

ŠTEVILČNOST IN RAZPOREJANJE NETOPIRJEV V ROVU POD VRHOM SVETIH TREH KRALJEV

BIOLOGIJA

Raziskovalna naloga

Inti ČRNIGOJ, Tinkara RUDOLF

9. razred

Mentorica: Petra Simčič, univ. dipl. inž. živ. teh., prof. biol.

Somentorica: doc. dr. Maja Zagmajster, univ. dipl. biol.

Ljubljana Črnuče, 2024

Osnovna šola narodnega heroja Maksa Pečarja
Črnuška cesta 9, 1231 Črnuče

KAZALO VSEBINE

KAZALO VSEBINE	2
KAZALO SLIK	4
KAZALO PREGLEDNIC.....	4
ZAHVALA.....	5
POVZETEK	6
1 UVOD	7
1.1 OPIS PROBLEMA – MOTIVACIJA	7
1.2 CILJI NALOGE	7
1.3 HIPOTEZE	7
2 TEORETIČNI DEL.....	9
2.1 NETOPIRJI	9
2.1.1 Mali podkovnjak (<i>Rhinolophus hipposideros</i>) – družina podkovnjakov	10
2.1.2 Navadni netopir (<i>Myotis myotis</i>) in Ostrouhi netopir (<i>Myotis oxygnathus</i>) – družina gladkonosih netopirjev	10
2.2 NETOPIRJI IN NJIHOVA ZATOČIŠČA	11
2.2.1 Prezimovališča netopirjev	12
2.3 ROV POD VRHOM SV. TREH KRALJEV	13
2.4 POMEN IN VARSTVO NETOPIRJEV	15
3 EKSPERIMENTALNI DEL	16
3.1 SKICA in IZMERA ROVA.....	16
3.1.1 Opis oblike rova in razdelitev po odsekih.....	16
3.1.2 Določanje dolžine odsekov in izdelava sheme rova	18
3.2 ŠTETJE NETOPIRJEV	19
3.3 MERJENJE TEMPERATURE	20
3.3.1 Merjenje temperature sten (rova)	20
3.3.2 Merjenje temperature zraka	21
3.4 MATERIAL	22
3.5 OBDELAVA PODATKOV	22
4 REZULTATI	23
4.1 TEMPERATURE ROVA IN STEN ROVA	23
4.1.1 Temperature zraka	23
4.1.2 Temperature sten.....	25
4.2 VRSTE IN ŠTEVILO NETOPIRJEV V ROVU.....	27
4.3 OPRIJEMALIŠČA NETOPIRJEV	29

4.4 ZDRUŽEVANJE V SKUPINE	30
4.5 RAZPOREJANJE NETOPIRJEV PO ROVU	32
4.5.1 Razporejanje malih podkovnjakov v rovu	32
4.5.2 Razporejanje navadnih/ostrouhih netopirjev v rovu	32
4.6 TEMPERATURE STEN OB OPRIJEMALIŠČIH NETOPIRJEV	33
5 RAZPRAVA	34
5.1 NAJDENE VRSTE NETOPIRJEV V ROVU	34
5.2 SPREMINJANJE ŠTEVILA NETOPIRJEV V ROVU	34
5.3 OPRIJEMALIŠČA NETOPIRJEV	35
5.4 ZDRUŽEVANJE V SKUPINE	35
5.5 RAZPOREJANJE NETOPIRJEV PO ROVU	36
5.6 TEMPERATURE STEN OB OPRIJEMALIŠČIH NETOPIRJEV	37
6 ZAKLJUČEK.....	38
7 LITERATURA.....	39

KAZALO SLIK

Slika 1: Telesna zgradba netopirja.....	9
Slika 2: Mali podkovnjak.....	10
Slika 3: Navadni/ostrouhi netopir v prezimovališču.....	11
Slika 4: Prezimovališče netopirjev – rov pod Vrhom Sv. Treh Kraljev	12
Slika 5: Rov pod Vrhom Sv. Treh Kraljev.....	13
Slika 6: Shema rova, izmerjena s pomočjo laserskega merilca.	16
Slika 7: Ročno izdelana skica rova pod Vrhom Sv. Treh Kraljev	18
Slika 8: Slika rova pod Vrhom Sv. Treh Kraljev, umeščena v zemljevid.....	19
Slika 9: Avtorici raziskovalne naloge med iskanjem, štetjem in popisovanjem netopirjev.....	20
Slika 10: Merjenje temperatur sten okoli netopirjev z ročnim laserskim merilcem	20
Slika 11: Nameščanje merilcev temperatur zraka	21
Slika 12: Temperature zraka pred in v rovu	24
Slika 13: Temperature sten v posameznih odsekih.....	26
Slika 14: Število netopirjev v rovu od septembra 2023 do februarja 2024.....	27
Slika 15: Število malih podkovnjakov in povprečne zunanje temperature (povprečje 24 ur)	28
Slika 16: Število malih podkovnjakov v odvisnosti od povprečne (24 h) zunanje temperature na dan obiskov	29
Slika 17: Število malih podkovnjakov na določeni višini v rovu	29
Slika 18: Izbor višine oprijemališč malih podkovnjakov,	30
Slika 19: Večje število malih podkovnjakov v bližini.....	31
Slika 20: Opis visenja malih podkovnjakov, kadar so si bili osebk blizu (10 cm narazen).	31
Slika 21: Število malih podkovnjakov v različnih odsekih rova.....	32
Slika 22: Število navadnih/ostrouhih netopirjev v različnih odsekih rova	33
Slika 23: Temperature stene tik ob oprijemališčih netopirjev	33

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1. Pregled dosedanjih najdb netopirjev v rovu pred rovom pod Vrhom Sv. Treh kraljev.	14
Preglednica 2: Opis odsekov rova pod Vrhom Sv. Treh Kraljev (za položaj v rovu glej sliko 6)	17

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujema mentorici Petri Simčič, ki naju je pri vsem delu podpirala in spodbujala, nama svetovala in popravljala.

Zahvaljujema se somentorici Maji Zagmajster, ki nama je pomagala s strokovnega vidika o netopirjih (kot del aktivnosti Ljudske znanosti projekta Life NarcIS - (LIFE19 GIE/SI/000161)), nama posodila naprave, s katerimi sva lahko izvedli raziskavo (sicer v lasti Skupine za speleobiologijo Oddelka za biologijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani) in z nama včasih hodila na teren. Zahvaljujema se ji tudi, ker si je za naju vzela nekaj svojega prostega časa, naju seznaniła z delom na terenu, metodami popisa netopirjev in preučevanja njihovih prezimovališč ter predvsem uvedla v raziskovalno delo.

Zahvaljujema se tudi Teu Deliću, ki si je vzel čas, da je rov izmeril ter naredil skico tlorisa in pobral temperature z merilcev zraka, ter Loreni Vovk, študentki biologije, ki je pomagala pri nekaj februarjskih terenih in je na koncu februarja ponovno pobrala temperature z merilcev zraka.

Zahvaljujema se lektorici Mateji Miljković, ki nama je lektorirala raziskovalno nalogo.

Na koncu se zahvaljujema še najinim staršem, ki so naju ves čas podpirali, spodbujali, nama pomagali in naju spremljali na terenu. Brez njih nama ne bi uspelo narediti cele raziskovalne naloge.

POVZETEK

Netopirji so ena izmed najbolj ogroženih skupin živali na svetu. V ekosistemu imajo pomembno vlogo, zato jih je pomembno varovati. Strokovnjaki redno popisujejo prezimovališča, vendar mnoga niso popisana. Poleg tega pa proučevanja netopirjev pripomorejo k razbijanju predsodkov o teh pristrčnih »šišmiših«.

Raziskava je bila usmerjena v raziskovanje netopirjev v rovu pod Vrhom Sv. Treh Kraljev pri Logatcu, kjer še ni bilo sistematičnega popisa jesenske in zimske prisotnosti netopirjev. Cilji naloge so bili ugotoviti, ali tam sploh prezimujejo netopirji, koliko jih je in katere vrste so ter kakšni pogoji jim najbolj ustrezajo za prezimovanje.

Obiski rova so potekali vsak vikend od 10. 9. 2023 do 24. 2. 2024. V rovu je potekalo štetje netopirjev, beleženje njihovega položaja v različnih odsekih, merjenje temperatur zraka in sten odsekov rova ter temperatur okoli netopirjev. Ugotovljeno je bilo, da ta rov služi kot prezimovališče. Opaženi sta bili dve vrsti netopirjev, prevladovali so mali podkovnjaki. Po rovu so se prerazporejali s spreminjanjem zunanje temperature. Največ jih je bilo tam, kjer so bile temperature najbolj stalne, oprijemali so se na višje ležeča oprijemališča in se niso združevali v prave netopirske skupine.

Raziskava je prispevala k spoznanju, da je opazovano območje pomembno prezimovališče netopirjev. Rezultati so pokazali, pri katerih temperaturah najpogosteje prezimujejo netopirji tega območja, kar prej ni bilo raziskano. Raziskava je dala kar nekaj novih vprašanj predvsem glede dejavnikov, ki vplivajo na prezimovanje netopirjev, ki bi jih bilo dobro raziskati v prihodnosti.

Ključne besede: netopirji, oprijemališča netopirjev, prezimovanje netopirjev, prezimovališče netopirjev, rov pod Vrhom Sv. Treh Kraljev

1 UVOD

1.1 OPIS PROBLEMA – MOTIVACIJA

Netopirji v Sloveniji spadajo med ogrožene živalske skupine in so pomemben del ekosistemov. Za njihovo preživetje v zmernih geografskih širinah so primerna prezimovališča zelo pomembna, saj tam preživijo obdobje, ko ni na voljo dovolj hrane. V prezimovališčih se lahko zbere več različnih vrst netopirjev. Poznavanje lastnosti in rabe prezimovališč je pomembno za razumevanje njihovega pomena za netopirje nekega območja. Tako spoznamo tudi biologijo netopirjev, hkrati pa razumemo pomen prezimovališč za varstvo netopirjev tega območja. Če je v prezimovališčih veliko netopirjev, je to še toliko bolj pomembno (26, 4).

Pri somentorici, ki se ukvarja z netopirji, sva dobili informacijo, da je na področju osrednje Slovenije v okolici med Logatcem in Vrhniko neraziskan rov pod Vrhom Sv. Treh Kraljev, ki služi kot zatočišče netopirjem. V tistem območju prezimovališča niso dobro popisana, je pa poznano nekaj področij, kjer netopirje popisujejo čez leto.

Zato sva se odločili, da raziščeva, ali v tem rovu prezimujejo netopirji, koliko vrst netopirjev prezimuje v rovu in kateri vrsti pripadajo. Dodatno naju je zanimalo, kako zunanje okolje oz. razmere v rovu vplivajo na razporejanje netopirjev po rovu.

1.2 CILJI NALOGE

Glede na namen naloge sva si zadali naslednje cilje:

- spremljanje števila netopirjev v rovu v času prezimovanja, od septembra 2023 do februarja 2024,
- spremljanje vrst netopirjev v rovu v tem obdobju,
- ugotoviti, na kateri višini se netopirji v rovu najraje oprijemajo,
- spremljanje vpliva temperatur v rovu in pred njim,
- spremljanje razporejanja netopirjev vzdolž rova,
- ugotoviti, pri kateri temperaturi v rovu se bo nahajalo največ netopirjev.

1.3 HIPOTEZE

Netopirji za preživetje zime potrebujejo zimska zatočišča – prezimovališča, kamor se lahko zatečejo na varno, kjer so v času prezimovanja na varnem pred plenilci in neželenimi vplivi okolja.

V okolici rova so v preteklosti popisali več različnih vrst netopirjev (preglednica 1; 6, 7–16). Med mirovanjem v rovu so bili popisani: mali podkovnjak (*Rhinolopus hipposideros*), rjavi uhati netopir (*Plecotus auritus*), navadni/ostrouhi netopir (*Myotis myotis/oxygnathus*), brkati netopir (*Myotis mystacinus*), resasti netopir (*Myotis nattereri*) in vejicati netopir (*Myotis emarginatus*). Pri jesenskih mreženjih, ki jih izvajajo zadnjih nekaj let, pa so

zabeležili še nekaj drugih vrst netopirjev (preglednica 1; 6, 7–21). Zato sva postavili prvo hipotezo:

HIPOTEZA 1: V rovu bova našli prezimovati več različnih vrst netopirjev.

Netopirji so aktivni v obdobju višjih temperatur, ko je na voljo dovolj hrane. Ko začnejo zunanje temperature padati in se jesen preveša v zimo, si začnejo iskati prezimovališča, kjer so na varnem pred plenilci in jim okolje omogoča prezimovanje ter s tem manjšo porabo energije (4, 26). Iz tega je sledila najina hipoteza:

HIPOTEZA 2: Z nižanjem zunanje temperature zaradi prehoda jeseni v zimsko obdobje bo število netopirjev v rovu naraščalo.

Netopirji si za prezimovanje navadno izbirajo višje ležeča oprijemališča z namenom, da bi bili varnejši pred plenilci na tleh (4, 26). Tam lahko visijo prosto s stropa (npr. mali podkovnjaki), nekateri netopirji se skrijejo v špranje, ki pa so tudi višje ležeče (npr. gladkonosi netopirji) (3). Tako sva postavili naslednjo hipotezo:

HIPOTEZA 3: Netopirjem bodo znotraj rova bolj ustrezala višje ležeča oprijemališča.

Glede na podatke pred najino raziskavo pričakujemo, da bova v rovu našli predvsem male podkovnjake. Za to vrsto je značilno, da se samice poleti združujejo v velike porodniške kolonije, medtem ko se med prezimovanjem ne dotikajo, tudi če se v istem predelu nahaja več osebkov (4). Zato sva postavili naslednjo hipotezo:

HIPOTEZA 4: Mali podkovnjaki se med prezimovanjem ne bodo združevali v skupine, v katerih bi se osebki dotikali drug drugega.

