Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Přírodovědecká fakulta

Prostorová aktivita a biotopové preference tří kryptických druhů netopýrů (*Myotis alcathoe, Myotis brandtii, Myotis mystacinus*) v oblasti syntopického výskytu

Diplomová práce

Bc. Tereza Bradáčová

Vedoucí práce: RNDr. Radek K. Lučan Ph.D.

České Budějovice 2012

Bradáčová, T. (2012): Prostorová aktivita a biotopové preference tří kryptických druhů netopýrů (*Myotis alcathoe*, *Myotis brandtii*, *Myotis mystacinus*) v oblasti syntopického výskytu. [Spatial activity and habitat preferences of three cryptic bat species (*Myotis alcathoe*, *Myotis brandtii*, *Myotis mystacinus*) in the area of their syntopic occurrence. Mgr. Thesis, in Czech.] – 38 p., Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

Anotation:
Using radiotracking techniques in Kostelecký les, we studied spatial activity and habitat preferences of three cryptic whiskered bats (*Myotis alcathoe*, *Myotis brandtii*, *Myotis mystacinus)*. We examined whether the species emerged from roost at different times. We researched home range (MCP) size and feeding sites (95% Kernel, 50% Kernel), and the distances travelled from the roost. Using a compositional analysis, we evaluated what habitat of the home range and feeding sites *Myotis alcathoe* and *Myotis mystacinus* prefer.

Tato práce byla financována z grantu: GAAV KJB601410903

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.
Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne ……..

Tereza Bradáčová

Mé velké poděkování patří školiteli Radku Lučanovi, za cenné připomínky, odborné rady, korekturu textu a poskytnutí možnosti se začlenit do zajímavého výzkumného projektu.

Vřelý dík patří celému výzkumnému týmu.

Dále bych chtěla poděkovat mým rodičům, kterých si velmi vážím, za jejich podporu, bez které by tato práce nevznikla.

V neposlední řadě bych ráda poděkovala Ayuku a Haničce za korekturu.

A nakonec bych chtěla poděkovat naší Andulce za krásný úsměv a mému muži Martinovi za jeho podporu, povzbuzení a lásku.

Obsah

1 Úvod 5
1.1 Kryptické druhy evropských netopýrů 6
1.1.1 Rod *Pipistrellus* 6
1.1.2 Rod *Plecotus* 7
1.1.3 Rod *Myotis* 8
1.1.3.1 Myotis myotis, Myotis blythii, Myotis punicus 8
1.1.3.2 Myotis daubentonii, Myotis nathalinae 8
1.1.3.3 Myotis alcathoe, Myotis mystacinus, Myotis brandtii, Myotis aurascens 9
1.2 Zkoumané druhy 10
1.2.1 Myotis alcathoe 10
1.2.2 Myotis brandtii 11
1.2.3 Myotis mystacinus 12
1.3 Cíl práce 13
Prostorová aktivita 13
Habitatová preference 13
2 Materiál a metodika 14
2.1 Studované území 14
2.2 Odchyt a sledovací technika 15
2.3 Analýza dat 17
2.3.1 Prostorová aktivita 17
2.3.2 Habitatová preference 17
2.3.3 Letecký koridor 19
2.3.4 Vliv vysílačky 19
2.3.5 Statistická analýza dat 19
3 Výsledky 20
3.1 Radiotelemetrie 20
3.2 Prostorová aktivita 21
3.3 Váha vysílačky 25
3.4 Habitatová preference 25
3.4.1 Využívání biotopů v rámci domovského okrsku: jádrové území versus MCP 25
3.4.2 Vymezení domovských okrsků v rámci studované plochy: MCP versus plocha vymezená MCP všech jedinců jednoho druhu 26
3.4.3 Letecký koridor 27
4 Diskuze 28
4.1 Prostorová aktivita 28
4.2 Habitatová preference 29
4.3 Letecký koridor 30
4.4 Ochranářský aspekt 31
5 Závěr 32
6 Literatura 33

1 Úvod

Zrak je považován za jeden z nejdůležitějších lidských smyslů. Možná i proto dlouhou dobu lidé rozeznávali zvířata jen na základě jejich vzhledu (Bickford et al., 2006). Situace se rozvojem vědy značně změnila a lidé začali k určování druhů používat i jiné metody, které možnosti studia biologické rozmanitosti značně rozšířily. Jednou z nejdynamičtějších instrumentálních technik současné biologie je bezesporu molekulární genetika, díky které došlo mimo jiné k novodobé revoluci v taxonomii, především v souvislosti s fenoménem tzv.kryptické diverzity (Pfenninger & Schwenk, 2007). Za kryptické druhy jsou považovány dva či více biologických druhů, jež jsou si morfologicky velmi podobné, a proto na základě externí morfologie jen obtížně rozpoznatelné. Právě vysoká míra morfologické podobnosti je příčinou, proč bylo obrovské množství kryptických dvojic či skupin druhů dosud často chybně klasifikováno jako druh jeden, a to i v dobře prozkoumaných taxonech jakými jsou savci (Helversen et al., 2001).

Jednou z hlavních savčích skupin, u kterých je fenomén kryptické diverzity značně rozšířen jsou především letouni (Jones, 1997; Mayer & Helversen, 2001), přičemž nekompletní znalosti úrovně kryptické diverzity nemáme zdaleka jen z oblastí obecně neprozkoumaných, jako jsou tropy, ale i z území patřících k tradičně nejprobádanějším oblastem na světě, jakou je Evropa (Ibanez et al., 2006, Mayer et al., 2007). Zejména v Evropě však především díky rutinnímu zavedení molekulární genetiky do výzkumu netopýří taxonomie došlo k nastartování zájmu o tuto problematiku, jejímž vyústěním byl popis mnoha nových druhů netopýrů v posledních dvou desetiletích. Peripetie těchto popisů a současnou úroveň znalostí v jednotlivých rodech se zjištěnou kryptickou diverzitou zevrubně shrnuji v následující kapitole této práce.

V současné době převážná většina našich znalostí o fenoménu kryptické diverzity obsahuje kromě konstatování existence nově odhalených druhů i jejich případné morfologické odlišnosti od druhů podobných a rostoucí povědomí o jejich rozšíření. Doposud ale nevíme, až na pár světlých výjimek, prakticky nic o jejich biologii. Přitom právě specifika biologie těchto nově objevených druhů jsou nejen klíčem k pochopení mechanismů jejich vzniku, ale zejména pak k upřesnění nároků na prostředí a možnostem jejich ochrany (Ashrafi et al., 2010). Netopýři jsou jednou ze skupin obratlovců, u kterých došlo v průběhu uplynulých desetiletí k výrazným poklesům početnosti, přitom však narůstá povědomí o jejich klíčové roli v globálních ekosystémech (Jones et al. 2009). Za hlavní

příčiny ohrožení netopýrů jsou obecně považovány ztráty úkrytových a mizení vhodných biotopů, přičemž úroveň vazby jednotlivých druhů na různé typy biotopů není zdaleka dokonale prozkoumána (Kunz & Racey 1998).

Tato práce se zabývá analýzou využívání prostředí a mechanismy koexistence tří kryptických druhů rodu Myotis (*Myotis alcathoe, M. mystacinus a M. brandtii*). Jejich biologie nebyla dosud detailně prozkoumána, jednak díky jejich relativně nedávnému odlišení, jednak díky tomu, že patří k tzv. štěrbinovým druhům, u kterých detailnější výzkum dotyčné problematiky umožnila až miniaturizace vysílaček, pomocí kterých lze data získávat.

1.1 Kryptické druhy evropských netopýrů

1.1.1 Rod *Pipistrellus*

Donedávna byl netopýr hvízdavý *(Pipistrellus pipistrellus)* (Schreber, 1774) považován za jeden biologický druh. To se změnilo v roce 1993, kdy Jones a van Parijs prokázali existenci dvou fonických typů (45 a 55 kHz), které se v rozsáhlých oblastech vyskytují společně. Na základě tohoto objevu byl popsán netopýr nejmenší (*Pipistrellus pygmaeus*) (Leach, 1825) (Jones & Barratt, 1999; Barratt et al., 1997). Následným studiem byly prokázány mj. rozdíly ve výběru loveckých habitatů (Vaughan et al., 1997), celkové časoprostorové aktivitě (Davidson-Watts & Jones, 2006) a s tím související potravní ekologii (Barlow, 1997).

V obou případech jde o celkem běžné a široce rozšířené druhy (Anděra & Horáček, 2005). *P. pygmaeus* je považován za specialistu, který si při lovu vybírá hlavně biotopy v blízkosti vodních ploch s dostatkem příbřežní vegetace (Davidson-Watts et al., 2006). Loví často v korunách stromů nebo podél okrajů řek i stojatých vod, s jejichž přítomností je jeho výskyt spjat i ve větším plošném měřítku. Na rozdíl od něj je *P. pipistrellus* generalista, který není striktně omezen na určitý biotop. Častěji se vyskytuje i v lesích, ale můžeme ho rovněž nalézt ve zcela zastavěné ploše, neboť jeví značné synantropní tendence. Habitaty využité *P. pipistrellus* jsou méně strukturované. Pokud bychom u obou těchto druhů srovnali velikost lovišť, *P. pipistrellus* má mnohem větší lovecké okrsky než *P. pygmaeus*, protože v rámci noci navštěvuje větší počet potencionálních lovišť (Davidson-Watts et al., 2006).

1.1.2 Rod *Plecotus*

Rod *Plecotus* je široce rozšířený v Palearktidě (Spitzenberger et al., 2006). Z rozboru dosavadních prací je zřejmé, že taxonomické začlenění druhů je poněkud chaotické a není stále definitivní.

Jako prvního z tohoto rodu Carl Linné v roce 1758 popsal *Vespertilio auritus*, dnes známý jako *Plecotus auritus*. Roku 1829 popsal Fischer druhý druh *Vespertilio auritus var b austriacus* (dnes *Plecotus austriacus*), ve vědeckém světě však nebyl uznáván za samostatný druh, ale pouze za jinou formu *P. auritus*. To se změnilo až kolem roku 1960, kdy Bauer popsal toto zvíře jako samostatný druh *P. austriacus*. Zatímco do konce 20. století byly v Evropě známy pouze tyto dva druhy, po r. 2000 byly popsány další minimálně tři nové druhy.

Z nově objevených druhů je asi nejlépe prozkoumaný *P. macrobullaris* (Kuzjakin, 1965), jehož bychom velikostně i morfologicky zařadili mezi *P. auritus a P. austriacus*. U těchto tří druhů byl prokázán sympatrický výskyt v evropských Alpách (Juste et al., 2004). V rámci Evropy je známé rozšíření *P. macrobullaris* od Pyrenejského poloostrova přes Švýcarsko, Rakousko, Francii, Slovinsko po Chorvatsko, Řecko a Krétu (Kiefer & Helversen, 2004; Spitzenberger et al., 2001; Spitzenberger et al., 2006). Na rozdíl od ostatních druhů rodu *Plecotus* se tento druh vyznačuje malým, trojúhelníkovitým polštářkem na spodním rtu (Tvrtković et al., 2005). Ten však nemusí být vždy tak výrazný a může dojít k záměně s jinými druhy. Ashrafi et al. (2010) ukázali, že poměrně spolehlivě lze tento druh od předchozích dvou odlišit jen na základě kombinace více externích morfologických znaků. I zde je však důležitá velká zkušenost výzkumníka. Nejspolehlivější metodu určování představuje molekulární metoda (Ashrafi et al., 2010). Díky velkému stupni variability na úrovni mitochondriální DNA je možné, že druh *P. macrobullaris* v sobě skrývá ještě další kryptické druhy (Mayer et al., 2007).

