

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů
Katedra zoologie a rybářství



**Potravní ekologie insektivorních netopýrů se zaměřením
na netopýra velkého (*Myotis myotis*, Borkhausen, 1797)
a možné mezipohlavní rozdíly**

Bakalářská práce

Autor práce: Barbora Bendová
Vedoucí práce: Mgr. Oldřich Kopecký, Ph.D.
Konzultant: RNDr. Michal Andreas, Ph.D.

Praha
2012

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Potravní ekologie insektivorních netopýrů se zaměřením na netopýra velkého (*Myotis myotis*, Borkhausen, 1797) a možné mezipohlavní rozdíly vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v příložené bibliografii.

V Praze dne 12. 4. 2012

Barbora Bendová

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla poděkovat Mgr. Oldřichu Kopeckému, Ph.D. za vedení práce po formální stránce. Můj další velký dík patří konzultantu RNDr. Michalu Andreasovi, Ph.D. za vedení práce po stránce obsahové, seznámení s problematikou, poskytnutí cenných rad a literárních pramenů a motivaci k dalšímu výzkumu. V neposlední řadě velmi děkuji za cenné rady a podporu Mgr. Danielu Vondrákovi.

Abstrakt

Výzkum potravní ekologie netopýrů je vzhledem k jejich biologii a způsobu života velmi problematickou disciplínou, avšak důležitou pro objasnění jejich vzájemných vztahů, výskytu a pozice v ekosystému. Konzumovaná potrava temperátních netopýrů se odvíjí od její dostupnosti během roku, ze strany netopýrů pak od morfologie, loveckých strategií, typu echolokace, loveckého habitatu a částečně je též ovlivněna pohlavím. Cílem této práce bylo zpracovat literaturu, zabývající se potravní ekologií netopýrů, zejména pak přiblížit lovecké strategie, s tím související složení potravy jednotlivých druhů netopýrů a aspekty toto složení ovlivňující. Dále byla práce zaměřena na netopýra velkého (*Myotis myotis*, Borkhausen 1797), na jehož potravní ekologii bude soustředěn budoucí výzkum. Metodika tohoto výzkumu i metodika obecně využívaná při výzkumu potravní ekologie netopýrů je nastíněna v závěru práce.

Klíčová slova: Chiroptera, potravní ekologie, *Myotis myotis*, mezipohlavní rozdíly

Abstract

Research on feeding ecology of bats is due to their biology and life very difficult discipline, but important to clarify their mutual relationships, the occurrence and position in the ecosystem. The food consumed by temperate bats depends on its availability during the year, by bats from their morphology, foraging strategies, the type of echolocation, foraging habitat and is also partly influenced by gender. The aim of this thesis was to review a literature dealing with the feeding ecology of bats, especially foraging strategies, related food composition of each bat species and aspects affecting this composition. Also this thesis has been focused on the greater mouse-eared bat (*Myotis myotis*, Borkhausen 1797) in which feeding ecology future research is focused. The methodology for this research and the methodology used for the feeding ecology of bats in general is outlined at the end of this thesis.

Keywords: Chiroptera, feeding ecology, *Myotis myotis*, intersexual differences

Obsah

1. Úvod	7
2. Cíl práce	11
3. Přehled literatury	12
3.1. Echolokace	12
3.1.1. Typy echolokace	12
3.1.2. Využití echolokace při lovu	13
3.2. Lovecké strategie a složení potravy hmyzožravých netopýrů	15
3.2.1. Vzdušný lov (aerial hawking)	16
3.2.2. Lov z vyvýšeného odpočívadla (perch hunting, flycatching)	18
3.2.3. Lov v listoví (foliage gleaning, hover gleaning)	19
3.2.4. Pozemní sběr (ground gleaning)	19
3.2.5. Lov z vodní hladiny (trawling, water surface gleaning)	20
3.3. Roční životní cyklus netopýrů mírného pásma	21
3.3.1. Heterotermie a hibernace	22
3.3.2. Roční cyklus	23
3.4. Mezipohlavní rozdíly v potravě	25
3.5. <i>Myotis myotis</i> – charakteristika druhu	26
3.5.1. Taxonomie	26
3.5.2. Charakteristika	28
3.5.3. Rozšíření	29
3.5.4. Potravní ekologie	30
4. Materiál a metodika	32
4.1. Práce v terénu – potrava	32
4.2. Zpracování vzorků v laboratoři	33
4.3. Práce v terénu – potravní nabídka	33
5. Závěr	35
6. Seznam literatury	36
7. Seznam příloh	46
8. Přílohy	47

1. Úvod

Řád letounů (Chiroptera), jehož jsou netopýři součástí, je zastoupený více než 1100 druhy a představuje přes 20 % recentních savců (Teeling 2005). Většina z nich je výlučně noční. Rydell & Speakman (1995) tento fakt vysvětlují snížením rizik vycházejících z denní aktivity, mezi něž řadí jednak možné přehřátí organismu během dne (zvláště v tropických oblastech), dále pak zvýšené predační riziko ze strany dravých ptáků.

Jedná se patrně o primárně tropickou skupinu, která se nicméně během svého vývoje rozšířila s výjimkou polárních oblastí po celém světě s největším druhovým bohatstvím právě v tropech. Diverzita netopýřů kontinuálně klesá s přibývajícím zeměpisnou šířkou, stejně jako hustota populací, jež se uvádí od několika tisíc až desítek tisíc jedinců na km² v tropech až po několik jedinců na km² v ČR a severněji (Horáček 1986). Jejich prakticky kosmopolitní rozšíření (včetně nočního života) jim umožňuje několik adaptací, které můžeme považovat za nejvýraznější znaky celého řádu. Jedná se zejména o schopnost aktivního letu související s vysokou intenzitou metabolismu a s tím dále spojenou, především u temperátních druhů, řízenou regulaci tělesné teploty (aktivní heterotermie) (Anděra & Horáček 2005). Charakteristická je pro ně taktéž orientace pomocí ultrazvuku (echolokace), kterou však již zdaleka nenajdeme u všech zástupců (Altringham 1996) (viz dále). Tyto charakteristické adaptace vychází zejména z potravní vazby této skupiny na hmyz (Horáček 1986). Letouni jsou však velmi variabilní skupinou v různých ohledech, pročež jen málo znaků je bez výjimky charakterizuje. Těm nejvýznamnějším bude ještě dále věnována pozornost.

Netopýři se poprvé ve fosilním záznamu objevují v období bazálního eocénu a jejich nejstarší formy (např. *Icaronycteris index*, *Palaeochiropteryx*, *Archeonycteris* či vůbec nejstarší *Onychonycteris finneyi*) jsou již podobné recentním druhům. Ba dokonce některé recentní rody jsou z tohoto období již známy (Roček 2002), avšak není dosud znám žádný spojovací článek, který by přímo vysvětloval raný fylogenetický vývoj letouního řádu (např. Teeling 2005, Simmons 2008).

Donedávna se řád letouni (Chiroptera) dělil do dvou podřádů: Megachiroptera (kaloni) a Microchiroptera (netopýři), kde do prvního z nich patřila pouze čeleď Pteropodidae (kaloňovití) a do druhého pak čeledi ostatní (např. Roček 2002, Horáček 1986). Toto systematické uspořádání bylo sestaveno především na základě morfologických znaků, zejména pak přítomnosti echolokace u netopýřů (Microchiroptera) a její absence u kaloňů (Megachiroptera) (Teeling 2005). Molekulárně genetické studie uskutečněné v posledních

letech však ukázaly, že toto rozdělení neodráželo reálné fylogenetické vztahy a bylo nutné sestavit systém nový. V současnosti se tedy řád letouni (Chiroptera) rozděluje do dvou podřádů: Pteropodiformes (Yinpterochiroptera), kam se kromě čeledi Pteropodidae nově řadí ještě nadčeleď Rhinolophoidea, a podřád Vespertilioniformes (Yangochiroptera) se třemi nadčeleděmi Emballonuroidea, Noctilionoidea a Vespertilionoidea (např. Teeling 2005, Eick et al. 2005). Je na místě uvést, že výraz „netopýr“, vycházející ještě za staré nomenklatury, je obecně užívaný termín, vysvětlující, že se nejedná o kaloně, neboť český jazyk nemá společný výraz pro netopýry (Vespertilioniformes (Yangochiroptera)) a vrápence, nově řazené mezi Pteropodiformes (Yinpterochiroptera).

Jak bylo již zmíněno, určujícím aspektem, od něhož se odvíjí celá řada znaků letounů, je potrava a způsob jejího příjmu a získávání. Primárně jsou letouni insektivorní skupinou. V paleocénu a raném eocénu totiž ve fosilním záznamu prakticky chybí hmyzožraví ptáci lovící ve vzduchu a Rydell & Speakman (1995) se proto domnívají, že to umožnilo obsadit tuto niku právě netopýrům. Hmyzožravost se v průběhu evoluce dále diferencovala do nejrůznějších podob a dnes vedle ní u letounů registrujeme fakultativní lov menších obratlovců (např. rybožravost, žábožravost, ptákožravost), dále (již obligátní) krvežravost a u herbivorních druhů pak nektarožravost, pyložravost, listožravost či plodožravost (Patterson et al. 2003). Druhy, u kterých hmyzožravost přetrvala, dodnes tvoří cca 70 % druhového bohatství této skupiny (Norberg & Rayner 1987). Podobně jako výraz „netopýr“ je i výraz „hmyz“ využívaný chiropterology jako termín širšího významu, který vedle převažující třídy hmyz (Insecta) zahrnuje i jiné, netopýry často konzumované terestrické členovce, jako např. pavoukovce (Arachnida). Jako další znaky výrazně ovlivněné lovem kořisti primárně ze vzduchu se kromě aktivního letu a echolokace vyvinula např. specifická, druhově odlišná stavba lebky (chrupu), opačné ohnutí kolenních kloubů, apod. Ekomorfologické adaptace spojené s převažujícím typem lovecké strategie blíže popisují také např. Norberg & Rayner (1987) a bude jim věnována pozornost v kapitole 3.2. Lovecké strategie a složení potravy hmyzožravých netopýrů.

Netopýři jsou důležitou součástí naší fauny savců, jelikož představují významný trofický článek regulující biodiverzitu hmyzích společenstev. Poslední reprezentativní soupis savců České republiky učinili Anděra & Horáček (2005), kde uvádějí 23 druhů netopýrů a vrápenců (plus jeden pravděpodobný) z celkových 87 druhů savců. Díky intenzivnímu výzkumu v posledních letech však byly na našem území prokázány další 3 druhy netopýrů (z toho 1 kryptický) a jeden druh velké šelmy. Prvním nově nalezeným netopýrem byl

Pipistrellus kuhlii (netopýr jižní) (Reiter et al. 2007), dalším (kryptickým) *Myotis alcathoe* (netopýr Alkathoe) (Lučan et al. 2009) a prozatím posledním *Miniopterus schreibersii* (létavec stěhovavý) (Bartonička & Jedlička 2011). Zmíněným doložením výskytu nového druhu velké šelmy byl nález šakala obecného (*Canis aureus*) (Koubek & Červený 2007). Celkově tedy můžeme v současné době na našem území pozorovat 27 druhů netopýrů a vrápenců z celkových 91 druhů divoce žijících savců, přičemž všichni netopýři jsou řazeni do kategorií silně či kriticky ohrožený druh a jsou chráněni zákonem. Studium netopýrů patří obecně k metodicky náročným disciplínám a jen málokterý obratlovec jim vzhledem k jejich značně komplikované biologii může v tomto ohledu konkurovat (Andreas & Řehák 2004).

Jako první se hlouběji studiem potravy netopýrů na území Československa zabýval Bárta (1975), následně zejména Bauerová (1978, 1982, 1986a, 1986b), Bauerová & Červený (1986), Gregor & Bauerová (1987), Bauerová & Ruprecht (1989). Díky pracím Bauerové se dostalo studium této problematiky v Československu na vynikající úroveň, ale po její tragické smrti se u nás na toto téma dlouhou dobu nikdo soustavněji nezaměřil. Později se této problematice věnovali ve větší míře např. Zukal (1997), Andreas (2002), Gajdošík & Gaisler (2004), Pithartová (2007), Bartonička et al. (2008), Bartonička & Rusiński (2009) či Lučan et al. (2009).

V Evropě se studiu potravy netopýrů věnovali ve Velké Británii a Irsku např. Avery (1985), Swift et al. (1985), Jones (1990), Hoare (1991), Shiel et al. (1991, 1998), Mackenzie & Oxford (1995), Catto et al. (1996), Vaughan (1997) a Flavin et al. (2001), v Německu kupříkladu Audet (1990), Kusch et al. (2004), Zahn et al. (2007, 2009), Schaub et al. (2008), Gelhaus & Zahn (2010), ve Švýcarsku např. Arlettaz & Perrin (1995), Arlettaz (1996a, 1996b), Arlettaz et al. (1997a, 2001a, 2001b), Beck (1995), Russo et al. (2007), Siemers & Güttinger (2006), Siemers et al. (2011), v Lichtenštejnsku např. Güttinger et al. (2006), ve Francii např. Barataud (1990), v Itálii např. Russo et al. (2002, 2009), ve Španělsku např. Garrido (1997), v Portugalsku např. Pereira et al. (2002), Rainho et al. (2010), Zahn et al. (2007), v Bulharsku např. Jones et al. (2011), v Polsku např. Staliński (1994), v Rusku například Rostovskaya (2000) a ve Skandinávii především Rydell (1989, 1993) či Rydell et al. (1996). V Severní Americe se potravní ekologií zabývali např. Kunz (1974), Barclay et al. (1991), Barclay & Brigham (1994), Acharya (1995) či Whitaker (2004), v Izraeli např. Whitaker et al. (1994) či Daniel et al. (2008, 2010), v Africe např. Aldridge & Rautenbach (1987). Na Slovensku zkoumali potravu např. Celúch & Kaňuch (2004a, 2004b), Celúch

(2006). Ucelený přehled prací zabývajících se touto problematikou do roku 2002 podává ve své práci Andreas (2002).

Mezipohlavními rozdíly v potravě netopýrů se doposud příliš mnoho autorů nezabývalo. Jedním z nich je např. Grinevitch et al. (1995) a částečně též Barclay (1991), kteří zkoumali rozdíly v chování spojeném s potravou. Rozdílnou vzdálenost loveckých habitatů od úkrytu zkoumal Goiti et. al. (2006) a rozdíly v habitatech sledovali Safi et al. (2007) či van Toor et al. (2011). Mezipohlavní rozdíly ve výběru úkrytů jako prostředku při kompetici o lovecké habitaty zkoumal Encarnação et al. (2005). Metabolismem v souvislosti s půstem se v tomto ohledu zabýval Freitas et al. (2010). V České republice problematiku vlivu pohlaví na složení potravy zatím zkoumal bez signifikantních výsledků Andreas (2002).

Předkládaná práce se věnuje především čeledi Vespertilionidae (Vespertilionoidea), zejména jednomu z nejvíce abundantních druhů u nás, netopýru velkému - *Myotis myotis* (Borkhausen, 1797).

2. Cíl práce

Cílem této práce je zpracování literární rešerše o potravní ekologii netopýrů. Vzniklý přehled by měl být shrnutím jejich základních loveckých strategií s nástinem a zhodnocením trendů ve složení potravy a s objasněním aspektů, které toto složení ovlivňují. Dalšími cíly jsou přiblížení biologie a potravní ekologie pro budoucí výzkum cílového druhu netopýr velký (*Myotis myotis*, Borkhausen 1797), identifikace problémových okruhů a nulových hypotéz pro vlastní terénní a laboratorní práci a navržení metodiky pro další výzkum.

3. Přehled literatury

3.1. Echolokace

Specifikem netopýrů, které jinak najdeme jen u několika málo jiných živočichů, je schopnost echolokace - vysílání ultrazvukových vln, jenž jim na základě ozvěny napomáhá při orientaci ve tmě bez pomoci zraku a neodmyslitelně také při lovu kořisti (např. Altringham 1996, Arita & Fenton 1997). Neuweiler (2000) uvádí, že způsob vytváření ultrazvukového echolokačního signálu netopýrů se od podobných zvuků dalších vokalizujících savců v podstatě neliší, jelikož signál je formován rovněž v hrtanu, jen na rozdíl od signálů komunikačních trvá pouze velmi krátký okamžik (v řádu milisekund).

