Za razliko od bolj znanih rakov deseteronožcev prvi par nog nima škarij.

Prašički so v povprečju veliki od 5 do 15 milimetrov. (Romih, 2017) Najmanjša vrsta Izopodov meri med sladkovodnimi oslički okoli 5 milimetrov, največja vrsta, ki je globokomorska, pa meri kar 27 centimetrov. (Hadži, 1970)

Njihova življenjska doba je od dveh do nekaj let.

So ločenih spolov, pri čemer se samci in samice med seboj morfološko zelo malo razlikujejo. (Romih, 2017) Samice nekaterih vrst izgubljajo kot paraziti malodane skoraj vse znake rakov, ki jih imajo v mladosti, samci pa jih imajo vse življenje. Samci so pritikavci. (Hadži, 1970)

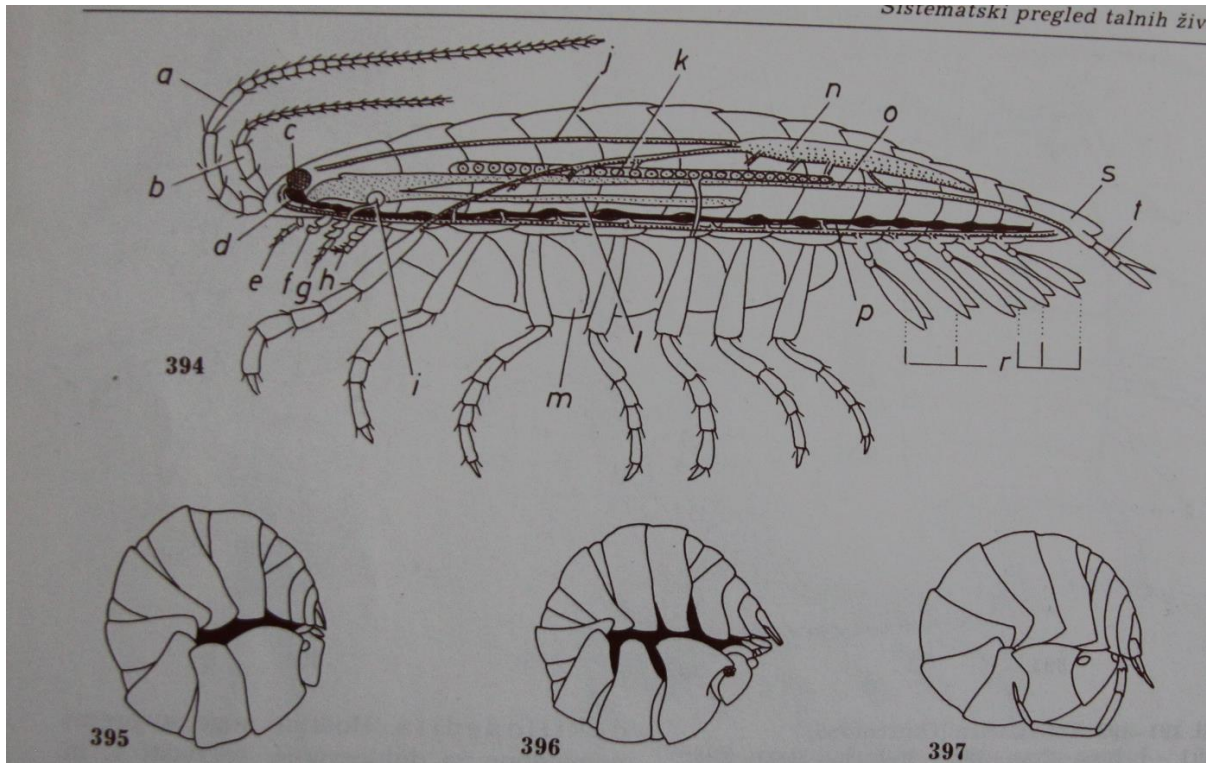
2.1.1. Zgradba telesa

Imajo podolgovato ovalno in sploščeno telo, ki je ponavadi rjavo obarvano. Telo se loči na glavo, oprsje in zadek. (Mršič, 1997) Jasno izoblikovana glavina kapsula je zlita s prvim členom oprsja v glavoprsje. (Proteus, 2005)

- Tipalnice:
Na glavi sta dva para tipalnic. Prvi tipalnici, ki se imenujeta antenule, sta zelo majhni in zato komaj opazni. Drugi par tipalnic, ki se imenuje anten, je normalno razvit. (Mršič, 1997) Prvi par tipalnic (antenule) je pri kopenskih vrstah zmanjšan in skrit pod glavnim obrobkom. (Hadži, 1970) Tipalnice so opremljene s številnimi čutilnimi dlakami, ki so pomembne za tip, voh in zaznavanje vlage. (Romih, 2017)
- Usta:
Ustni aparat je grizalo. (Mršič, 1997) Ustne okončine so zelo različne v zvezi z načinom prehranjevanja, pri parazutih pa zlasti preurejene za bodenje in sesanje. (Hadži, 1970)
- Vid:
Mokrice večinoma dobro vidijo. Nekatere skupine imajo dobro razvite sestavljene oči, druge pa imajo ocele. Z očmi večinoma ločijo le svetlobo in temo. Jamske in talne vrste so slepe. (Proteus, 2005)

- Voh:
Mokrice vohajo z receptorji za voh, ki so na antenah. (Proteus, 2005)
- Oprsje:
Oprsje je sestavljeno iz sedmih, med seboj gibljivo povezanih segmentov, ki so sestavljeni iz hrbtnih (tergitov) in trebušnih ploščic (sternitov). (Mršič, 1997)
Te bočne plošče se deloma prekrivajo in v okolici dihalnih površin zadržujejo vlago. Členi oprsja nosijo sedem parov enako dolgih enovejnatih nog, prirejenih za hojo. (Proteus, 2005)
- Noge:
Na trebušnih ploščicah je na trebušni strani po en par nog hodilk. Prvi ali bazalni členek, ki se imenuje tudi koksopodit, je vraščen v oprsje, tako da je vsaka hodilna noga sestavljena iz šestih prostih členkov. Na 1. paru nog, pogosto na končnih členkih, je "čistilni aparat", par pa je pri samcih pogosto izoblikovan kot pomožni organ za kopulacijo. (Mršič, 1997)
- Zadek:
Zadek je sestavljen iz petih členov, ki med seboj niso trdno zrasli. Na vsakem je po en par zadkovih nožic (pleopodov). Zadkove noge so listaste, notranje veje pa imajo vlogo škrge. V zadku imajo tudi srce. (Mršič, 1997)
- Rep:
Rep ali končni člen (telson), ki je pravzaprav 6. člen zadka, je ponavadi trikotne oblike, na njem pa je en par repnih nožic (uropodov). Repne nožice so enako grajene kot zadkove nožice. (Mršič, 1997)
- Strukture na telesu:
Na telesu so različne strukture, kot so na primer grebenčki, vozlički, ščetine, žlezna polja obrambnih žlez in bočni vozli kot čutilni in tipalni organi. (Mršič, 1997) Kutikula je praviloma trdna in pogosto inkrustrirana z apnom. (Hadži, 1970)
- Srce in ožilje:
Srce imajo v zadku. (Mršič, 1997) Poleg sprednje aorte je redoma razvitih še pet parov bočnih arterij. Zadaj je srce zaprto. (Hadži, 1970)
- Dihala:
Tiste vrste, ki živijo na suhem, imajo pljuča, tiste, ki živijo v vlažnejših okoljih, pa škrge. (Proteus, 2005) Škrge se nahajajo na zadkovih nožicah (pleopodih). Nekateri imajo kot dihalo na zunanjih vejah sprednjega para pleopodov razvit sistem votlinic, podobnim vzdušnicam - psevdotranelni sistem. (Mršič, 1997)
Dihalnim površinam, ki se nahajajo na zadkovih nogah, se drugače reče tudi pleopodna pljuča in omogočajo dihanje na kopnem. Pline izmenjujejo tudi skozi telesno površino, pokrito s kutikulo. (Romih, 2017)
- Prebavila in izločala:
V prebavilih gostijo simbiotske bakterije in glive, ki izločajo encime, s katerimi razgrajujejo celulozo in s tem olajšajo prebavo rastlinske hrane. V prebavnih žlezah kopičijo kovine, med drugim tudi baker, cink, kadmij, svinec in železo.

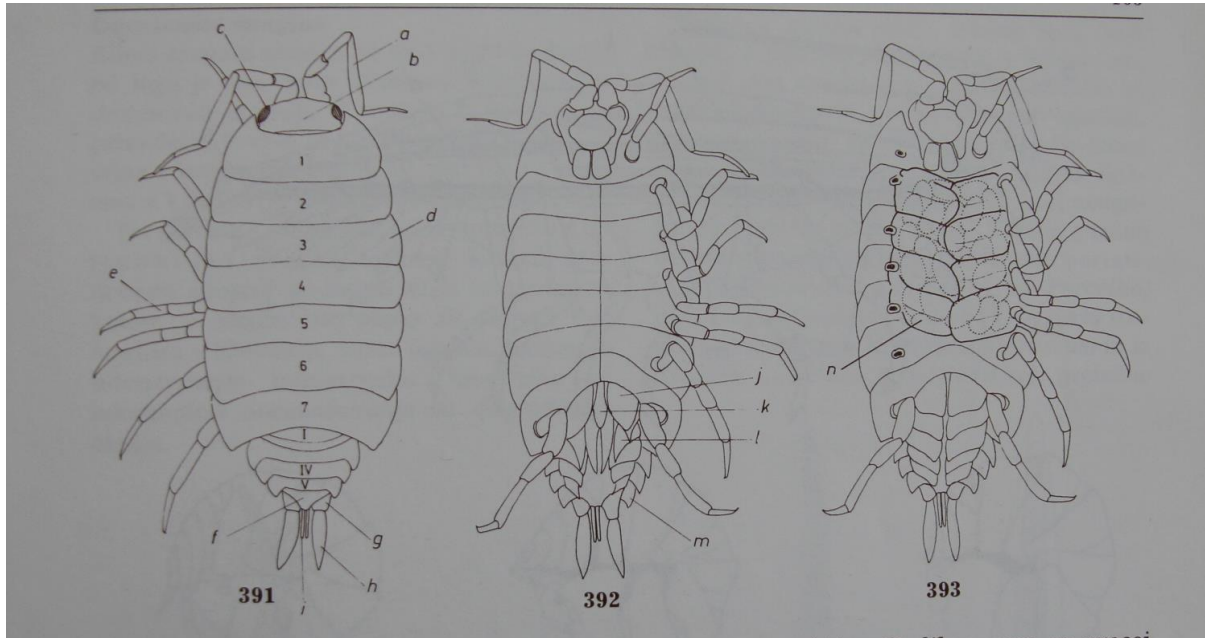
Zaradi učinkovitih razstrupljevalnih mehanizmov prenesejo zelo velike koncentracije kovin, zaradi česar predstavljajo živalsko tkivo z najvišjo znano vsebnostjo kovin na svetu. (Romih, 2017) Izločalo je večja spodnječeljustna žleza. (Mršič, 1997)