V roce 2002 byl na Sardinii díky molekulárním analýzám objeven druh *P. sardus* (Mucedda et al., 2002). Při konkrétnějším pohledu se od ostatních druhů příslušného rodu liší délkou tragu, nohy a palce. Délka tragu je relativně (k velikosti ucha) nejdelší a nejširší ze všech evropských druhů.

Na Kanárských ostrovech byl dále popsán endemit *P. teneriffae*, který byl v dobách před zavedením molekulárních metod také považován za poddruh *P. auritus.* Posledním druhem popsaným až po r. 2000 je *P. kolombatovici* (Mayer & Helversen, 2001), který je

rozšířen od jz. podhůří Alp přes jižní část Balkánského poloostrova po Kypr (Dietz et al., 2009).

1.1.3 Rod *Myotis*

1.1.3.1 Myotis myotis, Myotis blythii, Myotis punicus

Myotis myotis a *Myotis blythii*, v Evropě hojně rozšířené druhy, jsou od sebe obvykle dobře rozlišitelné. Jelikož se oba druhy často vyskytují sympatricky, je nejen morfologické, ale také habitatové rozlišení v terénu důležité. Subtilnější a celkově jemněji působící *M. blythii* se svou čistší kůži a kratším čumákem liší od *M. myotis*. Ventrální strana těla je bělejší než u *M. myotis.* U *M. blythii* může posloužit jako determinační znak i bílá skvrna nalézající se mezi ušima. Tento znak se však nemusí vyskytovat u všech jedinců (Dietz & Helversen, 2004). Přestože tvoří obvykle smíšené kolonie, liší se využíváním různých habitatů a potravní ekologií. Lovecké habitaty *M. myotis* se vyznačují absencí vysoké vegetace (například posekané louky, les bez podrostu), kdežto loviště u *M. blythii* se vyznačují travnatým podkladem (Arlettaz, 1999). *M. myotis* se specializuje zejména na lov střevlíků. *M. blythii* loví hlavně rovnokřídlý hmyz (Artlettaz et al., 1997). Z taxonomického hlediska jsou *M. myotis* a *M. blythii* čistě monofyletická skupina (Mayer & Helversen, 2001). V rámci ní byl však vyčleněn další kryptický druh, a to *Myotis punicus*, který je od předchozích dvou druhů na základě morfologie hůře identifikovatelný (Dietz et al., 2009). Díky jeho allopatrickému výskytu (nikdy se nevyskytuje společně se zbývajícími druhy) ho na území Korsiky, Sardinie, Malty a Severní Afriky nemůžeme zaměnit. Geneticky je *M. punicus* zcela odlišný (cytochrom b a mikrosatelity). Morfologicky se od zbývajících dvou druhů téměř neliší. Na rozdíl od *M. myotis* nemá černé skvrny na špičce tragu a má vyvinutější vnitřní záhyb (Dietz & Helversen, 2004).

1.1.3.2 Myotis daubentonii, Myotis nathalinae

Na konci 70. let minulého století bylo na základě dvou exemplářů nalezených ve Španělsku (velikostně menší a odlišně zbarveni od typické formy *Myotis daubentonii*),

rozlišen druh *Myotis nathalinae* (Tupinier, 1977). Daný druh žije v sympatrii s *Myotis daubentonii*. Nicméně jak geneticky, tak morfologií lebky se velmi podobá *M. daubentonii* (Bogdanowicz, 1990; Mayer & Helversen, 2001; Dietz & Helversen, 2004), a proto byla jeho druhová příslušnost zpochybněna. Dnes je taxon *M. d. nathalinae* považován za endemický druh, vyskytující se na Pyrenejském poloostrově (Simoes et al., 2007).

1.1.3.3 Myotis alcathoe, Myotis mystacinus, Myotis brandtii, Myotis aurascens

Až do poloviny dvacátého století byly všechny uvedené druhy považovány pouze za jeden, a to za *M. mystacinus* (Kuhl, 1817). *M. brandtii* (Eversmann, 1845) byl poprvé odlišen od *M. mystacinus* díky morfologickým rozdílům Hanákem (Hanák, 1965). Později popsala na základě odlišné karyologie M. Vollethová (1987) dvě nové linie v rámci morfoskupiny *Myotis mystacinus*, které pracovně označila *Myotis sp. A* a *Myotis sp. B.* Mezi druhy morfologické skupiny rodu *M. mystacinus* můžeme zařadit i *M. aurascens*, který byl v roce 1935 popsán jako poddruh *M. mystacinus*. Dlouhou dobu zde byly pochyby zakládající se na genetických analýzách, zda ho můžeme řadit jako samostatný druh (Mayer & Helversen, 2001). Avšak na základě morfologického srovnání a stavu sympatrie můžeme tento druh chápat jako samostatný (Benda & Tsytsulina, 2000). Na Balkánském poloostrově a ve Středozemí je *M. aurascens* nejběžnějším druhem celé morfoskupiny (Benda, 2004; Benda & Karatas, 2005). Od *M. mystacinus* se liší velikostí, zbarvením, tvarem zubů a penisové kosti.

V roce 2000 byla ke skupině *Myotis sp. A* přidělena linie druhu *M. aurascens* (Benda & Tsytsulina, 2000). V tomtéž roce byla popsána i linie *Myotis sp. B* jako *M. alcathoe* (Helversen & Heller, 2001) na základě rozdílů v morfologii, ekologické preferenci a mitochondriální DNA sekvenci (ND1 a 12S-rRNA) (Helversen et al., 2001). Popis druhu byl proveden na základě materiálu z Řecka a Maďarska, proto se zprvu myslelo, že tento druh se vyskytuje pouze na území jihovýchodní Evropy (Helversen et al., 2001). Podle fylogenetických analýz není tento druh sesterským taxonem *M. mystacinus* (Helversen et al. 2001). Přestože si čtyři výše zmíněné druhy vzájemně nejsou blízce příbuzné, v důsledku adaptivní konvergentní evoluce jsou si morfologicky velmi blízké. Například *M. brandtii* představuje v rámci rodu *Myotis* jediného člena Palearktické chiropterofauny z jinak

monofyletické americké linie (Ruedi & Mayer, 2001). V České republice se *M. mystacinus, M. brandtii a M. alcathoe* vyskytují sympatricky a často i syntopicky (Lučan et al., 2009).

1.2 Zkoumané druhy

1.2.1 Myotis alcathoe

M. alcathoe n. sp. je nejmenší ze všech evropských druhů rodu *Myotis* (délka předloktí obvykle méně než 32 mm, váha méně než 5 g) (Helversen et al., 2001). Jeho rezavo-hnědá srst na zádech je tmavší než na břišní straně (světle hnědá), ale barevný přechod není tak ostrý jako u *M. mystacinus* (Benda & Tsytsulina, 2000; Helversen et al., 2001). Obličejová část je hnědá, neosrstěná, bez výrazné černé masky na rozdíl od *M. mystacinus* a *M. brandtii*. Uši jsou hnědé, tragy (ušní záklopky) pak světlejší díky slabší pigmentaci (Benda et al., 2003). Křídelní blána je sice hnědší než obličejová část, ale je stále světlejší než u *M. mystacinus* a *M. brandtii* (Benda et al., 2003). Tvar penisu u samců je úzký, na konci mírně rozšířen (Benda et al., 2003; Lučan, 2009). Obecně je *M. alcathoe* menší a světlejší než další členové morfo-skupiny *Myotis mystacinus* (Agirre-Mendi et al., 2004). Jeho vzezření připomíná zmenšeninu *Myotis daubentonii* (Benda et al., 2003). Echolokační hlas má nejvyšší frekvenci z evropských netopýrů rodu *Myotis* s nejvyšší amplitudou 52,5±9,6 kHz (Helversen et al., 2001).

Habitat, který preferuje, se vyznačuje převahou zachovalých porostů dubohabřin s výrazným podílem velkých a přestárlých stromů (Lučan et al., 2009). Netopýr Alkathoe je zřejmě druhem s nejvíce vyhraněnými biotopovými nároky mezi našimi netopýry. O biologii tohoto druhu je známo jen velmi málo detailů. Jako úkryty si vybírá vzrostlé stromy uvnitř lesních porostů. Charakteristické úkryty tvoří většinou pukliny umístěné vysoko v korunách stromů, zejména dubů, líp či bříz (Lučan et al., 2009). Nejčastější kořist tohoto druhu představují Nematocera (hlavně *Chironomidae* a *Tipulidae*), další kořistí byli Araneae, Trichoptera, malá Lepidoptera a Neuroptera (Lučan et al., 2009).

I přesto, že *M. alcathoe* patří stále v Evropě mezi nedávno objevené a málo prozkoumané druhy, jeho rozšíření se ukazuje mnohem širší, než se původně myslelo. Ve srovnání se sympatrickými druhy *M. mystacinus* a *M. brandti* se vyskytuje spíše ostrůvkovitě a obecně je méně hojný než zmíněné druhy (Niermann et al., 2007; Lučan et al., 2009). Jeho výskyt zřejmě pokrývá většinu jihozápadní, jižní a střední Evropy (Dietz et al.,

2009). Jižní hranici rozšíření tvoří linie od Španělska po Turecko (Agirre-Mendi et al., 2004) a severní Německo a jih Polska (Niermann et al., 2007; Bashta et al., 2011). Jeho přítomnost byla dosud potvrzena na území Francie, Anglie, Irska, Rakouska, České republiky, Slovenska, Bulharska, Švýcarska, Albánie, Turecka, Rumunska a Chorvatska (Benda et al., 2003; Jan et al., 2010; Niermann et al., 2007; Pavlinic et al., 2012, Ruedi et al., 2002; Řehák et al., 2008; Stadelmann et al., 2004; Schunger et al., 2004). Preferuje staré plně vzrostlé dubohabrové lesy (*Melampyro nemorosi-Carpinetum* a *Carici pilosae-Carpinetum*), ve kterých převažují velké, staré stromy (více jak 60 cm DBH) (Jan et al., 2010; Lučan et al., 2009). Vyskytuje se ve střední až nízké nadmořské výšce (Bashta et al., 2011; Helversen et al., 2001; Lučan et al., 2009; Niermann et al., 2007). Dosavadní kusé údaje o prostorové aktivitě naznačují, že svou kořist loví blízko vegetace v úrovni koruny nebo naopak nízko u země ve více otevřeném prostoru (Helversen et al., 2001; Lučan et al., 2009; Ohlendorf & Funkl, 2008).