3.1.1. Typy echolokace

Základními prvky zvukových signálů jsou FM (frekvenčně modulované) a CF (konstantně frekvenční) pulsy. FM pulsy se vyznačují svým průběhem přes různě velkou škálu frekvencí a signál mívá podobu širokopásmového (broadband) výkřiku – na rozdíl od CF pulsů, kde se jedná v podstatě o jediný tón a které se řadí mezi úzkopásmové (narrowband) signály (Jones & Rydell 2003). Jejich modifikací vznikají charakteristické typy echolokace, které popisuje např. Neuweiler (2000).

Prvním typem je sestupný FM puls, který začíná na vysokých frekvencích a pokračuje bezprostředním rychlým poklesem do oblasti nízkých frekvencí. Tento typ využívá např. právě netopýr velký (*M. myotis*) (Jones & Rydell 2003, Schnitzler & Kalko 2001). Dalším typem je CF puls, který je buď čistý (CF) nebo s minimálními odchylkami (tzv. QCF neboli „quasi-CF“ (Schnitzler & Kalko 2001)). CF echolokaci můžeme pozorovat zejména u vrápenců (Jones & Rayner 1989, Neuweiler 2000), QCF signály (s krátkým FM úsekem) mají z našich netopýrů hlavně příslušníci rodu *Nyctalus* (Řehák 1999). Třetím typem je naopak vzestupný FM puls, který se uplatňuje většinou v kombinaci, a to na začátku signálu s navazujícím CF pulsem uprostřed a klesajícím FM pulsem na konci (kombinace FM-CF-FM (např. Jones & Rydell 2003)). Neuweiler (2000) nadále shrnuje, že všechny tyto typy mohou být různými druhy netopýrů používány jak samostatně, tak ve vzájemné kombinaci (viz výše) a různých obměnách.

3.1.2. Využití echolokace při lovu

Lov hmyzu v rámci využití echolokačních signálů popsala například Kalko (1995). Rozděluje jej z hlediska chování souvisejícího s obstaráváním potravy do čtyř fází, které vzájemně porovnává s různým způsobem a stupněm využití echolokace během každé jednotlivé fáze.

Fáze první je charakterizována jako vyhledávací (search flight), předchází vlastní detekci kořisti sonarem a je během ní velmi důležitá vzdálenost potencionální kořisti od vegetace (podkladu), neboť ta může narušit zpětný odraz signálu od hmyzu a vytvořit tak v ozvěně chaos (clutter echoes) (Schnitzler & Kalko 2001). Je také ovlivněna typem loveckého habitatu či typem kořisti (Kalko 1995).

Ve druhé fázi označované jako přibližovací (approach phase) netopýr již hmyz detekoval a chystá se jej ulovit, přičemž postupně snižuje intervaly mezi jednotlivými vysílanými pulsy, které též zkracuje, a zejména pak snižuje svoji vzdálenost od kořisti.

Kontinuálně navazuje fáze terminální (terminal phase), kde již frekvence vysílaných signálů převyšuje míru ozvěny a která je charakterizována vysokofrekvenčním pohybem křídel i stupněm pulsů a je zakončena tzv. finálním či potravním zabzučením (final buzz, feeding buzz) (např. Kalko 1995, Neuweiler 2000, Jones & Rayner 1989). Tato nejintenzivnější forma echolokace však nemusí být v terminální fázi netopýrem standardně využívána při každém útoku (Russo et al. 2007). V této fázi lovu se též v závislosti na typu loveckého habitatu či kořisti liší frekvenční rozsah signálu vysílaný vůči kořisti netopýrem (Kalko 1995). Tento rozsah bývá velký u netopýrů lovících uvnitř a na okraji vegetace, kde je množství klamných odrazů od listí, větviček apod. (tzv. cluttered habitats), a naopak malý bývá u lovců v otevřeném prostranství (open space, uncluttered habitats) bez ohledu na to, zda netopýr loví kořist ze vzduchu nebo ji sbírá ze země (Schnitzler et al. 2003).

Vyvrcholením lovu je krátká echolokační pauza, která následuje bezprostředně po finálním zabzučení a během níž dochází k vlastnímu lapení a obvykle i pozření kořisti. Může být různě dlouhá, např. netopýři lovící z vyvýšeného odpočívadla (perch) konzumují za letu jen menší kořist a větší si odnášejí na odpočívadlo (Jones & Rayner 1989) (viz dále). Pauza pak dle typu uplatňované lovecké strategie přechází opětovně do fáze vyhledávací (Kalko 1995).

Echolokace je hlavní adaptací využívanou pro lov vzdušné kořisti. Signály vysílané vzdušnými lovci do volného prostoru se odrazí zpět a detekovaný objekt může být v závislosti na jeho velikosti a pohybu považován za kořist s velkou jistotou. Ne vždy je však echolokace

uplatňována u netopýrů lovicích pomocí sběru (lovci v listoví, pozemní sběrači, viz kapitola 3.2. Lovecké strategie a složení potravy hmyzožravých netopýrů). Signály vysílané těmito netopýry mohou být zpět odraženy od členitého podkladu ve větší míře než od drobné kořisti, jejíž taktikou je předstírat nehybnou součást vegetace, a proto je základní potřebou netopýra takovouto kořist vůči podkladu odlišit (Simmons et al. 1979, Anderson & Racey 1991). K tomu některé druhy využívají tzv. pasivní poslech (passive listening). Anderson & Racey (1991) toto chování popsali u druhu *Plecotus auritus* (netopýr ušatý) na základě pozorování, kdy u netopýra v terminální fázi lovu detektor nezaznamenal žádné echolokační výkřiky. Proto předpokládají, že netopýři využívající pasivní poslech dokáží lokalizovat kořist na základě jí vydávaných zvuků, což podporuje i preference lovu převážně hlučného hmyzu navzdory možné vyšší abundanci hmyzu tichého, kolem nějž se netopýr často pohyboval velmi blízko, aniž by jej lovil. Pasivní poslech při lovu využívá např. i *Myotis bechsteinii* (netopýr velkouchý) (Siemers & Swift 2006), *M. myotis* (Anderson & Racey 1991), *M. blythii* (netopýr východní) (Russo et al. 2007) a další. Z mimoevropských netopýrů v rámci Palearktu je třeba zmínit afroasijský pouštní a polopouštní druh *Otonycteris hemprichii* (netopýr pustinný), fylogeneticky blízce příbuzný rodům *Plecotus* a *Barbastella* (Horáček 1991). Ten loví jak vzdušnou kořist, tak i pomocí pasivního poslechu kořist pozemní, a echolokaci tudíž využívá pouze fakultativně.

Vedle predačních adaptací letounů však nacházíme i řadu adaptací antipredačních u jejich kořisti. Jeden takový příklad známe u tympanálních nočních motýlů. Označují se tak některé čeledi či skupiny rodů nočních motýlů, u nichž se vyvinuly tzv. tympanální orgány, které jsou citlivé vůči ultrazvukovým signálům netopýra a mají funkci varovného zařízení před blížícím se predátorem. Díky tomu jsou tympanální noční motýli schopni efektivně unikat netopýrům pracujícím na frekvenci přibližně 20-60 kHz (Miller & Surlykke 2001). Proti této protizbrani (sluch nočních motýlů) vyvinuli netopýři 2 specializované strategie: stealth echolocation, allotonic frequency echolocation.

Stealth echolocation, neboli tzv. utajená echolokace, spočívá ve vysílání signálů s výrazně nižší hlasitostí, avšak lze ji efektivně využít jen pro detekci kořisti na krátkou vzdálenost. Kombinace nízké hlasitosti echolokace s detekcí a lovem na krátkou vzdálenost do jisté míry umožňuje netopýrovi slyšet kořist, aniž by přitom byl sám slyšen. Tuto strategii využívá vedle běžné echolokace, tedy té o frekvencích nočními motýly slyšitelných, netopýr černý (*Barbastella barbastellus*), kdy oba tyto typy při lovu kombinuje (Denzinger et al. 2001, Goerlitz et al. 2010). To jej poněkud odlišuje od jiných netopýrů, specializovaných

převážně na vzdušné lovectví a mezi evropskými netopýry je jediným zástupcem s dvěma typy echolokace (Denzinger et al. 2001). Tato strategie tak ve výsledku umožňuje *B. barbastellus* potravní specializaci na zdroje, které jsou pro většinu jiných netopýrů těžko dosažitelné (Goerlitz et al. 2010).

Druhou strategií popsal Fullard (1987) při formulaci tzv. allotonic frequency hypothesis. Ta spočívá v poznatku, že lepšího úspěchu při lovu hmyzu citlivého na ultrazvukové signály netopýrů dosahují ty druhy, které regulují frekvence vysílaného signálu do rozsahu, který je mimo rozsah slyšitelnosti tohoto hmyzu. Loví tedy buď na frekvencích nižších než zmíněných 20 kHz, jako např. druh *Tadarida teniotis* (tadarida evropská) (Rydell & Arlettaz 1994), nebo vyšších než 60 kHz, jako např. čeled' Rhinolophidae (Stoffberg et al. 2011). Hypotéza také předpokládá, že frekvenční rozsah echolokace užívaný netopýrem úzce koreluje s dominantně zastoupenou kořistí v jeho potravě (Bogdanowicz 1999), jak následně potvrdili Schoeman & Jacobs (2003).

Tympanální noční motýli byly nalezeni ještě v potravě *Rhinolophus ferrumequinum* (vrápenec velký), zjevně díky tomu, že jejich echolokace se přirozeně pohybuje na vyšších frekvencích, než aby byli touto kořistí slyšeni (Jones & Rayner 1989, Stoffberg et al. 2011), a dále v potravě *Myotis bechsteinii* či *Plecotus* spp. (Vaughan 1997), lovicích pomocí pasivního poslechu (Anderson & Racey 1991, Siemers & Swift 2006).

3.2. Lovecké strategie a složení potravy hmyzožravých netopýrů

Norberg & Rayner (1987) rozdělili insektivorní netopýry dle jejich převládajících loveckých technik do pěti základních skupin, kterými jsou rychle létající vzdušní lovci s velkou echolokační vzdáleností (fast, long-range hawkers), pomalu létající vzdušní lovci s krátkou echolokační vzdáleností (slow, short-range hawkers), lovci lovicí z vodní hladiny (trawlers), sběrači (gleaners) a lovci lovicí z vyvýšeného odpočívadla (flycatchers, perch-hunters). Zde vycházeli především z morfologických odlišností křídel netopýrů, vztahujících se ke způsobu lovu příslušného typu kořisti a míře schopnosti a potřeby manévrování během letu, jež úzce koreluje s rozdíly v typu loveckého habitatu, méně či více specifickým pro konkrétní loveckou strategii či přímo druh netopýra, jak uvádí např. Aldridge & Rautenbach (1987). Andreas (2002) však uplatňuje rozdělení jiné, kde vychází přímo z konkrétního způsobu lovu kořisti a které je vzhledem k budoucímu zaměření autorky této práce vhodnější.

Spatřuje větší rozdíly ve skupině sběrači (gleaners), kterou rozčleňuje na lovce v listoví (foliage gleaners) a pozemní sběrače (ground gleaners), a naopak rychlé a pomalé vzdušné lovce slučuje do jedné skupiny vzdušných lovců (aerial hawkers). Bližší představení těchto strategií jak z hlediska morfologie, tak loveckých habitatů i některých zastupujících druhů, je rozvedeno následně.

3.2.1. Vzdušný lov (aerial hawking)

V tvarových odlišnostech těla netopýrů se uplatňují zejména dvě hodnoty související s jejich letovým aparátem. Mezi ně patří stranový poměr křídel (aspect ratio) a zatížení křídla (wing loading). Obecně mají křídla vzdušných lovců větší délku v porovnání s šířkou (high wing aspect ratio) (Norberg & Rayner 1987). U skupiny rychle létajících druhů (fast hawkers) (Norberg & Rayner 1987) je tento poměr ještě výraznější, křídla mají vyšší zatížení a špičatější konce, což je předurčuje k lovu hmyzu v otevřené krajině dál od vegetace, případně na jejím okraji či v řídkce zalesněných biotopech pod korunami stromů. Naopak skupina pomalých vzdušných lovců (slow hawkers), detekujících kořist na krátkou vzdálenost, potřebuje konce křídel méně ostré a vyznačuje se i nižším zatížením křídla. Tyto vlastnosti pozitivně ovlivňují obratnost a schopnost manévrování během letu i mezi hustší vegetací. Pohyb při lovu uvnitř vegetace je však energeticky mnohem náročnější než pohyb na otevřeném prostranství, proto někteří netopýři optimalizovali příjem a výdej své energie odpočinkem na vyvýšeném odpočívadle a čekáním zde na kořist místo neustálého aktivního letu (např. Anderson & Racey 1991). Vyskytuje-li se však preferovaná potrava uvnitř vegetace ve velkém množství, může být vyšší spotřeba energie dostatečně kompenzována vyšším příjmem potravy i bez využití odpočívadla (Dietz et al. 2009).

Jako loviště využívají vzdušní lovci nejrozličnější habitáty, odvislé od úrovně jejich letových schopností a preferované potravy, například lesy s různě hustou vegetací nebo otevřenou kulturní krajinu nad poli či loukami (Norberg & Rayner 1987, Aldridge & Rautenbach 1987, Dietz et al 2009). Dalším lovištěm, které sdílejí s netopýry lovicími z vodní hladiny (viz dále), jsou stojaté vody, vodní toky a jejich okolí, kde se hmyz rojí (swarming) v různé výšce nad hladinou (Norberg & Rayner 1987). Výjimkou u vzdušných lovců nejsou ani synantropní lovecké habitáty, kdy netopýři létají za potravou do stájí, jako je tomu u druhů *Plecotus auritus* (netopýr ušatý) a *P. austriacus* (netopýr dlouhouchý) (Barataud 1990), či do kravínů, *Myotis emarginatus* (netopýr brvitý), který je jinak řazen mezi

lovce v listoví (viz dále) (Steck & Brinkmann 2006). Mnoho druhů našlo své útočiště ve městě, ku příkladu *Nyctalus noctula* (netopýr rezavý), *Eptesicus serotinus* (netopýr večerní), *Myotis daubentonii* (netopýr vodní), *M. myotis*, *Vespertilio murinus* (netopýr pestrý), *Pipistrellus pipistrellus* (netopýr hvízdavý), *P. nathusii* (netopýr parkový) a další, což je však úkaz vedoucí napříč všemi potravními strategiemi (Hanák a kol. 2009, Avila-Flores & Fenton 2005). Jako loviště jim zde slouží zejména parky, vodní toky, zalesněné okrajové části města, ale i roztroušené menší či větší úseky zeleně v centru zástavby (Hanák a kol. 2009).

Vzdušný lov využívá většina našich netopýrů (Bauerová 1986b) a mnoho z nich tuto strategii kombinuje ještě s jednou nebo několika dalšími (Vaughan 1997). Do této kategorie se obvykle zařazují dva druhy vrápenců *Rhinolophus hipposideros* (vrápenec malý) a *R. ferrumequinum*, kteří vzdušnou kořist lapají do křídel (Dietz et al. 2009), často ale loví i z podkladu či z odpočívadla (Jones & Rayner 1989, Vaughan 1997) (viz dále). Z čeledi Vespertilionidae sem Bauerová (1986b), Jones & Rayner (1989) či Vaughan (1997) zařazují druhy *Barbastella barbastellus*, *Myotis mystacinus* (netopýr vousatý), *M. daubentonii*, *M. brandtii* (netopýr Brandtův), *V. murinus* a *Eptesicus nilssonii* (netopýr severní). Typickými představiteli jsou také *P. pipistrellus*, *P. nathusii* či u nás nedávno objevený (Reiter et al. 2007) *P. kuhlii* (netopýr jižní), kteří loví převážně na otevřeném prostranství, případně na okraji lesa a svoji kořist lapají do ocasní blány (uropatagium) (Kalko 1995). Dále sem patří všichni zástupci rodu *Nyctalus* (např. *N. noctula*, *N. leisleri* (netopýr stromový)), kteří loví v otevřené krajině vysoko nad zemí (Bauerová 1986b, Schnitzler & Kalko 2001, Norberg & Rayner 1987). Vzhledem k tomu, že v potravě *Pipistrellus* spp. a *N. leisleri* figurují též vodní Diptera (dvoukřídli), se Vaughan (1997) domnívá, že tyto druhy loví i v bezprostřední blízkosti vodních biotopů. Bauerová (1986b) mezi vzdušné lovce řadí ještě rod *Plecotus* (*P. auritus*, *P. austriacus*) a druh *E. serotinus*, ale podotýká, že u obou posledně zmiňovaných druhů převažuje jiný typ strategie.