Slika 1: vzdolžni prerez telesa kočiča (vir: skenirano iz knjige Živali naših tal)

Opis Slike 1:	
394	395, 396, 397
<ul style="list-style-type: none"> - a: prva tipalnica (antena) - b: druga tipalnica (antenula) - c: sestavljeno oko - d: možgani - e: sprednja čeljust - f: prva maksila (maksilula) - g: druga maksila - h: čeljustna nožica (maksilipedij) - i: spodnječeljustna žleza - j: aorta - k: jajčnik - l: srednječrevesna žleza - m: valiina vreča, sestavljena iz oostegitov - n: srce - o: črevo 	<p>različni tipi volvacije (zvijanja v kroglico) kočičev</p>

<ul style="list-style-type: none"> - p: trebušnjača - r: zadkove nožice (pleopodi) - s: rep - t: repna nožica (uropod) 	
--	--



Slika 2: telo kočiča (vir: skenirano iz knjige Živali naših tal)

Opis Slike 2		
391 – hrbtna stran	392 – trebušna stran	393 – samica z jajčeci
<ul style="list-style-type: none"> - 1–7: oprsni segmenti - I – V: zadkovi segmenti - a: druga tipalnica (antena) - b: glava oziroma glavoprsje - c: oko - d: bočno krilce - e: noga hodilka - f: rep (telson) - g: protopodit repne 	<ul style="list-style-type: none"> - j: zunanja veja prve zadkove nožice - k: penis - l: zunanja veja druge zadkove nožice - m: bočno krilce (epimera) zadka 	<ul style="list-style-type: none"> - n: oostegit

nožice (uropoda)		
- h: zunanja veja repne nožice		
- i: notranja veja repne nožice		

2.1.2. Levitev

Odrasle mokrice se levijo enkrat do dvakrat na mesec. Zanimivo je, da se levi tudi prebavna cev, ki je prekrita s kutikulo. Levitev je zapleten proces, ki poteka v dveh delih. Začne se z levitvijo zadnje polovice telesa in konča z levitvijo sprednjega dela, meja med obema deloma pa je med četrtem in petim členom oprsja. Lev je viden samo takoj po levitvi, saj ga mokrice večinoma pojejo. Pred levitvijo iz stare kutikule zberejo uporabne snovi, predvsem kalcij, ki ga po levitvi spet porabijo za mineralizacijo nove kutikule. Živali, ki so tik pred levitvijo, prepoznamo po mlečno belih kalcijevih depozitih na trebušni strani sprednjega dela telesa. (Proteus, 2005)

2.1.3. Prilagoditev organizmov na vlago

Vlažno okolje raki enakonožci zaznavajo s higroreceptorji. Izbira mesta s primerno vlažnostjo je za njih izrednega pomena, saj se v presuhem okolju lahko izsušijo, v prevlažnem pa zadušijo. Kako hitro se bodo mokrice izsušile, je v veliki meri odvisno od njihovih morfoloških in fizioloških prilagoditev na kopenski način življenja. (Proteus, 2005) Izsušitvi se izogibajo z vedenjskimi prilagoditvami, kot so nočna aktivnost, zadrževanje v špranjah in zbiranje v gručah. (Romih, 2017)

2.1.4. Obramba pred plenilci

Branijo se predvsem z izločki bočnih epimernih žlez, ki so navadno lepljivi in zlepijo obustne okončine napadalca. Tudi zvijanje v kroglico je pri nekaterih učinkovita obramba. (Sket, 2003) Zlasti vrste iz družine pasavčkov (Armadillidiidae), pa tudi nekateri drugi, imajo sposobnost zvijanja v kroglico. (Mršič, 1997)

2.1.5. Prilagojenost na življenje na kopnem

Uspešno so se prilagodili življenju na kopnem. Na to kaže vrsta lastnosti, kot so jasno izoblikovana glavina kapsula, sestavljene oči, higroreceptorji, odsotnost škrg, vodovodni sistem, dvodelna levitev, valilna vreža, v kateri se razvijajo zarodki in ličinke. Te značilnosti in drugačna zunanja anatomska zgradba, kot jo ima običajen rak deseteronožec, so razlog za težave pri uvrščanju mokric med rake. (Proteus, 2005)

2.1.4. Razmnoževanje in razvoj

Kočiči so ločenih spolov. Razmnožujejo se spolno. Oploditev je notranja. Paritvene navade se razlikujejo od vrste do vrste. So neodvisni od vode. (Mršič, 1997)

Podobno kot pri drugih členonožcih lahko tudi samice enakonožcev shranjujejo semensko tekočino samcev v spermatekah, kar omogoča oploditev jajc v ugodnih razmerah in večkratni zarod tudi, kadar ni samcev. Oplodjena jajca samica nosi na terebušni strani v posebej oblikovanem valilniku, dokler ne dozori do stopnje ličinke. Ko ličinke dosežejo potrebno zrelost in so sposobne samostojnega življenja, se stene valilnika razmaknejo in ličinke ga postopoma zapustijo. (Proteus, 2005) Valilniki so napolnjeni z merzupijsko tekočino, tako da se tudi na kopnem oplodjena jajčeca razvijajo v vodnem okolju. Razvoj je neposreden, torej brez preobrazbe. Mladi prašički rastejo in se pogosto levijo. Mladi osebkovi so manjši in svetlejši - kremne barve. (Romih, 2017)

Znano je tudi, da mokrice lahko spremenijo spol. Na to vplivajo bakterije iz rodu *Wolbachia*, ki sprožijo tvorbo ženskih spolnih hormonov pri normalno razvitih samcih. Ker se lahko bakterije iz okuženih samic prenesejo na mladiče, se na tak način ohranijo v populaciji izopodov. V nekaterih, a redkih primerih, so mokrice deviškorojne. Samci se pri njih izležejo le na vsakih nekaj tisoč živali. Ti samci niso sposobni oploditi samice, zato prav nič ne prispevajo k povečanju populacije. (Proteus, 2005)

2.1.5. Način življenja, pomen v tleh in razširjenost ter ekologija

Prehod iz vode na kopno:

So kopenske živali, ki se zadržujejo v habitatih s stalno višjo talno in zračno vlago. V vodi lahko preživijo le kratek čas. (Mršič, 1997) Uspešno so se prilagodili življenju na kopnem. Na to kaže vrsta lastnosti, kot so jasno izoblikovana glavina kapsula, sestavljene oči, higroreceptorji, odsotnost škrg, vodovodni sistem, dvodelna levitev, valilna vreča, v kateri se razvijajo zarodki in ličinke. Te značilnosti in drugačna zunanja anatomska zgradba, kot jo ima običajen rak desetonožec, so razlog za težave pri uvrščanju mokric med rake. (Proteus, 2005) S preходом na kopno sta se morala rešiti dva problema: zagotoviti vlaženje škrg in preprečiti izsuševanje telesa. Voščene plasti v hitinjači, kot jo imajo žuželke, pri rakah še ni. Zato je izhlapevanje vode skozi kožo zmanjšano le z zaobljeno in obokano telesno obliko. Le nekaj vrst še živi v vodi ali amfibijsko. Najprvobitnejša, tudi razvojno na prehodu med morskimi in kopenskimi tipi je skupina amfibijskih oblik, ki imajo še opazne ostanke sprednjih tipalk in precej velike oči. (Sket, 2003)

Evolucijsko izvirne skupine prašičkov, kot so na primer pobrežne mokrice (Ligiidae), so amfibijske. Prebivajo v pasu bibavice in s pomočjo posebnih dihalnih organov na nogah zadka lahko preživijo zalite z vodo tudi dlje časa, prav tako pa so zelo občutljive za izsušitev. Evolucijsko naprednejši predstavniki so bolje prilagojeni na kopenske razmere, saj ne potrebujejo več stalne prisotnosti vode, ampak le visoko zračno vlago. Nekateri predstavniki so bili pri tem tako uspešni, da jim je uspelo poseliti celo stepe in puščave severne Afrike, Bližnjega vzhoda in srednje Azije. (Romih, 2017)

Kako so enakonožci prišli iz morja na kopno, nam lepo kažejo pobrežne mokrice, ki še dihajo s škrgami. (Buchsbaum, 1972)

Marogasti kočič (*Trachelipus rathkei*) lahko preživi v vodi do nekaj tednov, a se tam ne more leviti. Je vrsta "običajnega" terestrično živečega enakonožca, ki lahko v vodi preživi najdlje časa. (Mršič, 1997)

Pomen tal za življenje:

Zelo so odvisni od matične podlage. Ponavadi jih najdemo na apnencih in dolomitih. Le redke vrste uspevajo tam, kjer ni kalcija. So endogenične vrste, torej živijo pretežno v tleh, nekaj pa je tudi podzemeljskih (hipogeničnih). (Mršič, 1997)

Prehrana:

Prehranjujejo se z odmrlo organsko snovjo, večinoma rastlinskega izvora. (Mršič, 1997) Hrano jim predstavljajo alge, glive, mahovi, lubje ter ostali živalski in rastlinski materiali. Poleg rastlinskega materiala se lotijo tudi mrhovine, vključno z lastnimi poginulimi vrstniki. (Romih, 2017)