M. alcathoe je považován za dendrofilní štěrbinový druh, obývající dutiny či štěrbiny ve starých vzrostlých stromech, které jsou vyšší než základ korun většiny okolních stromů (Lučan et al., 2009). Bylo potvrzeno i využívání podzemních úkrytů během jara, léta a také při podzimním rojení (Bashta et al., 2011; Benda et al., 2003). Na více lokalitách byl potvrzen syntopický výskyt všech tří kryptických druhů (*M. alcathoe, M. brandtii a M. mystacinus*) (Niermann et al., 2007; Lučan et al., 2009; Bashta et al., 2011).

1.2.2 Myotis brandtii

M. brandtii má ušní boltce tmavé (uvnitř světlejší), tragus přesahuje zářez na vnějším okraji ucha. Velikostně je tento druh ze zkoumaných druhů největší. Délka předloktí se pohybuje kolem 34–37 mm a hmotnost je nad 6 g. *M. brandtii* lze také dobře rozlišit na základě dentice, kdy na 4. horních premolárech má tenký vedlejší hrot. Penis samců je nejširší ze všech tří druhů, nápadně se rozšiřuje již od báze (Berge, 2007; Dietz et al., 2009; Lučan, 2009).

M. brandtii je rozšířen skrz centrální Evropu, Rusko, Ural, méně se vyskytuje v západní Evropě, Mediteránu a na Balkáně (Dietz et al., 2009). Je vázán na lesní biotopy s rozsáhlejšími porosty v blízkosti vodní plochy (Anděra & Horáček, 2005). Potrava i lovecká strategie jsou podobné jako u *M. mystacinus*. Loví i uvnitř vysokokmenných lesních porostů a nad vodními plochami (Anděra & Horáček, 2005). Jako úkryty využívá

štěrbiny v budovách nebo stromech (Dietz et al., 2009). *M. brandtii* se stejně jako *M. mystacinus* vyskytuje v širokém rozsahu nadmořské výšky (Kaňuch et al., 2008). Živí se malými bezobratlými jako jsou hlavně Nematocera, Araneae a Lepidoptera (Pithartová, 2007).

1.2.3 Myotis mystacinus

M. mystacinus je větší než *M. alcathoe*, i když při nejnižších naměřených hodnotách tělesných rozměrů se s ním může velikostně překrývat (Lučan et al., 2011). Délka předloktí je 33–35 mm a hmotnost těla kolem 6 g. Ušní boltce *M. mystacinus* jsou zcela černé (i vnitřní strana) stejně jako tragus, který přesahuje zářez vnějšího okraje ucha. Penis u samců je tenký, po celé délce stejně silný (Dietz et al., 2009).

M. mystacinus má jižnější rozšíření než *M. brandtii*. Preferuje členitou otevřenou až polootevřenou krajinu s parky, menšími plochami lesů a dostatkem vodních ploch. Vyskytuje se od nížin až po horní hranici lesa (Anděra & Horáček, 2005). Jako úkryty mu slouží zejména lidské stavby, ale také štěrbiny ve stromech. Mateřské kolonie jsou nacházeny v lidských stavbách častěji než u *M. brandtii* (Anděra & Horáček, 2005; Dietz et al., 2009). Jeho let se vyznačuje vyšší schopností manévrovat (Norberg & Rayner, 1987). Loví létající hmyz ve volném prostoru a okolo vegetace, zpravidla 1,5–6 m nad zemí (Anděra & Horáček, 2005). Loví nad stojatými vodami, v lese, při okrajích i v rozptýlené zeleni. Nejhojnější zastoupení v potravě mají Chironomidae, Araneae a Trichoptera (Pithartová, 2007).

1.3 Cíl práce

Prostorová aktivita

- Načasování výletu z denních úkrytů a jeho srovnání mezi druhy.
- Stanovení velikosti loveckých okrsků zkoumaných druhů (*Myotis alcathoe, Myotis brandtii, Myotis mystacinus)* a jejich vzájemné srovnání.
- Určení vzdálenosti mezi denním úkrytem a lovištěm zkoumaných druhů a určení možného vlivu sezóny na měnící se vzdálenost.

Habitatová preference

- Selekce jednotlivých habitatů a vlivu sezóny na výběr habitatu.
- Vzájemné srovnání využívání různých habitatů v rámci domovských okrsků u zkoumaných druhů.

2 Materiál a metodika

2.1 Studované území

Celý výzkum se odehrával v letech 2008 – 2011 na území střední Moravy poblíž města Přerova. Podle klimatické rajonizace (Quitt, 1971) se území řadí do teplé klimatické oblasti T2 s teplým a suchým létem, krátkou, mírně teplou a suchou zimou a s krátkým trváním sněhové pokrývky. Průměrné teploty v dubnu jsou 8–9 °C, v červenci pak 18–19 °C. Úhrn srážek ve vegetačním období je stanoven na 350–400 mm, v zimním období na 200–300 mm. Počet dní se sněhovou pokrývkou je 40–50. Centrálním místem výzkumu byl Kostelecký les (49°24’N, 17°32’E; 290 m n. m.), jehož celková výměra činí 822 ha. Nachází se mezi obcemi Líšná, Karlovice, Kostelec u Holešova, Roštění, Pacetluky a samotou Kozrál (Obr. 1). Přirozenou vegetaci lesa tvoří zachovalá karpatská dubohabřina s převahou dubu *(Quercus robur)*, habru *(Carpinus betulus)*, lípy *(Tilia cordata)*, javoru *(Acer pseudoplatanus)* či břízy *(Betula pendula)*, na malých fragmentech je nahrazena smrkovými monokulturami chudými na bylinné patro. V lese probíhá hospodářský management. Lesní celek obklopuje kulturní krajina, zejména orná půda a louky. V okolí lesa se nachází také ovocné sady, zahrady a zastavěná obytná plocha. Vodní plocha je ve zkoumaném území omezena pouze na tři malé rybníky na kraji lesa a potok, který z lesa vtéká do vesnice Líšná. V krajině jsou pro netopýry tyto malé vodní plochy významné, jelikož jim slouží jako zdroj pitné vody a také jako letecký koridor.

Obr. 1: Studované území (plocha označená červenou linkou) syntopického výskytu tří kryptických druhů *M. alcathoe, M. brandtii* a *M. mystacinus.*

2.2 Odchyt a sledovací technika

Ve většině případů byli netopýři odchyceni užitím nárazových sítí instalovaných v blízkosti vodních ploch a v lesním podrostu, tedy v místech s předpokládanou zvýšenou letovou aktivitou studovaných druhů. Odchyty probíhaly od června do září. Začátek odchytu byl stanoven před západem slunce a jeho konec kolem 1 hodiny ranní. U chycených jedinců byl určen druh, pohlaví, věk, reprodukční stav, délka předloktí, váha a odebrán vzorek létací blány pro následné molekulární analýzy potvrzující druhovou příslušnost zvířete. Následně byla zvířeti na záda mezi lopatky upevněna pomocí netoxického lepidla (Universum Ltd.) vysílačka LB-2N a LB-2NT (Holohil System, Carp, Ontario, Canada) vážící 0,37 g. Tento typ představoval v počátcích výzkumu nejmenší možnou velikost dostupnou na trhu, ale i přesto vysílačky představovaly 5,07–8,94 % z celkové tělesné hmotnosti studovaných zvířat. Ačkoliv Aldridge & Brigham (1988) navrhují přizpůsobit váhu vysílačky tak, aby nepřevyšovala 5 % z celkové váhy zvířete, v některých studiích bylo použito vysílaček těžších (do 10 % váhy), aniž by autoři zaznamenali negativní efekt na letecké chování označených zvířat (Bontadina et al., 2002). Ani v naší práci jsme nepozorovali žádný negativní vliv hmotnosti vysílačky na sledovaného jedince. Během výzkumu se nám

podařilo zpětně odchytit několik dříve telemetrovaných zvířat, která byla v dobré kondici, a jejich tělesná hmotnost byla srovnatelná s ostatními chycenými zvířaty.

Po připevnění vysílačky na tělo zvířete byl jedinec ponechán asi 20–30 minut v připraveném odchytovém pytlíku, aby lepidlo dobře zaschlo. Poté byl vypuštěn na stejném místě, kde proběhl odchyt. V den odchytu nebylo žádné označené zvíře sledováno z důvodu případného ovlivnění dat nestandardním chováním (Hughes & Rayner, 1991; Adam et al., 1994). Životnost vysílačky byla 3 týdny, v naprosté většině případů však vysílačka spadla ze zvířete dříve, než vypršela její životnost. Dosah v otevřeném prostoru představoval cca 1000 m. V zaplněném prostoru, jaký tvoří například hustá vegetace, byl dosah menší.

Označená zvířata byla v následujících dnech sledována během aktivní fáze v průběhu první poloviny noci (tzn. do 1 hod.), tedy v období nejvyšší lovecké aktivity (např. Encarnação et al, 2006). Netopýři byli sledováni jednu až pět nocí v období reprodukce (červen – počátek července) a v postreprodukčním období (konec července – polovina září). Pro telemetrii byly použity přijímače ICOM IR-20 nebo LA 12 - Q (AVM Instruments, Colfax, California, USA) a tří-elementová Yagi anténa (výroba L. Peške, Praha).

Ke sledování označených jedinců byly použity 2 metody: 1) homing-in: metoda souvislého sledování, kdy jedno zvíře bylo neustále sledováno výzkumníkem a byly zaznamenávány přesné lokace (White & Garrott, 1990); 2) metoda pomocí triangulace: zaznamenávání polohy zvířete dvěma či více výzkumníky ve stejném čase. Propojením os záměru byl stanoven bod výskytu sledovaného jedince (Bontadina et al., 2002). Lokace byly zaznamenávány každých 10 minut a zakreslovány do terénní mapy, která byla později převedena do prostředí GIS.

2.3 Analýza dat

Do výsledných analýz byli z důvodu minimalizování negativního vlivu při následném vyhodnocování začleněni pouze jedinci, kteří měli více než 30 lokací (Davidson-Watts et al., 2006). *M. brandtii* byl začleněn pouze do několika analýz kvůli nedostatečnému počtu dat.

2.3.1 Prostorová aktivita

Pro analýzy prostorové aktivity bylo použito programu ArcMap 9.3 a extenze Hawths Tools (Hooge & Eichenlaub, 1997). Velikost území, na kterém se označení netopýři vyskytovali, byla stanovena pomocí dvou parametrů: 1) domovský okrsek byl vymezen minimálním konvexním polygonem (MCP) ze všech lokací a 2) loviště byla určena jako 50 % Kernel vymezující tzv. jádrové území.