Nejfrekventovanější kořistí vzdušných lovců jsou noční nematocerní Diptera (dlouhorozí dvoukřídli) a Lepidoptera (motýli), kdy převaha jednoho či druhého řádu je mezidruhově individuální (Beck 1995). Dále se v potravě vzdušných lovců objevují létavé druhy Coleoptera (brouci), Trichoptera (chrostíci), Neuroptera (sít'okřídli), Hemiptera (polokřídli) či Hymenoptera (blanokřídli) (Beck 1995, Rydell et al. 1996, Vaughan 1997).

3.2.2. Lov z vyvýšeného odpočívadla (perch hunting, flycatching)

Tento typ lovu není u našich netopýrů příliš běžný. Občas je zřejmě využíván druhem *R. ferrumequinum* (Jones & Rayner 1989), méně se s ním setkáme u druhů *E. serotinus* (Catto et al. 1996) či *P. auritus* (Anderson & Racey 1991, Rostovskaya 2000). Norberg & Rayner (1987) uvádějí, že termín „flycatching“ pojmenoval Shortridge (1934) u druhů, v jejichž potravě se vyskytují ptáci.

Lov spočívá v tom, že se netopýr vyskytuje převážně na odpočívadle a odtamtud vysílá signály do chvíle, kdy detekuje kořist, za níž se následně vydá. Tu pak sežere buď ihned po ulovení, nebo si ji v případě většího sousta odnese zpět na odpočívadlo a zkonsumuje ji až tam (Norberg & Rayner 1987, Jones & Rayner 1989). Po výletu se však netopýři ne vždy vracejí na původní odpočívadlo a často si vyhlédnou místo jiné. Někdy také bývá jedno odpočívadlo (strom) obsazeno několika jedinci (Jones & Rayner 1989). Výhodou této strategie je, že se netopýr stává pro kořist méně nápadným a může tak využít momentu překvapení. Mimo to využívají obligátně odpočívadel pro konzumaci potravy také plodožravé druhy (Norberg & Rayner 1987).

Druhy lovcí z vyvýšeného odpočívadla se často zdržují blízko či uvnitř vegetace, kvůli čemuž přirozeně potřebují dobrou obratnost a manévrovatelnost letu, což umožňují krátká křídla, jejich poměrně široké konce a nízké zatížení (Norberg & Rayner 1987).

Vzhledem k tomu, že tato strategie není ani u jednoho ze zmiňovaných druhů převažující a obecně je spíše doplňková, nemůžeme zde pozorovat určitý trend, co se výběru potravy týče. Při porovnání složení potravy tří uvedených druhů přesto zjišťujeme, že všechny nejčastěji loví noční Lepidoptera či Diptera a též se v jejich potravě vyskytují např. Coleoptera či u *P. auritus* Dermaptera (škvoři) (Beck 1995). Tento fakt však lze snadno vysvětlit tím, že Lepidoptera a Diptera jsou nejčastěji lovenou vzdušnou kořistí, typickou pro vzdušné lovce, a podobně představují řády Coleoptera a Dermaptera spíše nelétavou kořist lovenou pozemními sběrači a lovci v listoví (viz níže). Lovci z odpočívadla využívají kombinaci všech těchto strategií. Jinou shodu ve výběru potravy můžeme pozorovat u *E. serotinus* a *R. ferrumequinum*, kdy oba druhy přecházejí na lov z odpočívadla až později v noci, zřejmě z důvodu postupného poklesu aktivity hmyzu (Catto et al. 1996, Dietz et al. 2009).

3.2.3. Lov v listoví (foliage gleaning, hover gleaning)

Tato strategie je reprezentována lovci, kteří sbírají potravu z vegetace, zejména z listů a souvisejících ploch, např. kmenů stromů, větví či květů, ale také např. ze skalních stěn, stěn lidských staveb apod. Vyžaduje schopnost udržet delší dobu třepotavý let na jednom místě. Morfologická uzpůsobení jsou zde reprezentována průměrnou délkou křídel, jejich nízkým zatížením a zaoblenými konci (Norberg & Rayner 1987).

Potrava lovců v listoví obsahuje velký podíl nelétavé kořisti či létající hmyz ulovený v době jeho pasivního odpočinku. Dominujícími složkami bývají denní brachycerní i nematocerní Diptera, dále též Lepidoptera, z primárně nelétavých pak některá Coleoptera, Dermaptera, Arachnida (pavoukovci) či larvální stádia hmyzu (Bauerová 1986b, Beck 1995, Siemers & Swift 2006).

Jako hlavní představitele této strategie uvádí Bauerová (1986b) druhy *Myotis bechsteinii*, *M. emarginatus* a *M. nattereri* (netopýr řasnatý). Další dva druhy rodu *Plecotus* (*P. auritus*, *P. austriacus*) bývají přiřazováni jak k lovcům v listoví, tak i mezi lovce vzdušné (Bauerová 1986b, Norberg & Rayner 1987, Anderson & Racey 1991, Beck 1995). Lov v listoví však může být oportunisticky přijat prakticky veškerými menšími a zároveň obratně létajícími insektivorními druhy (Norberg & Rayner 1987). Občas jej využije také *E. serotinus* (Catto et al. 1996) či *R. ferrumequinum* (Jones & Rayner 1989) a dále *R. hipposideros* (Jones & Rayner 1989), u nějž Dietz et al. (2009) popisují speciální taktiku vyplašení hmyzu odpočívajícího na vegetaci a jeho následné ulovení ve vzduchu. Rydell et al. (1996) sem řadí ještě okrajově *B. barbastellus*, v jejímž trusu objevil kromě nelétavého hmyzu též zbytky rostlinného materiálu, zřejmě omylem pozřeného s uloveným hmyzem.

3.2.4. Pozemní sběr (ground gleaning)

Na rozdíl od lovců v listoví loví pozemní sběrači ve vegetaci méně, přestože taktéž uplatňují pomalejší, manévrovatelný let. Mají však v porovnání s nimi delší křídla a míra jejich prodloužení je odvislá od druhu netopýra a jím preferovaného loveckého habitatu. Morfologické vlastnosti jsou proto druhově lehce odlišné, avšak obecně můžeme u této skupiny předpokládat průměrné zatížení křídla a nízký poměr jeho délky a šířky (Norberg & Rayner 1987).

Pozemní sběrači se, podobně jako předchozí skupina, specializují na sběr nelétavého hmyzu či jeho nelétavých stádií, případně některých ostatních nelétavých členovců, ale taktéž lovívají létavý hmyz v době jeho pobytu na zemi (Norberg & Rayner 1987, Beck 1995, Vaughan 1997). Dominujícími složkami v potravě je řád Coleoptera, zejména pak čeled' Carabidae (střevlíkovití), z jiných skupin členovců např. Arachnida, Gryllotalpidae (krtonožkovití), či Scarabaeidae (vrubounovití), v menší míře Dermaptera, Formicidae (mravenci) nebo Chilopoda (stonožky) (Bauerová 1986b, Beck 1995, Arlettaz 1996a). Jejich loveckými habitaty jsou zejména louky a pastviny, dále opadavé listnaté lesy bez podrostu či ovocné sady (Arlettaz 1996a, Arlettaz 1996b, Arlettaz 1999, Dietz et al. 2009, Flanders & Jones 2009, Downs & Sanderson 2010).

Tuto potravní strategii využívá obligátně *Myotis myotis* (Bauerová 1986b, 1987) a dále s *M. myotis* blízce příbuzný druh *M. blythii* (Arlettaz 1996a). Částečně sbírá potravu ze země také *M. nattereri* (Arlettaz 1996b, Swift 1997) a dále *E. serotinus* (Catto et al. 1996), *R. hipposideros* a *R. ferrumequinum* (Jones & Rayner 1989, Flanders & Jones 2009), na jejichž jídelníčku se z nelétavé kořisti vyskytují z řádu Coleoptera mimo jiné v menší míře i koprofágní a mrchožravé druhy brouků, lovené na pastvinách (Vaughan 1997, Downs & Sanderson 2010). Takováto potrava byla navíc prokázána i u dalších druhů netopýrů z jiných loveckých skupin (Downs & Sanderson 2010). Pozemní sběr byl zaznamenán i u *Otonycteris hemprichii*, jehož hlavní potravou jsou pouštní či polopouštní potěmnikovití brouci (Tenebrionidae), švábi (Blattodea) a rovnokřídlý hmyz (Orthoptera) (Horáček 1991).

3.2.5. Lov z vodní hladiny (trawling, water surface gleaning)

Tento typ lovu bývá využíván netopýry ze skupiny pomalých vzdušných lovců, proto mají druhy lovcí též z vodní hladiny i podobnou techniku lovu. Charakterizuje je však průměrný či lehce vyšší poměr stran křídel, jež jsou tedy celkově relativně dlouhá, špičatá a nízce zatížená (Norberg & Rayner 1987).

Dvěma našimi typickými zástupci s touto strategií jsou *M. daubentonii* a *M. dasycneme* (netopýr pobřežní), z mediteránních netopýrů se pak do této skupiny řadí *M. capaccinii* (netopýr dlouhonohý) (Horáček et al. 2000, Benda et al. 2006, Aihartza et al. 2008). Všichni takto lovcí netopýři se vyznačují velkými zadními končetinami s drápy, jimiž za pomoci uropatagia zachycují kořist z hladiny a za letu si ji následně při konzumaci

přidrží (např. Kalko & Schnitzler 1989, Boonman & Boonman 1998, Siemers et al. 2001, Dietz & von Helversen 2004).

Nemusí se však nutně jednat pouze o sběr hmyzu přímo z vody, ale často jde i o lov hmyzu poletujícího nad hladinou (swarming) (Norberg & Rayner 1987, Beck 1995). Největší zastoupení v potravě *M. daubentonii* a *M. capaccinii* mívají Diptera, zejména Chironomidae (pakomárovití) (Beck 1995, Almenar et al. 2008). Lov kořisti přímo z vodní hladiny potvrdil Beck (1995) nálezem kukel Chironomidae a perlooček (Cladocera) v trusu *M. daubentonii*. U *M. capaccinii* byl dokonce prokázán i lov ryb (piscivorie) (Aihartza et al. 2003, Levin et al. 2006). O složení potravy *M. dasycneme* toho není prozatím příliš známo, nicméně Reinhold et al. (2000) se přesto domnívají, že vzhledem k strategii lovu, loveckým habitatům a podobné morfologii se potravní preference tohoto druhu nebudou od předchozích dvou výrazně lišit. Někteří z autorů se dále domnívají, že lov hmyzu z vodní hladiny evolučně předcházel lovu ryb (piscivorii) (např. Norberg & Rayner 1987, Kalko et al. 1998), neboť i dnes se piscivorní netopýři takovýmto lovem hmyzu přizívají (Norberg & Rayner 1987).

Norberg & Rayner (1987) též podotýkají, že mnoho druhů netopýřů je zároveň oportunistických a variabilní v jejich potravě se projevuje na základě sezónních, případně geografických rozdílů v potravní nabídce. Mnoho druhů je tudíž, co se potravy týče, velmi flexibilní, ale zároveň je jich mnoho vázáno na určité taxony a i přes velké množství hmyzu zkonsumovaného netopýřem během jediné noci není doposud známo, jak silně jsou tímto populace kořisti ovlivňovány (Jones & Rydell 2003).

3.3. Roční životní cyklus netopýřů mírného pásma

Rozšíření insektivorních netopýřů do oblastí mírného pásma, kde se setkávají se čtyřmi ročními obdobími, je přinutilo vyřešit problém období zimy, kdy je hmyz jako potrava nedostupný. Sledujeme u nich proto množství vysoce specializovaných adaptací, které můžeme souhrnně označit jako tzv. cyklus mírného pásma či roční reprodukční cyklus (temperate cycle, annual cycle, annual reproductive cycle). Mezi tyto adaptace můžeme zařadit např. heterotermii, hibernaci či zpožděné oplození a utajenou březost (Altringham 1996).

3.3.1. Heterotermie a hibernace

Netopýři jsou stejně jako ostatní savci endotermní, čili jejich tělesná teplota není přímo závislá na teplotě okolí, neboť je udržována metabolicky. Vzhledem k jejich relativně malé velikosti a tudíž velké ploše povrchu těla vůči objemu, musí kompenzovat vzniklé tepelné ztráty rychlým metabolismem a pravidelným intenzivním příjmem potravy. Od sezónního výskytu potravy se odvíjí změny v aktivitě netopýřů, kteří mohou období s nedostatkem potravy překlenout dvěma různými způsoby (Altringham 1996).

Jednou z možností jak se během zimního období vyhnout nedostatku potravy i stresujících nízkých teplot je migrace do míst, kde je jimi preferovaných potravních zdrojů stále dostatek (Fleming & Eby 2003). Druhou variantu představuje přečkání nepříznivého období bez příjmu potravy. Jestliže je však pozastaven přísun potravy, je nezbytné dosáhnout energetické bilance minimalizací nadbytečných fyziologických projevů, které by tuto bilanci mohly negativně ovlivnit. Těmi jsou zejména aktivace pohybového svalstva a zachování stálé tělesné teploty na fyziologické úrovni (Speakman & Thomas 2003). Optimální okolní teplota vzduchu, tzv. termoneutrální zóna se u netopýřů v letních měsících pohybuje přibližně mezi 32-35 °C, na podzim bývá preferována okolní teplota nižší (Speakman & Rowland 1999), přičemž teplota tělesného jádra dosahuje standardně hodnot v rozmezí 30-40 °C (Speakman & Thomas 2003).

Výhodou netopýřů je schopnost heterotermie, jež jim umožňuje v případě potřeby svoji tělesnou teplotu reverzibilně snížit a tím uspořit značné množství energie jinak vynaložené na produkci tepla. Snížením své tělesné teploty se dostávají do tzv. torporu, stavu strnulosti, ve kterém mohou setrvat i jen pouhou část dne. Využívají toho zejména po návratu z pravidelného nočního lovu, kdy teplota k ránu klesá natolik, že se nevyplatí si vlastní teplotu udržet (Speakman & Rowland 1999, Dietz et al. 2009). Torpor bývá ale též základním mechanismem pro minimalizaci energetického výdeje pro delší období.

Krátce před zimováním si netopýři vytvoří tukovou rezervu dimenzovanou tak, aby na jednu stranu příliš nezvýšili svoji hmotnost spojenou s namáhavějším letem (Speakman & Thomas 2003), ale na druhou stranu natolik dostatečnou, aby celé období přečkali. Jedná se o hnědou tukovou tkáň (brown adipose tissue – BAT) uloženou na hřbetě mezi lopatkami (Hayward & Ball 1966). Z těchto zásob pak čerpají energii při jarním probuzení a opětovném zvýšení tělesné teploty do stavu před hibernací. Zároveň jim slouží jako zdroj energie pro případ, že teplota v úkrytu klesne pod únosnou úroveň a jsou pak nuceni aktivovat se pro

přelet na teplejší část zimoviště (v jeskyni obvykle dále od vchodu). Dále slouží též jako částečná izolační vrstva (Neuweiler 2000).

Mnoho autorů uvádí nepříliš jednotné definice slova hibernace (Altringham 1996). Obecně ji však lze označit jako způsob zimování ve stádiu torporu s tělesnou teplotou srovnatelnou s teplotou okolí (udržována je jen o několik málo stupňů Celsia vyšší) (Hock 1951, Altringham 1996). Trvá v rozmezí od několika dnů často až po několik měsíců (maximálně však sedm) v závislosti na vnějších klimatických podmínkách (Neuweiler 2000). Během ní dochází přirozeně k občasnému buzení netopýra, jehož příčinou může být více důvodů. Vedle již zmíněné nevyhovující teploty a následného přeletu je to zejména pití (Speakman & Racey 1989), páření (Oxberry 1979) či v oblastech s výskytem hmyzu i v zimním období obstarávání potravy (Avery 1985). Aktivuje-li se však netopýr během hibernace příliš často, např. z důvodu častého kolísání teplot či nadměrného rušení, a energetický výdej není během aktivity nijak kompenzován, vyčerpá svoje tukové rezervy předčasně, čímž může dojít až k jeho úhynu.

