

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA BIOLOGIJO

Lea LIKOZAR

**EKOLOGIJA PORODNIŠKE SKUPINE BRKATEGA NETOPIRJA V  
CERKVI SV. JOŠT NAD KRANJEM**

DIPLOMSKO DELO  
Univerzitetni študij

**ECOLOGY OF WHISKERED BAT MATERNITY GROUP IN ST. JOŠT  
CHURCH ABOVE KRANJ**

GRADUATION THESIS  
University studies

Ljubljana, 2013

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija biologije. Laboratorijski del naloge je bil opravljen na Biotehniški fakulteti, Oddelku za biologijo, Katedri za zoologijo.

Študijska komisija Oddelka za biologijo je za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Petra Trontlja.

Komisija za oceno in zagovor:

|             |                                                                                               |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Predsednik: | prof. dr. Rok KOSTANJŠEK<br>Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo |
| Član:       | prof. dr. Peter TRONTELJ<br>Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo |
| Član:       | doc. dr. Maja ZAGMAJSTER<br>Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo |

Datum zagovora:  
25.11.2013

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Lea Likožar

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Dn  
DK UDK 592:599.4(497.4)(043.2)=163.6  
KG brkati netopir/*Myotis mystacinus*/ekologija/prehrana/zatočišča/porodniška  
AV LIKOZAR, Lea  
SA TRONTELJ, Peter (mentor)  
KZ SI-1000 Ljubljana, 111 Večna pot  
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta; Oddelek za biologijo  
LI 2013  
IN EKOLOGIJA PORODNIŠKE SKUPINE BRKATEGA NETOPIRJA V CERKVI SV. JOŠT NAD KRANJEM  
TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)  
OP XII, 84 str., 16 pregl., 50 sl., 4 pril., 107 vir.  
IJ sl  
JI sl/en  
AI V diplomskem delu smo preučevali biologijo porodniške skupine brkatega netopirja *Myotis mystacinus* iz cerkve sv. Jošt nad Kranjem v severozahodni Sloveniji. Skupina šteje od 40 do 50 odraslih osebkov. Porodniško skupino smo spremljali v času od 16. 3. 2010 do 9. 2. 2011. Naši cilji so bili spremljati sezonsko dinamiko v številčnosti netopirjev, zabeležiti čas večernega izletavanja iz zatočišča in jutranjega vračanja v odvisnosti od sezone, osvetljenosti in vremenskih razmer, določiti spolno sestavo odraslih netopirjev in mladičev v skupini, zabeležiti letno spreminjanje mikroklimatskih razmer v kotišču in jih primerjati z vremenskimi razmerami zunaj kotišča ter preučiti sestavo prehrane in njeno sezonsko dinamiko. Netopirji so bili v zatočišču prisotni od 29. 4. do 9. 8. 2010. Njihovo število se je med opazovano sezono zelo spreminjalo. Največje število smo zabeležili v času jutranjega vračanja v zatočišče, 25. 5. 2010, in sicer 59 osebkov. Ocenili smo, da je bilo kotitveno obdobje okoli 20. 6. Ponoči smo štirikrat spremljali celonočno aktivnost pred zatočiščem in ugotovili, da so se samice po kotitvi vračale v zatočišče čez vso noč. Prve letajoče mladiče smo opazili 19. 7. Na podlagi štirih lovov (24. 5., 7. 6., 20. 7., 2. 8. 2010) smo ugotovili, da so odrasli netopirji v skupini le samice. V tretjem številčno okrnjenem lovu je bilo razmerje med spoloma mladičev 1,75 : 1 v korist samicam. Mediani netopir je v povprečju izletel iz zatočišča 28 minut po sončnem zahodu. Statistično značilna razlika je bila v izletavanju medianih netopirjev med obdobjem brejosti in obdobjem letajočih mladičev. Netopirji so iz zatočišča med sezono izletavali vedno pozneje. S pomočjo čitalcev temperature in vlage smo ugotovili, da se mikroklimatske razmere na južni strani cerkve, kjer je zatočišče, statistično značilno različne od razmer na severni strani. Temperatura na jugu je višja kot na severu, za vlago pa velja nasprotno. Temperature in vlage na severni strani cerkve so se približale temperaturi in vlagi v Stražišču. Mladiči so se skotili in odrasli v obdobju najvišjih temperatur in najnižjih vlag. Večina netopirjev je zatočišče zapustila ob najvišjih zabeleženih temperaturah. Vzorce iztrebkov brkatih netopirjev za analizo prehrane smo nabrali vsak teden. V skupno 14 vzorcih smo določili, da so prostorninsko glavni plen brkatih netopirjev dvokrilci (35 %), ščurki (16 %), hrošči (13 %), pajki (12 %) in mladoletnice (11 %).

## KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn  
DC UDK 592:599.4(497.4)(043.2)=163.6  
CX whiskered bat/*Myotis mystacinus*/ecology/diet/roosts/maternity group/Kranj/Slovenia  
AU LIKOZAR, Lea  
AA TRONTELJ, Peter (supervisor)  
PP SI-1000 Ljubljana, 111 Večna pot  
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Biology  
LI 2013  
IN ECOLOGY OF WHISKERED BAT MATERNITY GROUP IN ST. JOŠT CHURCH ABOVE KRANJ  
TD Graduation Thesis (University studies)  
OP XII, 84 p., 16 tab., 50 fig., 4 ann., 107 ref.  
IJ sl  
JI sl/en  
AI In this graduation thesis we studied the biology of a whiskered bat (*Myotis mystacinus*) maternity group from St. Jošt church. The church was located above the town of Kranj in the north western Slovenia. The group of bats consisted of ca. 40 to 50 individuals. It was monitored from 16<sup>th</sup> of March 2010 till 9<sup>th</sup> of February 2011. Our goal was to record the seasonal changing numbers of bats in the roost, record the time of evening emergence and the return, dependance on the light intensity and the weather conditions, determine the sex ratio of the adults and the juveniles, observe the change of microclimate conditions in the roost and compare them with external ones. We also determined the seasonal diet of whiskered bats. The bats were present in the roost from 29<sup>th</sup> of April till 9<sup>th</sup> of August 2010. Their numbers varied considerably throughout the surveyed season. The highest number of 59 was recorded in the morning hours on 25<sup>th</sup> of May at the time of their return to the roost. We estimated the time of birth around 20<sup>th</sup> of June. During four nights we observed the activity in front of the roost and noticed that after the birth period, the adult bats were returning to the roost throughout the entire night. We recorded the first flying juveniles on 19<sup>th</sup> of July. We carried out four nights of mistnetting (24. 5., 7. 6., 20. 7., 2. 8. 2010). In the first two nights of mistnetting, before the birth period, we caught only adult females. At the third catch juvenile bats were caught, where the ratio between gender was 1,75 : 1 in favor of females. The median bat emerged from the roost 28 minutes after sunset. There are statistically significant differences in the time of emergence between the period of pregnant females and the period of already flying juvenile bats. The bats emerged from the roost later as the season progressed. Microclimate conditions of the roost were recorded on the south side of the church with the help of data loggers, and compared with the conditions on the north side of the church, and external temperatures at weather station in Stražišče. The temperatures were considerably higher in the roost than in the other two locations. However, the humidity in the roost was lower. The microclimate conditions on the north side of the roost were similar to those in Stražišče. The juvenile bats were born and raised in warmest and at the same time driest period of the roosting season. Most of the bats later left the roost at the recorded peak temperatures. During 14 weeks we collected dry droppings for diet analysis. On the basis 93 analysed droppings we concluded that main prey, presented as volume percent, were Diptera (35%), Blatodea (16%), Coleoptera (13%), Aranea (12%) and Trichoptera (11%).

## KAZALO VSEBINE

|                                                                                              | str.      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Ključna dokumentacijska informacija .....                                                    | III       |
| Key Words Documentation .....                                                                | IV        |
| Kazalo vsebine.....                                                                          | V         |
| Kazalo preglednic .....                                                                      | VII       |
| Kazalo slik .....                                                                            | IX        |
| <b>1 UVOD .....</b>                                                                          | <b>1</b>  |
| <b>2 PREGLED OBJAV .....</b>                                                                 | <b>2</b>  |
| 2.1 SISTEMATSKA UVRSTITEV BRKATEGA NETOPIRJA .....                                           | 2         |
| 2.1.1 Razširjenost .....                                                                     | 3         |
| 2.1.2 Razširjenost v Sloveniji .....                                                         | 4         |
| 2.2 MORFOLOGIJA .....                                                                        | 6         |
| 2.3 EHOLOKACIJA .....                                                                        | 10        |
| 2.4 ZATOČIŠČA .....                                                                          | 10        |
| 2.4.1 Poletna zatočišča .....                                                                | 10        |
| 2.4.2 Zimska zatočišča .....                                                                 | 13        |
| 2.4.3 Izletavanje iz zatočišč .....                                                          | 14        |
| 2.5 PREHRANJEVALNI HABITATI .....                                                            | 15        |
| 2.6 PREHRANA BRKATEGA NETOPIRJA .....                                                        | 16        |
| 2.7 OGROŽENOST IN PRAVNO VARSTVO BRKATEGA NETOPIRJA V SLOVENIJI .....                        | 17        |
| <b>3 MATERIAL IN METODE .....</b>                                                            | <b>20</b> |
| 3.1 RAZISKOVANO OBMOČJE .....                                                                | 20        |
| 3.1.1 Vrh Svetega Jošta nad Kranjem z okolico .....                                          | 20        |
| 3.1.2 Cerkev sveti Jošt .....                                                                | 22        |
| 3.2 LETNA DINAMIKA IN STRUKTURA SKUPINE BRKATIH NETOPIRJEV ..                                | 22        |
| 3.2.1 Ugotavljanje prisotnosti brkatih netopirjev .....                                      | 22        |
| 3.2.1.1 Večerno izletavanje brkatih netopirjev .....                                         | 22        |
| 3.2.1.2 Opazovanje celonočne aktivnosti brkatih netopirjev pred zatočiščem .....             | 23        |
| 3.2.1.3 Ugotavljanje prisotnosti mladičev .....                                              | 23        |
| 3.2.2 Merjenje mikroklimatskih razmer v zatočišču brkatih netopirjev .....                   | 24        |
| 3.2.3 Ugotavljanje spolne in starostne strukture porodniške skupine brkatih netopirjev ..... | 25        |

|              |                                                                                                                 |           |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>3.2.4</b> | <b>Raziskava prehrane .....</b>                                                                                 | <b>25</b> |
| 3.2.4.1      | Zbiranje in izbira iztrebkov za analize .....                                                                   | 25        |
| 3.2.4.2      | Priprava in analiza preparatov .....                                                                            | 26        |
| <b>3.2.5</b> | <b>Statistična obdelava podatkov .....</b>                                                                      | <b>28</b> |
| 3.2.5.1      | Normalna porazdelitev, T-test in test analize variance .....                                                    | 28        |
| 3.2.5.2      | Izračun korelacije .....                                                                                        | 28        |
| 3.2.5.3      | Izračun regresije .....                                                                                         | 29        |
| 3.2.5.4      | Raziskava prehrane .....                                                                                        | 29        |
| <b>4</b>     | <b>REZULTATI .....</b>                                                                                          | <b>31</b> |
| 4.1          | LASTNOSTI ZATOČIŠČA BRKATIH NETOPIRJEV .....                                                                    | 31        |
| 4.1.1        | Mikroklimatske razmere v kotišču brkatih netopirjev .....                                                       | 32        |
| 4.1.2        | Primerjava mikroklimatskih razmer med južno in severno stranjo cerkve ter z zunanji vremenskimi razmerami ..... | 36        |
| 4.2          | SEZONSKA DINAMIKA ŠTEVILČNOSTI PORODNIŠKE SKUPINE .....                                                         | 44        |
| 4.3          | VEČERNO IZLETAVANJE BRKATIH NETOPIRJEV .....                                                                    | 45        |
| 4.4          | CELONOČNA AKTIVNOSTI ZAPUŠČANJA IN VRAČANJA V ZATOČIŠČE .....                                                   | 49        |
| 4.5          | STAROSTNA IN SPOLNA STRUKTURA .....                                                                             | 51        |
| 4.6          | SESTAVA PREHRANE .....                                                                                          | 53        |
| 4.6.1        | Vrstna sestava prehrane .....                                                                                   | 53        |
| <b>5</b>     | <b>RAZPRAVA .....</b>                                                                                           | <b>59</b> |
| 5.1          | SEZONSKA DINAMIKA ŠTEVILČNOSTI .....                                                                            | 59        |
| 5.2          | ČAS IZLETAVANJA BRKATIH NETOPIRJEV .....                                                                        | 61        |
| 5.3          | STAROSTNA IN SPOLNA STRUKTURA .....                                                                             | 62        |
| 5.4          | MIKROKLIMATSKE RAZMERE V ZATOČIŠČU .....                                                                        | 63        |
| 5.5          | SESTAVA PREHRANE .....                                                                                          | 66        |
| <b>6</b>     | <b>SKLEPI .....</b>                                                                                             | <b>69</b> |
| <b>7</b>     | <b>POVZETEK (SUMMARY) .....</b>                                                                                 | <b>70</b> |
| 7.1          | POVZETEK .....                                                                                                  | 70        |
| 7.2          | SUMMARY .....                                                                                                   | 72        |
| <b>8</b>     | <b>VIRI.....</b>                                                                                                | <b>76</b> |
|              | <b>ZAHVALA</b>                                                                                                  |           |
|              | <b>PRILOGE</b>                                                                                                  |           |

## KAZALO PREGLEDNIC

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Preglednica 1 Morfološki podatki brkatega netopirja s. lat. iz Skandinavije povzeti po H. J. Baagøe (1973), podatki brkatega netopirja s. str. prirejeni po Dietz in sod. 2009, podatki brkatega netopirja s. lat. iz Slovenije povzeti po Koselj (2009) in podatki brkatega netopirja s. str. iz Češke prirejeni po Lučan in sod. 2011. ....                                | 9  |
| Preglednica 2 Primerjava dolžine in širine iztrebkov malih podkovnjakov in brkatih netopirjev.....                                                                                                                                                                                                                                                                           | 26 |
| Preglednica 3 Najvišja, najnižja in povprečna temperatura na južni strani cerkve sv. Jošta nad Kranjem v različnih obdobjih prisotnosti porodniške skupine brkatih netopirjev s. str. v letu 2010. Izračunane so mediana, aritmetično povprečje ter standardna deviacija najnižjih, povprečnih in najvišjih temperatur.....                                                  | 34 |
| Preglednica 4 Najvišja, najnižja in povprečna vlaga na južni strani cerkve sv. Jošta nad Kranjem v različnih obdobjih prisotnosti porodniške skupine brkatih netopirjev s. str. v letu 2010. Izračunane so mediana, aritmetično povprečje ter standardna deviacija najnižjih, povprečnih in najvišjih vlag. ....                                                             | 35 |
| Preglednica 5 S pomočjo LSD-testa smo primerjali, ali je razlika v povprečni temperaturi (°C) in povprečni vlagi (%) zatočišča v cerkvi sv. Jošta v različnih obdobjih značilna ali ne. Statistično značilne razlike ( $p < 0,01$ ) so označene s poudarjeno pisavo. ....                                                                                                    | 36 |
| Preglednica 6 Najvišja, najnižja in povprečna temperatura (°C) na južni in severni strani cerkve sv. Jošta ter vremenski postaji v Stražišču v obdobju v času prisotnosti brkatih netopirjev s. str. (29. 4.–9. 8. 2010). Izračunane so mediana, aritmetično povprečje ter standardna deviacija najnižjih, povprečnih in najvišjih temperatur. ....                          | 37 |
| Preglednica 7 Najvišja, najnižja in povprečna relativna vlaga (%) na južni in severni strani cerkve sv. Jošta ter vremenski postaji v Stražišču v obdobju v času prisotnosti brkatih netopirjev s. str. (29. 4.–9. 8. 2010). Izračunane so mediana, aritmetično povprečje ter standardna deviacija najnižjih, povprečnih in najvišjih vlag. ....                             | 38 |
| Preglednica 8 LDS-test razlik v povprečni temperaturi (°C) in relativni vlagi (%) v obdobju v času prisotnosti brkatih netopirjev s. str. (29. 4.–8. 9. 2010) na treh različnih mestih. Statistično značilna razlika ( $p < 0,01$ ) je označena z okrepljenim tiskom. ....                                                                                                   | 39 |
| Preglednica 9 Preglednica prikazuje, kako visok je linearni odnos med dvema različnima naboroma podatkov s pomočjo izračuna Pearsonovega koeficienta korelacije. V primeru padavin je uporabljen Spearmanov koeficient (glej metode). Za boljšo preglednost je z rdečo barvo označen relativno močan do močan linearni odnos, s črno barvo pa precejšen linearni odnos. .... | 47 |
| Preglednica 10 Primerjava povprečja ( $\bar{x}$ ), mediane (Me) in standardne deviacije (sd) osvetljenosti zatočišča v cerkvi sv. Jošta, izmerjene v luksih v času izleta prvega brkatega netopirja s. str. (N = 33). ....                                                                                                                                                   | 48 |
| Preglednica 11 Skupno in glede na različna obdobja v sezoni 2010 izračunana povprečja ( $\bar{x}$ ) in standardne deviacije (sd) časa izletavanja brkatih netopirjev s. str. po sončnem zahodu iz zatočišča na cerkvi sv. Jošta. ....                                                                                                                                        | 48 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Preglednica 12 Primerjava časa izletavanja medianih brkate netopirjev s. str. iz zatočišča (minute po sončnem zahodu) za tri različna obdobja v letnem ciklu netopirjev v cerkvi sv. Jošta. Statistično značilna razlika ( $p < 0,01$ ) je označena s krepkim tiskom. ....                                                                     | 49 |
| Preglednica 13 Aktivnost brkate netopirjev s. str. pred zatočiščem čez celo noč. Prikazano je število izletelih in vletelih netopirjev v zatočišče, preračunano na enourni interval. Ker netopirjev nismo označevali, ni bilo mogoče ločiti med seboj samic, ki so se vrstile v zatočišče in tam ostale, ter samic, ki so znova izletele. .... | 50 |
| Preglednica 14 Datum lova in prikaz števila ujetih brkate netopirjev s. str. na sv. Joštu ter podatki o spolu in starosti. ....                                                                                                                                                                                                                | 51 |
| Preglednica 15 Prostorninski delež in pogostost pojavljanja taksonov plena v vseh vzorcih skupaj. Povprečna ocena prostorninskih deležev je podana na 0,01 %, pogostost pojavljanja pa na 0,1 % natančno (število decimalnih mest je posledica izračunavanja povprečij po formulah v poglavju 3.2.5.4.).....                                   | 54 |
| Preglednica 16 Zbrani podatki s štirih lovov. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 88 |
| Preglednica 17 Zbrani podatki s štirih lovov. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 89 |
| Preglednica 18 Zbrani podatki s štirih lovov. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 90 |



## KAZALO SLIK

|                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Slika 1 Razširjenost brkatega netopirja s. str. v Evropi (Vir: Hutson in sod. 2008b, spletna stran IUCN 2012). .....                                                                                                                                                          | 3  |
| Slika 2 Razširjenost brkatega netopirja s. lat. v Sloveniji glede na nadmorsko višino, ki lahko vključuje tudi vrsto nimfnega netopirja, podatki do 20. 11. 2012 (Vir: podatkovna zbirka CKFF 2012). .....                                                                    | 5  |
| Slika 3 Razširjenost brkatega netopirja s. str. v Sloveniji glede na nadmorsko višino, podatki do 20. 11. 2012 (Vir: podatkovna zbirka CKFF 2012). .....                                                                                                                      | 5  |
| Slika 4 Brkati netopir s. str. (Foto: Radek Lučan). .....                                                                                                                                                                                                                     | 6  |
| Slika 5 Skica zobovja brkatega netopirja s. str. Prirejeno po Tupinier in Aellen 2001 ter Dietz in sod. 2009. Kratice pomenijo: P – predmeljak (1, 2, 3) in M (1, 2, 3) – meljak. ....                                                                                        | 7  |
| Slika 6 Zobovje brkatega netopirja s. str. iz dveh različnih vidnih kotov za lažjo predstavbo. Kratice pomenijo: P – predmeljak (1, 2, 3) in M (1, 2, 3) – meljak (Foto: Leif Gjerde). ....                                                                                   | 7  |
| Slika 7 Sonogram klicev brkatih netopirjev s. str. posnet 25. 6. 2010 med opazovanjem izletavanja netopirjev iz zatočišča v cerkvi sv. Jošt pri Kranju. Uporabljena sta bila detektor Pettersson Electronic D240X in program Bat Sound ver. 4 (Pettersson Electronic AB)..... | 10 |
| Slika 8 Stara šola z začetka 20. stoletja iz občine Leksvik, Norveška (levo). Brkati netopirji s. str. se zadržujejo med aluminijasto kritino in lesenim ogradjem podstrehe (označeno desno z rdečima puščicama) (Foto: Lea Likožar). .....                                   | 12 |
| Slika 9 Cerkev sv. Kancijana v Reki pri Cerknem je druga poznana lokacija porodniške gručice brkatih netopirjev s. str. Puščici označujeta predel cerkve (levo) in cerkvene podstrehe (desno), kjer se zadržujejo netopirji (Foto: Lea Likožar).....                          | 13 |
| Slika 10 Hibernirajoči brkati netopir s. str. v rovinah pod Šmarjetno goro pri Kranju (30. 1. 2010, Foto: Lea Likožar).....                                                                                                                                                   | 14 |
| Slika 11 Tipična lovna območja brkatega netopirja s. lat. (prirejeno po Russ, 1999). .....                                                                                                                                                                                    | 16 |
| Slika 12 Fotografija zunanje lope cerkve sv. Jošta po kraji bakrene kritine (levo, Foto: Lea Likožar) in novica o kraji v dnevnem časopisu Gorenjski glas (desno). .....                                                                                                      | 18 |
| Slika 13 Pika označuje cerkev sv. Jošta. Polmer na sliki je 250 metrov (Vir: Presetnik in sod. 2007). .....                                                                                                                                                                   | 21 |
| Slika 14 Neposredna okolica cerkve sv. Jošta, kjer je bilo zatočišče preučevane porodniške kolonije brkatih netopirjev. Fotografija je posneta z zahodne strani cerkve. Netopirji so leteli v smeri proti jugu (rdeča puščica), navzdol po pobočju (Foto: Lea Likožar). ..... | 21 |
| Slika 15 Cerkev sv. Jošta slikana z jugozahodne strani dne 18. 4. 2012 (levo) in cerkev sv. Jošta slikana s severne strani dne 18. 4. 2012 (desno) (Foto: Lea Likožar). .....                                                                                                 | 22 |

|                                                                                                                                                                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Slika 16 Čitalec temperature in vlage, ki smo ga namestili na severno stran cerkve sv. Jošt v špranjo pod nadstreškom lope, da je meril temperaturo in vlago (Foto: Lea Likožar).....                                                      | 24 |
| Slika 17 Eden od pregledanih iztrebkov brkatih netopirjev s. str. pod lupo (Olympus SZX 9). Mreža pod iztrebkom ima velikost 1 x 1 mm (Foto: Lea Likožar).....                                                                             | 26 |
| Slika 18 Skica tlorisa cerkve sv. Jošta, neposredna okolica in smer izleta brkatih netopirjev s. str. (levo), ter skica južne lope cerkve, pod katero se zadržujejo brkati netopirji (desno).....                                          | 31 |
| Slika 19 Zatočišče brkatih netopirjev s. str. pod bakreno streho na južni strani cerkve sv. Jošta (levo) in fotografija špranje (desno, označeno z rdečo puščico), v kateri se zadržujejo netopirji (18. 4. 2012, Foto: Lea Likožar).....  | 32 |
| Slika 20 Porodniška skupina brkatih netopirjev s. str. v špranji pod južnim nadstreškom lope cerkve sv. Jošta nad Kranjem (2. 6. 2010, Foto: Lea Likožar).....                                                                             | 32 |
| Slika 21 Povprečna dnevna temperatura in relativna vlaga v zatočišču brkatih netopirjev s. str. v cerkvi sv. Jošta med obdobjem meritev.....                                                                                               | 33 |
| Slika 22 Dnevni razpon in povprečne temperature celega dne v zatočišču brkatih netopirjev s. str. v cerkvi sv. Jošta nad Kranjem v času prisotnosti netopirjev.....                                                                        | 34 |
| Slika 23 Dnevni razpon in povprečna relativna vlažnost v zatočišču brkatih netopirjev s. str. v cerkvi sv. Jošta v času prisotnosti netopirjev.....                                                                                        | 35 |
| Slika 24 Predstavljena je povprečna dnevna temperatura (°C), izmerjena v zatočišču brkatih netopirjev s. str. iz cerkve sv. Jošta za tri različna obdobja (brejost, neletajoči mladiči, letajoči mladiči).....                             | 35 |
| Slika 25 Predstavljeni so podatki o relativni vlagi (%), izmerjeni v zatočišču brkatih netopirjev s. str. v cerkvi sv. Jošta za tri različna obdobja (brejost, neletajoči mladiči, letajoči mladiči).....                                  | 36 |
| Slika 26 Povprečna dnevna temperatura (°C) na južni in severni strani cerkve sv. Jošta ter vremenski postaji v Stražišču v obdobju od 17. 4. do 28. 1. 2011. Črta označuje obdobje prisotnosti brkatih netopirjev s. str. v zatočišču..... | 37 |
| Slika 27 Povprečna dnevna vlaga (%) na južni in severni strani cerkve sv. Jošta ter vremenski postaji v Stražišču v obdobju od 17. 4. do 28. 1. 2011. Črta označuje obdobje prisotnosti brkatih netopirjev s. str. v zatočišču.....        | 37 |
| Slika 28 Podatki o povprečni dnevni temperaturi (°C) prihajajo iz špranje pod južno in severno stranjo lope cerkve sv. Jošta (jug, sever) ter vremenske postaje v Stražišču (Stražišče).....                                               | 38 |
| Slika 29 Podatki o povprečni dnevni vlagi (%) prihajajo iz špranje pod južno in severno stranjo lope cerkve sv. Jošta (jug, sever) ter vremenske postaje v Stražišču (Stražišče).....                                                      | 38 |
| Slika 30 Dnevni razpon in povprečne temperature (°C) v špranji pod nadstreškom lope na a) južni in b) severni strani cerkve sv. Jošta.....                                                                                                 | 39 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Slika 31 Dnevni razpon in povprečje vlage (%) v špranji pod nadstreškom lope na a) južni in b) severni strani cerkve sv. Jošta.....                                                                                                                                                         | 40 |
| Slika 32 Primerjava dnevnih temperatur (°C) med tremi datumi v juniju in ob različnem vremenu. Podane so temperature z južne in severne strani cerkve sv. Jošta.....                                                                                                                        | 41 |
| Slika 33 Primerjava relativne vlage (%) med tremi datumi v juniju in ob različnem vremenu. Podane so temperature z južne in severne strani cerkve sv. Jošta. ....                                                                                                                           | 41 |
| Slika 34 Odvisnost povprečnih dnevnih temperatur (°C) zatočišča na južni strani cerkve sv. Jošta in špranje na severni strani cerkve od oblačnosti (%), izmerjene na letališču Brnik. ....                                                                                                  | 43 |
| Slika 35 Odvisnost povprečne dnevne vlage (%) zatočišča na južni strani cerkve sv. Jošta in špranje na severni strani cerkve od padavin (mm), izmerjenih v Kranju.....                                                                                                                      | 43 |
| Slika 36 Število izletelih brkatih netopirjev s. str. iz zatočišča na cerkvi sv. Jošt nad Kranjem leta 2010 ter povprečne dnevne temperature in vlage zatočišča na južni strani cerkve sv. Jošta (meritve v špranji). Oznake na vrhu grafa prikazujejo posamezna opazovanja zatočišča. .... | 44 |
| Slika 37 Mladič brkatega netopirja s. str. najden 9. 7. 2010 na tleh pod nadstreškom lope na južni strani cerkve sv. Jošta (Foto: Lea Likožar). ....                                                                                                                                        | 45 |
| Slika 38 Čas sončnega zahoda in čas izleta prvega ter medianega brkatega netopirja s. str. iz zatočišča v cerkvi sv. Jošta.....                                                                                                                                                             | 45 |
| Slika 39 Prvi, mediani in zadnji izleteli brkati netopir s. str. iz zatočišča v cerkvi sv. Jošta glede na minute po sončnem zahodu med opazovano sezono v letu 2010. ....                                                                                                                   | 46 |
| Slika 40 Osvetljenost pred zatočiščem (luks) v cerkvi sv. Jošta ob prvem izletelem brkatem netopirju s. str.....                                                                                                                                                                            | 48 |
| Slika 41 Čas izletelih medianih brkatih netopirjev s. str. (minute za sončnim zahodom) iz cerkve sv. Jošta med tremi obdobji: brejost, neletajoči mladiči, letajoči mladiči.....                                                                                                            | 49 |
| Slika 42 Aktivnost brkatih netopirjev s. str. pred zatočiščem cerkve sv. Jošta čez noč v obdobju brejosti (24.–25. 5., 28.–29. 5. 2010) v predvidevanem obdobju kotenja (25.–26. 6. 2010) in v obdobju mladičev (9.–10. 7. 2010).....                                                       | 51 |
| Slika 43 Gruča mladičev brkatih netopirjev s. str. (slika zgoraj), ki smo jo opazili na istem mestu po tem, ko so odrasle samice (slika spodaj) zvečer zapustile zatočišče v cerkvi sv. Jošta (28. 6. 2010, Foto: Lea Likožar). ....                                                        | 52 |
| Slika 44 Primer razmaza iztrebka brkatega netopirja s. str. s cerkve sv. Jošta pod lupo. Večina delcev na fotografiji pripada hroščem (Foto: Lea Likožar). ....                                                                                                                             | 53 |
| Slika 45 Povprečna ocena prostorninskih deležev redov plena v iztrebkih brkatega netopirja s. str. v letu 2010 iz cerkve sv. Jošta.....                                                                                                                                                     | 55 |
| Slika 46 Spremembe povprečnih ocen prostorninskih deležev redov plena v iztrebkih brkatega netopirja s. str. v letu 2010 iz cerkve sv. Jošta. ....                                                                                                                                          | 56 |

|                                                                                                                                                                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Slika 47 Pogostost pojavljanja redov in najpogostejših skupin plena v iztrebkih brkatega netopirja s. str. v letu 2010 iz cerkve sv. Jošta. ....                                                                                                          | 57 |
| Slika 48 Spremembe pogostosti pojavljanja redov plena v iztrebkih brkatega netopirja s. str. v letu 2010 iz cerkve sv. Jošt. ....                                                                                                                         | 57 |
| Slika 49 Število taksonov plena v posameznem iztrebku brkatih netopirjev s. str. v letu 2010 iz cerkve sv. Jošt. ....                                                                                                                                     | 58 |
| Slika 50 Shannon-Wienerjev diverzitetni indeks in število taksonov plena v posameznem vzorcu iztrebkov brkatih netopirjev s. str. v letu 2010 iz cerkve sv. Jošta. Razlikovali smo 22 taksonov plena, navedenih v tabeli 14. Upoštevan ni red Acari. .... | 58 |

## 1 UVOD

Netopirji (Chiroptera) so red razreda sesalcev (Mammalia), po številčnosti takoj za redom glodavcev; poznanih je že 1232 različnih vrst netopirjev (Simmons in sod. 2010). So edini sesalci, ki imajo sposobnost aktivnega leta, velika večina, z izjemo letečih lisic, se jih orientira s pomočjo ultrazvoka, kar imenujemo eholokacija. Noben drug red sesalcev ni zasedel toliko različnih ekoloških niš kot netopirji (Dietz in sod. 2009). Brkati netopir s. str. (*Myotis mystacinus*) je le ena od 38 vrst, ki jih najdemo v Evropi (Dietz in sod. 2009) in ena od 30 vrst, zabeleženih v Sloveniji (Presetnik in sod. 2009).

Iz sprva ene vrste brkatega netopirja *Myotis mystacinus* (Kuhl, 1817) so bile v 19. in 20. stoletju na podlagi morfoloških in genetskih razlik prepoznane štiri ločene vrste, ki sobivajo v Evropi, od teh so bile tri najdene v Sloveniji (Presetnik in sod. 2009, Presetnik 2012). Raziskave, izpeljane pred letom 2001, še ne razlikujejo med brkatim netopirjem s. str. in vsemi danes znanimi vrstami, tako da obravnavamo takson v takih primerih kot širšo skupino brkatih netopirjev s. lat. Identifikacija vrst iz skupine brkatih netopirjev je v mnogih primerih težavna le na podlagi morfoloških znakov in je za nedvoumno določitev potrebna genetska analiza (Boston in sod. 2011).

V naši raziskavi smo želeli prispevati k poznavanju ekologije brkatega netopirja s. str., tako da smo podrobno preučili skupino brkatih netopirjev v cerkvi sv. Jošt na Svetem Joštu pri Kranju. Podobne raziskave brkatih netopirjev južno od Alp in na Balkanskem polotoku še ni bilo narejene.

Preverjali smo naslednje hipoteze:

- Brkati netopirji se bodo v zatočišču zadrževali samo čez poletje. Njihovo število se bo v zatočišču med sezono spreminjalo.
- Čas večernega izletavanja iz zatočišča in jutranjega vračanja se bo med sezono spreminjal, odvisen bo tudi od osvetljenosti preletne odprtine in vremenskih razmer.
- Mikroklimatske razmere bodo v kotišču brkatih netopirjev na južni strani cerkve ugodnejše kot na severni in v primerjavi z razmerami zunaj zatočišča.
- Brkati netopirji preučevane skupine bodo prehranski generalisti.

## 2 PREGLED OBJAV

### 2.1 SISTEMATSKA UVRSTITEV BRKATEGA NETOPIRJA

Brkatega netopirja s. str. uvrščamo v družino gladkonosih netopirjev (*Vespertilionidae*), kamor spada 48 različnih rodov in vsaj 410 vrst (Dietz in sod. 2009). V Evropi živi osem rodov gladkonosih netopirjev s 30 vrstami.

Kadar govorimo o raziskavah brkatih netopirjev pred letom 2001, torej pred opisom nimfnega netopirja (Helvesen in sod. 2001), uporabljamo pripis s. lat. Takrat govorimo o vrsti v širšem pomenu, raziskava pa lahko vključuje tudi vrsto nimfnega netopirja, ki pred letom 2001 še ni bil poznan.

Podroben zgodovinski opis problematike ločevanja vrst in podvrst skupine brkatih netopirjev sta podala Benda in Tsytsulina (2000). Tipska vrsta je brkati netopir s. str., ki jo je opisal Kuhl leta 1817. Vrsta brkati netopir v ožjem pomenu (s. str.) spada v širšo skupino brkatih netopirjev, kamor uvrščamo še Brandtovega netopirja *M. brandtii* (Eversmann 1845), stepskega netopirja *M. aurascens* (Kuzjakin 1935) in nimfnega netopirja *M. alcatoe* (Helvesen in sod. 2001). Do danes so v skupini brkatih netopirjev priznane štiri različne vrste. To so tako imenovane kriptične vrste, ki jih morfološko težje ločimo med seboj, dobro pa se razlikujejo genetsko (Mayer in Helversen 2001). Skupina brkatih netopirjev pripada nadrodu *Selysius* Bonaparte, 1841, ki ga je Tate (1941, cit. po Benda in Tsytsulina 2000) opisal kot živali s stopali, velikimi kot polovica golenice, ročna opna prhuti sega na bazo nožnega palca, ostroga običajno z majhno zastavico (epiblemo), uhlji majhni, gobec nizek, frontalna regija lobanje pa hitro narašča.

Prva priznana vrsta, ki se je ločila od skupine brkatih netopirjev, je bila Brandtov netopir. Leta 1958 je Topal (cit. po Benda in Tsytsulina 2000) opozoril na razliko v morfologiji penisa med takratnimi podvrstami *M. m. mystacinus* in *M. m. brandtii* ter predlagal obravnavanje Brandtovega netopirja kot samostojno vrsto. Identiteto populacij številnih podvrst brkatega netopirja v zahodni Palearktiki je prvi preučeval Hanak (1965, cit. po Benda in Tsytsulina 2000). Hanak (1965) je opisal, da so razlike med *M. brandtii* in *M. mystacinus* absolutna velikost (predvsem dolžina lobanje), oblika in struktura penisa.

Benda in Tsytsulina (2000) sta opozorila, da je vrsta brkatega netopirja zelo morfološko variabilna. Benda in Tsytsulina (2000) sta na podlagi morfoloških analiz prepoznala iz predela Balkana novo vrsto: stepskega netopirja, ki naj bi se simpatrično pojavljal skupaj z vrsto brkatih netopirjev. Mayer in Helversen (2001) sta s pomočjo genetskih analiz ovrgla trditve, da se stepski netopir pojavlja na področju Balkana. Vrsta stepski netopir, kot sta jo določila Benda in Tsytsulina (2000) iz Makedonije, Grčije in južne Bolgarije, naj bi pripadala novo odkriti vrsti nimfnega netopirja, razširjenost stepskega netopirja pa mora biti še raziskana. Potrjene najdbe stepskega netopirja so iz okolice Kavkaza (Dietz in sod. 2009).

Nedavno opisan nimfni netopir na podlagi genetskih, morfoloških in etoloških raziskav iz Grčije in Madžarske je bil kmalu najden po celi Evropi (npr. Jéré in Dóczy 2007, Hutson in sod. 2008a, Spitzenberger in sod. 2008, Lučan in sod. 2009, Ahlen 2010, Bashta in sod.

2011). V Sloveniji je bil prvi nimfni netopir potrjen leta 2007 na podlagi genetskih analiz iz območja Kočevskega gozda, kjer je bil kasneje še večkrat najden (Presetnik 2012).

### 2.1.1 Razširjenost

Brkati netopir s. lat. je razširjen po Palearktiki od Irske, severnega dela Iberskega polotoka, od Maroka do Koreje, Japonske, zahodne Himalaje in južne Kitajske (Gerell 1999).

Razširjenost brkatega netopirja s. str. v Evropi prikazuje slika 1. Vrsta je splošno razširjena po skoraj vsej Evropi, južno od Maroka in vse do 64. poldnevnik na severu. Najbolj severna porodniška skupina brkatih netopirjev s. str. je iz osrednje Norveške, kraj Leksvik (Gjerde in Storstad 2009, 2010). Znani so podatki o prisotnosti vrste iz južne Italije, področja Kalabrije (Scaravelli in sod. 2004). Na Danskem je prisotna samo na otoku Bornholm (Baagøe 2001). Pogosta je na Balkanskem polotoku, njena razširjenost na vzhodu pa ni razjasnjena. Potrjene najdbe brkatega netopirja s. str. so tudi iz območja Kavkaza, zahodne obale Turčije in Izraela (Dietz in sod. 2009).



**Slika 1** Razširjenost brkatega netopirja s. str. v Evropi (Vir: Hutson in sod. 2008b, spletna stran IUCN 2012).

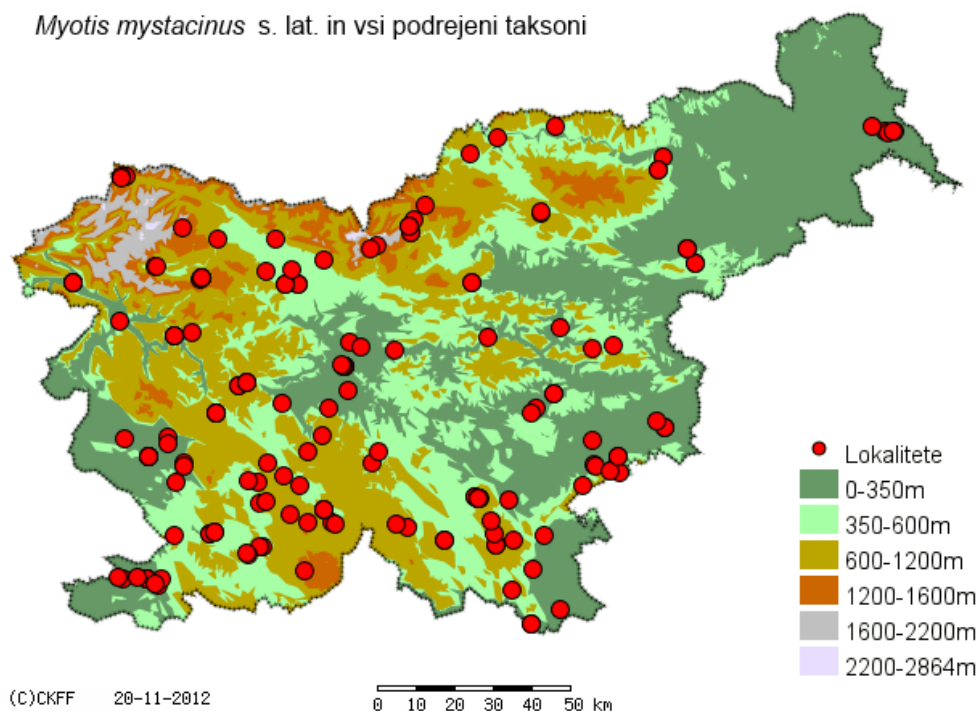
### **2.1.2 Razširjenost v Sloveniji**

Brkati netopir s. lat. (ki vključuje brkatega netopirja s. str. in nimfnega netopirja) je bil najden v večini predelov Slovenije (Koselj 2009) (Slika 2). Najdbe brkatih netopirjev s. str. so predvsem osredinjene na zahodni del Slovenije z izjemo alpskega območja. Podatki iz vzhodnega dela, Podravske, Savinjske regije ter jugovzhodne Slovenije so skopi, pred kratkim pa je bil brkati netopir s. str. potrjen v Prekmurju na podlagi povoženega kadavra (Šemrl in sod. 2012) (Slika 3).