Netopirjem med prezimovanjem ustrezajo hladna zatočišča z visoko vlažnostjo (26, 4). Med prezimovanjem varčujejo z energijo, zato telesno temperaturo spustijo na le nekaj stopinj nad okoliško, zato jim ustrezajo čim bolj stalne temperature. Tako se netopirji v prezimovališčih ne razporejajo naključno, ampak izbirajo temperaturno ugodna mesta vissenja. Pričakujemo, da bova lahko ugotovili temperaturo, pri kateri bo prezimovalo največ netopirjev. Iz tega sta sledili najini hipotezi:

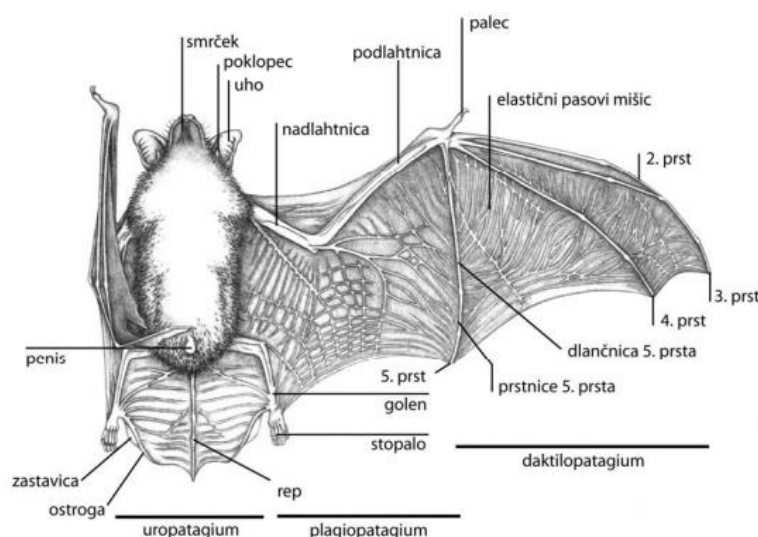
HIPOTEZA 5: Netopirji se bodo po rovu razporejali neenakomerno. Največ netopirjev bo v tistih odsekih rova, kjer bo temperatura najbolj konstantna.

HIPOTEZA 6: Poleg konstantnosti temperature na izbor oprijemališča vpliva tudi sama temperatura stene/zraka. To, poleg drugih dejavnikov, vpliva katero mesto bo netopir izbral za oprijemališče.

2 TEORETIČNI DEL

2.1 NETOPIRJI

Netopirji so drugi največji red sesalcev na svetu in so edini sesalci z zmožnostjo aktivnega letenja, saj imajo sprednje okončine preoblikovane v prhuti (26). Te so sestavljene iz mreže (kože, vmesnega svežnja elastičnega tkiva in mišičnih vlaken), ki jo podpirajo podaljšane kosti prstov ter rok in nog. Imajo po pet prstov na okončino. Na prvem nepodaljšanem palcu imajo še kremplj, ki nekaterim vrstam služi za premikanje v okolici zatočišč, nekaterim sadjejedim pa za držanje sadja. Drugi prst je razmeroma kratek. Najdaljši prsti so tretji, četrti in peti, ki segajo do roba prhuti. Kolena nog se upogibajo nazaj, proti hrbtu. Na nogah imajo pet enako dolgih krempljastih prstov. Repi netopirjev se razlikujejo. Nekateri so pokrneli, lahko pa so tudi zelo dolgi (slika 1; 2).



Slika 1: Telesna zgradba netopirja
(Hočevar M., Diplomsko delo)

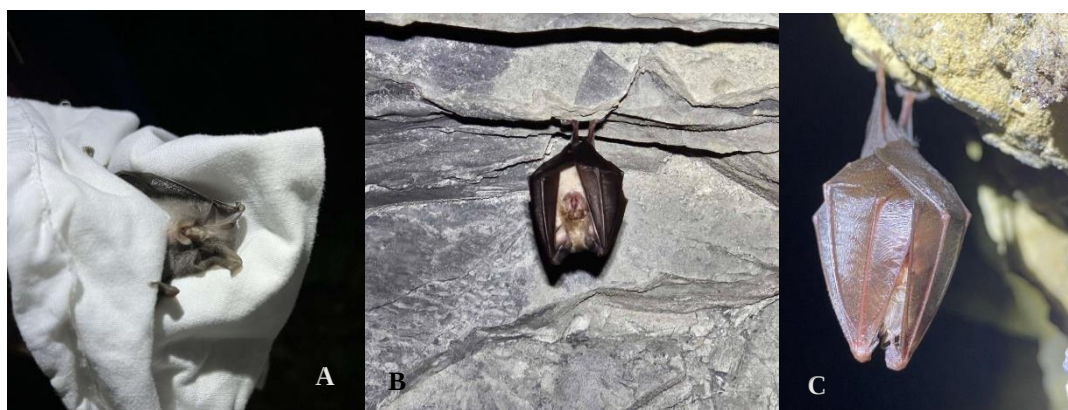
Netopirji so nočno aktivne živali. Najdemo jih povsod po svetu razen na polarnih območjih, v najvišjih gorah in nekaterih oddaljenih otokih. Večina netopirjev si pri iskanju hrane, počivališča in pri krmarjenju pomaga z ostrim sluhom in eholokacijo (4). Eholokacija je sposobnost zaznavanja okolja s pomočjo zvoka. Netopirji oddajajo ultrazvočne signale iz svojih ust, ki se v primeru ovire od nje odbijejo in vrnejo nazaj do netopirja, ki na podlagi časa, ki ga je signal porabil, da se je vrnil, določi, kje je ovira (1).

Vsi slovenski netopirji se prehranjujejo s členonožci, predvsem z žuželkami. Netopirji ne pojejo cele žuželke vendar le nekatere dele. S pomočjo ostankov lahko celo ugotovimo, da se je na nekem področju prehranjeval netopir. Netopirji pojejo veliko žuželk in s tem uravnavajo njihovo število. Nekateri izmed teh žuželk so škodljivci, torej nam netopirji s tem pomagajo (3). V Sloveniji je trenutno prisotnih 32 vrst netopirjev: dvobarvni netopir, Savijev netopir, drobní netopir, mali netopir, Nathusijev netopir, belorobi netopir, navadni

mračnik, gozdni mračnik, veliki mračnik, resasti netopir, resorepi netopir, nimfni netopir, brkati netopir, navadni netopir, brkonosi netopir, vejicati netopir, obvodni netopir, dolgonogi netopir, Brandtov netopir, ostrouhi netopir, velikouhi netopir, dolgokrili netopir, severni netopir, pozni netopir, širokouhi netopir, mali podkovnjak, veliki podkovnjak, južni podkovnjak, sivi uhati netopir, rjavi uhati netopir, usnjebradi uhati netopir in dolgorepi netopir. Vrste netopirjev, ki živijo v Sloveniji, uvrščamo v 4 družine: podkovnjaki, gladkonosi netopirji, dolgokrili netopirji in trdouhi netopirji. (4, 26).

2.1.1 Mali podkovnjak (*Rhinolophus hipposideros*) – družina podkovnjakov

Mali podkovnjak je najmanjši evropski podkovnjak (6). Leti počasi (4). Smrček ima v obliki podkve, kožuh pa je na hrbtu sivo do rumeno rjav, na trebušni strani pa svetlejši (slika 2 a). Ko spijo v jamah, so največkrat zelo lahko opazni, saj prosto visijo s sten ali stropa (slika 2 b) (6). Stropa se dotikajo samo z nožnimi kremplji. Med mirovanjem se popolnoma ovijejo s svojimi prhutmi (slika 2 c). Ko visijo s stene in spijo, so veliki približno za palec odrasle osebe. Prehranjuje se v gozdovih (26).



Slika 2: Mali podkovnjak

(A) Ulov malega podkovnjaka pri mreženju (B) Mali podkovnjak pri prezimovanju (C) Mali podkovnjak med prezimovanjem, popolnoma ovit v prhuti. (foto osebni arhiv, 2023)

2.1.2 Navadni netopir (*Myotis myotis*) in Ostrouhi netopir (*Myotis oxygnathus*) – družina gladkonosih netopirjev

Navadni netopir je največji netopir rodu *Myotis* v Evropi. Hrbet ima svetlo rjav, trebuh pa svetlejši. Uhlji so veliki in dolgi (slika 3 a) (6). Zelo je podoben ostrouhemu netopirju, od katerega ga brez meritev ne moremo razlikovati (26). Med spanjem se večinoma s trebuhom dotikajo stene ali pa zlezejo v razpoke in jih zato težje opazimo (slika 3 b) (3). Nikoli niso oviti v prhuti, ampak jih imajo zložene ob bok telesa. Navadni netopirji se večinoma prehranjujejo z žuželkami. Prehranjuje se v gozdovih, na travnikih, pašnikih in njivah. Hrano pobirajo s tal (26).

Ostrouhi netopir je malo manjši od zelo podobnega navadnega netopirja. Kožuh ima sivorjav, na trebuhu pa je malo svetlejši (slika 3 a) (6). Enako kot navadni netopir se med spanjem po navadi dotika stene s trebuhom ali pa je v razpokah (slika 3 b) (3). Živi na krajih s travniki, pašniki in polji. Kot navadni netopir pobira hrano s tal, na katerih za trenutek pristane (26).

Ti dve vrsti netopirjev lahko razlikujemo le z meritvami, medtem ko z opazovanjem med visenjem ne. Ker gre za največji vrsti netopirjev tega rodu, z značilno dolgimi uhlji, ju lahko razlikujemo kot skupino navadni/ostrouhi netopir (*Myotis myotis/oxygnathus*) (4).



Slika 3: Navadni/ostrouhi netopir v prezimovališču
(A) Navadni/ostrouhi netopir prosto visi s stropa. (B) Navadni/ostrouhi netopir prezimuje v luknji. (foto osebni arhiv, 2024)

2.2 NETOPIRJI IN NJIHOVA ZATOČIŠČA

Netopirji so nočne živali, dneve pa preživijo v zatočiščih (3). Poletna zatočišča netopirjev so podstrešja stavb, ker so tam visoke temperature, ki so ugodne za rast in razvoj mladičev. Druga zatočišča so jame, rudniki in bunkerji. Ta zatočišča uporabljajo predvsem pozimi, vendar so nekateri tam tudi poleti, jeseni pa so pomembna za razmnoževanje in srečevanje netopirjev iz drugih kolonij. Kot zatočišča si nekateri netopirji lahko izberejo tudi drevesa, ker v njihovih duplih in špranjah lahko prezimujejo in kotijo (5). Jame imajo lahko jeseni in spomladi, v času selitve/prehoda med zimskimi in poletnimi zatočišči, vlogo prehodnih zatočišč (3).

Mali podkovnjak prebiva na podstrešjih, cerkvenih zvonikih, gradovih in opuščenih stavbah. Ker v zatočišča vstopajo med letenjem, morajo biti vhodne odprtine tako velike, da jih zlahka preletijo (26).

Navadni/ostrouhi netopir zahaja v jame, na podstrešja, v zvonike, špranje mostov in drevesna dupla (26).

2.2.1 Prezimovališča netopirjev

Pozimi netopirji prezimujejo (hibernirajo). Kot priprava na prezimovanje jeseni netopirji pridobivajo na masi, v večini primerov v obliki podkožnega maščevja (4). Med prezimovanjem njihova telesna temperatura pade nekaj stopinj nad okoliško, njihov srčni utrip se upočasni na le nekaj udarcev na minuto (26). Nižja kot je temperatura prezimovališč, nižja je njihova telesna temperatura in s tem počasnejši metabolizem, zato zaloge hrane dlje trajajo oz. jih porabljajo počasneje (4).

Netopirji se med prezimovanjem prebujejo v obdobju 2–3 tednov, kar je odvisno od temperature prezimovališča in faze prezimovanja. Ko se med prezimovanjem netopirji zbudijo, se lahko vrnejo na isti prostor, na drug prostor v istem prezimovališču ali zaidejo v čisto drugo prezimovališče (26).



*Slika 4: Prezimovališče netopirjev – rov pod Vrhom Sv. Treh Kraljev
(foto osebni arhiv, januar 2024)*

Nekateri netopirji se med prezimovanjem združujejo v skupine, saj jim to omogoča manjšo porabo energije in lažje stabiliziranje telesne temperature glede na nihanja temperatur okolja (26). To pa ne velja za male podkovnjake, saj vedno prezimujejo posamično in se med seboj ne dotikajo (slika 4 b). Lahko so blizu skupaj, vendar jim to pri prezimovanju nič ne koristi (24).

Ker netopirji prezimujejo, jim takrat najbolj ustrezajo hladnejša in bolj vlažna območja (3). Zato najpogosteje prezimujejo v kletih, bunkerjih, rudnikih, podstrešjih, jamah in drugih temnih prostorih (26).

Mali podkovnjak prezimuje v jamah ali drugih podzemnih prostorih (slika 4). Ker imajo jame oz. v najinem primeru rov nizko a stalno temperaturo in veliko vlage, so za prezimovanje netopirjev zelo primerne (26).

Navadni/ostrouhi netopir prezimuje v jamah (slika 4), rudnikih, kletih in bunkerjih (26).

2.3 ROV POD VRHOM SV. TREH KRALJEV

Vhod v umetno izoblikovan rov se nahaja ob cesti, ki pelje do Vrhov Svetih Treh Kraljev pri Logatcu (slika 5). Rov prebije celoten Vrh. Narejen je bil za vojaško obrambo v okviru Rupnikove linije. Med kopanjem so naleteli na jamo pod Vrhom Sv. Treh Kraljev (27). Rov je dolg 793 m. Rov je večinoma vodoraven razen enega strmega spusta, ki je dolg 58 m in se spusti za 30 m v globino. Malo pred koncem rova je križišče. Leva stran, ki je polna blata, vodi v zaprt prostor, podoben majhni sobici, desna stran pa vodi do drugega navpičnega vhoda (izhoda). Malo pred drugim vhodom se rov še nadaljuje, vendar je zelo nestabilen. Ker pa nobeden izmed vhodov v rov ni zavarovan oz. zaprt, je rov dostopen vsem.