Razširjenost:

Balkanski polotok je eno izmed pomembnih razvojnih območij za to skupino živali. Bogastvo vrst je izredno in veliko jih je endemnih. Nekaj od tega bogastva jih živi tudi v Sloveniji. (Sket, 2003) Živijo v gozdni stelji, trhljem lesu, med lubjem, med odpadlim listjem, pod skorjo, v panjih, pod kamni, v kletih, v kompostu, pod deskami, v kraških jamah... Mnoge vrste se nahajajo tudi v neposredni bližini človeških bivališč, kjer je na voljo dovolj vlage in organskih odpadkov. Ne pomenijo grožnje za človeka ali stavbe, saj načeloma ne prenašajo bolezni in ne poškodujejo lesenih površin. (Romih, 2017) Nekaj vrst je izrazito sinantropnih, torej vezanih na človeške nasebine. Seveda so te vse vrste nekoč morale prav dobro shajati brez človeka, vendar so pozneje v njegovi bližini našle prav posebno ugodne razmere, najverjetneje največkrat toploto. Precej vrst se je tako navezalo na človeška bivališča, da jih človek tudi nehote razširja po svetu. (Sket, 2003) Največ vrst se najde v vlažnih listnatih in mešanih gozdovih, precej manj pa v iglastih. Vzroka za to sta dva: za kočiče so odpadle iglice težko prebavljiva hrana, tla v iglastih gozdovih pa so tudi precej bolj suha. Vlažne gozdne habitate poseljujejo vrste iz družin porcelionidov (*Porcellionidae*) in marogasti kočiči (*Trachelipidae*) in iz družine oniscidov (*Oniscidae*), pretežno le vrste rodu *Philoscia*. Na bolj sušnih območjih, v Sloveniji predvsem na krasu, prevladujejo filogenetsko naprednejše. Za njih je značilna okrepljena kutikula, včasih tudi dodatno zaščitena z voščenimi prevlekami (rod *Metoponorthus*).

V listnatih in mešanih gozdovih živi tudi do 800 osebkov na m². V naravi niso enakomerno razporejeni, ampak se družijo v skupkih. (Mršič, 1997)

Plenilci:

Plenjenje živali, onesnaževanje in spreminjanje podnebja ogrožajo tudi nekatere vrste iz te živalske skupine. Naravni plenilci mokric so predvsem rovke in drugi žužkojedi, žabe ter ptice. Med členonožci pa največ mokric pokončajo pajki in strige. Med pajki so pomembni plenilci mokric srednje veliki in veliki talni pajki, predvsem predstavniki šesterookcev, mračnjakov in volkcev, katerih pipalke so dovolj močne, da predrejo kutikulo mokric. (Proteus, 2005)

Pomen v tleh:

So pomemben člen v nastajanju humusa, pravtako pa pri razkroju in kroženju snovi v naravi. Imajo precejšnji pomen pri razgradnji stelje, še posebej v habitatih, kjer nastopajo bolj množično. (Mršič, 1997) Z drobljenjem in vnosom mikroorganizmov v razdrobljeno hrano vplivajo na hitrejšo mineralizacijo mrtve organske snovi in zato tudi na hitrejšo kroženje snovi v naravi. (Proteus, 2005) Celuloze in lignina ne prebavljajo, pomembni pa so pri mehanskem drobljenju rastlinskih ostankov, ker s tem povečujejo aktivno površino delcev in lajšajo dostop bakterijam in glivam, ki razgrajujejo organske snovi. (Mršič, 1997)

2.2. Sistematika

Raki enakonožci so s približno 9000 vrstami razširjeni po vsem svetu. Delimo jih v 11 podredov, od katerih več kot tretjino predstavnikov uvrščamo med kopenske prašičke (Oniscidae), drugi pa živijo v morju in sladkih vodah. (Romih, 2017)

Obstaja več taksonomskih sistemov kočičev, predvsem glede razvrščanja družin v višje taksonomske skupine.

Sistematika temelji predvsem na zgradbi spolnih papil (penisov) in ustju semenovoda. Predstavniki iz družin pobrežnih mokric (Ligiidae) in mezoniscidov (Mesoniscidae) iz skupine mikrohetov (Microchaeta) imajo parni genitalni papili in na vsaki po eno ustje semenovoda, drugi kočiči pa imajo neparno genitalno papilo. Pri določanju vrst so zelo pomembne tudi hodilne noge, še posebej 1. in 7. par hodilk samcev. Na 1. paru nog, pogosto na končnih členkih, je "čistilni aparat", par pa je pri samcih pogosto izoblikovan kot pomožni organ za kopulacijo.

Prvega kočiča iz Slovenije je opisal Scopoli (1763). Opisal je vrsto *Oniscus muscorum* (rod *Philoscia*), najverjetneje iz okolice Idrije.

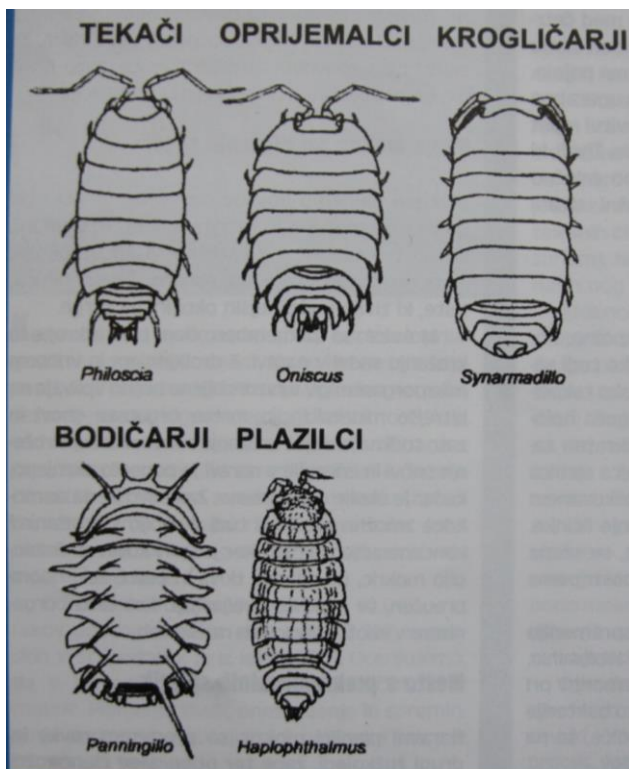
V Sloveniji obstaja 12 različnih družin kočičev oziroma 124 vrst in podvrst. Od tega je 89 vrst edafskih. Sedmina vrst in tretjina podvrst je endemičnih. (W. WERHOEFF, F. POTOČNIK)

Na rdečem seznamu je 35 vrst in 27 podvrst, od tega je 1 vrsta uvrščena na seznam domnevno izumrlih, 7 vrst in 3 podvrste na seznam prizadetih, 9 vrst in 11 podvrst na seznam redkih, 1 vrsta je neopredeljena, 17 vrst in 13 podvrst pa sodi v kategorijo nezadostno poznanih. Na seznam so uvrščeni predvsem slanoljubni (halofilni) taksoni in vrste za katere je znano eno samo ali največ dve najdišči v Sloveniji. Vrste najbolj ogroža intenzivnejše industrijsko, kmetijsko in komunalno onesnaževanje okolja. (Mršič, 1997)

2.3. Ekološko-morfološki tipi mokric

Med mokricami ločimo nekaj splošnih ekološko-morfoloških tipov. Opisani so zlasti po načinu, kako se izogibajo plenilcem in kako se izognejo motnjam.

- krogličarji: Pasavčki so skupina mokric (Armadillidiidae), ki se ob nevarnosti zvijejo v kroglico. Armadilidi skrijejo v kroglico tudi antene, cilisticidi (*Cylisticus convexus*) pa ne. Tako žival zavaruje mehke trebušne del pred plenilci.
- oprijemalci: Med oprijemalce sodita tudi vrsti *P. scaber* in *T. ratzeburgii*. Ti se ob nevarnosti zavarujejo tako, da se oprimejo podlage. Na podlago se pritrdijo tako močno, da jih plenilec zelo težko odlepi in obrne na hrbet.
- tekači: Plenilcem se izognejo tako, da stečejo v skrivališče.
- plazilci: Mednje uvrščamo mokrice, ki imajo varovalno barvo in se ne dajo preveč motiti, tudi če se dvigne kamen ali lubje, pod katerim se skrivajo. Eni imajo rjavo varovalno barvo, drugi belo. Rjava barva se zlije z barvo lesa na katerem živijo, bele živali pa zaradi svoje majhnosti spominjajo na pesek.
- bodičarji ali trnovčki: Ti s številnimi izrastki na kutikuli pobirajo večje delce prsti in se tako skrijejo pred plenilci. (Proteus, 2005)



Slika 3: ekološko – morfološki tipi mokric (vir: skenirano iz revije Proteus, 2005)

2.4. Pogoste vrste v Sloveniji

V Sloveniji obstaja 12 različnih družin kočičev oziroma 124 vrst in podvrst. (Mršič, 1997)

- navadni pasavček - *Armadillidium vulgare*:

Njegova značilnost je, da se lahko zvije v tako kroglico, da skriva celo tipalnice. To mu omogočajo posebno oblikovana glava ter skrajšani, luskam podobni nožici zadnjične krpe (uropoda). S tem se zavaruje pred sovražnikom in se zaščiti pred izhlapevanjem. Velik je do 18 milimetrov. Je rjave do skoraj črne barve, po hrbtu pa lahko ima svetle ali celo rumenkaste pege. (Romih, 2017) Ti prašički nimajo tako ploščatega telesa kot kletni in pozidni prašički. Njihovo telo je bolj vzbočeno, v njihovi hitinjači pa je tudi veliko apnenca. (Buchsbaum, 1972) Sodi v skupino pasavčkov, ki kaže izredno bogastvo vrst v Sredozemlju, tudi na Balkanu, nekaj vrst pa je razširjenih daleč proti severu. (Sket, 2003) Najdemo ga na prisojnih, bolj suhih legah. Na prvi pogled ga je mogoče zamenjati s krogličarkami (družina Glomeridae), ki sodijo med dvojnonoge. Če pa si krogličarke ogledamo od blizu, vidimo, da imajo veliko več nog kot pasavček. (Romih, 2017)



Slika 4: *Armadillidium vulgare* (vir: avtorska slika)

- marogasti prašiček - *Trachelipus rathkei*:

Je najpogostejša vrsta prašička v Sloveniji. Tako kot obokani prašiček ima na zadku pet parov pluč, a se ne more zviti v kroglico. Zraste do 15 milimetrov. Po hrbtu je drobno bradavičast in sivkasto-rjavo marogast. Nikoli ni enakomerno obarvan. Na stiku med hrbtom in bočnimi ploščami svetle lise tvorijo dve stranski progi, po katerih lahko to vrsto enostavno ločimo od drugih. (Romih, 2017) Dihala ima že precej modernizirana s cevastimi vzdušnicami. Živi v mnogih različnih bivališčih, ki so vlažna in mračna, zato pravimo, da je ubikvist. Zdaj je razširjen že skoraj po vsem svetu.