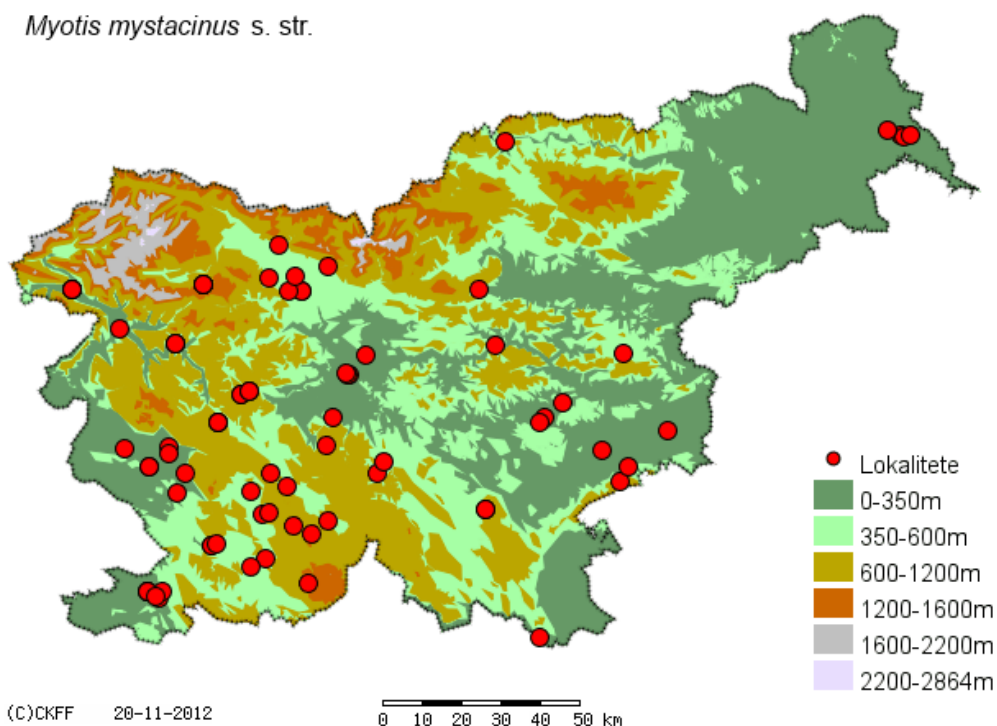
Podatki o razširjenosti Brandtovega netopirja v Sloveniji so redki. Vzrok za to je bolj redkost vrste kot premajhen vložek v poznavanje njene razširjenosti. Podatki so znani iz območja Kočevskega roga, Dolenjskih Toplic in najdba iz okolice izvira Save Dolinke (Koselj in Hudoklin 2009). Na Raziskovalnem taboru študentov biologije 2011 je bil ujet Brandtov netopir na območju Mure (neobjavljeni rezultati RTŠB 2011).

Prvi podatki o razširjenosti nimfnega netopirja v Sloveniji so iz območja Kočevskega gozda (Presetnik 2012).





**Slika 2** Razširjenost brkatega netopirja s. lat. v Sloveniji glede na nadmorsko višino, ki lahko vključuje tudi vrsto nimfnega netopirja, podatki do 20. 11. 2012 (Vir: podatkovna zbirka CKFF 2012).



**Slika 3** Razširjenost brkatega netopirja s. str. v Sloveniji glede na nadmorsko višino, podatki do 20. 11. 2012 (Vir: podatkovna zbirka CKFF 2012).

## 2.2 MORFOLOGIJA

Brkati netopir s. str. je majhen netopir s temnim, velikokrat črnim obrazom in uhlji (Slika 4). Ima gobec brez obnosnih gub, rep je popolnoma vključen v repno membrano. Med počitkom so krila zložena ob telesu živali. Iz gležnja po zunanjem robu repne opne vodi hrustančna struktura (ostroga), ki je brez kožne strukture (zastavice). Ušesa so daljša kot široka in imajo suličast (dolga in ozka) ušesni poklopec. Oči so majhne. Dlaka na hrbtu štrli v različne smeri in je različnih intenzitet rjave barve. Nekatere živali imajo konice dlak svetle, rdečkaste do zlate barve. Trebušna stran je v različnih odtenkih sive barve. Spreminjanje barvnih odtenkov povzroča težave pri identifikaciji vrste. Mlade živali so temnejše barve. Imajo temno rjavo ali sivo rjavo hrbtno stran. Penis brkatega netopirja je po celotni dolžini enakomerno ozek (Kryštufek 1991, Schober in Grimmberger 1997, Dietz in sod. 2009).

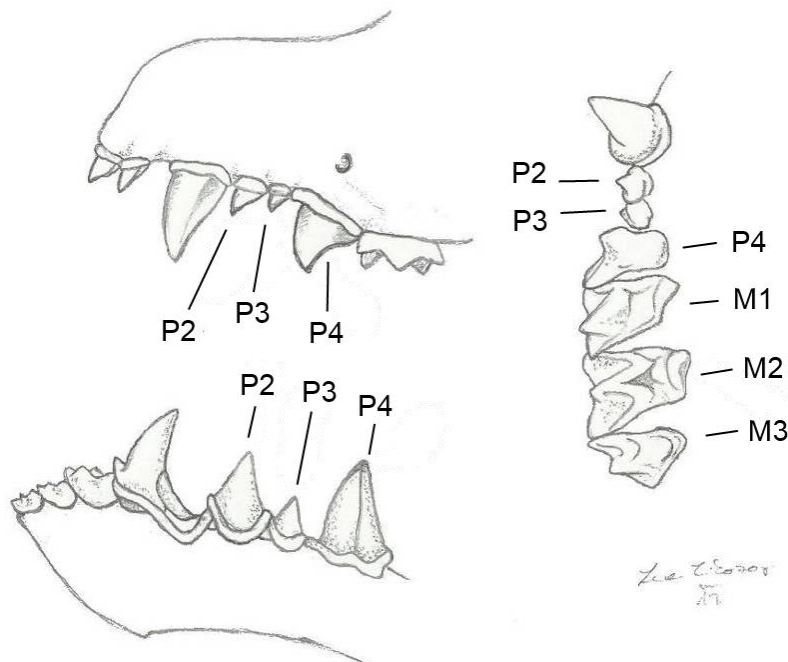
Brkati netopir s. str. pripada podvrsti *M. m. mystacinus*. Podvrsta z Balkanskega polotoka *M. m. bulgaricus* je nekoliko večja od te, večkrat z večjim kontrastom med hrbtno in trebušno stranjo. Vidni deli kože so svetlejši obarvani. Ima tudi večja stopalca, kot je značilno za brkatega netopirja s. str. in merijo do 8,7 mm. Te živali so po videzu zelo podobne Brandtovemu netopirju. Iberska podvrsta brkatega netopirja (*M. m. occidentalis*) je prav tako nekoliko večja in bolj živih barv kot brkati netopir s. str. (Kryštufek 1991, Schober in Grimmberger 1997, Dietz in sod. 2009).



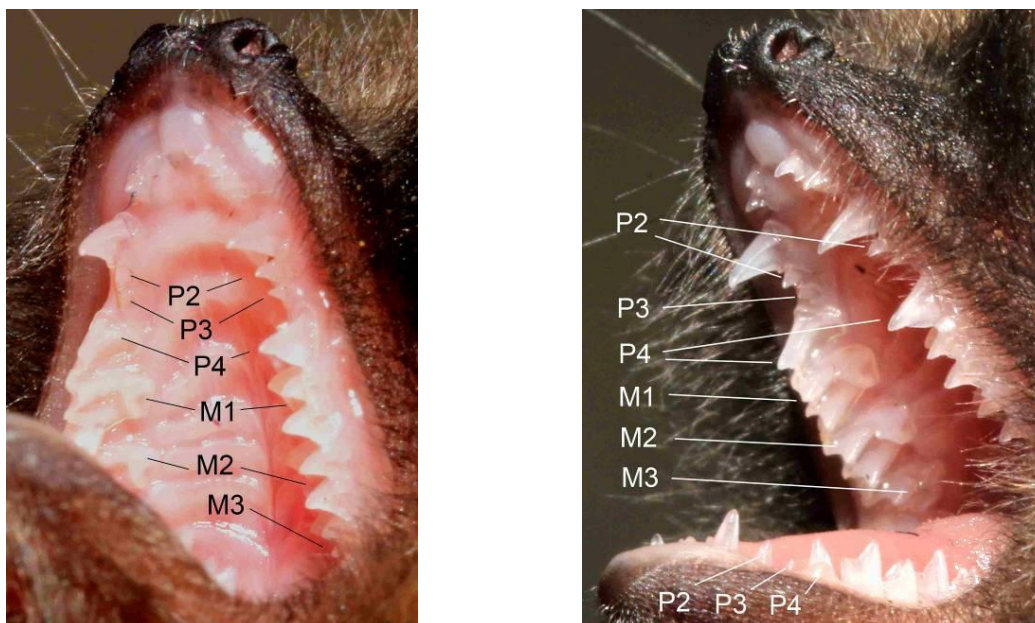
**Slika 4** Brkati netopir s. str. (Foto: Radek Lučan).

Pri določanju vrste brkatega netopirja s. str. na terenu so najzanesljivejši določevalni znak zobje (Sliki 5, 6). V zgornji čeljusti je drugi zgornji predmeljak ( $P^3$ ) po navadi v isti liniji s preostalimi zobmi in sega samo do ene polovice višine prvega zgornjega predmeljaka ( $P^2$ ).

Protokon tretjega zgornjega predmeljaka ( $P^4$ ) je zelo šibko razvit ali pa ga ni. V spodnji čeljusti je drugi predmeljak ( $P^3$ ) očitno manjši kot prvi predmeljak ( $P^2$ ). Če pogledamo zgornjo čeljust brkatega netopirja frontalno oziroma od spodaj, protokonulov zgornjih meljakov ( $M^{1-3}$ ) in protokona na tretjem zgornjem predmeljaku ( $P^4$ ) običajno ni (Dietz in sod. 2009). Lučan in sod. (2011) opozarjajo, da je za zanesljivo določitev na podlagi morfoloških znakov treba upoštevati vse značilnosti in se ne zanašati samo na dolžino podlakti in mase, torej kvantitativne znake, ampak je treba upoštevati tudi kvalitativne (barva dlake, obrazne lastnosti, oblika penisa, zobovje in drugo).



**Slika 5** Skica zobovja brkatega netopirja s. str. Prirejeno po Tupinier in Aellen 2001 ter Dietz in sod. 2009. Kratice pomenijo: P – predmeljak (1, 2, 3) in M (1, 2, 3) – meljak.



**Slika 6** Zobovje brkatega netopirja s. str. iz dveh različnih vidnih kotov za lažjo predstavbo. Kratice pomenijo: P – predmeljak (1, 2, 3) in M (1, 2, 3) – meljak (Foto: Leif Gjerde).



Mere brkatih netopirjev s. str. iz Slovenije (Koselj 2009) ne kažejo statistično značilnih razlik med spoloma, po velikosti so podobni brkatim netopirjem iz Češke (Preglednica 1).

Posamezne vrste skupine brkatih netopirjev je težko ločiti med seboj, za ločevanje na podlagi same morfologije pa je treba imeti veliko izkušenj. Nimfni netopir je v primerjavi z brkatim netopirjem manjša vrsta, katere podlaket po navadi ne presega 32,8 milimetra. Na videz je vrsta podobna obvodnemu netopirju (*Myotis daubentonii*), vendar z manjšimi in nežnejšimi stopalci. Ima kratek smrček, tako da dlaka na obrazu sega skoraj do nosnic in daje videz enakomerno zaobljene glave. Ima kratek palec (<4,5 mm, redko do 5,0 mm), kratko golenico (<14,5 mm, redko do 15,9 mm) in kratko stopalce (<5,6 mm, redko do 5,8 mm). Zobovje je zelo podobno zobovju Brandtovega netopirja z jasno vidnim protokonom na tretjem zgornjem predmeljaku ( $P_4$ ), ki po navadi presega konico drugega predmeljaka ( $P_3$ ). Na zgornjih meljakihi so po navadi izrazito vidni protokonuli. Nosnice so po navadi srčasto zaobljene, kot je značilno tudi za Brandtovega netopirja (Dietz in sod. 2009).

Brandtov netopir daje vtis velikega brkatega netopirja. Podlaket je po navadi daljša od 33,0 milimetrov, redko doseže le 32,0 milimetrov. Smrček je daljši od smrčka nimfnega netopirja in dlaka na obrazu jasno vidno ne dosega nosnic. Palec je daljši od 4,6 milimetra in redko doseže le 4,3 milimetra. Ima golenico, ki presega 14,6 milimetra in stopalca, večja od 5,8 milimetra. Drugi zgornji predmeljak ( $P_3$ ) leži v isti liniji s preostalimi zobmi in dosega do dve tretjini dolžine prvega zgornjega predmeljaka ( $P_2$ ). Podobno je v spodnji vrsti drugi predmeljak ( $P_3$ ) skoraj tako velik kot prvi predmeljak ( $P_2$ ). Protokon zgornjega tretjega predmeljaka ( $P_4$ ) je izrazit in po navadi presega konico drugega predmeljaka ( $P_3$ ). Protokonuli na zgornjih meljakihi so po navadi vidni. Penis je odebeljen in kijaste oblike. Nosnice so po navadi srčaste oblike (Dietz in sod. 2009).

Za nadrod *Selysius*, kamor sodi tudi brkati netopir, je značilno, da imajo netopirji nizko nosilnost kril in nizek ali povprečen količnik podolgovatosti kril. Konice kril so po navadi kratke, široke in zaobljene, kar je značilno za počasne zasledovalce (angl. slow hawking). Nizka nosilnost kril in razmeroma kratka, ukrivljena krila omogočajo zelo okreten let in počasne, težavne zavoje, ki so nujni za pobiranje žuželk blizu rastja. Veliko netopirjev iz te skupine pobira tudi počivajoče žuželke (Norberg in Rayner 1987).

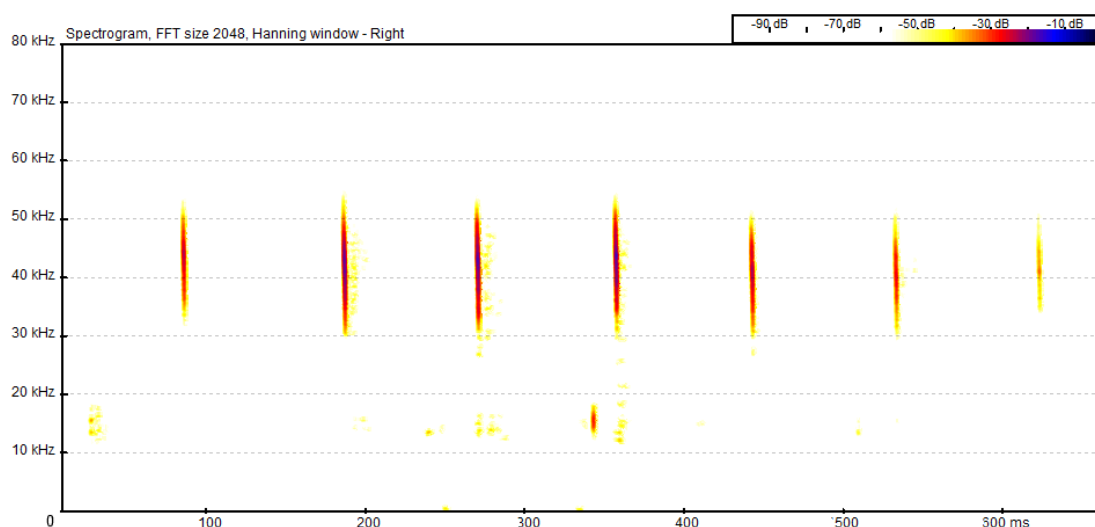
**Preglednica 1** Morfološki podatki brkatega netopirja s. lat. iz Skandinavije povzeti po H. J. Baagøe (1973), podatki brkatega netopirja s. str. prirejeni po Dietz in sod. 2009, podatki brkatega netopirja s. lat. iz Slovenije povzeti po Koselj (2009) in podatki brkatega netopirja s. str. iz Češke prirejeni po Lučan in sod. 2011.

| Meritve                                           | H. J. Baagøe 1973           |                              | Dietz in<br>sod. 2009 | Koselj 2009                  |                              | Lučan in sod. 2011           |                              |
|---------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
|                                                   | ♂                           | ♀                            | ♂ + ♀                 | ♂                            | ♀                            | ♂                            | ♀                            |
| Masa                                              |                             |                              | 4,0–7,0 g             | 4,8 ± 1,0<br>g<br>(N = 17)   | 5,3 ± 0,9<br>g<br>(N = 16)   | 4,9 ± 0,5<br>mm<br>(N = 26)  | 5,7 ± 0,6<br>mm<br>(N = 91)  |
| Dolžina podlakti                                  | 31,8–33,9<br>mm<br>(N = 7)  | 32,4–<br>34,3 mm<br>(N = 12) | 32,0–36,5<br>mm       | 34,3 ±<br>1,6 mm<br>(N = 19) | 35,0 ±<br>1,3 mm<br>(N = 18) | 33,9 ±<br>0,9 mm<br>(N = 26) | 35,0 ±<br>1,2 mm<br>(N = 92) |
| Dolžina golenice                                  | 14,4–<br>16,8 mm<br>(N = 7) | 14,4–<br>16,8 mm<br>(N = 12) | 14,6–16,8<br>mm       |                              |                              | 15,9 ±<br>0,6 mm<br>(N = 23) |                              |
| Dolžina med kočnikom in<br>tretjim molarjem (CM3) | 4,96–<br>5,36 mm<br>(N = 7) | 4,96–<br>5,36 mm<br>(N = 14) | 4,7–5,3<br>mm         |                              |                              |                              |                              |
| Dolžina telesa od glave do<br>repa                | 73,0–<br>80,0 mm<br>(N = 5) | 76,0–<br>85,0 mm<br>(N = 9)  |                       |                              |                              |                              |                              |
| Dolžina repa                                      | 37,0–<br>43,0 mm<br>(N = 5) | 34,5–<br>43,0 mm<br>(N = 9)  |                       |                              |                              |                              |                              |
| Širina tragusa                                    | 2,00–<br>2,24 mm<br>(N = 7) | 1,68–<br>2,16 mm<br>(N = 7)  |                       |                              |                              |                              |                              |
| Dolžina tragusa                                   | 6,56–<br>7,20 mm<br>(N = 7) | 6,40–<br>7,20 mm<br>(N = 11) |                       |                              |                              |                              |                              |
| Kranio-bazalna dolžina<br>(CBL)                   | 12,6–<br>12,9 mm<br>(N = 5) | 12,8–<br>13,1 mm<br>(N = 10) | 12,2–13,3<br>mm       |                              |                              |                              |                              |
| Dolžina petega prsta                              |                             |                              | 38,0–46,0<br>mm       |                              |                              |                              |                              |
| Dolžina tretjega prsta                            |                             |                              | 48,0–58,0<br>mm       |                              |                              |                              |                              |
| Dolžina palca                                     |                             |                              | 4,3–5,9<br>mm         |                              |                              |                              |                              |
| Dolžina stopala                                   |                             |                              | 5,8–7,4<br>mm         |                              |                              |                              |                              |

## 2.3 EHOLOKACIJA

Brkati netopirji uporabljajo klice s širokim frekvenčnim razponom oziroma frekvenčno modulirane klice (FM klici; Slika 7) (npr. Ahlen 1991). Ti se začnejo pri frekvenci  $96,4 \pm 15,33$  kHz in končajo pri  $32,4 \pm 3,63$  kHz (Russo in Jones 2002). Lastnosti klicev brkatih netopirjev iz Italije ( $N = 13$ ) so: maksimalna frekvenca  $47,5$  kHz ( $\pm 8,65$  kHz), začetna frekvenca je bila izmerjena z razponi med  $70,1$  kHz in  $122$  kHz in končna med  $29,4$  kHz in  $43,3$  kHz, dolžina posameznega klica je  $3,1$  do  $6,4$  ms z vmesnim intervalom  $66,7$  do  $251,5$  ms (Russo in Jones 2002).

Novejša raziskava (Obrist in sod. 2004) iz Švice analizira 100 klicev brkatih netopirjev s. str. Lastnosti brkatih netopirjev iz Švice so: začetna frekvenca ( $99,7 \pm 12,6$  kHz), frekvenca ob energijskem maksimumu klica ( $46,8 \pm 5,6$  kHz) in končna frekvenca ( $27,9 \pm 3,9$  kHz). Dolžina posameznega klica je  $3,6 \pm 0,5$  ms.



**Slika 7** Sonogram klicev brkatih netopirjev s. str. posnet 25. 6. 2010 med opazovanjem izletavanja netopirjev iz zatočišča v cerkvi sv. Jošt pri Kranju. Uporabljena sta bila detektor Pettersson Electronic D240X in program Bat Sound ver. 4 (Pettersson Electronic AB).

## 2.4 ZATOČIŠČA

### 2.4.1 Poletna zatočišča

Pomembni dejavniki za izbiro netopirskega zatočišča so velikost vhoda v zatočišče, temperatura in vlažnost zatočišča, okoliška pokrajina, kompeticija s ptiči in linearni pokrajinski elementi (Bihari 2004).

Brkati netopirji s. lat. se med marcem in majem selijo iz zimskih zatočišč v poletna in pri tem se samci ločijo od samic (Nyholm 1965). Reiter in Zahn (2006) iz Avstrije opisujeta, da poletna zatočišča porodniške skupine netopirjev naselijo v začetku maja in redko v začetku aprila. Mladiči se po navadi skotijo v juniju in so sposobni leta že v juliju (včasih ne prej kot v avgustu). Redki posamezniki lahko zapustijo zatočišče šele konec septembra

ali v začetku oktobra. Na Finskem poletno zatočišče brkati netopirji s. lat. zapustijo v času od avgusta do septembra (Nyholm 1965).

V osrednji Nemčiji (Hesse) je bilo ugotovljeno, da je večina zatočišč s porodniškimi skupinami brkatih netopirjev s. str. obrnjenih proti jugu, jugozahodu ali jugovzhodu. Na Bavarskem so odprtine zatočišč brkatih netopirjev najdene do 15 metrov visoko nad tlemi, v povprečju pa od 3 do 9 metrov nad tlemi. Po navadi ena skupina brkatih netopirjev s. str. uporablja več zatočišč čez poletje. Ta zatočišča so lahko na različnih prostorih iste zgradbe, lahko pa so krajevno popolnoma ločena (Reiter in Zahn 2006).

V zahodni Nemčiji je Hübner (2004) preučeval spreminjanje temperatur v netopirnicah z brkatimi netopirji s. str. Netopirnice so bile nameščene na lovskih opazovalnicah in obrnjene proti različnim stranem neba. Temperature med sezono so se v netopirnicah gibale med 5,1 in 50,5 °C. Najvišja izmerjena temperatura ob prisotnosti 15 brkatih netopirjev je bila 48,3 °C. Največ netopirjev so zabeležili v netopirnicah, obrnjenih proti jugovzhodu in severozahodu, ki so se segrele v jutranjih in večernih urah. Zatočišče, obrnjeno proti jugozahodu, je bilo podvrženo nevarnosti pregrevanja. Hübner (2004) ugotavlja, da so temperature v netopirnicah zelo odvisne od temperature okolice in da zaradi velikih temperaturnih razponov netopirji večkrat menjajo taka zatočišča.

Tudi Reiter in Zahn (2006) pišeta, da so lahko temperaturne razlike razlog za selitev med zatočišči ali pa vznemirjanje. Nevarnost pregrevanja netopirjev naj bi bila predvsem pod temnimi površinami, ki so obrnjene proti jugu. Iz kraja Hesse v Nemčiji je poznano zatočišče brkatih netopirjev s. str. pod lesenim opazem, obrnjeno proti jugu, kjer so temperature narasle nad 40 °C. Ocena optimalnih temperatur za brkate netopirje s. str. je bila med 30 in 35 °C (Reiter in Zahn 2006).

Schober in Grimmberger (1997) opisujeta, da se poletna zatočišča brkatega netopirja s. lat. v Evropi po navadi najdejo v zgradbah, v ozkih razpokah, pri katerih je dostop z zunanje strani zgradbe, med trami, za lesenimi polkni, redko pa vrsto najdemo tudi v gnezdilnicah.

Tupinier in Aellen (2001) poročata, da so zatočišča brkatega netopirja s. lat. v Evropi za opazem, v špranjah v zidu in za deskami na podstrešju.

Dietz in sod. (2009) opisujejo, da ima vrsta brkatega netopirja s. str. v Evropi poletna zatočišča za odstopajočim lubjem ali v lovskih opazovalnicah. Na območju Balkana se porodniške skupine najdejo tudi v mostovih. Zatočišča v drevesnih duplih in skalnatih razpokah so redka.

Reiter in Zahn (2006) na podlagi podatkov iz Nemčije in Avstrije opisujeta, da so prvotna zatočišča brkatih netopirjev s. str. bila v votlih drevesih in odstoplem lubju. Danes skoraj izključno naseljujejo zgradbe, najdbe v netopirnicah pa so redke. Zatočišča so bila večinoma najdena v stanovanjskih hišah, alpskih brunaricah, garažah in hlevih. Nameščena so večinoma na zunanjih predelih zgradb, za opaži, včasih pa se najdejo tudi na podstrehah in hlevih. Več kot polovica zatočišč na Bavarskem in zahodni Avstriji je za vertikalnimi zunanji kritinami hiš ter značilno manj za polkni, strešnimi obrobami (angl. soffit) in smerokazi. Zatočišča so lahko tudi v stenskih razpokah in škatlah za rolete. Na Bavarskem

so opazili, da imajo zatočišča v škatlah za rolete številčno manj brkatih netopirjev s. str. (manj kot 30 osebkov), kot pa zatočišča za zunanji opazi hiš. Iz Bavarske so znani primeri nebrejih samic za zunanji opazi hiš, zato je treba obravnavati vsako najdbo skupine netopirjev posebej in določiti, ali gre za porodniško skupino ali ne. Reiter in Zahn (2006) podrobno opisujeta tri različne primere porodniških skupin brkatih netopirjev s. str. v treh stanovanjskih hišah in en primer iz tovarniške kantine, kjer je bil razpon števila od 80 do 270 netopirjev. Skupine so bile odkrite v nadstrešku brunarice, pod vzhodno in zahodno obrobno podstrehe in za polkni ter pod lesenim opažem južne stene hiše.

V raziskavi iz severovzhodne Anglije, North Yorkshire, so v 96 % (N = 18) poletnih zatočišč brkatega netopirja s. lat. odkrili v stavbah in samo eno zatočišče je bilo odkrito v netopirnici. V povprečju je bilo v zatočiščih prešteti 23,3 netopirja. Gostota zatočišč brkatih netopirjev je bila 1,3 zatočišča na 1 km<sup>2</sup> (Jones in sod. 1996).

Berge (2007) je s pomočjo telemetrije v južni Angliji sledila dvanajstim brkatim netopirjem s. str. do njihovih dnevnih zatočišč. 7,43 % netopirjev je zatočišče izbralo v stanovanjskih hišah in kočah, 22,7 % v hlevih in 14,29 % jih je bilo najdenih na kmetijah. Čez noč so brkati netopirji uporabljali tudi nočna zatočišča. Ta so bila najdena v 64,71 % v stanovanjskih hišah, 23,53 % netopirjev je izbralo kmetije in 11,76 % hleve. Brkati netopirji so dnevna in nočna zatočišča menjali ter na dan povprečno uporabljali 1,33 zatočišča in čez noč 1,41 zatočišča.

Raziskava iz južne Irske (Buckley 2005) opisuje porodniško gručo brkatih netopirjev s. str., kjer se netopirji zadržujejo med dimnikom in strešnim robom na podstrešju hiše, zgrajene v začetku 20. stoletja. Največje število zabeleženih netopirjev je bilo v sredini julija 2004, in sicer 45.

Iz osrednje Norveške, občina Leksvik, je trenutno poznano najsevernejše zatočišče brkatih netopirjev s. str. na svetu. Porodniška gruča z več kot 50 osebki se nahaja na podstrehi opuščene lesene šole iz začetka 20. stoletja (Slika 8). Netopirji se zadržujejo med aluminijasto strešno kritino in lesenim strešnim ogrođjem (Gjerde in Storstad 2010).



**Slika 8** Stara šola z začetka 20. stoletja iz občine Leksvik, Norveška (levo). Brkati netopirji s. str. se zadržujejo med aluminijasto kritino in lesenim ogrođjem podstrehe (označeno desno z rdečima puščicama) (Foto: Lea Likožar).



Poznavanje poletne razširjenosti brkatega netopirja v Sloveniji je vezano na najdbe posameznih osebkov, medtem ko poznamo le dve porodniški koloniji brkatega netopirja s str. do danes (Petrinjak 2007). Ena kolonija je poznana iz cerkve Sveti Kancijan v Reki pri Cerknem (Slika 9), v letu 2007 pa je bila odkrita skupina v cerkvi sveti Jošt nad Kranjem (Petrinjak 2007). Cerkev sv. Kancijana je bila obiskana 23. 7. 2010 v okviru Raziskovalnega tabora študentov biologije Cerkno 2010, ko je bila gruča brkatih netopirjev s. str. ocenjena na 20 osebkov. Netopirji so se zadrževali na podstrehi cerkvene ladje med pločevinasto streho in lesenim srešnim ogrođjem (lastna opažanja) (Slika 9).



**Slika 9** Cerkev sv. Kancijana v Reki pri Cerknem je druga poznana lokacija porodniške gruča brkatih netopirjev s. str. Puščici označujeta predel cerkve (levo) in cerkvene podstrehe (desno), kjer se zadržujejo netopirji (Foto: Lea Likoazar).

#### **2.4.2 Zimska zatočišča**

Dvanajstletna raziskava iz Poljske (Fuszara in sod. 1996) ne razlikuje med seboj vrste brkatega in Brandtovega netopirja, poroča pa, da so bili posamezni netopirji najdeni v jamah ter majhnih kletih.

Masing in Lutsar (2007) poročata iz Estonije v okviru tridesetletnih opazovanj o petih različnih najdbah brkatih netopirjev s. lat. v času hibernacije. Netopirji so bili najdeni med januarjem in marcem v kleti, v zaklonišču in dveh rudnikih peska. Temperatura v njihovi okolici je bila izmerjena med 1 in 5 °C.

Raziskava iz nizozemskega rudnika apnenca Shengroove, ki se je odvijala med zimo več kot 67 let, poroča o stalni prisotnosti 20 do 40 brkatih ali Brandtovih netopirjev. Med vrstama niso ločevali (Grol in Voûte 2010).

Dietz in sod. (2009) poročajo, da posamezni osebki brkatega netopirja s. str. preživijo zimo v jamah, rudnikih, kletih in redko v skalnatih razpokah.

Brkati netopirji s. lat. v Sloveniji so bili čez zimo najdeni posamično v jamah in enkrat v zgradbi (Koselj 2009). V rovih pod Šmarjetno goro pri Kranju smo v času zime med decembrom 2010 in februarjem 2011 zabeležili dva brkata netopirja s. str. (Slika 10) (lastna opažanja).



**Slika 10** Hibernirajoči brkati netopir s. str. v rovih pod Šmarjetno goro pri Kranju (30. 1. 2010, Foto: Lea Likožar).

### 2.4.3 Izletavanje iz zatočišč

Jones in Rydell (1994) sta preučevala, od česa je na splošno odvisen čas izleta netopirjev iz zatočišča, pri čemer sta upoštevala različne dejavnike, kot so prehrana, nosilnost kril in hitrost leta. Glede na njune rezultate se netopirji vrst, ki izletijo pozneje, večinoma se zadržujejo v bolj zaraščenem habitatu, medtem ko zgodnejši netopirji lovijo na odprtem. Pozneje, ko netopirji izletijo iz zatočišča, več neletečih členonožcev se najde v prehrani, kar kaže na pobiranje plena s površin. Na čas izleta iz zatočišča je vplivala tudi nosilnost kril. Nižja kot je bila nosilnost, pozneje so netopirji zapustili zatočišče. Počasnejše vrste netopirjev so bolj podvržene plenilcem, kar je verjetno tudi razlog za kasnejši izlet iz zatočišča (Jones in Rydell 1994).

Raziskava iz južne Irske (Buckley 2005) navaja, da so prvi brkati netopirji s. str. v sedmih opazovanjih med julijem in oktobrom 2004 izleteli iz zatočišča 23 do 49 minut po sončnem zahodu. Povprečen čas prvega izletelega netopirja je bil 34,7 minute. Vsi netopirji so iz zatočišča izleteli v 20 do 95 minutah. Opisuje tudi, da netopirji, ki so izleteli iz zatočišča, niso leteli na odprtem, temveč so se držali vegetacijskega roba in leteli v stalni višini.

Raziskava iz južne Anglije (Berge 2007) opisuje, da so brkati netopirji s. str. (N = 12) izleteli iz dveh zatočišč v stanovanjskih hišah v povprečju 33,2 minute po sončnem zahodu. V povprečju so se brkati netopirji vrnili v zatočišče 135,51 minute pred sončnim zahodom. Raziskava je bila izpeljana v maju in juniju 2003 ter med julijem in septembrom 2004.

## 2.5 PREHRANJEVALNI HABITATI

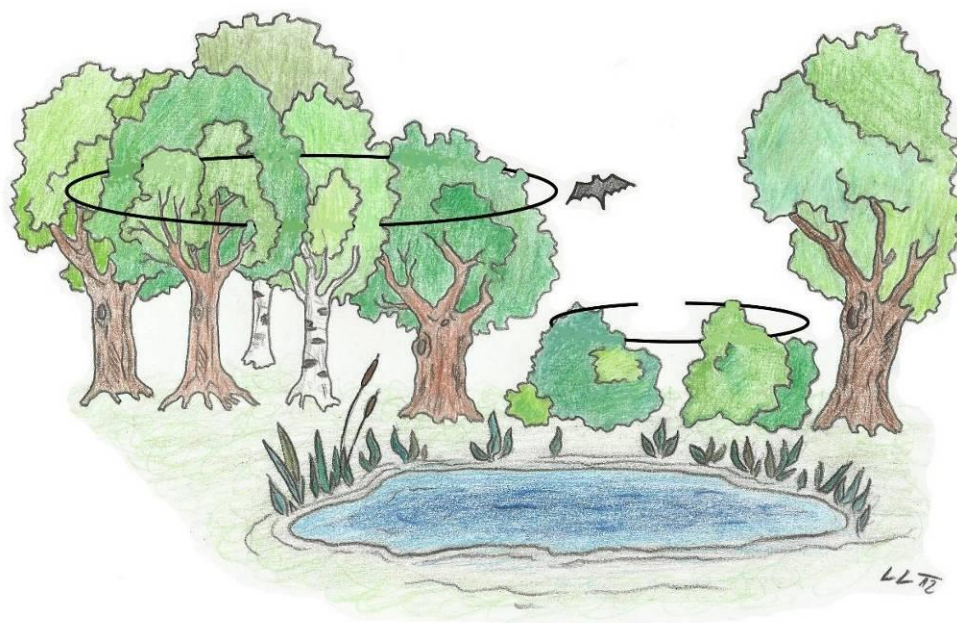
Brkati netopir s. str. v centralni Evropi naseljuje odprte in deloma porasle pokrajine z izoliranimi gozdnimi odseki in mejicami. Velikokrat ga najdemo po vaseh ter v njihovih obronkih, sadovnjakih, vrtovih in travnikih. Zadržuje se tudi v vlažnih habitatih in bogato strukturiranem okolju z veliko pestrostjo rastja. Gozdovi mu služijo kot lovišča, pogosto se prehranjuje ob gozdnih potokih in drugih vodnih telesih. Gozdovi igrajo pomembno vlogo predvsem v južni Evropi. Vrsta se pojavlja od nižin do gorskih predelov, urbanih naselij, gorskih travnikih, vse do drevesne meje v gorah (Dietz in sod. 2009).

Brkati netopir s. lat. lovi v višini od 1,5 do 6 metrov nad tlemi, kar je nizko do srednje visoko v primerjavi z ostalimi vrstami (Gerell 1999). Dietz in sod. (2009) navajajo višino od 1 do 6 metrov nad tlemi. Lovi tudi v višini gozdnih krošenj. Njegov let je zelo okreten. Lovna področja so vzdolž vegetacije, kot je gozdni rob ali živa meja. Lovi tudi nad mirno vodno gladino (Slika 11). V srednji Evropi je bil opažen nad manjšimi vodnimi površinami, medtem ko je bil na Balkanu opažen nad večjimi površinami, nad katerimi je lahko lovil več ur v velikih krogih (Dietz in sod. 2009). Russ (1999) navaja, da večkrat lovi v gostih drevesnih krošnjah, nikoli pa ne lovi na odprtem. Včasih pobira žuželke z rastlinja.

Berge (2007) je na podlagi telemetrije devetih brkatih netopirjev s. str. iz Anglije določila, da so se netopirji na območju 2682 hektarov zadrževali 61,94 % nad travniki, 28,97 % v naseljih, 6,78 % v listnatih gozdovih, 1,99 % nad kmetijskimi površinami, 0,12 % v iglastih gozdovih, 0,12 % nad vodo in 0,06 % v mešanih gozdovih. Brkati netopirji so na noč uporabljali 1,25 lovnih področij, kar je preračunano na enega netopirja. Velikost lovne površine je bila v povprečju 5,44 hektara (minimum 1,37 hektara in maksimum 10,66 hektara). Lovna pot je merila med 200 do 2300 metrov s povprečjem 812 metrov.

Buckley in sod. (2012) so tudi na podlagi metode telemetrije trinajstih samic brkatega netopirja s. str. iz Irske določili, da so se netopirji zadrževali na območju 227,8 (s. e.  $\pm$  55,6) hektara v okolici zatočišč. Domače območje posameznega netopirja je obsegalo 71,2 do 788 hektarov. Netopirji so v povprečju na noč preleteli 5,01 (s. e.  $\pm$  0,39) kilometra. Breje samice (N = 4) so na noč preletele 3,9 (s. e.  $\pm$  0,52) kilometra in samice po obdobju brejosti 5,1 (s. e.  $\pm$  0,43) kilometra, vendar razlika med tema obdobjema ni bila statistično značilna.

Dietz in sod. (2009) poročajo, da brkati netopir s. str. uporablja tudi do 12 lovnih področij čez noč, ki so v povprečju oddaljena 2,8 kilometra od zatočišča.



**Slika 11** Tipična lovna območja brkatega netopirja s. lat. (prirejeno po Russ, 1999).

## 2.6 PREHRANA BRKATEGA NETOPIRJA

Brkati netopir s. lat. je glede prehrane zelo prilagodljiva vrsta in ima široko izbiro s poudarkom na letečih žuželkah, kot so Diptera, Lepidoptera, Hymenoptera in Neuroptera. V prehrani brkatega netopirja so bile najdene še druge skupine žuželk, ki lahko občasno predstavljajo velik odstotek celotnega plena, na primer Coleoptera. Vrsta lovi tudi neleteče členonožce, kot so pajki in gosenice (Rindle in Zahn 1997).

Taake (1992) je v svoji raziskavi na ujetih brkatih netopirjih ( $N = 22$ ) iz gozdov severozahodne Nemčije blizu Nizozemske meje ugotovil, da je v 95,5 % vseh pregledanih iztrebkov prisotna družina Tipulidae, nato sledijo taksoni Brahytera (81,8 %), Arachnida (81,8 %), Lepidoptera (77,3 %), Trichoptera (59,1 %), Chironomidae (59,1 %), Anisopodidae (40,9 %), Cucilidae (36,4 %), Aphidina (31,8 %), Hemerobiidae (31,8 %), Coleoptera (22,7 %), Mycetophilidae (22,7 %), Diptera (18,2 %), Heteroptera (18,2 %), Psyllina (13,6 %) ter drugi taksoni, ki predstavljajo manjši delež kot 10 %. Odkril je tudi, da večina plena pripada žuželkam, ki so dnevno aktivne. Gosenice metuljev in dnevne žuželke pomenijo, da brkati netopirji pobirajo dober del plena s površin. Taake (1992) je opravil prehrambno analizo na šestih različnih vrstah netopirjev (*M. daubentoni*, *M. brandti*, *M. mystacinus*, *M. bechsteinii*, *M. nattereri*, *M. myotis*, *P. nathusii*, *P. auritus*) in ugotovil, da ima brkati netopir od vseh najpestrejšo izbiro prehrane. Povprečna velikost plena je bila 7,5 milimetra.

Jones in Rydell (1994) sta ugotovila, da se brkati netopirji prehranjujejo z neletečimi in dnevnimi žuželkami, ki so čez noč neaktivne.



Beck (1995) je na podlagi 80 iztrebkov iz Švice ugotovil, da 86 % plena brkatega netopirja s. lat. predstavljajo Diptera, 14 % Lepidoptera, 3 % Coleoptera, 8 % Neuroptera, 3 % Hemiptera, 4 % Hymenoptera in 26 % Arachnida. Med dvokrilci so bili prisotni podredovi Nematocera (Tipulidae, Chironomidae, Simuliidae) in Brahyccera/Cyclorrhapa (Muscoidea, Syrphidae, Empididae). Določene so bile tudi druge skupine, kot so Hemerobiidae (Neuroptera) in Aphididea (Hemiptera).

Brkati netopirji naj bi na podlagi raziskave iz Češke (Pithartová 2007) praviloma lovili žuželke srednje velikosti. Najvišji delež členonožcev v prehrani so bili Chironomidae/Ceratopogonidae (29 %), Arachnida (29 %) in Trichoptera (19,9 %).

## 2.7 OGROŽENOST IN PRAVNO VARSTVO BRKATEGA NETOPIRJA V SLOVENIJI

Ocene velikosti slovenske populacije brkatega netopirja ni (Koselj 2009). Skupina brkatih netopirjev na sv. Joštu je bila prva odkrita porodniška skupina te vrste v Sloveniji (Petrinjak 2007).

Vrsto brkatih netopirjev v svetu ogrožajo izgube gozdnih lovnih področij kot posledica širjenja kmetijskih površin in spreminjanja gozdnih območij. Potreba je po zaščiti kottišč in prezimovališč. V zatočiščih jih ogrožajo tudi premazi za lesene opaže (Gerell 1999).

Vznemirjanje na zatočiščih in njihovo uničevanje je ena največjih groženj netopirjem tudi v Sloveniji (Presetnik 2007). Tudi v primeru kolonije brkatih netopirjev s. str. na sv. Joštu je prišlo do uničenja. V noči od 26. 6. na 27. 7. 2012 so tatovi ukradli bakreno kritino na stranskih lopah cerkve sv. Jošt (Šubic 2012) in uničili zatočišče preučevane skupine brkatih netopirjev (Slika 12). V času, ko je bila streha odkrita, netopirjev tam ni bilo več, prav tako ne po namestitvi nove kritine v avgustu 2012.

Slovensko društvo za proučevanje in varstvo netopirjev (SDPVN) je o uničenju zatočišča podalo prijavo neznanega storilca na Policijsko upravo Kranj in obvestilo Območno enoto Kranj Zavoda Republike Slovenije (ZRSVN OE Kranj) za varstvo narave (Dopis SDPVN, 2012). Okrožno državno tožilstvo v Kranju je odgovorilo, da neznanega storilca ne bodo preganjali, ker je zatočišče netopirjev uničil nevede in dejanje ni bilo namerno. To je v skladu s 344. členom Kazenskega zakonika (KZ-1), ki pravi, da je kaznivo dejanje nezakonitega ravnanja z zaščitnimi živalmi in rastlinami lahko storjeno le naklepno (Dopis Okrožnega Državnega tožilstva v Kranju, 2012). Cerkev in zatočišče sta bila obnovljena, vprašanje pa je, če se bodo netopirji vrnili, ali pa je bilo to vznemirjenje zanje prevelika motnja.



**Slika 12** Fotografija zunanje lope cerkve sv. Jošta po kraji bakrene kritine (levo, Foto: Lea Likozar) in novica o kraji v dnevnem časopisu Gorenjski glas (desno).

V Evropi ima brkati netopir po določitvi IUCN (International Union for Conservation of Nature) status kot vrsta zunaj nevarnosti (angl. least concerned) (Hutson in sod. 2008b).

V Sloveniji je brkati netopir skupaj z drugimi vrstami netopirjev zavarovan z Uredbo o zavarovanih prosto živečih živalskih vrstah, Ur. l. RS, št. 46/2004 (Uredba o zavarovanih ..., 2004). Uvrščen je tudi na Rdeči seznam ogroženih rastlinskih in živalskih vrst kot vrsta zunaj nevarnosti (Pravilnik o uvrstitvi ..., 2002).