Slika 5: Rov pod Vrhom Sv. Treh Kraljev
(A) Vhod v rov (B) Rov od znotraj (foto osebni arhiv, september 2023)

Doslej so v rovu ali jami pod Vrhom Sv. Treh Kraljev zabeležili 12 vrst netopirjev (preglednica 1). Poleg posameznih popisov netopirjev v rovu poteka zadnjih nekaj let pred rovom vsako leto tudi mreženje v okviru vaj za študente biologije Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Mreženje je lovljenje netopirjev v tanke najlonske mreže, ki jih nastavijo ob sončnem zahodu. Nato jih stehtajo, izmerijo jim dolžino prhuti, zobovje, določijo vrsto in spol ter jih izpustijo. Podatke si sproti zabeležujejo. Ujete netopirje takoj rešijo, da je zanje čim manj stresno in se posledično ne poškodujejo. V zadnjih letih so z mreženjem in ogledi rova popisali naslednje vrste netopirjev: mali podkovnjaki (*Rhinolopus hipposideros*), rjavi uhati netopir (*Plecotus auritus*), navadni/ostrouhi netopir (*Myotis myotis/oxygnathus*) in resasti netopir (*Myotis nattereri*) (18–21). V preglednici 1 navajava beležene popise vrst netopirjev v rovu in okolici rova pod Vrhom Sv. Treh Kraljev od leta 2005 (7–21).

Preglednica 1. Pregled dosedanjih najdb netopirjev v rovu pred rovom pod Vrhom Sv. Treh kraljev. Popisi so bili beleženi od leta 2005 dalje. S številko je navedeno število osebkov glede na aktivnosti netopirjev (v rovu/parjenje, mreženje, izletavanje, prezimovališče) popisanih na posamezen dan opažanja. V oklepaju je naveden vir.

VRSTA NETOPIRJA (latinsko ime)	NAJDEN V ROVU (zatočišče, mesto parjenja)	MREŽENJE pred rovom, IZLETAVANJE iz rova	PREZIMOVA LIŠČE
Mali podkovnjak (<i>Rhinopolus hipposideros</i>)	x (4), x (4), x (4), 10 (13), 6 (13), 1 (11), 28 (10), 30 (10), 30 (10), 10 (8), 27 (21), 25 (20), 29 (19), 45 (18)	23 (16), 39 (15), 21 (14), 34 (14), 5 (13), 10 (13), 6 (13), 28 (10)	X (4, 2002), x (4, 2003), x (4, 2005), x (4, 2005), 44 (4, 2005), 23 (16), 43 (15), 96 (13), 169 (9)
Veliki podkovnjak <i>Rhinolophus ferrumequinum</i>		1 (14)	
Navadni/ostrouhi netopir (<i>Myotis myotis/oxygnathus</i>)	1 (10), 1 (19)		2 (13), 2 (9)
Navadni netopir (<i>Myotis myotis</i>)	1 (10)	1 (15), 6 (15), 1(14), 2 (14), 3 (13), 2 (13), 1 (13), 2 (10), 1 (8), 1 (19)	
Brkati netopir (<i>Myotis mystacinus</i>)		1 (16), 1 (14)	1 (15)
Obvodni netopir (<i>Myotis daubentonii</i>)	3 (10)	1 (13), 2 (13)	
Velikouhi netopir (<i>Myotis bechsteineii</i>)	1 (10)		
Resasti netopir (<i>Myotis nattereri</i>)	1 (13)	2 (16), 1 (15), 4 (14), 1 (14), 1 (13), 3 (10), 1 (8), 1 (18)	
Vejicati netopir (<i>Myotis emarginatus</i>)	1 (11), 1 (10)	1 (16), 4 (14), 2 (14), 1 (13), 3 (10), 1 (21)	
Rjavi uhati netopir (<i>Plecotus auritus</i>)		4 (16), 12 (15), 1 (14), 3 (13), 1 (13), 1 (10), 1 (8), 3 (21), 2 (19), 2 (18)	
Širokouhi netopir (<i>Barbastella barbastellus</i>)		1 (16), 3 (15),	
Pozni netopir (<i>Eptesicus serotinus</i>)		1 (15), 1 (13)	

2.4 POMEN IN VARSTVO NETOPIRJEV

Netopirji so ena izmed najbolj ogroženih živali na svetu. Imajo pomembno vlogo pri vzdrževanju ravnovesja v naravi, saj lahko delno uravnavajo število žuželk. Pomembno je, da raznovrstnost in številčnost netopirjev ljudje ohranjamo (26).

Netopirji so zavarovani z Uredbo o zavarovanih prosto živečih živalskih vrstah. V njej je zapisano, da jih ne smemo vznemirjati, zastrupiti, usmrtiti, zavestno poškodovati, loviti, ujeti. Ne smemo uničevati njihovega življenjskega prostora (22). Območja, ki so pri nas zavarovana glede na evropsko Habitatno direktivo, se imenujejo Natura 2000. To je naravovarstveno omrežje Evropske unije in eno izmed največjih svetovnih naravovarstvenih območij. Z njim skrbimo za naravo, življenjska naravna okolja in pomembne ter ogrožene vrste v Evropi. Z zakonodajo določijo, kaj se na teh območjih sme in kaj ne (25).

Njihovo varstvo je potrebno za ohranjanje vseh njihovih vrst. Varujemo jih z ohranjanjem njihovih zatočišč in prehranjevalnih habitatov. Netopirje ogrožamo z izsekavanjem gozdov, širjenjem naselij in kanaliziranjem rek in potokov. Veliko ljudi ima predsodke in neupravičen strah do netopirjev, zato prihaja do pobojev (26).

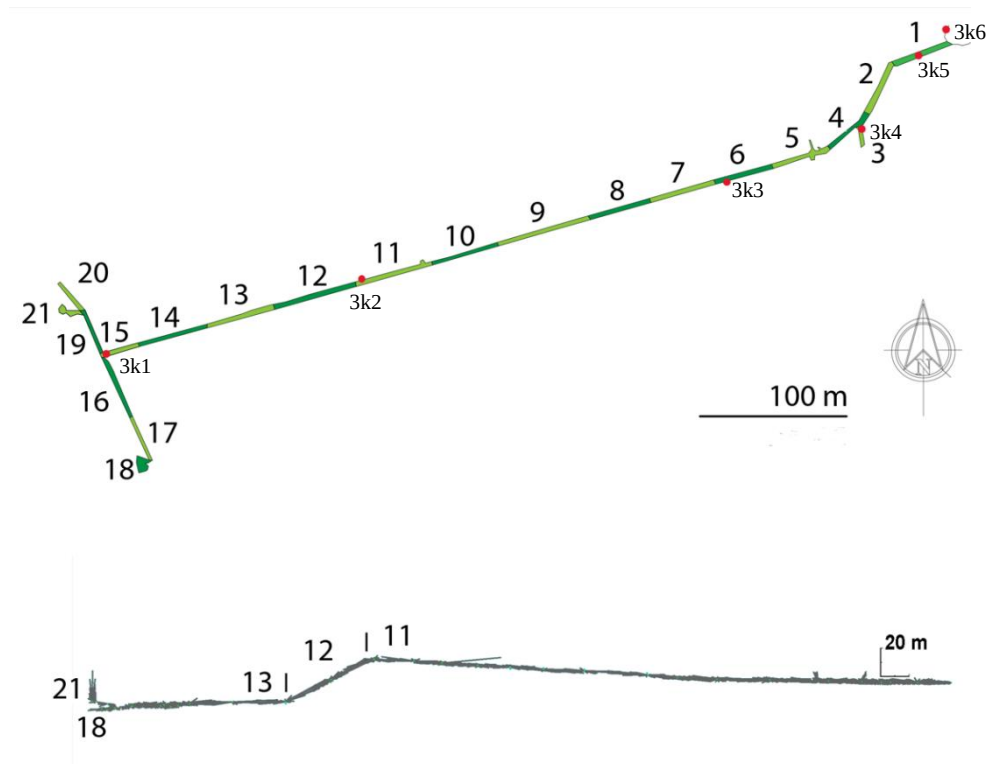
Netopirje ogrožamo z vznemirjanjem, ki ga povzročano z obiskovanjem prezimovališč. Prav zaradi tega je mnogo prezimovališč zaprtih čez zimo (npr. jama pod Predjamskim gradom). Ogrožamo jih tudi z onesnaževanjem podzemlja. Ljudje onesnažujejo podzemlje z izpeljevanjem onesnaženih voda vanj, z odlaganjem smeti, nevarnih snovi, klavniških odpadkov, zapiranjem vhodov ... (23) Onesnaženost je tudi odvisna od gostote prebivalstva in bližine naselij. Eden izmed problemov je tudi neprimerno osvetljevanje jam, saj netopirjem to predstavlja motnjo. Eden izmed razlogov, zakaj to ni dobro, je ta, da jim to lahko delno prepreči vstop oz. izstop v jamo ali rov (3). Vendar se to ne nanaša na najin rov, saj rov ni osvetljen.

3 EKSPERIMENTALNI DEL

3.1 SKICA in IZMERA ROVA

3.1.1 Opis oblike rova in razdelitev po odsekih

Vhod v rov je poleg ceste, ki vodi na Vrh Sv. Treh Kraljev. Vhod je očiščen in lahko dostopen. Rov je dolg 793 m. Večinoma je vodoraven razen enega strmega spusta, ki je dolg 58 m in se spusti za 30 m v globino (slika 6). Malo pred koncem rova je T razcep. Leva stran, ki je polna blata, vodi v zaprt prostor, podoben majhni sobici. Verjetno gre za zasut vhod/izhod. Desna stran vodi do drugega navpičnega vhoda (izhoda). Malo pred drugim vhomom se rov še nadaljuje skozi ozek prehod, vendar je zelo nestabilen in ga naprej nisva raziskali (slika 6).



*Slika 6: Shema rova, izmerjena s pomočjo laserskega merilca.
(zgoraj) Tloris rova z označenimi odseki in mesti, kjer so bili nameščeni data loggerji (rdeča pika);
(spodaj) stranski ris rova in označen spust (odsek 12).*

Rov smo izmerili zaradi lažjega štetja netopirjev in prikazovanja podatkov. Rov sva razdelili na 21 odsekov (slika 6 zgoraj), katerih opise podajava v preglednici 2.

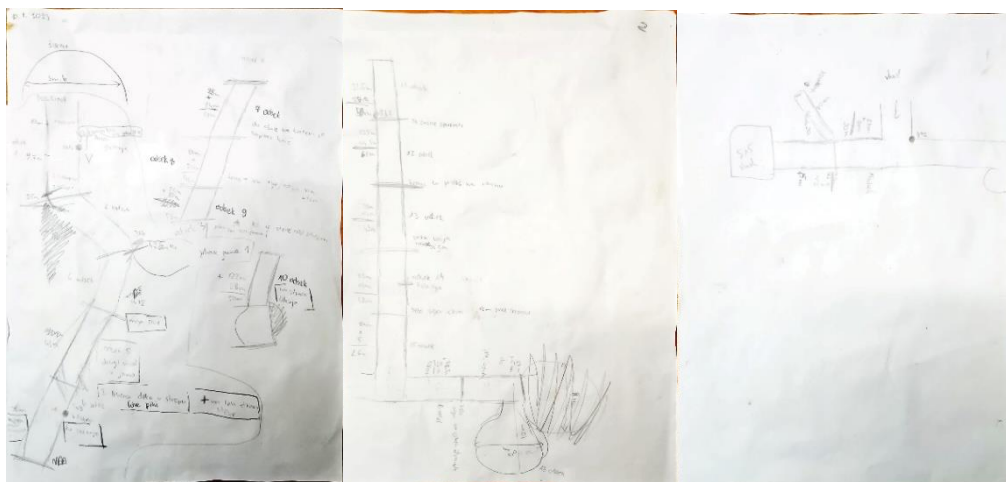
Preglednica 2: Opis odsekov rova pod Vrhom Sv. Treh Kraljev (za položaj v rovu glej sliko 6)

ODSEK	DOLŽINA	VODA in VLAŽNOST	OPIS
1. odsek	55 m	Suh, ob vhodu je nekaj vode.	Po vstopu v rov do ovinka
2. odsek	47 m	Po tleh je nekaj vode (po dežju kaplja tudi s stropa in jo je več).	Po ovinku se nadaljuje iz prvega odseka.
3. odsek	/	Suho, po dežju so vlažne stene.	Vhod v jamo in začetek jame
4. odsek	31 m	Vlažne stene, po tleh je nekaj vode.	Po drugem odseku lahko nadaljuješ naravnost, namesto v tretji odsek, in prideš v četrtega.
5. odsek	43 m	Na začetku je vedno veliko vode, pri izhodu iz jame vedno kaplja, na koncu je suho razen majhnega potočka ob strani.	Izhod iz že prej omenjene jame
6. odsek	36 m	Ni vode razen majhnega potočka ob strani.	Konča se z zoženjem.
7. odsek	52 m	Na tleh vedno nekaj, ki teče med manjšimi skalami.	Pojavi se drugačna kamnina, po tleh večji kamni.
8. odsek	48 m	Veliko vode, ki tudi teče med skalami.	Po tleh je nekaj večjih kamnov.
9. odsek	53 m	Veliko vode v obliki luž, na koncu intenzivno teče s stropa.	Kamnina se spet spremeni.
10. odsek	50 m	Na občutek vlažen zrak	Pogosto pihlja.
11. odsek	50 m	Na občutek vlažen zrak, približno na sredini kaplja s stropa.	Zmeraj malo piha, konča se z začetkom strmega spusta.
12. odsek	58 m	Včasih je megla, suho.	Predstavlja ga strm 30-metrski spust, visok strop, pogosto piha, včasih pa je celo megla.
13. odsek	43 m	Na začetku je ogromna luža, v nadaljevanju potoček in mokre stene.	Strop se zniža, neha se spuščati.

14. odsek	47 m	Na začetku teče s stropa in sten, naprej teče po tleh.	Začne se z veliko sigo.
15. odsek	26 m	Stene so suhe, po tleh je nekaj blata.	Konec predstavlja T razcep.
16. odsek	47 m	Stene so vlažne, po tleh je nekaj blata.	Od T razcepa levo, zelo se zoži, strop se zelo zviša.
17. odsek	32 m	Stene so še vedno vlažne, po tleh je več blata.	Strop se spet malo zniža.
18. odsek	10 m x 8 m	Veliko je blata.	Začne se z ovinkom, predstavlja ga prostor, podoben sobi.
19. odsek	30 m	Veliko je vode, na koncu je velika blatna luža.	Od T razcepa (15. odsek) desno proti drugemu vhodu/izhodu
20. odsek	20 m	Nekaj je vode po tleh.	Na koncu 19. odseka, naravnost skozi majhno odprtino, zelo je nestabilen, zato ga nisva do konca raziskali.
21. odsek	15 m (5 m x 5 m izhod)	Suho	Po koncu 19. odseka zavije levo in malo navzgor, strop se zelo zniža, na koncu je navpični izhod.