3.3.2. Roční cyklus

Všichni hibernující netopýři mírného pásma jsou monoestriční (Oxberry 1979, Altringham 1996). Páření probíhá většinou na podzim, kdy samice přicházejí do říje a u samců dosahuje vrcholu tvorba spermií (např. Anděra & Horáček 2005, Altringham 1996). Hibernace je významným faktorem ovlivňujícím fyziologii reprodukce, jak uvádí Oxberry (1979). Popisuje dva hlavní typy rozdílného časového průběhu ovulace, oplození a březosti u samic. V prvním případě probíhá páření již za časného podzimu či v závěru léta a za jeho účelem netopýři též dříve přelétají na zimoviště, kde páření probíhá, a následně upadají do hibernace. Během ní jsou samčí spermie uloženy v pohlavních cestách samice. K ovulaci, následnému oplození a březosti dochází až na jaře, kdy se samice již trvale aktivuje a přelétá na letní úkryt. Ve druhém případě dochází k ovulaci a fertilizaci již krátce po podzimním páření a před začátkem hibernace proběhne ještě i raná fáze embryogeneze. Samice tedy na rozdíl od předchozího případu hibernuje ve stádiu březosti, avšak k implantaci blastocysty do stěny děložní dochází také až na jaře, kdy embryogeneze pokračuje (můžeme pozorovat např. u rodu *Miniopterus* (např. Uchida et al. 1984)). Přiklonění se k jednomu či druhému typu zřejmě ovlivňují vedle teploty a počasí zejména rozdíly v sezónní dynamice výskytu preferované potravy. Po vymizení nejdůležitější kořisti na konci vegetační sezóny

omezí netopýři svou aktivitu a odeberou se na zimoviště (Anděra & Horáček 2005, Altringham 1996). Dále uvádí Oxberry (1979) ještě třetí typ reprodukce, kdy k implantaci vajíčka dochází ještě před obdobím hibernace, o něž je březost prodloužená stejně jako u předchozího typu. Altringham (1996) podotýká, že tyto reprodukční strategie nejsou charakteristikou netopýřů výlučně temperátních, ale že též mnoho druhů z čeledi Phyllostomidae obdobně synchronizuje porod s obdobím dešťů (Jerrett 1979, Porter & Wilkinson 2001). Ostatní netopýři, kteří nejsou omezeni sezonalitou výskytu potravy, vykazují polyestrii.

Na jaře se netopýři probouzí v závislosti na čase, kdy okolní teplota opět trvaleji stoupá, obvykle se tak děje během března (Dietz et al. 2009). Tento čas bývá druhově odlišný (chladnomilnější druhy začínají aktivovat dříve) a zřejmě je též ovlivněný potravní strategií daného druhu. Andreas (2002) srovnává rozdíly v lovecké úspěšnosti během sezóny u dvou typů potravních strategií, z kategorie vzdušného lovectví na modelovém druhu *Myotis daubentonii*, lovicím vzdušné nematocerní Diptera nad vodní hladinou, a na druhu *Plecotus auritus* ze skupiny lovců v listoví, jenž obírá z vegetace noční motýly. Zatímco *P. auritus* vyazuje vyšší aktivitu a loveckou úspěšnost v krajích sezóny, *M. daubentonii* soustřeďuje svoji potravní aktivitu více do období léta. Rozdíly lze snadno zdůvodnit dostupností hlavní potravní složky sledovaných druhů.

Na jaře se netopýři též přesouvají ze svých zimovišť za obvyklého použití přechodných úkrytů (např. štěrbin v lidských stavbách, skalních či stromových štěrbin) (Horáček 1986, Andreas & Řehák 2004, Dietz et al. 2009) v období nazývaném jarní přelety (Andreas & Řehák 2004). Poté se přesunují na úkryty letní, kde samice tvoří nejprve samičí, později mateřské kolonie (Andreas & Řehák 2004, Dietz et al. 2009). Adultní samci se zdržují spíše samostatně (Anděra & Horáček 2005). Jako úkryty netopýřům slouží stromové dutiny a též štěrbiny různého druhu, avšak velmi často se s netopýry můžeme setkat na půdách kostelů, hradů, zámků a dalších méně navštěvovaných částí lidských staveb (Andreas & Řehák 2004). Porod je soustřeďován přibližně do období pozdního jara až časného léta, po němž nastává období laktace (Oxberry 1979). Arlettaz et al. (2001a) prokázali, že načasování porodu je řízeno mírou dostupnosti potravy během sezóny.

Aby se mládě mohlo během březosti i po porodu plnohodnotně vyvíjet, je samice nucena výrazně omezit šetření výdeje energie upadáním do torporu. Ten pak využívá pouze při příliš nízkém množství dostupné kořisti a navíc na znatelně kratší čas, než jej využívají samci. Vzhledem k tomu, že torpor prodlužuje březost, by jinak docházelo k nežádoucímu

zpoždění či zástavě vývinu mláďete nejen před narozením, ale i po něm, kdy musejí mít mláďe i matka dostatek času k přípravě na hibernaci (Grinevitch et al. 1995). Mláďe musí samice jednak zahřívát a v období laktace také kojít (Artingham 1996), kvůli čemuž může jako kompenzaci za noc zkonsumovat i větší množství potravy, než je její tělesná hmotnost (Barclay et al. 1991). Laktující samice je též omezena z hlediska výběru loveckého habitatu, který nesmí být od kolonie příliš vzdálený, aby se mohla k mláděti za účelem kojení během svého nočního obstarávání potravy průběžně vracet (Racey & Swift 1985). V době březosti a laktace je tak zátěž na její organismus daleko vyšší, než je tomu u samců, kteří jsou tímto v řízení své tělesné teploty neomezeni (Grinevitch et al. 1995, Artingham 1996). Vystává proto otázka, mají-li tyto faktory nějaký vliv na sezónní mezipohlavní variabilitu potravy u netopýrů.

Mláďata se začínají osamostatňovat závěrem července a v srpnu díky tomu dochází k rozpadu letních kolonií. Nastává období tzv. podzimních přeletů, kdy podobně jako na jaře netopýři využívají přechodných úkrytů a doplňují tukové rezervy. Následně se opět přesouvají na zimoviště, jimiž bývají často jeskyně, štoly, sklepení či opět různé skalní či stromové štěrbin (Andreas & Řehák 2004).

3.4. Mezipohlavní rozdíly v potravě

Pohlaví je vnitřním faktorem podílejícím se na vnitrodruhových rozdílech v potravě mnoha taxonů (Beck et al. 2007), obecně např. plazů (Burke & Mercucio 2002), ptáků (Clarke et al. 1998, Lee & Severinghaus 2004, Bearhop et al. 2006), savců (Rose 1992, Beck et al. 2007), nevyjímaje netopýry (Rydell 1993) ani člověka (Ambrose et al. 2003). Je zřejmé, že v případě savců se začínají rozdíly objevovat až od určitého věku, kdy zvíře již přestává být mládětem, osamostatní se a pohlavně dospěje (Beck et al. 2007). Reprodukce zde hraje velmi významnou roli zejména u samic, jelikož u nich v období březosti a následné laktace dochází k proporčním a hmotnostním změnám a tomu úměrnému výdeji energie a omezení pohybu, jak popisují například Rose (1992) u malpy kapucínské (*Cebus capucinus*) či Rydell (1993) u netopýra severního (*Eptesicus nilssonii*). Pohlavní odlišnosti v chování, spojeném se získáváním potravy, ale i v jiných jevech, jako je u netopýrů využívání torporu během dne apod., jsou pak příčinou výsledných rozdílů ve složení potravy (Grinevitch et al. 1995).

U netopýrů během laktace již není tělesná hmotnost tak vysoká, jako v období před porodem, což pro netopýří samici představuje vhodný stav pro kompenzaci energetických výdajů (Barclay et al. 1991, Altringham 1996, Freitas et al. 2010). Větší mobilitu laktujících matek oproti březím podporuje i fakt, že mláďata se u nich zdržují pouze přes den a v čase nočního lovu jsou zanechávána v kolonii, a to již od narození (Sklenář 1962, Audet 1990). Opačně působícím faktorem je nutnost pravidelných návratů matek k mláďatům během noci za účelem kojení (Racey & Swift 1985, Safi et al. 2007), což je přirozeně v porovnání se samci značně omezuje, jak bylo již zmíněno v podkapitole 3.3.2. Roční cyklus. Tyto častější návraty z lovu vysvětlují i fakt, který pozoroval Encarnação et al. (2005), a sice že lovecké habitaty reprodukcujících se samic byly situovány výrazně blíže úkrytu než lovecké habitaty samců.

Mezipohlavní rozdíly ve složení potravy u netopýrů jsou problematikou prostudovanou zatím nedostatečně. Budoucí výzkum této problematiky bude zaměřen na modelový druh, *Myotis myotis* (netopýr velký), jemuž je věnována následující kapitola.

3.5. *Myotis myotis* – charakteristika druhu

3.5.1. Taxonomie

Myotis myotis (netopýr velký) (viz Obr. 1) byl popsán M. B. Borkhausenem roku 1797 (terra typica: Durynsko, Německo). Tento netopýr je součástí širšího komplexu blízké příbuzných druhů s dosud ne zcela vyjasněnou taxonomií. Pro účely své práce přejímám pro klasifikaci a nomenklaturu názor Benda et al. (2006) či Aşan a Albayrak (2011), podle nichž se tento druhový komplex skládá ze tří druhů: *Myotis myotis* (netopýr velký) (Borkhausen, 1797), *Myotis blythii* (netopýr východní) (Tomes, 1857) a *Myotis punicus* (netopýr punský) Felten, 1977.

Dle názoru současných autorů (Spitzenberger 1996, Arlettaz et al. 1997b, Horáček et al. 2000, Aşan & Albayrak 2011, částečně též Benda & Horáček 1995a, 1995b) jsou v rámci druhu *M. myotis* klasifikovány dva poddruhy: *M. m. myotis* (Borkhausen, 1797) (t.t.: Durynsko, Německo) a *M. m. macrocephalicus* Harrison & Lewis, 1961 (t.t.: jeskyně 2 km V od Amchite v Libanonu). *M. m. macrocephalicus* se vyznačuje především většími tělesnými rozměry, zřejmě v závislosti na trendu stoupající tělesné velikosti od západu

směrem na východ v rámci Palearktu (Benda & Horáček 1995b, Spitzenbeger 1996), přičemž populace tohoto poddruhu jsou zaznamenány z východního Turecka a Blízkého východu (Libanon, Sýrie) (Albayrak & Aşan 1998, Spitzenbeger 1996). Naopak ostatní populace Evropy a západní části Turecka vykazují příslušnost k menšímu *M. m. myotis* (Horáček et al. 2000). Formy *M. m. risorius* Cheesman, 1921 a *M. m. omari* Thomas, 1906, původně přiřazované k *M. myotis*, se ukázaly jako příbuznější s *M. blythii*, a zároveň druhový název *risorius* byl shledán synonymem pro název *omari* (Harrison & Lewis 1961).

M. blythii je považován za polymorfní druh (Benda & Horáček 1995a, 1995b, Arlettaz 1997b, Simmons 2005, Berthier et al. 2006) a v současnosti je u něj rozeznáváno 5 subspecií: *M. b. blythii* (Tomes, 1857) (t.t.: Nassenabad, Indie), *M. b. oxygnathus* (Monticelli, 1885) (t.t.: Matera, Basilicata (J Itálie)), *M. b. omari* Thomas, 1905 (t.t.: Derbent, 50 mil Z od Isfahánu), *M. b. ancilla* Thomas, 1910 (t.t.: Shangchow, JV Shensi, Čína) a *M. b. lesviacus* Iliopoulou, 1984 (t.t.: Mithymna, Lesvos, Řecko). V případě poddruhu *M. b. oxygnathus* měli nedávno někteří současní autoři (Castella et al. 2000, Ruedi & Mayer 2001) snahu na základě genetických studií vyčlenit i tento poddruh jako samostatný druh *M. oxygnathus*. Proto se s ním můžeme setkat i v některé současné literatuře (např. Anděra & Horáček 2005, Simmons 2005, Dietz et al. 2009). Následný intenzivnější výzkum této problematiky však ukázal vyčlenění *M. oxygnathus* jako samostatného druhu na základě výše zmíněných studií jako neopodstatněné, zároveň formu *oxygnathus* prokázal jako součást komplexu *M. blythii* a přiřkl jí opět původní název *M. b. oxygnathus* (Berthier et al. 2006).

M. punicus Felten, 1977 (t.t.: jeskyně El Haouaria, Cap Bon, Tunisko) byl původně popsán jako poddruh *M. blythii*, celým názvem *M. b. punicus*. Podobně jako u předcházejícího případu, opět na základě nedávných genetických studií (Castella et al. 2000, Ruedi & Mayer 2001) prováděných u středomořských populací, zejména v okolí Gibraltaru, bylo zjištěno, že populace z oblasti Maghrebu, ale též z Korsiky, Sardinie a Malty, vykazují větší míru odlišností vůči *M. blythii* a *M. myotis* nežli vůči sobě navzájem. Zde však byly výsledky (ve srovnání s výzkumem *M. b. oxygnathus*) signifikantnější, protože byly tyto populace později po důkladnějším výzkumu vyčleněny jako samostatný druh (např. Dietz & von Helversen 2004, Simmons 2005, Mayer et al. 2007). Dalším znakem *M. punicus* je délka a šířka uší dosahující v poměru k hlavě nejvyšších hodnot ze všech tří zmíněných druhů (Dietz & von Helversen 2004).

3.5.2. Charakteristika

Netopýr velký, starším názvem „netopýr obecný“ (Anděra & Horáček 2005) či „myšan“ (Havlová 2010) (angl. greater mouse-eared bat), patří mezi naše největší druhy. Délka těla je uváděna v rozmezí 68-83 mm, délka předloktí (LAt) 55-67 mm (Dietz & von Helversen 2004, Anděra & Horáček 2005). Ocas je v poměru k tělu relativně krátký. Čenich je delší a robustnější, uši jsou též relativně dlouhé (LA 24-31 mm) a poměrně široké (> 16 mm), avšak nedosahují délky jako u netopýra velkouchého (Dietz & von Helversen 2004, Anděra & Horáček 2005). Delší rovný tragus mívá často tmavou špičku. Hřbetní osrstění adultních jedinců je hnědavé, u juvenilních a nerozmnožujících se jedinců bývá tmavě šedé, srst na břicho je špinavě bílá až béžová se žlutavými odstíny kolem krku (Dietz & von Helversen 2004, Anděra & Horáček 2005, Dietz et al. 2009).

U nás je *M. myotis* zaměnitelný pouze se zmíněným *M. b. oxygnathus* (netopýr východní ostrouchý, angl. lesser mouse-eared bat), kdy oba druhy jsou označovány jako podvojně (Anděra & Horáček 2005). *M. b. oxygnathus* má však celkově menší tělesné rozměry (LAt 50,5-62,1 mm, délka ušního boltce LA < 24,5 mm, šířka < 16 mm) a mírně odlišnou barvu srsti (na hřbetu šedou, pouze s hnědavým nádechem), tragus je bez tmavé špičky (Dietz & von Helversen 2004, Anděra & Horáček 2005), takže i přes velkou vzájemnou podobnost lze obě formy celkem dobře odlišit. Benda (1996) dospěl k závěru, že při morfometrickém posouzení je nejvhodnější držet se právě základních kraniálních rozměrů, avšak při determinaci v terénu může být nápomocný i fakt, že výskyt *M. b. oxygnathus* je na našem území poměrně vzácný. Většina dosavadních záznamů jeho letního výskytu pochází z území Moravy (Hanák & Anděra 2006, Hanák et al. 2010), stejně jako většina záznamů pocházející z období hibernace či z odchytů během jarních a podzimních přeletů. Navíc u nás nebyl dosud prokázán žádný výskyt mateřské kolonie tohoto poddruhu, byť je známo několik případů ze Slovenska, Rakouska či Maďarska, kdy samice *M. b. oxygnathus* vychovávaly svá mláďata včleněné jednotlivě v mateřských koloniích *M. myotis* (Hanák et al. 2010), a dvě gravidní samice byly nalezeny i na území Moravy (Gaisler et al. 1988).

Také echolokační signály obou forem se překrývají a je velmi složité je pomocí detektoru od sebe odlišit. Využívají frekvenčně modulovaný typ signálu s krátkým quasi-konstantním zakončením (FM-qcf) při frekvencích 28-62 kHz. Jednotlivé pulsy trvají přibližně 2-3 ms a netopýr jich vyšle 12-20 za sekundu (Řehák 1999).