Slika 5: *Trachelipus rathkei* (vir: avtorska slika)

- navadni ali kletni prašiček - *Porcellio scaber*

Je najbolj znan od vrst, ki živijo v neposredni bližini človeka. Najpogosteje je temno sive, skoraj črne barve, lahko pa je tudi različnih odtenkov rjave, z svetlimi in temnimi lisami. Samice so pogosteje kot samci svetlo in neenakomerno obarvane. Hrbet je hrapav in nikoli bleščeč. Na zadku ima dva para pleopodnih pljuč. Zraste do 17 milimetrov in se ne more zviti v kroglico. Je eden izmed pogostejših vsiljivcev v hišah ter redni prebivalec komposta. Je tudi ena izmed najbolj raziskanih vrst prašičkov. (Romih, 2017)



Slika 6: *Porcellio scaber* (vir: <https://goo.gl/WLcSoR> (27.1.2019))

- obokan prašiček - *Cylisticus convexus*

Njegovo telo je močno obokano in tudi ta vrsta se lahko zvije v kroglico. Za razliko od navadnega pasavčka se ne more popolnoma zviti, zato zato iz njegove kroglice molijo tipalnice in uropodi. Na zadku ima pet parov pleopodnih pljuč, ki so s prostim očesom videti kot bele lise. Je blede rjave do sive barve, uropodi pa so lahko oranžni. Zraste do 15 milimetrov. V Sredozemlju živi prosto, v Srednjeevropskih razmerah pa le v bližini človeka. (Romih, 2017)



Slika 7: *Cylisticus convexus* (vir: <https://goo.gl/8Mmdqo> (27.1.2019))

- trnorogi prašiček - *Porcellio spinicornis*

Je nekoliko manj pogost, a se ga vseeno da najti ob zidovih, bogatih z apnencem ali malto. Zraste do 12 milimetrov. Ima značilno obarvanje - ima črno glavo in svetlo rjavo telo, po hrbtu ima intenzivno rumene lise, ki oblikujejo dve vzdolžni črti. Po živobarvnem vzorcu in dveh parih pljuč se ga zlahka loči od marogastega prašička, po tem, da se ne more zviti v kroglico, pa tudi od navadnega pasavčka. (Romih, 2017)



Slika 8: *Porcellio spinicornis* (vir: <https://goo.gl/noZG6n> (27.1.2019))

- poprhnjeni prašiček - *Porcellionides pruinosus*: Pogosto se ga najde v kompostu bogatem s hlevskim gnojem. Telo ima enakomerno sivo ali oranžno obarvano ter pokrito s svetlim poprhom, ki ga tvorijo mikroskopsko majhne kroglice na površini kutikule. Noge ima bele. Zraste do 22 milimetrov, ima dva para pleopodnih pljuč in se ne more zviti v kroglico. Je zelo hiter tekač. (Romih, 2017)



Slika 9: *Porcellionides pruinosus* (vir: <https://goo.gl/r3Zyq4> (27.1.2019))

- mravljiščni prašiček - *Platyarthrus hoffmansseggii*: Najraje se naseli v mravljišču, čeprav lahko preživi tudi pod odpadlim listjem in kamni. Hrani se z različnimi odpadki, ki jih za sabo puščajo njegove gostiteljice - mravlje. Mravlje ga načeloma ne napadajo, saj se je sposoben učinkovito braniti: z izločki ob bočnih ploščah jim temeljito zlepi čeljusti, če se ga poskusijo lotiti. Zraste le do 4 milimetre. Je popolnoma bel in slep. Je sredozemska vrsta, ki se je uspešno razširila v srednjo Evropo. (Romih, 2017)



Slika 10: *Platyarthrus hoffmansseggii* (vir: <https://goo.gl/q2R69K> (27.1.2019))

- pobrežne mokrice - *Ligia italica*: So izredno urni in rjave barve, zrastejo pa do 1 centimeter. Živijo na kamnitem morskem obrežju. (Sket, 2003) So mokrice, ki še dihajo s škrgami. Podnevi se zadržujejo pod skalami, ponoči pa se pasejo na algah in mrhovini, zadovoljijo pa se tudi z drobnim organskim prahom detritom, ki ga morje naplavlja na obrežni pas. V nevarnosti se lahko zatečejo celo v morje, kjer ostanejo tudi po cele tedne. Ponavadi živijo zbrane v večjem številu in se ob nevarnosti razbežijo na vse strani. Če pa jih oblije val, se pritisnejo trdno k neravni podlagi, da jih ne odnese voda. (Buchsbaum, 1972)



Slika 11: *Ligia italica* (vir: <https://goo.gl/XGAN1c> (27.1.2019))

- obvodni prašiček - *Ligidum hypnorum*:
Živi v zelo vlažnem okolju v celini, zlasti ob vodnih jarkih ali v mahu ob vodnih izvirih. Včasih tudi zahaja v vodo. (Sket, 2003)



Slika 12: *Ligidum hypnorum* (vir: <https://goo.gl/QW9c2V> (27.1.2019))

- pozidni prašiček - *Oniscuss asellus*:
Je ena izmed najpogostejših vrst prašičkov. Kljub temu, da sodi med najpogostejše vrste, jo je Franc Potočnik, ki je je zadnji zbiral podatke o naših prašičkih, našel šele med zadnjimi. V Sloveniji ta vrsta torej izjemoma sploh ni pogosta. (Sket, 2003)



Slika 13: *Oniscuss asellus* (vir: <https://goo.gl/iC5DM3> (27.1.2019))

- rožnati prašiček - *Androniscus roseus*:
Je splošno razširjen po Sloveniji, vendar je vezan na vlažno steljo, mah ob studencih ali kraške jame. Velik je le nekaj milimetrov in je rožnate barve. Vzdušnic še nima, tudi na kopnem diha s škrgami. (Sket, 2003)



Slika 14: *Androniscus roseus* (vir: <https://goo.gl/vP2U4N> (27.1.2019))

- jamski prašiček ali jamska mokrica - *Tithanethes albus*:
Je jamska žival, ki je zunaj sploh ni. Je dokaj velik, saj zraste tudi do 1,5 centimetra. Razširjen je od severovzhodne Italije skozi južno Slovenijo in še na Hrvaško. Srečali ga bomo skoraj v vsaki jami, še zlasti na ilovici, ki jo tudi žre. Na ilovnatih bregovih podzemeljskih ponikalnic se včasih zberejo cele množice teh prašičkov. Pogosto se zgodi, da vznemirjeni jamski prašiček zbeži v vodo. (Sket, 2003)



Slika 15: *Tithanethes albus* (vir: <https://goo.gl/G1eBFp> (27.1.2019))

- grebenasti prašiček - *Calsconiscellus gottscheensis*:
Je naš endemit. Je mala talna žival, ki ima po hrbtu svojevrstne gredljaste izrastke. Živi v gozdni stelji na Dolenjskem in Štajerskem, sorodne vrste pa v Karavankah, v Italiji in na Kreti. (Sket, 2003)
- *Mesidotea entomon*:
Je največji srednje evropski prašiček in je iz Baltika. Samci zrastejo celo do 8 centimetrov. V Sloveniji ga ne najdemo. (Buchsbaum, 1972)



Slika 16: *Mesidotea entomon* (vir: <https://goo.gl/Rmhqbd> (27.1.2019))

- Ribji prašički - *Cymothoidae*:
Nekateri so roparji, nekateri pa se hranijo z mrhovino ali pa se spravijo na bolne ribe in rake. Nekateri izmed ribjih prašičkov so pravi zunanji ribji zajedalci, ki se s svojimi sprednjimi tremi pari nožic začasno pritrdijo na plavuti ali škrge in sesajo kri s čeljustmi, ki so se spremenile v bodalnice. Ker so le občasni zajedalci, se jim telo ni veliko spremenilo in so zato prav dobri plavalci. Iz takih občasnih zajedalcev so se razvili pravi zunanji ribji zajedalci. Taka sta dobra 2 centimetra velika *Nerocila bivittata* in *Anilocra physodes*. (Buchsbaum, 1972)



Slika 17: *Cymothoidae* (vir: <https://goo.gl/vB64re> (27.1.2019))

2.5. Zanimivosti

Praščiki so svoje ime dobili po neprijetnem vonju po amoniaku, ki ga kot razgradni produkt beljakovin izločajo skozi telesno površino. Amoniak ima močan in zelo značilen vonj po svinjskem gnoju. K temu je najverjetneje pripomoglo tudi dejstvo, da jih lahko najdemo v kompostu ali v okolici hlevskega gnoja. (Romih, 2017)

V tujini so pogosti tudi kot hišni ljubljenci ter kot terarijske živali v šolah. Obstajajo celo zbiratelji, ki se navdušujejo nad redkimi primerki. (Romih, 2017)

Po mnenju sodobnih privrženecv lovsko-nabiralniških načinov prehranjevanja bi naj bili celo užitni. (Romih, 2017) Obstajajo tudi recepti za pripravo jedi iz rakov enakonožcev. (Proteus, 2005)

V srednjem veku so posušene mokrice uporabljali kot zdravilo proti zgagi. (Proteus, 2005)

Ker je vpliv kovin na fiziologijo mokric, na njihova tkiva in celice zelo dobro preučeno, se mokrice uveljavljajo kot testni organizem v ekotoksioloških raziskavah. (Proteus, 2005)

2.6. Rezultati dosedanjih raziskav

V Sloveniji, predvsem na Oddelku za biologijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, raziskave kopenskih enakonožcev potekajo že skoraj 40 let.