3.1.2 Določanje dolžine odsekov in izdelava sheme rova

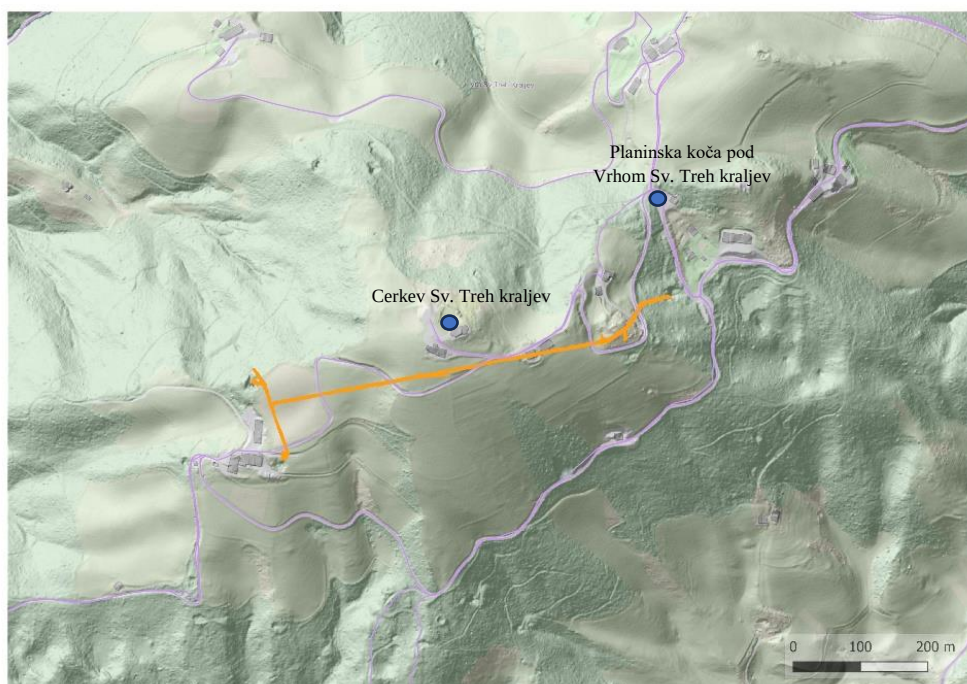
Prvotno skico rova sva skicirali ročno sproti med hojo vzdolž rova med pregledom letega (slika 7).



Slika 7: Ročno izdelana skica rova pod Vrhom Sv. Treh Kraljev (foto osebni arhiv, september 2023).

Druga in bolj natančna shema rova je nastala s pomočjo laserskega merilca Leica Disto D2 (<https://www.geoservis.si/disto/368-leica-disto-d2>), ki poleg razdalje (dolžine) izmeri še kot in odmaknjenost od severa. Naprava je bila tekom izvajanja meritev ves čas povezana s telefonom, kjer so se beležili podatki in se je sproti izrisoval načrt rova. Pri tem nama je pomagal jamar in biolog dr. Teo Delić, ki je meril rov.

Določanje je potekalo tako, da je ena oseba stala na točki začetka odseka, druga pa se je postavila do meje z naslednjim odsekom. Laserski merilec smo usmerili proti izbrani točki in odčitali razdaljo. V primeru, da je bil odsek predolg ali preveč zavrt, smo dodali vmesno točko meritve. Po meritvah je dr. Delić podatke prenesel na telefon, kjer je pozneje s primernimi grafičnimi programi izrisal načrt (slika 6) in umestitev na zemljevid. (slika 8)



*Slika 8: Slika rova pod Vrhom Sv. Treh Kraljev, umeščena v zemljevid.
(slika Teo Delić, januar 2024)*

3.2 ŠTETJE NETOPIRJEV

Štetje netopirjev je potekalo v rovu pod Vrhom Sv. Treh Kraljev nad Logatcem enkrat na teden, od septembra 2023 do februarja 2024.

Vsak vikend sva se v dopoldanskem času za nekaj ur odpravili v rov in sistematično pregledovali stene, strop in špranje, ki sva jih dosegli (slika 9). Za vsakega opaženega netopirja sva zabeležili vrsto, v katerem odseku se je nahajal, lego netopirja: strop (zgornji del rova), stena (desna in leva stran rova). Če je bil netopir na steni, sva si zapisali višino njegovega oprijemališča. Različne meritve sva razdelili v kategorije: 0–0,9 m, 1–1,4 m, 1,5–2 m, > 2 m. Izmerili sva tudi temperaturo stene ob netopirju in si jo zabeležili (slika 10).

Pregled sva opravljali le v umetnem rovu. V jamo, ki jo rov seka, sva vstopili le v vhodni del, ker je bilo naprej za ne-jamarje prenevarno, rabili pa bi tudi primerno jamarsko opremo za plezanje po vrvi.



Slika 9: Avtorici raziskovalne naloge med iskanjem, štetjem in popisovanjem netopirjev (foto osebni arhiv, 2023)

3.3 MERJENJE TEMPERATURE

V rovu sva ves čas spremljali temperaturo sten in zraka, da bi ugotovili, ali so določene temperature, ki netopirjem za prezimovanje bolj ustrezajo.

3.3.1 Merjenje temperature sten (rova)



Slika 10: Merjenje temperatur sten okoli netopirjev z ročnim laserskim merilcem (foto osebni arhiv, 2023)

Za merjenje temperatur sten sva uporabljali laserski merilec temperature, model Voltcraft IR 1201-50D USB, ki nama ga je ob začetku posodila somentorica.

Ob vsakem netopirju, ki sva ga opazili, sva izmerili tri vrednosti temperature stene čim bližje netopirju in tri vrednosti temperature stene približno 1 m stran od njega (slika 10).

Dodatno sva v vsakem odseku izmerili 5 naključno izbranih vrednosti temperatur sten, ki so nama podale povprečno vrednost temperatur sten v določenem odseku.

3.3.2 Merjenje temperature zraka

Za merjenje temperatur zraka sva uporabili merilce temperature zraka »data loggers« (Onset HOBO MX2201 Waterproof Bluetooth Pendant Temperature Data Logger), ki so temperaturo zraka beležili 1-krat na polno uro. Pri prvem obisku rova sva jih namestili na različna mesta v rovu. Mest sva izbrali tako, da so bili merilci čim bolj neopazni (slika 11).

V rov sva namestili pet merilcev temperature zraka, in sicer v različne odseke, glede na potek rova in oddaljenost od vhoda (slika 6 zgoraj):

- Šesti merilec (**3k6**) sva namestili **pred vhod v rov**, da sva tako spremljali tudi zunanje temperature zraka.
- Peti merilec (**3k5**) sva namestili v **prvi odsek**, in sicer bolj proti **koncu** tega odseka.
- Četrty merilec (**3k4**) sva namestili v **tretji odsek**, torej na začetek jame.
- Tretji merilec (**3k3**) sva namestili nekoliko stran, v **sredino šestega odseka**.
- Drugi merilec (**3k2**) sva namestili v **konec enajstega odseka**, pred začetkom spusta.
- Prvi merilec (**3k1**) pa sva namestili v **petnajsti odsek** na poličko zraven križišča.

Ker rov ni zaprt, so nama kljub previdnosti en merilec (drugi merilec, 3k2) temperatur zraka, ki je bil nameščen v enajstem odseku, odnesli v tednu od 23. 12. 2023 do 30. 12. 2023, ko še nismo sneli podatkov. Sredi januarja 2024 smo tja zato namestili nov merilec, zato imamo s tega mesta manj meritev.



Slika 11: Nameščanje merilcev temperatur zraka
(foto osebni arhiv, september 2023)

3.4 MATERIAL

Ob vsakem obisku rova sva uporabljali:

- Osnovno jamarsko opremo: naglavne svetilke, ročne svetilke, čelado in škornje
- Laserski merilec temperatur sten (Votcraft IR 1201-50D USB)
- Merilci temperatur zraka (Onset HOBO MX2201 Waterproof Bluetooth Pendant Temperature Data Logger)
- Opremo za zapisovanje: popisni listi, svinčniki ...

3.5 OBDELAVA PODATKOV

Podatke sva prepisali v računalniški program Excel, kjer sva jih nato obdelali. Prikazali sva jih z različnimi grafi, ki so se nama zdeli najbolj primerni.

4 REZULTATI

4.1 TEMPERATURE ROVA IN STEN ROVA

4.1.1 Temperature zraka

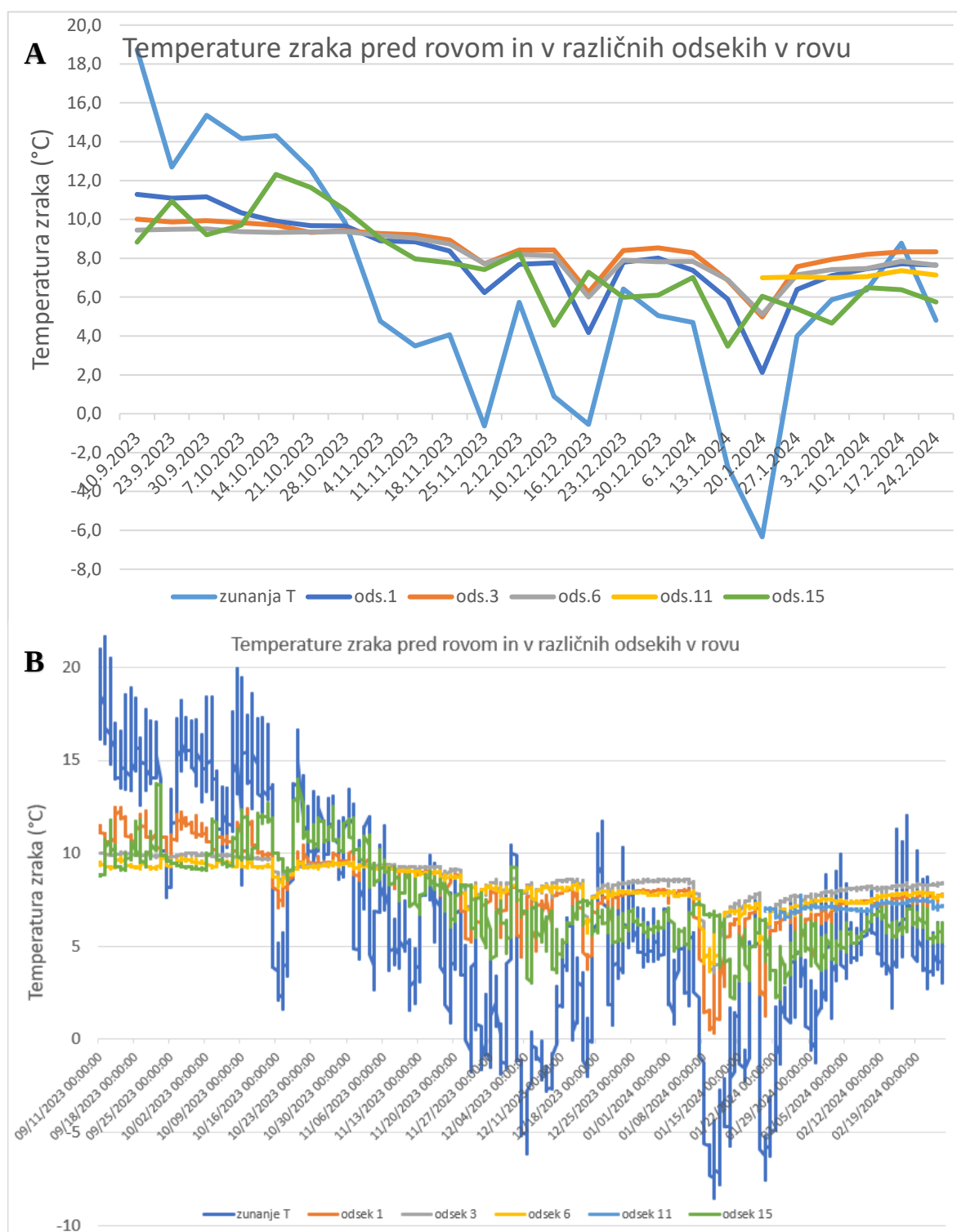
Meritve temperatur zraka z avtomatskimi merilci so pokazale, da se je **zunanja temperatura pred vhodom v rov** v času od 10. 9. 2023 do 24. 2. 2024 močno spreminjala (slika 12). V začetku najinega spremljanja števila netopirjev, v mesecu septembru, je bila povprečna zunanja temperatura od 20 °C do 15 °C. Temperatura je nato v oktobru padla in po 28. 10. 2023 prvič padla pod 10 °C ter v začetku novembra padla do 5 °C povprečne dnevne temperature. V novembru in decembru je temperatura nihala od 0 °C do 6 °C. Po krajši otoplitvi konec decembra/začetek januarja s povprečnimi dnevnimi temperaturami okrog 6 °C je temperatura po 6. 1. 2024 začela spet močno padati in se spustila do -6 °C (20. 1. 2024). Po 27. 1. 2024 pa je temperatura spet začela naraščati in 17. 2. 2024 presegla 8 °C povprečne dnevne temperature (slika 12).

V prvem odseku rova, takoj za glavnim vhodom, se je temperatura spreminjala zelo podobno kot zunaj pred rovom, vendar z manjšimi nihanji. Temperature so dokaj enakomerno padale, in sicer od 11 °C v začetku septembra do 8 °C sredi novembra. Potem je v drugi polovici novembra in v decembru temperatura nihala, podobno kot zunanja, od 4 °C do 8 °C. Ko je zunanja temperatura močno padla, se je tudi temperatura v prvem odseku spustila na 2 °C, a ni nikoli padla pod 0 °C. S segrevanjem zunanjih temperatur se je tudi temperatura v prvem odseku začela zviševati in konec februarja presegla 7 °C povprečne dnevne temperature (slika 12).

V tretjem in šestem odseku so se temperature spreminjale zelo podobno. Nihanja so bila minimalna z manjšimi padci ob enakem času, kot so se zgodila velika nihanja zunaj pred rovom. Temperature so se počasi nižale od 10°C septembra proti 8°C konec februarja, z izjemo dveh večjih padcev, ko se je temperatura v rovu, zaradi velikega znižanja zunanje temperature, znižala na malo več kot 5 °C (15. 12. 2023) in na 5 °C (20. 1. 2024) (slika 12).