3.5.3. Rozšíření

Celkový areál rozšíření *M. myotis* sahá od Pyrenejského poloostrova (Zahn et al. 2007) přes pobřeží Mediteránu (Benda & Horáček 1995b), zejména skrz střední a jižní Evropu na sever až do severního Bavorska (Zahn et al. 2007, Rudolph et al. 2009), České republiky (např. Hanák & Anděra 2006, Hanák et al. 2010) a severního Polska (Sachanowicz et al. 2006, Bachanek 2010), dále na Balkán až na území Řecka a Turecka (Benda & Horáček 1995b). Na východě mimo Evropu sahá jeho výskyt od Turecka (např. Benda & Horáček 1995b, Aşan et al. 2010) až na území Sýrie (Benda et al. 2006), Israele (Yom-Tov & Kadmon 1998) a Libanonu (Harrison & Lewis 1961). Rozšíření *M. b. oxygnathus* v Evropě je běžné zejména v Mediteránu od Portugalska po Turecko, severně zasahuje přibližně po severní hranice Švýcarska, České republiky a Slovenska (Dietz & von Helversen 2004, Bachanek 2010, Aşan & Albayrak 2011).

Na našem území byl *M. myotis* zaznamenán na bezmála 1500 lokalitách (v zimním i letním období), které zaujímají přibližně 77,1% území státu (Hanák et al. 2010). Jeho výskyt bývá situován do nižších a středních poloh, vyšší polohy vyhledává jen pro zimování. Místa s nejvyšším procentem výskytu představují krasové oblasti a jejich širší okolí (Andreas & Řehák 2004). Zastoupení netopýra velkého je na českém území uváděno jako běžné již od sepsání nejstaršího přehledu savců Čech německým autorem Schmidtem (1795), kde byl však ještě pod názvem *Vespertilio murinus* (v překl. netopýr myší, dnes užívaný lat. název pro netopýra pestrého) (Horáček et al. 2000, Hanák & Gaisler 2008, Havlová 2010). Výrazný pokles početnosti během sedmdesátých let minulého století a následný pozvolný, později až masivní nárůst od let osmdesátých sledoval Horáček (n.d.). Populační změny vysvětluje jednak změnami v zemědělských postupech a zvýšení ochrany krajiny (např. omezením aplikace pesticidů) a dále pozitivními změnami klimatu. Výhodou pro sledování abundance *M. myotis* je jeho vázanost na jeskyně a štoly jako zimoviště (např. Andreas & Řehák 2004, Horáček n.d.), kde místy tvoří i více než stočlenné clustery (vlastní pozorování). *M. myotis* je navíc jedním z našich synantropních netopýrů a jeho celkem snadná mapovatelnost (oproti některým jiným, např. lesním druhům) nejen na zimovištích, kde spolu s *R. hipposideros* zaujímá nejvyšší procento z nalézaných druhů (Horáček 2011 pers. comm., vlastní pozorování), ale též na letních úkrytech, umožňuje dlouhodobý populační monitoring v celé Evropě (Bartonička & Rusiński 2010).

3.5.4. Potravní ekologie

Netopýr velký se jeví jako druh pocházející primárně ze západního Mediteránu, kde obýval rozmanité krajinné celky jak s otevřenými plochami, tak s plochami zalesněnými (Benda & Horáček 1995a). Podobně je tomu u recentních populací střední Evropy. Jedná se o typického představitele skupiny pozemních sběračů (ground gleaners), přičemž svoji kořist loví přímo ze země či trávy, nikoliv jiných struktur představujících např. kmeny či listy stromů apod., jak je tomu ve většině případů u ostatních evropských netopýrů lovících pomocí sběru (skupina lovců v listoví, viz podkap. 3.2.3. Lov v listoví (foliage gleaning, hover gleaning)) (Audet 1990).

Relativně velké rozpětí křídel *M. myotis* a jejich poměrně nízké zatížení předurčuje tento druh k preferenci lovu v otevřené krajině (Norberg & Rayner 1987). Průměrný poměr stran křídel (Norberg & Rayner 1987) a tělesná hmotnost netopýra jej řadí do jedné ze skupin formulovaných Aldridgem a Rautenbachem (1987), vytvořených na základě morfologie křídel (Audet 1990). Druhy spadající do této skupiny se vyznačují středně rychlým a ještě relativně dobře manévrovatelným letem, což vypovídá o jejich předpokládaném lovu jak v otevřené, tak zalesněné krajině, avšak nikoliv v husté vegetaci. Tento předpoklad potvrzuje fakt, že loveckými habitaty *M. myotis* jsou především čerstvě posečené louky, pastviny, ale také listnaté či smíšené lesy bez podrostu a ovocné sady (Benda & Horáček 1995a, Arlettaz & Perrin 1995, Arlettaz 1996a, Arlettaz 1999).

Bylo prokázáno, že při lovu využívá *M. myotis*, podobně jako *P. auritus* (Anderson & Racey 1991) či *M. blythii* (Russo et al. 2007), pasivní poslech, a to jako svoji hlavní taktiku (Arlettaz 1999, Russo et al. 2007). Jak bylo již částečně zmíněno, netopýr lovící ze vzdálenosti cca 30-70 cm nad zemí (Arlettaz 1996a) použije echolokaci k předběžné orientaci v budoucím lovném prostoru a dále se již soustřeďuje jen na vlastní pátrání po kořisti (vyhledávací fáze). Je-li kořist detekována, dochází během přibližovací fáze k náhlému výraznému snížení echolokace na úroveň téměř neznamatelných pulsů. Russo et al. (2007) toto utlumení označuje jako tzv. „šeptavou echolokaci“ (whispering echolocation), kterou využívají některé druhy, nechtějí-li úplně přerušit vysílání signálů během lovu. Cílem využití „šeptavé“ echolokace je vyvarovat se jednak riziku maskovacích signálů vysílaných hmyzem a dále nechtěného varování kořisti citlivé na ultrazvuk. Netopýr, který při vlastním lovu nevysílá signály žádné, může být znevýhodněn při náhlém úletu kořisti, kdy ji nemusí stihnout zachytit (Anderson & Racey 1991). Během razantního přistání vysílá netopýr „feeding buzz“ (Russo et al. 2007) a následně dochází k lapení kořisti, kterou buď zalehne

a zakryje roztaženými křídly nebo ji drapne do uropatagia, přičemž netopýři loví kořist vždy z letu, jelikož nejsou přizpůsobeni pohybu po zemi (Arlettaz 1996a). Ke konzumaci dojde buď okamžitě, nebo si ji v tlamce odnese pryč a zkonsumuje ji za letu, kdy nesnědené části hmyzu cestou zahazuje (Arlettaz 1996a, Russo et al. 2007). Je-li kořist příliš velká, odnáší si ji na odpočívadlo, avšak přímo detekce kořisti z odpočívadla u *M. myotis* zaznamenána nebyla (Arlettaz 1996a). Schnitzler & Kalko (2001) dokonce popisují u *M. myotis* schopnost učení. Tu demonstrují na experimentu, kdy byl jedinci pravidelně nabízen nejdříve sedící hmyz vydávající zvuky a po několika úspěšných lovech už jen tiše sedící hmyz. Netopýr na tento hmyz reagoval pozitivně pouze v místě, kde pro něj podobné ozvěny v předchozích případech znamenaly potravu.

Hlavní složkou potravy *M. myotis* je nelétavý, terestrický hmyz, což vyplývá i z jeho způsobu lovu. Téměř výhradně se zde vyskytuje řád Coleoptera (brouci), z nichž dominantní složku tvoří nelétaví zástupci čeledi Carabidae (střevlíkovití) (Bauerová 1978, Bauerová 1986b, Beck 1995, Arlettaz & Perrin 1995, Arlettaz 1996a, Arlettaz et al. 1997a, Pereira et al. 2002, Jones et al. 2011). Mnoho výše uvedených autorů též v potravě *M. myotis* uvádí další složky, z větší části shodné pro různá geografická území Evropy. Nicméně procentuální zastoupení všech složek potravy *M. myotis* se v průběhu sezóny značně liší právě v závislosti na místě výskytu netopýra. Dále se liší mírou adaptace příslušného hmyzu na klimatické podmínky biotopu v daném místě výskytu a z ní plynoucí dostupností preferované kořisti v různých částech sezóny. V neposlední řadě také závisí na biologii kořisti (např. Pereira et al. 2002). Proto můžeme často u netopýrů též pozorovat potravní oportunistus, kdy se striktně nedrží taxonu, ale řídí se především velikostí a nutriční hodnotou kořisti v poměru k její dostupnosti a vynaloženému úsilí, nutnému pro její získání (Arlettaz 1996a). Významnější část potravy *M. myotis* tvoří vedle brouků čeledi Carabidae čeled' čvrčkovití (Gryllidae, Orthoptera), konkrétně krtonožky rodu *Gryllotalpa*, dále larvy motýlů (Lepidoptera) (např. Arlettaz & Perrin 1995, Arlettaz 1996a), pavoukovci (Arachnida) (Beck 1995, Garrido 1997, Pereira et al. 2002), tiplicovití (Tipulidae, Diptera) (Beck 1995, Arlettaz 1996a) či vrubounovití (Scarabaeidae, Coleoptera) (Bauerová 1978, Arlettaz 1996a). Občas se objeví i nelétavá stádia mravenců (Formicidae, Hymenoptera) nebo larvy Coleoptera (Bauerová 1978, Bauerová 1986b). V oblasti Mediteránu převažují v potravě taktéž střevlíci (Carabidae) či chrousti (podčeleď Melolonthinae), doplněné zejména stonožkami (Chilopoda) či pavoukovci (Arachnida) (Garrido 1997, Pereira et al. 2002).

4. Materiál a metodika

Informace o složení potravy netopýrů jsou získávány především rozbořením jejich trusu, který je opatřován buď sběrem pod jedinci v místě úkrytu (např. Bárta 1975, Bauerová 1978, Bauerová 1986b, Beck 1995, Garrido 1997) nebo od samotných zvířat pomocí odchytů do sítě (např. Bauerová 1978, Beck 1995, Arlettaz 1996a, Andreas 2002), méně pak sběrem zbytků potravy pod odpočívadlem (Jones & Rayner 1989) či rozbořením obsahu žaludku (např. Bauerová 1978). V posledních 2-3 letech se začíná uplatňovat i analýza DNA extrahované z trusu (např. Clare et al. 2009, Bohman et al. 2011). Ve vlastní návazné práci bude využita první ze jmenovaných metodik.

4.1. Práce v terénu – potrava

Předpokládané vzorky budou odebírány ze tří lokalit, na kterých již probíhá výzkum (viz Obr. 2). Jedná se vždy o nepříliš od sebe vzdálenou dvojici letních úkrytů netopýrů, z nichž jeden je obsazen mateřskou kolonií a druhý je obsazen převážně samci stejného druhu. První mateřská kolonie je situována v mostě u Voznice nedaleko Dobříše (okres Příbram), kde se v jiné jeho části nacházejí i samci. Druhá mateřská kolonie se nachází na půdě kostela v Senožatech (viz Obr. 3) u města Humpolce (okres Pelhřimov) a samčí skupina v dálničním mostě poblíž Bernartic (okres Benešov).

V období potravní aktivity netopýrů, což je přibližně od dubna do září, budou lokality pravidelně kontrolovány, v krajích sezóny v časovém odstupu dvou týdnů, v hlavním období pak s odstupem dvou až tří týdnů. Při každé kontrole bude odebráno odpovídající množství trusu pod kolonií, případně pod jedincem. Před začátkem sezóny a po každém sběru bude pod každou kolonii umístěna čistá papírová či igelitová plachta, aby bylo možno začátek sezóny zaznamenat (první vzorky trusu napadaného po obsazení úkrytu netopýry) a dále odlišit trus napadaný za uplynulé časové období od minulé kontroly. Vzorky trusu budou odebírány buď do plastových či skleněných, řádně označených nádobek následně zalitých lihem, případně do mikrotenových sáčků, z nichž se trus do nádobek přemístí dodatečně. Pro kvantitativní zhodnocení je třeba, aby každý vzorek obsahoval přibližně padesát pelet. Trvanlivost takto uchovávaného materiálu je pak v podstatě časově neomezená a poskytuje tedy dostatečný prostor pro osvojení si determinačních znaků před vlastním rozbořením.

4.2. Zpracování vzorků v laboratoři

Rozbor trusu je prováděn po jednotlivé peletě, která se přemístí na Petriho misku, kde je rehydratována zalitím vodou. Po několika minutách je peleta rozebírána pomocí pinzety a preparační jehly pod binokulární lupou s vloženým měřítkem pro porovnání velikosti. Na nalezených zbytcích hmyzu se sledují znaky významné pro jeho determinaci. Vzhledem k tomu, že u *M. myotis* se předpokládá markantní převaha střevlíkovitých brouků (Carabidae) (např. Bauerová 1978, Bauerová 1986b, Beck 1995, Arlettaz 1996a), bude snaha o určení minimálně na úroveň rodu. Identifikace jednotlivých taxonů (rodů, druhů) bude prováděna pomocí srovnávací sbírky preparátů, citovaných klíčů a další příslušné literatury zabývající se entomologií (zejména Hůrka 1996, Hůrka 2005) na základě velikosti, barvy a detailů v morfologii krovek, nohou a dalších identifikačně významných znaků na zachovaných částech těla.

4.3. Práce v terénu – potravní nabídka

Přesné posouzení potravní nabídky je další z velmi problematických oblastí výzkumu netopýrů. Jejich vázanost na nejrůznější, často i neznámé lovecké habitaty, které navštěvují během noci, a schopnost létat za potravou na poměrně velké vzdálenosti jsou jen dvěma faktory znemožňujícími objektivní zhodnocení. I v případě, bylo-li by možno zaznamenat veškerý hmyz na dané lokalitě a jeho zastoupení v rámci taxonů, nejsou toho primárně schopni sami netopýři, pro něž je část hmyzu zcela nedetekovatelná (Kunz 1988). Jestliže se např. v potravě určitého druhu prokáže převážné zastoupení hlučného hmyzu jako u *M. bechsteinii* (Siemers & Swift 2006), nemusí tento ukazatel nutně predikovat také převážné zastoupení těchto taxonů na zkoumané lokalitě. Může se proto stát, že navzdory tomu, že nabídka tichého hmyzu daleko převyšuje nabídku hmyzu hlučného, poměrné zastoupení v potravě netopýra bude zcela opačné. Sledování potravní nabídky a jejích změn během roku však slouží jako vodítko pro očekávané změny ve složení potravy.

Metodika zjišťování potravní nabídky musí být předně zacílená na biotop, kde zkoumaný druh loví. Pro plánovaný výzkum, soustředěný na potravu *M. myotis*, která je tvořena převážně terestrickou kořistí lovenou v otevřené či řídké zalesněné krajině (např. Bauerová 1978, Bauerová 1986b, Beck 1995, Arlettaz 1996a, Arlettaz 1999), bude využito

padacích pastí na hmyz (pitfall traps) (viz Obr. 4) dle metodiky pro sběr epigeické fauny od Absolon a kol. 1994. Ty představují skleněné, plastové, či plechové lahve, v tomto případě větší velikosti, do nichž se lépe chytají větší druhy hmyzu (Luft 1975), zčásti naplněné konzervační látkou (např. 4% formalínem), zakopávané do země (Absolon a kol. 1994, Bauerová 1978). Nad ně se umísťuje ve výšce několik cm nad zemí plechová stříška, která je méně náchylná ke zničení a chrání past před spadem nežádoucích nečistot. Přibližně 10 těchto pastí bude umístěno na přelomu dubna a května na potenciální loviště v blízkosti zkoumaných lokalit. Materiál z nich bude odebrán přibližně pětkrát za sezónu a následně laboratorně zpracován.