2.3.2 Habitatová preference

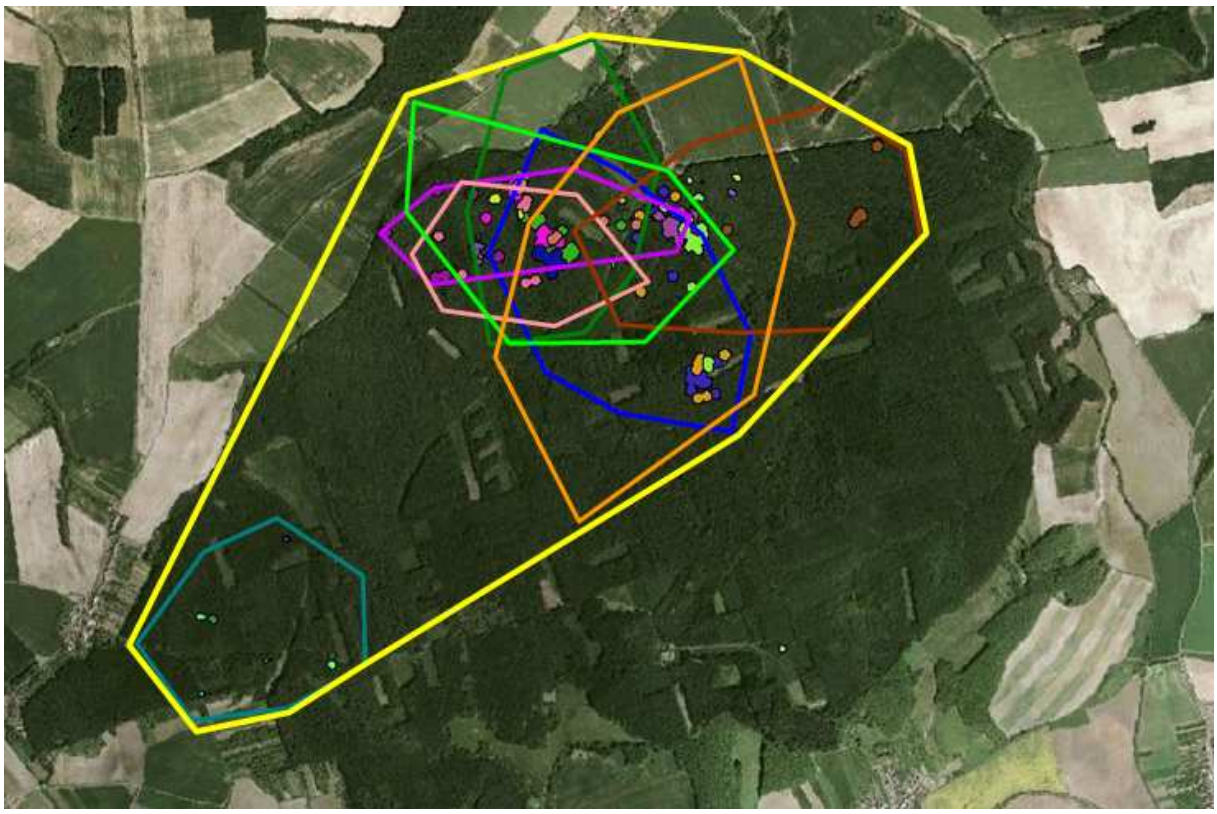
Pro analýzu preference různých typů biotopů byla použita kompoziční analýza (Aebischer et al., 1993), která byla počítána v programu R (R Development Core Team, 2010) s využitím balíku "adehabitat" (Calenge, 2006).

Kompoziční analýza hodnotí selekci různých typů biotopů na základě analýzy proporčního zastoupení využívaných versus dostupných biotopů. Na základě log-ratio testu lze usuzovat, zda jsou jednotlivé biotopy využívány náhodně či nenáhodně a v jakém jsou vzájemném vztahu ve smyslu jejich využívání zvířetem (pozitivní/negativní/žádná selekce). Matice vzájemných vztahů mezi biotopy znázorňuje, jak je proměnná v řádku selektována vůči proměnné ve sloupci. +++ značí signifikantní ($P < 0.05$) rozdíl vůči proměnné ve sloupci, + a – nesignifikantní tendence. Pořadí ve sloupci od 0 (nejméně využívaný biotop) do 6 (nejvíce využívaný biotop). Z této matice lze přímo odvodit pořadí, ve kterém jsou jednotlivé biotopy selektovány. Biotopy a proměnné zahrnuté v analýzách habitatové preference byly následující:

- Lesy (listnatý, jehličnatý)

- Pole (orná půda)
- Louky
- Intravilány obcí (včetně zahrad)
- Vodní plochy
- Lesní paseky

Selekce různých typů biotopů byla analyzována na dvou prostorových úrovních. V první úrovni bylo analyzováno využívání biotopů v rámci domovského okrsku, kdy se mezi sebou srovnávaly biotopy v jádrové oblasti (využívané biotopy) a v MCP daného jedince (dostupné biotopy, Obr. 2). Ve druhé úrovni byla analyzována selekce domovských okrsků v rámci území vymezeného minimálním konvexním polygonem tvořeným všemi lokacemi všech jedinců téhož druhu (Obr. 2).



Obr. 2: Ukázka jádrových území (50% Kernel, barevné plošky), domovských okrsků (MCP, polygony) a vymezení celkového druhového polygonu (žlutý polygon) u osmi jedinců *Myotis alcathoe* v letním období.

2.3.3 Letecký koridor

Pro přesun z úkrytu na loviště netopýři využívali koridory, jakými jsou hranice lesa (do které zahrnujeme i okraj paseky), vodní toky, lesní cesty a silnice. Charakter přeletu na těchto koridorech se vyznačoval rychlým, poměrně nízkým letem. Preferenci konkrétního biotopu jsme získali pomocí procentuálního zastoupení u *M. alcathoe* a *M. mystacinus*.

2.3.4 Vliv vysílačky

Aldridge a Brigham (1988) doporučují, aby vysílačka zaujímala 5 % z celkové váhy zvířete. Jelikož naše zkoumané druhy jsou velikostně jedny z nejmenších druhů rodu *Myotis*, procentuální váha vysílačky (i přes použití nejmenší možné vysílačky) zaujímala vždy více než 5 % (tzn. 5,07 – 8,94 %) z celkové váhy zvířete. Proto pro testování vlivu vysílačky na letové schopnosti zvířat byl stanoven 7% hmotnostní podíl vysílačky z celkové váhy zvířete. 7 % pro testování bylo odvozeno od průměrného hmotnostního procenta ze všech označených jedinců (průměr – 6,9254; SD ± 1,1898). Do výsledných analýz byla poté zvířata rozdělena do dvou skupin. První skupina byla ta, u které hmotnostní procento vysílačky z celkové váhy zvířete bylo do 7 %; druhá skupina nad 7 %.

2.3.5 Statistická analýza dat

Ke statistickému vyhodnocení dat byl použit program STATISTICA 10 (StatSoft, Inc., 2011). Na testování, zda se liší velikost loviště v rámci druhů, pohlaví a sezóny a rozdíl letové vzdálenosti mezi denním úkrytem a lovištěm v rámci druhů, pohlaví a sezóny byl použit Kruskal-Wallisův neparametrický test. Zda je dokázán vliv váhy transmiteru na doletovou vzdálenost zvířete, bylo testováno pomocí Spearmanovy neparametrické korelace. ANOVA byla použita na vyhodnocení rozdílu mezi velikostí domovského okrsku v rámci sezóny a tří zkoumaných druhů.

3 Výsledky

3.1 Radiotelemetrie

Během čtyřleté studie bylo označeno celkem 69 zvířat. Někteří jedinci neměli dostatečný počet lokací kvůli předčasné ztrátě vysílačky a/nebo odletu netopýra mimo zkoumané území. Do výsledných analýz bylo proto začleněno 51 netopýrů (28 *M. alcathoe*, 6 *M. brandtii*, 17 *M. mystacinus*). Každé označené zvíře bylo průměrně sledováno 3 noci. Celkový počet lokací za celé výzkumné období pro všechny zkoumané druhy činí 2934. Medián počtu lokací je 43±22,83. Souhrnný přehled počtu lokací pro jednotlivé druhy je uveden v Tabulce 1. Pro jednotlivé druhy je medián počtu lokací uveden v Tabulce 2.

Tab. 1: Souhrnný přehled označených zvířat zahrnující pohlaví, reprodukční stav a počet sledovaných lokací (zahrnuje i zvířata, která nebyla použita do statistických analýz).

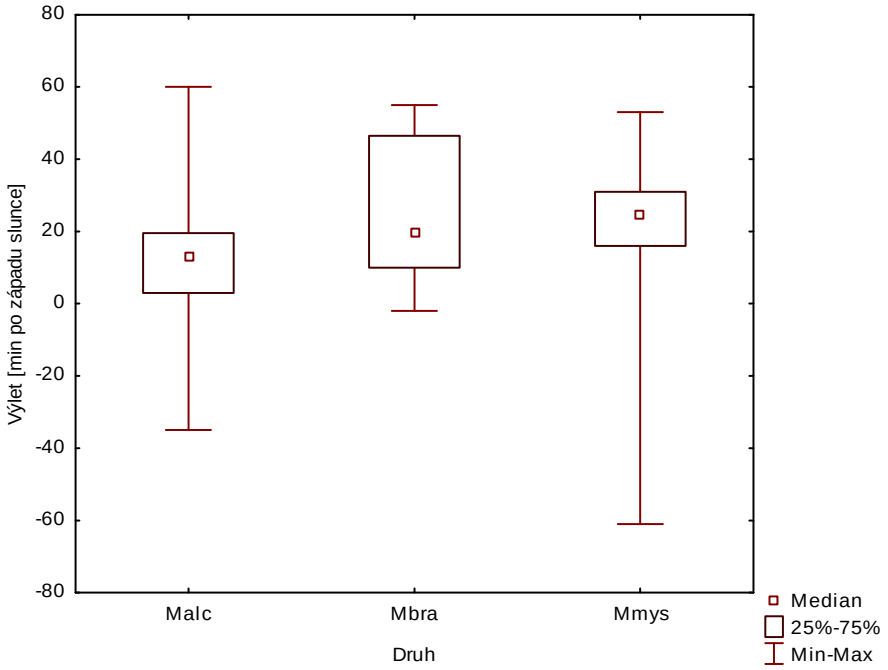
Druh	Pohlaví	Reprodukční stav	Počet jedinců	Počet lokací
Myotis alcathoe	Samice	Juvenilní	3	111
		Gravidní	5	352
		Laktující	4	171
		Adultní	8	467
	Samec	Juvenilní	5	202
		Adultní	10	397
Myotis brandtii	Samice	Juvenilní	0	-
		Gravidní	0	-
		Laktující	0	-
		Adultní	1	50
	Samec	Juvenilní	1	46
		Adultní	6	159
Myotis mystacinus	Samice	Juvenilní	0	-
		Gravidní	11	446
		Laktující	6	195
		Adultní	4	114
	samec	Juvenilní	0	-
		Adultní	5	224

Tab. 2: Souhrnná tabulka uvádějící medián počtu lokací, průměrnou dobu výletu a vzdálenost od denního úkrytu na loviště pro zkoumané druhy *M. alcathoe, M. brandtii a M. mystacinus.*