Za temperaturo **v enajstem odseku**, s podatki od 20. 1. 2024, ugotavlja, da so bile do 24. 2. 2024 temperature zelo konstantne, tj. okrog 7,5 °C (slika 12).

Temperature **v petnajstem odseku** so se spreminjale v drugačnem ritmu kot vse ostale. Tam so se v septembru najprej dvigovale od 9 °C (10. 9. 2023) do 12 °C (14. 10. 2023). Nato so temperature padale do 7 °C (25. 11. 2023). Prvi večji padec temperature v petnajstem odseku je bil 10. 12. 2023, in sicer do 4 °C. Nato so se temperature spet gibale od 6 °C do 7 °C in 13. 1. 2024 ponovno padle do 3 °C. V januarju in februarju so se počasi dvigovale proti 6 °C (slika 12).



Slika 12: Temperature zraka pred in v rovu

(A) Prikazane so povprečne 24-urne temperature vsakega dneva obiska.

(B) Prikazane so temperature zraka merjene na vsako uro od začetka (10.09.2023) do konca (24.02.2024) popisa.

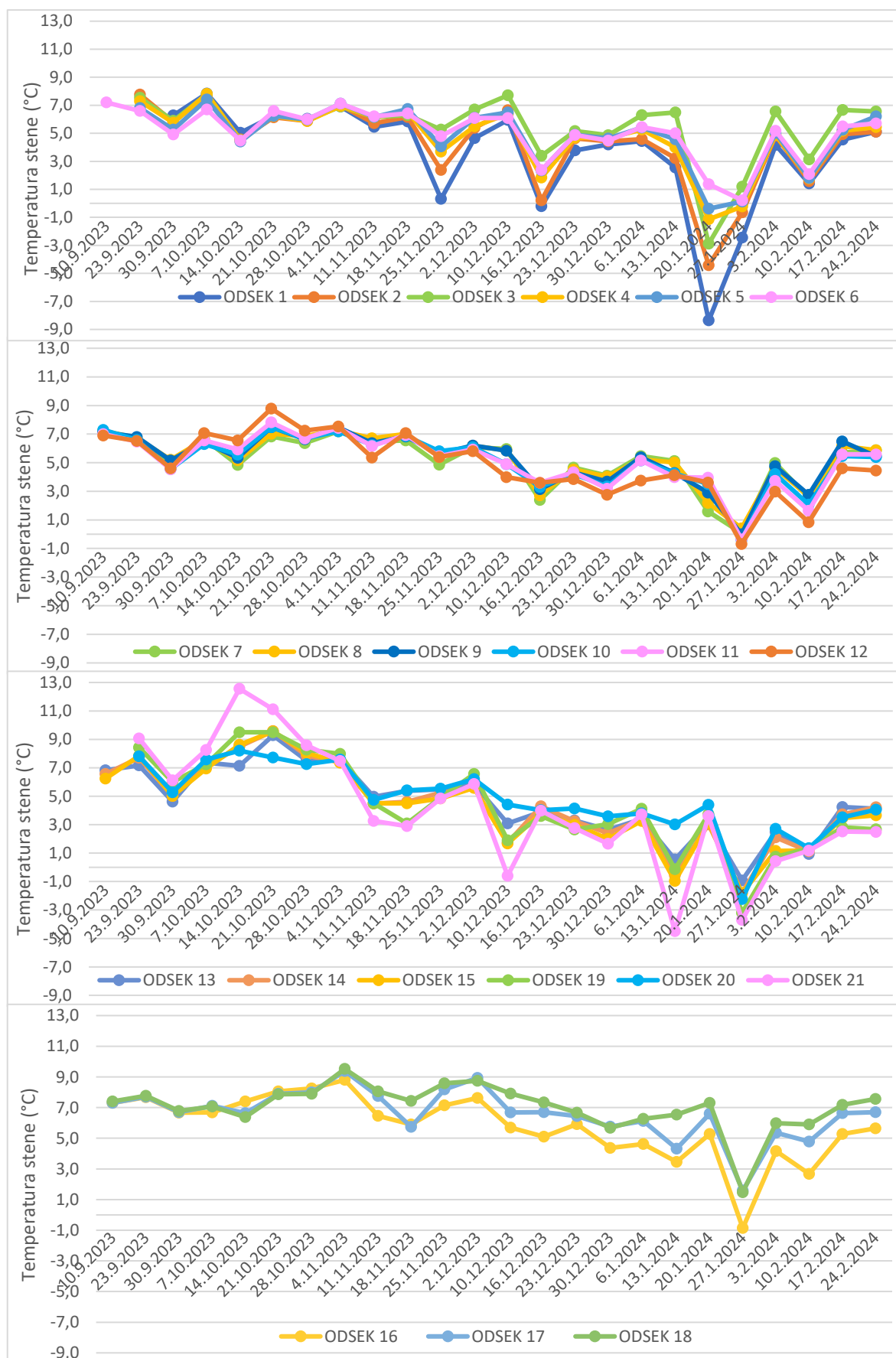
4.1.2 Temperature sten

Pokazalo se je, da je nihanje temperatur v odsekih 1–11 zelo podobno nihanju temperatur zraka, vendar so bile temperature sten vedno nižje kot temperature zraka. Od 10. 9. 2023 do 18. 11. 2023 so temperature v povprečju nihale od 5 °C do 8 °C. Po 18. 11. 2023 so zunanje temperature zelo padle, kar se vidi tudi na večjih spreminjanjih temperatur sten, z najvišjimi nihanji v odsekih, ki so bližje vhodu v rov. (slika 13)

Dvanajsti odsek je odsek, kjer se rov spusti za 20 m in tudi po temperaturah sten vidimo, da se že pozna vpliv navpičnega rova iz druge strani (drugega navpičnega vhoda, slika 6 zgoraj) (slika 13).

V odsekih 13–15 ter 19–21 so se temperature spreminjale drugače. Spremembe temperatur v teh odsekih so podobne, kot smo opisali drugod. Temperature se manj spreminjajo v odsekih, ki so bolj oddaljeni od navpičnega vhoda (slika 13).

Temperature v odsekih 16–18 so malo višje od ostalih odsekov (slika 13).

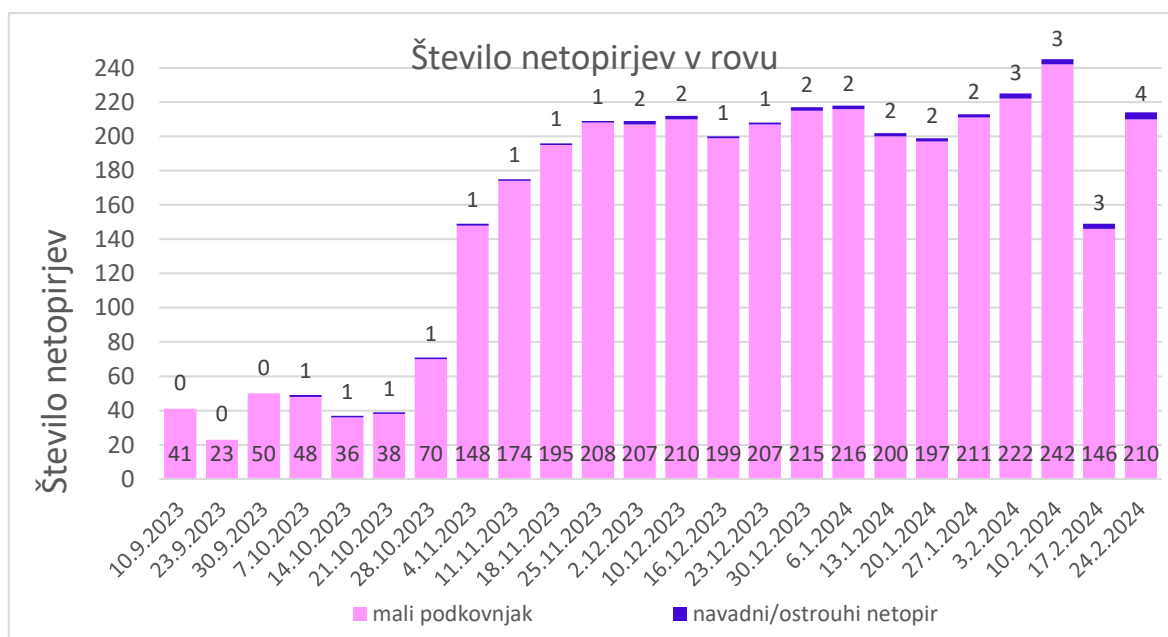


Slika 13: Temperature sten v posameznih odsekih

4.2 VRSTE IN ŠTEVILO NETOPIRJEV V ROVU

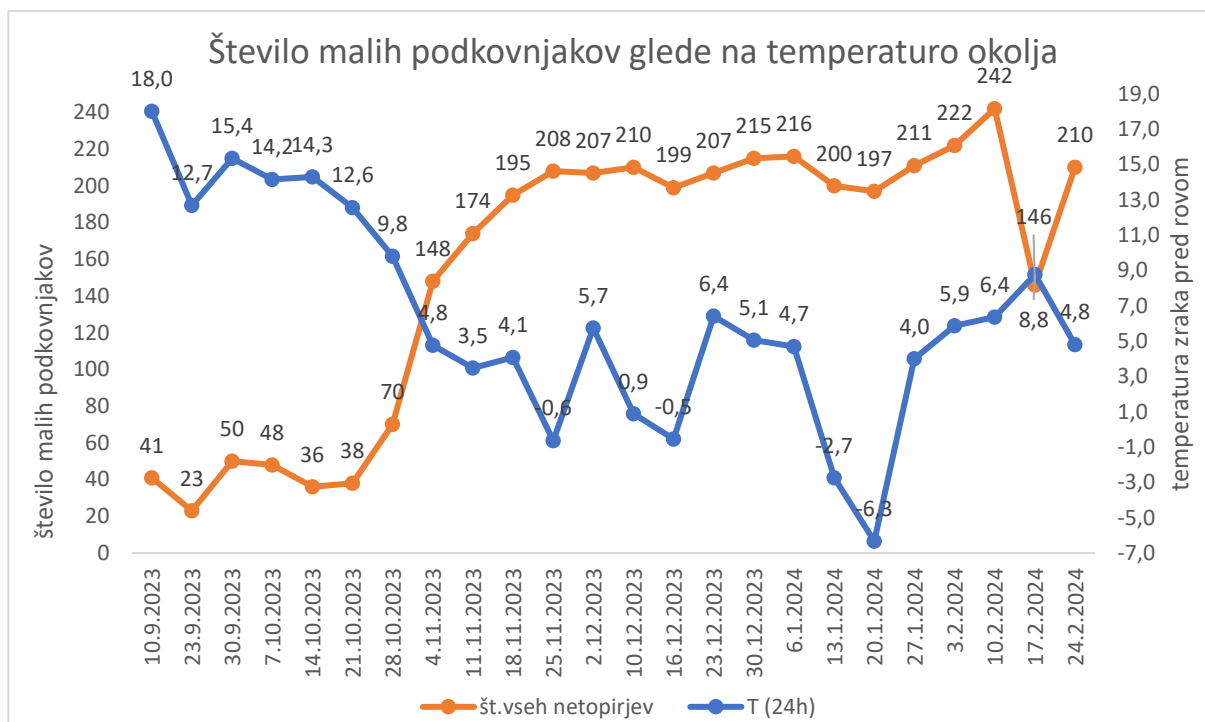
V rovu sva našli dve različni vrsti netopirjev: malega podkovnjaka in navadnega/ostrouhega netopirja. Navadnemu/ostrouhemu netopirju nisva mogli natančno določiti vrste, ker se ti dve vrsti med seboj lahko loči le z meritvami osebkov, ki pa jih ne moremo izvesti, ne da bi osebke vzeli s stene in jih s tem motili med prezimovanjem.

Prevladovali so mali podkovnjaki, medtem ko je bilo najvišje število navadnih/ostrouhih ob enem obisku štiri. Mali podkovnjaki so bili prisotni ob vsakem obisku. Prvi navadni/ostrouhi netopir se je pojavil v oktobru 2023, decembra se mu je pridružil še eden, sredi decembra je eden od njiju odšel, konec decembra sta bila spet dva. Februarja se jima je pridružil še tretji in konec februarja četrti (slika 14).



Slika 14: Število netopirjev v rovu od septembra 2023 do februarja 2024
Število opaženih osebkov je prikazano po opaženih posameznih vrstah in po datumih obiskov.

Ker je bilo največ malih podkovnjakov, se naslednja opažanja nanašajo nanje. Število netopirjev se je spreminjalo. V začetku se je v rovu nahajalo malo netopirjev (od 20 do 70 osebkov). V začetku novembra se je število netopirjev dvakrat povečalo. Od takrat se je do sredine decembra število netopirjev večalo, od sredine decembra do sredine februarja je število nihalo (med 200 do 220 osebkov), razen na koncu tega obdobja, ko je število naraslo (do 242). 17. 2. 2024 je število netopirjev v rovu močno padlo na 146 osebkov. Vendar je bilo 24. 2. 2024 v rovu spet 210 osebkov (slika 12).

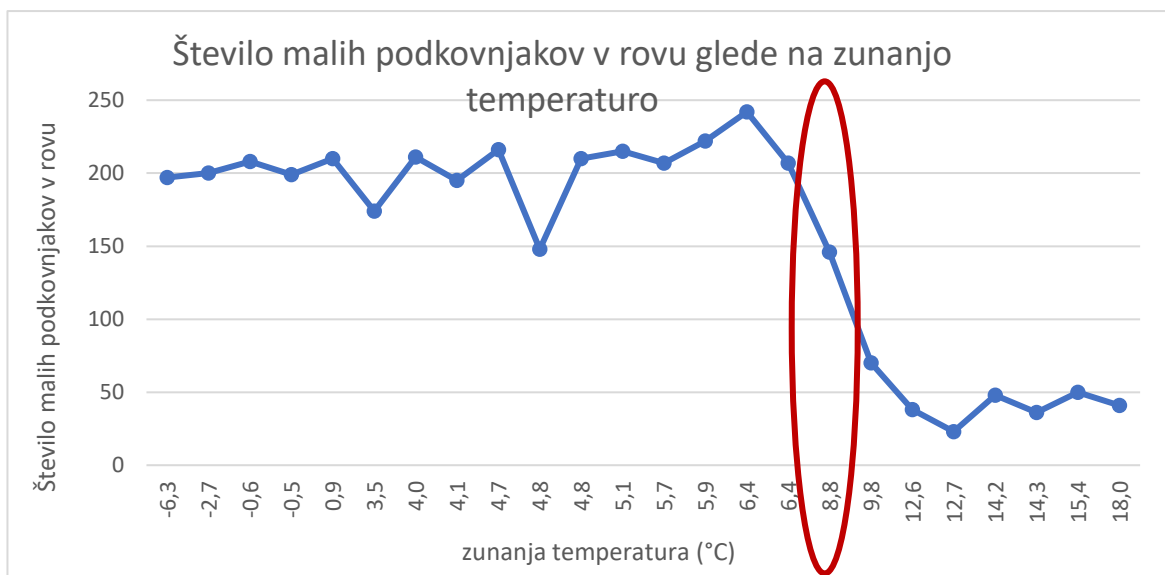


Slika 15: Število malih podkovnjakov in povprečne zunanje temperature (povprečje 24 ur)
Številke ob linijah navajajo točne vrednosti.