Dr. Franc Potočnik je v svoji diplomski nalogi pod mentorstvom dr. Kazimirja Tarmana leta 1978 postavil temelje poznavanja vrstne pestrosti prašičkov v Sloveniji. Svoje delo je nadaljeval z doktorsko disertacijo na temo favnistično-ekoloških raziskav prašičkov dela jugovzhodne Evrope, ki jo je leta 1993 opravil na Naravoslovno-matematični fakulteti Univerze v Zagrebu. V Biološkem vestniku in drugih publikacijah se je še posebej posvetil prašičkom Triglavskega narodnega parka, jadranske obale in kraških jam. Raziskave prašičkov so za njim nadaljevali še dr. Aleš Lapanje na Krasu (2005) ter mag. Blanka Ravnjak in dr. Ivan Kos na Boču in v Triglavskem narodnem parku (2014, 2015). Raziskave enakonožcev pod vodstvom dr. Pavla Ličarja in dr. Borisa Sketa segajo vse do šestdesetih let prejšnjega stoletja, a so bile usmerjene predvsem na vodnega oslička (*Asellus aquaticus*) in sorodne vodne vrste.

V osemdesetih letih je dr. Jasna Štrus po spodbudi dr. Franca Potočnika in v sodelovanju s prof. Pavlom Ličarjem v laboratorijih uvedla raziskave organskih sistemov in celične ultrastrukture epitelijev in zunajceličnih matriksov mokric. V devetdesetih letih se jim je pridružila še dr. Damjana Drobne z uvedbo toksikoloških raziskav na modelnem organizmu kletnem prašičku.

Sodobne raziskave obeh raziskovalnih skupin so danes usmerjene predvsem v raziskave epitelijev ter nastanka in mineralizacijo kutikule in drugih zunajceličnih matriksov med razvojem in levitvijo mokric, v raziskave mikrobiote prebavila in kalcijevih telesc jamskih in površinskih mokric ter v strupenostne teste, s katerimi preverjajo učinke antibiotikov, pesticidov, kovin in nanodelcev na prašičke. (Romih, 2017)

Svoje rezultate in ugotovitve lahko primerjam tudi z ugotovitvami drugih, ki so raziskovali te živali.

Franc Potočnik je v svojem diplomskem delu z naslovom Prispevek k poznavanju favne mokric Slovenije, ki je izšlo leta 1978 navedel tudi nekaj vrst, ki jih je našel na ozemlju Slovenije. Našel je tudi eno izmed vrst mokric, ki sem jo nabrala tudi sama. To je *Porcellio scaber*. Našel ga je v Ljubljani na večih različnih lokacijah – v centru, na kompostnem kupu, pod kamenjem in na travnikih. Tudi skupina osebkov te vrste, ki sem jih testirala jaz, je bila najdena v Mariboru pod Piramido, natančneje na kompostnem kupu pod lesenimi deskami. Med že odkritimi vrstami je navedel tudi vrsti *Armadillidium vulgare* in *Trachelipus ratkei*. To sta drugi dve vrsti, ki sem ju našla tudi sama.

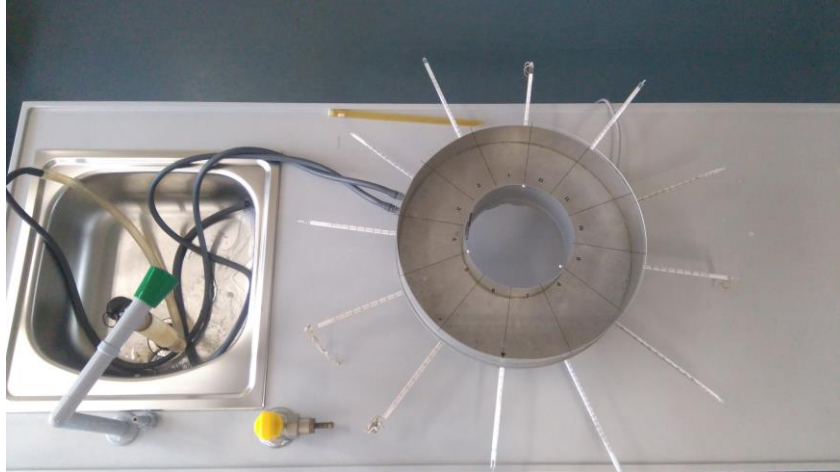
3. METODOLOGIJA DELA

- Teoretični del je bil sestavljen na podlagi proučevanja različnih pisnih virov. Celotno besedilo sem sestavila s kombiniranjem podatkov iz večih virov. Viri so bili v slovenščini in angleščini, zajemajo pa revije, knjige, članke in diplomske naloge.
- V eksperimentalnem delu sem sama opravljala eksperiment, s katerim sem želela ugotoviti, katera temperatura najbolj ustreza rakcem kočičem. Zbrala sem vzorce na petih različnih lokacijah v Sloveniji – pod Piramido v Mariboru, v Gornjem Gradu, v Zgornjem Boču, v Radizelu in v Nazarjah. Rakce smo namestili v plastične in steklene posode, kjer smo ustvarili umetni življenjski prostor.



Slika 18: posode v katere smo namestili kočiče (vir: avtorska slika)

- Meritve sem opravljala s temperaturnimi orglami, z 12 termometri in štoparico. Temperaturne orgle so bile priključene na elektriko, s cevjo pa povezane z vodovodom. Preden sem pričela z meritvami, sem počakala 30 minut, da so se temperature v vseh temperaturnih območjih orgel ustalile. Temperaturno območje orgel je od 23,1 C° do 46,6 C°. Temperature sem vedno izmerila na začetku in na koncu eksperimenta. Kočiči iz različnih lokalitet so bili v temperaturnih orglah 15 minut. Temperaturne orgle smo pokrili s pokrovom, da smo ustvarili ustrezne pogoje z malo svetlobe. S tem sem preprečila, da bi na razporeditev kočičev po območjih z različno temperaturo vplival še svetloba. Po 15 minutah sem za kratek čas odkrila orgle in preštela število osebkov v posameznih območjih.



Slika 19: temperaturne orgle (vir: avtorska slika)



Slika 20: Pokrite temperaturne orgle (vir: avtorska slika)



Slika 21: Skupina kočičev v temperaturnih orglah (vir: avtorska slika)

- Po končanem eksperimentu sem izračunala razlike med začetno in končno temperaturo v temperaturnih orglah, srednje vrednosti, standardne deviacije in odstotke.

- Vrste osebkov iz petih različnih krajev Slovenije smo določali s pomočjo določevalnega ključa za kočiče. (Mršič, 1997)



Slika 22: vrsta 1 (pod Piramido, Maribor) – *Porcellio scaber* (vir: avtorska slika)



Slika 23: vrsta 2 (Gornji Grad) – *Armadillidium vulgare* (vir: avtorska slika)



Slika 24: vrsta 3 (Zgornji Boč) – *Trachelipus rathkii* (vir: avtorska slika)



Slika 25: vrsta 4 (Radizel) - *Trachelipus rathkii* (vir: avtorska slika)



Slika 26: vrsta 5 (Nazarje) - *Trachelipus rathkii* (vir: avtorska slika)

4. REZULTATI

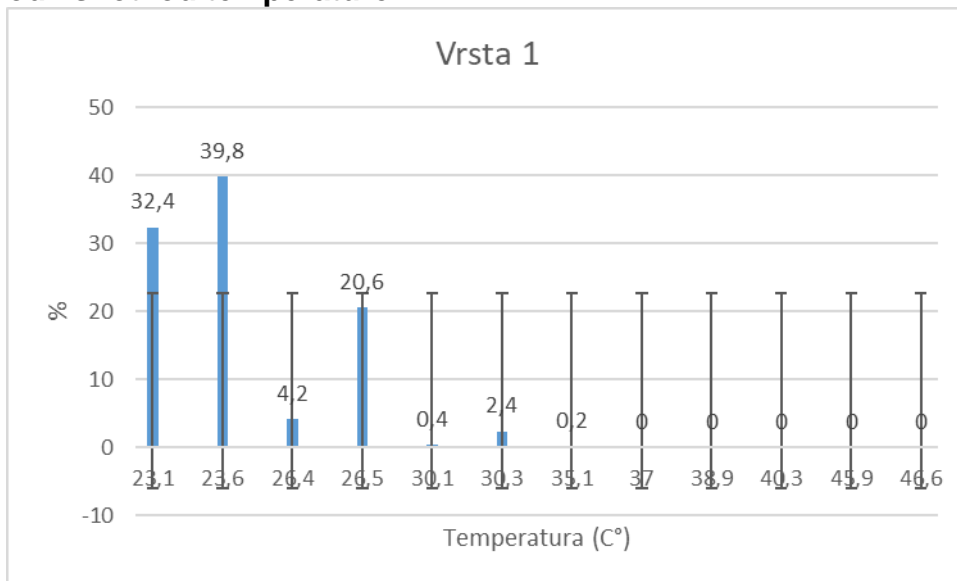
Tabela 1: Podatki o vseh petih nabranih skupinah kočičev

	vrsta 1	vrsta 2	vrsta 3	vrsta 4	vrsta 5
kraj	Maribor, pod Piramido	Gornji Grad	Zgornji Boč	Radizel	Nazarje
nadmorska višina	262 m	431 m	400 m	310	386 m
datum nabiranja	24.10.2018	14.10.2018	21.10.2018	25.10.2018	26.10.2018
vrsta	<i>Porcellio Scaber</i>	<i>Armadillidium vulgare</i>	<i>Trachelipus rathkii</i>	<i>Trachelipus rathkii</i>	<i>Trachelipus rathkii</i>
število nabranih osebkov	100	100	60	100	100
število meritev	5	5	5	5	5
število vseh testiranih osebkov	500	500	300	500	500