	POČET LOKACÍ		VÝLET [min po západu slunce]		VZDÁLENOST OD ÚKRYTU NA LOVIŠTĚ [m]	
	Medián	SD	Průměr	SD	Průměr	SD
M. alcathoe	48	23,1	12,44	17,9	382,15	380,63
M. brandtii	36	19,1	25,63	21,17	773,64	659,34
M. mystacinus	38	21,9	20,67	19,96	618,6	468,5

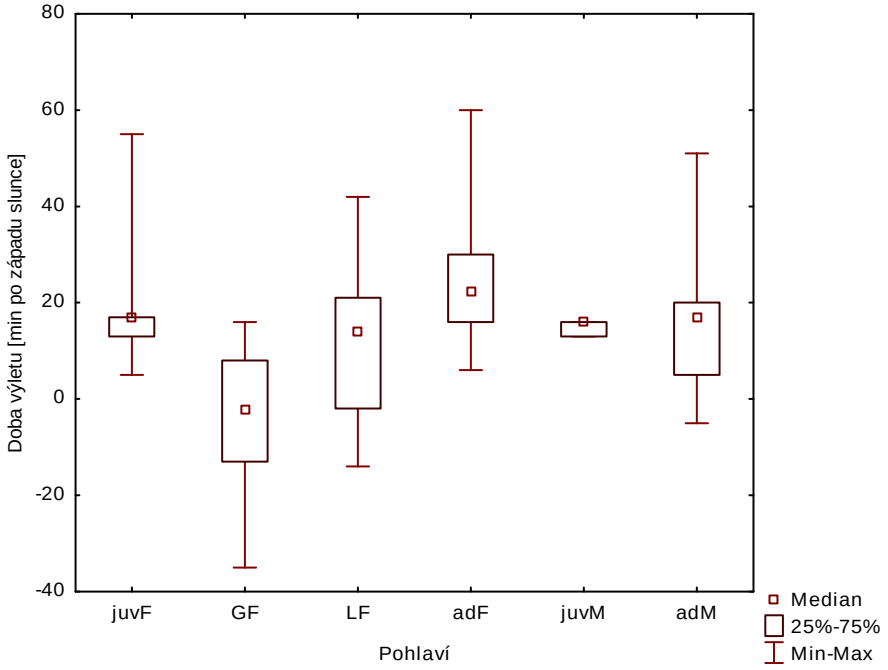
3.2 Prostorová aktivita

Čas výletu z denního úkrytu se u zkoumaných druhů signifikantně lišil (Kruskal-Wallis test: H (2, N=86) = 9,7873; p = 0,0075). Průkazně se mezi sebou lišila doba výletu *M. alcathoe* a *M. mystacinus* (p = 0,0098). Nejdříve ze svého úkrytu vylétal *M. alcathoe* (Obr. 3). Průměrná doba výletu u jednotlivých druhů je uvedena v minutách po západu slunce (Tab. 2).



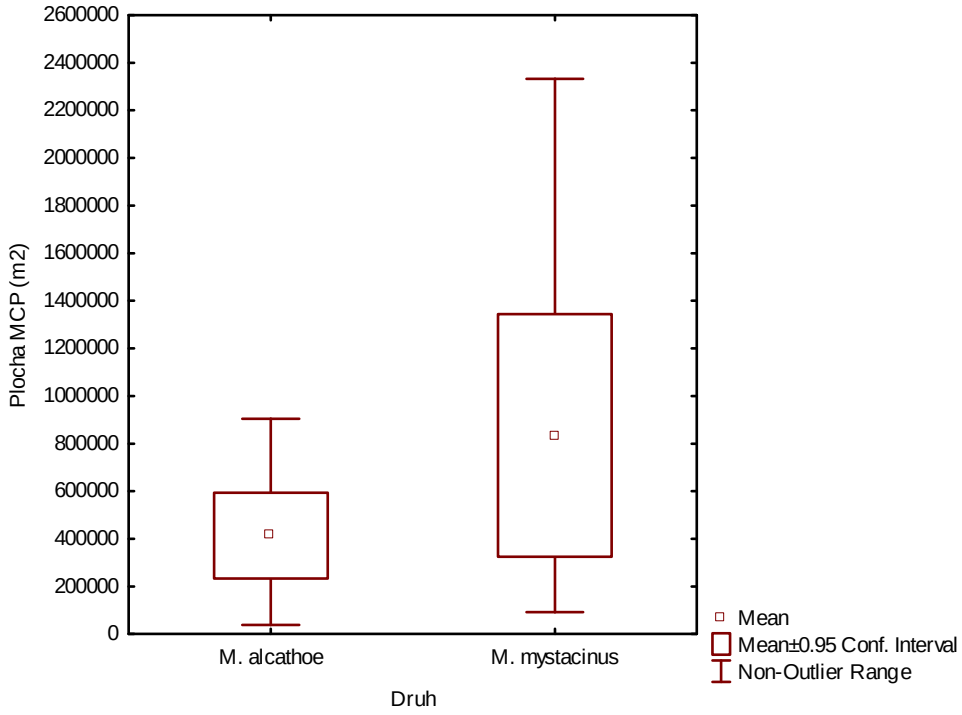
Obr. 3: Doba výletu zkoumaných druhů vyjádřena v minutách po západu slunce. Minusové hodnoty znamenají, že zvíře vylétlo před západem slunce.

Čas výletu byl u *M. alcathoe* ovlivněn reprodukčním obdobím (Kruskal-Wallis test: H(5, N=45) = 17,2141; p = 0,0041). Díky mnohonásobnému porovnání byl dokázán signifikantní rozdíl mezi výlety gravidních a adultních samic v postreprodukčním období, kdy gravidní samice vylétaly daleko dřív než samice v postreprodukční době (p = 0,00199) (Obr. 4). Test byl proveden pouze u *M. alcathoe*, ostatní druhy nebyly testovány pro nedostatek dat.



Obr. 4: Doba výletu u *M. alcathoe* v rámci pohlaví (juvF – juvenilní samice; GF – gravidní samice; LF – laktující samice; adF – adultní samice v postreprodukční době; juvM – juvenilní samec; adM – adultní samec). Čas je vyjádřen v minutách po západu slunce, minusové hodnoty znamenají, že zvíře vylétlo ještě před západem slunce.

Velikost jádrového území a velikost domovského okrsku byla vyhodnocována pouze pro *M. alcathoe* a *M. mystacinus*. Velikost jádrového území se u zkoumaných druhů nelišila (ANOVA (log-transformovaná data): F (1,43) = 2,1525, p = 0,14961). Na rozdíl od velikosti domovského okrsku (MCP), která se u zkoumaných druhů lišila signifikantně (ANOVA (log-transformovaná data): F (1, 43) = 6,0026, p = 0,01843) (Obr. 5).



Obr. 5: Srovnání velikosti domovských okrsků u zkoumaných druhů.

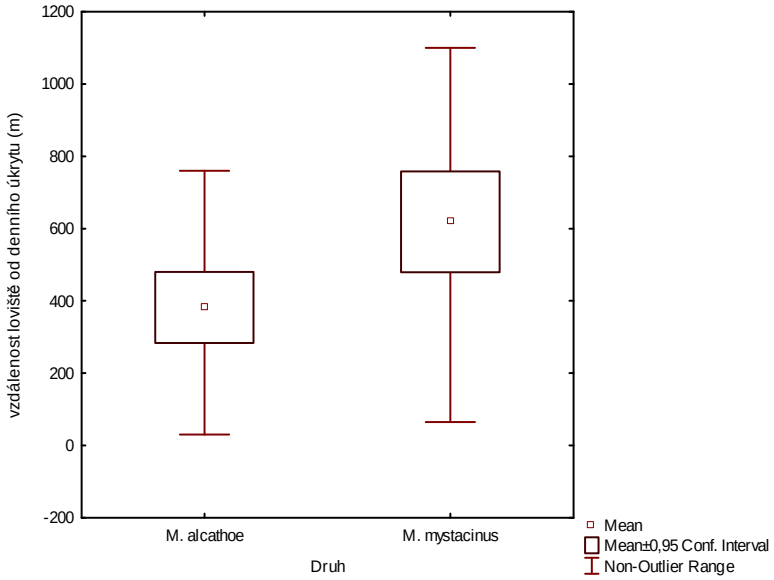
Průměrné hodnoty velikosti lovišť pro zkoumané druhy jsou shrnuty v Tabulce 3.

Tab. 3: Souhrn průměrů a směrodatných odchylek u velikosti domovských okrsků (MCP) a lovišť (vyjádřených jako 95% Kernel a 50% Kernel) u zkoumaných druhů.

Druh	Počet jedinců	MCP [m^2]		95% Kernel [m^2]		50% Kernel [m^2]	
		Průměr	SD	Průměr	SD	Průměr	SD
M.alcathoe	28	394746,6	487249,9	268713,9	133094,4	67852,9	31611,3
M.brandtii	5	565627,4	394162,8	385410,4	204077,4	112476,9	73098,79
M.mystacinus	18	745139,9	936352,8	398895,8	208590,7	121782,0	105237,8

Vliv reprodukčního období a pohlaví byl testován pouze u *M. alcathoe.* U *M. mystacinus a M. brandtii* nebyl k dispozici dostatek dat. Velikost jádrového území (vyjádřeno 95%Kernelem) se u *M. alcathoe* nelišila v rámci sezóny a pohlaví (Factorial ANOVA: F (2,21) = 1,0071; p = 0,38224).

Vzdálenost lovišť (střed 50% Kernelu) od denních úkrytů se lišila mezi *M. alcathoe* a *M. mystacinus* (ANOVA F (1, 104) = 8,2162, p = 0,00503) (Obr. 6).



Obr. 6: Vzdálenost lovišť (50% Kernel) od denního úkrytu zkoumaných druhů.

Vzdálenost mezi úkrytem a lovištěm u *M. alcathoe* se lišila pouze v rámci pohlaví (Factorial ANOVA: F (2,52) = 3,9819; p = 0,0246), kdy nejvzdálenější loviště měly adultní samice. Nejkratší vzdálenosti mezi denním úkrytem a lovištěm měli adultní samci. Vliv pohlaví a sezóny vyšel neprůkazně (Factorial ANOVA: F (2, 52) = 1,9378; p = 0,15428). Nejdelší vzdálenost mezi denním úkrytem a středem loviště u *M. alcathoe* (vyjádřeným jako 50% Kernel) byla zaznamenána u adultní samice v reprodukčním období (1746 m), ostatní údaje jsou uvedeny v Tabulce 4.

Tab. 4: Souhrnná tabulka nejdelších vzdáleností mezi denním úkrytem a středem loviště (vyjádřeným jako 50% Kernel) u *M. alcathoe* pro pohlaví a sezónu (reprodukční období – Léto; postreprodukční období – Podzim).

	Ad F [m]	Juv F [m]	Ad M [m]	Juv M [m]
Léto	1746	-	689	405
Podzim	1542	942	59	947

U *M. mystacinus* se vzdálenost mezi denními úkryty a lovišti v závislosti na sezóně a pohlaví nelišila (Factorial ANOVA: F (1, 42) = 0,2292; p = 0,6346).