Obecně se pro zjišťování potravní nabídky u hmyzožravých netopýřů využívají dvě kategorie pastí, tzv. vábívé (attractant traps) a nevábívé (non-attractant traps) (Kunz 1988). První kategorie zahrnuje chemické (feromonové) pasti a světelné pasti (s různou intenzitou světla či UV zářením). Ve druhé kategorii jsou vedle padacích pastí, chytajících pozemní hmyz, řazeny ještě sací a rotační pasti, vlečné sítě, Malaiseho pasti, letové a únikové pasti, které jsou všechny určeny pro hmyz létající. Široce využívané sací pasti jsou založeny na vhánění vzduchu elektrickým ventilátorem do kuželu zakončeného kovovou mřížkou, kde hmyz zachycen, u rotačních pastí se hmyz chytá do dvou kuželů rotujících kolem středové osy, poháněné též elektřinou. Specifický způsob chytání hmyzu např. nad vodní hladinou či nad vozovkou jsou vlečné sítě, připevněné na motorový člun či střechu auta, do nichž je hmyz pasivně zachycován během jízdy. Malaiseho pasti jsou tvořeny dvěma k sobě kolmo postavenými sítěmi, jejichž spodní okraj je zapuštěn do země a na vrchní okraj je umístěn síťový kužel, svedený do nádoby s konzervantem. Jsou využívány pro chytání diurnálního, vzdušného hmyzu, který při nárazu do sítě přirozeně vyhledává světlo a směřuje kuželem vzhůru. Na podobném principu jsou založeny i závěsné letové pasti, kdy hmyz po nárazu rovnou spadne do nádoby s konzervantem, umístěné pod sítí. Únikové pasti jsou využívány pro zaznamenání autochtonního hmyzu konkrétní oblasti, na rozdíl od Malaiseho či letových pastí, kam se chytá i migrující allochtonní hmyz. Fungují na principu síťového kužele, ohraničujícího pouze určité malé území, který je dole opět částečně zapuštěn do země a nahoře sveden do nádoby. Bývají využívány také pro chytání na vodu vázaných taxonů, především pak stádií líhnoucích se z kulek (Kunz 1988).

5. Závěr

Předkládaná práce podává formou literární rešerše přehled o potravní ekologii hmyzožravých netopýrů, především o jejich loveckých strategiích a konzumované potravě. Jako nejvhodnější byla shledána kategorizace netopýrů z hlediska jejich loveckých strategií, kde každá byla diskutována na odpovídajících příkladech zástupců letounů. Dále byly zhodnoceny důvody přiřazení jednotlivých zástupců k těmto strategiím, a kde to bylo možné, byla zmíněna i návaznost na dominující taxony bezobratlých v potravě. Popis echolokace a její využití netopýry při nočním lovu přehledu loveckých strategií pro lepší orientaci předchází.

Vzhledem k plánovanému výzkumu, který bude zaměřen na sezónní variabilitu v potravě netopýra velkého (*M. myotis*) a kde budou sledovány i možné rozdíly mezi samci a samicemi ve složení potravy, přibližuje tato práce též aspekty, které ovlivňují složení potravy netopýrů během roku, dále biologii a potravní ekologii *M. myotis*, a uvádí též metodiku. Může proto sloužit jako podklad pro navazující výzkum či jako odrazový můstek a výchozí zdroj literatury pro diplomovou či jinou odbornou práci, zabývající se potravní ekologií letounů.

6. Seznam literatury

- ABSOLON, K., BENDA, P., CHRUDINA, Z., KLAUDISOVÁ, A., MARTIŠKO, J., PAŘIL, P., ŘIČÁNEK, M. 1994. Metodika sběru dat pro biomonitoring v chráněných územích. ČÚOP Praha. 70 s.
- ACHARYA, L. 1995. Sex-biased predation on moths by insectivorous bats. *Animal Behaviour*. 49: 1461-1468.
- AIHARTZA, J. R., ALMENAR, D., SALSAMENDI, E., GOITI, U. 2008. Fishing behaviour in the long-fingered bat *Myotis capaccinii* (Bonaparte, 1837): an experimental approach. *Acta Chiropterologica*. 10 (2): 287-301.
- AIHARTZA, J. R., GOITI, U., ALMENAR, D., GARIN, I. 2003. Evidences of piscivory by *Myotis capaccinii* (Bonaparte, 1837) in Southern Iberian Peninsula. *Acta Chiropterologica*. 5(2): 193-198.
- ALBAYRAK, I., AŞAN, N. 1998. Geographic Variations and Taxonomic Status of *Myotis myotis* (Borkhausen, 1797) in Turkey (Chiroptera: Vespertilionidae). *Turkish Journal of Zoology*. 22: 267-275.
- ALDRIDGE, H. D. J. N., RAUTENBACH, I. L. 1987. Morphology, echolocation and resource partitioning in insectivorous bats. *Journal of Animal Ecology*. 56: 763-778.
- ALMENAR, D., AIHARTZA, J., GOITI, U., SALSAMENDI, E., GARIN, I. 2008. Diet and prey selection in the trawling long-fingered bat. *Journal of Zoology*. 274: 340-348.
- ALTRINGHAM, J. D. 1996. *Bats: Biology and Behaviour*. Oxford University Press. Oxford. p. 262. ISBN: 0198503229.
- AMBROSE, S. H., BUIKSTRA, J., KRUEGER, H. W. 2003. Status and gender differences in diet at Mound 72, Cahokia, revealed by isotopic analysis of bone. *Journal of Anthropological Archaeology*. 22: 217-226.
- ANDERSON, M. E., RACEY, P. A. 1991. Feeding behaviour of captive brown long-eared bats, *Plecotus auritus*. *Animal Behaviour*. 42: 489-493.
- ANDĚRA, M., HORÁČEK, I. 2005. *Poznáváme naše savce*. Sobotáles. Praha. 328 s. ISBN: 8086817083.
- ANDREAS, M. 2002. *Potravní ekologie společenstva netopýrů*. Disertační práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Fakulta lesnická. Praha. 163 s.
- ANDREAS, M., ŘEHÁK, Z. Monitorovací plán netopýřích populací ČR [online]. 35 s. 2004. [cit. 2011-12-04]. Dostupné z: <http://www.ceson.org/Monitorovaci_plan_finalni_verze.pdf>.
- ARITA, H. T., FENTON, M. B. 1997. Flight and echolocation in the ecology and evolution of bats. *Tree*. 12 (2): 53-58.
- ARLETTAZ, R. 1996a. Feeding behaviour and foraging strategy of free-living mouse-eared bats, *Myotis myotis* and *Myotis blythii*. *Animal Behaviour*. 51: 1-11.
- ARLETTAZ, R. 1996b. Foraging behaviour of the gleaning bat *Myotis nattereri* (Chiroptera, Vespertilionidae) in the Swiss Alps. *Mammalia*. 60 (2): 181-186.
- ARLETTAZ, R. 1999. Habitat selection as a major resource partitioning mechanism between two sympatric sibling bat species *Myotis myotis* and *Myotis blythii*. *Journal of Animal Ecology*. 68: 460-471.
- ARLETTAZ, R., PERRIN, N. 1995. The trophic niches of sympatric sibling *Myotis myotis* and *M. blythii*: do mouse-eared bats select prey? *Symposia of the Zoological Society of London*. 67: 361-376.
- ARLETTAZ, R., CHRISTIE, P., LUGON, A., PERRIN, N., VOGEL, P. 2001a. Food availability dictates the timing of parturition in insectivorous mouse-eared bats. *Oikos*. 95: 105-111.

- ARLETTAZ, R., JONES, G., RACEY, P. A. 2001b. Effect of acoustic clutter on prey detection by bats. *Nature*. 414: 742-745.
- ARLETTAZ, R., PERRIN, N., HAUSSER, J. 1997a. Trophic resource partitioning and competition between the two sibling bat species *Myotis myotis* and *Myotis blythii*. *Journal of Animal Ecology*. 66: 897-911.
- ARLETTAZ, R., RUEDI, M., IBAÑEZ, C., PALMEIRIM, J., HAUSSER, J. 1997b. 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*. 242: 45-62.
- AŞAN, N., ALBAYRAK, I., YORULMAZ, T. 2010. Noteworthy records of *Myotis myotis* and *Myotis blythii* in Turkey (Chiroptera: Vespertilionidae). *Lynx (Praha)*, n. s. 41: 145-150.
- AŞAN, N., ALBAYRAK, I. 2011. Taxonomic status of *Myotis myotis* (Borkhausen, 1797) and *Myotis blythii* (Tomes, 1857) in Turkey (Mammalia: Chiroptera). *Turkish Journal of Zoology*. 35 (3): 357-365.
- AUDET, D. 1990. Foraging Behavior and Habitat Use by a Gleaning Bat, *Myotis myotis* (Chiroptera: Vespertilionidae). *Journal of Mammalogy*. 71 (3): 420-427.
- AVERY, M. I. 1985. Winter Activity of Pipistrelle Bats. *Journal of Animal Ecology*. 54: 721-738.
- AVILA-FLORES, R., FENTON, M. B. 2005. Use of Spatial Features by Foraging Insectivorous Bats in a Large Urban Landscape.
- BACHANEK, J. 2010. Morphological Evidence for Hybridization in the Sister Species *Myotis myotis* and *Myotis oxygnathus* (Chiroptera: Vespertilionidae) in the Carpathian Basin. *Acta Chiropterologica*. 12 (2): 439-448.
- BARATAUD, M. 1990. Eléments sur le comportement alimentaire des Oreillard brun et gris *Plecotus auritus* (Linnaeus, 1758) et *Plecotus austriacus* (Fischer, 1829). *Le Rhinolophe*. 7: 3-10.
- BARCLAY, R. M. R. 1991. Population structure of temperate zone insectivorous bats in relation to foraging behaviour and energy demand. *Journal of Animal Ecology*. 60: 165-178.
- BARCLAY, R. M. R., BRIGHAM, R. M. 1994. Constrains on optimal foraging: a field test of prey discrimination by echolocating insectivorous bats. *Animal Behaviour*. 48: 1013-1021.
- BARCLAY, R. M. R., DOLAN, M.-A., DYCK, A. 1991. The digestive efficiency of insectivorous bats. *Canadian Journal of Zoology*. 69: 1853-1856.
- BARTONIČKA, T., JEDLIČKA, P. 2011. First record of *Miniopterus schreibersii* in the Czech Republic (Chiroptera: Miniopteridae). *Lynx (Praha)*, n. s. 42: 83-89.
- BARTONIČKA, T., RUSÍŇSKI, M. 2010. Časoprostorová aktivita netopýra velkého (*Myotis myotis*) v postlaktačním období. *Vespertilio*. 13-14: 35-43.
- BARTONIČKA, T., ŘEHÁK, Z., ANDREAS, M. 2008. Diet composition and foraging activity of *Pipistrellus pygmaeus* in a floodplain forest. *Biologica*. 63 (2): 1-7.
- BAUEROVÁ, Z. 1978. Contribution to the trophic ecology of *Myotis myotis*. *Folia Zoologica*. 27 (4): 305-316.
- BAUEROVÁ, Z. 1982. Contribution to the trophic ecology of the grey long-eared bat, *Plecotus austriacus*. *Folia Zoologica*. 31 (2): 113-122.
- BAUEROVÁ, Z. 1986a. Contribution to the trophic bionomics of *Myotis emarginatus*. *Folia Zoologica*. 35 (4): 305-310.
- BAUEROVÁ, Z. 1986b. Nové poznatky z potravní ekologie našich netopýrů. *Vertebratologické zprávy*. 1986: 43-44.

- BAUEROVÁ, Z., ČERVENÝ, J. 1986. Towards an understanding of the trophic ecology of *Myotis nattereri*. Folia Zoologica. 35 (1): 55-61.
- BAUEROVÁ, Z., RUPRECHT, A. L. 1989. Contribution to the knowledge of the trophic ecology of the parti-coloured bat, *Vespertilio murinus*. 38 (3): 227-232.
- BÁRTA, Z. 1975. K potravě netopýra ušatého (*Plecotus auritus* L.). Lynx (Praha), n. s. 17: 5-6.
- BEARHOP, S., PHILLIPS, R. A., MCGILL, R., CHEREL, Y., DAWSON, D. A., CROXALL, J. P. 2006. Stable isotopes indicate sex-specific and long-term individual foraging specialisation in diving seabirds. Marine Ecology Progress Series. 311: 157-164.
- BECK, A. 1995. Fecal analysis of European bat species. Myotis. 32-33: 109-119.
- BECK, C. A., IVERSON, S. J., DON BOWEN, W., BLANCHARD, W. 2007. Sex differences in grey seal diet reflect seasonal variation in foraging behaviour and reproductive expenditure: evidence from quantitative fatty acid signature analysis. Journal of Animal Ecology. 76: 490-502.
- BENDA, P. 1996. K použitelnosti některých kraniálních kritérií pro určování netopýra velkého (*Myotis myotis*) a netopýra východního (*Myotis blythi*). Lynx (Praha), n. s. 27: 5-12.
- BENDA, P., HORÁČEK, I. 1995a. Biometrics of *Myotis myotis* and *Myotis blythi*. Myotis, Bonn. 32-33: 45-55.
- BENDA, P., HORÁČEK, I. 1995b. Geographic variation in three species of *Myotis* (Mammalia: Chiroptera) in South of the Western Palearctics. Acta Societatis Zoologicae Bohemicae. 59: 17-39.
- BENDA, P., ANDREAS, M., KOCK, D., LUČAN, R., MUNCLINGER, P., OBUCH, J., OCHMAN, K., REITER, A., UHRIN, M., WEINFURTOVÁ, D. 2006. Bats (Mammalia: Chiroptera) of the Eastern Mediterranean. Part 4. Bat fauna of Syria: distribution, systematics, ecology. Acta Societatis Zoologicae Bohemicae. 70: 1-329.
- BOGDANOWICZ, W., FENTON, M. B., DALESZCZYK, K. 1999. The relationship between echolocation calls, morphology and diet in insectivorous bats. Journal of Zoology. 247: 381-394.
- BOHMANN, K., MONADJEM, A., NOER, C. L., RASMUSSEN, M., ZEALE, M. R. K., CLARE, E., JONES, G., WILLERSLEV, E., GILBERT, M. T. P. 2011. Molecular Diet Analysis of Two African Free-Tailed Bats (Molossidae) Using High Throughput Sequencing. PLoS ONE 6: e21441.
- BOONMAN, A. M., BOONMAN, M. 1998. Prey detection in trawling insectivorous bats: duckweed affects hunting behaviour in Daubenton's bat, *Myotis daubentonii*. Behavioral Ecology and Sociobiology. 44: 99-107.
- BURKE, R. L., MERCURIO, R. J. 2002. Food Habits of a New York Population of Italian Wall Lizards, *Podarcis sicula* (Reptilia, Lacertidae). The American Midland Naturalist Journal. 147: 368-375.
- CASTELLA, V., RUEDI, M., EXCOFFIER, L., IBÁÑEZ, C., ARLETTAZ, R., HAUSSER, J. Is the Gibraltar Strait a barrier to gene flow for the bat *Myotis myotis* (Chiroptera: Vespertilionidae)? Molecular Ecology. 9: 1761-1772.
- CATTO, C. M. C., HUTSON, A. M., RACEY, P. A., STEPHENSON, P. J. 1996. Foraging behaviour and habitat use of the serotine bat (*Eptesicus serotinus*) in southern England. Journal of Zoology. 238: 623-633.
- CELÚCH, M. 2006. Lovné habitaty a aktivita lesných netopierov. Disertační práce. Technická univerzita ve Zvolenu. Lesnická fakulta. Zvolen. 137 s.