Glede na izmerjene podatke sva ugotovili, da je povprečna zunanja temperatura septembra in oktobra 2023 nihala med 10 °C in 18 °C. Takrat je bilo število malih podkovnjakov v rovu majhno (20–70) (slika 15). Ko se je zunanja temperatura začela nižati, se je število malih podkovnjakov v rovu močno povečalo. Takrat je temperatura padla na manj kot 5 °C, število netopirjev pa se je povečalo na več kot 148 (slika 15, slika 16). Po tem je zunanja temperatura nihala med -6 °C in 6 °C, število netopirjev pa se je dvignilo na 200 do 220 osebkov do 10. 2. 2024 (slika 15, slika 16).

V tednu okrog 17. 2. 2024 je prišlo obdobje večje otoplitve, ko so se zunanje temperature dvignile nad 8 °C povprečne dnevne temperature. Hkrati sva opazili, da so bile temperature podnevi višje od 10 °C in celo od 15 °C. V tem obdobju sva opazili močan upad števila netopirjev v rovu. Tako, kot so okrog 24. 2. 2024 zunanje temperature spet padle, se je takrat zopet zvišalo tudi število popisanih netopirjev (slika 15, slika 16).

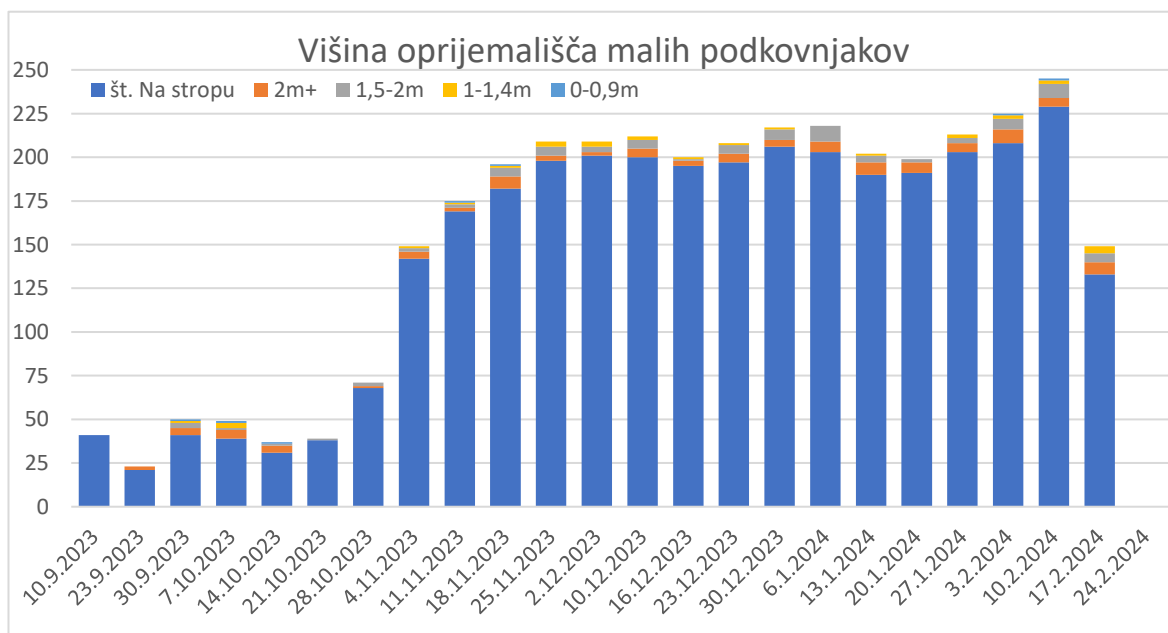
Število malih podkovnjakov v rovu se je spreminjalo glede na zunanjo temperaturo. Dodatno sva odvisnost števila netopirjev v rovu od zunanje temperature prikazali na sliki 16.



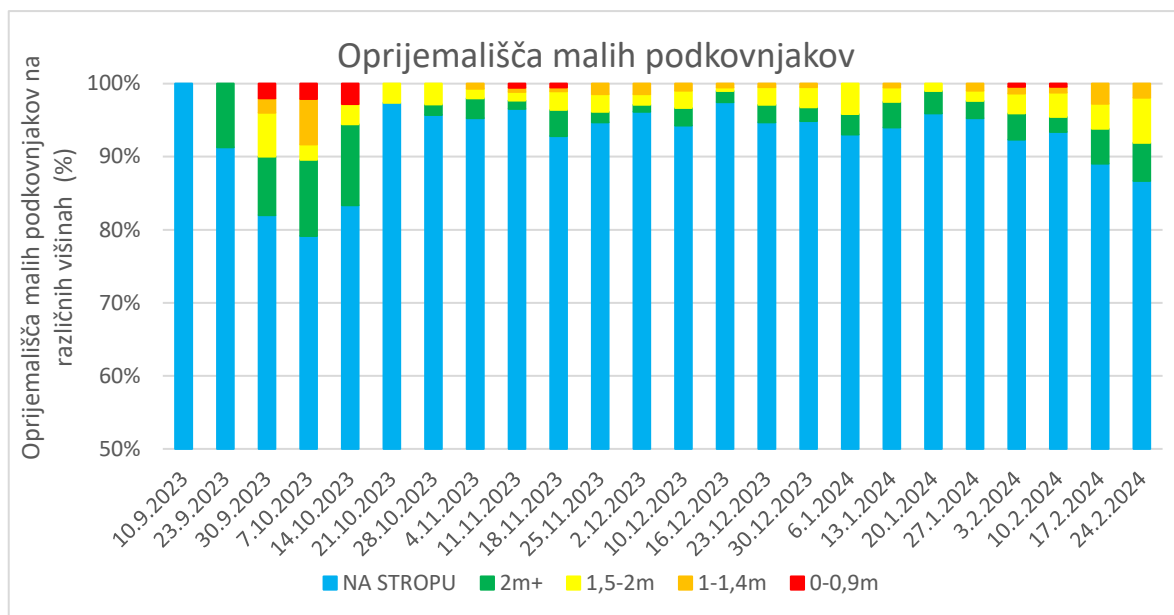
Slika 16: Število malih podkovnjakov v odvisnosti od povprečne (24 h) zunanje temperature na dan obiskov
Obkrožen je velik padec števila netopirjev.

4.3 OPRIJEMALIŠČA NETOPIRJEV

Večina malih podkovnjakov si je oprijemališče izbralo na stropu (slika 17). Takih je bilo v večini primerov več kot 90 %, razen v času med 30. 9. 2023 in 14. 10. 2023 (slika 18). Takrat jih je oprijemališče na stropu izbralo 80 %, 8–11 % pa na steni na višini nad 2 metroma. Le nekaj malih podkovnjakov si je za oprijemališče izbralo nižje lege na stenah (slika 17, slika 18).



Slika 17: Število malih podkovnjakov na določeni višini v rovu



Slika 18: Izbor višine oprijemališč malih podkovnjakov, izražen v deležu od skupnega števila netopirjev na ta dan (v %).

Navadnih/ostrouhih netopirjev sva v rovu v času najinega popisovanja opazili le po nekaj osebkov. Prva dva sta bila vedno na stropu, tretji osebek si je našel zavetje v luknji na steni, na višini med 2–2,5 m, četrti osebek pa je bil v luknji na stropu (3,5 m–4 m) (slika 3 b).

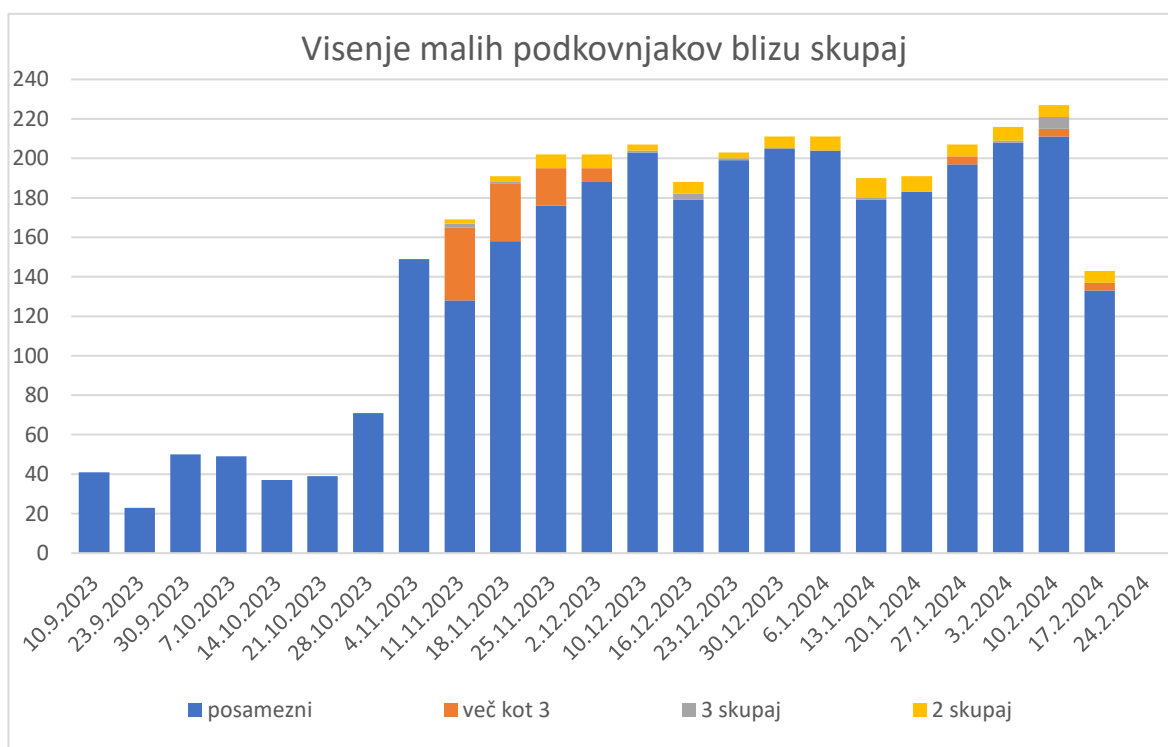
4.4 ZDRUŽEVANJE V SKUPINE

V času popisovanja netopirjev sva sledili tudi združevanju netopirjev v skupine. Pravih skupin (ko bi se netopirji med seboj dotikali) v rovu nisva opazili. Le dvakrat (10. 2. in 17. 2. 2024) sva opazili dva mala podkovnjaka, ki sta se dotikala (objemala) (slika 19 b).

Kljub temu sva opazili male podkovnjake, ki so viseli blizu skupaj, približno na 10 cm razdalje, največkrat po dva in včasih po trije v bližini (slika 20). Nekajkrat, 11., 18. in 25. 11. 2024, sva v odseku št. 3, blizu dela, kjer rov preseka jamo (pri enem od vhodov jamo), opazili zelo velike skupine, tj. 19–37 netopirjev, ki so viseli blizu skupaj (slika 19 a). Vendar se tudi v teh skupinah netopirji niso dotikali in jih zato ne moremo opredeliti kot prave prezimovalne skupine (slika 19 a).



Slika 19: Večje število malih podkovnjakov v bližini
(A) Večje število malih podkovnjakov, ki se ne dotikajo med seboj. (B) Edini opaženi par malih podkovnjakov, ki se je dotikal. (foto osebni arhiv, 2023)



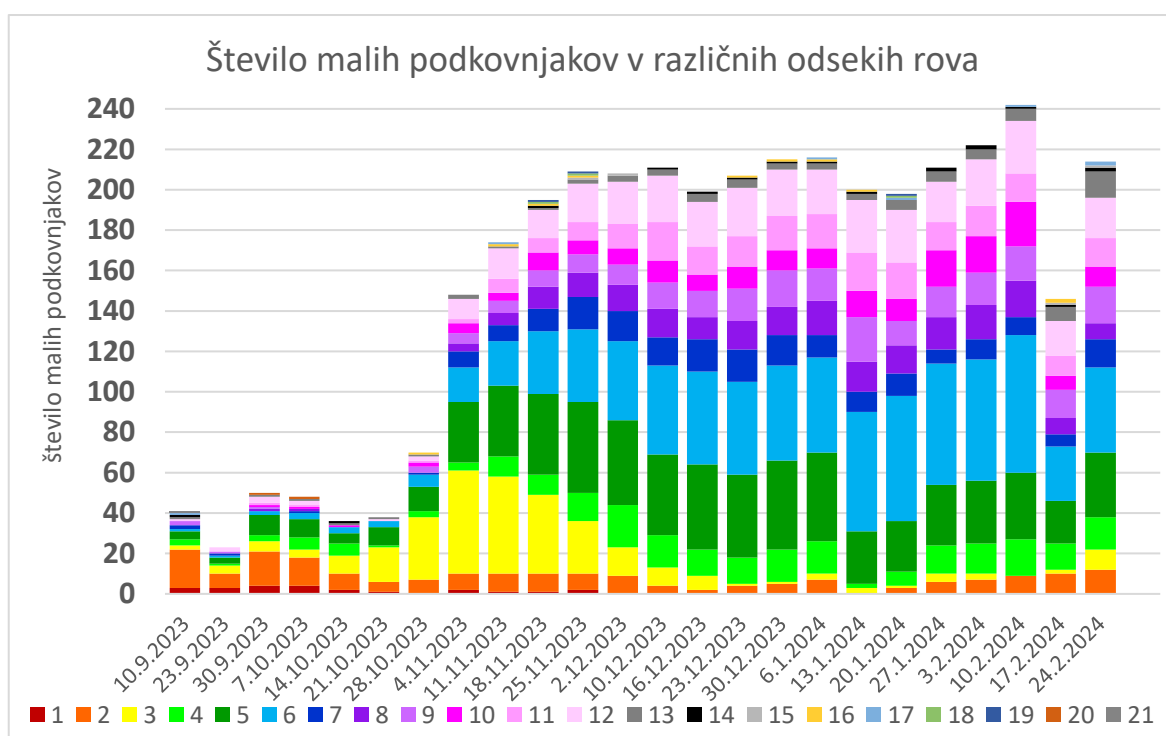
Slika 20: Opis visenja malih podkovnjakov, kadar so si bili osebki blizu (10 cm narazen).