Slovenija je podpisnica več pomembnih mednarodnih sporazumov, ki zadevajo varstvo netopirjev in tako tudi varstva brkatega netopirja.

- Konvencija o varstvu selitvenih vrst prostoživečih živali – Bonska konvencija (1998): Brkati netopir je vključen v Dodatek II Banske konvencije. Dodatek II vključuje selitvene vrste, ki so v neugodnem ohranitvenem stanju in zaradi tega potrebujejo mednarodne konvencije, ki se zavzemajo za njihovo ohranitev in upravljanje. Vključene so tudi vrste z ohranitvenim statusom, ki bi imele vidno korist od mednarodnega sodelovanja, doseženega z mednarodnim sporazumom (Zakon o ratifikaciji Konvencije o varstvu selitvenih ..., 1998).
- Konvencija o varstvu prosto živečega evropskega rastlinstva in živalstva ter njihovih naravnih življenjskih prostorov – Bernska konvencija (1999): Brkati netopir je vključen v Dodatek II Bernske konvencije. Cilji konvencije so ohranitev prosto živečega evropskega rastlinstva in živalstva in njihovih naravnih življenjskih prostorov. To posebno velja za vrste in življenjske prostore, za katere je za njihovo ohranitev potrebno sodelovanje več držav in promocija takega sodelovanja. Poseben poudarek je dan na ogrožene in ranljive vrste, katerih del so tudi selitvene vrste (Zakon o ratifikaciji Konvencije o varstvu prosto ..., 1999).
- Sporazum o varstvu netopirjev v Evropi – EUROBATS (2003): Sporazum je bil sprejet kot del Banske konvencije in podrobneje obravnava ohranjanje netopirjev

(Zakon o ratifikaciji Sporazuma ..., 2003). Cilj sporazuma je zaščita vseh 52 vrst netopirjev trenutno zabeleženih v Evropi skozi zakonodajo, izobraževanje, varstvenih ukrepov in mednarodnih sodelovanj s podpisnicami kot tudi še z ne priključenimi članicami.

- Direktiva o ohranjanju naravnih habitatov ter prostoživečih živalskih in rastlinskih vrst (Habitatna direktiva): Evropska unija je omrežje Natura 2000 uvedla kot enega od pomembnih delov izvajanja habitatne direktive in direktive o pticah. Slovenija je ob pridružitvi Evropski uniji leta 2004 določila seznam naravnih območij, ki ustrezajo merilom obeh direktiv in se s tem tudi obvezala k vzpostavitvi mreže zavarovanih območij Nature 2000 tudi za netopirje, navedene v Prilogi II Habitatne direktive in hkrati striktno varovati vrste in njihove habitate iz Priloge IV. Vse vrste netopirjev, tudi brkati netopir, so vključene v Prilogo IV (Kryštufek in sod. 2003).

### **3 MATERIAL IN METODE**

#### **3.1 RAZISKOVANO OBMOČJE**

##### **3.1.1 Vrh Svetega Jošta nad Kranjem z okolico**

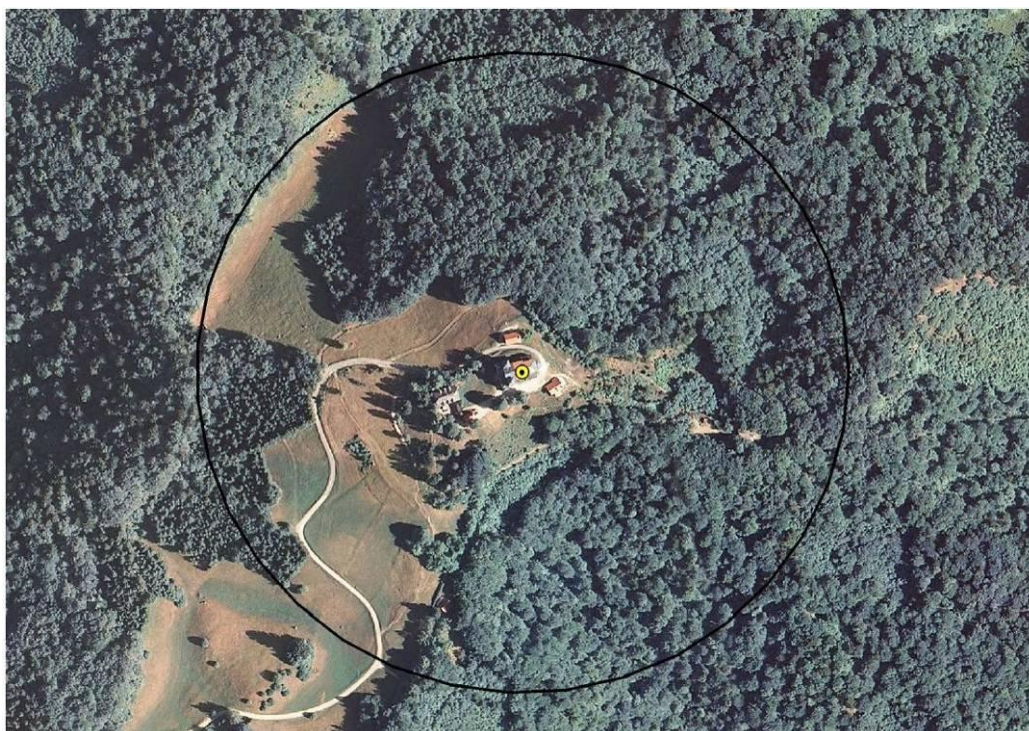
Vrh Sveti Jošt leži na 847 metrih nadmorske višine in je del slemena, ki pripada Škofjeloškemu hribovju. Iznad zahodnega roba Sorškega polja se vzdiguje med Škofjo Loko in Kranjem (Valič Zupan 2007). Škofjeloško hribovje je del pokrajine, ki jo sestavljajo še Cerkljansko, Polhograjsko in Rovtarsko hribovje. Leži v zahodnem delu slovenskega predalpskega sveta. Na severozahodu meji na Julijske Alpe, na severovzhodu na Savsko ravan, na jugu pa prehaja v dinarski svet. Škofjeloško hribovje je zelo raznoliko in najobsežnejše, zato ga razdelimo na štiri dele. Sveti Jošt pripada Šmohorskemu hribovju, ki obsega severovzhodni del Škofjeloškega hribovja med dolinama Selške Sore (Selščica) in Besnice (Perko 2001).

Točne Gauss-Krugerjeve koordinate lege cerkve so (Y) 446656 in (X) 122323 oziroma 14,3035° vzhodne zemljepisne dolžine in 46,2429° severne zemljepisne širine. Presetnik in sod. (2007) so analizirali dejansko rabo tal in pokrovnost tal v polmeru 250 in 2500 metrov okoli cerkve sv. Jošt. V polmeru 250 metrov od cerkve (Slika 13) je 70,9 % gozda, 26,0 % trajnih travnikov, 2,1 % ekstenzivnih sadovnjakov, 0,7 % zemljišč v zaraščanju in 0,7 % pozidanih ter sorodnih zemljišč. V okolici 2500 metrov se razteza skupno 74,8 % gozda, 13,7 % trajnih travnikov, 4,5 % pozidanih in sorodnih zemljišč, 3,3 % njiv in vrtov, 1,6 % ekstenzivnih sadovnjakov, 0,1 % intenzivnih sadovnjakov, 0,3 % zemljišč v zaraščanju, 0,7 % dreves in grmičevja, manj kot 0,1 % kmetijskih površin, poraslih z gozdnim drevjem, 0,1 % odprtih zemljišč brez ali z nepomembnim rastlinskim pokrovom ter 0,9 % voda.

V neposredni okolici cerkve je makadamsko parkirišče, ki ga proti jugu omejuje nekaj dreves (Sliki 13, 14), nato pa se začne strmo pobočje. Na vzhodu in severu je makadamska pot, ki zavije okoli cerkve in vodi do vznožja sv. Jošta. Makadamsko parkirišče se na zahodu spremeni v pot, ki vodi do turistične brunarice.

Sv. Jošt je priljubljena planinska točka. V okolici cerkve sta postavljena dva reflektorja, vendar nista v uporabi. Cerkev ponoči v času naše raziskave ni bila osvetljena.





**Slika 13** Pika označuje cerkev sv. Jošta. Polmer na sliki je 250 metrov (Vir: Presetnik in sod. 2007).



**Slika 14** Neposredna okolica cerkve sv. Jošta, kjer je bilo zatočišče preučevane porodniške kolonije brkatih netopirjev. Fotografija je posneta z zahodne strani cerkve. Netopirji so leteli v smeri proti jugu (rdeča puščica), navzdol po pobočju (Foto: Lea Likoazar).

### 3.1.2 Cerkev sveti Jošt

Prvi pisni viri o cerkvi so iz 15. stoletja. V 16. stoletju so cerkev prezidali in jo razširili v baročnem slogu. Cerkev leži pravilno orientirana glede na strani neba (Sliki 13, 15), dolga je 27,4 metra in široka 10,5 metra. V višino meri okoli 10 metrov. Na obeh straneh glavnega vhoda v cerkev stojita dva mogočna stolpa, visoka 22 metrov. V desnem so trije zvonovi, na zunanji strani pa ura. Na obeh zunanjih straneh ladje za zvonikoma sta stranski lopi, ki sta nižji od glavne ladje. Njuna dolžina znaša 12 metrov, višina na daljši strani 6,3 metra in na krajši 2,4 metra (Sliki 15, 18). Lopi imata vsaka po štiri oboke, ki jih nosijo trije zidani stebri (Valič Zupan 2007).



**Slika 15** Cerkev sv. Jošta slikana z jugozahodne strani dne 18. 4. 2012 (levo) in cerkev sv. Jošta slikana s severne strani dne 18. 4. 2012 (desno) (Foto: Lea Likožar).

## 3.2 LETNA DINAMIKA IN STRUKTURA SKUPINE BRKATIH NETOPIRJEV

### 3.2.1 Ugotavljanje prisotnosti brkatih netopirjev

Od 16. 3. 2010 do 29. 4. 2010 smo enkrat tedensko obiskovali cerkev sv. Jošta in preverjali, ali so brkati netopirji s. str. že naselili zatočišče. Poleg brkatih netopirjev v špranji nadstreška južne lope se na cerkvenem podstrešju zadržuje tudi porodniška skupina malih podkovnjakov (*Rhinolophus hipposideros*). Ko smo brkate netopirje opazili prvič, smo zatočišče spremljali trikrat tedensko vsak ponedeljek, sredo in petek v obdobju od 3. 5. 2010 do 10. 8. 2010. Zatem smo zatočišče opazovali bolj poredko vse do zadnjega pregleda 9. 2. 2011, skupaj 11 pregledov. Zabeležili smo prisotnost iztrebkov pod razpoko nadstreška južne lope. Netopirje smo v razpoki lahko videli, a jih nismo mogli prešteti (za to smo uporabili metodo spremljanja izletavanja, glej naslednje poglavje). V naši raziskavi smo opravili 66 pregledov zatočišča.

#### 3.2.1.1 Večerno izletavanje brkatih netopirjev

Netopirjev se pri dnevnih pregledih zatočišč ni dalo natančno prešteti, zato smo število netopirjev lahko določili le s spremljanjem večernega izletavanja iz zatočišča. Izletavanje smo spremljali trikrat tedensko, vsak ponedeljek, sredo in petek v obdobju od 3. 5. 2010 do

9. 8. 2010. Ker smo se na začetku šele seznanjali z metodo, smo prvi dve opazovanji zaradi netočnosti izpustili iz rezultatov. Vsak večer smo bili na mestu opazovanja vsaj 15 minut pred uro sončnega zahoda, ki smo jo preverili na spletni strani za sončni kalkulator (Spectral Calc...). Da bi lahko preverili, ali različne vremenske razmere vplivajo na izlet netopirjev, smo ob vsakem obisku opisali oblačnost, padavine in vetrovnost. Podatke o oblačnosti in padavinah smo pridobili tudi s spletne strani Državne meteorološke službe Agencije Republike Slovenije za okolje (Agencija Republike Slovenije...). Da ne bi izletele brkate netopirje zamenjavali z malimi podkovnjaki, smo uporabljali dva heterodina ultrazvočna detektorja Pettersson D200 (Pettersson Elektronik AB). Enega smo nastavili na frekvenco 43 kHz, kjer je značilen suh zvok eholokacijskih klicev brkatih netopirjev, drugega pa na 108-110 kHz, značilno frekvenco malih podkovnjakov (Dietz in sod. 2009).

Izdelali smo poseben popisni list (Priloga A), v katerega smo beležili izletavanje netopirjev. Zapisali smo si čas začetka izletavanja netopirjev, število izletelih in vračajočih netopirjev pa smo beležili v enominutnih intervalih. Vsakič smo uporabljali isto uro, da smo se izognili morebitnim razlikam zaradi točnosti ur. Ob času prvega izletelega brkatega netopirja smo izmerili tudi zunanjo osvetljenost, za kar smo uporabili luksmeter Minolta T-10. Ob vsakem opazovanju smo ga postavili na isto mesto pod sredinski cerkveni obok, štiri metre stran od špranje z netopirji. Opazovanja smo zaključili približno 20 minut po zadnjem izletelem netopirju. Takrat smo pregledali tudi zatočišče, če je v njem ostal še kak netopir.

#### 3.2.1.2 Opazovanje celonočne aktivnosti brkatih netopirjev pred zatočiščem

Celonočno aktivnost brkatih netopirjev pred zatočiščem smo opazovali štiri noči, ki so bile razporejene tako, da smo ujeli obdobje, ko so bile samice breje (23.–24. 5., 28.–29. 5. 2010), nato v obdobju kotenja (25.–26. 6. 2010) in v času, ko smo domnevali samostojnost večine mladičev (9.–10. 7. 2010). Sedeli smo pod južno lopo cerkve in pozorno spremljali aktivnost brkatih netopirjev pred špranjo. Zanimalo nas je, ali so se netopirji v špranjo vrnili ali pa so iz nje izleteli. Ker je bilo temno, smo si pri tem pomagali z led svetilkami tipa Varta X5, ki so bile nastavljene na najnižjo jakost svetlobe (11 lumnov). Z njimi smo preverili prisotnost netopirjev v špranji. Svetilke smo uporabljali le v nujnih primerih, kadar nismo bili prepričani, ali se je netopir vrnil v špranjo, zato da ne bi s svetlenjem vplivali na samo aktivnost netopirjev. Beležili smo prisotnost vseh vrst netopirjev, če je bilo mogoče, smo si beležili njihovo prisotnost z natančnimi časi, zvečer in proti jutru pa smo aktivnost beležili v enominutnih intervalih. Ob času sončnega zahoda smo izmerili osvetlitev prostora. Opazovanja so potekala do sončnega vzhoda, njegov čas smo preverili na spletni strani za sončni kalkulator (Spectral Calc...). Ker netopirjev nismo označili, nismo ločevali med samicami, ki so se vrnile v zatočišče čez noč in v njem ostale, ter med samicami, ki so znova izletele.

#### 3.2.1.3 Ugotavljanje prisotnosti mladičev

Da bi ugotovili, ali so v zatočišču prisotni mladiči, smo uporabili boreskop (LCD Camera/Video Inspection Endoscope with a 5.5 mm Diameter x 3 Mtr Shaft), napravo, ki



ima držalo z ekranom in optično cev, ki je na koncu opremljena s kamero z lučjo. Pregled z boreskopom smo začeli izvajati enkrat tedensko v juniju, ko smo sklepali, da se bliža čas kotenja. Z boreskopom smo zatočišče pregledali vsaj eno uro pred začetkom izletavanja netopirjev, da ne bi vplivali na čas njihovega izleta. Na podlagi datuma opaženega prvega mladiča smo razdelili obdobje prisotnosti netopirjev v zatočišču na obdobje brejosti (29. 4.–24. 6. 2010), obdobje neletečih (25. 6.–18. 7. 2010) in obdobje letečih mladičev (19. 7.–9. 8. 2010). Slednjega smo lahko določili tudi glede na opaženo učenje letanja mladičev pod južno lopo cerkve.

### 3.2.2 Merjenje mikroklimatskih razmer v zatočišču brkatih netopirjev

Na cerkvi sv. Jošt sta na severni in južni strani podobni lopi z nadstreški, kjer je na stiku strehe z zidom na spodnji strani špranja primerna za netopirje. Na vsako stran cerkve smo pod nadstrešek namestili merilec temperature in vlage TransiTemp-RH (Madge Tech, Velika Britanija), ki meri temperaturo na 0,1 °C in vlago na 0,1 % vlažnosti natančno (Slika 16). Na severni strani cerkve netopirjev ni bilo opaženih, kljub temu da sta lopi z nadstreški zelo podobno zgrajeni. Naš namen je bil primerjati temperaturne in vlažnostne razmere med obema stranema. Dva merilca sta bila nameščena v obdobju od 16. 4. 2010 do 28. 1. 2011 (280 dni), meritve smo beležili vsakih 15 minut. Po 80 dneh uporabe je bila spominska kartica naprav polna, zato smo v celotnem obdobju podatke trikrat naložili na računalnik in izbrisali kartico za nove vnose. Vsakič smo si zapisali točen datum in točen čas, ko smo merilca sneli in ko smo ju znova postavili nazaj v režo. Podatke smo posneli s pomočjo posebej izdelanega programa za nalaganje podatkov proizvajalca Madge Tech.

Podatke, zbrane z merilci, smo želeli primerjati s podatki z najbližje amaterske vremenske postaje, ki je nameščena v Stražišču pri Kranju, na nadmorski višini 395 metrov, koordinate: N46° 13' 31.77", E14° 20' 5.64" (Amaterska vremenska...). Pridobili smo tudi podatke o padavinah in oblačnosti, ki so bile na spletni strani Agencije Republike Slovenije za okolje (Agencija Republike Slovenije...).



**Slika 16** Čitalec temperature in vlage, ki smo ga namestili na severno stran cerkve sv. Jošt v špranjo pod nadstreškom lope, da je meril temperaturo in vlago (Foto: Lea Likožar).

### **3.2.3 Ugotavljanje spolne in starostne strukture porodniške skupine brkatih netopirjev**

Spolno in starostno strukturo porodniške skupine smo določali z lovom v mreže, nastavljene pred zatočišče. Lov smo izpeljali štirikrat. Prvi in drugi lov smo izvedli, še preden so se skotili mladiči, 24. 5. in 7. 6. 2010, tretjega in četrtega pa 20. 7. in 2. 8. 2010, ko so mladiči že izletali. Netopirje smo lovili v 12 metrov dolgo najlonsko mrežo, ki smo jo razpeli čez štiri obokane odprtine, ki vodijo iz lope, pod katero je zatočišče. Mreža je bila dva metra stran od špranje zatočišča. Netopirje smo takoj po ulovu v mrežo vzeli iz nje in jih začasno položili vsakega v svojo bombažno vrečko. Lov je trajal približno eno uro po prvem ujetem netopirju, nato smo mreže spustili. Ujete netopirje smo zatem izmerili in preverili vrstno pripadnost brkatim netopirjem s. str., določili smo spol ter stopnjo brejosti. Slednjo smo ocenili z rahlim potipom trebuha in glede na širino trebuha razdelili samice v skupino tistih brez zarodka, nato skupino samic v nizki stopnji brejosti in samice v visoki stopnji brejosti (glej prilogo B) (Haarsma 2008). Razlikovali smo tudi samice, ki so bile nuliparne (še niso nikoli dojile), in samice, ki so že dojile, kar smo lahko določili glede na poroženelost seskov – ti so pri samicah, ki še niso dojile, brez poraščenega pasu, seski so majhni in skriti v dlaki (Anthony 1990). Vse netopirje smo v najkrajšem možnem času izpustili na mestu ulova. Za lov smo imeli dovoljenje Ministrstva za okolje in prostor, št. 35601-48/2010-6, izdano poimenskimi članom Slovenskega društva za proučevanje in varstvo netopirjev dne 20. 5. 2010.

### **3.2.4 Raziskava prehrane**

#### **3.2.4.1 Zbiranje in izbira iztrebkov za analize**

Prehrano smo analizirali z analizo ostankov plena v iztrebkih, ki je običajna neinvazivna metoda raziskovanja prehrane netopirjev (Whitaker 1988, Koselj 2002, Presetnik 2002, Aupič 2004).

Iztrebke netopirjev smo pobirali z betonskih tal tik pod špranjo vsakih 14 dni med 3. 5. in 8. 8. 2010. Gvano smo pobirali z betonskih tal tik pod špranjo, kjer so se zadrževali netopirji. Ko smo zbrali vzorec z minimalno 100 iztrebki, smo preostanek gvana odstranili. S tem smo preprečili mešanje novejšega gvana z gvanom iz prejšnjega obdobja. Da ne bi pritegnili pozornosti obiskovalcev te izredno obiskane izletniške točke, pod špranjo nismo nastavili časopisnega papirja, ki sicer olajša zbiranje iztrebkov.

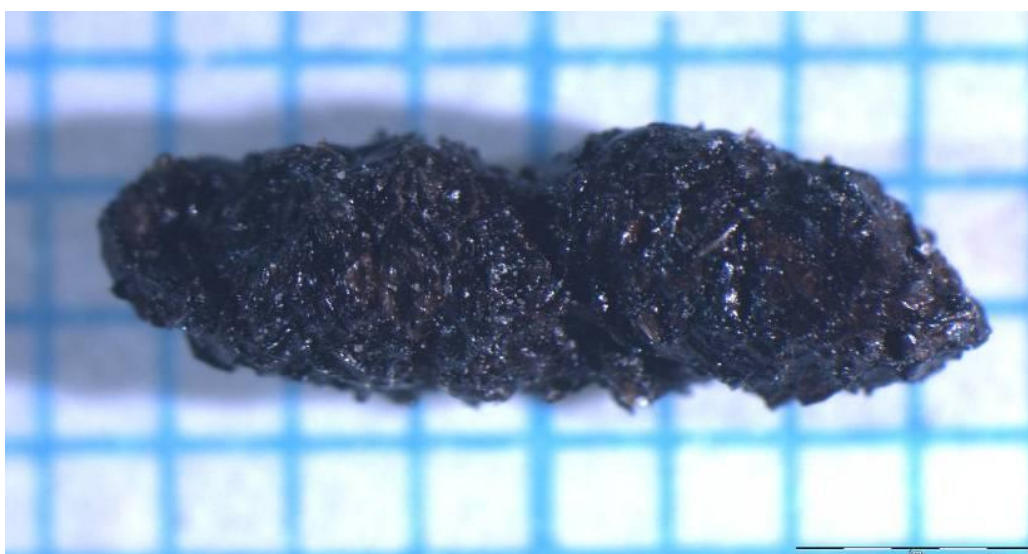
Nabrane vzorce smo posušili na časopisnem papirju, da smo preprečili razvoj plesni. Posušene iztrebke smo spravili v steklene kozarce za vlaganje in jih tesno zaprli.

Ker nismo mogli povsem izključiti možnosti, da bi med iztrebki pod špranjo bili tudi iztrebki malih podkovnjakov, ki ob mraku priletijo pod stranski nadstrešek zunaj cerkve, smo izmerili iztrebke zanesljivo pripadajoče eni ali drugi vrsti (podobno kot Aupič, 2004 za razlikovanje drugih dveh vrst netopirjev). Premerili smo dolžino in širino 30 iztrebkov brkatih netopirjev iz cerkve Sv. Kancijana v bližini Reke pri Cerknem ter 30 iztrebkov malih podkovnjakov, nabranih na podstrehi cerkve Sv. Jošta (Preglednica 2, Slika 17). Za

razlikovanje iztrebkov se je kot statistično značilno različna med vrstama izkazala le širina (T-test:  $p < 0,001$ ), medtem ko dolžina ni bila različna, zaradi drobljenja suhih iztrebkov pa se tudi zelo spreminja. Kot iztrebke brkatih netopirjev smo upoštevali tiste, ki so bili debelejši od 2,2 milimetra.

**Preglednica 2** Primerjava dolžine in širine iztrebkov malih podkovnjakov in brkatih netopirjev.

|                         | Mali podkovnjak (N = 30) | Brkati netopir (N = 30) |
|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Debelina iztrebkov (mm) | 1,8                      | 2,2                     |
| Dolžina iztrebkov (mm)  | 7,3                      | 6,8                     |



**Slika 17** Eden od pregledanih iztrebkov brkatih netopirjev s. str. pod lupo (Olympus SZX 9). Mreža pod iztrebkom ima velikost 1 x 1 mm (Foto: Lea Likožar).

#### 3.2.4.2 Priprava in analiza preparatov

Pri pripravi preparatov iz iztrebkov smo uporabili ustaljen postopek, kot je bil opisan v Koselj (2002), Presetnik (2002) in Aupič (2004). Vsak iztrebek smo slikali pod stereolupo (Olympus SZX 9), povezano z osebnim računalnikom, izmerili dolžino, širino (s programom Cell^B proizvajalca Olympus Europe) ter opisali njegov videz. Po tri iztrebke smo položili v petrijevko in jih namočili v vodo z dodano 5-odstotno raztopino KOH (5 g KOH in 95 ml vode). Ko so se po približno 30 minutah iztrebki zmehčali, smo vsakega posebej prenesli na objektna stekelca, ki smo jih označili z imenom določevalca, datumom pregleda in zaporedno številko. Na vsakem objektnejem stekelcu je bil posamezen iztrebek. S pomočjo entomoloških igel, ki smo jih pritrdili na lesena držala, smo po objektnejem stekelcu naredili razmaz preparata. Po končanem pregledu smo preparat nekaj časa pustili na zraku, da se je posušil in ga dolgotrajno fiksirali z lakom za lase.

Preparate smo pregledovali s pomočjo lupe s 3,15- do 114-kratno povečavo (Olympus SZX 9). Skozi lupo smo fotografirali večje in ali diagnostično značilne delce (kot so krila, noge, antene in drugo) (Whitaker 1988), kar nam je bilo v pomoč pri določanju. Vsako

fotografijo smo opremili z merilom. Fotografije smo pregledovali in obdelali v računalniškem programu Cell<sup>®</sup>B (proizvajalec programa Olympus Europe). Za orientacijo, kateri del preparata gledamo, smo postavili milimetrski papir z označenimi petmilimetrskimi kvadrati. Delce smo določali s pomočjo primerjalnega materiala zbirke nevretenčarjev Oddelka za biologijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani in primerjalne zasebne zbirke preparatov delcev žuželk, ki nam jo je posodil Primož Presetnik. Uporabljali smo tudi določevalne ključe členonožcev (McGavin 2000, Resh in sod. 2003, Oosterbroek 2006, Bellmann 2009, Chinery 2012) in ključ za določanje ostankov členonožcev v netopirskem gvanu (McAney in sod. 1997). Vsak značilni delec hitina smo si zabeležili, določili, v katerem delu preparata se nahaja ter ga po potrebi tudi skicirali. Fotografije težko določljivih delcev smo poslali nekaterim slovenskim in tujim entomologom ter hiropterologom (glej zahvalo) ter zaprosili za njihovo mnenje in potrditev lastnih določanj.

Preparate smo pregledali petkrat. Prvi pregled je bil namenjen seznanitvi z delci členonožcev. Pri drugem pregledu smo poskušali čim natančneje določiti izvor delca, kar je bilo v veliko primerih zelo težavno in smo lahko določili samo red členonožcev. Med pregledovanjem preparatov smo se orientirali po značilnih ostankih žuželk, kot so delci kril, stopalca, oblikovanost anten, izrastki nog, ki se jih je dalo razmeroma lahko določiti. Poleg njih je bilo veliko delcev, ki sami po sebi nimajo značilne oblikovanosti, ali pa so premajhni za določitev. Vse te »težavne« delce smo primerjali z značilnimi delci, njihovo barvo, velikostjo, oblikovanostjo ter jih na podlagi teh lastnosti razvrstili v taksone. Zaradi takega načina dela nimamo kategorije »nedoločeno«.

Pri tretjem pregledu smo si zapisovali prostorninski delež posameznega taksona (Whitaker 1988) v iztrebku. Oceno prostornine posameznega taksona smo določili na podlagi primerjave površine posameznega taksona s površino razmaza celotnega preparata na objektu stekelcu. Kunz in Whitaker (1982) sta metodo ocenjevanja prostorninskih deležev s svojimi poskusi ocenila kot zanesljivo. Opozorila sta, da lahko pride do napačne določitve prostorninskega deleža manjših žuželk in žuželk s tanjšim hitinskim ogrodjem, ker se to v prebavnem traktu lažje razgradi (na primer Neuroptera, Chironomidae). Opozarjata tudi, da lahko pride do težav pri ločevanju metuljev in mladoletnic. Metulji imajo telo, pokrito z luskami, te pa v prebavnem traktu večinoma odpadejo stran. Pri mladoletnicah se enako zgodi z dlačicami, ki prekrivajo telo. Delci telesa metuljev in mladoletnic so si zato v iztrebkih zelo podobni, zato je nevarnost zamenjave. Temu problemu smo se poskušali izogniti tako, da smo bili pozorni na odpadle dlake in luske v preparatu, kjer smo našli delce telesa mladoletnic in metuljev. Pri določevanju prisotnosti metuljev smo upoštevali opozorilo Whitakerja (1988). Luske metuljev lahko ostanejo v prebavnem traktu netopirja več dni, sledovi teh pa so lahko zaznavni v iztrebkih tudi do mesec dni po zaužitju. Zaradi tega smo metulje v prehrani določili le takrat, ko smo v iztrebkih našli veliko količino lusk (debele prevleke lusk, ki so se med seboj prekrivale in tvorile več plasti) ali pa trdne hitinske dele telesa. Če so bili v preparatu le sledovi lusk metuljev (posamezne luske), taksona nismo upoštevali med rezultati. V primeru, ko smo v iztrebku našli le en prepoznavni delec taksona, smo zanj poljubno določili 5-odstotni prostorninski delež, kot je to naredil Presetnik (2002).



Preparate smo pregledali še četrtič in petič, ko smo preverjali naše določitve in popravljali morebitne napake.

### **3.2.5 Statistična obdelava podatkov**

#### **3.2.5.1 Normalna porazdelitev, T-test in test analize variance**

Normalno porazdelitev pridobljenih podatkov smo testirali s pomočjo Kolmogorov-Smirnov in Shapiro-Wilk testov ter s pomočjo grafičnega prikaza kvantilov in Q-Q grafom. Testirali smo podatke, ki so navedeni v preglednici 9 (čas sončnega zahoda, minimalna, povprečna in maksimalna temperatura zatočišča in drugo). Podatki so večinoma sledili normalni porazdelitvi, le v enem primeru (padavine) smo uporabili logaritemsko transformacijo.

Za primerjavo dveh setov podatkov smo uporabili T-test (Emden 2009), s pomočjo katerega smo ugotavljali statistično značilno razliko v debelini iztrebkov brkatih netopirjev in malih podkovnjakov. T-test smo uporabili tudi pri primerjavi temperature in vlage, izmerjene na južni in severni strani cerkve.

Drugi statistični test, ki smo ga izvedli, je bil enosmerni ANOVA oziroma test analize variance, ki smo ga uporabili, kadar smo primerjali več kot dva seta podatkov hkrati (Emden 2009). Z enosmernim ANOVA testom smo primerjali med seboj odvisne in neodvisne spremenljivke. Naše odvisne spremenljivke so bile: povprečja klimatskih podatkov (temperatura, relativna vlažnost), časi izletavanja netopirjev iz zatočišča (čas prvega ali medianega netopirja po sončnem zahodu) in osvetljenost zatočišča ob času izletavanja netopirjev. Neodvisni spremenljivki sta bili različno okolje meritev (severna stran cerkve, južna stran cerkve, Stražišče, Brnik) in obdobje meritev (obdobje brejosti, obdobje neletajočih mladičev in obdobje letajočih mladičev).

Vendar pa z enosmernim ANOVA testom ne dobimo podatkov o razlikah v povprečjih med posameznimi pari podatkov. V ta namen smo uporabili LSD-test (»post hoc« test) oziroma Least Significance Difference test. Rezultat LSD-testa je tabela razlik povprečij med pari (Rumsey 2007).

Vse analize smo naredili v programih Excel 2007 (MS Office 2007) in SPSS Statistics 19 (IBM Corporation).

#### **3.2.5.2 Izračun korelacije**

Za izračun korelacij med časom izletavanja prvega, medianega in zadnjega brkatega netopirja iz zatočišča, trajanjem izletavanja in izbranimi okoljskimi spremenljivkami smo uporabili Pearsonov koeficient korelacije (Fay in Gerow 2013). Preden smo se lotili izračunavanja korelacije, smo za vsak par podatkov posebej naredili razsewni graf (angl. scattered plot) in ugotovili, da je korelacija med določenimi pari podatkov bolj linearna kot monotonična in zaradi tega bolje ustreza izračun Pearsonovega koeficienta. Zaradi

monotoničnih podatkov o padavinah smo za računanje korelacije izbrali Spearmanov koeficient (Hauke in Kossowski 2011).

Pozitivna vrednost koeficienta do najvišje vrednosti, 1, pomeni pozitivno korelacijo, negativne vrednosti do  $-1$  pomenijo negativno korelacijo, vrednost 0 pa odsotnost korelacije. Vrednosti koeficienta od 0,6 navzgor ali navzdol pomenijo, da je korelacija med podatki visoka, če je vrednost presegala 0,8, je bila korelacija med podatki zelo visoka (Chan 2003, Hauke in Kossowski 2011).

### 3.2.5.3 Izračun regresije

Z metodo linearne regresije smo ugotavljali odnos med vremenskimi podatki (padavine in vlaga, oblačnost in temperatura) in podatki, povezanimi z izletavanjem netopirjev iz zatočišča (izlet prvega netopirja in dolžina noči, osvetljenost ob prvem izletelem netopirju in datumu opazovanja).

S pomočjo regresije smo na grafih izrisali premico, ki združuje točke najmanjših deviacij od naših podatkov po osi Y. To pomeni, da smo prikazali najmanjše odmike oziroma deviacije od naših podatkov glede na os Y. Na osi X smo imeli neodvisne spremenljivke (na primer datum). Pri razsevnih grafih, ki vključujejo regresijsko linearno premico, smo prikazali enačbo prvega reda, ki to premico predstavlja ( $y = bx + m$ ). Regresija meri naklon (b) odnosa med podatki. Poleg enačbe smo na graf vključili tudi vrednost korelacijskega koeficienta ( $R^2$ ), ki nam pove, kako dobro en parameter napoveduje drugega. Če je vrednost korelacijskega koeficienta 1, se naši podatki popolnoma ujemajo s premico (Emden 2009).

### 3.2.5.4 Raziskava prehrane

Izračunali smo povprečno oceno prostorninskega deleža posameznega taksona ( $P_{vi}$ ) po spodnji enačbi (Koselj 2002, Presetnik 2002). V števcu ulomka enačbe (1) imamo seštevek vizualnih ocen prostornin (površin), ki jih zavzema takson v posameznem iztrebku, v imenovalcu pa seštevek ocenjenih odstotkov prostornin vseh taksonov (N).

$$\text{Povprečna ocena prostorninskega deleža (P}_v\text{)} = \frac{\sum_{i=1}^N p_{vi} \times 100}{N} \% \quad \dots(1)$$

Izračunali smo tudi pogostost pojavljanja taksona plena v vzorcu (Whitaker 1988). Kunz in Whitaker (1982) opozarjata, da različne metode ocenjevanja prehranskih navad vodijo do različnih razlag. Kot primer, majhen plen, zaužit v majhnih količinah pri večini ali vseh osebkih v vzorcu, lahko razložimo kot visoko pogostost pojavljanja taksona in kot nizko oceno prostorninskega deleža. Pravita, da bi morali vsakič pregledati povprečno oceno prostorninskega deleža kot tudi pogostost pojavljanja taksona plena, da lahko rezultate učinkovito primerjamo z drugimi raziskavami. Pogostost pojavljanja taksona plena v vzorcu ( $P_o$ ) smo preračunali po spodnji enačbi (2). V števcu je seštevek števila iztrebkov (n), ki vsebujejo k-takson, v imenovalcu pa število vseh pregledanih iztrebkov (N).

$$\text{Pogostost pojavljanja taksona plena v vzorcu (P_o)} = \frac{n_k \times 100}{N} \% \quad \dots(2)$$

Pogostost pojavljanja plena v vzorcu nam malo pove o pomembnosti posameznih taksonov za netopirja. Bolje je uporabiti relativno pogostost pojavljanja plena v vzorcu, ki jo dobimo, ko seštevek števila iztrebkov, ki vsebujejo določen takson, delimo z vsoto vseh seštevnikov števila iztrebkov, ki vsebujejo posamezen takson (Funakoshi in Takeda 1998, Ya-Fu in Ling-Ling 2005).

Pestrost uplenjenih členonožcev, najdenih v iztrebkih, smo primerjali s pomočjo Shannon-Wienerjevega indeksa (H) (Spellerberg in Fedor 2003):

$$\text{Shannon-Wienerjev indeks (H)} \quad H = - \sum P_i \times \ln P_i \quad \dots(3),$$

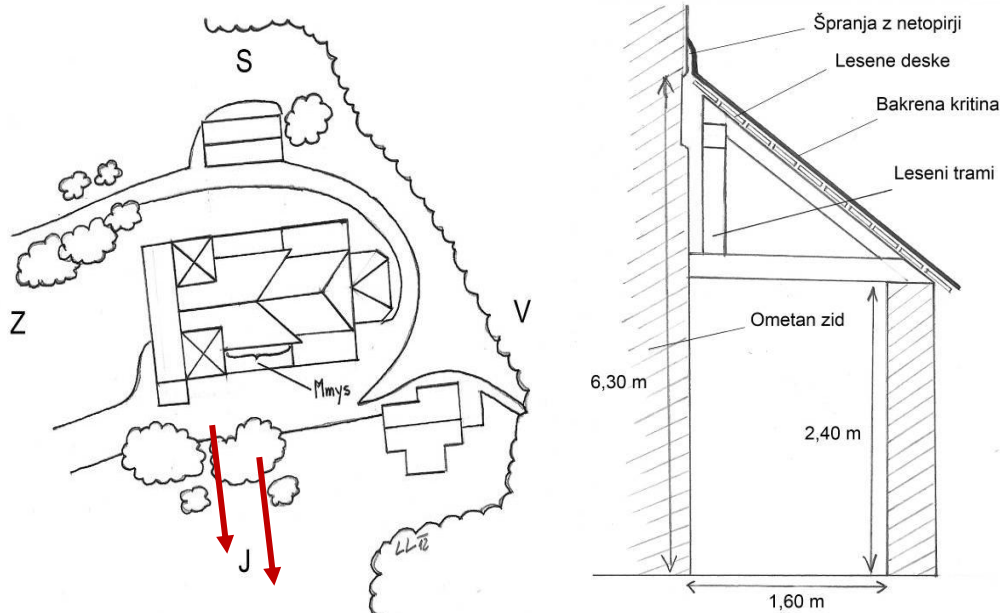
kjer  $P_i$  predstavlja delež posameznega taksona v celotni združbi (3). Med seboj smo primerjali biodiverzitetne indekse, izračunane iz števila taksonov členonožcev, najdenih v dvotedenskih vzorcih gvana.

## REZULTATI

### 3.3 LASTNOSTI ZATOČIŠČA BRKATIH NETOPIRJEV

Cerkev sv. Jošta od pomladi do jeseni redno naseljujeta dve vrsti netopirjev: brkati netopirji s. str. in mali podkovnjaki. Obe vrsti tvorita v tej zgradbi porodniško skupino. Brkati netopirji s. str. so prebivali v špranji na južni strani zunanje strani cerkve pod bakrenim nadstreškom stranske lope (Slike 18, 19, 20). Skriti so bili med zidom in lesenim tramom ter deskami, prekritimi z bakreno streho na višini 6,3 metra (Slike 18, 20). Zatočišče je od tal visoko približno 5 metrov, špranja, v kateri se zadržujejo, pa je globoka 20 centimetrov in široka okoli 2 centimetra. Špranja se razteza po celotni dolžini stranske lope. Mali podkovnjaki so imeli zatočišče predvsem v podstrešnem prostoru nad zvoniščem obeh zvonikov.

Brkate netopirje smo našli izključno na južni lopi cerkve med steno, lesenim tramom in deskami, prekritimi z bakreno streho (Slika 19). Na severni strani je enaka špranja, vendar kljub temu da smo nadstrešek severne lope opazovali enako redno kot nadstrešek južne lope, na severni strani brkatih netopirjev nismo opazili. To povezujemo z dejstvom, da so bile v času prisotnosti netopirjev (29. 4–9. 8. 2010) povprečne dnevne temperature na južni strani statistično značilno višje ( $p < 0,001$ ) od temperatur na severni (Preglednica 8). Povprečna dnevna vlaga pa je bila obratno sorazmerna in statistično značilno nižja na južni strani ( $p < 0,001$ ) v primerjavi s severno (Preglednica 8). Temperatura na južni strani cerkve je bila v povprečju za  $3,3\text{ }^{\circ}\text{C}$  višja od temperature na severni (Preglednica 6). Relativna vlaga na južni strani je bila za 9,8 % nižja kot vlaga na severni (Preglednica 7). Temperaturni razponi (Slika 30) kot tudi razponi relativne vlage (Slika 31) so bili na južni strani cerkve opazno večji kot na severni, kar je verjetno povezano z neposrednim osvetljevanjem sonca.



**Slika 18** Skica tlorisa cerkve sv. Jošta, neposredna okolica in smer izleta brkatih netopirjev s. str. (levo), ter skica južne lope cerkve, pod katero se zadržujejo brkati netopirji (desno).



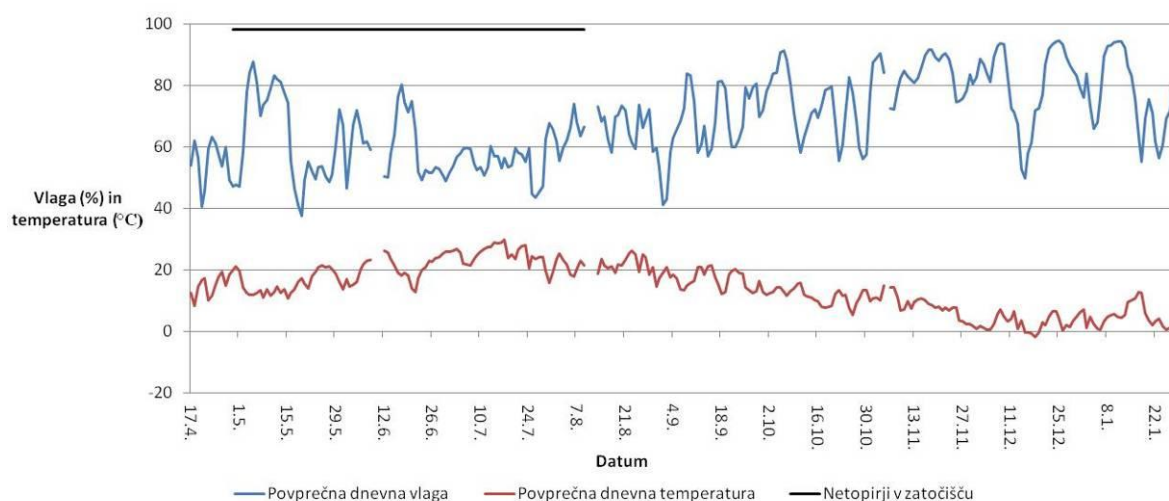
**Slika 19** Zatočišče brkatih netopirjev s. str. pod bakreno streho na južni strani cerkve sv. Jošta (levo) in fotografija špranje (desno, označeno z rdečo puščico), v kateri se zadržujejo netopirji (18. 4. 2012, Foto: Lea Likoza).