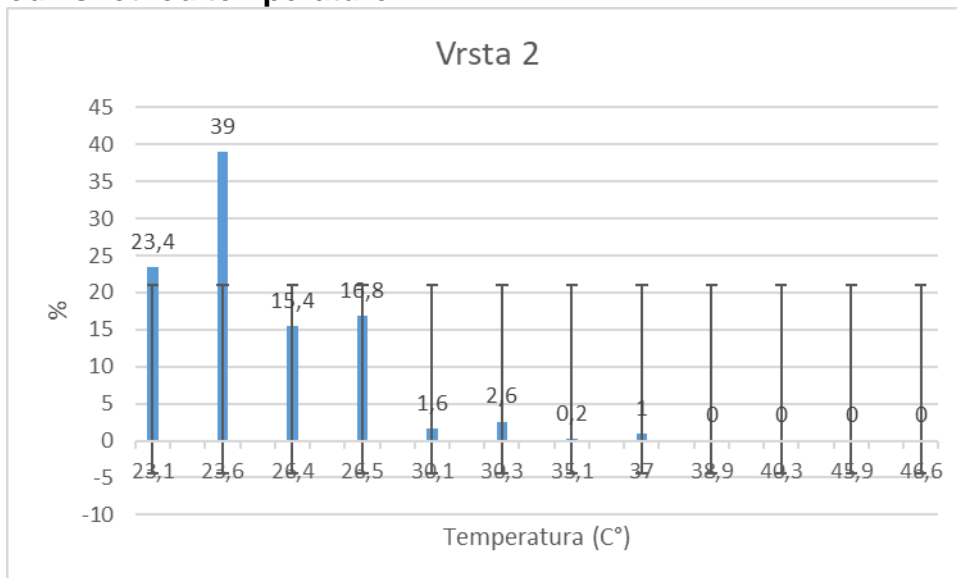
Tabela 2: povprečne temperature v posameznih območjih temperaturnih orgel

območje v temperaturnih orglah	Povprečna T (C°)
1	23,1
2	23,6
3	26,4
4	26,5
5	30,1
6	30,3
7	35,1
8	37
9	38,9
10	40,3
11	45,9
12	46,6

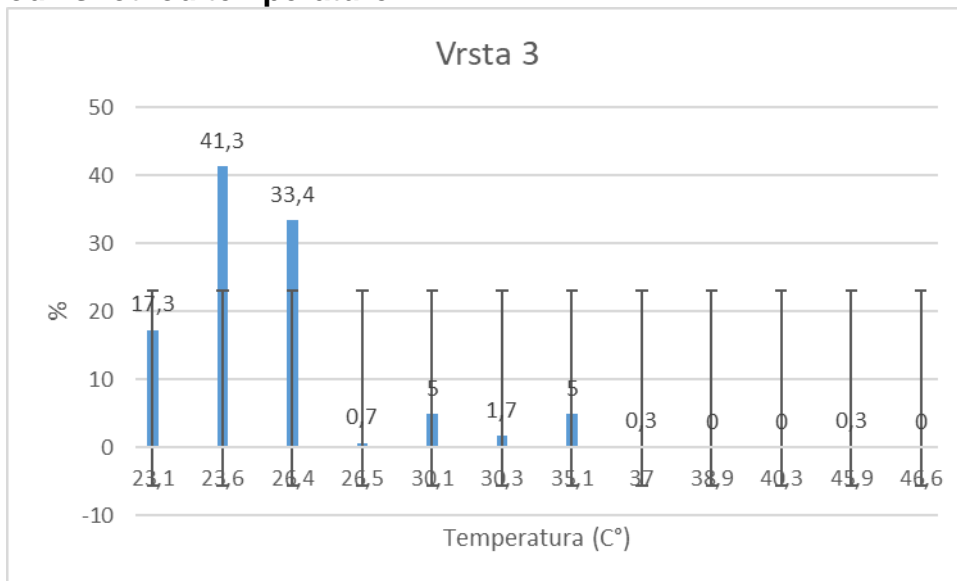
Graf 1: Delež osebkov vrste 1 v posameznem temperaturnem območju v odvisnosti od temperature



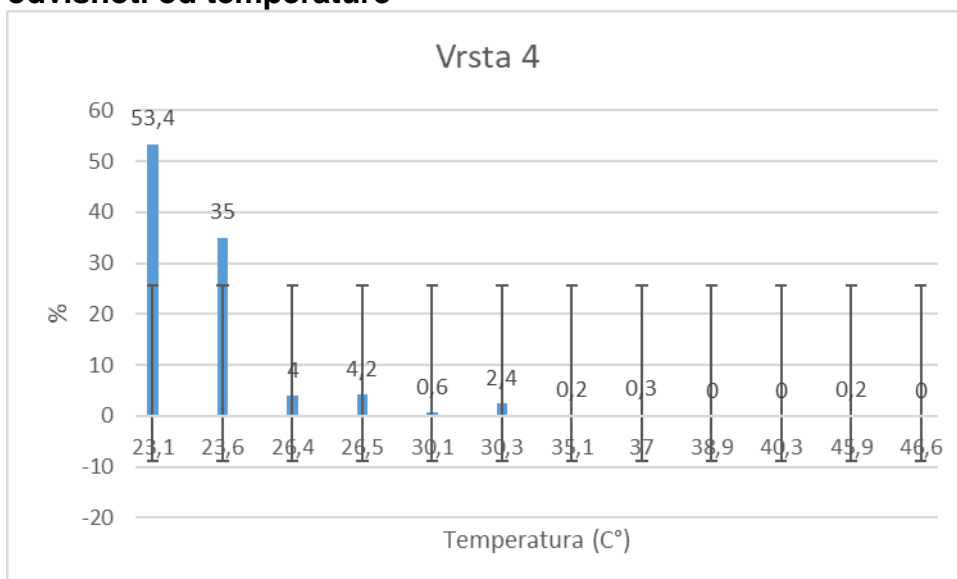
Graf 2: Delež osebkov vrste 2 v posameznem temperaturnem območju v odvisnosti od temperature



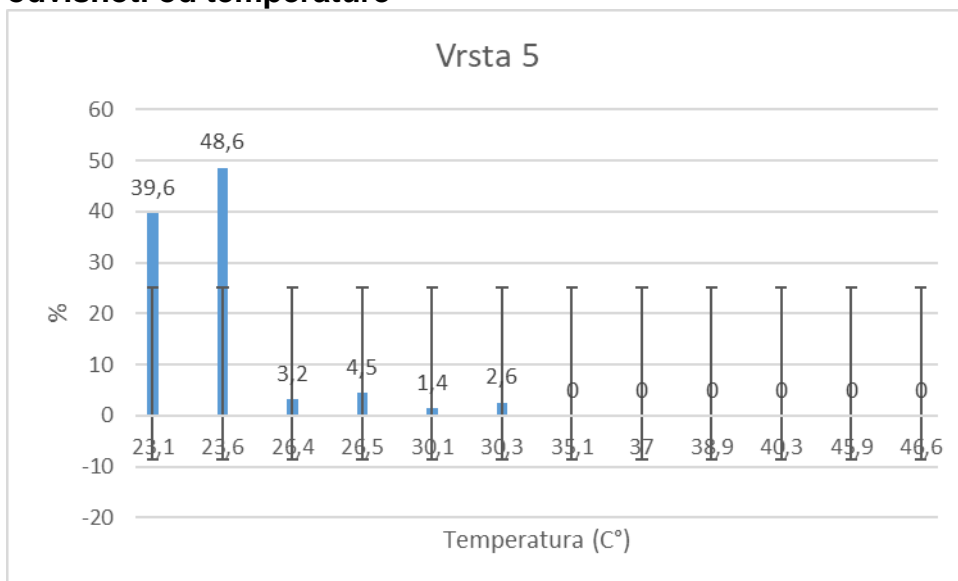
Graf 3: Delež osebkov vrste 3 v posameznem temperaturnem območju v odvisnosti od temperature



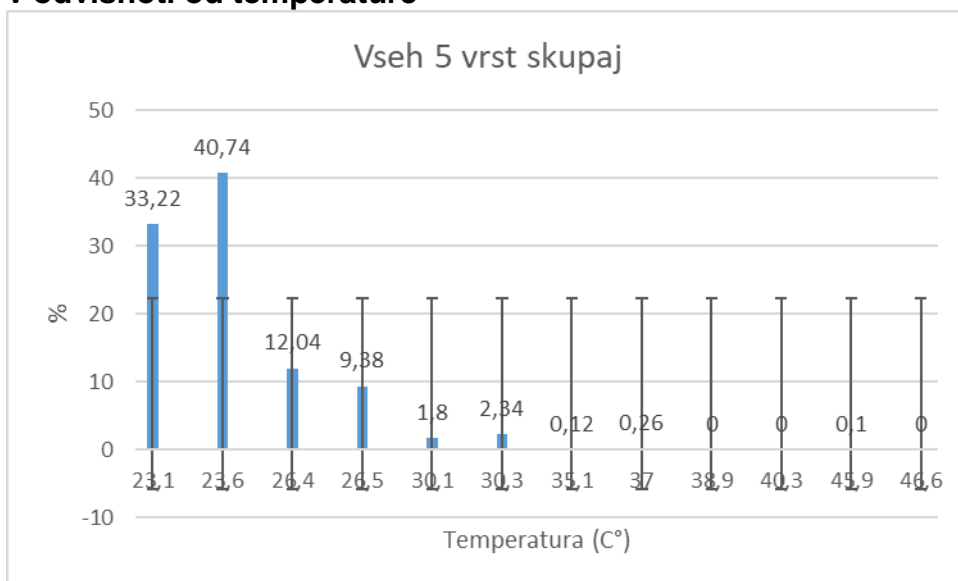
Graf 4: Delež osebkov vrste 4 v posameznem temperaturnem območju v odvisnosti od temperature



Graf 5: Delež osebkov vrste 5 v posameznem temperaturnem območju v odvisnosti od temperature



Graf 6: Delež osebkov vseh petih vrst v posameznem temperaturnem območju v odvisnosti od temperature



5. INTERPRETACIJA REZULTATOV

Proučevala sem osebke iz petih različnih krajev v Sloveniji. S pomočjo določevalnih ključev smo določili, da kočiči iz petih različnih lokalitet pripadajo trem različnim vrstam. Prva skupina stotih osebkov je bila nabrana pod Piramido v Mariboru, to je na nadmorski višini 262 m. Pripadajo vrsti *Porcellio scaber*. Drugo skupino stotih osebkov sem nabrala na nadmorski višini 431 m v Gornjem Gradu in pripadajo vrsti *Armadillidium vulgare*. Tretja skupina šestdesetih osebkov je bila nabrana v Zgornjem Boču na nadmorski višini 400 m in pripadajo vrsti *Trachelipus rathkii*. Četrto skupino stotih osebkov sem nabrana v Radizelu na nadmorski višini 310 m. Tudi ti pripadajo vrsti *Trachelipus rathkii*. Zadnja, peta skupina kočičev, je bila nabrana v Nazarjih, to je na nadmorski višini 386 m in pripadajo vrsti *Trachelipus rathkii*.