4.5 RAZPOREJANJE NETOPIRJEV PO ROVU

Število netopirjev po različnih odsekih rova podajamo ločeno za obe vrsti.

4.5.1 Razporejanje malih podkovnjakov v rovu

Malih podkovnjakov je bilo na začetku, od 10. 9. do 7. 10. 2023, največ v drugem odseku (od 55 m do 102 m oddaljeno od glavnega vhoda), nato od 14. 10. do 4. 11. 2024 v tretjem odseku (102 m od vhoda in naprej v jamo). Po 11. 11. 2024 so se začeli prerazporejati v peti in šesti odsek (od 133 m do 212 m oddaljeno od glavnega vhoda), kjer jih je bilo največ do konca februarja 2024. Od decembra 2023 naprej pa je bilo dokaj stalno število netopirjev tudi v odsekih osem do dvanajst, torej v srednjem delu rova do dela, kjer se rov spusti (od 264 m do 523 m stran od glavnega vhoda) (slika 21).



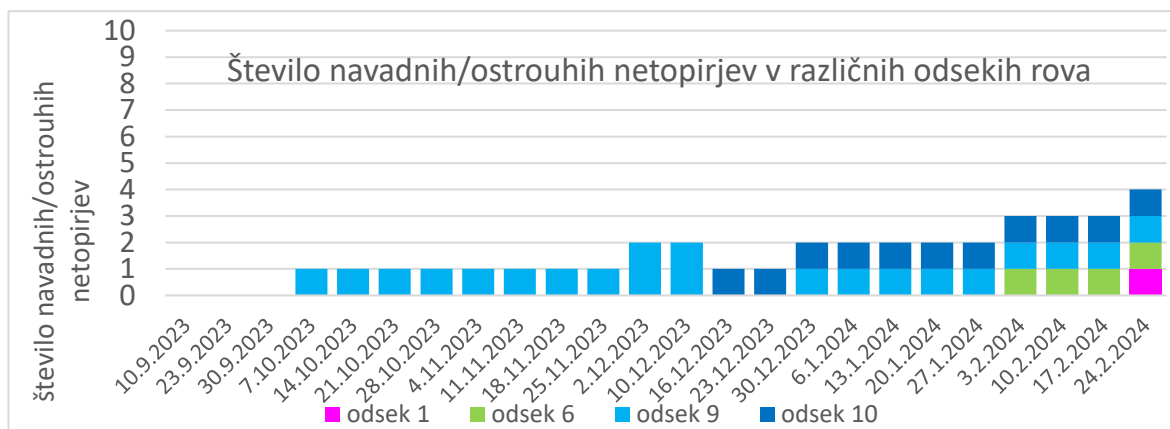
Slika 21: Število malih podkovnjakov v različnih odsekih rova.

Z različnimi barvami so označeni odseki, kjer se nahajajo netopirji.

4.5.2 Razporejanje navadnih/ostrouhih netopirjev v rovu

Navadnih/ostrouhih netopirjev sva opazili le nekaj. Prvega sva opazili 7. 10. 2023 v devetem odseku (od 312 m do 365 m od glavnega vhoda). Temu se je pridružil drugi netopir od 2. 12. do 10. 12. 2023, tudi v devetem odseku. Od 16. 12. do 23. 12. 2023 se je eden od njiju prestavil v deseti odsek (od 365 m do 415 m od vhoda), drugi pa je odšel. Od 30. 12. 2023 naprej sva dva navadna/ostrouha netopirja redno videli na istih mestih, in sicer v

devetem in desetem odseku. Tema dvema se je 3. 2. 2024 pridružil še tretji netopir v šestem odseku in si je za prezimovanje izbral luknjo v steni v višini 2 m (od 212 m do 176 m od vhoda). 24. 2. 2024 pa je bil opažen še četrti navadni/ostrouhi netopir v prvem odseku v luknji na stropu (slika 22).

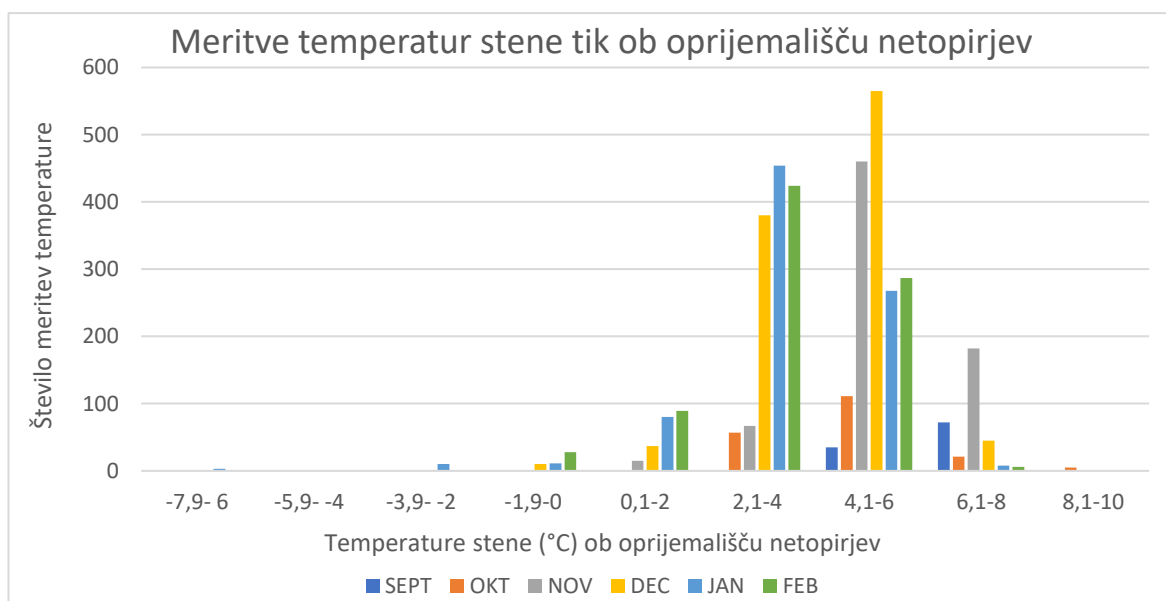


Slika 22: Število navadnih/ostrouhih netopirjev v različnih odsekih rova

4.6 TEMPERATURE STEN OB OPRIJEMALIŠČIH NETOPIRJEV

Analiza števila netopirjev, ki so viseli pri določeni temperaturi sten tik ob oprijemališčih je pokazala, da je bilo pri določenih temperaturah več netopirjev, kot pri drugih. Temperature sten, kjer je bilo največ netopirjev, so se med meseci razlikovale.

Septembra 2023 se je največ netopirjev oprijemalo sten s temperaturo 6,1°C – 8°C. Od oktobra do decembra 2023 je bilo največ netopirjev oprijetih na stenah s temperaturo 4,1°C – 6°C. V januarju in februarju 2024 pa smo, za razliko od prejšnjih mesecev, popisali največ netopirjev, ki so se oprijemali stene s temperaturo 2,1°C – 4°C (slika 23).



Slika 23: Temperature stene tik ob oprijemališčih netopirjev

5 RAZPRAVA

Od septembra 2023 do vključno februarja 2024 sva v rovu pod Vrhom Sv. Treh Kraljev raziskovali priseljevanje in število prezimujočih netopirjev. To je bila prva tovrstna sistematična raziskava netopirjev v tem rovu.

5.1 NAJDENE VRSTE NETOPIRJEV V ROVU

Pred najino raziskavo, od leta 2005 naprej, je bilo v rovu pod Vrhom Sv. Treh Kraljev popisanih 12 vrst netopirjev (preglednica 1.). Pozimi so bile na pregledih v rovu najdene najmanj tri vrste, ki so verjetno v rovu prezimovale: mali podkovnjak, navadni/ostrouhi netopir in brkati netopir (preglednica 1). Tako sva tudi v najini raziskavi pričakovali, da bo v rovu več različnih netopirjev.

Ob najinem popisovanju netopirjev sva v rovu našli vsaj dve vrsti netopirjev. Številčno so prevladovali mali podkovnjaki (slika 2, 14). Poleg njih sva opazili tudi netopirje, za katere na podlagi opazovanj ne moremo določiti, ali gre za navadnega ali ostrouhega netopirja (slika 3). Na podlagi velikosti uhljev in telesa smo lahko vedeli, da smo opazovali eno od teh dveh vrst in ne katero drugo iz rodu *Myotis*. Ker je bilo v rovu več osebkov, je tam lahko bila le ena od dveh vrst, lahko pa bi bili prisotni tudi obe.

HIPOTEZA 1: V rovu bova našli prezimovati več različnih vrst netopirjev.
--

Glede na rezultate popisovanj je razvidno, da se v rovu nahajata najmanj dve različni vrsti netopirjev, zato prvo hipotezo **v celoti potrjujeva**.

5.2 SPREMINJANJE ŠTEVILA NETOPIRJEV V ROVU

Od septembra dalje so se netopirji v rov naseljevali (število se je povečevalo), med različnimi opazovanji sva opazili, da so se po njem različno razporejali. Njihovo število se je spreminjalo, hkrati pa so se spreminjale tudi zunanje temperature. Ko so bile temperature zunaj visoke, je bilo število netopirjev v rovu manjše. Ko pa so se zunanje temperature začele nižati (pod 5 °C), to je bilo novembra, se je število netopirjev hitro povečalo (slika 15, slika 16). Po tem je kljub manjšim nihanjem v zunanji temperaturi število netopirjev ostajalo približno enako. V sredini februarja (okrog 17. 2. 2024), ko so se zunanje temperature spet močno dvignile in so tudi dnevne presegle 10 °C, je bilo število netopirjev v rovu manjše (slika 15, slika 16). To se je verjetno zgodilo, ker so netopirji zaznali spremembo v zunanji temperaturi in začeli izletavati, saj so se takrat zbudile tudi žuželke, ki jih jejo.

HIPOTEZA 2: Z nižanjem zunanje temperature zaradi prehoda jeseni v zimsko obdobje bo število netopirjev v rovu naraščalo.

Najina opažanja potrjujejo, da zunanje temperature vplivajo na vedenje netopirjev in na čas prezimovanja. Število netopirjev v rovu se je močno povečalo, ko so zunanje temperature padle pod 5 °C, in se spet začelo dvigovati, ko so zunanje temperature presegle 10 °C (zaradi zvišanja zunanjih temperatur in prebujenja žuželk, ki jih netopirji jejo). Tako drugo hipotezo **v celoti potrjujeva.**

5.3 OPRIJEMALIŠČA NETOPIRJEV

Med opazovanjem višine, na kateri so se nahajali netopirji, sva ugotovili, da so si za oprijemališča izbirali višje lokacije oziroma so se v veliki večini oprijemali stropa (ki je bil na višini med 3 m in 4 m, razen v tretjem odseku, kjer se je nadaljeval v jamo, v petem, kjer je bil izhod iz jame, in v šestnajstem). Manjše število netopirjev, do 10 % na posamezno opazovanje, si je oprijemališče izbralo nižje na steni. Nekaj je bilo takih, ki so se oprijemali na steni, višje od 2 m, in v višini od 1,5 m do 1,9 m. Netopirjev, ki so si oprijemališče izbrali na steni pod 1,5 m, skoraj ni bilo – največ 4 na posamezno opazovanje (slika 17, slika 18).

HIPOTEZA 3: Netopirjem bodo znotraj rova bolj ustrezala višje ležeča oprijemališča.

Netopirji so med prezimovanjem manj pozorni na okolico in so tako bolj izpostavljeni plenilcem. Možno je tudi, da se je malim podkovnjakom stropa lažje oprijeti kot pa navpične stene, ker tako lažje vzletajo in pristajajo. Zato si je večina netopirjev izbirala oprijemališča na višjih legah, največ na stropu. Tretjo hipotezo **potrjujeva v celoti.**

5.4 ZDRUŽEVANJE V SKUPINE

Mali podkovnjaki se med seboj niso združevali v skupine, pri čemer kot skupino štejeva osebk, ki se med seboj dotikajo. Taka opažanja so sicer značilna za druge vrste netopirjev (6). Med visenjem v rovu se mali podkovnjaki med seboj nikoli niso dotikali. Le na opazovanju dne 3. 2. 2024, 10. 2. 2024 in 17. 2. 2024 se je zgodila izjema, ko sta se dva mala podkovnjaka dotikala s prhutmi, »objemala« (slika 13 b).

HIPOTEZA 4: Mali podkovnjaki se med prezimovanjem ne bodo združevali v skupine, v katerih bi se veliko osebkov dotikalo drug drugega.

Četrto hipotezo **v celoti potrjujeva.**

5.5 RAZPOREJANJE NETOPIRJEV PO ROVU

Netopirjem med prezimovanjem najbolj ustrezajo hladnejša in bolj vlažna območja (3). Zato najpogosteje prezimujejo v kletih, bunkerjih, rudnikih, podstrešjih, jamah in drugih temnih prostorih (23)

Zanimalo naju je, ali na razporejenost netopirjev v rovu vplivajo tudi temperature in kako. Zato sva spremljali temperature zraka in sten v različnih delih rova.

Temperatura zraka in sten se je najbolj spreminjala v prvem odseku rova (takoj za glavnim vhodom v rov), kjer je bil največji vpliv zunanjih temperatur. To je verjetno razlog, da je bilo v tem odseku netopirjev najmanj, ko pa so zunaj temperature padle pod 6 °C (in v rovu pod 8 °C), pa jih od 2. 12. 2023 dalje v tem delu rova ni bilo več.