**Slika 20** Porodniška skupina brkatih netopirjev s. str. v špranji pod južnim nadstreškom lope cerkve sv. Jošta nad Kranjem (2. 6. 2010, Foto: Lea Likoza).

### 3.3.1 Mikroklimatske razmere v kotišču brkatih netopirjev

Zbrali smo 27.629 zabeležkov temperature in vlage na južni in 27.625 na severni strani cerkve. Celotno obdobje povprečnih dnevnih meritev zatočišča predstavlja slika 21. V tem času je bila najvišja temperatura 40,3 °C (14. 7. 2010), najnižja pa -3,9 °C (16.-17. 12. 2010).



**Slika 21** Povprečna dnevna temperatura in relativna vlaga v zatočišču brkatih netopirjev s. str. v cerkvi sv. Jošta med obdobjem meritev.

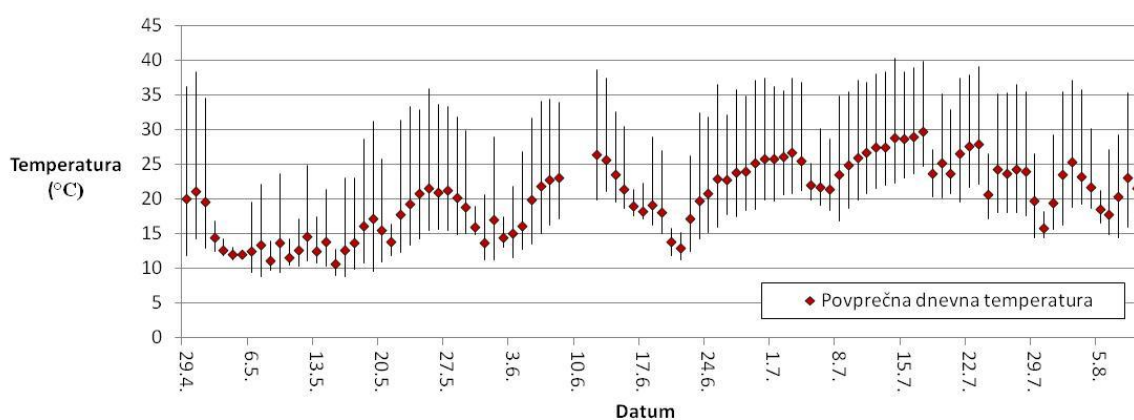
Skupna povprečna temperatura (upoštevana dan in noč) v kotišču med prisotnostjo netopirjev je bila  $20,3 (\pm 5,0) ^\circ\text{C}$  (Preglednica 5). Temperature so se gibale med  $8,8 ^\circ\text{C}$  (16. 5. 2010) in najvišjo temperaturo  $40,3 ^\circ\text{C}$  (14. 7. 2010) (Slika 22).  $40,3 ^\circ\text{C}$  je bila tudi najvišja zabeležena temperatura med meritvenim obdobjem. Najmanjše dnevne temperaturne razlike so bile 5. 5. 2010, ko se je temperatura spremenila le za  $1,2 ^\circ\text{C}$ , najvišje temperaturne razlike pa so bile 29. 4. 2010 na dan prvega opaženega netopirja, in sicer  $24,4 ^\circ\text{C}$ . Ko je bil v zatočišču opažen prvi netopir (29. 4. 2010), je bila povprečna dnevna temperatura  $20,1 ^\circ\text{C}$ . Temperaturni razponi med celotnim obdobjem prisotnosti netopirjev so prikazani na sliki 22.

Med seboj smo primerjali povprečno temperaturo in vlago v obdobju brejosti (7. 5.–24. 6. 2010), neletajočih mladičev (25. 6.–18. 7. 2010) in letajočih mladičev (19. 7.–9. 8. 2010). Sliki 24 in 25 prikazujeta razporejenost podatkov okoli mediane vrednosti za temperaturo in vlago. Rezultati testa enosmerne ANOVA so pokazali statistično značilno razliko tako za primerjavo temperatur ( $F(2,97) = 52,536$ ,  $p < 0,001$ ) kot tudi vlage med vsemi tremi obdobji ( $F(2,97) = 4,853$ ,  $p < 0,01$ ). LSD-test je pokazal, da so bile statistično različne ( $p < 0,01$ ) povprečne temperature, značilne med vsemi tremi obdobji (Preglednica 5). Najhladnejše obdobje je bilo v času brejih samic, kjer so bile povprečne temperature za  $3,7 ^\circ\text{C}$  manjše od celotnega obdobja. Ko so mladiči začeli letati, so bile povprečne temperature zelo podobne povprečnim temperaturam celotnega obdobja. Bile so le za  $0,8 ^\circ\text{C}$  višje. Če primerjamo povprečja temperatur med vsemi tremi obdobji med seboj, je bilo najtoplejše obdobje v času neletajočih mladičev. Bilo je za  $5,1 ^\circ\text{C}$  višje od skupnega povprečja (Preglednica 3).



**Preglednica 3** Najvišja, najnižja in povprečna temperatura na južni strani cerkve sv. Jošta nad Kranjem v različnih obdobjih prisotnosti porodniške skupine brkatih netopirjev s. str. v letu 2010. Izračunane so mediana, aritmetično povprečje ter standardna deviacija najnižjih, povprečnih in najvišjih temperatur.

| Temperatura<br>(°C)     | Celotno obdobje<br>(29. 4.–9. 8.) |           |      | Breje samice<br>(7. 5.–24. 6.) |           |      | Samice in<br>neletajoči mladiči<br>(25. 6.–18. 7.) |           |      | Samice in letajoči<br>mladiči<br>(19. 7.–9. 8.) |           |      |
|-------------------------|-----------------------------------|-----------|------|--------------------------------|-----------|------|----------------------------------------------------|-----------|------|-------------------------------------------------|-----------|------|
|                         | min                               | $\bar{x}$ | max  | min                            | $\bar{x}$ | max  | min                                                | $\bar{x}$ | max  | min                                             | $\bar{x}$ | max  |
| Mediana                 | 15,8                              | 20,9      | 31,8 | 11,7                           | 16,4      | 27,0 | 19,9                                               | 25,6      | 36,7 | 16,9                                            | 21,2      | 31,2 |
| Povprečje               | 15,8                              | 20,3      | 29,5 | 12,4                           | 16,6      | 25,9 | 20,0                                               | 25,4      | 35,4 | 16,7                                            | 21,1      | 29,9 |
| Standardna<br>deviacija | 4,0                               | 5,0       | 7,8  | 3,2                            | 4,0       | 7,8  | 2,2                                                | 2,4       | 3,9  | 2,6                                             | 21,1      | 7,1  |



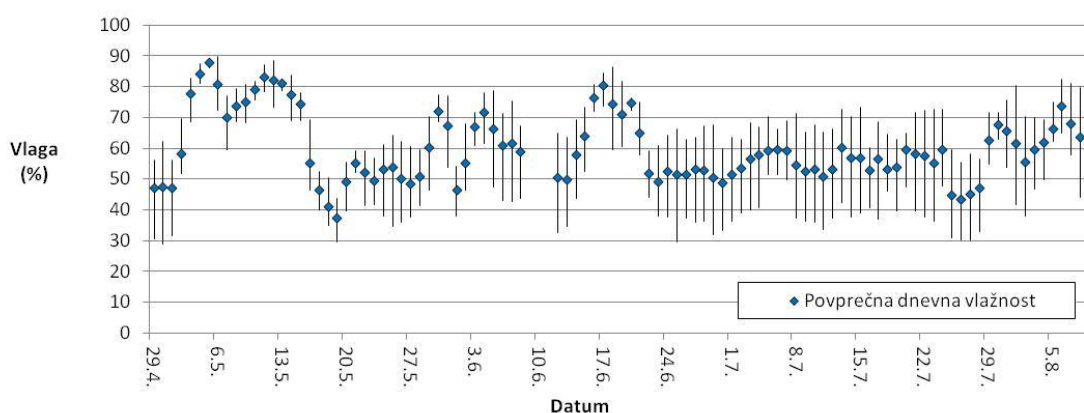
**Slika 22** Dnevni razpon in povprečne temperature celega dne v zatočišču brkatih netopirjev s. str. v cerkvi sv. Jošta nad Kranjem v času prisotnosti netopirjev.

Relativna vlaga je bila povezana s temperaturo. Ko je bila temperatura v zatočišču najvišja, je bila vlažnost najnižja (Slika 21). Povprečna relativna vlažnost zatočišča med celotnim obdobjem prisotnosti netopirjev je bila 59,8-odstotna (Preglednica 4). Najnižja vlažnost je bila v zatočišču 28,9 % (30. 4. 2010), najvišja pa 89,9 % (5. 5. 2010). 5. 5. 2010 je bil tudi dnevni razpon vlažnosti najnižji, in sicer 3 %. Najvišji razpon relativne vlažnosti pa je bil 38,6 % (1. 8. 2010, Slika 23). Relativna vlaga med celotnim meritvenim obdobjem je bila najvišja pozimi (12. 1. 2011), ko je dosegla 95,2-odstotno vrednost, najnižja pa je bila 20. 4. 2010, in sicer 27,4 % (Slika 31).

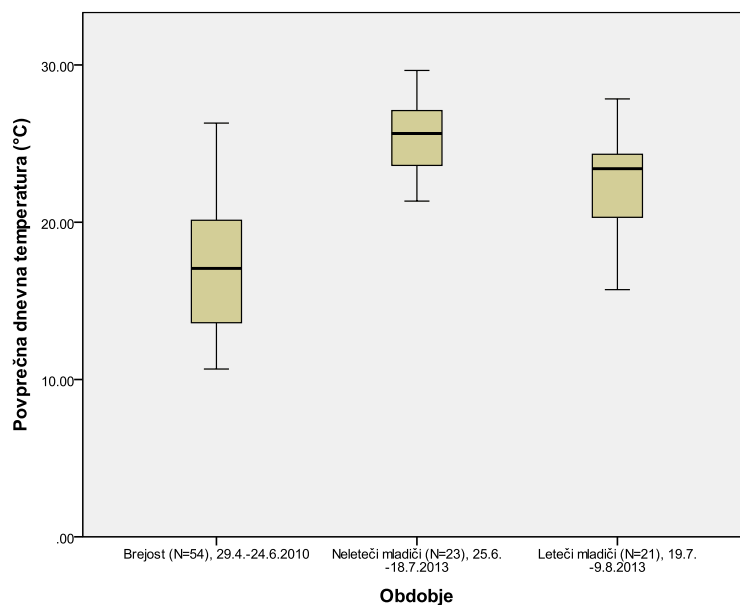
Tako kot pri temperaturi smo tudi tu med seboj primerjali vlažnost v različnih obdobjih (Preglednica 4). Najnižja vlažnost je bila v obdobju neletajočih mladičev, najvišja pa v času letajočih mladičev, v povprečju je 7,8 % razlike. Porazdeljenost podatkov relativne vlage v različnih obdobjih okoli mediane prikazuje slika 25. Enosmerna ANOVA je pokazala statistično značilno razliko med obdobji, LSD-test pa nam je natančneje pokazal, da je statistično značilna razlika med obdobjem brejosti in neletajočih mladičev ( $p < 0,01$ ) (Preglednica 4).

**Preglednica 4** Najvišja, najnižja in povprečna vlaga na južni strani cerkve sv. Jošta nad Kranjem v različnih obdobjih prisotnosti porodniške skupine brkatih netopirjev s. str. v letu 2010. Izračunane so mediana, aritmetično povprečje ter standardna deviacija najnižjih, povprečnih in najvišjih vlag.

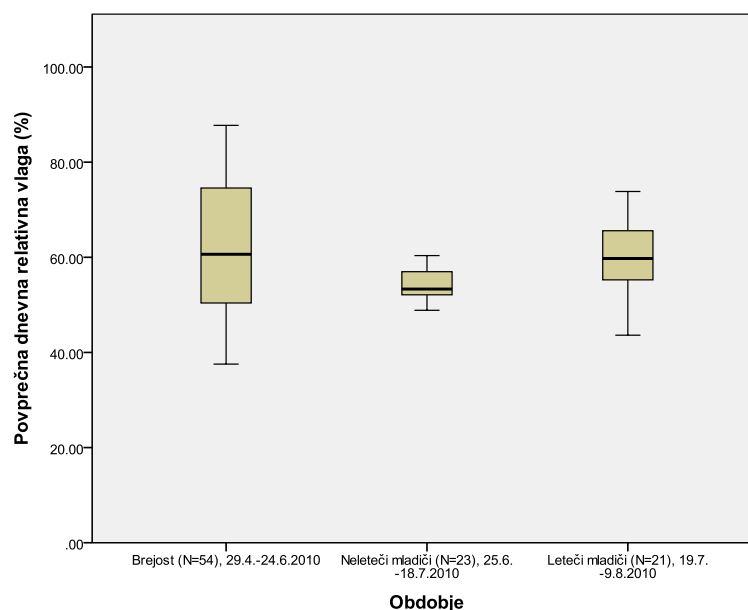
| Vlaga (%)         | Celotno obdobje<br>(29. 4.–9. 8.) |           |      | Breje samice<br>(7. 5.–24. 6.) |           |      | Samice in<br>neletajoči mladiči<br>(25. 6.–18. 7.) |           |      | Samice in<br>letajoči mladiči<br>(19. 7.–9. 8.) |           |      |
|-------------------|-----------------------------------|-----------|------|--------------------------------|-----------|------|----------------------------------------------------|-----------|------|-------------------------------------------------|-----------|------|
|                   | min                               | $\bar{x}$ | max  | min                            | $\bar{x}$ | max  | min                                                | $\bar{x}$ | max  | min                                             | $\bar{x}$ | max  |
| Mediana           | 42,9                              | 57,8      | 69,4 | 46,3                           | 59,1      | 69,5 | 37,4                                               | 53,3      | 66,6 | 49,5                                            | 62,7      | 73,2 |
| Povprečje         | 47,7                              | 59,8      | 69,7 | 50,7                           | 61,2      | 69,9 | 39,0                                               | 54,5      | 66,7 | 50,4                                            | 62,3      | 72,7 |
| Standna deviacija | 14,3                              | 11,0      | 9,5  | 15,5                           | 12,6      | 11,0 | 5,7                                                | 3,2       | 3,5  | 12,6                                            | 9,2       | 8,3  |



**Slika 23** Dnevni razpon in povprečna relativna vlažnost v zatočišču brkatih netopirjev s. str. v cerkvi sv. Jošta v času prisotnosti netopirjev.



**Slika 24** Predstavljena je povprečna dnevna temperatura (°C), izmerjena v zatočišču brkatih netopirjev s. str. iz cerkve sv. Jošta za tri različna obdobja (brejost, neletajoči mladiči, letajoči mladiči).



**Slika 25** Predstavljeni so podatki o relativni vlagi (%), izmerjeni v zatočišču brkatih netopirjev s. str. v cerkvi sv. Jošta za tri različna obdobja (brejost, neletajoči mladiči, letajoči mladiči).

**Preglednica 5** S pomočjo LSD-testa smo primerjali, ali je razlika v povprečni temperaturi (°C) in povprečni vlagi (%) zatočišča v cerkvi sv. Jošta v različnih obdobjih značilna ali ne. Statistično značilne razlike ( $p < 0,01$ ) so označene s poudarjeno pisavo.

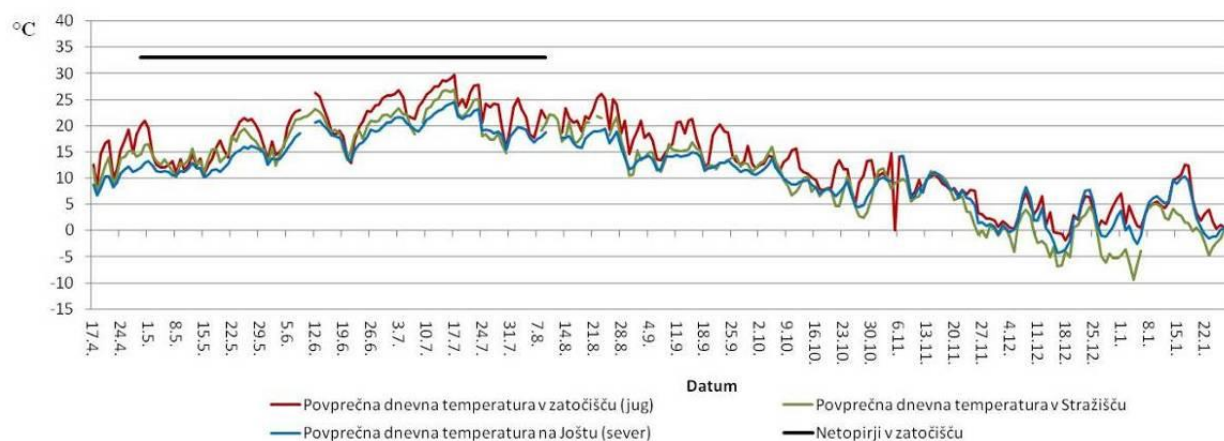
|                    |             | Obdobje neletajočih mladičev<br>25. 6.–18. 7. 2010 |               | Obdobje letajočih mladičev<br>19. 7.–9. 8. 2010 |        |
|--------------------|-------------|----------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------------------|--------|
|                    |             | Temperatura                                        | Vlaga         | Temperatura                                     | Vlaga  |
| Brejost            | Temperatura | <b>0,0000</b>                                      |               | <b>0,0000</b>                                   |        |
| 7. 5.–24. 6. 2010  | Vlaga       |                                                    | <b>0,0026</b> |                                                 | 0,1898 |
| Mladiči ne letajo  | Temperatura |                                                    |               | <b>0,0082</b>                                   |        |
| 25. 6.–18. 7. 2010 | Vlaga       |                                                    |               |                                                 | 0,1546 |

### 3.3.2 Primerjava mikroklimatskih razmer med južno in severno stranjo cerkve ter z zunanjimi vremenskimi razmerami

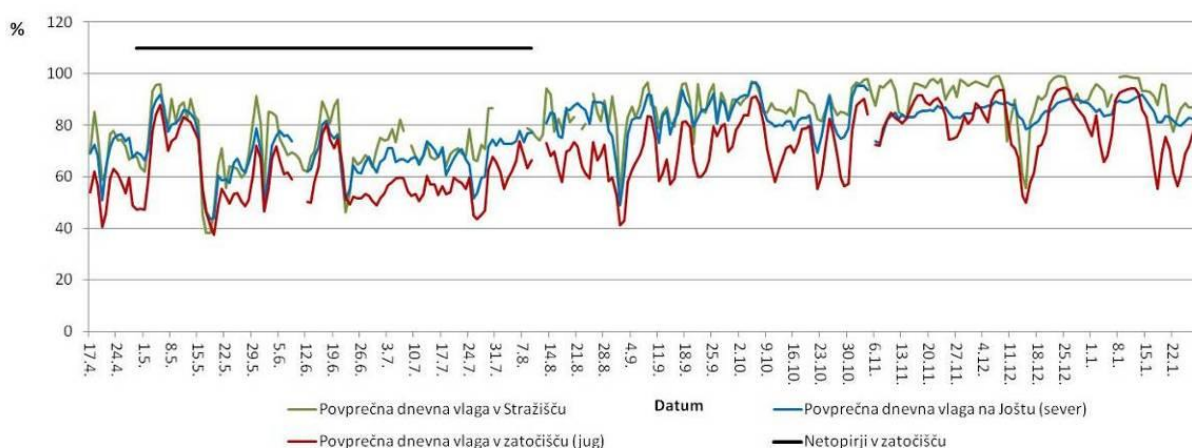
Špranja pod nadstreškom južne lope cerkve je čez celo leta toplejša in manj vlažna od tiste na severni strani, kar je še posebej izrazito v poletnem času (Sliki 26, 27).

Testirali smo razliko v povprečni temperaturi in povprečni relativni vlagi med južno in severno stranjo cerkve sv. Jošta ter amatersko vremensko postajo v Stražišču. ANOVA je pokazala statistično signifikantno razliko tako v primerjavi povprečne temperature ( $F(2,825) = 13,258$ ,  $p < 0,001$ ) kot v primerjavi povprečne relativne vlage ( $F(2,834) = 77,205$ ,  $p < 0,001$ ). Pozneje smo izpeljali LSD-test, ki točno podaja, med katerimi pari podatkov je razlika značilna (Preglednica 8). Statistično značilna razlika je bila med južno in severno stranjo cerkve ter med južno stranjo cerkve in amatersko vremensko postajo v Stražišču. Razlika med podatki ni bila značilna med severno stranjo cerkve in med

amatersko vremensko postajo v Stražišču. To pomeni, da so bile povprečne temperature in relativne vlage na severni strani cerkve sv. Jošta zelo podobne razmeram v Stražišču oziroma na nižji nadmorski višini (395 metrov nadmorske višine).



**Slika 26** Povprečna dnevna temperatura (°C) na južni in severni strani cerkve sv. Jošta ter vremenski postaji v Stražišču v obdobju od 17. 4. do 28. 1. 2011. Črta označuje obdobje prisotnosti brkatih netopirjev s. str. v zatočišču.



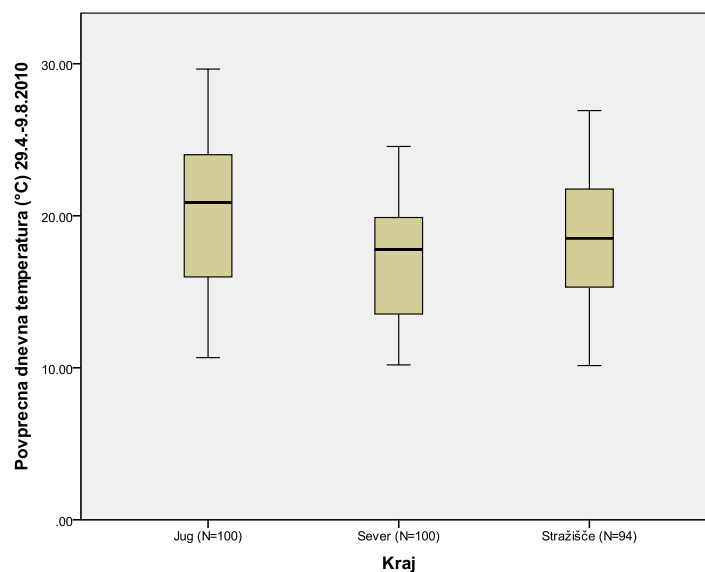
**Slika 27** Povprečna dnevna vlaga (%) na južni in severni strani cerkve sv. Jošta ter vremenski postaji v Stražišču v obdobju od 17. 4. do 28. 1. 2011. Črta označuje obdobje prisotnosti brkatih netopirjev s. str. v zatočišču.

**Preglednica 6** Najvišja, najnižja in povprečna temperatura (°C) na južni in severni strani cerkve sv. Jošta ter vremenski postaji v Stražišču v obdobju v času prisotnosti brkatih netopirjev s. str. (29. 4.–9. 8. 2010). Izračunane so mediana, aritmetično povprečje ter standardna deviacija najnižjih, povprečnih in najvišjih temperatur.

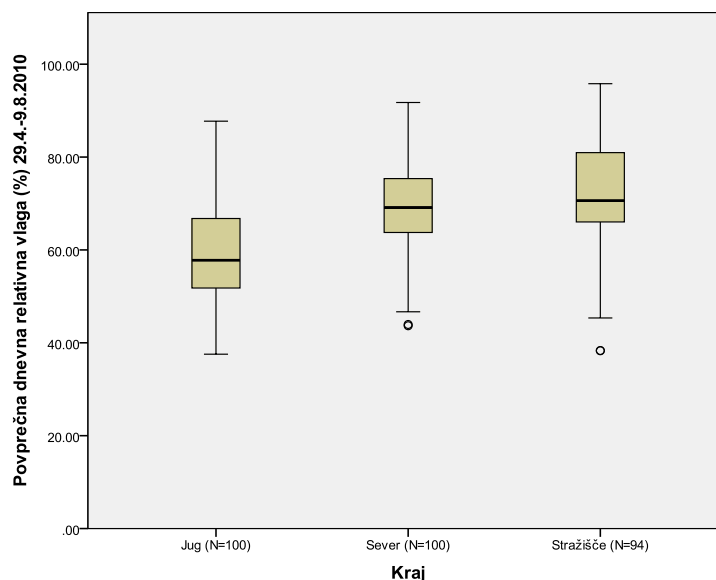
| Temperatura<br>(°C)  | Jug  |           |      | Sever |           |      | Stražišče |           |      |
|----------------------|------|-----------|------|-------|-----------|------|-----------|-----------|------|
|                      | min  | $\bar{x}$ | max  | min   | $\bar{x}$ | max  | min       | $\bar{x}$ | max  |
| Mediana              | 15,8 | 20,9      | 31,8 | 15,1  | 17,8      | 20,6 | 12,7      | 18,5      | 25,0 |
| Povprečje            | 15,8 | 20,3      | 29,5 | 14,9  | 17,0      | 19,6 | 13,0      | 18,5      | 24,3 |
| Standardna deviacija | 4,0  | 5,0       | 7,8  | 3,6   | 3,9       | 4,2  | 3,4       | 4,1       | 5,9  |

**Preglednica 7** Najvišja, najnižja in povprečna relativna vlaga (%) na južni in severni strani cerkve sv. Jošta ter vremenski postaji v Stražišču v obdobju v času prisotnosti brkatih netopirjev s. str. (29. 4.–9. 8. 2010). Izračunane so mediana, aritmetično povprečje ter standardna deviacija najnižjih, povprečnih in najvišjih vlag.

| Vlaga (%)             | Jug  |           |      | Sever |           |      | Stražišče |           |      |
|-----------------------|------|-----------|------|-------|-----------|------|-----------|-----------|------|
|                       | min  | $\bar{x}$ | max  | min   | $\bar{x}$ | max  | min       | $\bar{x}$ | max  |
| Mediana               | 42,9 | 57,8      | 69,4 | 63,0  | 69,1      | 76,3 | 45,0      | 70,6      | 94,0 |
| Aritmetično povprečje | 47,3 | 59,3      | 69,1 | 62,2  | 69,1      | 75,3 | 48,1      | 72,1      | 91,7 |
| Standardna deviacija  | 14,0 | 11,6      | 11,0 | 10,8  | 9,6       | 8,7  | 15,0      | 11,9      | 9,1  |



**Slika 28** Podaki o povprečni dnevni temperaturi (°C) prihajajo iz špranje pod južno in severno stranjo lope cerkve sv. Jošta (jug, sever) ter vremenske postaje v Stražišču (Stražišče).

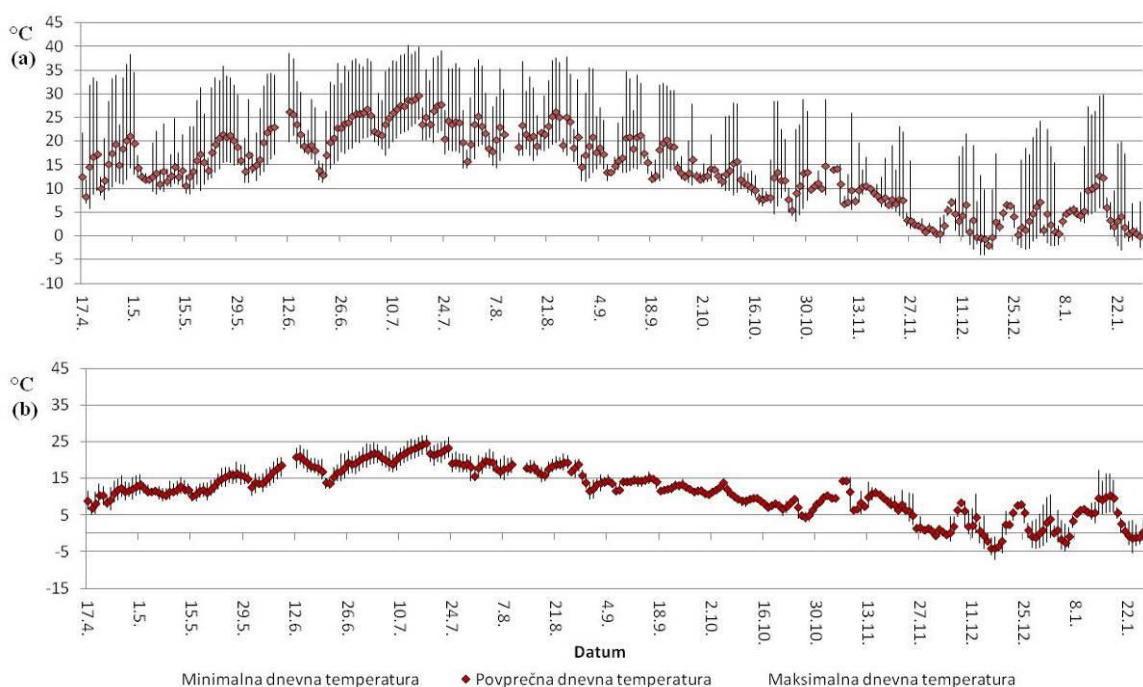


**Slika 29** Podaki o povprečni dnevni vlagi (%) prihajajo iz špranje pod južno in severno stranjo lope cerkve sv. Jošta (jug, sever) ter vremenske postaje v Stražišču (Stražišče).

**Preglednica 8** LDS-test razlik v povprečni temperaturi (°C) in relativni vlagi (%) v obdobju v času prisotnosti brkatih netopirjev s. str. (29. 4.–8. 9. 2010) na treh različnih mestih. Statistično značilna razlika ( $p < 0,01$ ) je označena z okrepjenim tiskom.

|                                 |             | Severna stran cerkve sv. Jošta |              | Amaterska vremenska postaja Stražišče |              |
|---------------------------------|-------------|--------------------------------|--------------|---------------------------------------|--------------|
|                                 |             | Temperatura                    | Vlaga        | Temperatura                           | Vlaga        |
| Južna stran cerkve sv. Jošta    | Temperatura | <b>0,000</b>                   |              | <b>0,004</b>                          |              |
|                                 | Vlaga       |                                | <b>0,000</b> |                                       | <b>0,000</b> |
| Severna stran cerkve sv. Jošta. | Temperatura |                                |              | 0,0219                                |              |
|                                 | Vlaga       |                                |              |                                       | 0,0521       |

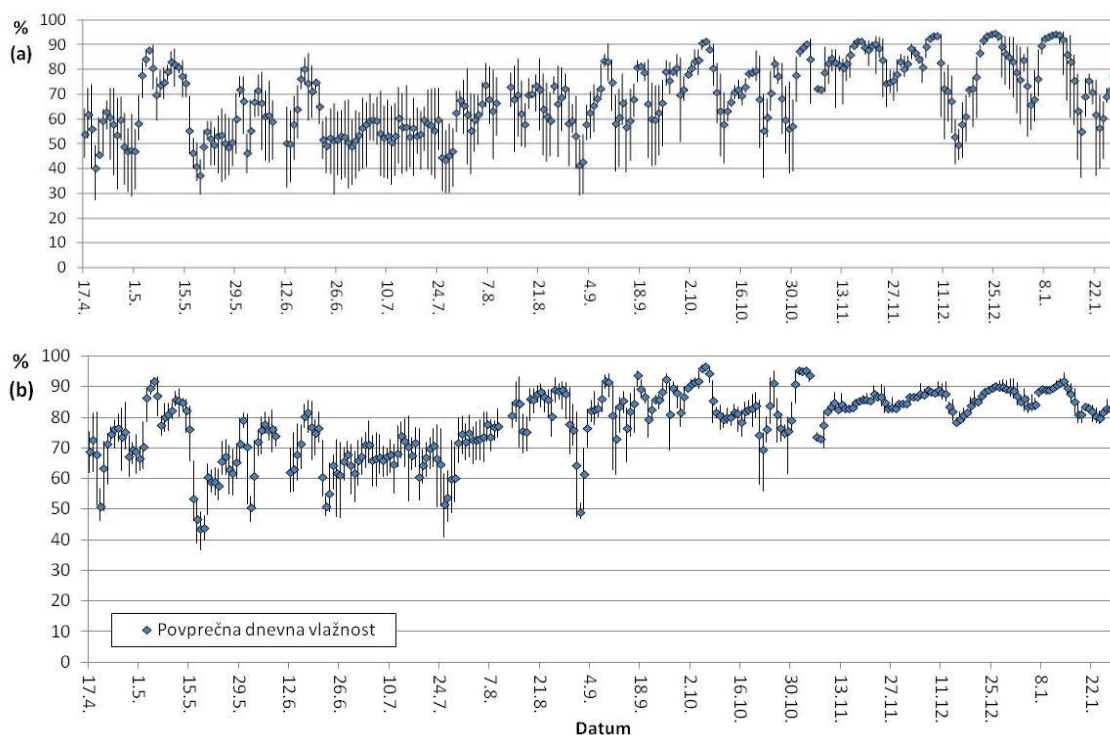
Temperature med celotnim obdobjem beleženja (17. 4. 2010–28. 1. 2011) na južni strani cerkve so se gibale med maksimumom 40,3 °C v juliju in minimumom –3,9 °C v decembru (Slika 30a). Na severni strani je bila maksimalna izmerjena temperatura 26,9 °C prav tako v juliju, najnižja izmerjena temperatura pa tudi decembra, in sicer –7,1 °C (Slika 30b). Južna stran je bila v celotnem obdobju povprečno za 2,7 °C toplejša od severne. Temperaturni razponi so bili na južni strani cerkve veliko višji kot na severni (Slika 30).



**Slika 30** Dnevni razpon in povprečje temperature (°C) v špranji pod nadstreškom lope na a) južni in b) severni strani cerkve sv. Jošta.

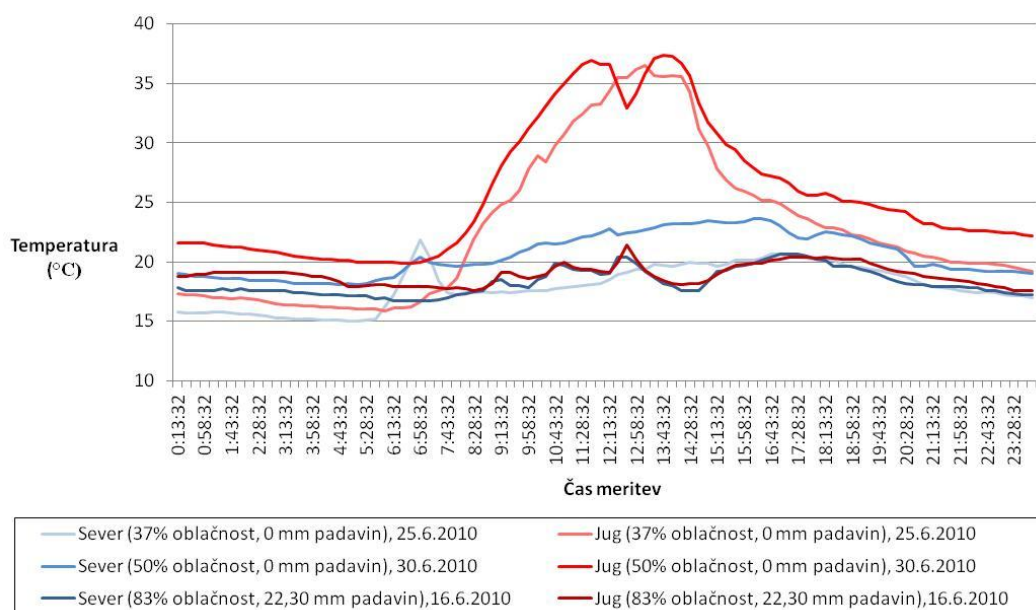
Relativna vlaga med celotnim obdobjem beleženja (17. 4. 2010–28. 1. 2011) na južni strani cerkve se je gibala od 27,4 % v aprilu 2010 do 95,2 % v januarju 2011 (Slika 31a). Na severu je vlaga dosegla minimum v maju s 36,7 % in maksimum v oktobru s 96,4 % (Slika 31b). Severna stran je imela v povprečju za 9,5 % višjo relativno vlago kot pa južna.





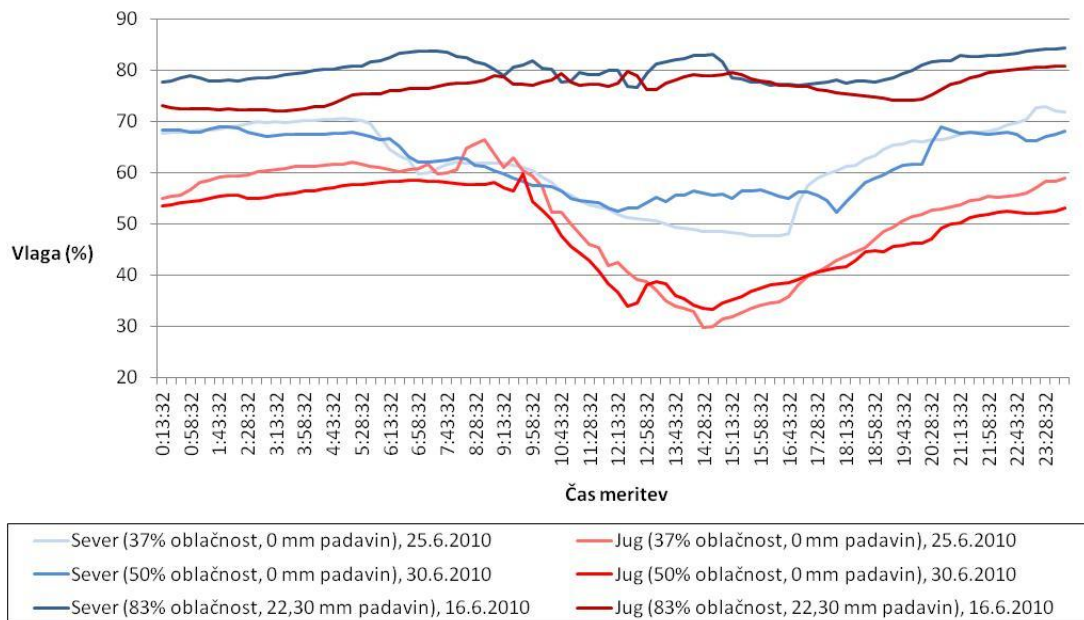
**Slika 31** Dnevni razpon in povprečje vlage (%) v špranji pod nadstreškom lope na a) južni in b) severni strani cerkve sv. Jošta.

Med seboj smo grafično primerjali tri dni v juniju, ko so bile vremenske razmere različne (Slika 32). 16. junija je bila visoka oblačnost s padavinami, 25. junija nizka oblačnost in 30. junija srednje visoka oblačnost. Iz grafa je lepo razvidno, kako vreme vpliva na temperaturo na vseh treh merilnih mestih, še posebej na južni strani cerkve sv. Jošta. Temperatura je ob deževnem vremenu padla na skoraj enako temperaturo, kot jo je imela severna stran. Ob 50-odstotni oblačnosti se sredi krivulje tempertur južne strani vidi upad in hiter porast, kar je verjetno posledica začasne oblačnosti. Kako se temperatura v zatočišču spreminja z oblačnostjo, prikazuje graf (Slika 34). Vidimo, da z naraščanjem oblačnosti temperatura upada.



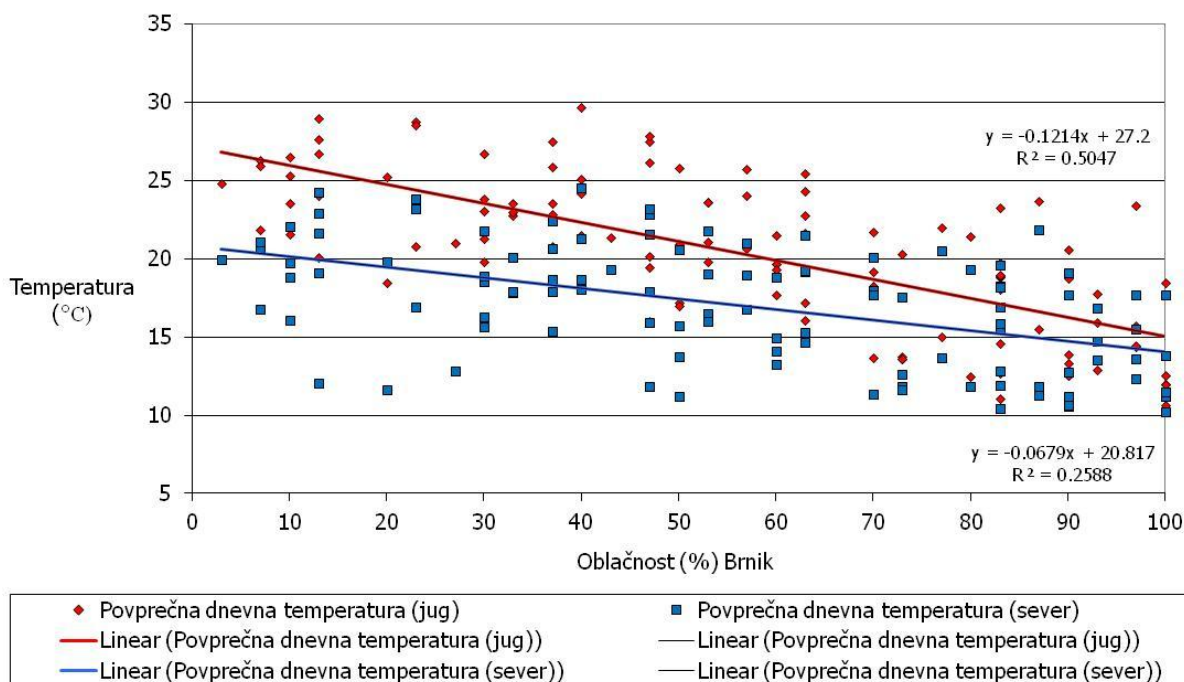
**Slika 32** Primerjava dnevni temperatur (°C) med tremi datumi v juniju in ob različnem vremenu. Podane so temperature z južne in severne strani cerkve sv. Jošta.

Graf (Slika 33) ponazarja razlike v vlagi med tremi dnevi z različnimi vremenskimi pogoji. Vidimo, da vlaga v zatočišču na južni strani cerkve čez dan pade nižje v primerjavi s severno stranjo. Na dan 16. 6. 2010, ko je deževalo, je bila vlaga na obeh straneh zelo podobna.