3.3 Váha vysílačky

Pomocí Spearmanovy korelace nebyla zjištěna závislost mezi váhou vysílačky a letovou vzdáleností ani u jednoho druhu (*M. alcathoe*: r = 0,18499, p > 0,05; *M. mystacinus*: r = 0,056976, p > 0,05; *M. brandtii*: r = 0,432429, p > 0,05).

Jedinci, u kterých vysílačka zaujímala větší procento z celkové hmotnosti těla (nad 7 %), se nevyznačovali významně jinými hodnotami ve vzdálenosti doletu než jedinci, u nichž procento z tělesné váhy nebylo tak vysoké (do 7 %) (*M. alcathoe* – Kruskal-Wallis test: H (1, N=57) = 1,56; p = 0,2116; *M. mystacinus* – Kruskal-Wallis test: H(1, N = 0,49; p = 0,4836; *M. brandtii* nebyl udělán kvůli nedostatku dat).

3.4 Habitatová preference

Byla vyhodnocována na základě dvou úrovní selekce.

3.4.1 Využívání biotopů v rámci domovského okrsku: jádrové území versus MCP

Jedinci příslušící ke druhu *M. alcathoe* využívali biotopy neselektivně v rámci svých domovských okrsků (λ = 0,140089, p = 0,284, NS). *M. mystacinus* signifikantně preferoval listnatý les jako své loviště (λ = 0.0575, p = 0.008) (Tab. 5). Pořadí jednotlivých biotopů na základě jejich selekce tímto druhem bylo listnatý les >>> lesní paseky > louky > jehličnatý les > vodní plochy > pole > intravilán.

Tab. 5: Matice znázorňující pořadí preferovaných biotopů v rámci lovišť u *M. mystacinus.* Nejvíce preferovaný je biotop označený 6, nejméně 0.

	Lesní paseky	Vodní plochy	Listnatý les	Pole	Louka	Jehličnatý les	Intravilán	Pořadí preference
Lesní paseky	0	+	---	+	+	+	+	5
Vodní plochy	-	0	-	+	-	-	+	2
Listnatý les	+++	+	0	+++	+	+++	+++	6
Pole	-	-	---	0	-	-	+	1
Louka	-	+	-	+	0	+	+	4
Jehličnatý les	-	+	---	+	-	0	+	3
Intravilán	-	-	---	-	-	-	0	0

3.4.2 Vymezení domovských okrsků v rámci studované plochy: MCP versus plocha vymezená MCP všech jedinců jednoho druhu

M. alcathoe si selektivně vybíral biotopy ve svých domovských okrscích (Λ = 0,170657, p < 0,0001). Preferoval listnaté lesy s dostatkem vodních ploch a lesní paseky (Tab. 6). Pořadí jednotlivých biotopů na základě jejich selekce tímto druhem bylo listnatý les > vodní plochy > lesní paseky >>> louky > jehličnatý les > intravilán > pole.

Tab. 6: Matice znázorňující pořadí preferovaných biotopů v rámci domovských okrsků u *M. alcathoe.* Nejvíce preferovaný je biotop označený 6, nejméně 0.

	Lesní paseky	Vodní plochy	Listnatý les	Pole	Louka	Jehličnatý les	Intravilán	Pořadí preference
Lesní paseky	0	-	---	+++	+++	+++	+++	4
Vodní plochy	+	0	-	+++	+++	+++	+++	5
Listnatý les	+++	+	0	+++	+++	+++	+++	6
Pole	---	---	---	0	---	-	-	0
Louka	---	---	---	+++	0	+	+++	3
Jehličnatý les	---	---	---	+	-	0	+	2
Intravilán	---	---	---	+	---	-	0	1

M. mystacinus si taktéž selektivně vybíral biotopy ve svých domovských okrscích (Λ = 0,109284, p < 0,0001). Průkazná byla preference lesních pasek (Tab. 7). Pořadí

jednotlivých biotopů na základě jejich selekce tímto druhem bylo lesní paseky >>> listnatý les > vodní plochy > intravilán > jehličnatý les > louky > pole.

Tab. 7: Matice znázorňující pořadí preferovaných biotopů v rámci domovských okrsků u *M. mystacinus.* Nejvíce preferovaný je biotop označený 6, nejméně 0.

	Lesní paseky	Vodní plochy	Listnatý les	Pole	Louka	Jehličnatý les	Intravilán	Pořadí preference
Lesní paseky	0	+++	+++	+++	+++	+++	+++	6
Vodní plochy	---	0	-	+	+++	+	+	4
Listnatý les	---	+	0	+++	+++	+++	+	5
Pole	---	-	---	0	-	-	---	0
Louka	---	---	---	+	0	-	---	1
Jehličnatý les	---	-	---	+	+	0	-	2
Intravilán	---	-	-	+++	+++	+	0	3

3.4.3 Letecký koridor

Z nabídky dostupných leteckých koridorů *M. alcathoe* nejčastěji využíval lesní cesty (50 %) (Tab. 8). Mezi poměrně častý typ koridoru můžeme zahrnout i hranici lesa (31 %). Pro přesun využíval nejméně silnice (3 %). *M. mystacinus* preferoval hranici lesa (45 %), poté často využíval i lesní cesty (32 %). Jen ve výjimečných případech se stejně jako *M. alcathoe* přemisťoval podél silnic. Vodní tok využíval častěji *M. mystacinus* než *M. alcathoe.*

Tab. 8: Procentuální zastoupení využitelnosti jednotlivých typů leteckých koridorů u *M. alcathoe a M. mystacinus.*

	Vodní tok		Hranice lesa		Silnice		Lesní cesty	
	Průměr [%]	SD	Průměr [%]	SD	Průměr [%]	SD	Průměr [%]	SD
M. alcathoe	15,57	22,37	31,17	22,18	2,92	7,04	50,34	29,12
M.mystacinus	21,63	13,35	45,03	18,68	1,51	3,08	31,82	18,37

4 Diskuze

Během čtyřleté výzkumné práce jsme studovali ekologické nároky tří kryptických druhů netopýrů (*Myotis alcathoe, Myotis brandtii, Myotis mystacinus)* na lokalitě jejich syntopického výskytu. Původním záměrem bylo srovnávání tří druhů ve všech sledovaných parametrech, což se nepodařilo z důvodu absence reprodukční kolonie *Myotis brandtii*. Podařilo se sice označit a sledovat několik jedinců tohoto druhu, jejich počet ale nestačil pro následné statistické vyhodnocení. *M. brandtii* tak byl zařazen pouze do několika analýz pro srovnání se zbývajícími druhy, výsledky srovnání jsou pro tento druh však spíše orientační.

4.1 Prostorová aktivita

Pro vysvětlení některých aspektů prostorové aktivity je esenciální právě vědomost o úkrytovém chování, protože výběr úkrytu hraje důležitou roli v prostorové aktivitě zkoumaných zvířat. Jak již bylo popsáno v úvodu, *M. alcathoe* je striktně dendrofilní druh, úkryty si vybírá pouze ve starých, statných stromech (Lučan et al., 2009). Na rozdíl od něj se u *M. brandtii* a *M. mystacinus* můžeme setkat se synantropním výskytem, kdy netopýři využívají i lidské stavby (Vlasatá, 2012).

Nejdřív ze svého denního úkrytu vylétal *M. alcathoe.* Tento jev můžeme vysvětlit výběrem úkrytů pouze v lesním prostředí, ve kterém se dříve stmívá, a tudíž je zde snížené riziko predace vizuálně se orientujícími predátory. Nejvyšší riziko predace je u netopýrů při výletu či návratu do denního úkrytu (Jones & Rydell, 1994). Čas výletu *M. brandtii* a *M. mystacinus* byl velmi podobný. V rámci druhu *M. alcathoe* vylétaly gravidní samice dříve než nerozmnožující se samice. Gravidní samice mají vysoké energetické nároky z důvodu vývoje plodu, proto musí za noc ulovit větší množství kořisti. Vzhledem ke známé skutečnosti maximální denzity potencionální kořisti v časovém období kolem západu slunce je tedy dřívější čas výletu březích samic efektivním řešením nutnosti optimalizovat příjem potravy (Fenton, 1990).

Velikost domovských okrsků a vzdálenost mezi denním úkrytem a lovištěm se signifikantně lišila u *M. alcathoe* a *M. mystacinus. M. alcathoe* měl mnohem menší domovské okrsky a kratší letovou vzdálenost mezi úkrytem a lovištěm než *M. mystacinus. M. alcathoe* měl v rámci lesa jak své denní úkryty, tak loviště, proto vzdálenost na loviště

byla kratší než u *M. mystacinus*, jenž se ve většině případů musel přemístit do lesa z vesnice, kde měl své úkryty. U *M. alcathoe* měly nejvzdálenější loviště od úkrytu adultní samice, nejkratší vzdálenost mezi denním úkrytem a lovištěm urazili adultní samci. Možné vysvětlení navrhuje ve své práci Lučan et al. (2009). Autor si myslí, že zmíněný rozdíl je způsoben obhajobou samcova teritoria v období páření.

4.2 Habitatová preference

Biotopy na svých lovištích v rámci domovského okrsku si *M. alcathoe* vybíral neselektivně, a to na rozdíl od *M. mystacinus*, který v našem zkoumaném území preferoval jako svá loviště listnatý les. V rámci širšího území *M. alcathoe* upřednostňoval listnatý les s dostatkem vodních ploch a lesními pasekami. *M. mystacinus* preferoval pouze lesní paseky. Z těchto výsledků můžeme odvodit obecný závěr o výběru habitatu a to, že *M. alcathoe* preferuje zaplněný prostor v lesním interiéru, na rozdíl od *M. mystacinus*, který vyhledává spíše polootevřené až otevřené plochy. Odlišný výběr habitatu u druhů je vysvětlitelný buď na základě rozdílné morfologie křídel, odlišné frekvence v echolokačním hlase či jiné strategii v chování (Norberg & Rayner, 1987). Pokud bychom u našich zkoumaných druhů vzali v úvahu pouze morfologickou stavbu těla (např. morfologii křídel), přijde nám toto rozdělení v prostoru překvapivé. Situace se změní po srovnání frekvence echolokačního hlasu, který odpovídá výběru habitatu. *M. alcathoe* má společně s *M. emarginatus* nejvyšší echolokační frekvenci v rámci všech našich zástupců tohoto rodu. Jeho echolokační výkřik se pohybuje kolem 55 kHz (Helversen et al., 2001). Poměrně vysoká a širokospektrá echolokace je důležitá pro hledání kořisti v zaplněném prostoru (Siemers et al., 2001). Také v potravní nabídce *M. alcathoe* převládá kořist sbíraná z povrchu (Lučan et al., 2009). *M. brandtii* a *M. mystacinus* mají frekvenci echolokačního hlasu téměř identickou, tj. nejvyšší frekvence mezi 40–50 kHz (Anděra & Horáček, 2005). Podobná je i strategie lovu, kdy oba loví hmyz ve volném prostoru, okolo vegetace a také nad vodní hladinou (Anděra & Horáček, 2005). V potravě převládají menší formy létajícího hmyzu (Anděra & Horáček, 2005; Pithartová, 2007). Jelikož všechny tři druhy žijí syntopicky, je rozdělení nik nejefektivnějším mechanizmem snížení vzájemné konkurence (Arlettaz, 1999).