Temperatura zraka je bila po najinih podatkih najbolj stalna v tretjem in šestem odseku rova, kot je bilo merjeno s stalnimi merilci temperatur (slika 12). Za enajsti odsek žal ne poznamo vseh temperatur, saj so nama merilec temperatur sredi raziskave odnesli, podatkov pa takrat še nisva prenesli na mobilni telefon. Vendar sva namestili novega, iz katerega pa imava podatke in ti kažejo, da bi lahko bila v enajstem odseku temperatura najbolj stalna (slika 12). Na to kažejo tudi podatki o temperaturah sten tega dela rova (slika 13). Glede na podatke o temperaturah zraka in sten so bile temperature proti notranjosti rova, odseku 11, vedno bolj stabilne. Netopirjev je bilo septembra in oktobra največ v drugem, nato v tretjem odseku. Ker so bile zunanje temperature višje, je bilo to verjetno obdobje pogostejšega izletavanja netopirjev. Po padcu zunanje temperature pod 10 °C in nižje so se netopirji prerazporedili in jih je bilo največ v petem in šestem odseku. Prav tako je bilo v tem času večje število netopirjev v osmem in devetem ter enajstem in dvanajstem odseku.

Opazili sva, da je bil velik vpliv zunanjih temperatur viden tudi v petnajstem odseku. Dodatno je vidno iz temperatur sten, da so nihanja temperatur v odsekih 13–15 in 19–21 podobna in pod vplivom zunanjih temperatur iz druge strani rova, kjer je drugi vhod. V tem delu rova so bila nihanja zelo velika in netopirjev tu zato skoraj ni bilo. Bile so tudi nižje temperature, saj se je tam zadrževal mrzel zrak (zaradi nižje lege).

HIPOTEZA 5: Netopirji se bodo po rovu razporejali neenakomerno. Največ netopirjev bo v tistih odsekih rova, kjer bo temperatura najbolj konstantna.

Glede na meritve temperatur zraka (slika 12) in sten (slika 13) je bila najbolj konstantna temperatura v odsekih osem do enajst, vendar število netopirjev v teh odsekih ni bilo največje. V teh odsekih je bilo drugo največje število netopirjev, največje število netopirjev sva popisali v odsekih 5 in 6 (slika 21). Verjetno na razporejanje netopirjev vplivajo tudi drugi okoljski dejavniki. Ti bi lahko bili vlažnost zraka in sten, prepisnost, prepustnost kamnin za vodo in s tem kapljanje vode s stropa in po stenah. Vendar teh dejavnikov nisva sistematično popisovali.

Kljub temu so bile temperature in nihanja temperatur v odsekih 5–11 podobna, vendar je bilo največ netopirjev v 5. in 6. odseku. Zato peto hipotezo **delno potrjujeva**.

5.6 TEMPERATURE STEN OB OPRIJEMALIŠČIH NETOPIRJEV

Kot smo pri hipotezi 5 ugotovili, so pri izbiri oprijemališča za prezimovanje poleg same konstantnosti temperatur pomembni tudi drugi dejavniki. Raziskovali sva ali si netopirji za prezimovanje izbirajo oprijemališča tudi glede na temperaturo stene.

Ob rednem merjenju temperatur stene tik ob oprijemališčih netopirjev sva ugotovili, da se je največ netopirjev oprijemalo na stenah, ki so imele temperaturo med $4,1^{\circ}\text{C}$ in 6°C .

Ko podrobneje pogledamo podatke vidimo, da so se netopirji septembra 2023, ko so bile zunanje temperature še relativno visoke (nad 14°C), oprijemali večinoma sten s temperaturo $6,1^{\circ}\text{C}$ – 8°C (slika 23, slika 12). V tem času sva v rovu popisali manjše število netopirjev, ki so se nahajali bližje vhodu v rov (slika 21). Verjetno so bili netopirji v tem času še bolj aktivni in so veliko izletavali ter je bil rov takrat njihovo zatočišče.

Tudi oktobra 2023 so bile zunanje temperature še dokaj visoke, med 10°C – 14°C (slika 12). Prav tako sva ob vsakem obisku popisali manjše število netopirjev, ki so se oprijemali bližje vhodu (slika 21) in so rov uporabljali predvsem kot zatočišče. Kljub temu pa je bilo največ netopirjev oprijetih na stenah s temperaturami $4,1^{\circ}\text{C}$ – 6°C (slika 23).

V novembru in decembru 2023 so zunanje temperature padle in nihale med 6°C in 0°C (slika 12). Netopirji so se premaknili globlje v rov. Največ sva jih našli v odsekih 5-6 ter tudi malo manj v odsekih 8-11 (slika 21). Ugotovili sva, da se je največ netopirjev oprijemalo sten s temperaturo $4,1^{\circ}\text{C}$ – 6°C . Dodatno sva opazili, da je bilo decembra 2023 veliko netopirjev oprijetih tudi na stenah s temperaturami $2,1^{\circ}\text{C}$ – 4°C (slika 23).

Januarja in februarja 2024 je bilo največ netopirjev oprijetih na stenah s temperaturo $2,1^{\circ}\text{C}$ – 4°C (slika 23). Vendar moramo upoštevati tudi to, da so januarja 2024 zunanje temperature močno padle, do -6°C (slika 12) in so zato tudi temperature v rovu padle, kar sva pokazali z meritvami temperatur sten odsekov (slika 13). Glede na to, da se razporeditev netopirjev v rovu januarja 2024 ni bistveno spreminjala, glede na november in december 2023, bi lahko rekli, da se netopirji niso prerazporedili in izbirali sten z nižjo temperaturo, vendar so temperature sten padle zaradi zunanjega vpliva (slika 23, slika 21, slika 12). Upoštevati moramo tudi to, da je verjetno temperatura, poleg prej pomembne konstantnosti temperatur (poglavje 5.5), le eden izmed dejavnikov, ki vplivajo na izbiro oprijemališča za prezimovanje. Tako v rovu netopirji izberejo najboljše mesto za oprijemališče glede na razmere, ki so jim na voljo.

HIPOTEZA 6: Poleg konstantnosti temperature na izbor oprijemališča vpliva tudi sama temperatura stene/zraka. To, poleg drugih dejavnikov, vpliva katero mesto bo netopir izbral za oprijemališče.

Kot so rezultati pokazali, se je v vsem času najine raziskave največ netopirjev oprijemalo sten s temperaturo $4,1^{\circ}\text{C}$ – 6°C . Tako lahko trdimo, da je temperatura stene eden izmed pomembnejših dejavnikov pri izbiri oprijemališča in tako šesto hipotezo **potrjujeva v celoti.**

6 ZAKLJUČEK

Ko se nama je ponudila priložnost, da izveva nekaj več o netopirjih, teh malih nočnih letalcih, sva jo z veseljem sprejeli. Prva taka priložnost se nama je ponudila, ko so naju povabili na mreženje pred rov pod Vrhom Sv. Treh Kraljev. Zato sva se odločili za izvedbo raziskovalne naloge.

Med raziskovanjem sva opazili, da se v podzemlju veliko dogaja. Nikoli si nisva mislili, da je v rovu, kot je najin, toliko živali (pajki, večče, kobilice, raki ...). Med obiski rova sva opazili, da se spreminja tudi notranjost rova. Poleg sprememb temperatur, sva zabeležili večje spremembe tudi v količini vode na tleh in vlažnosti ter kapljanje s sten.

Netopirji med prezimovanjem spreminjajo svoj položaj in njihovo število ni konstantno. Velikokrat se nama je porajala še kakšna ideja za nadaljnje raziskovanje, na primer: da bi več let zaporedoma popisovali ta rov kot prezimovališče; da bi bolj natančno raziskali tudi druge okoljske dejavnike, ki vplivajo na prezimovanje v rovu; da bi raziskali morebitna zatočišča ali prezimovališča v okolici ... Najino raziskovanje se bo nadaljevalo tudi v prihodnjih tednih, da bomo videli, kako in kdaj bodo netopirji dokončno zapustili svoje prezimovališče.

Nikoli si nisva mislili, da je raziskovanje tako zanimivo in zabavno. Dobili sva nove izkušnje in nova znanja, ki jih bova delili in uporabili v prihodnosti.

7 LITERATURA

- (1) AUPIC, Nataša in KRANJEC, Irena. 2004. **Eholokacija**. Glej, netopir: Slovensko društvo za proučevanje in varstvo netopirjev; 1(1): 5.
- (2) HOČEVAR, M. 2009. **Raba prostora in izbor zatočišč pri navadnem mračniku (*N. noctula*) v urbanem okolju**. Diplomsko delo. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta.
- (3) HUDOKLIN, Andrej in PRESETNIK, Primož. 2012. **Varstvo ogroženih jamskih zatočišč netopirjev na Dolenjskem**. Novo mesto: Dolenjski kras, letnik, št., str. 147.
- (4) MACDONALD, David (urednik). 1996. **SESALCI: Velika enciklopedija**. 1. izd., Ljubljana: Mladinska knjiga.
- (5) PRESETNIK, Primož. 2007. **Register pomembnih zatočišč v severni Sloveniji: razširjenost, ekologija, varstvo (Življenje okoli nas)**. 1. izd., Miklavž na Dravskem polju: Center za kartografijo favne in flore.
- (6) PRESETNIK, Primož, et. al. 2009. **Atlas netopirjev (Chiroptera) Slovenije**. 1. izd., Miklavž na Dravskem polju: Center za kartografijo favne in flore.
- (7) PRESETNIK, Primož, ZAMOLO, Aja, GRGUREVIČ, S. et al. 2023. **Monitoring populacij izbranih ciljnih vrst netopirjev v letih 2021–2023. Končno poročilo**. Miklavž na Dravskem polju: Center za kartografijo favne in flore.
- (8) PRESETNIK, Primož, ZAMOLO, Aja in ŠALAMUN, Ali. 2020. **Monitoring populacij izbranih ciljnih vrst netopirjev v letih 2018–2020. Končno poročilo**. Miklavž na Dravskem polju: Center za kartografijo favne in flore.
- (9) PRESETNIK, Primož, ZAMOLO, Aja, ŠALAMUN, Ali et al. 2017. **Monitoring populacij izbranih ciljnih vrst netopirjev v letih 2016 in 2017 (končno poročilo)**. Miklavž na Dravskem polju: Center za kartografijo favne in flore.
- (10) PRESETNIK, Primož et al. 2015. **Monitoring populacij izbranih ciljnih vrst netopirjev v letih 2014 in 2015 - končno poročilo**. Miklavž na Dravskem polju: Center za kartografijo favne in flore.
- (11) PRESETNIK, Primož, PODGORELEC, Monika in ŠALAMUN, Ali. 2013. **Monitoring populacij izbranih ciljnih vrst netopirjev 2013 (končno poročilo)**. Miklavž na Dravskem polju: Center za kartografijo favne in flore.
- (12) PRESETNIK, Primož, KNAPIČ, Tea, PODGORELEC, Monika, et al. 2012. **Monitoring populacij izbranih ciljnih vrst netopirjev 2012 (končno poročilo)**. Miklavž na Dravskem polju: Center za kartografijo favne in flore.
- (13) PRESETNIK, Primož, PODGORELEC, Monika, GROBELNIK, Vesna et al. 2011. **Monitoring populacij izbranih ciljnih vrst netopirjev 2010–2011 (končno poročilo)**. Miklavž na Dravskem polju: Center za kartografijo favne in flore.

- (14) PRESETNIK, Primož, PODGORELEC, Monika, GROBELNIK, Vesna et al. 2009. **Monitoring populacij izbranih ciljnih vrst netopirjev 2008–2009 (Zaključno poročilo)**. Ljubljana: Center za kartografijo favne in flore.
- (15) PRESETNIK, Primož, PODGORELEC, Monika, GROBELNIK, Vesna et al. 2007. **Monitoring populacij izbranih ciljnih vrst netopirjev (Zaključno poročilo)**. Ljubljana: Center za kartografijo favne in flore.
- (16) PRESETNIK, Primož in GROBELNIK, Vesna. 2006. **Monitoring populacij izbranih ciljnih vrst netopirjev (Prvo delno poročilo)**. Ljubljana: Center za kartografijo favne in flore.
- (17) PRESETNIK, Primož. 2021. **Dva nova sesalca za Slovenijo – brkonosi (*Myotis davidii*) in resorepi netopir (*M. crypticus*)**. Trdoživ: Bilten slovenskih biologov in ljubiteljev narave; X(2):14–15
- (18) ZAGMAJSTER, Maja. 2023. **Popis netopirjev pri Jami pri Sv. treh kraljih**: Interno poročilo rednega letnega mreženja. Ljubljana: Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani.
- (19) ZAGMAJSTER, Maja. 2022. **Popis netopirjev pri Jami pri Sv. treh kraljih**: Interno poročilo rednega letnega mreženja. Ljubljana: Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani.
- (20) ZAGMAJSTER, Maja. 2021. **Popis netopirjev pri Jami pri Sv. treh kraljih**: Interno poročilo rednega letnega mreženja. Ljubljana: Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani.
- (21) ZAGMAJSTER, Maja. 2020. **Popis netopirjev pri Jami pri Sv. treh kraljih**: Interno poročilo rednega letnega mreženja. Ljubljana: Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani.
- (22) **Uredba o zavarovanih prosto živečih živalskih vrstah** (Uradni list RS, št. 46/04, 109/04, 84/05, 115/07, 32/08 – odl. US, 96/08, 36/09, 102/11, 15/14, 64/16 in 62/19)
- (23) KUSTER, Tara. 2023. **Problem onesnaženosti slovenskih jam**. URL: <https://www.novinarji.si/studenstki-izdelki/2023/03/problem-onesnazenosti-slovenskih-jam> (december 2023)
- (24) **Mali podkovnjak**. URL: <https://www.park-goricko.org/go/1221> (januar 2024)
- (25) **Natura 2000 - NATURA2000 (gov.si)** (december 2023)
- (26) **Netopirji**. Slovensko društvo za proučevanje in varstvo netopirjev. URL: <https://www.sdpvn-drustvo.si/netopirji/> (februar 2024)
- (27) **Znamenitosti našega kraja**. URL: https://www.vrh-sv-treh-kraljev.si/znamenitosti.html#jama_pri_sv_treh_kraljih (januar 2024)