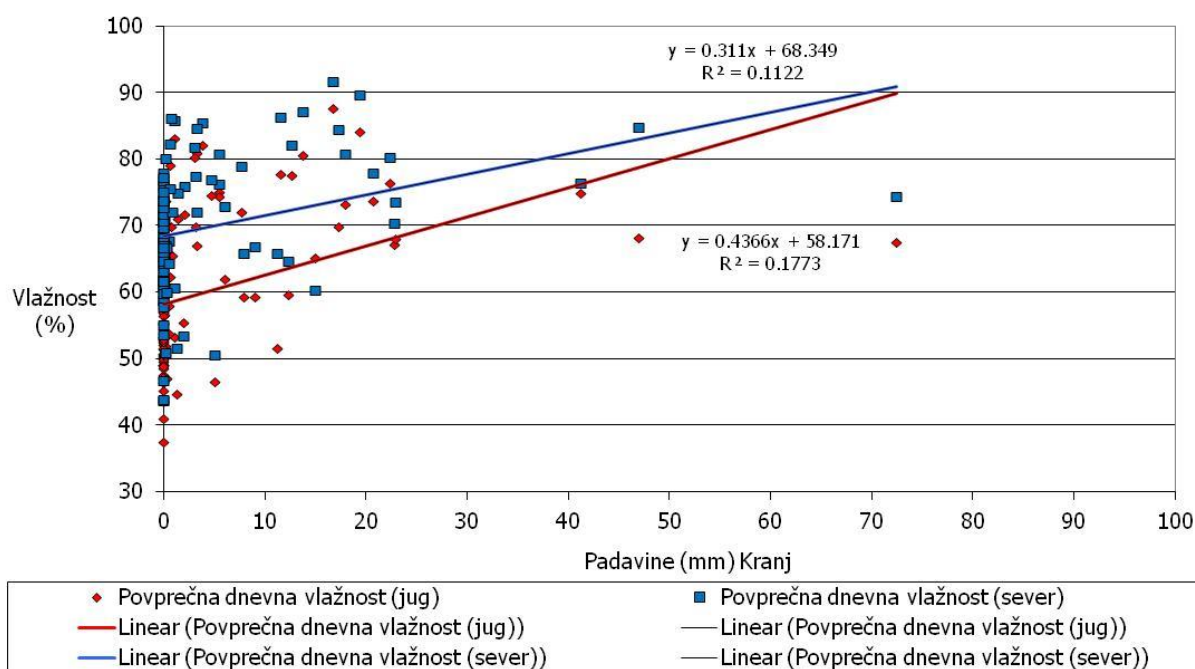


**Slika 33** Primerjava relativne vlage (%) med tremi datumi v juniju in ob različnem vremenu. Podane so temperature z južne in severne strani cerkve sv. Jošta.

Zanimal nas je vpliv vremena na spreminjanje temperature in vlage v zatočišču na južni strani cerkve ter v špranji na severni strani cerkve. Spreminjanje temperature smo povezali s spreminjanjem oblačnosti (Slika 34). Iz grafa je razvidno, ko oblačnost narašča, temperatura na obeh straneh cerkve upada, vendar je v povprečju temperatura pod nadstreškom južne lope še vedno višja od tiste na severu, tudi ko je oblačnost skoraj 100-odstotna. Korelacija med temperaturo na jugu cerkve in oblačnostjo kaže relativno močan negativen odnos ( $r_p = -0,73$ ,  $p < 0,0001$ ), medtem ko je ta med temperaturo na severni strani cerkve in oblačnostjo precej nižja ( $r_p = -0,359$ ,  $p < 0,0001$ ). Nasprotno se zgodi z vlago, ki je povezana s količino padavin (Slika 35). Ko količina padavin narašča, narašča tudi relativna vlaga. Zaradi nenormalne porazdelitve podatkov o padavinah smo za računanje korelacije izbrali Spearmanov koeficient, ki kaže relativno močan pozitiven odnos med padavinami in relativno vlago v zatočišču na južni strani cerkve ( $r_s = 0,633$ ,  $p < 0,0001$ ). Spearmanov koeficient med padavinami in relativno vlago na severni strani cerkve je nižji ( $r_s = 0,449$ ,  $p < 0,0001$ ), kar spet kaže na precejšen pozitiven odnos med podatki.



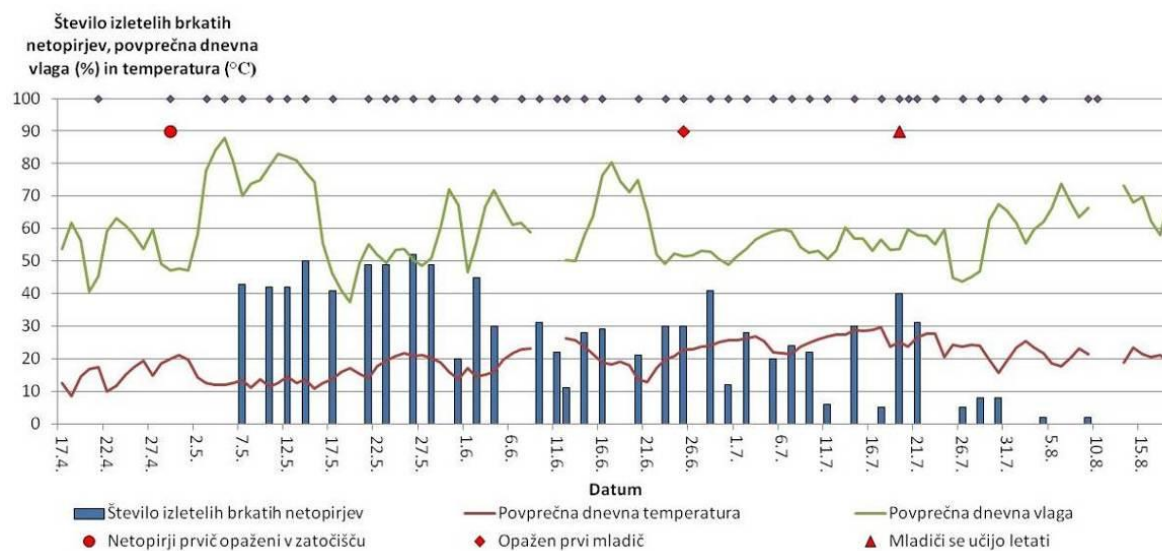
**Slika 34** Odvisnost povprečnih dnevni temperatur (°C) zatočišča na južni strani cerkve sv. Jošta in špranje na severni strani cerkve od oblačnosti (%), izmerjene na letališču Brnik.



**Slika 35** Odvisnost povprečne dnevne vlage (%) zatočišča na južni strani cerkve sv. Jošta in špranje na severni strani cerkve od padavin (mm), izmerjenih v Kranju.

### 3.4 SEZONSKA DINAMIKA ŠTEVILČNOSTI PORODNIŠKE SKUPINE

Brkati netopirji so bili v zatočišču prisotni od 29. 4. 2010 do 9. 8. 2010. Izključno so se zadrževali v špranji strehe na južni strani cerkve. Številčnost, ki smo jo zabeležili z opazovanjem večernega izletavanja ali jutranjega vračanja, je prikazana na slikah 36 in 42.



**Slika 36** Število izletelih brkatih netopirjev s. str. iz zatočišča na cerkvi sv. Jošt nad Kranjem leta 2010 ter povprečne dnevne temperature in vlage zatočišča na južni strani cerkve sv. Jošta (meritve v špranji). Oznake na vrhu grafa prikazujejo posamezna opazovanja zatočišča.

V obdobju od prve prisotnosti netopirjev je bilo v špranji najmanj 0 (23. 7. 2010) in največ 59 netopirjev (v jutru 25. 5. 2010). V maju je bilo število netopirjev v zatočišču od 40 do 50 (Slika 36). Od tega datuma naprej je število netopirjev upadalo in ni več preseglo 50 osebkov. V prvih dveh tretjinah junija je bilo v zatočišču približno 30 živali, število je naraslo v zadnjih dneh junija na 41 netopirjev (28. 6. 2010). V naslednjem mesecu je bilo največ netopirjev 19. 7. 2010, ko smo zabeležili 40 netopirjev. V avgustu se število netopirjev ni dvignilo nad 2. Zadnji netopir je bil v zatočišču opažen 9. 8. 2010, ko je bila povprečna dnevna temperatura 21,5 °C. To pomeni, da so zatočišče zapustili takoj po najtoplejšem julijskem obdobju (Slika 36).

Na spremljanju dne 23. 7. 2010 v zatočišču ni bilo netopirjev, nato smo 25. 7. 2010 spet videli pet osebkov. Število se v poznejših opazovanjih ni več zvišalo nad 8 osebkov. 9. 8. 2010 sta bila v zatočišču le še dva netopirja. 9. 2. 2011 netopirjev ali njihovih novih iztrebkov pod nadstreškom ni bilo videti.

Prvi mladič je bil v zatočišču opažen 25. 6. 2010. Ni bil več slep ter je imel zelo kratko dlako po glavi in straneh. Med našo raziskavo je 9. 7. 2010 iz zatočišča padel mladič, ki je bil že odlakan (Slika 37). 19. 7. 2010, ko smo zabeležili julijski maksimum v izletelih netopirjih, smo opazili mladiče, ki so se učili letati. Letali so pod južno lopo, od enega lesenega trama na drugega in nazaj, na razdalji le nekaj metrov.

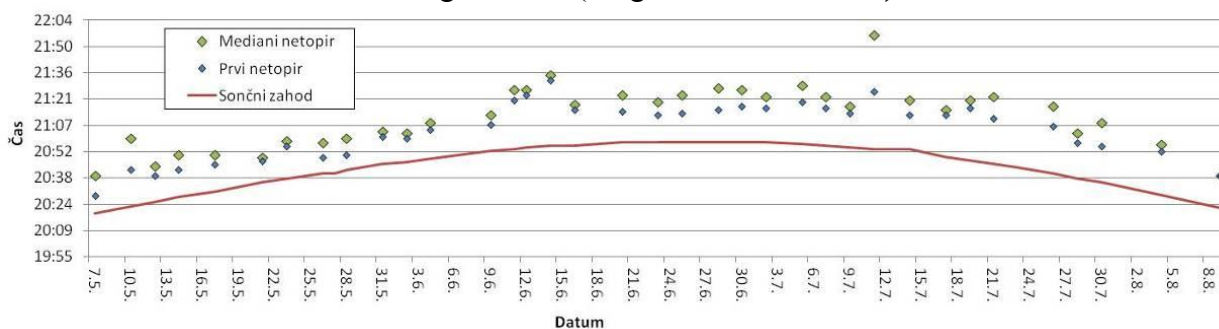




**Slika 37** Mladič brkatega netopirja s. str. najden 9. 7. 2010 na tleh pod nadstreškom lope na južni strani cerkve sv. Jošta (Foto: Lea Likožar).

### 3.5 VEČERNO IZLETAVANJE BRKATIH NETOPIRJEV

Čas prvega, medianega in zadnjega izletelega netopirja iz zatočišča je visoko statistično značilno koreliran s časom sončnega zahoda (Preglednica 9, Slika 42).



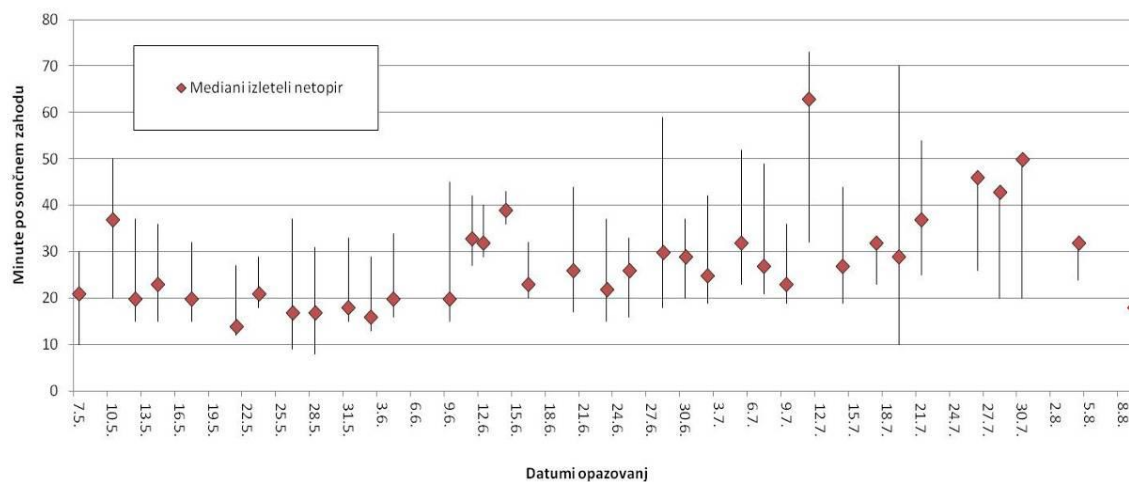
**Slika 38** Čas sončnega zahoda in čas izleta prvega ter medianega brkatega netopirja s. str. iz zatočišča v cerkvi sv. Jošta.

Nekaj minut pred izletom prvega netopirja se je iz zatočišča slišalo prasketanje. Videli smo lahko prve netopirje, ki so čakali na robu špranje posamezno ali v gruči (Slika 47). Ko so brkati netopirji začeli izletavati, so leteli naravnost proti južni strani (Slika 21). Iz zatočišča so leteli v ravnem letu, približno 3 metre nad tlemi. Pri zatočišču se niso zadrževali, kot so to storili mali podkovnjaki, ki so prileteli iz cerkvene podstrehe. Prvi brkati netopir je zvečer iz zatočišča izletel v povprečju 18,8 ( $\pm 6,2$ ) minute po sončnem zahodu, mediani netopir 28 ( $\pm 10,6$ ) minut in zadnji netopir 39 ( $\pm 11,9$ ) minut po sončnem zahodu. Čas izletavanja netopirjev je v povprečju trajal 21 ( $\pm 12$ ) minut. Najdaljši čas izletavanja smo



zabeležili 19. 7. 2010, to je bilo 60 minut. Slika 38 prikazuje točen čas izleta prvega in medianega netopirja glede na sončni zahod. Čas izletavanja brkatih netopirjev je povezan s časom sončnega zahoda, saj z daljšanjem dneva netopirji izletavajo pozneje in nasprotno.

11. 7. 2010 je prišlo do naglega upada števila izletelih netopirjev iz 22 (9. 7. 2010) na samo 6 živali (Slika 36). Vreme je bilo na ta dan sončno, brez oblakov (oblačnost 11. 7. 2010 je bila na letališču Brnik v povprečju 3-odstotna). Opažene ni nobene motnje, ki bi lahko vplivala na netopirje. Iz slike 38 se vidi, da je mediani netopir izletel pozneje kot prejšnje večere, to je bilo 63 minut po sončnem zahodu. Ob naslednjem opazovanju, 30. julija, je število netopirjev znova naraslo na 30.



**Slika 39** Prvi, mediani in zadnji izleteli brkati netopir s. str. iz zatočišča v cerkvi sv. Jošta glede na minute po sončnem zahodu med opazovano sezono v letu 2010.

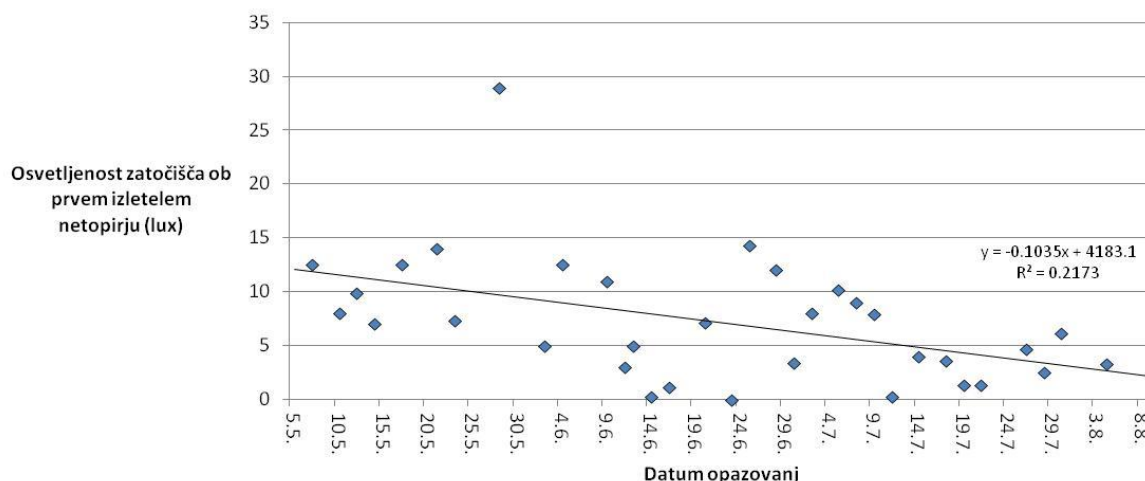
Čas prvega in medianega izletelega netopirja je bil poleg visoke statistične korelacije s časom sončnega zahoda tudi relativno visoko pozitivno koreliran z minimalno in povprečno temperaturo v zatočišču (Preglednica 9).

**Preglednica 9** Preglednica prikazuje, kako visok je linearni odnos med dvema različnima naboroma podatkov s pomočjo izračuna Pearsonovega koeficienta korelacije. V primeru padavin je uporabljen Spearmanov koeficient (glej metode). Za boljšo preglednost je z rdečo barvo označen relativno močan do močan linearni odnos, s črno barvo pa precejšen linearni odnos.

Pearsonov ( $r_p$ )/Spearmanov ( $r_s$ ) koeficient korelacije (do 0,3 – nizek linearni odnos, od 0,3 do 0,5 – precejšen linearni odnos, od 0,6 do 0,8 – relativno močan linearni odnos, vsaj 0,8 – močan linearni odnos) in stopnja statistične značilnosti ( $p < 0,01$  – statistično značilna razlika,  $p < 0,001$  – statistično visoko značilna razlika).

|                                                                     |       | Čas prvega<br>netopirja | Čas medianega<br>netopirja | Čas zadnjega<br>netopirja | Trajanje<br>izletavanja | Število<br>netopirjev |
|---------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------|
| Čas sončnega<br>zahoda                                              | $r_p$ | <b>0,925</b>            | <b>0,855</b>               | <b>0,829</b>              | 0,263                   | -0,180                |
|                                                                     | p     | 0,000                   | 0,000                      | 0,000                     | 0,133                   | 0,301                 |
| Minimalna<br>temperatura                                            | $r_p$ | <b>0,712</b>            | <b>0,659</b>               | <b>0,540</b>              | 0,013                   | <b>-0,577</b>         |
|                                                                     | p     | 0,000                   | 0,000                      | 0,001                     | 0,941                   | 0,000                 |
| Povprečna<br>temperatura                                            | $r_p$ | <b>0,664</b>            | <b>0,629</b>               | <b>0,523</b>              | 0,051                   | -0,500                |
|                                                                     | p     | 0,000                   | 0,000                      | 0,002                     | 0,775                   | 0,002                 |
| Maksimalna<br>temperatura                                           | $r_p$ | 0,497                   | 0,466                      | 0,384                     | 0,023                   | -0,360                |
|                                                                     | p     | 0,003                   | 0,005                      | 0,025                     | 0,895                   | 0,034                 |
| Temperatura ob<br>sončnem zahodu                                    | $r_p$ | <b>0,599</b>            | <b>0,581</b>               | 0,497                     | 0,093                   | -0,411                |
|                                                                     | p     | 0,000                   | 0,000                      | 0,003                     | 0,600                   | 0,014                 |
| Minimalna<br>vlažnost                                               | $r_p$ | -0,446                  | -0,422                     | -0,339                    | -0,010                  | 0,243                 |
|                                                                     | p     | 0,008                   | 0,013                      | 0,050                     | 0,957                   | 0,160                 |
| Povprečna<br>vlažnost                                               | $r_p$ | -0,373                  | -0,347                     | -0,271                    | 0,015                   | 0,141                 |
|                                                                     | p     | 0,030                   | 0,044                      | 0,121                     | 0,931                   | 0,420                 |
| Maksimalna<br>vlažnost                                              | $r_p$ | -0,236                  | -0,206                     | -0,137                    | 0,077                   | 0,028                 |
|                                                                     | p     | 0,180                   | 0,243                      | 0,441                     | 0,666                   | 0,872                 |
| Vlažnost ob<br>zahodu                                               | $r_p$ | -0,289                  | -0,255                     | -0,177                    | 0,076                   | 0,084                 |
|                                                                     | p     | 0,097                   | 0,146                      | 0,318                     | 0,668                   | 0,632                 |
| Padavine                                                            | $r_s$ | -0,032                  | 0,003                      | -0,056                    | -0,062                  | -0,194                |
|                                                                     | p     | 0,857                   | 0,988                      | 0,752                     | 0,727                   | 0,264                 |
| Oblačnost                                                           | $r_p$ | <b>-0,579</b>           | <b>-0,580</b>              | <b>-0,560</b>             | -0,245                  | 0,217                 |
|                                                                     | p     | 0,000                   | 0,000                      | 0,001                     | 0,163                   | 0,210                 |
| Osvetljenost<br>zatočišča ob času<br>prvega izletelega<br>entopirja | $r_p$ | -0,440                  | -0,421                     | -0,301                    | 0,068                   | 0,483                 |
|                                                                     | p     | 0,013                   | 0,018                      | 0,100                     | 0,716                   | 0,006                 |

Spreminjanje osvetljenosti ob izletu prvega netopirja v sezoni kaže, da so netopirji pozneje v poletju izletavali pri nižji osvetlitvi okolice zatočišča (Slika 44). V povprečju so izleteli pri osvetljenosti 7,2 ( $\pm$  5,8) luksa, najvišja vrednost je bila 29 luksa in najnižja 0 luksa. Statistično značilnih razlik med različnimi obdobji glede na brejost in mobilnost mladičev nismo ugotovili (Preglednica 10). Ugotovili smo šibko negativno korelacijo med časom, ko je izletel prvi netopir in osvetlitvijo okolice zatočišča (Preglednica 9), kar kaže na precejšen linearni odnos.



**Slika 40** Osvetljenost pred zatočiščem (luks) v cerkvi sv. Jošta ob prvem izletelem brkatem netopirju s. str.

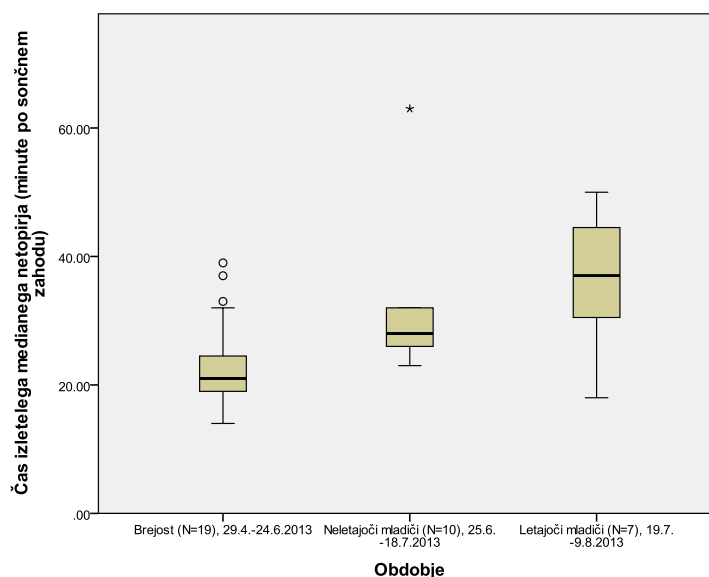
**Preglednica 10** Primerjava povprečja ( $\bar{x}$ ), mediane (Me) in standardne deviacije (sd) osvetljenosti zatočišča v cerkvi sv. Jošta, izmerjene v luksih v času izleta prvega brkatega netopirja s. str. (N = 33).

|                                             | Breje samice<br>(7. 5.–23. 6.) |     | Samice in neletajoči<br>mladiči (25. 6.–1. 7.) |     | Samice in letajoči<br>mladiči (19. 7.–9. 8.) |     |
|---------------------------------------------|--------------------------------|-----|------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------|-----|
|                                             | $\bar{x}$                      | sd  | $\bar{x}$                                      | sd  | $\bar{x}$                                    | sd  |
| Osvetljenost (luks) ob<br>1. izletelem net. | 8,5                            | 6,9 | 7,3                                            | 4,4 | 3,2                                          | 1,9 |

Izletavanje smo primerjali glede na različna obdobja samic (Preglednica 11). Čas izleta medianega netopirja se med vsemi tremi obdobji statistično značilno razlikuje ( $F(2,33) = 6,219$ ,  $p < 0,01$ ), medtem ko to ne velja za čase izletov prvega in zadnjega netopirja. Pri izračunu LDS-testa smo ugotovili, da je razlika v času izletanja medianega netopirja statistično značilna med obdobjem brejosti in obdobjem letajočih mladičev ( $p < 0,01$ ) (Preglednica 12). Mediane breje samice so v povprečju izletele iz zatočišča 13,3 minute prej kot netopirji v obdobju letajočih mladičev (Preglednica 11, Slika 41).

**Preglednica 11** Skupno in glede na različna obdobja v sezoni 2010 izračunana povprečja ( $\bar{X}$ ) in standardne deviacije (sd) časa izletavanja brkatih netopirjev s. str. po sončnem zahodu iz zatočišča na cerkvi sv. Jošta.

|                                   | Breje samice (7.<br>5.–24. 6.) |     | Samice in neletajoči<br>mladiči (25. 6.–18. 7.) |      | Samice in letajoči<br>mladiči (19. 7.–9. 8.) |      |
|-----------------------------------|--------------------------------|-----|-------------------------------------------------|------|----------------------------------------------|------|
|                                   | $\bar{x}$                      | sd  | $\bar{x}$                                       | sd   | $\bar{x}$                                    | sd   |
| Prvi izleteli<br>netopir (min)    | 17,1                           | 7,1 | 21,0                                            | 4,4  | 20,4                                         | 5,5  |
| Mediani izleteli<br>netopir (min) | 23,1                           | 7,1 | 31,4                                            | 11,5 | 36,4                                         | 11,1 |
| Zadnji izleteli<br>netopir (min)  | 36,2                           | 6,4 | 45,1                                            | 13,8 | 37,9                                         | 18,1 |



**Slika 41** Čas izletelih medianih brkatih netopirjev s. str. (minute za sončnim zahodom) iz cerkve sv. Jošta med tremi obdobji: brejost, neletajoči mladiči, letajoči mladiči.

**Preglednica 12** Primerjava časa izletavanja medianih brkatih netopirjev s. str. iz zatočišča (minute po sončnem zahodu) za tri različna obdobja v letnem ciklu netopirjev v cerkvi sv. Jošta. Statistično značilna razlika ( $p < 0,01$ ) je označena s krepkim tiskom.

| Obdobja                                   | Brejost:<br>7. 5.–24. 6. 2010 | Samice in neletajoči<br>mladiči:<br>25. 6.–18. 7. 2010 | Samice in letajoči<br>mladiči:<br>19. 7.–8. 9. 2010 |
|-------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Brejost:<br>7. 5.–24. 6. 2010             |                               | —                                                      | —                                                   |
| Neletajoči mladiči:<br>25. 6.–18. 7. 2010 | 0,028                         |                                                        | —                                                   |
| Letajoči mladiči:<br>19. 7.–8. 9. 2010    | <b>0,003</b>                  | 0,279                                                  |                                                     |

### 3.6 CELONOČNA AKTIVNOST ZAPUŠČANJA IN VRAČANJA V ZATOČIŠČE

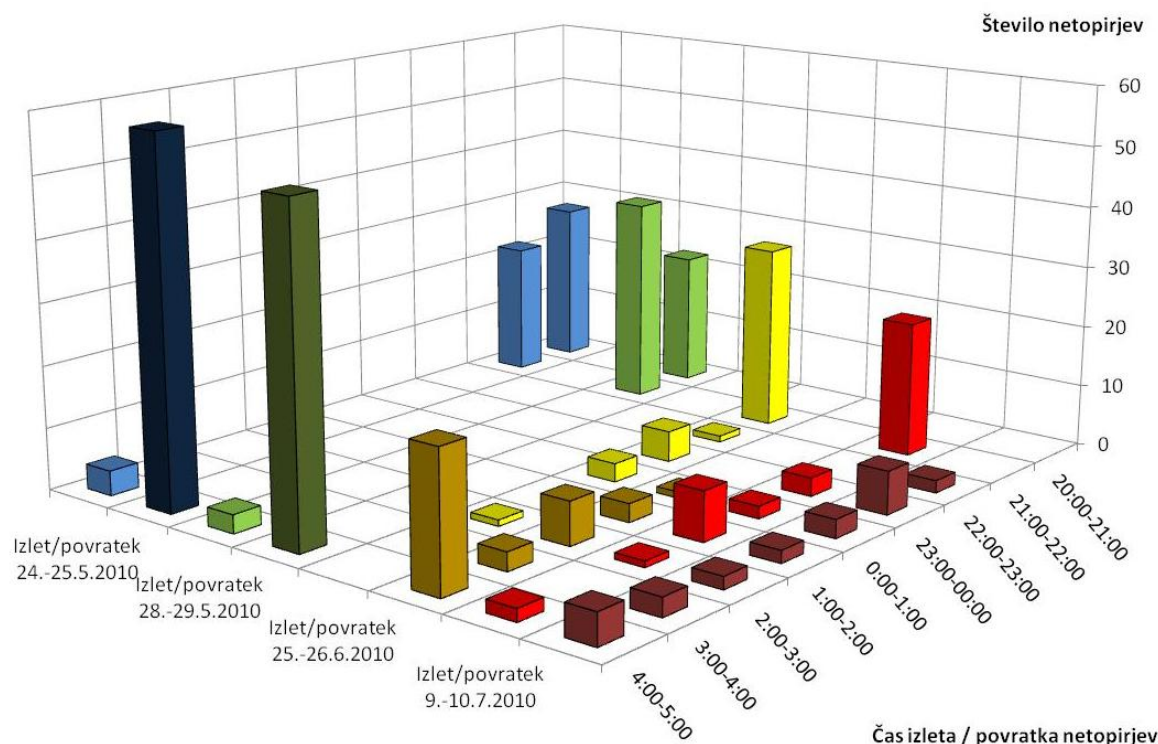
V času brejosti so samice zvečer zapustile zatočišče in se vrnile šele v jutranjih urah, ko se je začelo daniti. V obdobju prisotnosti mladičev so se vračale v zatočišče čez celo noč (Slika 42).

Število netopirjev, ki je zvečer zapustilo zatočišče, se ne razlikuje veliko s številom netopirjev, ki so se vrnili v jutru, razen pri zadnjem celonočnem opazovanju je opazna večja razlika (Preglednica 13).

**Preglednica 13** Aktivnost brkatih netopirjev s. str. pred zatočiščem čez celo noč. Prikazano je število izletelih in vletelih netopirjev v zatočišče, preračunano na enourni interval. Ker netopirjev nismo označevali, ni bilo mogoče ločiti med seboj samic, ki so se vrstile v zatočišče in tam ostale, ter samic, ki so znova izletele.

|                                                 | 24.–25. 5. 2010 |         | 28.–29. 5. 2010 |         | 25.–26. 6. 2010 |         | 9.–10. 7. 2010 |         |
|-------------------------------------------------|-----------------|---------|-----------------|---------|-----------------|---------|----------------|---------|
|                                                 | izlet           | vrnitev | izlet           | vrnitev | izlet           | vrnitev | izlet          | vrnitev |
| 20:00–21:00                                     | 27              |         | 22              |         |                 |         |                |         |
| 21:00–22:00                                     | 22              |         | 34              |         | 30              |         | 22             |         |
| 22:00–23:00                                     |                 |         |                 |         | 1               |         |                | 2       |
| 23:00–00:00                                     |                 |         |                 |         | 5               |         | 3              | 7       |
| 0:00–1:00                                       |                 |         |                 |         | 3               | 1       | 2              | 3       |
| 1:00–2:00                                       |                 |         |                 |         |                 | 3       | 8              | 2       |
| 2:00–3:00                                       |                 |         |                 |         | 1               | 7       | 1              | 2       |
| 3:00–4:00                                       |                 |         |                 |         |                 | 3       |                | 3       |
| 4:00–5:00                                       | 4               | 59      | 3               | 53      |                 | 22      | 2              | 5       |
| Skupno število                                  | 53              | 59      | 59              | 53      | 40              | 36      | 38             | 24      |
| Razlika v številu<br>glede na večerno<br>stanje | +6              |         | -6              |         | -4              |         | -14            |         |

Celonočna dinamika izletavanja in vračanja se je razlikovala med obdobjem brejosti in obdobjem, ko so bili v zatočišču prisotni mladiči, kar je opazno, če primerjamo med seboj datume od 24.–29. 5. 2010 in 25. 6.–10. 7. 2010 (Preglednica 13, Slika 42). Pri prvem in drugem opazovanju se je v jutranjem času od 4. do 5. ure v zatočišče vrnilo več netopirjev ( $N_{\max} = 59$ ) kot pri tretjem in četrtem opazovanju ( $N_{\max} = 22$ ). Pri tretjem in četrtem opazovanju so se netopirji vračali nazaj bolj ali manj enakomerno čez celo noč. Na večer tretjega opazovanja je bil v zatočišču opažen prvi mladič. Predvidevamo, da vse samice takrat še niso skotile, zato se jih je tudi več kot polovica vrnila nazaj v jutru. Tiste, ki so mladiče že imele, so se po vsej verjetnosti morale vračati nazaj bolj zgodaj v noči, da so podojile mladiče.



**Slika 42** Aktivnost brkatih netopirjev s. str. pred zatočiščem cerkve sv. Jošta čez noč v obdobju brejosti (24.–25. 5., 28.–29. 5. 2010) v predvidevanem obdobju kotenja (25.–26. 6. 2010) in v obdobju mladičev (9.–10. 7. 2010).

### 3.7 STAROSTNA IN SPOLNA STRUKTURA

Skupaj smo ujeli 62 brkatih netopirjev (Priloga B). Samice so imele v povprečju dolžino podlakti 34,3 ( $\pm 0,9$ ) milimetra, maso pa 5,1 ( $\pm 0,5$ ) grama. Pri prvem in drugem lovu smo ujeli izključno odrasle samice (Preglednica 14), pri tretjem tudi mladiče, pri četrtem pa samo mladiče in nič odraslih netopirjev.

Ker živali nismo označevali, je možno, da smo ulovili tudi iste osebkke pri različnih lovih, a bomo poenostavili in za opredelitev strukture šteli, kot da smo ujeli vse različne živali. Pri nobenem lovu nismo ujeli odraslih samcev. V zadnjih dveh lovih smo ujeli skupaj 8 mladih samic in 5 samcev, tako da je bilo spolno razmerje med mladiči 1 : 1,75 v korist samicam. Vseh pet ujetih odraslih samic je v tem obdobju dojilo.

**Preglednica 14** Datum lova in prikaz števila ujetih brkatih netopirjev s. str. na sv. Joštu ter podatki o spolu in starosti.

| Datum lova  | Samice                                        | Mladiči | Samci   |         |
|-------------|-----------------------------------------------|---------|---------|---------|
|             | Odrasle (breje/ nuliparne/ že dojile/ dojijo) |         | Odrasli | Mladiči |
| 24. 5. 2010 | 33 (28 / 1 / 32 / 0)                          | 0       | 0       | 0       |
| 7. 6. 2010  | 10 (7 / 3 / 0 / 0)                            | 0       | 0       | 0       |
| 20. 7. 2010 | 5 (0 / 0 / 0 / 5)                             | 7       | 0       | 4       |
| 2. 8. 2010  | 0 (0 / 0 / 0 / 0)                             | 1       | 0       | 1       |



Med 28. 6. 2010 in 2. 7. 2010 smo po večernem izletu odraslih živali lahko v špranji med lesenim tramom in steno opazovali tesno gručo približno 10 mladičev, ki so se prerivali, oglašali in stiskali med seboj (Slika 43). Mladiči so prišli na plano na istem mestu, kjer je bila pred sončnim zahodom vidna skupina odraslih samic. Bili so še goli, njihova koža je bila na predelih rožnata, večinoma pa svetlo do temno sive barve. 7. 7. 2010 smo v špranji opazili dva mladiča, ki pa sta bila že odlakana. Opazovanje se ujema s stopnjo razvitosti mladiča, ki smo ga našli dva dni pozneje pod zatočiščem (Slika 41).

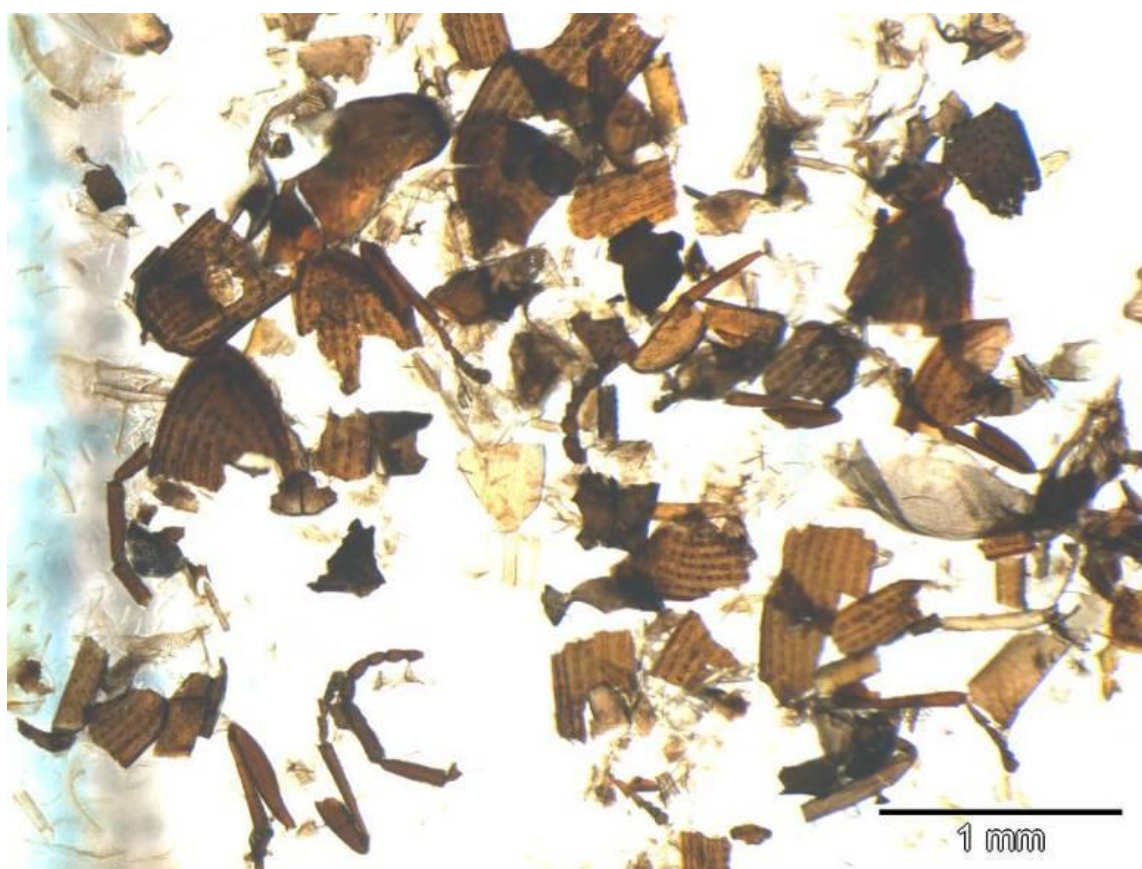


**Slika 43** Gruča mladičev brkatih netopirjev s. str. (slika zgoraj), ki smo jo opazili na istem mestu po tem, ko so odrasle samice (slika spodaj) zvečer zapustile zatočišče v cerkvi sv. Jošta (28. 6. 2010, Foto: Lea Likožar).

### 3.8 SESTAVA PREHRANE

#### 3.8.1 Vrstna sestava prehrane

V 93 iztrebkih brkatega netopirja smo prepoznali 29 taksonov, ki vključujejo 8 redov žužek in 2 redova pajkovcev (Preglednica 15). Po povprečni oceni prostorninskega deleža je bil v največji količini zabeležen red dvokrilcev (Diptera), 35 %. V padajočem vrstnem redu so mu sledili redovi: ščurki (Blattodea) 16 %, hrošči (Coleoptera) 13 %, pajki (Aranea) 12 %, mladoletnice (Trichoptera) 11 %, metulji (Lepidoptera) 7 %, stenice (Hemiptera) 3 %, kožekrilci (Hymenoptera) 2% in mrežekrilci (Neuroptera) 1 % (Slika 45).

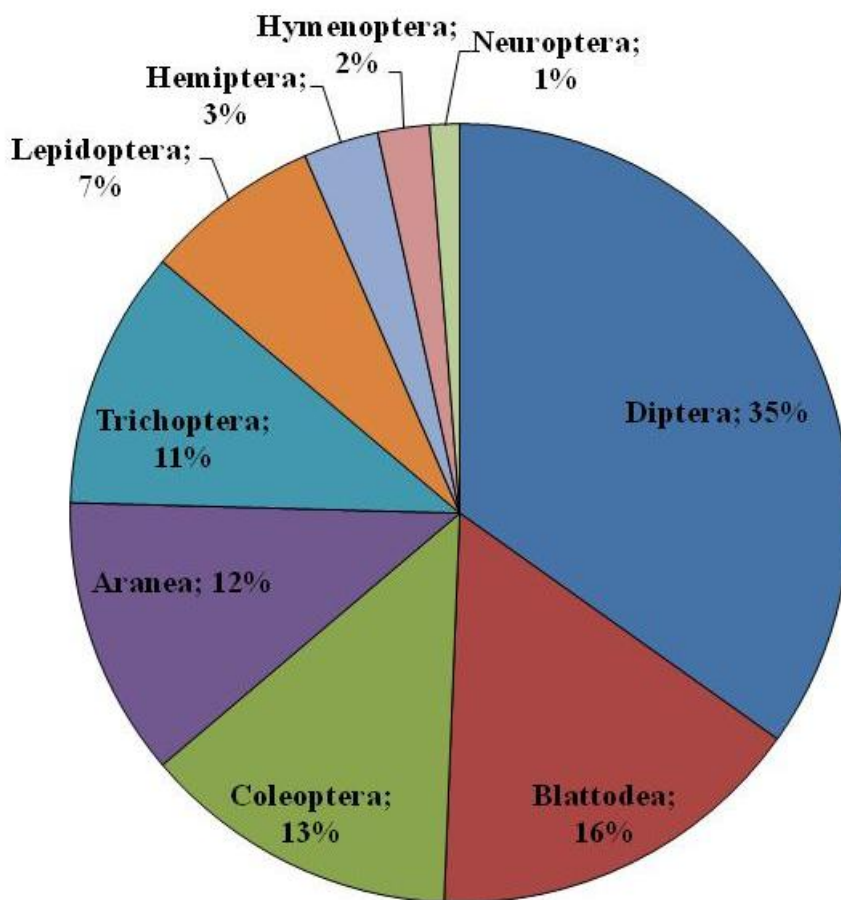


**Slika 44** Primer razmaza iztrebka brkatega netopirja s. str. s cerkve sv. Jošta pod lupo. Večina delcev na fotografiji pripada hroščem (Foto: Lea Likozar).