S tímto fenoménem se můžeme setkat i u jiných kryptických druhů, např. u *Pipistrellus pipistrellus a Pipistrellus pygmaeus. P. pipistrellus* má frekvenci 45 kHz na rozdíl od *P. pygmaeus* s frekvencí 55 kHz (Jones & Parijs, 1993). *P. pygmaeus* je považován

za specialistu, který si při lovu vybírá hlavně biotopy v blízkosti vodních ploch s dostatkem příbřežní vegetace (Davidson-Watts et al., 2006). Na rozdíl od něj je *P. pipistrellus* generalista, který není striktně omezen na konkrétní biotop. Častěji se vyskytuje v opadavých lesích, ale můžeme ho nalézt také v zcela zastavěné ploše jako synantropní druh.

S rozdílnými ekologickými nároky se můžeme setkat i u *Myotis myotis a Myotis blythii. M. myotis* vyhledává loviště jako je les bez vzrostlého podrostu nebo posekané louky a má frekvenci echolokačního hlasu v rozmezí 27–35 kHz (Anděra & Horáček, 2005; Arlettaz, 1999). Charakter loviště u *M. blythii* se vyznačuje travnatým podkladem (Arlettaz, 1999). Echolokační hlas je vyšší než u *M. myotis*, a to 33–42 kHz (Anděra & Horáček, 2005). *M. myotis* se specializuje na lov střevlíků, kdežto *M. bylthii* na lov rovnokřídlého hmyzu (Arlettaz et al., 1997).

S možným dělením nik se setkáváme i u sympatrických druhů rodu *Plecotus. Plecotus macrobullaris* (druh vyskytující se na území Alp) měl ve studii Preatoniho et al. (2011) domovské okrsky větší než 10km^2. Preferoval ekotony, jakými jsou hranice lesa a zemědělská krajina, lesu se spíš vyhýbal. Na rozdíl od něho je *Plecotus auritus* považován za striktně lesní druh.

4.3 Letecký koridor

Pokud srovnáme využívané koridory u *M. alcathoe* a *M. mystacinus,* vyjde nám, že lesní cesty častěji využíval *M. alcathoe.* Vyšší procentuelní zastoupení je ovlivněno faktem, že *M. alcathoe* se zdržoval hlavně v lesním prostředí (jak denní úkryty, tak loviště). *M. mystacinus* preferoval hranici lesa, ale také lesní cesty. Lesní cesty byly u *M. mystacinus* důležitým koridorem i v práci Kaňucha et al. (2008). Vodní tok jako letecký koridor častěji využíval *M. mystacinus.* Je to z toho důvodu, že si často vyhledával denní úkryty v lidských stavbách v rámci vesnice. Proto mu k přesunu na loviště v rámci lesa posloužil nejen tamější potok, který vedl z lesa do vesnice, ale také již výše zmíněná hranice lesa.

4.4 Ochranářský aspekt

Studium vztahu mezi úkrytovým a loveckým chováním u kryptických druhů je důležité pro porozumění toho, jak druhy využívají dostupné habitaty. Díky těmto znalostem totiž můžeme vyvinout management pro jejich následnou ochranu. Životaschopnost netopýřích populací na velikosti a kvalitě habitatů silně závisí (Hillen et al., 2009). Dosavadní nálezy navrhují, že *M. alcathoe* je vázán na území, ve kterém dominuje přirozený, vlhký a opadavý les s dostatečným množstvím starých stromů a vodních ploch (Lučan et al. 2009; Niermann et al., 2007). Kvůli poměrně vyhraněným nárokům na výběr habitatu a nulovými synantropními tendencemi je *M. alcathoe* považován za nejohroženější ze zkoumaných druhů. Podle práce Kaňucha et al. (2008) se *M. brandtii* a *M. mystacinus* nachází velmi často ve všech typech lesních habitatů. Z této práce vyplývá, že důležitou roli hraje mozaikovitost krajiny, v níž nejsou nezbytné pouze zachovalé opadavé lesy, ale i v rámci těch určitý typ mozaiky, do které patří mj. lesní paseky.

5 Závěr

Přínos předložené práce spočívá v rozšíření vědomostí o ekologických nárocích tří kryptických druhů netopýrů (*Myotis alcathoe, Myotis brandtii* a *Myotis mystacinus*), díky kterým lze přispět ke zlepšení managementu ochrany těchto ohrožených zvířat. Obecně lze říci, že jak *Myotis alcathoe*, tak *Myotis mystacinus* preferují listnaté lesy. U *Myotis alcathoe* habitat lovišť obsahuje dostatek vodních ploch a lesní paseky. *Myotis mystacinus* vyhledává jako svá loviště lesní paseky.

6 Literatura

Adam, M.D., Lacki, M.J. & Garnes, T.G. 1994. Foraging areas and habitat use of the Virginia big-eared bat in Kentucky. The Journal of Wildlife Management, 58(3): 462-469.

Aebischer, N.J., Robertson, P.A. & Kenward, R.E. 1993. Compositional analysis of habitat use from animal radio-tracking data. Ecology, 74(5): 1313–1325.

Agirre-Mendi, P. T., García-Mudarra, J. L., Juste, J. & Ibáñez, C. 2004. Presence of *Myotis alcathoe* Helversen & Keller, 2001 (Chiroptera: Vespertilionidae) in the Iberian Peninsula. Acta Chiropterologica, 6: 49–57.

Aldridge, H. D. J. N. & Brigham, R.M. 1988. Load carrying and maneuverability in an insectivorous bat: a test of the 5% 'rule' of radio-telemetry. Journal of Mammalogy, 69: 379–382.

Anděra, M. & Horáček, I. 2005. Poznáváme naše savce. Praha: Sobotáles.

Arlettaz, R. 1999. Habitat selection as a major resource partitioning mechanism between the two sympatric sibling bat species *Myotis myotis* and *Myotis blythii.* Journal of Animal Ecology, 68: 460-471.

Arlettaz, R., Ruedi, M., Ibáñez, C., Palmeirim, J. & Hausser, J. 1997. A new perspective on the zoogeography of the sibling mouse-eared bat species *Myotis myotis* and *Myotis blythii*: morphological, genetical and ecological evidence. Journal of Zoology (London), 242: 45-62.

Ashrafi, S., Bontadina, F., Kiefer, A., Pavlinic, I. & Arlattaz, R. 2010. Multiple morphological characters needed for field identification of cryptic long-eared bat species around the Weiss Alps. Journal of Zoology, 281: 241–248.

Barlow, K.E. 1997. The diets of two phonic types of the bat *Pipistrellus pipistrellus* in Britain. Journal of Zoology, 243(3): 597–609.

Barratt, E.M., Deaville, R., Burland, T.M., Bruford, M.W., Jones, G., Racey, P.A. & Wayne, R.K. 1997. DNA answers the call of pipistrelle bat species. Nature. 387:138–139.

Bashta, A. T., Piskorski, M., Myslajek, R. W., Tereba, A., Kurek, K. & Sachanowicz, K. 2011. *Myotis alcathoe* in Poland and Ukradne: new data on its status and habitat in Central Europe. Folia Zoologova, 60: 1–3.

Bauer, K. 1960. Die Säugetiere des Neusiedlersee-Gebietes (Österreich). Bonn. Zool. Beitr. 11(2-4): 141–344.

Benda, P. & Tsytsulina, K.A. 2000. Taxonomic revision of Myotis mystacinus group (Mammalia: Chiroptera) in the western Palearctic. Acta Soc.Zool. Bohem. 64: 331–398.

Benda, P., Ruedi, M. & Uhrin, M. 2003. First record of *Myotis alcathoe* (Chiroptera: Vespertilionidae) in Slovakia. Folia Zoologica, 52: 359–365.

Benda, P. 2004. First rekord of *Myotis aurascens* and second record of *Myotis brandtii* in Montenegro. Lynx. 35: 13–18.

Benda, P. & Karatas, A. 2005. On some Mediterranean populations of bats of the *Myotis mystacinus* moréno-group (Chiroptera: Vespertilionidae). Lynx (Praha), 36: 9–38.

Berge, L. 2007. Ressource partitioning between the cryptic species Brandt's bat (*Myotis brandtii*) and the whiskered bat (*Myotis mystacinus*). Unpublished PhD. Thesis. Schoul of Biological Science, University of Bristol.

Bickford, D., Lochman, D.J., Sodhi, N.S., Ng, P.K.L., Meier, R., Winker, K., Ingram, K.K. & Das, I. 2006. Cryptic species as a Windows on diverzity and conservation. Trends in Ecology and Evolution. 22(3): 148–155.

Bogdanowicz, W. 1990. Geographic variation and taxonomy of Daubenton's bat, *Myotis daubentonii*, in Europe. Journal of Mammalogy, 71: 205–218.

Bontadina, F., Schofield, H. & Naef-Daenzer, B. 2002. Radio-tracking reveals that leader horseshoe bats (*Rhinolophus hipposideros*) forage in woodland. Journal of Zoology, 258: 281–290.

Calenge, C. 2006. The package adehabitat for the R software: a tool for the analysis of space and habitat use by animals. Ecological Modelling, 197: 516–519.

Davidson-Watts, I., Walls, S. & Jones, G. 2006. Differential habitat selection by *Pipistrellus pipistrellus* and *Pipistrellus pygmaeus* identifies distinct conservation needs for cryptic species of echolocating bats. Biological conservation, 133: 118-127.

Davidson-Watts, I.F. & Jones, G. 2006. Differences in foraging behaviour between *Pipistrellus Pipistrellus* (Schreber, 1774) and *Pipistrellus pygmaeus* (Leach, 1825). Journal of Zoology, London, 268: 55–62.

Dietz, C. & von Helversen, O. 2004. Illustrated identification key to the bats of Europe. http://www.uni-tuebingen.de/tierphys/Kontakt/mitarbeiter_seiten/dietz.htm

Dietz, C., von Helversen, O. & Nill, D. 2009. Bats of Britain, Europe and Northwest Africa. London: A & C Black Publishers Ltd.

Encarnacao, J., Kierdorf, U. & Wolters, V. 2006. Seasonal variation in nocturnal activity of male Daubenton's bats, Myotis daubentonii (Chiroptera: Vespertilionidae). Folia Zoologica, 55: 237–246.

Fenton, M.B. 1990. The foraging behaviour and ecology of animal-eating bats. Canadian Journal of Zoology, 68: 411-422.

Hanák, V. 1965. Zur Systematik der Bartfledermaus *Myotis mystacinus* Kuhl, 1819 und über das Vorkommen vor *Myotis ikonnikovi* Objev, 1912 in Europa. Věstník Československé společnosti zoologické [Praha], 29(4): 353–367.

Helversen, O., Heller, K. G., Mayer, F., Nemeth, A., Volleth, M. & Gombkötö, P. 2001. Cryptic mammalian species: a new species of whiskered bat (*Myotis alcathoe* n. sp.) in Europe. Naturwissenschaften, 88: 217–223.

Helversen, O. & Heller, K.G. 2001. Nymphenfledermaus. – In: Niethammer, J. & Krapp, F. (Eds.): Handbuch der Säugetiere Europas, Fledertiere II: 1159–1167.

Hillen, J., Kiefer, A. & Veith, M. 2009. Foraging site fidelity shapes the spatial organisation of a population of female western barbastelle bats. Biological Conservation, 142: 817–823.

Hooge, P.N. & Eichenlaub, B. 1997. Animal movement extension to Arcview. Anchorage, AK, USA: Alaska Science Center – Biological Science Office, US Geological Survey.

Hughes, P.M. & Rayner, J.M.V. 1991. Addition of artificial loads to long-eared bats *Plecotus auritus:* handicapping flight performance. J. exp. Biol., 161: 285–298.

Ibáñez, C., García-Mudarra, J.L., Ruedi, M., Stadelmann, B., & Juste, J. 2006. The Iberian contribution to cryptic diversity in European bats. Acta Chiropterologica, 8(2):277-297.

Jan, C.M.I., Frith, K., Glover, A.M., Bublin, R.K., Scott, C.D., Greenaway, F., Ruedi, M., Frantz, A.C., Dawson, D.A. & Altringham, J.D. 2010. *Myotis alcathoe* confirmed in the UK from mitochondrial and microsatellite DNA. Acta Chiropterologica, 12(2): 471-483.

Jones, G. & van Parijs, S.M. 1993. Bimodal echolocation in pipistrelle bats: are cryptic species present? Proc R Soc Lond B. 251: 119-125.

Jones, G. & Rydell, J. 1994. Foraging strategy and predation risk as factors influencing emergence time in echolocating bats. Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci., 266: 1127-1132.

Jones, G. 1997. Acoustic signale and speciation: the roles of natural and sexual selection in the evolution of cryptic species. Advances in the Study of Behaviour. 26: 317-354.

Jones, G. & Barratt, E.M. 1999. *Vespertilio pipistrellus* Schreber, 1774 and *V. pygmaeus* Leach, 1825 (currently *Pipistrellus pipistrellus* and *Pipistrellus pygmaeus;* Mammalia, Chiroptera): proposed designation of neotypes. Bulletin of Zoologica Nomenclature, 56: 182–186.

Jones, G., Jacobs, D.S., Kunz, T.H., Willig, M.R. & Racey, P.A. 2009. Carpe noctem: the importance of bats as bioindicators. Endang. Spec. Res. 8: 93–115.

Juste, J., Ibáñez, C., Munoz, D., Trujillo, D., Benda, P., Karatas, A. & Ruedi, M. (2004). Mitochondrial phylogeography of the long-eared bats (Plecotus) in the mediterranean palaearctic and Atlantic Island. Mol. Phylogenet. Evol. 31: 1114-1126.

Kaňuch, P., Danko, Š., Celuch, M., Krištín, A., Pjenčák, P., Matis, Š. & Šmídt, J. 2008. Relating bat species presence to habitat features in natural forests of Slovakia (Central Europe). Mammalian Biology, 73: 147-155.

Kiefer, A. & von Helversen, O. 2004. *Plecotus macrobullaris* – Alpenlangohr. – In: Krapp, F. (Hrsg.): Handbuch der Säugetiere Europas, Fledertiere II: 1051–1058.

Kunz, T.H. & Racey, P.A. (eds.). 1998. Bat Biology and Conservation. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., 365 pp.

Lučan, R.K. 2009. Netopýr Alkathoe v České republice aneb i v srdci Evropy lze objevit nového savce. Živa, 2: 86-89.

Lučan, R.K., Andreas, M., Benda, P., Bartonička, T., Březinová, T., Hoffmannová, A., Hulová, Š., Hulva, P., Neckářová, J., Reiter, A., Svačina, T., Šálek, M. & Horáček, I. 2009. Alcathoe bat (*Myotis alcathoe*) in Czech Republic: distributional status, roosting and feeding ecology. Acta Chiropterologica, 11: 61–69.

Lučan, R.K., Benda, P., Reiter, A & Zima, J. jr. 2011. Reliability of field determination in three cryptic whiskered bats (*Myotis alcathoe, Myotis mystacinus, Myotis brandtii*) and basic biometric characters: evidence from the Czech Republic. Vespertilio, 15: 37–44.

Mayer, F. & von Helversen, O. 2001: Cryptic diversity in European bats. Proc. R. Soc. London B, 268: 1825–1832.

Mayer, F., Dietz, C. & Kiefer, A. 2007. "Molecular species identification boosts bat diversity". Frontiers in Zoology, 4(1): 4.

Mucedda, M., Kiefer, A., Pidinchedda, E. & Veith, M. 2002. A new species of long-eared bat (Chiroptera, Vespertilionidae) from Sardinia (Italy). Acta Chiropterologica. 4:121-135.

Niermann, I., Biedermann, M., Bogdanowicz, W., Brinkmann, R., Bris, Y.L., Ciechanowski, M., Dietz, C., Dietz, I., Estók, P., von Helversen, O., Le Houédec, A., Paksuz, S., Petrov, B.P., Özkan, B., Piksa, K., Rachwald, A., Roué, S.Y., Sachanowicz, K., Schorcht, W., Tereba, A. & Mayer, F. 2007. Biogeography of the recently described *Myotis alcathoe* von Helversen and Keller, 2001. Acta Chiropterologica, 9: 361–378.

Norbert, U.M. & Rayner, J.M.V. 1987. Ecological Morphology and Flight in Bats (Mammalia; Chiroptera): Wing Adaptations, Flight Performance, Foraging Strategy and Echolocation. Phil. Trans. R. Soc. Lond. B, 316: 335–427.

Ohlendorf, B. & Funkel, C. 2008. Zum Vorkommen der Nymphenfledermaus, Myotis alcathoe von Helversen and Keller, 2001, in Sachsen-Anhalt. Nyctalus (N.F.) 13: 99-114.

Pavlinic, I., Tvrdkovic, N., Podnar, M. 2012. Preliminary data on genetics and morphometrics of Myotis alcathoe (Chiroptera, Vespertilionidae) in Croatia. Mammalia, 76: 331–334.

Pfenninger, M. & Schwenk, K. 2007. Cryptic animal species are homogeneously distributed among taxa and biogeographical regions. BMC Evolutionary Biology, 7:121

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.

Preatoni, D.G., Spada, M., Wauters, L.A., Tosi, G. & Martinovi, A. 2011. Habitat use in the female Alpine long-eared bat *(Plecotus macrobullaris)*: does breeding make the difference? Acta Chiropterologica, 13(2): 355-364.

Quitt, E. 1971. Klimatologické podklady pro rajónové plánování. Sbor. Ochr. Tvor. Přír. Prostř., Praha, 1–2, 17–39.

R Development Core Team. 2010. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vinna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL http://www.R-project.org.

Ruedi, M. & Mayer, F. 2001. Molecular systematics of bats of the genus *Myotis* (Vespertilionidae) suggests determinisi ecomorphological convergences. Molecular Phylogenetics and Evolution, 21: 436–448.

Ruedi, M., Jourde, P., Giosa, P., Barataud, M. & Roue, S.Y. 2002. DNA reveals the existence of *Myotis alcathoe* in France (Chiroptera: Vespertilionidae). Revue Suisse de Zoologie, 109: 643–652.

Řehák, Z., Bartonička, T., Bryja, J. & Gaisler, J. 2008. New record of te Alcathoe bat, *Myotis alcathoe* in Morava (Czech Republic). Folia Zoologica, 57: 465–469.

Schunger, I., Dietz, C., Merdschanova, D., Mardschanov, S., Christov, K., Borissov, I., Stanova, S. & Petrov, B. 2004. Swarming of bats (Chiroptera: Mammalia) in the Vodnite Dupki cave (Central Balkan National Park, Bulgaria). Acta Zoologova Bulgarica, 56: 323–330.

Siemers, B., Stilz, P. & Schnitzler, H. 2001. The acoustic advantage of hunting at low heights above water: behavioural experiments on the European ‘trawling’ bats Myotis capaccinii, M. dasycneme and M. daubentonii. Journal of Experimantal Biology, 204: 3843–3854.

Simões, B.F., Rebelo, H., Lopes, R.J., Alves, P.C. & James, D. 2007. Patterns of genetic diversity within and between *Myotis d. daubentonii* and *Myotis d. nathalinae* derived from cytochrome *b* mtDNA sequence data. Acta Chiropterologica, 9(2): 379–389.

Spitzenberger, F., Piálek, J. & Haring, E. 2001. Systematics of the genus *Plecotus* (Mammalia, Vespertilionidae) in Austria based on morphometric and molecular investigations. Folia Zoologica, 50: 161–172.

Spitzenberger, F., Strelkov, P., Winkler, H. & Hadiny, E. 2006. A preliminary revision of the genus *Plecotus* (Chiroptera, Vespertilionidae) based on genetic and morphological results. Zoologica Scripta, 35(3): 187–230.

Stadelmann, B., Jacobs D.S., Schoeman, C. & Ruedi, M. 2004. Phylogeny of African *Myotis* bats (Chiroptera, Vespertilionidae) inferred from cytochrome *b* sequences. Acta Chiropterologica, 6(2): 177–192.

StatSoft, Inc. (2011). STATISTICA (data analysis software systém), version 10. www.statsoft.com.

Tvrtković, N., Pavlinic, I. & Hadiny, E. 2005. Four species of long-eared bats (*Plecotus*, Geoffroy, 1818; Mammalia, Vespertilionidae) in Croatia: field identification and distribution. Folia Zoologca, 54(1-2): 75–88.

Vaughan, N., Jones, G. & Harris, S. 1997. Habitat use by bats (Chiroptera) assessed by means of a broad-band acoustic method. Journal of Applied Ecology, 34: 716–730.

Vlasatá, T. 2012. Úkrytová ekologie tří kryptických druhů netopýrů: netopýra alkathoe (*Myotis alcathoe*), netopýra Brandtova (*Myotis brandtii*) a netopýra vousatého (*Myotis mystacinus*). Magisterská práce. In: Přírodovědecká fakulta, pp. 35. České Budějovice: Jihočeská univerzita.

Volleth, M. 1987. Differences in the location of nucleolus organizer regions in European vespertilionid bats. Cytogenetics and Cell Genetics, 44: 186–197.

White, G.C. & Garrott, R.A. 1990. Analysis of radio-tracking data. Academic Press, New York.

Příloha

Ukázka některých typů loveckých biotopů využívaných označenými jedinci.
(Foto R. K. Lučan)

Ukázka leteckých koridorů využívaných označenými jedinci pro přesun na loviště.
(Foto R. K. Lučan)