- CELÚCH, M., KAŇUCH, P. 2004a. Foraging and flight activity of bats in beech-oak forests (Western Carpathians). *Acta Oecologica*. 31 (1): 8-16.
- CELÚCH, M., KAŇUCH, P. 2004b. K významu lesa ako lovného habitatu netopierov – aktivita v korunovej etáži. *Vespertilio*. 8: 55–61.
- CLARE, E. L., FRASER, E. E., BRAID, H. E., FENTON, M. B., HEBERT, P. D. N. 2009. Species on the menu of a generalist predator, the eastern red bat (*Lasiurus borealis*): using a molecular approach to detect arthropod prey. *Molecular Ecology*. 18: 2532-2542.
- CLARKE, J., MANLY, B., KERRY, K., GARDNER, H., FRANCHI, E., GORSOLINI, S., FOCARDI, S. 1998. Sex differences in Adélie penguin foraging strategies. *Polar Biology*. 20: 248-258.
- DANIEL, S., KORINE, C., PINSHOW, B. 2008. Central place foraging in nursing arthropod-gleaning bat. *Canadian Journal of Zoology*. 86: 623-626.
- DANIEL, S., KORINE, C., PINSHOW, B. 2010. Foraging behavior of a desert dwelling arthropod-gleaning bat (*Otonycteris hemprichii*) during pregnancy and nursing. *Acta Chiropterologica*. 12 (2): 293–299.
- DIETZ, CH., VON HELVERSEN, O. Illustrated identification key to the bats of Europe [online]. Tuebingen a Erlangen (Německo). 15. prosince 2004. [cit. 2012-03-04] Dostupné z <http://biocenosi.dipbsf.uninsubria.it/didattica/bat_key1.pdf>.
- DIETZ, CH., VON HELVERSEN, O., NILL, D. 2009. Bats of Britain, Europe and Northwest Africa. A & C Black. London. p. 400. ISBN: 9781408105313.
- DENZINGER, A. SIEMERS, B. M., SCHAUB, A., SCHNITZLER, H. U. 2001. Echolocation by the barbastelle bat, *Barbastella barbastellus*. *Journal of Comparative Physiology A*. 187: 521-528.
- DOWNS, N. C., SANDERSON, L. J. 2010. Do bats forage over cattle dung or over cattle? *Acta Chiropterologica*. 12 (2): 349-358.
- EICK, G. N., JACOBS D. S., MATHEE, C. A. 2005. A Nuclear DNA Phylogenetic Perspective on the Evolution of Echolocation and Historical Biogeography of Extant Bats (Chiroptera). *Molecular Biology and Evolution*. 22 (9): 1869-1886.
- ENCARNAÇÃO, J. A., BECKER, N. I., EKSCHMITT, K. 2010. When do Daubenton's bats (*Myotis daubentonii*) fly far for dinner? *Canadian Journal of Zoology*. 88: 1192-1201.
- ENCARNAÇÃO, J. A., KIERDORF, U., HOLWEG, D., JASNOCH, U., WOLTERS, V. 2005. Sex-related differences in roost-site selection by Daubenton's bats *Myotis daubentonii* during the nursery period. *Mammal Review*. 35 (3&4): 285–294.
- FLANDERS, J., JONES, G. 2009. Roost use, ranging behavior, and diet of greater horseshoe bats (*Rhinolophus ferrumequinum*) using a transitional roost. *Journal of Mammalogy*. 90 (4): 888-896.
- FLAVIN, A. F., BIGGANE, S. S., SHIEL, C. B., SMIDDY, P., FAIRLEY, J. S. 2001. Analysis of the diet of Daubenton's bat *Myotis daubentonii* in Ireland. *Acta Theriologica*. 46 (1): 43-52.
- FLEMING, T. H. 1971. *Artibeus jamaicensis*: Delayed Embryonic Development in a Neotropical Bat. *Science*. 171 (3969): 402-404.
- FLEMING, T. H., EBY, P. 2003. Ecology of Bat Migration. 156-208. In: Kunz, T. H., Fenton, M. B. (eds.). 2005. *Bat Ecology*. The University of Chicago Press. Chicago and London. p. 798. ISBN: 0226462072.

- FREITAS, M. B., GOULART, L. S., BARROS, M. S., MORAIS, D. B., AMARAL, T. S., MATTA, S. L. P. 2010. Energy metabolism and fasting in male and female insectivorous bats *Molossus molossus* (Chiroptera: Molossidae). Brazilian Journal of Biology. 70 (3): 617-621.
- FULLARD, J. H. 1987. Sensory ecology and neuroethology of moths and bats: interactions in a global perspective. 244-272. In: Fenton, M. B., Racey, P., Rayner, J. M. V. (eds.). 1987. Recent Advances in the Study of Bats. Cambridge University Press. Cambridge. p. 470. ISBN: 0521321603.
- GAISLER, J., BAUEROVÁ, Z., VLAŠÍN, M., CHYTILOVÁ, J. 1988. The bats of S-Moravian lowlands over thirty years: *Rhinolophus* and large *Myotis*. Folia Zoologica. 37 (1): 1-16.
- GAJDOŠÍK, M., GAISLER, J. 2004. Diet of two *Eptesicus* bat species in Moravia (Czech Republic). Folia Zoologica. 53 (1): 7-16.
- GARRIDO, J. A. 1997. La alimentación de *Myotis myotis* Borkh. 1797 (Chiroptera, Vespertilionidae) en la cuenca del río Guadix (Sureste de España). Acta Vertebrata. 24 (1-2): 27-38.
- GELHAUS, M., ZAHN, A. 2010. Roosting ecology, phenology and foraging habitats of a nursery colony of *Pipistrellus nathusii* in the southwestern part of its reproduction range. Vespertilio. 13-14: 93-102.
- GOERLITZ, H. R., TER HOFSTEDDE, H. M., ZEALE, M. R. K., JONES, G., HOLDERIED, M. W. 2010. An Aerial-Hawking Bat Uses Stealth Echolocation to Counter Moth Hearing. Current Biology. 20: 1568-1572.
- GOITI, U., AIHARTZA, J. R., ALMENAR, D., SALSAMENDI, E., GARIN, I. 2006. Seasonal foraging by *Rhinolophus euryale* (Rhinolophidae) in an Atlantic rural landscape in northern Iberian Peninsula. Acta Chiropterologica. 8(1): 141-155.
- GREGOR, F., BAUEROVÁ, Z. 1987. The role of Diptera in the diet of Natterer's bat, *Myotis nattereri*. Folia Zoologica. 36 (1): 13-19.
- GRINEVITCH, L., HOLROYD, S. L., BARCLAY, R. M. R. 1995. Sex differences in the use of daily torpor and foraging time by big brown bats (*Eptesicus fuscus*) during the reproductive season. Journal of Zoology. 235: 301-309.
- GÜTTINGER, R., HOCH, S., BECK, A. 2006. Die Nahrung und potenziellen Jagdhabitats des Grossen Mausohrs (*Myotis myotis*) in Triesen, Fürstentum Liechtenstein. Bericht Botanisch-Zoologische Gesellschaft Liechtenstein-Sargans-Werdenberg. 32: 165-174.
- HANÁK, V., ANDĚRA, M., UHRIN, M., DANKO, Š. 2010. Bats of the Czech Republic and Slovakia: distributional status of individual species. 143-254. In: Horáček, I., Uhrin, M. (eds.). 2010. A tribute to bats. 1st ed. Lesnická práce. p. 400. ISBN: 9788087154441.
- HANÁK, V., ANDĚRA, M. 2006. Atlas rozšíření savců v České republice. Predběžná verze. V. Letouni (Chiroptera) – část 2. Netopýrovití (Vespertilionidae – rod *Myotis*). Národní muzeum. Praha. 188 s. ISBN: 8070362030
- HANÁK, V., GAISLER, J. 2008. Historie chiropterologie v Čechách a na Moravě od nejstarších zpráv po publikaci Netopýři Československa (1957). Vespertilio. 12: 93-106.
- HANÁK, V., NECKÁŘOVÁ, J., BENDA, P., HANZAL, V., ANDĚRA, M., HORÁČEK, I., JAHELKOVÁ, H., ZIEGLEROVÁ, A., ZIEGLEROVÁ, D. 2009. Fauna netopýřů Prahy: přehled nálezů a poznámky k urbánním populacím netopýřů. Natura Pragensis. 19: 3-89.
- HAVLOVÁ, E. 2010. České názvy savců. Lidové noviny. Praha. 272 s. ISBN: 9788074220371.

- HAYWARD, J. S., BALL, E. G. 1966. Quantitative aspects of brown adipose tissue thermogenesis during arousal from hibernation. *Biological Bulletin*. 131: 94-103.
- HOARE, L. R. 1991. The diet of *Pipistrellus pipistrellus* during the pre-hibernal period. 225: 665-670.
- HOCK, R. J. 1951. The metabolic rates and body temperatures of bats. *Biological Bulletin*. 101: 289-299.
- HORÁČEK, I. 1986. Létající savci. Academia. Praha. 156 s.
- HORÁČEK, I. 1991. Enigma of *Otonycteris*: Ecology, relationship, classification. *Myotis*, Bonn. 29: 17-30.
- HORÁČEK, I. Sčítání netopýřů – nejrozsáhlejší program biologického monitoringu v ČR [online]. Dokumenty České společnosti pro ochranu netopýřů ČESON. n.d. [cit. 2012-03-04] Dostupné z <<http://www.ceson.org/document/horacek1.pdf>>.
- HORÁČEK, I. 7. května 2011. pers. comm.
- HORÁČEK, I., HANÁK, F., GAISLER, J. 2000. Bats of the Palearctic Region: A Taxonomic and Biogeographic Review. In: Wołoszyn, B. W. (ed.). 2000. Proceedings of the VIIIth EBRS. Vol. 1, Approaches to Biogeography and Ecology of Bats. Chiropterological information center, Institute of Systematics and Evolution of Animals PAS in Kraków. Kraków. 11-157. ISBN: 8385222839.
- HŮRKA, K. 1996. Carabidae of the Czech and Slovak Republics. Carabidae České a Slovenské republiky. Kabourek. Zlín. 565 s. ISBN: 8090146627.
- HŮRKA, K. 2005. Brouci České a Slovenské republiky. Beetles of the Czech and Slovak Republics. Kabourek. Zlín. 390 s. ISBN: 8086447111.
- JERRET, D. P. 1979. Female reproductive patterns in nonhibernating bats. *Journal of Reproduction and Fertility*. 56: 369-378.
- JONES, G. 1990. Prey Selection by the Greater Horseshoe Bat (*Rhinolophus ferrumequinum*): Optimal Foraging by Echolocation? *Journal of Animal Ecology*. 59: 587-602.
- JONES, G., RAYNER, J. M. V. 1989. Foraging behavior and echolocation of wild horseshoe bats *Rhinolophus ferrumequinum* and *R. hipposideros* (Chiroptera, Rhinolophidae). *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 25: 183-191.
- JONES, G., RYDELL, J. 2003. Attack and Defense: Interactions between Echolocating Bats and Their Insect Prey. 301-345. In: Kunz, T. H., Fenton, M. B. (eds.). 2005. *Bat Ecology*. The University of Chicago Press. Chicago and London. p. 798. ISBN: 0226462072.
- JONES, P. L., PAGE, R. A., HARTBAUER, M., SIEMERS, B. M. 2011. Behavioral evidence for eavesdropping on prey song in two Palearctic sibling bat species. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 65: 333-340.
- KALKO, E. K. V. 1995. Insect pursuit, prey capture and echolocation in pipistrelle bats (Microchiroptera). *Animal Behaviour*. 50: 861-880.
- KALKO, E. K. V., SCHNITZLER, H.-U. 1989. The echolocation and hunting behavior of Daubenton's bat, *Myotis daubentoni*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 24: 225-238.
- KALKO, E. K. V., SCHNITZLER, H.-U., KAIPF, I., GRINNELL, A. D. 1998. Echolocation and foraging behavior of the lesser bulldog bat, *Noctilio albiventris*: preadaptations for piscivory? *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 42: 305-319.
- KOUBEK, P., ČERVENÝ, J. 2007. The Golden Jackal (*Canis aureus*) – a new mammal species in the Czech Republic. *Lynx (Praha)*, n. s. 38: 103-106.

- KUNZ, T. H. 1974. Feeding Ecology of a Temperate Insectivorous Bat (*Myotis velifer*). *Ecology* 55: 693-711.
- KUNZ, T. H. 1988. Methods of Assessing the Availability of Prey to Insectivorous Bats. 191-210. In: KUNZ, T. H. (ed.). 1988. *Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats*. Smithsonian Institution Press. Washington, D. C. p. 533. ISBN: 0874744113.
- KUSCH, J., WEBER, C., IDELBERGER, S., KOOB, T. 2004. Foraging habitat preferences of bats in relation to food supply and spatial vegetation structures in a western European low mountain range forest. *Folia Zoologica*. 53 (2): 113-128.
- LEE, Y.-F., SEVERINGHAUS, L. L. Sexual and seasonal differences in the diet of Lanyu scops owls based on fecal analysis. *Journal of Wildlife Management*. 68 (2): 299-306.
- LEVIN, E., BARNEA, A., YOVEL, Y., YOM-TOV, Y. 2006. Have introduced fish initiated piscivory among the long-fingered bat? *Mammalian Biology – Zeitschrift für Säugetierkunde*. 71: 139-143.
- LUČAN, R., ANDREAS, M., BENDA, P., BARTONIČKA, T., BŘEZINOVÁ, T., HOFFMANOVÁ, A., HULOVÁ, S., HULVA, P., NECKÁŘOVÁ, J., REITER, A., SVAČINA, T., ŠÁLEK, M., HORÁČEK, I. 2009. Alcathe bat (*Myotis alcathe*) in the Czech Republic: distributional status, roosting and feeding ecology. *Acta Chiropterologica*. 11 (1): 61-69.
- MACKENZIE, G. A., OXFORD, G. S. 1995. Prey of the noctule bat (*Nyctalus noctula*) in East Yorkshire. *Journal of Zoology*. 236: 322-327.
- MAYER, F., DIETZ, CH., KIEFER, A. 2007. Molecular species identification boosts bat diversity. *Frontiers in Zoology*. 4: 4.
- MILLER, L. A., SURLYKKE, A. 2001. How Some Insects Detect and Avoid Being Eaten by Bats: Tactics and Countertactics of Prey and Predator. *BioScience*. 51 (7): 570-581.
- NEUWEILER, G. 2000. *The biology of bats*. Oxford University Press. Oxford. p. 320. ISBN: 9780195099515.
- NORBERG, U. M., RAYNER J. M. V. 1987. *Ecological Morphology and Flight in Bats (Mammalia; Chiroptera): Wing Adaptations, Flight Performance, Foraging Strategy and Echolocation*. *Philosophical Transactions of the Royal Society B, Biological Sciences*. 316 (1179): 335-427.
- OXBERRY, B. A. 1979. Female reproductive patterns in hibernating bats. *Journal of Reproduction and Fertility*. 56: 359-367.
- PATTERSON, B. D., WILLING, M. R., STEVENS, R. D. 2003. Trophic strategies, Niche Partitioning, and Patterns of Ecological Organization. 536-579. In: Kunz, T. H., Fenton, M. B. (eds.). 2005. *Bat Ecology*. The University of Chicago Press. Chicago and London. p. 798. ISBN: 0226462072.
- PEREIRA, M. J. R., REBELO, H., RAINHO A., PALMEIRIM, J. M. 2002. Prey selection by *Myotis myotis* (Vespertilionidae) in a Mediterranean region. *Acta Chiropterologica*. 4: 183-193.
- PITHARTOVÁ, T. 2007. Potravní ekologie syntopických populací čtyř druhů netopýřů (*Myotis daubentonii*, *Myotis mystacinus*, *Pipistrellus nathusii*, *Pipistrellus pygmaeus*): struktura potravy a její sezónní dynamika. *Vespertilio*, 11: 119-165.
- PORTER, T. A., WILKINSON, G. S. 2001. Birth synchrony in greater spear-nosed bats (*Phyllostomus hastatus*). *Journal of Zoology*. 253: 383-390.
- RACEY, P. A., SWIFT, S. M. 1985. Feeding Ecology of *Pipistrellus pipistrellus* (Chiroptera: Vespertilionidae) during Pregnancy and Lactation. I. Foraging behaviour. *Journal of Animal Ecology*. 54: 205-215.