**Preglednica 15** Prostorninski delež in pogostost pojavljanja taksonov plena v vseh vzorcih skupaj. Povprečna ocena prostorninskih deležev je podana na 0,01 %, pogostost pojavljanja pa na 0,1 % natančno (število decimalnih mest je posledica izračunavanja povprečij po formulah v poglavju 3.2.5.4.)

cl. – clasís (razred), o. – ordo (red), subo. – subordo (podred), supf. – superfamilija (naddružina)

| Takson plena                 | Povprečna ocena<br>prostorninskega deleža (%) | Relativna pogostost<br>pojavljanja (%) |
|------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------|
| <b>cl. Insecta</b>           |                                               |                                        |
| <b>o. Blattodea</b>          | 15,81                                         | 7,84                                   |
| <b>o. Hemiptera</b>          |                                               |                                        |
| subo. Homoptera              | 2,96                                          | 7,52                                   |
| Psyllidea                    | 0,22                                          | 1,25                                   |
| <b>o. Neuroptera</b>         | 0,22                                          | 0,31                                   |
| Hemerobiidae                 | 0,86                                          | 2,19                                   |
| Chrysopidae                  | 0,05                                          | 0,31                                   |
| <b>o. Lepidoptera</b>        | 7,31                                          | 7,84                                   |
| <b>o. Trichoptera</b>        | 7,20                                          | 5,33                                   |
| <b>o. Diptera</b>            | 15,86                                         | 12,54                                  |
| subo. Nematocera             | 2,69                                          | 2,82                                   |
| Chironomidae/Ceratopogonidae | 2,69                                          | 4,08                                   |
| Psychodidae                  | 0,48                                          | 1,57                                   |
| Sciaridae                    | 1,18                                          | 1,88                                   |
| Tipulidae                    | 4,68                                          | 5,33                                   |
| subo. Brachycera             | 6,34                                          | 5,64                                   |
| Challiphoridae               | 0,75                                          | 0,94                                   |
| Scathophagidae               | 0,16                                          | 0,31                                   |
| Hydropsychidae               | 3,55                                          | 2,19                                   |
| <b>o. Hymenoptera</b>        | 0,81                                          | 1,57                                   |
| subo. Apocrita               |                                               |                                        |
| Ichneumonidae                | 1,34                                          | 1,25                                   |
| <b>o. Coleoptera</b>         | 11,94                                         | 10,03                                  |
| subo. Polyphaga              |                                               |                                        |
| Curculionidae                | 1,29                                          | 0,94                                   |
| <b>cl. Arachnida</b>         |                                               |                                        |
| <b>o. Aranea</b>             | 11,61                                         | 16,30                                  |
| <b>o. Acarina</b>            | Prisotne                                      | Prisotne                               |

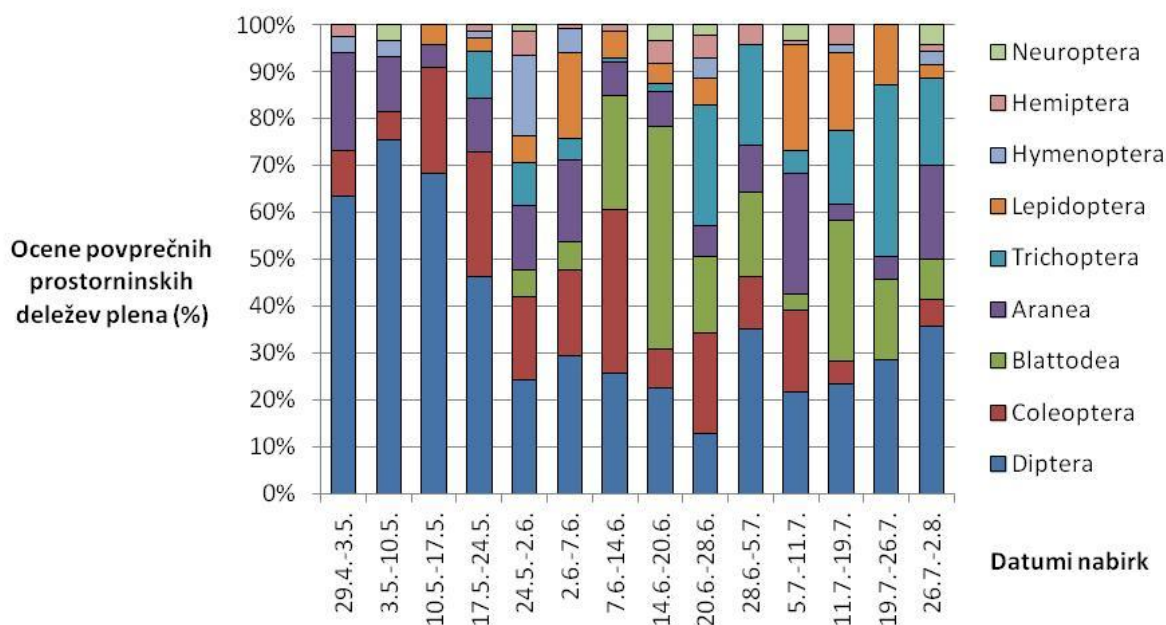


**Slika 45** Povprečna ocena prostorninskih deležev redov plena v iztrebkih brkatega netopirja s. str. v letu 2010 iz cerkve sv. Jošta.

Ocene povprečnih prostorninskih deležev so se spreminjale med sezono (Slika 46). V prvih treh vzorcih (od aprila do sredine maja) je bila prehrana najmanj raznolika. Prevladovali so dvokrilci z okvirno 60 do 70 %. Po tem obdobju je povprečni prostorninski delež dvokrilcev padel na okoli 30 %, z najnižjim deležem v času od 20. 6. 2010 do 28. 6. 2010, ko so zastopani pod 15 %. Iz slike 50 vidimo, da je bilo to obdobje glede raznolikosti prehrane najbolj pestro. Takoj za dvokrilci ima najvišji prostorninski delež red ščurkov. V prehrani se je začel pojavljati šele proti koncu maja in je bil prisoten vse do konca sezone, z največjo zastopanostjo (47,5 %) v sredini junija. Hrošči so bili v prehrani prisotni v vseh vzorcih, razen v predzadnjem (v tednu od 19. 7. 2010 do 26. 7. 2010), vendar je že v vseh treh zadnjih treh tednih (od 11. 7. 2010 naprej) prisotnosti netopirjev zastopanost hroščev v prehrani nizka. Pajki so bili zastopani v prehrani čez celo sezono v različnih deležih v vseh nabranih vzorcih. Najvišji prostorninski delež pajkov je bil v sredini julija (25,8 %). V začetku maja in avgusta je bil njihov prostorninski delež razmeroma visok (20,8 in 20,0 %), najnižji prostorninski delež pajkov pa je bil v tretjem tednu julija (3,3 %). To je bilo takoj za najvišjim prostorninskim deležem v drugem tednu, nato pa je sledil strm padec. Mladoletnice so se prvič pojavile v prehrani v sredini maja in so se do konca sezone redno pojavljale v prehrani v zelo spreminjajočih deležih. Njihov prostorninski delež med sezono je bil med 0 in 36,4 %. V prvi polovici maja mladoletnic v iztrebkih ni bilo opaženih. Od osmega vzorca naprej, torej v sredini junija, so bile mladoletnice stalno

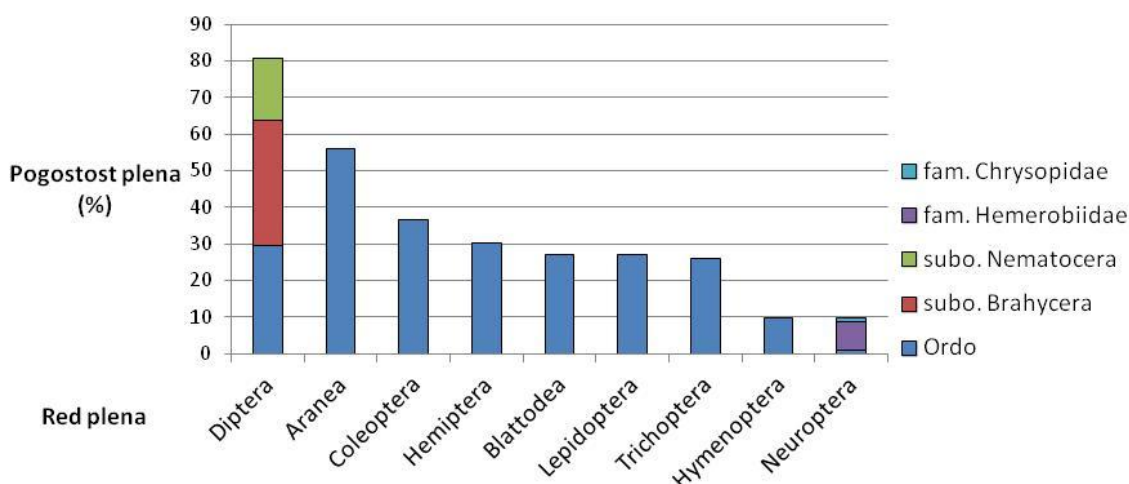


prisotne v vzorcih. Metulji so se v prehrani pojavili v sredini maja in so bili prisotni do konca junija. V prvem tednu julija jih v prehrani nismo zabeležili, nato pa se spet pojavijo in so do konca sezone zastopani v nekoliko povišani količini, nikoli pa niso prevladovali. Njihov prostorninski delež je bil med 0 in 22,5 %. Stenice, kožekrilci in mrežekrilci so taksoni, ki so v prehrani brkatih netopirjev najnižje zastopani. Najvišji prostorninski delež kožekrilcev je bil v začetku junija (17,1 %), enako je veljalo za stenice (5 %), najvišji prostorninski delež mrežekrilcev pa je bil v začetku avgusta (4,3 %). V prehrani so se pojavljali naključno, brez izrazitih obdobj.



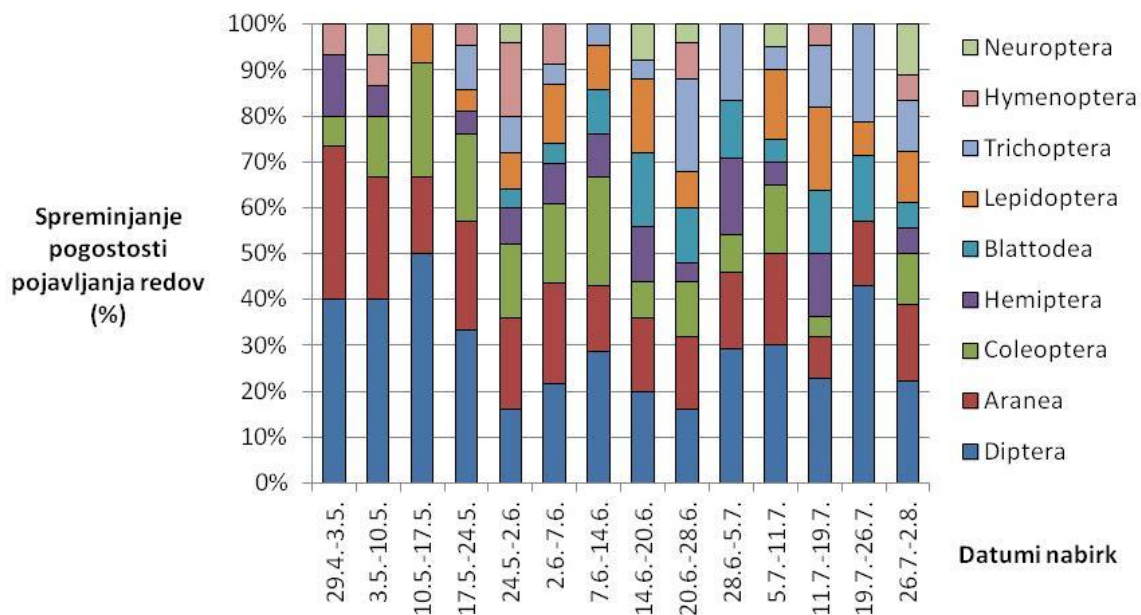
**Slika 46** Spremembe povprečnih ocen prostorninskih deležev redov plena v iztrebkih brkatega netopirja s. str. v letu 2010 iz cerkve sv. Jošta.

Po pogostosti pojavljanja redov in nižjih skupin v vzorcu iztrebkov je bil enako kot pri prostorninskem deležu tudi najpogostejši red dvokrilcev (80,6 %). Sledi jim red pajkov (55,9 %), hrošči (36,6 %), stenice (30,1 %), ščurki in metulji (26,9 %), mladoletnice (25,8 %), kožekrilci in mrežekrilci (9,7 %) (Slika 47). Pogostost pojavljanja reda stenic je veliko višja od prostorninskega deleža stenic.



**Slika 47** Pogostost pojavljanja redov in najpogostejših skupin plena v iztrebkih brkatega netopirja s. str. v letu 2010 iz cerkve sv. Jošta.

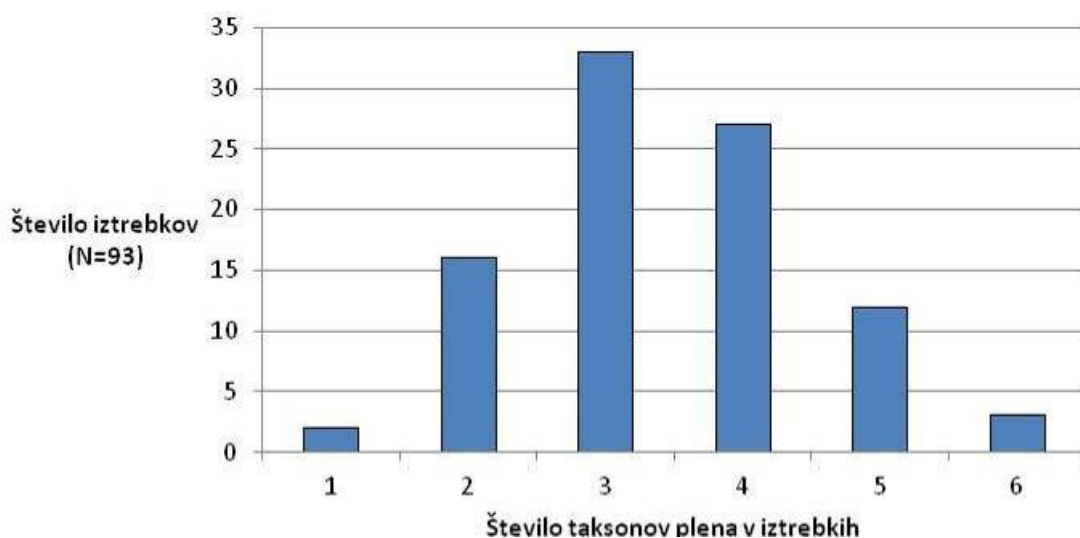
Spodnji graf (Slika 48) prikazuje spreminjanje pogostosti pojavljanja redov v iztrebkih med sezono. Do večjega izraza oziroma do višjih deležev so v tem primeru prišli taksoni, ki imajo nižji prostorninski delež (kožekrilci, mrežekrilci, stenice).



**Slika 48** Spremembe pogostosti pojavljanja redov plena v iztrebkih brkatega netopirja s. str. v letu 2010 iz cerkve sv. Jošta.

V enem iztrebku brkatega netopirja smo prepoznali od 1 do 6 različnih taksonov plena (Slika 49). Najpogosteje smo prepoznali tri (v 35,5 % pregledanih iztrebkov) ali štiri taksone (v 29 % pregledanih iztrebkov).

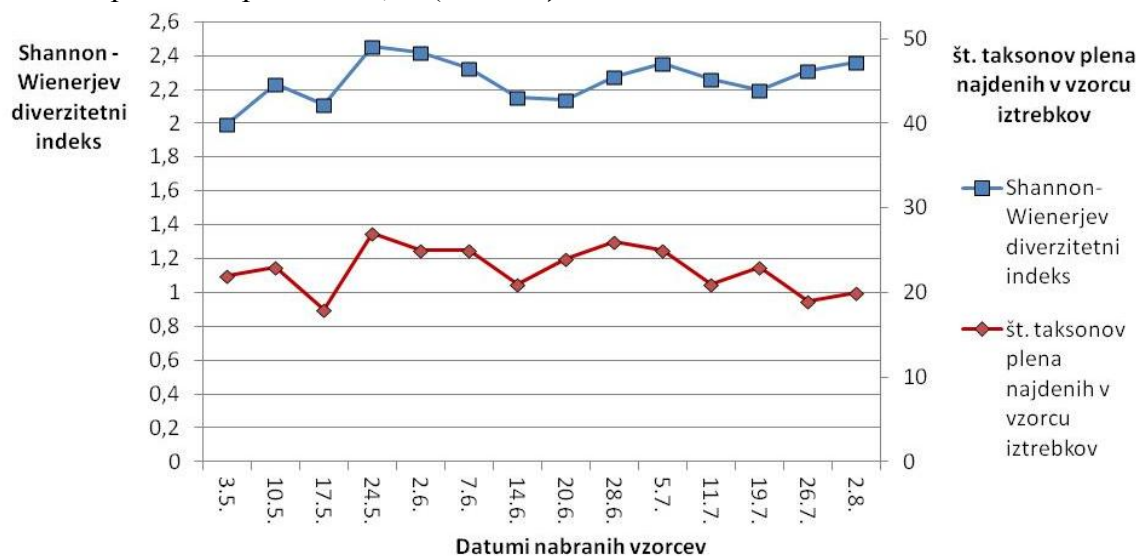




**Slika 49** Število taksonov plena v posameznem iztrebku brkatih netopirjev s. str. v letu 2010 iz cerkve sv. Jošt.

V posameznem vzorcu iztrebkov (v 6 ali 7 iztrebkih) smo prepoznali od 18 do 27 različnih taksonov plena. Največkrat je bilo v vzorcu prisotnih od 21 do 25 taksonov plena (v devetih vzorcih od štirinajstih). Po velikem številu taksonov izstopata obdobje med 24. 5. 2010 in 7. 6. 2010 ter obdobje med 28. 6. 2010 in 5. 7. 2010. Na sliki 50 so vidni trije padci pestrosti taksonov; na začetku maja, v sredini junija in na začetku avgusta.

Vrednost Shannon-Wienerjevega diverzitetnega indeksa taksonov se je največkrat gibala med 2,1 in 2,3. Najvišjo vrednost je indeks dosegel 24. 5. 2010 (približno 2,45), najnižjo pa 3. 5. 2010 (približno 1,99). Najvišji indeksi pestrosti prehrane so bili v obdobju med 24. 5. 2010 in 2. 6. 2010, najnižji pa so bili takoj na začetku opazovalne sezone. Upad vrednosti indeksa je tudi v sredini sezone med 14. in 20. 6. 2010, kjer se je vrednost indeksa spustila na približno 2,14 (Slika 50).



**Slika 50** Shannon-Wienerjev diverzitetni indeks in število taksonov plena v posameznem vzorcu iztrebkov brkatih netopirjev s. str. v letu 2010 iz cerkve sv. Jošta. Razlikovali smo 22 taksonov plena, navedenih v tabeli 14. Upoštevan ni red Acari.

## 4 RAZPRAVA

Namen našega raziskovalnega dela je bil preučiti različne ekološke vidike porodniške skupine vrste brkatih netopirjev s str. Ker je bilo v skupini brkatih netopirjev s. lat. v preteklih desetletjih prepoznanih več različnih vrst, preteklih raziskav ne moremo zanesljivo pripisati prav tej vrsti (Berge 2007, Lučan in sod. 2011). Naša raziskava je ena prvih, ki obravnava brkate netopirje s. str., nobena taka raziskava pa še ni bila izvedena južno od Alp (Dietz in sod. 2009).

Preučevana skupina brkatih netopirjev se je nahajala pod južno lopo v cerkvi sv. Jošt nad Kranjem. Je ena od dveh poznanih porodniških kolonij brkatih netopirjev v Sloveniji. Druga skupina se nahaja v cerkvi sv. Kancijan v Reki pri Cerknem (Petrinjak 2007, neobjavljeni rezultati RTŠB 2010).

### 4.1 SEZONSKA DINAMIKA ŠTEVILČNOSTI

Najvišje število netopirjev v zatočišču v cerkvi sv. Jošta je bilo 59. Podatki o velikosti kolonij drugih raziskav se med seboj zelo razlikujejo. Reiter in Zahn (2006) opisujeta iz Bavarske štiri različne kolonije brkatih netopirjev s. str., najdene v stanovanjskih hišah in podobnih zgradbah, kjer je bilo število med 80 in 270 osebki. Nyholm (1965) poroča iz Finske župnije Rautalampi, med leti 1951 in 1960, o skupini s šolske podstrehe s povprečnim številom 29 brkatih netopirjev letno. Edina druga poznana porodniška skupina brkatih netopirjev v Sloveniji je iz cerkve sv. Kancijan v Reki pri Cerknem, kjer smo 23. 7. 2010 zabeležili čez dan 25 brkatih netopirjev (neobjavljeni rezultati RTŠB 2010). Na podlagi podatkov drugih poročanj, spada naša opazovana skupina po številčnosti med srednje velike do manjše skupine.

Število netopirjev se je med sezono spreminjalo. Razen pri prvem opazovanju, v zadnji tretjini maja, se je pri drugih opazovanjih v zatočišče vrnilo manj netopirjev, kot jih je zvečer izletelo. To je zelo podobno gibanju števila netopirjev v zatočišču med vso sezono, ko je število netopirjev postopoma upadalo. V juliju, pri zadnjem celonočnem opazovanju, so brkati netopirji zatočišče za to leto že začeli zapuščati. Možno je tudi, da se je število netopirjev spreminjalo, če imajo brkati netopirji več začasnih zatočišč in jih med seboj menjajo (Hübner 2004, Reiter in Zahn 2006). Smiselno bi bilo pregledati stara drevesa in stavbe v okolici zatočišča za potencialna zatočišča. Valastá (2012) iz Republike Češke je s pomočjo telemetrije ugotovila, da brkati netopirji s. str. uporabljajo zatočišča v hišah kot tudi v drevesnih duplih, večinoma pod odstopnim lubjem. Netopirjem bi lahko sledili s pomočjo telemetrije in ugotovili, ali obstajajo v bližini zatočišča ali ne. Verjetnost je tudi, da vsi netopirji zvečer niso zapustili zatočišča, kar je pripomoglo k spreminjanju števila. Špranjo, kjer je bilo zatočišče, smo po zadnjem izletelem netopirju pregledali s pomočjo svetilke, ampak možno je, da je kakšen netopir ostal v globljih predelih.

Začetno obdobje je bilo v maju in se je glede na številčnost netopirjev v zatočišču najmanj spreminjalo. Enkrat (31. 5. 2010) je število upadlo, vendar je bilo takrat vreme deževno in oblačno (22,8 milimetra padavin, 73-odstotna oblačnost), kar je po vsej verjetnosti vplivalo na upad. Relativno stabilno številčnost si razlagamo, da v tem času temperatura in vlaga v

zatočišču ustrezata netopirjem. Ko postane v zatočišču za netopirje prevroče, se začnejo selitve med zatočišči in s tem regulacija telesnega metabolizma (Speakman in Thomas 2003, Hübner 2004, Reiter in Zahn 2006).

Število netopirjev se je najbolj spreminjalo od enega do drugega opazovanja med začetkom junija in do zadnje polovice julija. Predvidevamo, da v tem obdobju v zatočišču prevladujejo samice v visoki brejosti in po 20. juniju doječe samice, ki jim visoke temperature omogočajo hiter razvoj zarodka in produkcijo mleka (Racey in sod. 1987, Speakman in Thomas 2003). V tem času morajo biti temperature visoke, da samice varčujejo z energijo, razvoj zarodka in produkcija mleka pa potekata hitreje. Torporja si breje samice težje privoščijo. Lausen in Barclay (2003) v svoji raziskavi iz Kanade poročata, da se je število samic vrste *Eptesicus fuscus*, ki preidejo v torpor, po kotitvenem obdobju zvišalo. V času, ko so samice nehale dojit, so se začele selitve v drugo zatočišče, kjer so bile temperature nižje in kjer lahko poteka tudi začasni torpor. Na ta način samice varčujejo z energijo, ki jo bodo potrebovale za hibernacijo. Breje in doječe samice so tudi uporabljale torpor, vendar v manjši meri. V naši raziskavi bi bilo smiselno preveriti, ali je v poznejših obdobjih viden padec v številu prisotnih nebrehjih samic, ker naj bi si te lahko privoščile zatočišča z nižjo temperaturo. V našem primeru smo 20. 7. 2010 ujeli le pet odraslih samic, v zadnjem lovu (2. 8. 2010) pa samo mladiče, iz česar sklepamo, da so odrasle samice res zapustile zatočišče prej.

19. julija smo opazili, da so se mladiči učili letati pod nadstreškom južne lope cerkve. To pomeni, da so prvi mladiči izleteli iz zatočišča tri tedne po prvem opaženem mladiču v njem. Čas kotenja in čas, ko so bili mladiči prvič videni leteti, se skladata s podatki za brkate netopirje s. lat. v netopirnicah iz Lyona v Franciji (Tupinier in Aellen 2001), kjer so bili mladiči sposobni leteti tri tedne po rojstvu. Zabeležili so tudi dve obdobji rojstev, česar mi nismo.

Med 22. in 25. julijem je večina netopirjev zatočišče že zapustila, saj je število izletelih netopirjev upadlo. V začetku avgusta so bili v zatočišču prisotni samo še posamični netopirji, ki so bili verjetno večinoma, če ne izključno, mladiči – v mreže smo v avgustu ujeli le juvenilne osebkke. Podatki iz netopirnic iz okolice Dombasa v jugovzhodni Franciji kažejo na prisotnost brkatih netopirjev s. lat. med aprilom in julijem (Tupinier in Aellen 2001). V juliju so netopirnice zapustili, tako da so bile avgusta prazne. V našem primeru so bili mladiči v zatočišču nekoliko dlje, do 9. avgusta, kar se sklada s podatki iz Bavarske (Reiter in Zahn 2006), kjer so se porodniške skupine brkatih netopirjev s. str. razšle v juliju, včasih pa tudi v avgustu z možnostjo, da posamezni osebki ostanejo v zatočišču do konca septembra ali začetka oktobra.

Naši rezultati letnega spreminjanja števila v zatočišču pa se ne skladajo z opazovanji na Norveškem (Gjerde in Storstad 2009, 2010). Zatočišče brkatih netopirjev s. str. iz osrednje Norveške (kraj Leksvik, regija Trøndelag) je bilo skrito na podstrehi nekdanje šole. 5. septembra 2003 je bilo v zatočišču opaženih 10 do 20 netopirjev. Zatočišče je bilo verjetno v uporabi tudi med zimo, na kar so kazale najdbe svežih iztrebkov. V cerkvi sv. Jošta so netopirji zatočišče zapustili veliko prej in med zimo ni bilo opaženih netopirjev ali njihovih znakov prisotnosti. Netopirji na sv. Joštu so imeli na voljo ozko špranjo brez izolacije z verjetno bolj ali manj enakomerno razporejenimi temperaturami, ki med zimo padejo pod

nič stopinj Celzija. Skupina netopirjev na Norveškem je imela na podstrešju več možnosti za zaščito pred mrazom. Entwistle in sod. (1997) poročajo, da imajo netopirji v podstrehi možnost izbora prostorov z različnimi mikroklimatskimi pogoji, česar netopirji na sv. Joštu niso imeli.

#### 4.2 ČAS IZLETAVANJA BRKATIH NETOPIRJEV

Znano je, da je izletavanje netopirjev povezano s časom sončnega zahoda (npr. Buckley 2005, Rydel in sod. 1996, Reichard in sod. 2009), kar smo potrdili tudi pri naših opazovanjih, ko smo izračunali visoko korelacijo med časom medianega izletelega netopirja in časom sončnega zahoda.

Buckley (2005) navaja v svojih podatke iz Irske, da so brkati netopirji s. str. v povprečju izleteli iz zatočišča 34,7 minute po sončnem zahodu ( $N = 7$ ). Jones in Rydell (1994) v svoji raziskavi navajata podatke iz severne Evrope ( $51^{\circ}\text{N}$  geografske širine), da mediani brkati netopir s. lat. izletijo iz zatočišča v povprečju 32 minut po sončnem zahodu ( $N \geq 5$ ). Nyholm (1965) poroča iz osrednje Finske o dveh ločenih skupinah brkatih netopirjev s. lat., kjer so netopirji v povprečju med sezono izleteli iz zatočišča 56 minut in 59,5 minute po sončnem zahodu. V primerjavi z drugimi raziskavami so netopirji na sv. Joštu iz zatočišča izleteli precej zgodaj,  $18,8 (\pm 6,2)$  minute po sončnem zahodu. Čeprav Jones in Rydell (1994) razlik v času izletavanja brkatih netopirjev zaradi različne geografske širine nista potrdila, bi bilo morda smiselno podobno primerjavo ponoviti med netopirji severne Evrope (na primer Skandinavije) in južne Evrope (na primer Balkanskega polotoka).

Med seboj smo primerjali tri različna obdobja (brejost, neletajoči mladiči, letajoči mladiči) in ugotovili, da so mediane breje samice izletele iz zatočišča v povprečju 13,3 minute prej, kot mediani netopirji v obdobju letajočih mladičev (Preglednici 11, 12). Verjetno mladiči izletijo pozneje, ker so počasnejši in manj spretni letalci kot odrasli netopirji in zaradi tega v večji nevarnosti pred plenilci (Duvergé in sod. 2000, Reichard in sod. 2009). V obdobju letajočih mladičev pa so bile v zatočišču prisotne tudi odrasle samice, za katere se je reprodukcijsko obdobje končalo. Da bi točno lahko ugotovili, zaradi katerih netopirjev je prišlo do zapoznelega izleta iz zatočišča, bi bilo treba netopirje označiti. Na podlagi dveh zadnjih lovov lahko sklepamo, da so bili mladiči zavzemali večinski delež zastopanosti, zato so tudi čas izleta iz zatočišča zakasnil zaradi njih.

Naša raziskava pa se ne ujema v celoti z raziskavo na drugi vrsti, na malih podkovnjakih v Avstriji (Reiter in sod. 2008), kjer so breje samice izletele iz zatočišča pozneje kot samice po končanem reprodukcijskem obdobju, torej po prenehanju dojenja. Do tega zaključka so lahko prišli, ker so skupino malih podkovnjakov lahko spremljali do začetka oktobra, brkati netopirji pa so v naši raziskavi zatočišče zapustili takoj, ko so bili mladiči samostojni in je bilo zaradi tega postreprodukcijsko obdobje zelo kratko. Samice morajo po prenehanju dojenja nadomestiti izgubljeno energijo in naj bi zaradi tega izletavale prej, da je lahko njihov prehranjevalni čas daljši (Duvergé in sod. 2000, Reichard in sod. 2009). Pri nas so odrasle samice po postreprodukcijskem obdobju zatočišče zapustile, kar smo ugotovili v zadnjih dveh lovih, ko smo ujeli večinski delež mladičev. Vseeno pa smo opazili kratko obdobje v pozni brejosti, ko smo med 11. 6. in 15. 6. 2010 pri treh

zaporednih spremljanjih izletavanja netopirjev iz zatočišča opazili zakasnel začetek izletavanja in upad v številčnosti netopirjev (Sliki 36, 39). Čas sovpada z obdobjem pozne brejosti in časom kotenja, kar je lahko razlog za nekoliko zapoznel izlet in upad številčnosti.

Opisna statistika kaže, da so netopirji izletavali ob vedno nižji osvetljenosti (Slika 40). Predvidevamo, da so za nizko značilno razliko in nizko korelacijo med obdobji krivi različni vremenski pogoji med dnevi naših opazovanj. Da bi dobili točnejše rezultate, bi bilo treba postopek ponoviti z bolj občutljivim merilcem svetlobe, ker je pri nas ob poznem mraku, kljub vidljivosti, merilec kazal 0 luksov. Da so netopirji izletavali ob vedno nižji osvetljenosti, se ujema s podatkom, da so netopirji v času letajočih mladičev izletavali pozneje kot v času brejosti in laktacije, torej netopirji v poznejšem obdobju so izletavali pozneje kot netopirji v začetnem obdobju.

Samice so se pred časom kotenja vračale v zatočišče v poznih jutranjih urah, torej so lovile čez celo noč. Po kotenju so se vračale v zatočišče, razpršeno čez celo noč. Razlagamo si, da so se vračale v zatočišče predčasno, da so nahranile mladiče. Do enakega zaključka je prišel Rydell (1993), ki je opazoval skupino severnih netopirjev (*Eptesicus nilsonii*) iz južne Švedske.

Relativno visok linearni odnos je bil potrjen tudi med časom medianih izletelih netopirjev in temperaturo v času sončnega zahoda ter med minimalnimi in povprečnimi dnevnimi temperaturami (Preglednica 9). Ko so se temperature med sezono višale, so netopirji iz zatočišča izletavali pozneje. To je logično, saj se temperature od maja do avgusta višajo, netopirji pa izletavajo vedno pozneje zaradi zakasnjevanja sončnega zahoda in sledenju viška aktivnosti žuželk (Frick in sod. 2012). Da netopirji izletavajo pozneje na dan z višjimi temperaturami, so potrdili tudi Frick in sod. (2012), ko so s pomočjo radarja opazovali izletavanje netopirjev vrste *Tadarida brasiliensis* iz Kalifornije, ZDA. Ko je bilo leto na splošno sušno, so netopirji iz zatočišča izleteli 9 minut pozneje, ko pa je bilo leto vlažno, so netopirji izletavali v povprečju 7 minut pozneje za vsako povišano stopinjo dneva. Frick in sod. trdijo, da je zgodnejše izletavanje netopirjev po vsej verjetnosti povezano s stresom. V času, ko ni veliko žuželk, na primer zaradi velike suše, bodo netopirji izletavali bolj zgodaj in tako podaljšali svoj lovni čas ter nadomestili izgubljeno energijo.

Potrdili smo tudi precejšen linearni odnos med izletavanjem medianih netopirjev in oblačnostjo (Preglednica 9). Ko se je oblačnost višala, so netopirji izletavali bolj zgodaj. Predvidevamo, da je do pojava prišlo, ker je oblačnost povzročila hitrejše znižanje jakosti svetlobe, ob kateri so netopirji navajeni izleteti iz zatočišča in zgodnejši aktivnosti žuželk (Frick in sod. 2012).

#### 4.3 STAROSTNA IN SPOLNA STRUKTURA

V nobenem od naših lovov nismo ujeli odraslega samca. Sklepamo, da so bili samci brkatih netopirjev v ločenih zatočiščih od samic. Enako poroča tudi Nyholm (1965) iz Finske, ki pravi, da so samci po navadi blizu skupine samic, vendar nikoli v sami skupini.

V netopirnicah iz Francije so bile v skupinah najdene samo samice, samci so bili posamično v ločenih netopirnicah (Tupinier in Aellen 2001).

V maju ujete breje samice so bile večinoma v začetnih stadijih ali v vmesnih stadijih brejosti. Prvega mladiča smo opazili 25. junija. Ni bil več slep in imel je zelo kratko dlako po glavi in straneh, kjer je bila delno vidna tudi še temna neporaščena koža. Mladi netopirji spregledajo v 3 do 10 dni po rojstvu in kratko ter malo pigmentirano dlako dobijo v enem tednu po rojstvu (Schober in Grimmberger 1997). Zaradi tega sklepamo, da je bil opažen mladič star okoli enega tedna, torej lahko postavimo oceno, da se je kotenje začelo okoli 20. junija.

Spolno razmerje med mladiči v zatočišču ni bilo enakomerno. Vsaj od 20. julija naprej, so bili mladiči v zatočišču večinski delež. 20. julija je bilo 68 % ujetih netopirjev mladičev (11 netopirjev od 16 ujetih). Na podlagi omejenega lova smo zaključili, da je bilo pri tretjem lovu razmerje v spolu med mladiči v korist samicam (1,75 : 1). Barclay (2012) razlaga, da pride do različnega razmerja med spoloma mladičev v letih, ko je sezona za njihov razvoj kratka. Takrat je ugodneje, da se skoti več samic, ker se s tem zviša verjetnost, da bodo same imele mladiče že naslednje leto. Za samce to ne velja, ker je težko imeti že isto sezono zadosti uskladiščene energije tako za hibernacijo kot tudi za spermatogenezo v jesenskem času. Kjer je rastna sezona daljša, naj bi bilo razmerje med spoloma bolj enakomerno. Možnost, da so novorojeni samci v isti sezoni pripravljeni na parjenje, je večja. Če primerjamo naše rezultate s člankom, bi lahko rekli, da je bila sezona v letu 2010 za razvoj mladičev kratka, ker je bilo spolno razmerje mladičev v prid samicam. To trditev bi morali podkrepiti z večkratnim lovom v času mladičev, da bi lahko prišli do zadovoljivega zaključka.

Glede na visok delež mladičev pri tretjem lovu sklepamo, da odrasle samice zatočišče zapustijo prej kot mladiči. Lausen in Barclay (2003) poročata, da so samice ameriške vrste *Eptesicus fuscus* po prenehanju dojenja, začele menjavati zatočišče. 19. julija smo opazovali, kako so se mladiči trenirali v letu, med 22. in 26. julijem pa jih je večina zatočišče že zapustila. Če so se mladiči skotili okoli 21. junija, so bili okoli 22. julija že samostojni. To pomeni, da odrastejo približno v treh tednih do enega meseca. Tupinier in Aellen 2001 poročata, da mladiči prvič zapustijo zatočišče v treh tednih, kar se sklada z našo ugotovitvijo. Ker so naši mladiči zatočišče zapustili nekje med 22. in 26. julijem, so morali biti vsi zelo podobne starosti.

#### 4.4 MIKROKLIMATSKE RAZMERE V ZATOČIŠČU

Na krajevne toplotne razmere vplivajo meteorološki pojavi, kot so oblaki in oblačnost, megla, padavine in vetrovi, dalje geološka podlaga, nadmorska višina, bližina morij, jezer, velikih rek in močvirij in v veliki meri rastlinska odeja (Tarman 1992). Oba naša preučevana dejavnika sta bila odvisna od meteoroloških pojavov (oblačnost in padavine). Ko je oblačnost naraščala, je temperatura v zatočišču padala in ko so naraščale padavine, je naraščala tudi relativna zračna vlažnost v zatočišču. Enako je zabeležil tudi Hübner (2004), ki je spremljal temperaturne pogoje v netopirnicah iz Nemčije z brkatimi netopirji s. str. in jih primerjal med seboj ob različnem vremenu. Temperaturne razmere v netopirnicah so se



v slabem vremenu približale temperaturam okolice, kar se je zgodilo tudi pri nas. Na deževni dan (16. 6. 2010, 22,30 milimetra padavin) so bile temperature na južni strani cerkve zelo podobne temperaturam na severni strani cerkve. Naglega temperaturnega dviga, značilnega za južno stran ob lepem vremenu, tokrat ni bilo. Na oblačni dan brez padavin (30. 6. 2010, 50-odstotna oblačnost) so bile temperature na južni strani cerkve podobne temperaturam ob lepem vremenu. To pomeni, da padavine odločilno vplivajo na padec temperature zatočišča, oblačnosti pa ne. Netopirji lahko ob takem padcu temperature preidejo v torpor in s tem prihranijo energijo, ki bi se drugače porabila na račun ogrevanja telesa (Speakman in Thomas 2003). Temperature v netopirnicah iz Nemčije so imele visoke razpone, kar avtor navaja kot razlog za menjavo zatočišča, ko pogoji netopirjem niso več ustrezali Hübner (2004). Število netopirjev se je v naši raziskavi tudi zelo speminjalo, kar je lahko povezano s selitvijo med zatočišči in iskanjem primernejših mikroklimatskih razmer.

Temperatura na južni strani cerkve, kjer so bili netopirji, je bila statistično različno višja od temperature na severni strani cerkve, kar je verjetno posledica neposredne osončenosti južne strani (Hübner 2004). Brkati netopirji s. str. iz netopirnic iz vzhodne Nemčije, so imeli najraje netopirnice, obrnjene proti jugovzhodu in severozahodu, ki so se najbolj segrele v jutru in proti večeru (Hübner 2004). Segretje v jutru in večeru se ne sklada z našimi opazovanji, kjer so bile najvišje temperature med 11. in 14. uro. Raziskava na poletnih zatočiščih velikega mračnika (*Nyctalus noctula*) iz Madžarske (Bihari 2004) opisuje, da so imeli netopirji raje zatočišča, obrnjena proti zahodu (36,9-odstotna zasedenost zatočišč). Med zatočišči, obrnjenimi proti severu, jugu in vzhodu, ni bilo bistvene razlike v priljubljenosti (od 20,8- do 21,5-odstotna zasedenost zatočišč). Vzhodna stran je bila v jutranjih urah toplejša kot na zahodu, proti večeru pa je bilo ravno nasprotno in je bila zahodna stran toplejša. Raziskava razlaga, da postanejo netopirji proti večeru aktivnejši in zaradi tega so višje temperature v večeru zanje ugodnejše. Temperature na južni in severni strani so bolj ali manj sledile zunanjim temperaturam.

Severna stran v naši raziskavi ni imela tako izrazitega skoka v temperaturi in je bila podobna temperaturam, izmerjenim v vremenski postaji v Stražišču. To se sklada z raziskavo Bihari (2004). Majhno povišanje temperature je bilo v jutru med peto in sedmo uro (iz približno 15 na 22 °C). Takrat je moralo sonce za kratek čas obsijati severno stran. Jutranje povišanje temperature v zatočišču ne ustreza netopirjem, ker so ob tem času najmanj aktivni in lahko preidejo v torpor. Temperatura mora biti v jutru najnižja in se mora nato čez dan zviševati in doseči maksimum v večernih urah, ko postanejo netopirji aktivni. Tak potek je za netopirje najugodnejši, ker lahko tako s pomočjo okolice uravnavajo svojo telesno temperaturo in varčujejo z energijo (Lausen in Barclay 2003, Bihari 2004).

Zanimalo nas je tudi speminjanje temperature in vlage med različnimi obdobji življenja netopirjev v zatočišču. Obdobje neletajočih mladičev je imelo najnižjo relativno zračno vlažnost in najvišje temperature. Odkrili smo, da je pozno obdobje brejosti in čas dojenja v času najvišjih notranjih temperatur zatočišča, kar se ujema z raziskavo iz Škotske, narejeno na obvodnih netopirjih (*Myotis daubentonii*), malih netopirjih (*Pipistrellus pipistrellus*) in rjavih uhatih netopirjih (*Plecotus auritus*) (Racey in sod. 1987). Racey in sod. opisujejo, da samice v pozni brejosti in za časa laktacije izkoriščajo visoke temperature okolice in na ta

način zmanjšajo lastno porabo energije, ki je zaradi zapletenih procesov v njihovih telesih v tem času najvišja. Breje in doječe samice morajo torpor strogo regulirati, ker se z znižanjem metabolizma upočasnijo tudi razvoj zarodka in produkcija mleka. Zakasnil bi se čas kotitve. Posledično imajo zapoznani mladiči nižjo telesno maso, manj časa za uspešno osamosvojitve in nižjo možnost preživetja čez zimo. Zaradi tega pojava je prava izbira ketišča pomembna odločitev za preživetje potomcev (Racey in sod. 1987, Speakman in Thomas 2003, Solick in Barclay 2006).