Opravljal sem eksperiment, s katerim sem želela ugotoviti, katera temperatura najbolj ustreza rakcem kočičem, ali osebkom iz različnih krajev ustrezajo različne temperature oziroma če se njihova optimalna temperaturna območja razlikujejo glede na različne vrste osebkov. V eksperimentu sem torej opazovala, v katero temperaturno območje se je razvrstilo največ osebkov vsake vrste in koliko.

Meritve sem opravljal s temperaturnimi orglami, ki sem si jih sposodila od Fakultete za naravoslovje in matematiko v Mariboru, z 12 termometri in štoparico. Temperaturne orgle so bile priključene na električno, s cevjo pa povezane z vodovodom. Razdeljene so na 12 območij z različnimi temperaturami. Preden sem pričela z meritvami, sem počakala 30 minut, da so se temperature v vseh prekatih orgel ustalile. Temperature sem vedno izmerila na začetku in na koncu eksperimenta. Med samim izvajanjem eksperimenta termometrov nisem pobrala iz temperaturnih orgel. Vsaka posamična skupina kočičev, ki sem jih testirala v orglah, je bila zaprta v merilni napravi 15 minut. Temperaturne orgle so bile medtem zaprte s pokrovom in pokrite s temno ploščo, tako da da so bili testirani osebki v temi. S tem sem preprečila, da bi na razporeditev kočičev po območjih z različno temperaturo vplival še kakšen drug dejavnik kot temperatura - na primer svetloba, če naprava ne bi bila prekrita s temno ploščo. Po pretečenih 15 minutah sem razkrila orgle, pokrov pa sem pustila na orglah, saj so bile na prozornem pokrovu označena območja z različnimi temperaturami. Preštela sem število osebkov, ki se je nahajalo v posamičnem območju in tako ugotovila, katera temperatura najbolj ustreza večini.

Temperaturne orgle so razdeljene na 12 območij z različnimi temperaturami. V območju z najvišjo temperaturo je ta znašala 46,6 °C, v območju z najnižjo temperaturo pa je ta znašala 23,1 °C. Razlika med najvišjo in najnižjo temperaturo je znašala 23,5 °C, torej so testirani osebki imeli možnost razporejanja po dokaj širokem temperaturnem območju.

Kot je razvidno iz grafov 1, 2, 3, 4 in 5, se je v temperaturnih orglah v območje 1 s temperaturo 23,1 °C namestilo 32,4% osebkov vrste 1, 23,4% osebkov vrste 2, 17,3% vrste 3, 53,4% vrste 4 in 39,6% vrste 5.

V območje 2 s temperaturo 23,6 C°, se je razvrstilo 39,8% osebkov vrste 1, 39% osebkov vrste 2, 41,3% vrste 3, 35% vrste 4 in 48,6% vrste 5.

V območje 3 s temperaturo 26,4 C°, se je razvrstilo 4,2% osebkov vrste 1, 15,4% osebkov vrste 2, 33,4% vrste 3, 4% vrste 4 in 3,2% vrste 5.

V območje 4 s temperaturo 26,5 C°, se je razvrstilo 20,6% osebkov vrste 1, 16,8% osebkov vrste 2, 0,7% vrste 3, 4,2% vrste 4 in 4,5% vrste 5.

V območje 5 s temperaturo 30,1 C°, se je razvrstilo 0,4% osebkov vrste 1, 1,6% osebkov vrste 2, 5% vrste 3, 0,6% vrste 4 in 1,4% vrste 5.

V območje 6 s temperaturo 30,3 C°, se je razvrstilo 2,4% osebkov vrste 1, 2,6% osebkov vrste 2, 1,7% vrste 3, 2,4% vrste 4 in 2,6% vrste 5.

V območje 7 s temperaturo 35,1 C°, se je razvrstilo 0,2% osebkov vrste 1, 0,2% osebkov vrste 2, 0% vrste 3, 0,2% vrste 4 in 0% vrste 5.

V območje 8 s temperaturo 37 C°, se je razvrstilo 0% osebkov vrste 1, 1% osebkov vrste 2, 0,3% vrste 3, 0% vrste 4 in 0% vrste 5.

V območje 11 s temperaturo 45,9 C°, se je razvrstilo 0% osebkov vrste 1, 0% osebkov vrste 2, 0,3% vrste 3, 0,2% vrste 4 in 0% vrste 5.

V območje 9 s temperaturo 38,9 C°, območje 10 s temperaturo 40,3 C° ter v območje 12 s temperaturo 46,6 C°, se je pri vseh petih vrstah razvrstilo 0% testiranih osebkov.

Na grafu 1 lahko vidimo, da sta optimalni temperaturni območji skupine osebkov vrste 1 bili območje 1 v temperaturnih orglah s temperaturo 23,1 C° in območje 2 s temperaturo 23,6 C°. V teh dveh območjih se je skupaj zbralo 72,2% testiranih osebkov.

Na grafu 2 lahko vidimo, da sta optimalni temperaturni območji skupine osebkov vrste 2 bili območje 1 v temperaturnih orglah s temperaturo 23,1 C° in območje 2 s temperaturo 23,6 C°. V teh dveh območjih se je skupaj zbralo 62,4% testiranih osebkov.

Na grafu 3 lahko vidimo, da sta optimalni temperaturni območji skupine osebkov vrste 3 bili območje 3 v temperaturnih orglah s temperaturo 26,4 C° in območje 2 s temperaturo 23,6 C°. V teh dveh območjih se je skupaj zbralo 74,7% testiranih osebkov.

Na grafu 4 lahko vidimo, da sta optimalni temperaturni območji skupine osebkov vrste 4 bili območje 1 v temperaturnih orglah s temperaturo 23,1 C° in območje 2 s temperaturo 23,6 C°. V teh dveh območjih se je skupaj zbralo 88,4% testiranih osebkov.

Na grafu 5 lahko vidimo, da sta optimalni temperaturni območji skupine osebkov vrste 5 bili območje 1 v temperaturnih orglah s temperaturo 23,1 C° in območje 2 s temperaturo 23,6 C°. V teh dveh območjih se je skupaj zbralo 88,2% testiranih osebkov.

Na podlagi podatkov o optimalnih območjih posameznih vrst testiranih organizmov ugotovimo, da sta kar štirim od petih skupin testiranih osebkov najbolj ustrezali območje 1 s temperaturo 23,1 C° in območje 2 s temperaturo 23,6 C°. Le eni vrsti je poleg območja 2 najbolj ustrezalo še območje 3 s temperaturo 26,4 C°. Ta tri območja v temperaturnih orglah so hkrati tudi območja z najnižjimi temperaturami.

Iz grafa 6 je razvidno, da se je kar v šest območij namestilo 0% ali manj kot 1% osebkov. To so območja 7, 8, 9, 10, 11 in 12. V teh šestih območjih so bile temperature najvišje, saj so segale od 35,1 C° v območju 7 pa vse do 46,6 C° v območju 12.

Ugotovimo, da so vsem petim skupinam testiranih osebkov najbolj ugajale najnižje temperature, ki so se gibale med 23,1 C° in 26,4C°, medtem ko so se območjem z najvišjimi temperaturami, ki so se gibale med 35,1 C° in 46,6 C°, izogibali.

Na podlagi dobljenih rezultatov in ugotovitev se mi porajajo nova vprašanja in možnosti raziskav, ki bi jih lahko izvedli v prihodnje in izvedeli še več o tej vrsti živali. Navedla bom nekaj vprašanj in idej za nadaljnje delo s kočiči, ki so se mi porajala po končani raziskavi:

- Ali kočičem iz drugih predelov sveta, bolj oddaljenih od Slovenije, ustrezajo enake temperature kot primerkom, ki živijo v Sloveniji?
- Ali imajo vse vrste kočičev na svetu podobno široko temperaturno strpnostno območje v katerem preživijo?

Dobila sem tudi idejo za nadaljnje raziskovanje. Če bi imela ustrezne merilne naprave, bi lahko ugotovila, kakšna vlaga v zraku najbolj ustreza kočičem različnih vrst, ali se ob prisotnosti svetlobe skrijejo v temnejše skrivališče ali ne oziroma ali so občutljivi na svetlobo ter kako vplivata pH in vrsta zemlje na obstoj teh živali.

Svoje rezultate in ugotovitve lahko primerjam tudi z ugotovitvami drugih, ki so raziskovali te živali.

Franc Potočnik je v svojem diplomskem delu z naslovom Prispevek k poznavanju favne mokric Slovenije , ki je izšlo leta 1978, navedel tudi nekaj vrst, ki jih je našel na ozemlju Slovenije. Našel je tudi eno izmed vrst mokric, ki sem jo nabrala tudi sama. To je vrsta *Porcellio scaber*. Našel ga je v Ljubljani na večih različnih lokacijah – v centru, na kompostnem kupu, pod kamenjem in na travnikih. Tudi skupina osebkov te vrste, ki sem jih testirala jaz, je bila najdena v Mariboru pod Piramido, natančneje na kompostnem kupu pod lesenimi deskami. Med že odkritimi vrstami je navedel tudi vrsti *Armadillidum vulgare* in *Trachelipus ratkei*. To sta drugi dve vrsti, ki sem ju našla tudi sama. (Potočnik, 1978)

6. ZAKLJUČEK

6.1. Povzetek rezultatov, nova spoznanja in ugotovitve

Z meritvami smo ugotovili, da vsem petim skupinam kočičev, nabranih v različnih krajih v Sloveniji, ustrezajo zelo podobne temperature, ki se gibljejo med 23 C° in 26 C°. Prišli smo tudi do ugotovitve, da se te živali izogibajo območjem z visoko temperaturo, v našem primeru višjo kot 35 C°.