- RAINHO A., AUGUSTO, A. M., PALMEIRIM, J. M. 2010. Influence of vegetation clutter on the capacity of ground foraging bats to capture prey. *Journal of Applied Ecology*. 47: 850-858.
- REINHOLD, J. O., HENDRIKS, A. J., SLAGER, L. K., OHM, M. 2000. Transfer of microcontaminants from sediment to chironomids, and the risk for the Pond bat *Myotis dasycneme* (Chiroptera) preying on them. *Aquatic Ecology*. 33: 363-376.
- REITER, A., BENDA, P., HOTOVÝ, J. 2007. First record of the Kuhl's Pipistrelle, *Pipistrellus kuhlii* (Kuhl, 1817), in the Czech Republic. *Lynx (Praha)*, n. s. 38: 47-54.
- ROČEK, Z. 2002. Historie obratlovců. Academia. Praha. 512 s. ISBN: 8020008586
- ROSE, L. M., 1992. Sex Differences in Diet and Foraging Behavior in White-Faced Capuchins (*Cebus capucinus*). *International Journal of Primatology*. 15 (1): 95-114.
- ROSTOVSKAYA, M. S., ZHUKOVA, D. V., ILLARIONOVA, A. E. 2000. Insect prey of the Long-eared bat *Plecotus auritus* (L.) (Chiroptera: Vespertilionidae) in Central Russia. *Russian Entomological Journal*. 9 (2): 185-189.
- RUEDI, M., MAYER, F. 2001. Molecular Systematics of Bats of the Genus *Myotis* (Vespertilionidae) Suggests Deterministic Ecomorphological Convergences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 21 (3): 436-448.
- RUDOLPH, B.-U., LIEGL, A, VON HELVERSEN, O. 2009. Habitat selection and activity patterns in the greater mouse-eared bat *Myotis myotis*. *Acta Chiropterologica*. 11 (2): 351-361.
- RUSSO, D., CISTRONE, L., GARONNA, A. P., JONES, G. 2009. The early bat catches the fly: Daylight foraging in soprano pipistrelles. *Mammalian Biology*. 76: 1-4.
- RUSSO, D., JONES, G., ARLETTAZ, R. 2007. Echolocation and passive listening by foraging mouse-eared bats *Myotis myotis* and *M. blythii*. *The Journal of Experimental Biology*. 210: 166-176.
- RUSSO, D., JONES, G., MIGLIOZZI. 2002. Habitat selection by the Mediterranean horseshoe bat, *Rhinolophus euryale* (Chiroptera: Rhinolophidae) in a rural area of southern Italy and implications for conservation. *Biological Conservation*. 107: 71-81
- RYDELL, J. 1989. Feeding activity of the northern bat *Eptesicus nilssoni* during pregnancy and lactation. *Oecologica*. 80: 562-565.
- RYDELL, J. 1993. Variation in Foraging Activity of an Aerial Insectivorous Bat during Reproduction. *Journal of Mammalogy*. 74 (2): 503-509.
- RYDELL, J., ARLETTAZ, R. 1994. Low-Frequency Echolocation Enables the Bat *Tadarida teniotis* to Feed on Tympanate Insects. *Proceedings of the Royal Society of London Series B: Biological sciences*. 257 (1349): 175-178.
- RYDELL, J., SPEAKMAN, J. R. 1995. Evolution of nocturnality in bats: Potential competitors and predators during their early history. *Biological Journal of the Linnean Society*. 54: 183-191.
- RYDELL, J., NATUSCHKE, G., THEILER, A., ZINGG, P. E. 1996. Food habits of the barbastelle bat *Barbastella barbastellus*. *Ecography*. 19: 62-66.
- ŘEHÁK, Z. 1999. Central European bat sounds. *Nietoperze*. 1 (1): 29-37.
- SAFI, K., KÖNIG, B., KERTH, G. 2007. Sex differences in population genetics, home range size and habitat use of the parti-colored bat (*Vespertilio murinus*, Linnaeus 1758) in Switzerland and their consequences for conservation. *Biological Conservation*. 137: 28-36.

- SACHANOWICZ, K., CIECHANOWSKI, M., PIKSA, K. 2006. Distribution patterns, species richness and status of bats in Poland. *Vespertilio*. 9-10: 151-173.
- SHIEL, C. B., DUVERGÉ, P. L., SMIDDY, P., FAIRLEY, J. S. 1998. Analysis of the diet of Leisler's bat (*Nyctalus leisleri*) in Ireland with some comparative analyses from England and Germany. *Journal of Zoology*. 246: 417-425.
- SHIEL, C. B., MCANEY, C. M., FAIRLEY, J. S. 1991. Analysis of the diet of Natterer's bat *Myotis nattereri* and the common long-eared bat *Plecotus auritus* in the West of Ireland. *Journal of Zoology*. 223: 299-305.
- SCHAUB, A., OSTWALD, J., SIEMERS, B. M. 2008. Foraging bats avoid noise. *The Journal of Experimental Biology*. 211: 3174-3180.
- SCHNITZLER, H.-U., KALKO, E. K. V. 2001. Echolocation by Insect-Eating Bats. *BioScience*. 51 (7): 557-569.
- SCHNITZLER, H.-U., MOSS, C. F., DENZINGER, A. 2003. From spatial orientation to food acquisition in echolocating bats. *Trends in Ecology & Evolution*. 18 (8): 386-394.
- SCHOEMAN, M. C., JACOBS, D. S. 2003. Support for the allotonic frequency hypothesis in an insectivorous bat community. *Oecologia*. 134: 154-162.
- SIEMERS, B. M., GÜTTINGER, R. 2006. Prey conspicuousness can explain apparent prey selectivity. *Current Biology*. 16: 157-159.
- SIEMERS, B. M., SWIFT, S. M. 2006. Differences in sensory ecology contribute to resource partitioning in the bats *Myotis bechsteinii* and *Myotis nattereri* (Chiroptera: Vespertilionidae). *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 59: 373-380.
- SIEMERS, B. M., GREIF, S., BORISSOV, I., VOIGT-HEUCKE, S. L., VOIGT, CH. C. 2011. Divergent trophic levels in two cryptic sibling bat species. *Oecologia*. 166: 69-78.
- SIEMERS, B. M., STILZ, P., SCHNITZLER, H.-U. 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*. *The Journal of Experimental Biology*. 204: 3843-3854.
- SIMMONS, J. A., FENTON, M. B., O'FARRELL, M. J. 1979. Echolocation and pursuit of prey by bats. *Science*. 203 (4375): 16-21.
- SIMMONS, N. B. 2005. Order Chiroptera. 312-529. In: Wilson, D. E., Reeder D. M. (eds.). 2005. *Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference*. 3rd ed. The Johns Hopkins University Press. Baltimore, Maryland. p. 2000. ISBN: 0801882214.
- SIMMONS, N. B., SEYMOUR, K. L., HABERSETZER J., GUNNELL, G. F. 2008. Primitive Early Eocene bat from Wyoming and the evolution of flight and echolocation. *Nature*. 451 (14): 818-822.
- SKLENÁŘ, J. 1962. Poznámky k biologii a postnatálnímu vývoji mláďat netopýra velkého (*Myotis myotis* Borkh.). *Časopis Národního muzea, oddíl přírodovědný*. 131: 147-154.
- SPEAKMAN, J. R., RACEY, P. A. 1989. Hibernation Ecology of the Pipistrelle Bat: Energy Expenditure, Water Requirements and Mass Loss, Implications for Survival and the Function of Winter Emergence Flights. *Journal of Animal Ecology*. 58 (3): 797-813.
- SPEAKMAN, J. R., ROWLAND, A. 1999. Preparing for inactivity: how insectivorous bats deposit a fat store for hibernation. *Proceedings of the Nutrition Society*. 58: 123-131.

- SPEAKMAN, J. R., THOMAS, D. W. 2003. Physiological Ecology and Energetics of Bats. 430-490. In: Kunz, T. H., Fenton, M. B. (eds.). 2005. Bat Ecology. The University of Chicago Press. Chicago and London. p. 798. ISBN: 0226462072.
- SPITZENBERGER, F. 1996. Distribution and subspecific variation of *Myotis blythi* and *Myotis myotis* in Turkey (Mamm., Vespertilionidae). Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien. 98 B Supplement: 9-23.
- STALIŃSKI, J. 1994. Digestion, defecation and food passage rate in the insectivorous bat *Myotis myotis*. Acta Theriologica. 39 (1): 1-11.
- STECK, C. E., BRINKMANN, R. 2006. The trophic niche of the Geoffroy's bat (*Myotis emarginatus*) in southwestern Germany. Acta Chiropterologica. 8 (2): 445-450.
- STOFFBERG, S., JACOBS, D. S., MATTHEE, C. A. 2011. The Divergence of Echolocation Frequency in Horseshoe Bats: Moth Hearing, Body Size or Habitat? Journal of Mammalian Evolution. 18 (2): 117-129.
- SWIFT, S. M. 1997. Roosting and foraging behaviour of Natterer's bats (*Myotis nattereri*) close to the northern border of their distribution. Journal of Zoology. 242: 375-384.
- SWIFT, S. M., RACEY, P. A., AVERY, M. I. 1985. Feeding ecology of *Pipistrellus pipistrellus* (Chiroptera: Vespertilionidae) during pregnancy and lactation. II. diet. Journal of Animal Ecology. 54: 217-225.
- TEELING, E. C., SPRINGER, M. S., MADSEN, O., BATES, P., O'BRIEN, J., MURPHY, W. J. 2005. A Molecular Phylogeny for Bats Illuminates Biogeography and the Fossil Record. Science. 307: 580-584.
- UCHIDA, T. A., INOUE, C., KIMURA, K. 1984. Effects of elevated temperatures on the embryonic development and corpus luteum activity in the Japanese long-fingered bat, *Miniopterus schreibersii fuliginosus*. Journal of Reproduction and Fertility. 71: 439-444.
- VAN TOOR, M. L., JABERG, C., SAFI, K. 2011. Integrating sex-specific habitat use for conservation using habitat suitability models. Animal Conservation. 14: 512-520.
- VAUGHAN, N. 1997. The diets of British bats (Chiroptera). Mammal Review. 27 (2): 77-94.
- WHITAKER, J. O. JR. 2004. Prey selection in a temperate zone insectivorous bat community. Journal of Mammalogy. 85 (3): 460-469.
- WHITAKER, J. O. JR., SHALMON, B., KUNZ, T. H. 1994. Food and feeding habits of insectivorous bats from Israel. Mammalian Biology - Zeitschrift für Säugetierkunde. 59 (2): 74-81.
- YOM-TOV, Y., KADMON, R. 1998. Analysis of the distribution of insectivorous bats in Israel. Diversity and Distributions. 4: 63-70.
- ZAHN, A., RODRIGUES, L., RAINHO, A., PALMEIRIM, J. M. 2007. Critical times of the year for *Myotis myotis*, a temperate zone bat: roles of climate and food resources. Acta Chiropterologica. 9 (1): 115-125.
- ZAHN, A., BAUER, S., KRINER, E., HOLZHAIDER, J. 2009. Foraging habitats of *Myotis emarginatus* in Central Europe. European Journal of Wildlife Research. 56: 1-6.
- ZUKAL, J., GAJDOŠÍK, M., ŘEHÁK, Z. 1997. The Diet and Foraging Strategy of *Eptesicus serotinus* in Southern Moravian Agrocoenoses. Bat Research News. 38 (2): 30-31.

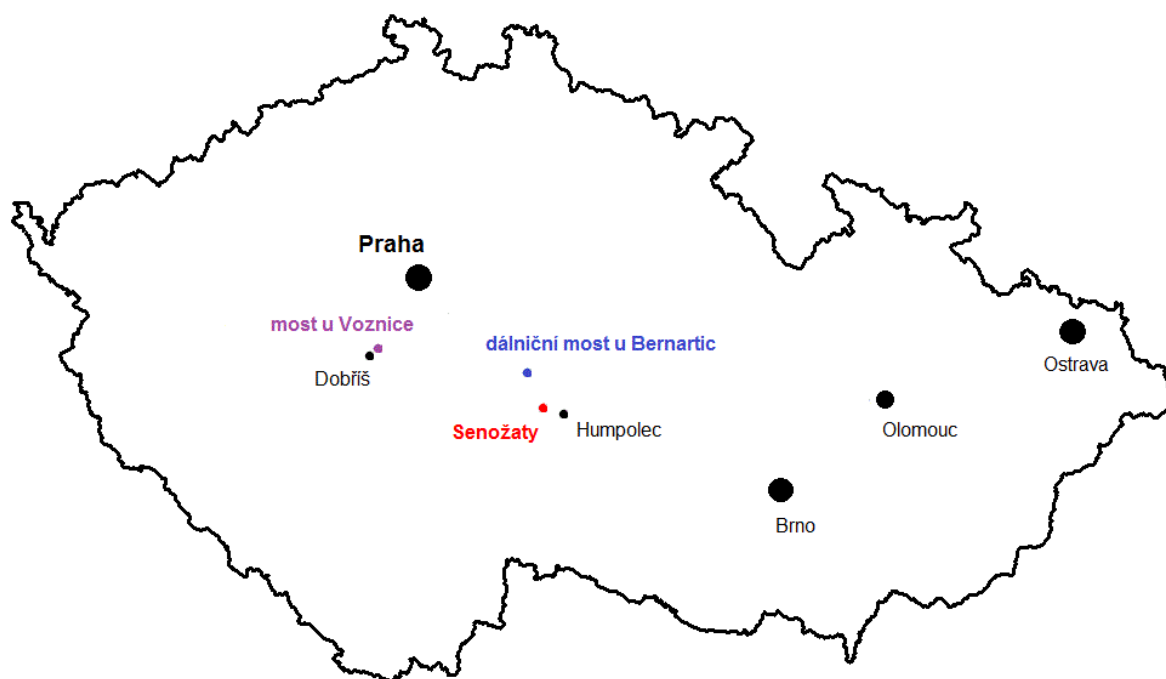
7. Seznam příloh

Obr. 1. Tři jedinci netopýra velkého (<i>M. myotis</i>) zimující v lomu Malá Amerika.	47
Obr. 2. Mapa lokalit vybraných pro výzkum mezipohlavní variability v potravní ekologii netopýra velkého (<i>M. myotis</i>).	47
Obr. 3. Mateřská kolonie <i>M. myotis</i> na půdě věže kostela v Senožatech.	48
Obr. 4. Padací past na lezoucí hmyz.	48

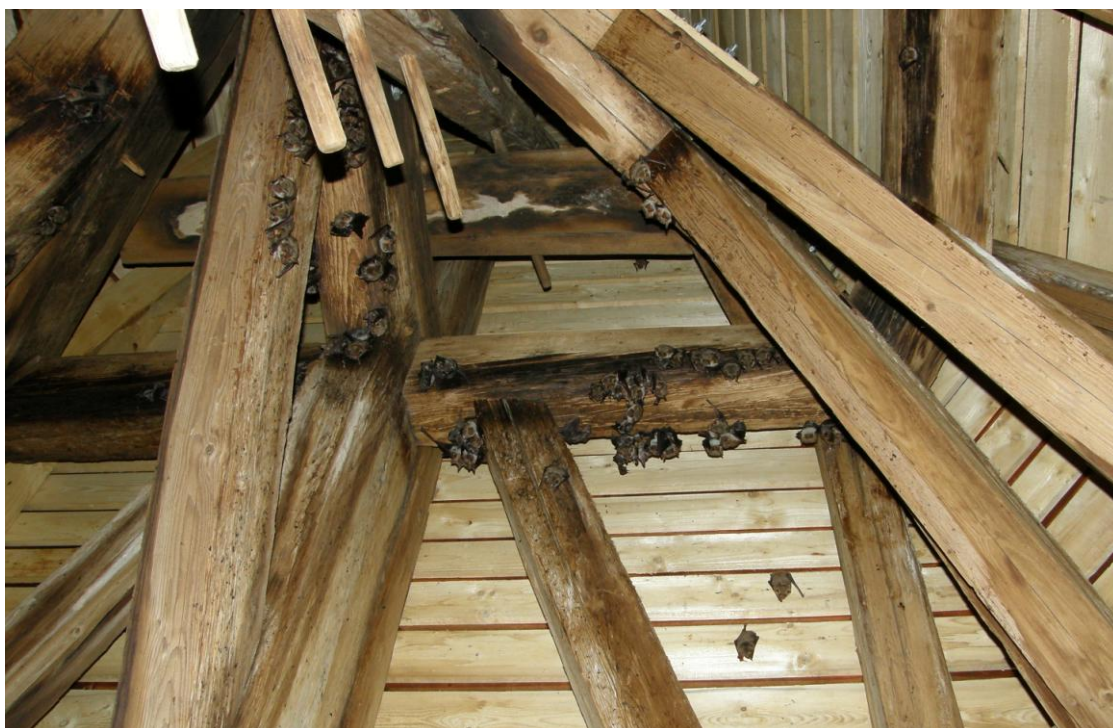
8. Přílohy



Obr. 1. Tři jedinci netopýra velkého (*M. myotis*) zimující v lomu Malá Amerika (2. 2. 2012, foto B. Bendová).



Obr. 2. Mapa lokalit vybraných pro výzkum mezipohlavní variability v potravní ekologii netopýra velkého (*M. myotis*). Červený bod představuje mateřskou kolonii (Senožaty), modrý bod skupinu samců (most na dálnici D1 u Bernartic). Fialový bod představuje výskyt obou pohlaví (most u Voznice).



Obr. 3. Mateřská kolonie *M. myotis* na půdě věže kostela v Senožatech (23. 6. 2011, foto B. Bendová).



Obr. 4. Padací past na lezoucí hmyz (zleva nádobka s formalínem, hřebíky k upevnění stříšky, zakrývací stříška) (2. 4. 2012, foto B. Bendová).