Visoke temperature v ketišču so pomembne tudi, ker novorojeni netopirji štiri do pet dni po rojstvu niso zmožni termoregulacije in se njihova telesna temperatura ravna po okolici (Hollis 2004). Če je v zatočišču premrzlo, lahko mladiči preidejo v torpor, pri čemer nižja telesna temperatura vpliva na zmožnost oglašanja, ko se samice vrnejo. Slednje prepoznajo svoje mladiče, poleg vonja in lege v zatočišču, tudi po oglašanju in zato lahko pride do težav, če so novorojeni mladiči podvrženi stresu in imajo spremenjen klic (Camaclang in sod. 2005).

Med 28. junijem in 2. julijem smo v opazovani skupini opazili gručo mladičev, ki so se stiskali ob lesenem tramu na vhodu v špranjo (Slika 43). O gruču mladičev pišeta tudi (Tupinier in Aellen 2001), ki pravita, da se mladiči v gruču pojavijo približno po enem tednu starosti. Pri nas so se pojavili na mestu, kjer so bile pred tem odrasle samice, ki so odletele iz zatočišča. Mladiči s tvorjenjem gruč vzdržujejo telesno temperaturo v času, ko se odrasle samice prehranjujejo (Hollis 2004).

Problem se pojavi tudi, če so temperature v zatočišču previsoke. V raziskavi na drobnih netopirjih v netopirnicah so se netopirji izogibali temperaturam nad 40 °C (Lourenço in Palmeirim 2003). Temperature nad to mejo vodijo v dehidracijo zaradi izgube vode na račun hlajenja (Lourenço in Palmeirim 2003). Netopirji dobro prenašajo temperature med 35 in 38 °C ter se izogibajo temperaturam nad 40 °C, saj letalne temperature nastopijo okoli 42 °C. Netopirji zelo dobro prenašajo pregrevanje in se začnejo hladiti na račun potenja zelo pozno in na tak način ohranijo vlago dalj časa v telesu. Čez dan je pitna voda netopirjem v zatočišču nedostopna in zato morajo z njo varčevati (Speakman in Thomas 2003). V naši raziskavi so se temperature v zatočišču le en dan v sredini julija dvignile nad 40 °C (14. 7. 2010). To pomeni, da brkati netopirji po vsej verjetnosti niso bili izpostavljeni preveliki vročini. Nižja kot je vlažnost v zatočišču, hitreje je izhlapevanje telesne tekočine netopirjev. Ker je bila zračna vlažnost v zatočišču najnižja v obdobju neletajočih mladičev, so bili takrat netopirji izpostavljeni večji možnosti za dehidracijo.

Bihari (2004) pa tudi pravi, da so pomembni dejavniki za izbiro netopirskega zatočišča velikost vhoda v zatočišče, temperatura in vlažnost zatočišča, okoliška pokrajina, kompeticija s ptiči in linearni pokrajinski elementi. To pomeni, da moramo upoštevati več dejavnikov hkrati in ne prehitro sklepati na neprimernost zatočišča samo na podlagi orientacije in mikroklimatskih razponov, saj vidimo, da so ti med podobnimi raziskavami lahko zelo različni.

#### 4.5 SESTAVA PREHRANE

Ugotovili smo, da se brkati netopirji prehranjujejo večinoma z dvokrilci, ščurki, hrošči, pajki in mladoletnicami. V raziskavah (Taake 1992, Jones in Rydell 1994, Beck 1995, Pithartová 2007) znanstveniki potrjujejo visok odstotek dvokrilcev in razmeroma visok delež neletečih členonožcev v prehrani brkatega netopirja s. lat. Med dvokrilci smo zasledili večji delež *Brachycera* kot *Nematocera*. Žuželke skupine *Brachycera* so po navadi robustnejše in večje od sorodnikov skupine *Nematocera*. Če bi izračunali le prostorninski delež in ne tudi pogostosti pojavljanja, bi lahko precenili njihov pomen v prehrani. Predstavljajo pa tudi večinski delež v pogostosti pojavljanja, tako da so očitno bolj priljubljen plen od *Nematocera*. Gregor in Bauerová (1987) opozarjata na velike količine prisotnih dnevnih *Brachycera* v prehrani resastega netopirja (*M. nattereri*), kar kaže na to, da vrsta pobira te neaktivne žuželke z listnih površin. Enako mora veljati tudi za brkatega netopirja, ki mora tako kot resasti netopir, pobirati te dnevnoaktivne žuželke iz površin. Visok odstotek pajkov (večina jih je bila takih, ki pletejo mreže) tudi kaže na to, da brkati netopirji velik del svojega plena pobirajo s površin (Beck 1995). Norberg in Rayner (1987) sta uvrstila brkatega netopirja na podlagi ekomorfologije med počasne zasledovalce. Za njih je značilno pobiranje žuželk blizu rastja in pobiranje počivajočih žuželk.

Tudi raziskave iz Švice (Beck 1995) potrjujejo, da so dvokrilci najvišji delež žuželk v prehrani brkatega netopirja glede na prostorninsko zastopanost, sledijo pajki in metulji. Slednji v naši raziskavi niso bili prevladujoči plen. Ker smo metulje prepoznali le takrat, ko smo imeli prisotne delce telesa in nam luske metuljev niso zadostovale kot dokaz njihove prisotnosti, je zato njihov skupni prostorninski delež primerno nižji. Na ta način smo se izognili napačni interpretaciji rezultatov, saj luske netopirjev ostanejo dolgo časa v črevesju (Whitaker 1988).

Po priporočilih raziskave Kunz in Whitaker (1982) smo poleg prostorninskih deležev izračunali tudi pogostost pojavljanja taksonov v iztrebkih. Če rezultate prikažemo le kot prostorninski delež, lahko zanemarimo pomembnost določenega taksona, katerega predstavniki so majhne žuželke, ki so v prehrani netopirja zastopane v visokih količinah. Kljub visokim količinam so prostorninsko le majhen odstotek prehrane. V izognitev napačni interpretaciji rezultatov je zato pomembno, da te predstavimo tudi kot pogostost pojavljanja taksonov in jih interpretiramo s pomočjo obeh vrednosti. Pri naših rezultatih so bile stenice prisotne v malo manj kot eni tretjini iztrebkov, prostorninski pa so nanesele le 3 % mase vseh pregledanih iztrebkov skupaj. Nasprotno se je zgodilo z redom ščurkov. Ti so drugi po količini glede na prostorninsko zastopanost, glede na pogostost pojavljanja pa so na petem mestu. Tudi red mladoletnic ima večji prostorninski delež in nižjo pogostost pojavljanja. Problem pri interpretaciji so tudi členonožci z mehkim telesom (na primer stenice, mrežekrilci). Zaradi mehkih delov telesa, ki so lahko razgradljivi, je možno, da smo podcenili njihovo dejansko zastopanost.

Zanimalo nas je tudi sezonsko spreminjanje taksonov v prehrani brkatih netopirjev. Dvokrilci so bili zastopani med celo sezono in v visokem deležu, kar kaže na to, da so najbolj priljubljena hrana brkatih netopirjev. Kljub temu ne izstopajo izrazito med preostalimi taksoni, najdenih v prehrani in tako ne moremo govoriti o brkatem netopirju kot specialistu za dvokrilce. V sredini junija je bila raznolikost plena v prehrani najnižja,

na kar nam kaže nižji Shannon-Wienerjev diverzitetni indeks (Slika 50). Ugotovili smo, da je raznolikost plena v prehrani upadla v juniju, ko naraste delež ščurkov, ki dosežejo svojo najvišjo prostornino (47,3 %). Upad v raznolikosti prehrane in pojav ščurkov se sklada s časom pozne brejosti. Zaradi energijskih potreb in potreb po določenih nutrijentih naj bi se v času brejosti zmanjšala diverziteta plena in brkati netopirji postanejo bolj specializirani v svoji izbiri (Taake 1992, Andreas 2002). Za čas pozne brejosti je tudi značilno, da netopirji začnejo loviti večji plen (Taake 1992, Andreas 2002), kar se je pri nas potrdilo s pojavom ščurkov in zvišanjem pojava hroščev. Od 22. junija naprej se je v prehrani začela povečevati prostornina mladoletnic z maksimumom v trinajstem tednu (36,4 %). Ličinke mladoletnic so vodni nevretenčarji (Bouchard 2004) in kažejo na to, da se netopirji lahko prehranjujejo tudi ob vodi. Ob vznožju Jošta so mokri travniki, skozi gozd in grmovje teče potok in nedaleč stran je tudi manjša mlaka. Možno je, da je to občasni lovni prostor brkatih netopirjev. Pithartová (2007) potrjuje v prehrani brkatega netopirja vodne nevretenčarje in ugotavlja, da se njihova količina v prehrani zmanjša za čas pozne brejosti. Pojav si razlaga z znižanjem okretnosti brejih netopirk in s tem izbiro lažjih lovnih območij z manj manevriranja v letu. V naši raziskavi sta bila v vzorcih med 2. 6. in 30. 6. nekoliko znižana pogostost in prostorninski delež mladoletnic, kar se sklada z opazovanji Pithartove (2007). V poznejših vzorcih se pogostost in prostorninski delež znova nekoliko zvišata.

V času novorojenih mladičev se raznolikost prehrane spet poviša in nato polagoma pada, ko mladiči odraščajo (Slika 54). Verjetno se število zaznanih taksonov v prehrani zniža v začetnem obdobju letajočih mladičev, ker se ti šele učijo leta in lova in verjetno lovijo bolj specializirano in lažji plen. Preden netopirji zatočišče zapustijo, se raznolikost plena znova nekoliko zviša. Za zanesljivo interpretacijo rezultatov bi bilo treba analizo prehrane ponoviti na večji količini iztrebkov in vedeti, da res večina prihaja od mladičev.

Brkati netopir je glede na izbiro prehrane oportunist oziroma generalist (Taake 1992, Beck 1995, Rindle in Zahn 1997, Pithartová 2007), enako smo potrdili tudi mi. Prehranjuje se s tistimi členonožci, ki so v okolju v tistem času prisotni. Izbirati mora različna lovna področja in različne habitate, ker so v prehrani zastopane obvodne žuželke kot tudi majhne prosto leteče žuželke in neleteči členonožci. Glede na sestavo plena v naši raziskavi morajo biti lovna področja v strnjenem prostoru, na primer gozd ali gozdni rob, kjer lahko pobirajo členonožce z rastja in lovijo prostoletke žuželke. Mladoletnice kažejo na to, da lovijo tudi na obvodnih habitatih. Naš opis se ujema z opisom Dietz in sod. (2009). Izbira brkatega netopirja je pestra, kar ga dela bolj prilagodljivega na spremembe v okolju.

## 5.6. VARSTVO BRKATEGA NETOPIRJA

Bakrena streha cerkve je bila v letu 2012 uničena. Streho so zamenjali s kritino iz aluminija. V letu 2013 se brkati netopirji niso vrnili v zatočišče (ustni vir: Jaka Kregar, Alenka Petrinjak). Morda so vzrok drugačini mikroklimatski pogoji, drugačna oblika zatočišča (preozka špranja) ali pa je nasilen poseg, povezan s krajom bakrene kritine, povzročil prevelik stres netopirjev in se zaradi tega niso vrnili. Reiter in Zahn (2006) svetujeta, da se obnove zatočišč brkatih netopirjev ne izvajajo od začetka maja do konca julija. Uničenje zatočišča je bilo storjeno v zadnji polovici junija, ko naj bi bilo obdobje rojstev, zaradi tega pa je bil poseg hudo vznemirjenje netopirjev. Reiter in Zahn tudi poročata, da so brkati netopirji zelo občutljivi na spremembe v obliki zatočišč in uporabi

novega materiala, tako da je možno, da se nova obnova nadstreška preveč razlikuje od stare različice. Vsekakor bo treba zatočišče opazovati tudi v naslednjih letih, da lahko potrdimo, ali je to dokončno opuščeno.

Težko skeptimo, kaj to pomeni za obstoj vrste na raziskanem območju, saj je podatkov o razširjenosti brkatih netopirjev malo, preučevana skupina pa je bila le ena od dveh poznanih v Sloveniji, individualnih opažanj brkatih netopirjev pa tudi ni veliko. Ocene velikosti slovenske populacije brkatih netopirjev tudi ni (Koselj 2009). Verjetno je skupina našla drugo zatočišče. Smiselno bi bilo pregledati zgradbe v bližini zatočišča za morebitne satelitske kolonije brkatih netopirjev v primeru, da so brkati netopirji uporabljali več zatočišč, med katerimi so se selili (Reiter in Zahn 2006). Pregledati bi bilo treba tudi za zatočišči v potencialnih drevesnih duplih v bližini uničene kolonije.

Gerell (1999) opozarja na zaščito zatočišč brkatih netopirjev v stavbah. Izkazalo se je, da je bilo njegovo opozorilo upravičeno, saj se je uničenje zatočišča pripetilo prav po končanju raziskav za to diplomsko delo. Da do podobnih pripetljajev v Sloveniji ne bo prišlo tudi v prihodnosti, bo treba aktivnejše ozaveščanje širše javnosti o obstoju netopirskih zatočišč v stavbah, hkrati pa opozoriti na obstoj slovenske in mednarodne zakonodaje, ki jih varuje. Če pride do namernega uničenja netopirskega zatočišča, je treba primer prijaviti policiji in ZRSVN (Zavodu Republike Slovenije za Varstvo Narave), da pripetljaj proučijo. Treba je izoblikovati standardni protokol postopkov v primeru uničenja zatočišča in ga tudi izpeljati s primernimi posledicami za kršitelja. Pri tem se lahko zgledujemo po drugih državah članicah Evropske unije (na primer Velika Britanija), ki imajo že dolgoletne izkušnje in vpeljane postopke ravnanja v podobnih primerih.

Da pa se o primerih uničenja netopirskih zatočišč izve, je potrebno opravljati in finančno podpreti redne monitoringe pomembnih zatočišč, ki jih je v preteklih letih že izvajal Center za kartografijo favne in flore (CKFF) (npr. Presetnik in sod. 2012). Potrebno je okrepiti tudi izobraževanje širše javnosti in prostovoljno delo, ki ga do neke mere že izvaja Slovensko dršтво za proučevanje in varstvo netopirjev (SDPVN) v obliki predavanj in terenskih dni. Zavedati se moramo bogastva raznolikosti netopirjev pri nas in kakovostnih habitatih zanje, ki jih je treba zavarovati, dokler jih še imamo.

## 5 SKLEPI

Na začetku raziskave smo si zastavili naslednje hipoteze, ki smo jih po zaključku tudi potrdili:

- Brkati netopirji so se v zatočišču zadrževali samo med letno sezono, to je od konca aprila do začetka avgusta. Njihovo število se je v zatočišču spreminjalo predvsem v obdobju od začetka junija do sredine julija. Spreminjanje števila netopirjev je verjetno povezano z menjavo zatočišč in uravnavanjem telesnega metabolizma.
- Čas večernega izletavanja iz zatočišča in jutranjega vračanja se je spreminjal glede na sezono, osvetljenost izletalne odprtine in vremenskih razmer. Večerno izletavanje je bilo v visoki korelaciji s časom sončnega zahoda. Potrdili smo tudi zmerno korelacijo z večernim izletavanjem in temperaturo ter oblačnostjo. Čas izletavanja je verjetno povezan s časom največje aktivnosti žuželk in hkrati zaščito pred plenilci.
- Odrasli netopirji v zatočišču so samice, vrste brkatega netopirja s. str. Samci so se očitno zadrževali v ločenih zatočiščih.
- Mikroklimatske razmere so v kotišču brkatih netopirjev na južni strani cekve ugodnejše kot na severni oziroma v primerjavi z razmerami zunaj zatočišč. Temperature so v kotišču višje, zato je tudi vlažnost nižja. Najvišje temperature so bile v času pozne brejosti in novorojenih netopirjev, kar pripomore k hitrejšemu razvoju mladičev in hitrejši produkciji mleka.
- Brkati netopirji so prehranski generalisti. Ugotovili smo, da se brkati netopirji prehranjujejo večinoma z dvokrilci, ščurki, hrošči, pajki in mladoletnicami.



## 6 POVZETEK (SUMMARY)

### 6.1 POVZETEK

V zadnjih nekaj letih je prišlo, zaradi spreminjajočega se števila kriptičnih vrst in podvrst, do pomembnih sprememb v taksonomiji brkatega netopirja. Trenutno so v skupini brkatih netopirjev (*Myotis mystacinus* gr.) v Evropi priznane štiri različne vrste: brkati netopir (*Myotis mystacinus* s. str.), Brandtov netopir (*M. brandtii*), stepski netopir (*M. aurascens*) in nimfni netopir (*M. alcathoe*) (Benda in Tsytsulina 2000, Mayer in Helversen 2001, Dietz in sod. 2009). Zaradi težavnosti določitve točne taksonomske povezave med temi morfološko zelo podobnimi vrstami je problem vroča tema številnih raziskav in člankov. Malo pa je poudarka na ekologiji posameznih vrst in mnogo študij je starih, kjer znanstveniki še ne ločujejo med vsemi priznanimi vrstami. Zaradi tega smo se odločili, da preučimo različne ekološke vidike ene od dveh znanih porodniških gruč brkatega netopirja v Sloveniji. Podobne raziskave do zdaj še ni bilo opravljene južno od Alp.

V okviru raziskave ekologije brkatega netopirja smo imeli cilje spremljati sezonsko dinamiko v številčnosti netopirjev, čas večernega izletavanja iz zatočišča in jutranjega vračanja v odvisnosti od sezone, osvetljenosti in vremenskih razmer, določiti spolno sestavo odraslih netopirjev in mladičev skupine, zabeležiti letno spreminjanje mikroklimatskih razmer v kotišču brkatih netopirjev ter jih primerjati z vremenskimi razmerami zunaj kotišča. Namen smo imeli tudi preučiti sestavo prehrane ter njeno sezonsko dinamiko.

Raziskava je potekala v cerkvi sv. Jošt nad Kranjem v severozahodnem delu predalpske Slovenije na višini 847 metrov (Gauss-Krügerjeve koordinate: Y = 446656, X = 122323). Cerkev predstavlja domovanje brkatim netopirjem, ki so imeli zatočišče v reži pod bakrenim nadstreškom južne strani cerkve. Podoben nadstrešek z režo je tudi na severni strani cerkve, vendar na tem mestu nismo zabeležili netopirjev. Cerkvena podstreha je bila naseljena z malimi podkovnjaki (*Rhinolophus hipposideros*). Oba predela z netopirji sta bila med seboj fizično ločena.

Cerkev smo obiskovali med 16. marcem 2010 in 9. februarjem 2011. Skupaj je nanoslo 66 obiskov, od tega 41 v času prisotnosti brkatih netopirjev. Na južno in severno stran cerkve smo v razpoko postavili čitalec temperature in vlage, ki je na 15 minut beležil mikroklimatske podatke. Ko so v zatočišče prišli netopirji, smo kraj obiskali trikrat tedensko. Ob vsakem obisku smo netopirje prešteli pri njihovem izletavanju iz zatočišča. Netopirje smo beležili na enominutne intervale natančno. Da smo lahko med seboj ločili izletajoče brkate netopirje in mimo letajoče male podkovnjake, smo si pomagali z dvema heterodinima ultrazvočnima detektorjema. Ob prvem izletelem netopirju smo izmerili intenziteto svetlobe. Med sezono smo štirikrat spremljali celonočno aktivnost pred zatočiščem. Prav tako smo štirikrat izpeljali lov s pomočjo najlonskih mrež, da smo lahko določili vrstno, starostno in spolno sestavo kolonije pred in po obdobju rojstev. Vsake 14 dni smo nabrali vzorec iztrebkov za poznejšo prehrabno analizo. Skupaj smo pregledali 93 iztrebkov iz 14 vzorcev. Pri tem smo si pomagali z različnimi določevalnimi ključi (npr.

McAney in sod. 1997) in zbirkami členonožcev. Za pomoč pri določanju in potrditvi naših določitev smo prosili različne strokovnjake za posamezne skupine členonožcev.

Netopirji so bili v zatočišču prvič opaženi 29. aprila 2010 in so tam ostali do 9. avgusta 2010. Število netopirjev je bilo v maju razmeroma stabilno, med 40 in 50 osebki. Najvišje število je bilo zabeleženo 25. maja v jutranjih urah, in sicer 59. V juniju in prvi polovici julija je bilo na dan v povprečju v zatočišču 25 netopirjev. Številka je nato padla na 5 netopirjev na dan, dokler niso ti po 9. avgustu zatočišča zapustili. S pomočjo boreskopa smo na dan 25. junija zabeležili prvega mladiča. Število netopirjev se je v zatočišču zelo spreminjalo, še posebej v juniju in začetku julija. Sumimo, da imajo v okolici različna zatočišča, med katerimi se selijo. Med celonočnimi opazovanji zatočišča smo zabeležili, da se število izletelih netopirjev v večeru razlikuje od števila netopirjev, ki so se vrnili v jutranjih urah. Tudi to dejstvo nakazuje, da morajo uporabljati več zatočišč. Med celonočnimi opazovanji so se samice pred obdobjem kotenja vračale v zatočišče v jutranjih urah, po obdobju kotenja pa je bila aktivnost pred zatočiščem čez celo noč. Med 28. junijem in 2. julijem smo pred špranjo, v kateri so se skrivali netopirji, opazili gručo mladičev, ki so se stiskali med seboj. Bili so na mestu, kjer so pred tem izletele odrasle samice. Verjetno so na ta način vzdrževali telesno temperaturo (Tupinier in Aellen 2001). Prvega letečega mladiča smo opazili 19. julija. Letal je pod nadstreškom iz trama na tram, kar je približno razdalja enega metra.

Prvi brkati netopir je iz zatočišča izletel v povprečju  $18,8 (\pm 6,2)$  minute po sončnem zahodu, mediani netopir  $28 (\pm 10,6)$  minut in zadnji netopir  $39 (\pm 11,9)$  minut po sončnem zahodu. V primerjavi z raziskavami iz Finske in Irske so naši netopirji izleteli iz zatočišča razmeroma zgodaj (Nyholm 1965, Buckley 2005). Čas izletavanja netopirjev je v povprečju trajal  $21 (\pm 12)$  minut ter je bil v visoki pozitivni korelaciji s časom sončnega zahoda. Visoka pozitivna korelacija je bila potrjena tudi med časom prvega in medianega izletelega netopirja ter minimalno in povprečno temperaturo zatočišča. Ko se je temperatura v zatočišču višala, so netopirji izletavali pozneje, kar je v skladu z raziskavo Frick in sod. (2012). Rahlo negativno korelacijo smo odkrili med prvim, medianim in zadnjim izletelim netopirjem ter oblačnostjo. Nobene korelacije nismo potrdili med časom izleta in padavinami. Netopirji so izleteli iz zatočišča v povprečju ob osvetljenosti  $7,2 (\pm 5,8)$  luksa. Opisna statistika je nakazala rahel upad osvetljenosti ob času izletavanja, ko je sezona napredovala. Izračunali smo tudi rahlo pozitivno korelacijo, vendar razločnih rezultatov nismo potrdili. Odkrili smo statistično značilno razliko med medianim časom izletelih brejih samic in pozneje samostojnih mladičev. Mediane breje samice so v povprečju izletele iz zatočišča 13,3 minute prej kot netopirji v obdobju letajočih mladičev.

Prva dva lova smo s pomočjo najlonskih mrež izvedli pred kotitvenim obdobjem (24. 5., 7. 6. 2010). Tupinier in Aellen (2001) govorita o zatočišču z mešanima vrstama brkatih in Brandtovih netopirjev skupaj. Na podlagi morfoloških značilnosti (Lučan in sod. 2011) smo potrdili, da so v gručah v cerkvi sv. Jošta le brkati netopirji, in sicer odrasle samice. Samci niso bili prisotni, kar je odkril tudi Nyholm (1965) na Finskem. Ob našem tretjem lovu (20. 7. 2010) smo ujeli 16 netopirjev, od katerih je bilo 11 mladičev. Razmerje med spoloma je bilo v tem primeru 1,75 : 1 v korist samicam. Med zadnjim lovom (2. 8. 2010) smo ujeli le dva juvenilna netopirja, enega samca in eno samico. Od druge polovice julija naprej na podlagi lovljenj predvidevamo, da je bilo več kot polovica netopirjev v zatočišču

mladičev. To pomeni, da veliko odraslih samic zapusti zatočišče bolj zgodaj, ob času, ko mladiči postanejo samostojni in začnejo sami letati.

Temperatura na južni strani cerkve, kjer so bili netopirji, je bila statistično značilno višja kot temperatura na severni strani, kar je verjetno rezultat direktne osvetljenosti južne strani s soncem. Relativna vlaga je bila, v primerjavi s severno stranjo, značilno nižja na južni strani. V primerjavi z mikroklimatskimi podatki z Jošta so se statistično značilno razlikovale tudi temperature in vlage izmerjene v najbližji vremenski postaji v Stražišču (395 metrov nadmorske višine). Mikroklimatske razmere na severni strani cerkve so bile bolj podobne mikroklimatskim razmeram v Stražišču. Raziskava iz Madžarske (Bihari 2004) kaže na to, da imajo netopirji raje zatočišča, obrnjena proti zahodu. Nekoliko bolj priljubljena so bila tudi zatočišča, obrnjena proti jugu. Najvišje temperature in najnižje vlage zatočišča so bile za časa novorojenih mladičev in obdobja dojenja. Za hiter razvoj zarodkov in hitro produkcijo mleka so potrebne visoke temperature, kar smo v naši raziskavi tudi zabeležili (Racey in sod. 1987, Speakman in Thomas 2003, Solick in Barclay 2006).

Naša raziskava potrdi brkatega netopirja kot prehrambnega generalista. Pri analizi iztrebkov smo določili, da največji prostorninski delež pripada redu dvokrilcev (35 %), nato sledijo redovi ščurkov (16 %), hroščev (13 %), pajkov (12 %), mladoletnic (11 %), metuljev (7 %), stenic (3 %), kožekrilcev (2 %) in mrežekrilcev (1 %). V 93 pregledanih iztrebkih smo določili 29 različnih taksonov. Rezultate smo predstavili tudi v obliki pogostosti pojavljanja, kar je izpostavilo nekatere taksone, ki so bili zastopani v večjih količinah, vendar so bili majhnih velikosti (na primer pajki). Visoka količina zastopanosti pajkov in dnevnoaktivnih dvokrilcev podredu Brahycera kaže na to, da brkati veliko plena pobirajo z listnih površin (Gregor in Bauerová 1987, Beck 1995). Naši rezultati se skladajo z raziskavami Jones in Rydell (1994), Beck (1995) in Pitharthove (2007). Norberg in Rayner (1987) sta uvrstila brkatega netopirja, na podlagi ekomorfologije, v skupino počasnih zasledovalcev. Za njih je značilen let v bližini rastja in med njim ter plenjenje počivajočih oziroma neletečih žuželk in drugih členonožcev.

Zatočišče preučevane skupine netopirjev je bilo uničeno avgusta 2012 zaradi kraje bakrene kritine, ki je bila kmalu za tem zamenjana z aluminijasto. Ali se bodo netopirji v zatočišče vrnili, bo treba ugotoviti v prihodnjem letu. Pripetljaj je tudi opozorilo za nas, da napredujemo z rednimi pregledi cerkve.

## 6.2 SUMMARY

During recent years, there have been drastic changes in taxonomy of the whiskered bat (*Myotis mystacinus*) species as the number of cryptic species and subspecies kept changing. There are currently four separate species recognised in the whiskered bat group (*Myotis mystacinus* s. lat.) in Europe: whiskered bat (*M. mystacinus* s. str.), Brandt's bat (*M. brandtii*), steppe whiskered bat (*M. aurascens*) and alcathe whiskered bat (*M. alcathe*) (Benda and Tsytsulina 2000, Mayer and Helversen 2001, Dietz et al. 2009). Because of the difficulties in determining the exact taxonomic relationship of morphologically very similar groups of bats, the topic is still widely debated. However,

little is done on ecological studies of individual species, and a lot of the available literature is old. Furthermore, many articles do not distinguish between the recently separated and acknowledged species. We decided to study different ecological aspects of one of the two known maternity groups of whiskered bats in Slovenia. No such similar study has been done so far south of the Alps.

We wanted to record the main events throughout the roosting season, seasonal changes of bat numbers of the roost, the time of evening emergence and return depended on the season, light intensity and weather conditions. We determined the gender composition of the adults and juveniles in the roost and observed the change of microclimate conditions and compare them with external factors. We also analysed the seasonal diet composition.

The study took place in St. Jošt church, located in north-western part of pre-Alpine Slovenia in an altitude of 847 m (Gauss-Krüger coordinates: Y = 446656, X = 122323). The church is a home to the whiskered bats, which had a roost in a crack on the south side of the church, under the copper covered loft. There is an identical loft on the northern side, but without any bats observed. The church attic was in use by the lesser horseshoe bats (*Rhinolophus hipposideros*). The roosts of both species are physically separated from one another.

We were visiting the church from 16<sup>th</sup> of March 2010 to 9<sup>th</sup> of February 2011, which included 66 visits, in which 41 visits were when the whiskered bats were present. On the northern and southern lofts of the church we placed humidity and temperature data loggers to measure microclimate conditions every 15 minutes. When the bats arrived to the roost, our visits to the colony were set to three times per week. At each visit we counted emerging bats. We registered the bats during the one minute intervals. We used two heterodyne ultrasound detectors to distinguish between whiskered bats and lesser horseshoe bats that were flying past. When the first bat emerged, light intensity was recorded. Full night observations were done four times. To determine the species, age and gender composition of bats before and after the birth period, four nights of mistnetting were carried out. A sample of droppings, for the purpose of the later diet analysis, was collected every 14 days. Later, altogether 93 droppings from 14 samples were analysed. We helped ourselves with different arthropod determination keys (e. g. McAney et al. 1997) and comparative material from private and university collections. Several people, specialising in different arthropod groups, were contacted to confirm the determinations.

First record of whiskered bats in the roost was recorded on 29<sup>th</sup> of April 2010. They occupied the roost until 9<sup>th</sup> of August 2010. The number of bats in May was relatively stable, between 40 to 50 animals. The highest number of bats was recorded during the morning hours of 25<sup>th</sup> of May, 59 individuals. There were on average 25 bats in the roost every day during June and two thirds of July. The number dropped to on average 5 bats in the roost till the remaining period of the season. We recorded first juvenile bat on 25<sup>th</sup> of June with the help of a borescope. The number of bats in the roost varied visibly especially throughout June and beginning of July. We suspect that they used several roost sites and were moving between them. During the full night counts the number of emerged bats in the evening did not match the number of returned bats in the morning, which probably indicates that they must use additional roosts. Before the parturition period all adult

females returned to the roost in the morning hours. After the birth of juveniles, the adult females were flying in and out of the roost throughout the entire night. A group of juvenile bats were observed, forming together a cluster on the spot where the adult females were seen before, between 28<sup>th</sup> of June and 2<sup>nd</sup> of July. They were preserving their body temperature (Tupinier and Aellen 2001). We observed the first flying juvenile on 19<sup>th</sup> of July. It was training its flight muscles by flying from one wooden plank to another, which was ca. 1 m apart.

The emerging time of the first bat averaged 18,8 ( $\pm$  6,2) minutes, median bat 28,0 ( $\pm$  10,6) minutes and the last bat 39,0 ( $\pm$  11,9) minutes after sunset. In comparison to the research done in Finland and Ireland (Nyholm 1965, Buckley 2005), our bats flew out relatively early in the evening. Bats used up on average 21,0 ( $\pm$  12,0) minutes for all of them to fly out. The time of emergence was in high positive correlation with the sunset time. High positive correlation was also found between time of first and median emergence and minimum and average temperature of the roost. Our conclusion was that bats flew out earlier at lower temperatures, which is also the conclusion of Frick et al. (2012). Slightly negative correlation was found between the first, median and last bat emergence time and the cloud cover. We did not confirm any correlation between emergence time and the precipitation. The bats flew out of the roost at the light intensity of 7,2 ( $\pm$  5,8) lux. Descriptive statistics showed slight decrease of the light intensity at emergence time as the roosting season progressed. We also calculated a slight correlation, but did not get conclusive results. We found a statistically significant difference between the median emergence time of pregnant females and median emergence time of independent juveniles. The pregnant females flew out of the roost on average 13,3 minutes earlier than juveniles later in the season.

First two out of four mistnettings were carried out before the parturition period (24.5., 7.6.2010). Tupinier and Aellen (2001) reported of a mixed group of whiskered and Brandt's bats in the roost. At St. Jošt church all of the bats belonged to the *Myotis mystacinus* species and were adult females, which we confirmed through checking morphological characteristics like it is described by Lučan et al. 2011. Males were not present, which confirms the findings of Nyholm (1965). During our third mistnetting (20. 7. 2010) we caught 16 bats and 11 of them were juveniles. The gender ratio between the juveniles was 1,75 : 1 in favour of females. In the last mistnetting (2. 8. 2010) we caught only two bats and both of them were juveniles, one male and the other female. More than half of the bats in the roost were juveniles, from the second part of July onwards, according to our mistnetting results. That means that most of the adult females left the roost earlier or right after the juveniles become independent and started to fly.

The temperature variation in the roost changed/varied between 8,8 °C and 40,3 °C. The values of relative humidity varied from 28,9% to 89,9%. The highest temperatures in the roost were in time of the parturition and lactation period. The extreme values in temperature and relative humidity were at the same time least different.

The temperature on the south side of the church, where the bats were, was statistically significantly higher than the temperature on the north side of the church. This assumingly occurred because of direct sunlight shining on the southern wall throughout the day. The

relative humidity was significantly lower on the south side than on the north. Temperature and relative humidity were also significantly different to those measured at the closest weather station in Stražišče (395 m a. s. l.). Microclimate conditions on the south side were closer to those measured at the weather station. A study from Hungary (Bihari 2004) revealed that bats preferred roosts facing towards west side and after the west side, and secondly the south side was preferred. The highest temperatures and the lowest humidity of the roost were recorded during the time of the birth period and the lactation time. For fast embryonic growth and milk production, the high temperatures are a necessity and this was also in accordance with our research (Racey et al. 1987, Speakman and Thomas 2003, Solick and Barclay 2006).

This study confirms that the whiskered bat is a generalist in the diet. Among the analysed droppings it was determined that the highest volume percentage belonged to the order of Diptera (35%), which were followed by the orders of Blattodea (16%), Coleoptera (13%), Aranea (12%), Trichoptera (11%), Lepidoptera (7%), Hemiptera (3%), Hymenoptera (2%) and Neuroptera (1%). In 93 analysed droppings we determined 29 different taxons. We also compared calculated volume percentage with the proportional frequency, which exposed some of the taxons that were recorded in higher numbers, but were presented with low volume percentage because of their smaller size (e. g. Aranea). High number of Aranea and diurnal Brahytera shows, that the whiskered bat food consists also of arthropods collected from the vegetation surfaces (Gregor and Bauerová 1987, Beck 1995). Our observations are similar to those of Jones and Rydell (1994), Beck (1995) and Pithartová (2007). Norberg and Rayner (1987) classified whiskered bat on the basis of its echomorphology as slow hawking bats. It is a group of agile bats that fly near and among vegetation and can feed on resting or nonflying insects or other arthropods.

The roost of the observed whiskered bat colony was destroyed in August 2012 because of the copper covering of the roof that was stolen. The covering was soon replaced with aluminium. We will have to observe the roost in the years to come, to determine if the disturbance was too severe and the bats deserted the roost for good. It is also a call for us to follow up with the monitoring of the church.



## 7 VIRI

- Agencija Republike Slovenije za okolje, Državna meteorološka služba. Vremenski podatki  
<http://meteo.arso.gov.si/met/sl/app/webmet/#webmet>  
=vUHcs9WYkN3LtVGdl92LhBHcvcXZi1WZ09Cc1p2cvAncvd2LyVWYs12L3VWY  
0hWZy9SaulGdugXbsx3cs9mdl5WahxHf; (13. avg. 2012)
- Ahlen I. 1990. Identification of bats in flight. Stockholm, Swedish Society for Conservation Nature: 50 str.
- Ahlen I. 2010. Nymffladdermus *Myotis alcathoe* – en nyupptäckt art i Sverige. Fauna og Flora 105, 4: 8-15
- Amaterska vremenska postaja – Stražišče pri Kranju. <http://strazisce.zevs.si/> (15. dec. 2012)
- Andreas M. 2002. Feeding ecology of the Central European bat community. V: ANONYMUS (ur.): *IXth European Bat Research Symposium. 26–30 August 2002 – University of Le Havre. Abstracts*. University of Le Havre, Le Havre: 59 str.
- Anthony E. L. P., 1990. Age Determination in Bats. In Kunz, T. H. (ur.): *Ecological and behavioral methods for the study of bats*. Washington D. C., London, Smithsonian Institution Press: 47-58
- Aupič N. 2004. Prehrana velikega podkovnjaka (*Rhinolophus ferrumequinum* Schreber, 1774) in sezonska dinamika poletne kolonije v cerkvi sv. Duh v Črnomlju. Diplomsko delo. Univerzitetni študij. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo: 52 str.
- Barclay R. M. R. 2012. Variable variation: annual and seasonal changes in offspring sex ratio in a bat. PLoS ONE 7, 5: e36344. doi:10.1371/journal.pone.0036344
- Bashta A., Piskorski M., Mysłajek W. R., Tereba A., Kurek K., Sachanowicz K. 2011. *Myotis alcathoe* in Poland and Ukraine: new data on its status and habitat in Central Europe. Folia Zoologica, 60, 1: 1-4
- Beck A. 1995. Fecal Analyses of European Bat Species. *Myotis*, 32-33: 109-119
- Berge L. 2007. Resource partitioning between the cryptic species Brant's bat (*Myotis brandtii*) and the whiskered bat (*M. mystacinus*) in the UK. PhD thesis, University of Bristol: 161 str.
- Benda P., Tsytsulina A. K. 2000. Taxonomic revision of *Myotis mystacinus* group (Mammalia: Chiroptera) in the western Palearctic. Acta Societatis Zoologicae Bohemicae, 64: 331-398

- Baagøe J. H. 1973. Taxonomy of two sibling species of bats in Scandinavia, *Myotis mystacinus* and *Myotis brandti* (Chiroptera). Videnskabelige Meddelelser Dansk Naturhistorisk Forening, 136: 191-216
- Baagøe J. H. 2001. Danish bats (Mammalia: Chiroptera): Atlas and analysis of distribution, occurrence and abundance. Copenhagen, Denmark. Steenstrupia, 26, 1: 1-117
- Bihari Z. 2004. The roost preference of *Nyctalus noctula* (Chiroptera, Vespertilionidae) in summer and the ecological background of their urbanization. Mammalia, 68, 4: 329-336
- Boston S. M. E., Hanrahan N., Puechmaille J. S., Ruedi M., Buckley J. D., Lundy G. M., Scott D. D., Prodöhl A. P., Montgomery I. W., Teeling C. E. 2011. A rapid PCR-based assay for identification of cryptic *Myotis* spp. (*M. mystacinus*, *M. brandtii* and *M. alcathoe*). Conservation Genetics Resources, 3: 557-563
- Bouchard, R.W., Jr. 2004. Guide to aquatic macroinvertebrates of the Upper Midwest. Water Resources Center, University of Minnesota, St. Paul, MN: 208 str.
- Buckley D. 2005. Emergence behaviour and habitat preferences of the whiskered bat (*Myotis mystacinus*) in a lowland agricultural landscape in south western Ireland. BSc thesis. University College Cork, Department of Zoology, Ecology and Plant Science: 10 str.
- Buckley D., Lundy G. M., Boston S. M. E., Scott D. D., Gager Y., Prodöhl P., Mernell F., Montgomery W. I., Teeling C. E. 2012. The spatial ecology of whiskered bat (*Myotis mystacinus*) at the western extreme of its range provides evidence of regional adaptation. Mammalian Biology, <http://dx.doi.org/10.1016/j.mambio.2012.06.007> (7. jun. 2013)
- Bellmann H. 2009. Naše in srednjeevropske žuželke. Kranj, Založba narava: 446 str.
- Camaclang E. A., Hollis L., Barclay R. M. R. 2005. Variation in body temperature and isolation calls of juvenile big brown bats, *Eptesicus fuscus*. Animal Behaviour, 2006, 71: 657-662
- Chan Y. H. 2003. Biostatistics 104: Correlation analysis. Basic Statistics for Doctors. Singapore Medical Journal, 44, 12: 614-619
- Chinery M. 2012. Insects of Britain and Western Europe. London, Bloomsbury Publishing: 320 str.
- Dietz C., von Helversen O., Nill D. 2009. Bats of Britain, Europe & Northwest Africa. London, A & C Black Publishers: 400 str.
- Dopis Okrožnega Državnega tožilstva v Kranju. Zadeva: Sum kaznivega dejanja. 2012. Številka Ktr 550/12-2-IK/AV/ss. Datum: 10. 12. 2012.

- Dopis SDPVN. Zadeva: Uničenje zatočišča brkatih netopirjev na cerkvi sv. Jošta nad Kranjem in poziv k ukrepanju. 2012. Datum: 13. 7. 2012.
- Duvergé P. L., Jones G., Rydell J., Ransome R. D. 2000: Functional significance of emergence timing in bats. *Ecography* 23: 32-44
- Emden H. 2008. Statistics for terrified biologists. Blackwell publishing: 342 str.
- Entwistle A.C., Racey P.A., Speakman J.R. 1997. Roost selection by the brown long-eared bat *Plecotus auritus*. *Journal of Applied Ecology*, 34: 399-408
- Fay S. D., Gerow K. 2013. A biologist's guide to statistical thinking and analysis. WormBook, ed. The C. Elegans Research Community, WormBook, doi/10.1895/wormbook.1.159.1, <http://www.wormbook.org>. (9. jul. 2013)
- Funakoshi K., Takeda Y. 1998. Food habits of sympatric insectivorous bats in southern Kyushu, Japan. *Mammal Study*, 23: 49-62
- Fuszara E., Kowalski M., Lesinski G., Paweł Cygan J. 1996. Hibernation of bats in underground shelters of central and northeastern Poland. *Bonner zoologische Beiträge*, 46, 1-4: 349-358
- Frick F. W., Stepanian M. P., Kelly F. J., Howard W. K., Kuster M. C., Kunz H. T., Chilson B. C. 2012. Climate and weather impact timing of emergence of bats. *PloS ONE* 7, 8: e42737. doi:10.1371/journal.pone.0042737
- Gerell R. 1999. *Myotis mystacinus* (Kuhl, 1817). V: The atlas of european mammals. Mitchell-Jones A. J., Amori G., Bogdanowicz W., Kryštufek B., Reijnders P. H. J., Spitzenberger F., Stubbe M., Thissen J. B. M., Vohralik V. & Zima J (ur.). London, T & AD Poyser za Societas Europaea Mammalogica: 116-117
- Gjerde L., Storstad Å. 2009. Vurderinger for flytting av bygning med koloni av skjeggflaggermus i Leksvik kommune, Nord-Trøndelag. NIFF - Nordisk Informasjonssenter for Flaggermus. NIFF Oppdagsrapport, 13: 1-8
- Gjerde L., Storstad Å. 2010. Skadevurdering av hogst rundt verdens nordligste kjente koloni av skjeggflaggermus i Leksvik kommune, Nord-Trøndelag. NIFF - Nordisk Informasjonssenter for Flaggermus. NIFF Oppdagsrapport, 14: 1-15
- Gregor F., Bauerová Z. 1987. The role of Diptera in the diet of natterer's bat. *Myotis nattereri*. *Folia Zoologica*, 36, 1: 13-19
- Grol P. F. E. B., Voûte M. A. 2010. Hibernating bats in the Schenkegroeve, an artificial limestone cave in south Limburg, the Netherlands. *Lutra*, 53, 1: 29-46
- Haarsma A. J. 2008. Manual for assessment of reproductive status, age, and health in European Vespertilionid bats. Hillegom, Electronic publication. Version 1: 62 str.

- Hauke J., Kossowski T. 2011. Comparison of values of Pearson's and Spearman's correlation coefficients on the same sets of data. *Bogucki Wydawnictwo Naukowe Poznań. Quaestiones Geographicae* 30, 2: 87–93
- Helversen O., Heller K.-G., Mayer F., Nemeth A., Volleth M., Gombokötö P. 2001. Cryptic mammalian species: a new species of whiskered bat (*Myotis alcathoe* n. sp.) in Europe. *Naturwissenschaften*, 88: 217-223
- Hollis L. 2004. Thermoregulation by big brown bats (*Eptesicus fuscus*): ontogeny, proximate mechanisms, and dietary influences. PhD. Thesis, University of Calgary, Calgary, Alta. 193 str.
- Hübner G. 2004. Zwischen heiss und kühl: Temperaturdynamik in Wochenstubenquartieren der Kleinen Bartfledermaus (*Myotis mystacinus*). *Nyctalus* 9, 4: 396-404
- Hutson, A.M., Aulagnier, S., Nagy, Z., Karataş, A., Palmeirim, J. & Paunović, M. 2008 (a). *Myotis alcathoe*. V: IUCN 2012. IUCN Red list of threatened species. Različica 2012.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)> ( 16. nov. 2012)
- Hutson, A.M., Spitzenberger, F., Aulagnier, S. & Coroiu, I. 2008 (b). *Myotis mystacinus*. V: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Različica 2012.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)> (12. nov. 2012)
- Jére C., Dóczy A. 2007. Prima semnalare a speciei de lilic *Myotis alcathoe* Helversen et Heller , 2001 (Chiroptera, Vespertilionidae) din România. *Acta Siculica*: 179-183
- Jones G., Rydell J. 1994. Foraging strategy and predation risk as factors influencing emergence time in echolocating bats. London, The Royal Society. *Philosophical Transactions: Biological Sciences*, 346, 1318: 445-455
- Jones K., Altringham J. D., Deaton R. 1996. Distribution and population densities of seven species of bat in northern England. *Journal of Zoology*, London, 240: 788-798
- Koselj K. 2002. Prehrana in ekologija južnega podkovnjaka (*Rhinolophus euryale* Blasius, 1853; Mammalia: Chiroptera) v jugovzhodni Sloveniji. Diplomsko delo. Univerzitetni študij. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo: 126 str.
- Koselj K. 2009. Brkati netopir – *Myotis mystacinus* (Kuhl, 1817). V: Atlas netopirjev (Chiroptera) Slovenije, Atlas of bats (Chiroptera) of Slovenia. Presetnik P., Koselj K., Zagmajster M. (ur.). Miklavž na Dravskem polju, Center za kartografijo favne in flore: 72-73

- Koselj K., Hudoklin A. 2009. Brandtov netopir – *Myotis brandtii* (Eversmann, 1845). V: Atlas netopirjev (Chiroptera) Slovenije, Atlas of bats (Chiroptera) of Slovenia. Presetnik P., Koselj K., Zagamajster M. (ur.). Miklavž na Dravskem polju, Center za kartografijo favne in flore: 74-75
- Kryštufek B. 1991. Sesalci Slovenije. Ljubljana, Prirodoslovni muzej Slovenije: 59-109
- Kryštufek B., Presetnik P., Šalamun A. 2003. Strokovne osnove za vzpostavljanje omrežja Natura 2000: Netopirji (Chiroptera) (končno poročilo). Naročnik: Ministrstvo za okolje, prostor in energijo, ARSO, Ljubljana. Prirodoslovni muzej Slovenije, Ljubljana. 322 str., digitalne priloge.
- Kunz H. T., Whitaker O. J. (Jr.). 1982. An Evaluation of fecal analysis for determining food habits of insectivorous bats. Canadian Journal of Zoology, 61: 1317-1321
- Lausen L. C., Barclay R. M. R. 2003. Thermoregulation and roost selection by reproductive female big brown bats (*Eptesicus fuscus*) roosting in rock crevices. Journal of Zoology, London, 260: 235-244 str.
- Lourenço I. S., Palmeirim M. J. 2003. Influence of temperature in roost selection by *Pipistrellus pygmaeus* (Chiroptera): relevance for the design of bat boxes. Biological conservation, 119: 237-243
- Lučan K. R., Benda P., Reiter A., Zima J. (Jr.) 2011. Reliability of field determination in three cryptic whiskered bats (*Myotis alcathoe*, *M. mystacinus*, *M. brandtii*) and basic biometric characters: evidence from the Czech Republic. Vespertillio, 15: 55-62
- Masing M., Lutsar L. 2007. Hibernation temperatures in seven species of sedentary bats (Chiroptera) in northeastern Europe. Acta Zoologica Lituanica, 7, 1: 47-56
- Mayer F., von Helversen O. 2001. Cryptic diversity in European bats. Proceedings of Royal Society London B, 268: 825-1832
- McAney C., Shiel C., Sullivan C. & Fairley J. 1997. Identification of arthropod fragments in bat droppings. Occasional Publication No. 17. London, The Mammal Society: 56 str.
- McGavin C. G. 2000. Insects, spiders and other terrestrial arthropods. London, Dorling Kindersley Limited: 256 str.
- Norberg U. M., Rayner M. V. 1987. Ecological morphology and flight in bats (Mammalia; Chiroptera): Wing adaptations, flight performance, foraging strategy and echolocation. London, Philosophical Transactions of Royal Society B, 316: 335-427
- Nyholm S. E. 1965. Zur Ökologie von *Myotis mystacinus* (Leisl.) und *M. daubentoni* (Leisl.) (Chiroptera). Annales Zoologici Fennici, 2 : 77-123

- Obrist K. M., Boesch R., Flückiger F. P. 2004. Variability in echolocation call design of 26 Swiss bat species: consequences, limits and options for automated field identification with a synergetic pattern recognition approach. *Mammalia* 68, 4: 307-322
- Oosterbroek P. 2006. The European Families of the Diptera. Identification, diagnosis, biology. Utrecht, KNNV Publishing: 1-205
- Pravilnik o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam, Stran 8893. Uradni list RS, št. 82/2002 z dne 24. 9. 2002  
<http://www.uradni-list.si/1/content?id=38615> (6. nov. 2013)
- Perko D. 2001. Cerkljansko, Škofjeloško, Polhograjsko in Rovtarsko hribovje. V: Slovenija – pokrajine in ljudje. 3. Izdaja. Perko D., Orožen Adamič M. (ur.). Ljubljana, Mladinska knjiga in Geografski inštitut ZRC SAZU: 72-81
- Petrinjak A. 2005. Abiotski dejavniki in stalnost kolonije malega podkovnjaka (*Rhinolophus hipposideros*) na prezimovališču v Marijinem breznu pri Škofji Loki. Diplomsko delo. Univerzitetni študij. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo: 90 str.
- Petrinjak A. 2007. Prva najdba porodniške gručice brkatega netopirja v Sloveniji. Glej, netopir! 4, 1: 34
- Pithartová T. 2007. Potravní ekologie syntopických populací čtyř druhů netopýrů (*Myotis daubentonii*, *Myotis mystacinus*, *Pipistrellus nathusii* a *Pipistrellus pygmaeus*): struktura potravy a její sezónní dynamika. *Vespertilio* 11: 119-165
- Presetnik P. 2002. Prehrana in biologija dolgokrilega netopirja (*Miniopterus schreibersii* Kuhl, 1817) na gradu Grad na Goričkem (SV Slovenija). Diplomsko delo. Univerzitetni študij. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo: 56 str.
- Presetnik, P., M. Podgorelec, V. Grobelnik, A. Šalamun 2007. Monitoring populacij izbranih ciljnih vrst netopirjev (Zaključno poročilo). Naročnik: Ministrstvo za okolje in prostor, Ljubljana. Miklavž na Dravskem polju, Center za kartografijo favne in flore: 251 str.
- Presetnik P., Koselj K., Zagmajster M. (ur.) 2009. Atlas netopirjev (Chiroptera) Slovenije, Atlas of bats (Chiroptera) of Slovenia. Atlas faunae et florae Sloveniae 2. Miklavž na Dravskem polju, Center za kartografijo favne in flore: 152 str.
- Presetnik P. 2012. Opis prvih najdb nimfnega netopirja (*Myotis alcathoe*) v Sloveniji. *Natura Sloveniae*. 14, 1: 5-13

- Presetnik, P., Knapič T., Podgorelec M., Šalamun A. 2012. Monitoring populacij izbranih ciljnih vrst netopirjev 2012 (Končno poročilo). Naročnik: Ministrstvo za kmetijstvo in okolje, Ljubljana. Center za kartografijo favne in flore, Miklavž na Dravskem polju. 261 str.; digitalne priloge.
- Racey A. P., Speakman R. J., Swift M. S. 1987. Reproductive adaptations of heterothermic bats at the northern borders of their distribution. *South African Journal of Science*, 83: 635-638
- Reichard D. J., Gonzales E. L., Casey M. C., Allen C. L., Hristov I. N., Kunz H. T. 2009. Evening emergence behavior and seasonal dynamics in large colonies of brazilian free-tailed bats. *Journal of Mammalogy*. 90, 6: 1478-1486
- Reiter G., Zahn A. 2006. Bat Roosts in the Alpine Area: Guidelines for the renovation of buildings. INTERREG IIIB Project Habitat Network: 1-131
- Reiter G., Hüttmeir U., Kreiner K., Smole-Weiner K., Jerabek M. 2008. Emergence behaviour of lesser horseshoe bats (*Rhinolophus hipposideros*): Intracolony variation in time and space (Carinthia and Salzburg, Austria). *Berichte des naturwissenschaftlichen-medizinischen Verein Innsbruck*. 95: 81-93
- Resh V. H., Carde T. R. (ur.). 2003. Encyclopedia of insects. USA, Elsevier Science: 1-1266.
- Rindle U., Zahn A. 1997. Untersuchungen zum Nahrungsspektrum der Kleinen Bartfledermaus (*Myotis mystacinus*). *Nyctalus* (N. F.). 6: 304-308
- Rumsey D. 2007. Intermediate statistics for dummies. Indiana, Wiley Publishing, Inc: 177-180
- Russ J. 1999. The bats of Britain and Ireland. Echolocation calls, sound analysis and species identification. Shroshire, Alana Books, Alana Ecology Ltd.: 53-54
- Russo D., Jones G. 2002. Identification of twenty-two bat species (Mammalia: Chiroptera) from Italy by analysis of time-expanded recordings of echolocation calls. *London, Journal of zoology*, 258: 91-103
- Rydell J. 1993. Variation in foraging activity of an aerial insectivorous bat during reproduction. *Journal of Mammalogy*, 74, 2: 503-509
- Rydell J., Entwistle A., Racey A. P. 1996. Timing of foraging flights of three species of bats in relation to insect activity and predation risk. *Oikos*, 76: 243-252
- Scaravelli D., Aloise G., Bertozzi M., Garofalo G., Cagnin M. 2004. Il vespertilio mustacchino *Myotis mystacinus* (Kuhl, 1817) (Chiroptera, Vespertilionidae) nuova specie per la Calabria. *Hystrix- Italian Journal of Mammalogy* (n.s.), 15, 1: 77-80



- Schober W., Grimmberger E. 1997. The bats of Europe and North America. London, The Hamlyn Publishing Group Limited: 239 str.
- Simmons B. N., Wetterer L. A. 2010. Estimating diversity: How many bat species are there? 15<sup>th</sup> IBRC – the Conference Manual: Programme, abstracts, list of participants, Volume of abstracts of the 15<sup>th</sup> International Bat Research Conference held in Prague, 23 – 27 August 2010, 380 str.
- Solick I. D., Barclay M. R. R. 2006. Thermoregulation and roosting behaviour of reproductive and nonreproductive female western long-eared bats (*Myotis evotis*) in the Rocky Mountains of Alberta. Canadian Journal of Zoology, 84: 589-599
- Speakman R. J., Thomas W. D. 2003. Physiological ecology and energetics of bats. V: Bat Ecology. Kunz H. T., Fenton Brock M. (ur.) Chicago and London, The University of Chicago Press: 430-490
- Spectral Calc–High-resolution spectral modeling. 2012.  
[http://www.spectralcalc.com/solar\\_calculator/solar\\_position.php](http://www.spectralcalc.com/solar_calculator/solar_position.php) (15. dec. 2012)
- Spellerberg F. I., Fedor J. P. 2003. A tribute to Claude Shannon (1916-2001) and a plea for more rigorous use of species richness, species diversity and the 'Shannon-Wiener' indeks. Global Ecology & Biogeography, 12: 177-179
- Spitzenberger F., Pavlinić I., Podnar M. 2008. On the occurrence of *Myotis alcathoe* von Helversen and Heller, 2001 in Austria. Hystrix- Italian Journal of Mammalogy (n.s.), 19, 1: 3-12
- Šemrl M., Presetnik P., Gregorc T. 2012. First proper »after construction« monitoring in Slovenia immediately reveals bats (Chiroptera) as highway traffic casualties. V: 2012 IENE International Conference. Safeguarding Ecological Functions Across Transport Infrastructure, October 21 – 24, 2012; Berlin-Potsdam, Germany. Berlin, Germany, Swedish Biodiversity Centre, P57: 217
- Šubic S. 2012. »Zbiralci« bakra odkrili cerkev. Gorenjski glas, 3. 7. 2012.
- Taake K. H. 1992. Strategien der Ressourcennutzung an Waldgewässern jagender Fledermäuse (Chiroptera: Vespertilionidae). Myotis, 30: 7-74
- Tarman K. 1992. Osnove ekologije in ekologija živali. Ljubljana, Državna založba Slovenije: 547 str.
- Tupinier Y., Aellen V. 2001. *Myotis mystacinus* (Kuhl, 1817) – Kleine Bartfledermaus (Bartfledermaus). V: Handbuch der Säugetiere Europas. Band 4: Fledertiere. Teil I: Chiroptera I. Krapp F. Germany, AULA: 321-344
- Uredba o zavarovanih prosto živečih živalskih vrstah, Ur. l. RS, št. 46/2004.  
[http://zakonodaja.gov.si/rpsi/r06/predpis\\_URED2386.html](http://zakonodaja.gov.si/rpsi/r06/predpis_URED2386.html) (6. nov. 2013)

- Valastá T. 2012. Úkrytová ekologie tří kryptických druhů netopýrů: netopýra alcaethoe (*Myotis alcathoe*), netopýra Brandtova (*Myotis brandtii*) a netopýra vousatého (*Myotis mystacinus*). Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích Přírodovědecká fakulta, Magisterská Diplomová Práce: 1-46.
- Valič Zupan A., Javornik J. 2007. Sv. Jošt nad Kranjem, gora romarjev. 2. Dopolnjena izdaja. Javornik J. (ur.). Radovljica, Tiskarna knjigoveznica Radovljica: 32 str.
- Whitaker J. O. Jr. 1988. Food habits of insectivorous bats. V: Ecological and behavioral methods for the study of bats. Kunz T.H. (ur.). Washington D.C., London, Smithsonian Institution Press: 171-189 str.
- Ya-Fu L., Ling-Ling L. 2005. Food habits of Japanese pipistrelles *Pipistrellus abramus* (Chiroptera: Vespertilionidae) in Northern Taiwan. Zoological Studies 44, 1: 95-101
- Zakon o ratifikaciji Sporazuma o varstvu netopirjev v Evropi /MVNE/ Ur. l. RS-MP, št. 22/2003.  
[http://zakonodaja.gov.si/rpsi/r00/predpis\\_ZAKO3750.html](http://zakonodaja.gov.si/rpsi/r00/predpis_ZAKO3750.html) (6. nov. 2013)
- Zakon o ratifikaciji Konvencije o varstvu prosto živečega evropskega rastlinstva in živalstva ter njunih naravnih življenjskih prostorov /MKVERZ/, Ur. l. RS-MP, št. 17/1999  
[http://zakonodaja.gov.si/rpsi/r05/predpis\\_ZAKO2105.html](http://zakonodaja.gov.si/rpsi/r05/predpis_ZAKO2105.html) (6. nov. 2013)
- Zakon o ratifikaciji Konvencije o varstvu selitvenih vrst prosto živečih živali /MKVSPVZ/ Ur. l. RS-MP, št. 18/1998.  
[http://zakonodaja.gov.si/rpsi/r02/predpis\\_ZAKO572.html](http://zakonodaja.gov.si/rpsi/r02/predpis_ZAKO572.html) (6. nov. 2013)

## **ZAHVALA**

Velika zahvala gre staršema za požrtvovalno pomoč pri terenskem delu, finančno podporo in potrpljenje.

Diplomskega dela ne bi mogla izvesti brez pomoči mojega neuradnega mentorja, Primoža Presetnika (Center za kartografijo favne in flore), ki mi je pomagal že pri sami zastavitvi diplomske naloge, me uvedel v analizo iztrebkov, pomagal pri zbiranju literature, mi posodil merilce vlage in temperature, me spremljal na terenu in izboljšal ta rokopis.

Posebna zahvala gre ključarju Jožetu Gartnarju za posojlo cerkvenih ključev, redno spremljanje in pomoč pri terenskem delu.

Hvala Primožu Komacu iz vremenskega društva ZEVS za posredovane podatke o temperaturi in vlagi za leti 2010 in 2011 iz amaterske vremenske postaje v Stražišču pri Kranju.

Pri terenskem delu so sodelovali Alenka Petrinjak, Monika Podgorelec, Primož Presetnik, Tea Knapič, Simon Zidar, Veronika Ramovš, Špela Novak, Diana Marguč, Teo Delič, Mateja Konc, Blaž Tomc-Zidar, Melina Burnič, Matic Kisovec, Jasna Lojk, Miha Blatnik, Aleš Jagrič, Lara Kastelic, Sava Osole, Barbara Vencelj, Janez Vencelj, Brunja Vencelj, Matej Vranič, Zdenka Likozar, Jožef Likozar, Jaka Kregar, Jože Gartnar.

Pri določevanju delcev členonožcev so mi svetovali in pomagali Andrej Kapla, Gregor Bračko, Tomi Trilar, Ignac Sivec, Gorazd Urbanič, Miloš Andrea, Klemen Koselj, Primož Presetnik, Klemen Čandek in Dejan Galjot.

Hvala dr. Maji Zgmajster in prof. dr. Petru Trontlju za komentarje, izboljšanje in pregled rokopisa.

Hvala Leifu Gjerde (Nordic Chiroptera Information Center) za razpravo o diplomskem delu.

Hvala Slovenskemu društvu za proučevanje in varstvo netopirjev (SDPVN) za posojlo opreme za lov, opazovanje in merjenje netopirjev ter pomoč na terenu.

Hvala društvu Temno nebo Slovenije za posojlo merilca svetlobe.

Leif Gjerde in dr. Radek Lučan sta prispevala fotografije.

Hvala vsem, ki ste mi kakorkoli pomagali.

## PRILOGE

### PRILOGA A

Popisni list, ki smo ga uporabljali ob vsakem opazovanju aktivnosti pred zatočiščem.

Popisni list

#### **Sv. Jošt nad Kranjem**

GPS koordinate

Lat.: 46,2429

Lon.: 14,3035

Time zone: +1

Datum: \_\_\_\_\_ Čas od: \_\_\_\_\_ do: \_\_\_\_\_

Popisovalec/-ci: \_\_\_\_\_

Makrovremenski pojavi: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Mikrovremenski pojavi:

Južna stran:

|                                  | Izletavanje | Vračanje |
|----------------------------------|-------------|----------|
| Čas prvega opaženega netopirja   |             |          |
| Temperatura                      |             |          |
| Vlaga                            |             |          |
| Pritisk                          |             |          |
| Osvetljenost                     |             |          |
| Azimut                           |             |          |
| Št. netopirjev                   |             |          |
| Čas zadnjega opaženega netopirja |             |          |
| Celotni čas aktivnosti           |             |          |

[illegible]

|     |  |     |  |
|-----|--|-----|--|
| 1.  |  | 1.  |  |
| 2.  |  | 2.  |  |
| 3.  |  | 3.  |  |
| 4.  |  | 4.  |  |
| 5.  |  | 5.  |  |
| 6.  |  | 6.  |  |
| 8.  |  | 8.  |  |
| 9.  |  | 9.  |  |
| 10. |  | 10. |  |
| 11. |  | 11. |  |
| 12. |  | 12. |  |
| 13. |  | 13. |  |
| 14. |  | 14. |  |
| 15. |  | 15. |  |
| 16. |  | 16. |  |
| 17. |  | 17. |  |
| 18. |  | 18. |  |
| 19. |  | 19. |  |
| 20. |  | 20. |  |
| 21. |  | 21. |  |
| 22. |  | 22. |  |
| 23. |  | 23. |  |
| 24. |  | 24. |  |
| 25. |  | 25. |  |
| 26. |  | 26. |  |
| 27. |  | 27. |  |
| 28. |  | 28. |  |
| 29. |  | 29. |  |
| 30. |  | 30. |  |
| 31. |  | 31. |  |
| 32. |  | 32. |  |
| 33. |  | 33. |  |
| 34. |  | 34. |  |
| 35. |  | 35. |  |
| 36. |  | 36. |  |
| 37. |  | 37. |  |
| 38. |  | 38. |  |
| 39. |  | 39. |  |
| 40. |  | 40. |  |
| 41. |  | 41. |  |
| 42. |  | 42. |  |
| 43. |  | 43. |  |
| 44. |  | 44. |  |
| 45. |  | 45. |  |
| 46. |  | 46. |  |
| 47. |  | 47. |  |
| 48. |  | 48. |  |
| 49. |  | 49. |  |
| 50. |  | 50. |  |
| 51. |  | 51. |  |
| 52. |  | 52. |  |
| 53. |  | 53. |  |
| 54. |  | 54. |  |
| 55. |  | 55. |  |

## PRILOGA B

Podane so meritve in opazovanja iz štirih izvedenih lovov z najlonskimi mrežami med raziskavo porodniške skupine netopirjev na sv. Joštu. Vsi ujeti in izmerjeni osebki podani v tabelah pripadajo vrsti brkatega netopirja.

**Preglednica 16** Zbrani podatki s štirih lovov.

(Spolna zrelost: »/« - ni čutiti zarodka; »+« začetne faze brejosti, »++« nadaljna faza brejosti, »že došla« - došla vsaj že v lanskem letu, zobovje: »bp« - brez pripomb.

| Št. | Datum     | Spol | Starost | Spolna zrelost         | AB (mm) | M (g) | Obraba zobovja | Paraziti            | Opombe             |
|-----|-----------|------|---------|------------------------|---------|-------|----------------|---------------------|--------------------|
| 1   | 24.5.2010 | Ž    | AD      | breja<br>(že došla)    | 33,8    | 5,5   | bp             | pršica              |                    |
| 2   |           | Ž    | AD      | breja +<br>(že došla)  | 33,6    | 4,5   | bp             | bolha               |                    |
| 3   |           | Ž    | AD      | breja ++<br>(že došla) | 33      | 5     | bp             | bolha               |                    |
| 4   |           | Ž    | AD      | že došla               | 35,8    | 5,5   | bp             | /                   |                    |
| 5   |           | Ž    | AD      | breja+<br>(že došla)   | 34,4    | 4,5   | bp             | pršice              |                    |
| 6   |           | Ž    | AD      | breja+<br>(že došla)   | 34,3    | 5,5   | bp             | /                   |                    |
| 7   |           | Ž    | AD      | breja+<br>(že došla)   | 34,8    | 4,5   | bp             | bolha               |                    |
| 8   |           | Ž    | AD      | breja+?<br>(že došla)  | 35,3    | 4,5   | bp             | /                   |                    |
| 9   |           | Ž    | AD      | breja+<br>(že došla)   | 35,3    | 5,5   | bp             | pršica              |                    |
| 10  |           | Ž    | AD      | že došla               | 34,1    | 4,5   | bp             | bolha               | desni uhelj manjka |
| 11  |           | Ž    | AD      | breja+                 | 32,3    | 5     | bp             | pršica              |                    |
| 12  |           | Ž    | AD      | breja+<br>(že došla)   | 32,4    | 4,5   | bp             | bolhe(7),<br>pršica |                    |
| 13  |           | Ž    | AD      | breja+<br>(že došla)   | 34,5    | 4,5   | bp             | pršica              |                    |
| 14  |           | Ž    | AD      | breja+<br>(že došla)   | 35,5    | /     | bp             | bolha               |                    |
| 15  |           | Ž    | AD      | breja++<br>(že došla)  | 32,9    | 5     | bp             | pršice(2)           |                    |
| 16  |           | Ž    | AD      | breja+<br>(že došla)   | 34,6    | 4,5   | bp             | pršica,<br>bolha    |                    |
| 17  |           | Ž    | AD      | breja+<br>(že došla)   | 35      | 5     | bp             | pršice(2)           |                    |
| 18  |           | Ž    | AD      | breja+<br>(že došla)   | 34,8    | 5,5   | bp             | /                   |                    |
| 19  |           | Ž    | AD      | breja++<br>(že došla)  | 32,9    | 4,5   | bp             | bolhe (2)           |                    |
| 20  |           | Ž    | AD      | nuliparna              | 34,3    | 4,5   | bp             | /                   |                    |
| 21  |           | Ž    | AD      | breja+<br>(že došla)   | 34,9    | 4,5   | bp             | pršice (4)          |                    |
| 22  |           | Ž    | AD      | breja++<br>(že došla)  | 34,1    | 4,5   | bp             | bolha               |                    |
| 23  |           | Ž    | AD      | breja++<br>(že došla)  | 33,9    | 5     | bp             | pršica              |                    |

Se nadaljuje

## Nadaljevanje

### Preglednica 17 Zbrani podatki s štirih lovov.

(Spolna zrelost: »/« - ni čutiti zarodka; »+« začetne faze brejosti, »++«nadaljna faza brejosti, »že dojila« - dojila vsaj že v lanskem letu, zobovje: »bp« - brez pripomb.

| Št. | Datum     | Spol | Starost | Spolna zrelost           | AB (mm) | M (g) | Obraba zobovja                      | Paraziti         | Opombe                                                       |
|-----|-----------|------|---------|--------------------------|---------|-------|-------------------------------------|------------------|--------------------------------------------------------------|
| 24  |           | Ž    | AD      | breja++<br>(že dojila)   | 35,1    | 4,5   | bp                                  | /                |                                                              |
| 25  |           | Ž    | AD      | breja++<br>(že dojila)   | 33,3    | 4,5   | bp                                  | bolha            |                                                              |
| 26  |           | Ž    | AD      | breja+<br>(že dojila)    | 34,7    | 5     | bp                                  | pršice (5)       |                                                              |
| 27  |           | Ž    | AD      | breja+<br>(že dojila)    | 34,6    | 5     | bp                                  | bolha            | SLO1A0151<br>(moder)<br>luknja v levi<br>prhuti med 3. in 4. |
| 28  |           | Ž    | AD      | breja+<br>(že dojila)    | 33,4    | 5     | bp                                  | bolha            | Prstom,<br>SLO1A0152<br>(rdeč)                               |
| 29  |           | Ž    | AD      | /                        | 35,9    | 5,5   | bp                                  | pršice (3)       | SLO1A0153<br>(zelen)<br>luknja v prhuti<br>med 3. in 4.      |
| 30  |           | Ž    | AD      | breja++<br>(že dojila)   | 35,1    | 5,5   | bp                                  | /                | Prstom,<br>SLO1A0154<br>(roza)                               |
| 31  |           | Ž    | AD      | breja++<br>(že dojila)   | 34,8    | 5,5   | bp                                  | pršica           | SLO1A0155<br>(oranžen)                                       |
| 32  |           | Ž    | AD      | že dojila                | 34,8    | 5     | desni<br>zgornji<br>kanin<br>manjka | pršice (4)       |                                                              |
| 33  |           | Ž    | AD      | breja+<br>(že dojila)    | 34,9    | 5,5   | bp                                  | pršice (3)       | SLO1A0156<br>(srebrn)                                        |
| 34  | 7.6.2010  | Ž    | AD      | breja+++<br>(že dojila)  | 33,7    | 5,5   | bp                                  | /                | vrh desnega ušesa<br>manjka                                  |
| 35  |           | Ž    | AD      | nuliparna (+),<br>breja? | 33,9    | 5     | bp                                  | bolha            |                                                              |
| 36  |           | Ž    | AD      | Breja<br>(dojila?)       | 34,4    | 6     | bp                                  | pršice           |                                                              |
| 37  |           | Ž    | AD      | breja++<br>(že dojila)   | 34,8    | 6     | bp                                  | bolha,2          |                                                              |
| 38  |           | Ž    | AD      | nuliparna<br>(že dojila) | 33,8    | 5     | bp                                  | /                |                                                              |
| 39  |           | Ž    | AD      | nuliparna                | 33,4    | 5,5   | bp                                  | bolha            |                                                              |
| 40  |           | Ž    | AD      | breja++<br>(že dojila)   | 34,8    | 5,5   | bp                                  | bolha,<br>pršice | SLO1A0154<br>(roza)                                          |
| 41  |           | Ž    | AD      | breja++<br>(že dojila)   | 34,5    | 5,5   | bp                                  | pršica           |                                                              |
| 42  |           | Ž    | AD      | breja++<br>(že dojila)   | 33,6    | 6     | bp                                  | pršica           |                                                              |
| 43  |           | Ž    | AD      | breja++ (že<br>dojila)   | 34,7    | 5,5   | bp                                  | bolha            |                                                              |
| 44  | 20.7.2010 | Ž    | AD      | dojila                   | 35,9    | 6     | bp                                  | /                |                                                              |
| 45  |           | M    | JUV     | /                        | 33,3    | 4,5   | bp                                  | pršice           |                                                              |
| 46  |           | Ž    | JUV     | /                        | 34,9    | 4     | bp                                  | /                |                                                              |

Se nadaljuje



## Nadaljevanje

### Preglednica 18 Zbrani podatki s štirih lovov.

(Spolna zrelost: »/« - ni čutiti zarodka; »+« začetne faze brejosti, »++« nadaljna faza brejosti, »že dojila« - dojila vsaj že v lanskem letu, zobovje: »bp« - brez pripomb.

| Št. | Datum    | Spol | Starost | Spolna zrelost | AB (mm) | M (g) | Obraba zobovja | Paraziti                     | Opombe |
|-----|----------|------|---------|----------------|---------|-------|----------------|------------------------------|--------|
| 47  |          | M    | JUV     | /              | 33,5    | 5     | bp             | /                            |        |
| 48  |          | M    | JUV     | /              | 33,5    | 4     | bp             | pršice                       |        |
| 49  |          | Ž    | JUV     | /              | 33,8    | 4,5   | bp             | /                            |        |
| 50  |          | Ž    | JUV     | /              | 33,2    | 5,5   | bp             | pršice                       |        |
| 51  |          | Ž    | AD      | dojila         | 34,7    | 5     | bp             | pršice, vrh obeh ušes manjka |        |
| 52  |          | Ž    | JUV     | /              | 34,1    | 4     | bp             | pršice                       |        |
| 53  |          | Ž    | AD      | dojila         | 33,3    | 4,5   | bp             | pršice                       |        |
| 54  |          | Ž    | JUV     | /              | 31,6    | 5     | bp             | bolhe                        |        |
| 55  |          | M    | JUV     | /              | 34,6    | 5     | bp             | pršice                       |        |
| 56  |          | Ž    | JUV     | /              | 34,6    | 5     | bp             | bolhe                        |        |
| 57  |          | Ž    | AD      | dojila         | 34,1    | 6     | bp             | pršice                       |        |
| 58  |          | Ž    | JUV     | /              | 33,3    | 4,5   | bp             | pršice                       |        |
| 59  |          | Ž    | AD      | dojila         | 33      | 5,5   | bp             | klopi, pršice                |        |
| 60  | 2.8.2010 | Ž    | JUV     | /              | 35,5    | 4     | bp             | pršice, bolhe, klopi         |        |
| 61  |          | M    | JUV     | /              | 35      | 4     | bp             | /                            |        |

## PRILOGA C

Predstavitev preliminarних rezultatov diplome na 12. evropskem simpoziju o raziskavah netopirjev v Litvi (12<sup>th</sup> European Bat Research Symposium).

### Ecology study of whiskered bat (*Myotis mystacinus*) in Slovenia

Lea Likozar

Tomšičeva 3, 4000 Kranj, Slovenia; lea.likozar@gmail.com



#### Aim of the study:

- To observe and record the life cycle of whiskered bat (*Myotis mystacinus*) maternity group located in the church St. Jost in SW part of Slovenia.
- To observe emergence behaviour of whiskered bat.
- To determine sex composition of adult bats and cubs in the maternity group.
- To record microclimate conditions, temperature and humidity of the maternity roost.
- To determine the diet composition of whiskered bat.

#### Methods:

- Observation of emergence behaviour with the help of heterodyne bat detector.
- Observing the roost with the help of borescope.
- Mist-netting in front of roost (permit ARSO 2010).
- Recording temperature and humidity in the roost (revice under the projecting roof) with the use of data loggers.
- Collection of droppings under maternity group.



Deciduous forest and grassland surrounding the church St. Jost.



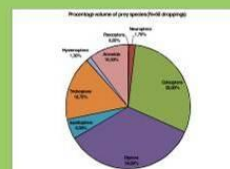
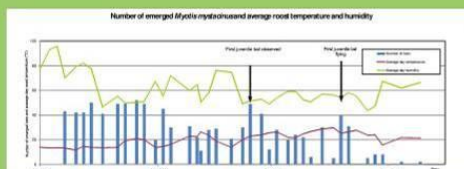
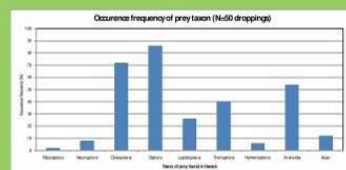
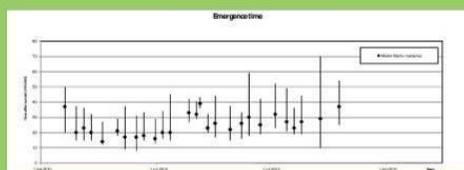
The church St. Jost is one of two known localities in Slovenia that harbours maternity colony of *Myotis mystacinus*.



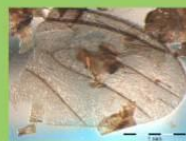
The maternity colony is situated under the projecting roof between wooden beams and this plate, which gives the bats food during the sunny season.



Before the emergence time in the evening, the adult bats could be seen clustered, together in the cracks before the projecting roof where the roosters live, and the projections could be seen in the cracks.



A pair of epidermal mandibles



A wing part of *Myotis mystacinus*



Head of a *Myotis mystacinus*, surrounded by *Leptopterna* sp. and other arthropod parts



A wing part of *Myotis mystacinus*

#### Results:

- The whiskered bats were first observed in their roost on the 29<sup>th</sup> April 2010. The number of bats in colony varied on average between 30 and 50 individuals. First juvenile bats were recorded with the help of borescope on 29<sup>th</sup> June. On the 11<sup>th</sup> July, the young bats were already able to fly. In the beginning of August, the roost was deserted. The juvenile bats became independent in less than two months.
- The first bat flew out of the roost on average 18 minutes after sunset, most of the bats flew out app. 25 minutes after sunset and the last bat was seen leaving the roost 40 minutes after sunset. During the high pregnancy time and birth period, the females left the roost in fewer numbers and later in the evening.
- All adult captured bats in the roost in May were female whiskered bats (N=33). Mist-netting at the end of July revealed the sex ratio of juvenile bats was 1.75:1 in favour of females (N=11).

#### Study site and time of study:

The field work took place outside the church St. Jost which is situated 847m high above sea level. The hill rises above the town Kranj (central Slovenia) and is mainly overgrown with deciduous forest. In the period from the 3<sup>rd</sup> May till the 9<sup>th</sup> August in the year 2010, we made 44 observations of whiskered bat maternity colony. We also performed 4 overnight observations and carried out 4 mist-nettings.

- The temperature of roost varied between minimum of 5.8°C and maximum of 40.3°C. The temperature on some part correlates with the number of emerged bats but not always. Preliminary analysis of 50 droppings revealed that the main prey was *Diptera*, *Coleoptera*, *Arachnida* and *Trichoptera*.

#### Acknowledgements

I'm grateful to numerous friends and colleagues who helped me by the field observations, especially to Jolka Gartner - caretaker of the church. Thanks go to Primoz Presestnik and Alenka Petrijak, who advised and encouraged me during the whole study and to my parents who supported me in all aspects. Part of equipment was lent by Biological Student Society (DSE), Slovenian Association for Bat Research and Conservation (SOPN) and Primoz Presestnik. Student council of Biotechnical faculty of University in Ljubljana sponsored a part of travelling costs. A big thanks go also to my aunt and uncle, who helped me make this poster.

## PRIOLOGA D

Predstavitev delnih rezultatov diplome na 3. mednarodnem simpozijumu v Berlinu (3<sup>rd</sup> International Berlin Bat Meeting: Bats in the Anthropocene).

### The effects of microclimate conditions on a whiskered bat (*Myotis mystacinus*) maternity colony emerging behavior in the Slovenian pre-Alpine region

LEA LIKOZAR

University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Biology & Slovenian Association for Bat Research and Conservation, Večna pot 111, 1000 Ljubljana, Slovenia; lea.likozar@gmail.com

#### INTRODUCTION

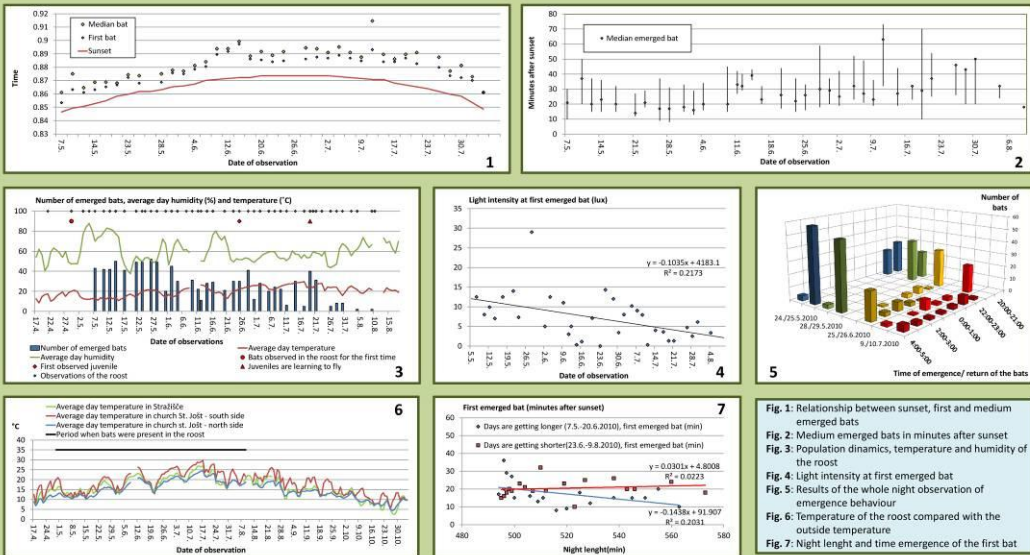
Whiskered bat (*Myotis mystacinus*) is a common species in Europe and often overlooked with not many studies focused on its ecology. In recent years it came back into focus, especially in taxonomic studies, because of the finding of its sibling cryptic bat species *Myotis alcathoe*.

Presented here is part of the diploma thesis, Ecology study of whiskered bat (*Myotis mystacinus*) maternity group in st. Jošt above Kranj, which is focused on whiskered bat emergence behaviour. The aim was to record emergence behaviour of whiskered bats throughout one roosting season in the year 2010 and find correlations with the sunset time, night length, microclimate conditions of the roost (temperature, humidity), weather conditions (cloudiness, precipitation) and light intensity. The object of the study was a maternity group located in a church in north-western part of Slovenia at the elevation of 847m. The focus of this study was also on changes in bats' behaviour brought by the onset of the parturition period and later the onset of the juvenile independence.



#### METHODS

The church was visited between 16<sup>th</sup> of March 2010 till 9<sup>th</sup> of February 2011, which was all together 66 visits, 41 visits in time when the whiskered bats were present. On the northern and southern loft of the church data loggers were put up to measure microclimate conditions (humidity and temperature) every 15 minutes. The results were compared with the temperature and humidity measured at the nearest weather station (Stražišče). The weather data was obtained through the web page of Slovenian Environment Agency. When the roost was occupied for the season, emerging bats were counted three times per week. The bats were noted for one minute intervals. Light intensity was recorded when the first bat emerged. Entire night observations were made four times in the season (twice before the parturition period and twice after).



#### OBSERVATIONS AND CONCLUSIONS

- The first bat emerged from the roost on average 18,8 (±6,2) minutes, median bat 28,0 (±10,6) minutes and the last bat 39,0 (±11,9) minutes after sunset. Bats used up on average 21,0 (±12,0) minutes to fly out. The time of emergence was in positive correlation with sunset (Fig. 1, 2).
- It was found a statistically significant difference between the median emergence time of pregnant females and median emergence time of independent juveniles. The pregnant females flew out of the roost on average 13,3 minutes earlier than juveniles later in the season (Fig. 1, 2).
- After parturition period there was constant activity in front of the roost throughout the whole night (Fig. 5).
- High positive correlation was also found between time of first and median emergence and minimum and average temperature of the roost. The conclusion was that bats flew out earlier at lower temperatures. The highest temperatures in the roost were in time of the parturition and lactation period. The extreme values in temperature and relative humidity were at the same time least different (Fig. 3, 6).
- Slightly negative correlation was found between the first, median and last bat emergence time and the cloud cover. It was not confirmed any correlation between emergence time and the precipitation.
- The bats flew out of the roost at the light intensity of 7,2 (±5,8) lux. Descriptive statistics showed slight decrease of the light intensity at emergence time as the roosting season progressed. We also calculated a slight correlation, but for a clear result, we will have to repeat the procedure. A slight positive correlation was found between the night length and first emerged bat (Fig. 4, 7).

My thanks goes to Primož Presetnik (Centre for Cartography of Fauna and Flora) for giving me advice and support during the field work and writing of my diploma thesis. Thanks goes also to the members of Slovenian Association for Bat Research and Conservation, who accompanied me during the field work. Thanks to everyone who helped me in any kind of way to carry this project through.

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA BIOLOGIJO

Lea LIKOZAR

**EKOLOGIJA PORODNIŠKE SKUPINE BRKATEGA  
NETOPIRJA V CERKVI SV. JOŠT NAD KRANJEM**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2013