S primerjanjem standardnih deviacij med vsemi petimi skupinami testiranih osebkov smo ugotovili, da se le te gibljejo med 12,5 in 17,5.

Z določanjem vrst smo ugotovili, da smo v petih različnih krajih Slovenije našli 3 različne vrste kočičev. Glede na to, da je v Sloveniji poznanih več kot 120 različnih vrst teh živali, mislim da ni nič nenavadnega, da smo tudi mi našli kar 3 različne vrste.

6.2. Pravilnost hipotez

- Večina osebkov se bo v temperaturnih orglah razporedila v območje z enako temperaturo. Torej imajo kočiči ozko strpnostno območje.

To hipotezo sem potrdila, saj se je pri vseh petih skupinah testiranih osebkov večina (več kot 60%) razvrstila v le dve različni območji z zelo podobnima temperaturama.

- Osebkom iz različnih krajev bodo najbolj ustrezale različne, a hkrati zelo podobne temperature.

To hipotezo sem delno potrdila, saj so 4 skupinam testiranih osebkov najbolj ugovajale temperature iz enakih dveh območij v temperaturnih orglah, eni skupini testiranih osebkov pa je najbolj ustrezalo območje z drugačno temperaturo, a ta temperatura ni bila bistveno višja od temperatur, ki so najbolj ustrezale preostalim osebkom.

- Osebki nabrani v petih različnih krajih bodo pripadniki petih različnih vrst.

To hipotezo sem morala zavreči, saj so kočiči nabrani v petih različnih krajih po Sloveniji pridali le trem različnim vrstam.

6.3. Ali je bil namen dosežen?

Namen raziskovalne naloge je bil dosežen, saj sem v eksperimentalnem delu pridobila podatke s katerimi sem si lahko odgovorila na svoje raziskovalno vprašanje, ki sem si ga postavila že pred samim pričetkom. Hkrati sem tudi spoznala vrsto živali, o kateri predtem nisem veliko vedela.

6.4. Odprta vprašanja in ideje za nadaljnje delo

Na podlagi dobljenih rezultatov in ugotovitev se mi porajajo nova vprašanja in možnosti raziskav, ki bi jih lahko izvedli v prihodnje in izvedeli še več o tej vrsti živali. Navedla bom nekaj vprašanj in idej za nadaljnje delo s kočiči, ki so se mi porajala po končani raziskavi:

- Ali kočičem iz drugih predelov sveta, bolj oddaljenih od Slovenije, ustrezajo enake temperature kot primerkom, ki živijo v Sloveniji?
- Ali imajo vse vrste kočičev na svetu podobno široko temperaturno strpnostno območje v katerem preživijo?

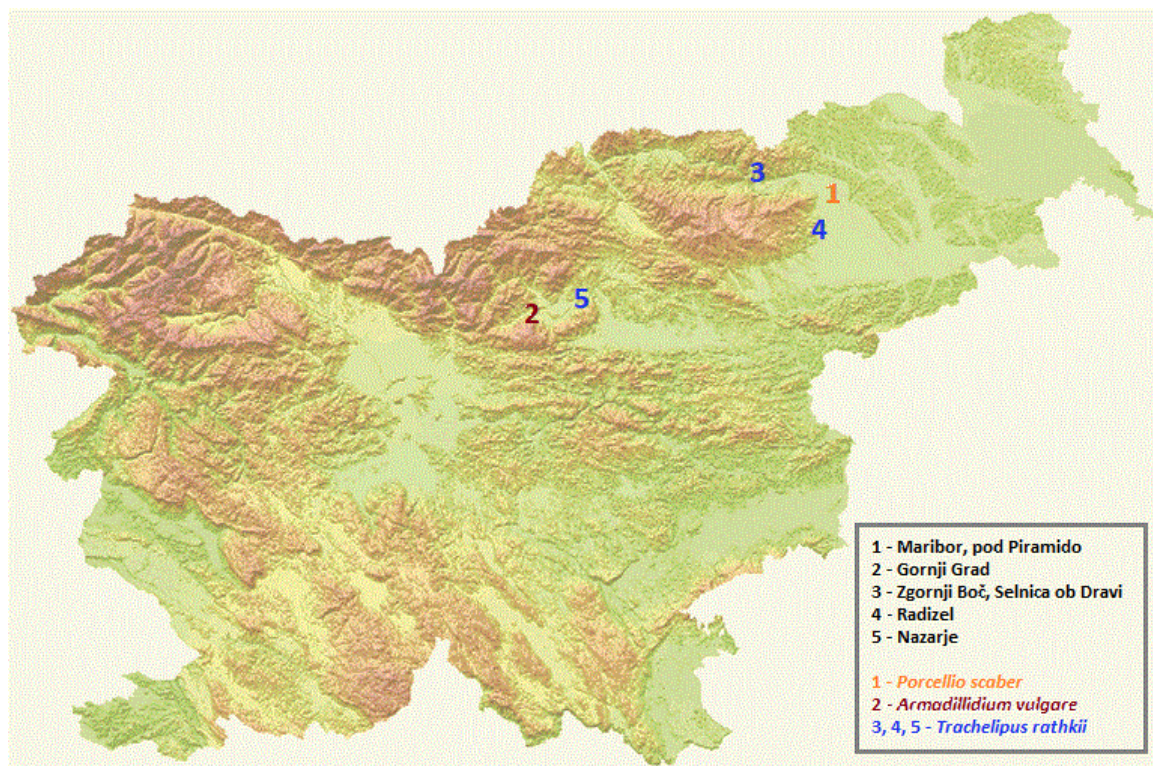
Dobila sem tudi idejo za nadaljnje raziskovanje. Če bi imela ustrezne merilne naprave, bi lahko ugotovila, kakšna vlaga v zraku najbolj ustreza kočičem različnih vrst, ali se ob prisotnosti svetlobe skrijejo v temnejše skrivališče ali ne ter kako vplivata pH in vrsta zemlje na to vrsto živali.

6.5. Družbena odgovornost

Pri izvajanju eksperimenta smo uporabili veliko število živih osebkov kočičev. Med eksperimentom živali niso poginile. Ko so bili v ujetništvu smo zanje dobro poskrbeli in jim poskusili ustvariti habitat podoben njihovem naravnemu habitatu. V zračnih posodah so imeli nekaj zemlje, lesa, navlaženo vato in solato. S temi stvarmi smo jim zagotovili vse potrebno, kar so potrebovali za življenje. Med samim eksperimentom se osebki niso poškodovali ali poginili, saj so se samo razporejali po temperaturnih orglah. Z vsako skupino kočičev smo eksperimentirali le enkrat na dan, tako da se niso preveč izčrpali.

PRILOGE

Priloga 1: označena območja kjer so bili nabrani naši primerki



Priloga 2: tabela z vsemi rezultati in izračuni meritev

območje v temperaturnih orglah	Vrsta 1		Vrsta 2		Vrsta 3		Vrsta 4		Vrsta 5		Skupaj	
	št	%	št	%	št	%	št	%	št	%	št	%
1	162	32,4	117	23,4	59	17,3	267	53,4	198	39,6	803	33,22
2	199	39,8	195	39	145	41,3	175	35	230	48,6	944	40,74
3	21	4,2	77	15,4	72	33,4	20	4	29	3,2	219	12,04
4	103	20,6	84	16,8	2	0,7	21	4,2	23	4,5	233	9,38
5	2	0,4	8	1,6	15	5	3	0,6	7	1,4	35	1,8
6	12	2,4	13	2,6	5	1,7	12	2,4	13	2,6	55	2,34
7	1	0,2	1	0,2	15	5	1	0,2	0	0	3	0,12
8	0	0	5	1	1	0,3	0	0	0	0	6	0,26
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	1	0,3	1	0,2	0	0	2	0,1

12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Število vseh osebkov	500		500		300		500		500		2300	
Standardna deviacija		13,69		12,67		14,51		17,28		16,89		14,05

Priloga 3: tabela z vsemi podatki o temperaturah v temperaturnih orglah

območje v temperaturnih orglah	povprečna T (C°)	ΔT (C°) - med zač. in kon. T
1	23,1	2,3
2	23,6	1,8
3	26,4	1,8
4	26,5	1
5	30,1	1,8
6	30,3	1
7	35,1	2,3
8	37	2,5
9	38,9	2,3
10	40,3	1
11	45,9	2,8
12	46,6	1

VIRI IN LITERATURA

- (2005). Mokrice, živali leta 2005. *Proteus*. 466-470.
- BUCHSBAUM, R., MILNE, L. (1972). *Nižje živali: the lower animals : nevretenčarji brez žuželk*. Ljubljana, Mladinska knjiga.
- FARKAS S., VILISICS F. (2013). Magyarország szárazföldi ászkarák faunájának határozója (Isopoda: Oniscidea). *Natura Somogyiensis* 23: 89-124.
- HADŽI, J. (1970). *Razvojna pota živalstva*. Ljubljana, Mladinska knjiga.
- MRŠIĆ, N. (1997). *Živali naših tal: uvod v pedozoologijo - sistematika in ekologija s splošnim pregledom talnih živali*. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije.
- POTOČNIK, F. (1978). *Prispevek k poznavanju favne mokric (Oniscoidea-Isopoda terrestria) Slovenije: diplomatska naloga*. Ljubljana.
- ROMIH, T. (2017). Raki lahko živijo tudi na kopnem: spoznajmo mokrice. *Proteus*. 59-65.
- SKET, B., GOGALA, M., KUŠTOR, V. (2003). *Živalstvo Slovenije*. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije.