

Univerzita Karlova v Praze
Přírodovědecká fakulta
Katedra zoologie
Oddělení zoologie obratlovců



Bc. Tereza Ooppelová

Geografická variabilita velikosti mateřských kolonií jeskynních druhů netopýrů

Geographic variability in the size of maternity colonies of cave bats

Diplomová práce

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

Praha, 2016

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předkládanou diplomovou práci vypracovala samostatně, všechny použité prameny a literatura byly řádně citovány a práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

.....

Tereza Ooppelová

V Praze dne 2. 5. 2016

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat především RNDr. Radku Lučanovi, Ph.D. za vedení a korektury diplomové práce, pomoc při jejím tvoření, sběru dat a následnému zpracování těchto údajů.

Dále bych chtěla poděkovat všem regionálním koordinátorům monitoringu netopýrů, kteří poskytli data pro moji práci.

Za pomoc při zobrazování lokací a zpracování dat v programu ArcGis děkuji RNDr. Dušanu Romportlovi, Ph.D.

Za pomoc se statistickou analýzou údajů děkuji Mgr. Martinu Weiserovi, Ph.D.

Zároveň bych ráda poděkovala celé mojí rodině a partnerovi za bezmeznou trpělivost a neustálou psychickou podporu.

Abstrakt

Cílem této práce bylo porovnat geografickou variabilitu velikosti mateřských kolonií ve vztahu k typu úkrytu u 6 modelových druhů původně jeskynních netopýrů: netopýra velkého (*Myotis myotis*), netopýra brvitého (*Myotis emarginatus*), létavce stěhovavého (*Miniopterus schreibersii*), vrápence velkého (*Rhinolophus ferrumequinum*), vrápence malého (*Rhinolophus hipposideros*) a vrápence jižního (*Rhinolophus euryale*). U vybraného souboru dat byla také provedena analýza možného vlivu složení krajinného pokryvu v okolí úkrytů na variabilitu velikosti kolonií. Na základě kompilace literárních zdrojů a aktivní komunikace s regionálními koordinátory monitoringu netopýrů byly shromážděny údaje o velikosti kolonií z 2 603 lokalit z 24 zemí Evropy. 1 952 údajů pocházelo z úkrytů v lidských stavbách, 651 z úkrytů v jeskyních.

Na základě statistických analýz byl zjištěn průkazný vliv typu úkrytu na velikost kolonií u *M. schreibersii*, *M. myotis* a *R. hipposideros*. Zatímco u *M. schreibersii* a *M. myotis* jsou kolonie v lidských stavbách menší, u *R. hipposideros* jsou naopak větší. Zároveň je celkově patrný severojižní gradient v geografickém rozložení mateřských kolonií netopýrů v závislosti na typu úkrytu (jeskyně versus budovy): v jižních oblastech výrazně převládají úkryty v jeskyních, zatímco směrem k severu přibývá úkrytů v budovách. I ve východo-západním gradientu je patrné nerovnoměrné rozložení obou typů úkrytů, ovšem zde je trend složitější. U dvou ze tří vybraných druhů (*M. emarginatus*, *R. hipposideros*) se nepodařilo prokázat žádný vztah mezi velikostí kolonie a strukturou krajinného pokryvu v okolí úkrytu u reprezentativního souboru dat z úkrytů v budovách ze střední Evropy. U *M. myotis* byla zjištěna průkazná závislost mezi plochou lesních biotopů v okolí úkrytu a velikostí kolonií, ovšem podíl vysvětlené variability byl velmi malý.

Klíčová slova: netopýr velký, netopýr brvitý, létavec stěhovavý, vrápenec velký, vrápenec malý, vrápenec jižní, rozšíření mateřských kolonií, geografická variabilita, vliv krajinného pokryvu

Abstract

Main goal of this thesis was to compare geographical variability of sizes of colonies in the relationship with the type of roost of 6 models of originally cave bats species: Greater mouse-eared bat (*Myotis myotis*), Geoffroy's bat (*Myotis emarginatus*), Common bent-wing bat (*Miniopterus schreibersii*), Greater horseshoe bat (*Rhinolophus ferrumequinum*), Lesser horseshoe bat (*Rhinolophus hipposideros*) a Mediterranean horseshoe bat (*Rhinolophus euryale*). The selected data set was also analyzed the possible influence of the composition of land cover in roosts around the variability of the size of the colonies. Based on compilation of literature and active communication with regional bat-monitoring coordinators, entries about size of colonies from 2 603 locations in 24 countries of Europe were collected. 1 952 entries were from roosts in buildings and 651 from caves.

Based on statistical analysis, conclusive influence of type of roost on size of colonies by *M. schreibersii*, *M. myotis* a *R. hipposideros* was discovered. While in *M. schreibersii* and *M. myotis* are human colonies in smaller buildings, in *R. hipposideros* by contrast, they are larger. Simultaneously, north-west gradient in geographical distribution of maternal bat-colonies in dependence on type of roost (caves vs. buildings): in southern areas significantly dominated roosts in caves, while to the north is increasing roosts in buildings. Also in east-west gradient, unequal distribution of both roosts was apparent. Two of the three selected species (*M. emarginatus*, *R. hipposideros*) failed to show any relationship between the size and the structure of the colony land cover in a nearby roost in a representative sample of data from roosts in buildings from Central Europe. For *M. myotis* has been found significant dependence between the area of forest habitats near the roost, and the size of the colonies. However, the proportion of the explained variability was very small.

Key words: *Myotis myotis*, *Myotis emarginatus*, *Miniopterus schreibersii*, *Rhinolophus ferrumequinum*, *Rhinolophus hipposideros*, *Rhinolophus euryale*, distribution of maternity roost, geographical variability, influence of landscape cover

Obsah

Abstrakt.....	4
Abstract	5
1. Úvod a cíle práce	7
2. Metodika	12
2.1 Studované druhy.....	12
2.3 Sběr dat a tvorba databáze.....	15
2.4 Zpracování údajů.....	16
2.5 Statistické analýzy	18
3. Výsledky	19
3.1 Velikost kolonií	19
3.2 Geografické rozložení výskytu kolonií v jeskyních a budovách.....	20
3.3 Vliv typu úkrytu a geografické polohy na velikost kolonie	28
3.4 Vliv krajinného pokryvu na velikost kolonií v budovách	29
4. Diskuze	31
5. Závěr.....	34
6. Seznam literatury	35
6.1 Literární zdroje údajů do databáze	41

1. Úvod a cíle práce

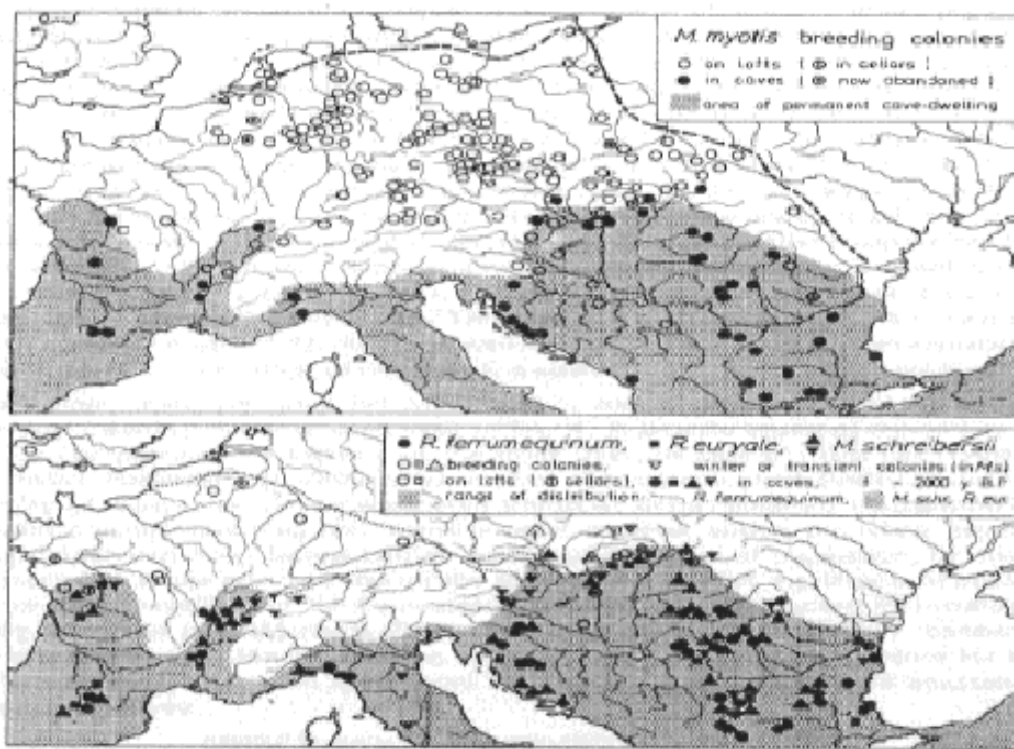
Letouni (*Chiroptera*) jsou po hlodavcích (*Rodentia*) druhově nejpočetnějším řádem savců. Počet druhů s rozvojem molekulární taxonomie stále narůstá. Kunz (1982) na konci 20. století udává 850 druhů netopýrů, na začátku 21. století to je již 1 100 druhů (Kunz & Fenton 2003) a v současnosti je známo přes 1 300 druhů. S výjimkou Antarktidy a některých oceánských ostrovů tvoří letouni kosmopolitní řád. Tomuto rozšíření mohou konkurovat jen hlodavci a samozřejmě člověk (Horáček 1986). Centra druhové diverzity letounů jsou zejména v tropické Americe a Africe a jihovýchodní Asii; v každé této oblasti se nachází přes 120 druhů (Ulrich et al. 2007). Letouni se rozšířili i do mírného pásma, kde tvoří co do diversity jednu z nejvýznamnějších složek savčích společenstev. V Evropě bylo dosud zaznamenáno minimálně 46 druhů letounů (Mitchell-Jones et al. 1999, Dietz et al. 2009), v České republice je znám výskyt 27 druhů netopýrů (Anděra 2014).

S kosmopolitním rozšířením úzce souvisí jejich obrovský adaptivní potenciál, který je realizován na všech úrovních jejich biologie od fyziologie, úkrytové a potravní ekologie, loveckých strategií po párovací systémy (Lundberg 1989, Fenton 1990, Kunz & Lumsden 2003, Handley & Perrin 2007).

Netopýři využívají široké spektrum přírodních i uměle vytvořených úkrytů (Kunz & Fenton 2003). Primárním typem úkrytů jsou zejména v teplých oblastech jeskyně (Kunz 1982). Ty jsou však v severnějších oblastech pro netopýry chladné a je jich nedostatek (Rodriguez et al. 2003), z těchto důvodů došlo zřejmě při kolonizaci mírného pásma u mnohých druhů ke změně úkrytové strategie z osidlování podzemních prostor na využívání jiných typů úkrytů, např. stromových dutin a různých typů štěrbinových úkrytů. V nejmladší historii a současnosti lze u řady druhů pozorovat výrazné synantropní tendence, které se projevují také v přechodu od využívání přírodních úkrytů k úkrytům antropogenním. V našich podmínkách se nejčastěji jedná o opuštěné i obydlené budovy a jejich půdy a sklepy či o tubusy mostů. Důvody častého využívání synantropních typů úkrytů nejsou dostatečně prostudovány, zdá se ale, že jedním z možných důvodů je i úbytek úkrytů přírodních (Tuttle 1979, Andreas & Řehák 2004, Horáček & Uhrin 2010). Dosavadní práce však poskytují i evidenci, že využívání úkrytů v lidských stavbách by mohlo být pro netopýry výhodné. Např. Lausen & Barclay (2006) u severoamerického druhu *Eptesicus fuscus* zjistili, že půdy budov, na rozdíl od stromových dutin, které jsou u tohoto druhu přirozeným úkrytem, poskytují netopýrům více prostoru k tvorbě větších kolonií a zejména pak vysoká průměrná

teplota snižuje energetické ztráty březích a kojících samic a současně urychluje vývoj mláďat. Podobné výhody využívání lidských staveb konstatují u evropských druhů *Myotis myotis* a *Plecotus auritus* i Zahn (1999) a Speakman & Racey (1987).

U evropských druhů se vyskytují dokonce nápadné geograficky podmíněné rozdíly ve využívání přírodních a synantropních typů úkrytů a to především u jeskynních druhů netopýrů. Na jihu využívají tyto druhy celoročně jeskyně, v severnějších částech areálu se mateřské kolonie vyskytují prakticky výhradně v lidských stavbách (Horáček 1984, Russo et al. 2002, Benda & Hanák 2003, Pokorný et al. 2003, Ramos Pereira et al. 2009) Tento fenomén byl tradičně znám hlavně u netopýra velkého (*Myotis myotis*) a vrápence malého (*Rhinolophus hipposideros*), v průběhu druhé poloviny 20. století byly zvyšující se tendence k využívání úkrytů na půdách budov zaznamenány i u dalších původně jeskynních druhů - vrápence velkého (*Rhinolophus ferrumequinum*) a vrápence jižního (*Rhinolophus euryale*) (Horáček 1984). Z poslední doby se tyto tendence týkají i létavce stěhovavého (*Miniopterus schreibersii*), i když existují i poměrně staré doklady obývání půdních prostor v budovách tímto druhem (např. Gaisler & Klíma 1965). Synantropizace zřejmě dokonce mnohým druhům umožnila výrazné rozšíření areálu směrem na sever. Např. Horáček (1984) stanovil v osmdesátých letech severní hranici areálu n. velkého přibližně na úroveň jižních hranic Polska (Obr. 1a), přičemž dnes jsou známy nálezy mateřských kolonií ze severního Polska (Ciechanowski in litt.). Stejně tak areál v. malého, v. jižního a l. stěhovavého se od osmdesátých let (Obr. 1b) zřejmě mírně posunul do severnějších oblastí. Například Bartonička & Jedlička (2011) zaznamenali první výskyt l. stěhovavého v České republice. Podobné tendence se netýkají pouze druhů původně jeskynních, ale i druhů štěrbinových - šíření dvou druhů - netopýra Saviova (*Hypsugo savii*) a netopýra jižního (*Pipistrellus kuhlii*) – z mediteránní oblasti směrem do střední Evropy v posledních dvou desetiletích je spojeno prakticky výlučně se změnou úkrytové strategie z využívání skalních štěrbin na lidské stavby v lidských sídlech (Reiter et al. 2010, Wawrocka et al. 2012).



Obr. 1 a-b Areál výskytu n. velkého, v. velkého, v. východního a l. stěhovavého – stav k r. 1983 (převzato z Horáček 1984)

Fenoménu využívání výrazně odlišných typů úkrytů (jeskyně versus půdy budov) v rámci evropského prostoru u původně jeskynních druhů netopýrů bylo věnováno překvapivě málo pozornosti. S výjimkou konstatování daného fenoménu a zmapování tehdejšího stavu u 4 druhů netopýrů (*Myotis myotis*, *Rhinolophus ferrumequinum*, *Rhinolophus euryale* a *Miniopterus schreibersii* – viz Obr. 1) v rámci Evropy, které provedl Horáček (1984), existuje pouze několik málo prací, které srovnávají ekologii populací netopýra velkého obývajících jeskyně a půdy budov ve větším či menším geografickém měřítku.

Podzemní prostory se od lidských staveb v mnoha aspektech liší. Jeskyně, v nichž se mateřské kolonie vyskytují, poskytují velice stabilní mikroklima. Teplota zde během celého roku neklesá pod 10°C a nepřesahuje 20°C (Zahn & Hager 2005, Postawa & Gas 2009). Denní fluktuace teplot se pohybuje kolem 1-2° C (Uhrin et al. 2010). Naproti tomu teplota v budovách kolísá v závislosti na okolní teplotě a míře slunečního záření. Rodrigues et al. (2003) během celé reprodukční sezóny naměřil v synantropním úkrytu kolonie *Myotis myotis* teploty od 6° do 44°C a Lausen & Barclay (2006) naměřili u synantropní kolonie *Eptesicus fuscus* průměrnou denní teplotní fluktuaci 11,9 °C ± 0,8 °C. Netopýři mohou tuto teplotní fluktuaci kompenzovat přesunem do jiného mikrohabitatu v rámci budovy (Zahn

1999). Při extrémních teplotách (Smith & Racey 2005), např. při horkých letních dnech, jejichž počet v posledních letech stoupá, nebo při větší fluktuaci teplot (Lourenco & Palmeirim 2004) jsou netopýři nuceni čelit teplotnímu stresu. S tím může být spojená potřeba častěji střídat úkryty (Kayikcioglu & Zahn 2004). Přesuny v rámci jednoho úkrytu byly zaznamenány i u mateřských kolonií netopýra velkého v jeskynních. Frekvence přesunů během reprodukční sezóny stoupá v období porodů (Rodriguez et al. 2003). Teplota úkrytu má současně vliv i na hustotu klastrů v kolonii. Mateřské kolonie obývající chladnější jeskyně tvoří kompaktní klastry, v budovách netopýři modifikují hustotu klastru podle teplotních podmínek. Rodriguez et al. (2003) současně zjistil, že klastry mateřských kolonií v podzemí zahrnují poměrně velké procento samců, což minimalizuje tepelné ztráty.

Uhrin et al. (2010) při srovnání reprodukčního cyklu samic mezi koloniemi v jeskyních a budovách pozoroval podobné vzorce. V obou typech úkrytů byly zaznamenány první březí samice během třetího týdne března, první laktace ve třetím týdnu června a první juvenilové od konce června do třetího týdne července. Obdobné výsledky přineslo srovnání druhového spektra netopýřích parazitů, v jeskynním prostředí však trpěli netopýři výrazně větší parazitární zátěží, alespoň v některých fázích reprodukce.

Z dosavadních nepočtených prací je zřejmé, že využívání synantropních úkrytů s sebou nese četné změny či posuny v ekologii netopýrů, z nichž jednou z nejvíce patrných na první pohled se zdá být změna velikosti kolonií. V případě původně jeskynního druhu *M. myotis* jsou kolonie v lidských stavbách výrazně menší, než kolonie obývající jeskyně (Rodriguez et al. 2003). U jiných druhů, které vykazují podobné synantropní tendence, však informace scházejí.

Právě původně jeskynní druhy skýtají ideální možnost pro širší analýzu geografické proměnlivosti velikosti kolonií, neboť na rozdíl od štěrbínových či dendrofilních druhů s tzv. fission-fusion typem sociální organizace (Kerth et al. 2011) obývá v období reprodukce obvykle v každém konkrétním okamžiku celá kolonie pouze jeden úkryt, takže lze její velikost celkem snadno spočítat či odhadnout. Toho se mj. využívá při ochranářském monitoringu, takže naprostá většina dostupných údajů (ať už publikovaných či uložených v nejrůznějších databázích) o početnosti mateřských kolonií v Evropě se týká právě druhů obývajících primárně jeskyně nebo sekundárně lidské stavby.

Už při zevrubném studiu literatury obsahující informace o velikosti mateřských kolonií evropských netopýrů (např. Dietz et al. 2009) je velmi zajímavá velmi velká

vnitrodruhová variabilita ve velikosti netopýřích kolonií, jdoucí často přes 3-4 řády, přičemž neexistuje žádná práce, která by se jejím vysvětlením zabývala. U živočichů obecně určuje denzitu populace zejména úživnost prostředí (Begon et al. 1986), která je obvykle dána v středně velkém prostorovém měřítku především typem krajinného pokryvu. Vztah mezi početností populace a strukturou krajiny je v detailu znám u velkého množství evropských obratlovců (např. Bellamy et al. 1996, Michel et al. 2005, Denoël & Lehmann 2006). Je zajímavé, že u letounů se dosud prakticky nikdo analýzou vlivu struktury krajiny, respektive krajinného pokryvu, na početnost populací nezabýval. Přitom z prací o výběru lovných biotopů a polohy úkrytů je zřejmé, že dosud studované druhy mají obvykle poměrně silně vyhraněné preference, jak má optimální prostředí, ve kterém se pohybují, vypadat (např. Arlettaz 1995, Entwistle et al. 1997, Zahn et al. 2006, Andreas et al. 2013, Berková et al. 2014). Zároveň se v odborné literatuře objevuje rostoucí počet prací analyzujících vliv krajinné struktury na celkovou přítomnost a míru aktivity netopýřů (např. Hale et al. 2012). Dalo by se tedy předpokládat, že struktura biotopů v krajině v okolí netopýřích úkrytů by mohla mít přímý vliv na velikost populace, tzn. velikost netopýřích kolonií.

Cílem této práce je ve světle výše zmíněného úvodu:

1. Na základě literární rešerše a aktivní komunikace s regionálními koordinátory monitoringu netopýřů v jednotlivých zemích shromáždit co největší množství údajů o velikosti mateřských kolonií 6 modelových druhů netopýřů: netopýra velkého (*Myotis myotis*), netopýra brvitého (*Myotis emarginatus*), vrápence malého (*Rhinolophus hipposideros*), vrápence velkého (*Rhinolophus ferrumequinum*), vrápence jižního (*Rhinolophus euryale*) a létavce stěhovavého (*Miniopterus schreibersii*).
2. Porovnat současné rozšíření výskytu mateřských kolonií těchto druhů v jeskyních a lidských stavbách se stavem konstatovaným Horáčkem (1983-84).
3. Provést hrubou analýzu geografické variability velikosti mateřských kolonií ve vztahu k typu úkrytu (jeskyně versus budovy) a zeměpisné šířce a délce.
4. U vybraných druhů s dostatečným množstvím dat provést analýzu vlivu krajinného pokryvu v okolí úkrytů na velikost kolonií.

2. Metodika

2.1 Studované druhy

Ke studiu geografické variability bylo původně vybráno sedm evropských druhů netopýrů ze tří čeledí letounů (*Chiroptera*) – netopýr velký (*Myotis myotis*), netopýr východní (*Myotis blythii*) a netopýr brvitý (*Myotis emarginatus*) z čeledi *Vespertilionidae*; létavec stěhovavý (*Miniopterus schreibersii*) z čeledi *Miniopteridae*; vrápenec velký (*Rhinolophus ferrumequinum*), vrápenec malý (*Rhinolophus hipposideros*) a vrápenec jižní (*Rhinolophus euryale*) z čeledi *Rhinolophidae*. Na jihu areálu výskytu kolonie celoročně využívají jako úkryty jeskyně (Horáček 1984, Russo et al. 2002, Ramos Pereira et al. 2009). Se zvyšující se zeměpisnou šířkou u nich dochází k synantropizaci a jako mateřské úkryty jsou nejčastěji voleny půdy budov (Benda & Hanák 2003, Pokorný et al. 2003).

Netopýr velký (*Myotis myotis*, Borkhausen 1797) s průměrnou hmotností 16-40 g a délkou antebrachia 56-67 mm patří mezi větší druhy evropských netopýrů a jedny z největších druhů na území ČR (Anděra & Horáček 2005). Potravní stanoviště *M. myotis* tvoří převážně listnaté a smíšené lesy a s nimi sousedící meze a louky (Arlettaz 1995). *M. myotis* sbírá potravu ze země (tzv. „ground-gleaning“). Nízké plošné zatížení křídla (tzv. „wing loading“), krátká křídla s malým poměrem stran (tzv. „aspect ratio“) a zakulacenými konci umožňují pomalé přiblížení ke kořisti a následný snadný vzlet (Norberg & Rayner 1987). *M. myotis* je potravní specialista se zaměřením na velké druhy nelétavých brouků čeledi *Carabidae* (Zahn et al. 2006). Areál výskytu sahá od severní Afriky po střední Evropu, od Pyrenejského ostrova po Turecko, Izrael, Libanon a Sýrii (Dietz et al. 2009).

Netopýr velký často tvoří smíšené kolonie s netopýrem východním (*Myotis blythii*, Tomes 1857), které se ale navzájem za běžných okolností nekříží. Jsou to také morfologicky velice podobné druhy (tzv. „sibling species“) a rozlišit je bývá proto problém (Arlettaz et al. 1991, Benda 1994, Dietz et al. 2009). Z důvodu problematického rozlišení obou druhů a nedostatku relevantních dat, byl nakonec tento druh z analýzy zcela vypuštěn, neboť v mnohých případech nebylo zřejmé, zda se jedná o čisté kolonie či kolonie smíšené s *M. myotis*.

Netopýr brvitý (*Myotis emarginatus*, Geoffroy 1806) se od ostatních druhů liší mj. přítomností řídkých brv na uropatagiu a charakteristickým pravoúhlým zářezem na vnějším okraji ušních boltců. Hmotnost těla je kolem 6-10 g a délka antebrachia

36-41 mm, což z něj činí spíše menší druh netopýra. *M. emarginatus* loví převážně z větví, listoví či ze stěn budov (tzv. „a short-range hawking“) (Krull et al. 1991). Hlavní složkou potravy jsou zástupci skupin *Arachnida*, *Diptera* a *Lepidoptera* (Andreas 2002). *M. emarginatus* se vyhýbá otevřenému prostranství a kořist vyhledává především na okrajích listnatých lesů, v parcích, ale i krásech poblíž úkrytu. Byl pozorován ale i nad vodou a v okolí zdí budov (Krull et al. 1991). Areál výskytu sahá od severní Afriky až na úroveň Nizozemí a jižního Polska a od jihovýchodní Evropy až do střední Asie (Dietz et al. 2009).

Vrápenec malý (*Rhinolophus hipposideros*, Bechstein 1800) je s hmotností 6-7 g a délkou antebrachia 37-42 mm nejmenším vrápencem Evropy (Dietz et al. 2006). Hlavní složkou potravy *R. hipposideros* jsou zástupci skupin *Neuroptera*, *Diptera* a *Lepidoptera*. Loví ve vegetaci (tzv. „a short-range hawking“) podél vodních toků na okraji listnatých lesů, otevřeným prostranstvím se vyhýbá (Bontandina et al. 2002, Andreas et al. 2013). Nejmenší plošné zatížení křídla mezi evropskými letouny ($7,1 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$) mu umožňuje nejlépe ze všech námi studovaných vrápenců za letu manévrovat ve vegetaci (Dietz et al. 2006). S typem loviště souvisí i charakter echolokace. Pro vrápence (*Rhinolophidae*) jsou typické tzv. „constant frequency“ (CF) signály. CF sonar pracuje s konstantními a zpravidla vysokofrekvenčními signály, které poskytují detailní informace o jedincově okolí, např. kde se mezi vegetací nachází třepotající hmyz. Tento typ sonaru je ale citlivý pouze na omezenou vzdálenost (Jones & Ravner 1989). *R. hipposideros* se vyskytuje v celé západní, jižní a střední Evropě, po severozápadní Afriku, přes Saudský poloostrov až do Indie. Monitoring vrápenců (*Rhinolophidae*) není tak obtížný, protože na rozdíl od druhů čeledi *Vespertilionidae* nezalézají v úkrytech do štěrbin, ale visí volně zavěšeni v jeskyni nebo na trámech budov (Dietz et al. 2009).

Vrápenec jižní (*Rhinolophus euryale* Blasius 1853) se s délkou antebrachia 43-51 mm a hmotností 9-15 g řadí mezi středně velké evropské netopýry. Od ostatních vrápenců ho odlišuje kontrastnější zbarvení a dozadu vybíhající zašpičatělý zadní výběžek sedla (Dietz & von Helversen, 2004). Křídla jsou krátká, široká a let pomalý. Díky plošnému zatížení křídla ($8,1 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$) a jeho malé špičatosti je schopen velmi dobře za letu manévrovat (Dietz et al. 2006). Pro *R. euryale* jsou pro vyhledávání potravy klíčovými zejména lesní biotopy (Russo et al. 2002). Loví převážně zástupce skupiny *Lepidoptera* a *Coleoptera* z vyvýšeného stanoviště (tzv. „perch hunting“) obvykle v blízkosti porostů (Goiti et al. 2004). Vyskytuje se v celém mediteránu od Portugalska, severozápadní Afriky až po jihozápadní Asii. Severní hranice druhu prochází jihovýchodním Slovenskem (Dietz et al. 2009).

Vrápenec velký (*Rhinolophus ferrumequinum*, Schreber 1774) je největší evropský vrápenec. Dosahuje hmotnosti 20-26 g a délka antebrachia se pohybuje okolo 54-61 mm (Dietz et al. 2006). *R. ferrumequinum* loví především v listoví (tzv. „a short-range hawking“) zástupce *Coleoptera* a *Lepidoptera* nejčastěji na loukách a okrajích listnatých lesů. (Bontadina et al. 2002, Russo et al. 2002, 2004). Křídla jsou delší a špičatější než u ostatních vrápenců. Větší „plošná zátěž křídla ($12,2 \text{ N}\cdot\text{m}^{-2}$)“ mu umožňuje rychlejší let a delší přelety (Dietz et al. 2006). Areál výskytu sahá v mírném pásu Eurasie od Velké Británie po Japonsko, na jihu končí na úrovni severní Afriky a severní Indie (Dietz et al. 2009). Nálezy v České republice jsou ojedinělé a jedná se obvykle o zálety jednotlivých samců na zimoviště (Hanák & Figala 1963, Vlašín & Eleder 1991, Červená et al. 2006).

Létavec stěhovavý (*Miniopterus schreibersii*, Kuhl, 1817) je středně velký druh netopýra s hmotností kolem 10-17 g, délkou antebrachia 43-48 mm a drobnými boltci charakteristického trojúhelníkovitého tvaru (Dietz et al. 2009). Křídla jsou dlouhá a ostře zašpičatělá, díky čemuž při letu dosahuje rychlosti až 70 km/h (Jacobs 1999). Kořist vyhledává v okolí listnatých lesů a křovinných porostů (Lugon & Roué 1999). *M. schreibersii* je potravně specializovaný na motýly *Lepidoptera* (Presetnik 2002). V tradičním pojetí tvořil areál *M. schreibersii* téměř celý Starý svět, využití molekulární genetiky však ukázalo, že v jednotlivých částech kosmopolitního areálu rodu jde o více druhů, které jsou ovšem morfologicky velmi uniformní (Temple & Terry 2007, Temple & Cuttelod 2009). V Evropě se *M. schreibersii* hojně vyskytuje prakticky v celém mediteránu. Severní hranice areálu je na úrovni střední Francie a ve střední Evropě zasahuje na Slovensko (Dietz et al. 2009, Ceľuch 2014).

2.2 Studovaná oblast

Jak z výše uvedených charakteristik vyplývá, všech 6 druhů studovaných netopýrů se vyskytuje na území Evropy a to od jižního mediteránu až po střední Evropu. U všech druhů netopýrů areál výskytu zasahuje i na území severní Afriky a Asie, z tohoto území je však k dispozici jen omezené množství dat, takže se na něj analýzy provedené v této práci nevztahují. Databáze údajů, které byly použity při analýzách, je orientována pouze na evropský výskyt těchto druhů

2.3 Sběr dat a tvorba databáze

Data o velikosti kolonií šesti studovaných druhů netopýrů byla získána (1) kompilací literárních údajů a (2) přímo od regionálních koordinátorů monitoringu netopýrů či lokálních expertů z jednotlivých evropských zemí. Podstatný objem dat byl získán právě tímto způsobem, tedy z nepublikovaných zdrojů. Při kompilaci literárních údajů bylo důležité, aby kromě údaje o velikosti kolonie a data nálezu obsahovaly údaje i souřadnice úkrytu, případně aby bylo možné na základě názvu lokality přesně lokalizovat polohu úkrytu. V některých případech byla ke stanovení přesné polohy využita korespondence s autorem nálezu. Další důležitý údaj byl typ úkrytu, tzn., zda se jedná o lidskou stavbu („building“) nebo podzemí („underground“). V celé této práci jsou termínem „jeskyně“ označovány všechny typy podzemních prostor, jejichž mikroklíma odpovídá jeskyním, tzn., podzemní prostory s nevýrazným denním kolísáním teplot. Mezi tento typ úkrytu tedy patří mimo jeskyní i důlní díla a podzemní části staveb (hlavně sklepení). Termínem „budovy“ či „lidské stavby“ jsou v této práci označovány úkryty v nadzemních částech lidských staveb, přičemž se jedná ve většině případů o půdní prostory budov.

Pokud byla kolonie smíšená, byl občas uveden i počet jedinců dalšího druhu. Těchto údajů se bohužel nepodařilo shromáždit reprezentativní množství, takže pro následné analýzy nemohly být využity. Z databáze byly vyloučeny hibernační kolonie, samčí a noční úkryty. Jako mateřské kolonie byly brány ty, ve kterých se vyskytovaly březí samice anebo samice s mláďaty v období konec března - srpen. V jižních oblastech se kolonie formují výrazně dříve (např. Rodriguez et al. 2003), než v severnějších a tento fakt musel být během kompilace datového aparátu zohledněn.

Mnoho faunistických prací obsahovalo i několik desítek let staré záznamy. V rámci této práce byly k analýzám využity údaje z období 1990-2015. Údaje o velikosti kolonie ze stejné lokality, pokud byly k dispozici záznamy z více let, byly pro následné analýzy zprůměrovány. U významné části zejména literárních dat nebylo možno rozlišit, zda udávané početnosti kolonií zahrnují celkový počet jedinců či jen dospělých jedinců. Hlavně v období, kdy jsou netopýří mláďata ještě malá, se jejich počet odhaduje velmi obtížně. S touto nejasností se bohužel nepodařilo ve vstupním souboru dat nijak vypořádat a je tedy nutné brát v potaz, že údaje jsou přesné pouze řádově.

Publikovaná data využitá v této práci pocházejí z těchto prací: Beck & Schelbert (1999), Benda et al. (2001), Benda et al. (2003), Benda et al. (2009), Bereczky (2005a), Bereczky

(2005b), Boldogh (2006), Bontadina (2002), Bücs et al. (2012), Dragu (2009), Géczi (1997, Géczi (2005), Godlevskaya et al. (2009), Godlevska et al., 2010, Gombkötő & Boldogh (1996), Horáček (1995), Ifrim & Pocora (2007), Ivanova (2000), Jere & Doczy (2005), Juhász (2007), Koselj (2001), Kováts et al. (2008), Micevski et al. (2014), Molenaar T. & Regelink J. (2012), Murariu et.al. (2004), Papadatou et al. (2011), Papp (1996), Papp (1997), Presetnik (2001), Presetnik (2004), Presetnik et al. (2014), Uhrin (1997), Uhrin (2012), Zahn (1999).

Nepublikovaná data poskytli: Sachanowicz K. (Albanie), Presetnik P., Reiter G. (Rakousko), Pašić J. (Bosna a Hercegovina), Harbusch Ch. (Německo, Lucembursko), Česká společnost pro ochranu netopýrů (Česká republika), Aulagnier S. (Francie), Hozak R., Tress C., Buttig F., Biedermann M., Gottschalk C., Karst I., Sauerbier W., Welsch K., Hämmerling R., Schorcht W., Faulstich T., Schmid E., Franz M., Prüger J., Claußen A., Koch R., Sauerbier W., Bergner U., Gombert J., Thiele A., Müller R., Kugelschafter K., Würtele I., Felgner C., Sielmann-Ranger J., Böhme D., Weidner H., Peiler R., Tehenes C., Mehm A., Serfling C., Schulz H. (Německo), Papadatou E., Dietz C., Dietz I., **Georgiakakis P. (Řecko)**, Russo D., Martinoli A. (Itálie), Janssen R., Dekker J., Molenaar T., Johannes (Nizozemsko), Sachanowicz K., Ciechanowski M. (Polsko), Rodrigues L. (Portugalsko), Uhrin M. (Slovensko, Rumunsko), Bontadina F. (Švýcarsko).

2.4 Zpracování údajů

Ke každé lokalitě byl v prostředí ArcGIS (ESRI 2011) získáno zastoupení všech 44 detailních typů krajinného pokryvu z vrstvy CORINE (EAA 2013) v bufferu odpovídajícímu průměrné vzdálenosti, na kterou létá každý ze studovaných druhů z úkrytů na loviště, zjištěné na základě průměrných hodnot získaných ze studií s využitím telemetrie (datová matice využita v probíhající diplomové práci Bc. Jany Křemenové, PřF UK). Tyto vzdálenosti bylo následující: *M. myotis* - 6000 m, *M. emarginatus* - 5000 m, *M. schreibersii* - 13000 m, *R. ferrumequinum* - 3000 m, *R. euryale* - 4000 m, *R. hipposideros* - 2000 m. Tato vzdálenost tedy tvořila poloměr kruhu, ve kterém bylo pomocí GIS spočítáno procentuální zastoupení jednotlivých typů krajinného pokryvu. Pro každou lokalitu bylo využito vrstvy, která nejlépe časově odpovídala období, ve kterém byly údaje o velikosti kolonie k dispozici. Tyto časové horizonty jsou v CORINE k dispozici celkem 4: aktualizované k rokům 1990, 2000, 2006 a 2012. To znamená, že pokud např. údaj o velikosti kolonie pocházel z let 1999-2003, bylo

k analýzám využito zastoupení biotopů v okolí úkrytu daného druhu získané z vrstvy aktuální k roku 2000.

LEVEL 1	LEVEL 2	LEVEL 3
1. ARTIFICIAL SURFACES	1.1. Urban fabric	1.1.1. Continuous urban fabric 1.1.2. Discontinuous urban fabric
	1.2. Industrial, commercial and transport units	1.2.1. Industrial or commercial units 1.2.2. Road and rail networks and associated land 1.2.3. Port areas 1.2.4. Airports
	1.3. Mine, dump and construction sites	1.3.1. Mineral extraction sites 1.3.2. Dump sites 1.3.3. Construction sites
	1.4. Artificial, non-agricultural vegetated areas	1.4.1. Green urban areas 1.4.2. Sport and leisure facilities
2. AGRICULTURAL AREAS	2.1. Arable land	2.1.1. Non-irrigated arable land 2.1.2. Permanently irrigated land 2.1.3. Rice fields
	2.2. Permanent crops	2.2.1. Vineyards 2.2.2. Fruit trees and berry plantations 2.2.3. Olive groves
	2.3. Pastures	2.3.1. Pastures
	2.4. Heterogeneous agricultural areas	2.4.1. Annual crops associated with permanent crops 2.4.2. Complex cultivation patterns 2.4.3. Land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation 2.4.4. Agro-forestry areas
3. FOREST AND SEMI-NATURAL AREAS	3.1. Forests	3.1.1. Broad-leaved forest 3.1.2. Coniferous forest 3.1.3. Mixed forest
	3.2. Scrub and/or herbaceous associations	3.2.1. Natural grassland 3.2.2. Moors and heathland 3.2.3. Sclerophyllous vegetation 3.2.4. Transitional woodland-scrub
	3.3. Open spaces with little or no vegetation	3.3.1. Beaches, dunes, sands 3.3.2. Bare rocks 3.3.3. Sparsely vegetated areas 3.3.4. Burnt areas 3.3.5. Glaciers and perpetual snow
4. WETLANDS	4.1. Inland wetlands	4.1.1. Inland marshes 4.1.2. Peat bogs
	4.2. Marine wetlands	4.2.1. Salt marshes 4.2.2. Salines 4.2.3. Intertidal flats
5. WATER BODIES	5.1. Inland waters	5.1.1. Water courses 5.1.2. Water bodies
	5.2. Marine waters	5.2.1. Coastal lagoons 5.2.2. Estuaries 5.2.3. Sea and ocean

Tab. 1 Vrstva CORINE (EAA 2013) – typy krajinného pokryvu

Celkem 44 typů krajinného pokryvu (Tab. 1) bylo poté pro následné analýzy sloučeno do celkem 10 základních typů stanovišť: urbánní biotopy, pole, sady, travinné biotopy

(pastviny+louky), listnaté lesy, smíšené lesy, jehličnaté lesy, všechny lesy dohromady, křoviny, mokřady a vodní plochy a ostatní přírodní biotopy. Ty v sobě zahrnují obvykle vzácně zastoupený typ prostředí (obvykle zastoupený jen do několika procent pokryvu), jako jsou mořské pláže a pobřeží, samotné moře, holá skaliska, slané laguny a podobně.

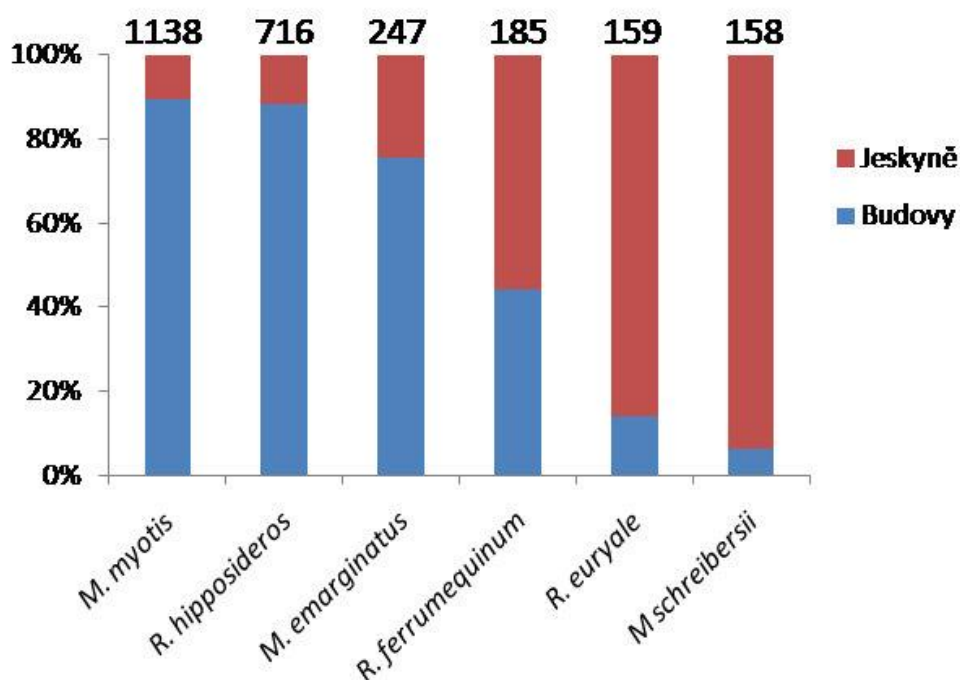
2.5 Statistické analýzy

Rozdíly ve velikostech kolonií mezi jednotlivými druhy byly testovány analýzou variance. Vliv typu úkrytu (jeskyně versus budova) byl testován pomocí analýzy kovariance, kde jako kovariáty byly použity zeměpisná šířka a délka. Data o velikostech kolonií byla před analýzami transformována pomocí dekadického logaritmu (Log10) za účelem dosažení normálního rozdělení.

K pokusu o analýzu vlivu krajinného pokryvu na velikost kolonií byly vybrány 3 druhy s největším počtem údajů: *M. myotis*, *M. emarginatus* a *R. hipposideros*. Použita byla pouze data ze střední Evropy v širším pojetí - z České republiky, Slovenska, Rakouska, Německa, Maďarska, Rumunska a to jen z úkrytů v budovách. Předpokládá se, že jeskyně obecně jsou vzácným typem úkrytu, a když už má nějaká vhodná parametry, zejména prostorové, bývá v oblastech s vhodným klimatem osídlena netopýry téměř vždy. Naopak budovy představují mnohem dostupnější a rozšířenější typ potenciálního úkrytu, takže si netopýři mohou více vybírat a variabilita ve velikostech kolonií by mohla mnohem lépe odrážet vhodnost, či úživnost prostředí, která by měla zhruba odpovídat složení biotopů v okolí úkrytu. Pokusnou analýzou zohledňující prostorovou autokorelační strukturu dat o velikostech kolonií nebyly zjištěny žádné závislosti, takže k vysvětlení variability ve velikostech kolonií bylo využito prostých lineárních modelů v prostředí statistického programu R (verze 3.1.1, R Development Team Core 2008).

3. Výsledky

Celkem byly shromážděny informace o velikosti kolonií studovaných druhů netopýrů z 2 735 lokalit z 24 zemí Evropy. Pro další analýzu bylo vhodných 2 603 lokalit. Nejvíce nálezů bylo zaznamenáno u druhu *M. myotis* (1 138 z 19 zemí), poté u *R. hipposideros* (716 z 19 zemí). Následuje *M. emarginatus* (247 ze 17 zemí), *R. ferrumequinum* (185 ze 17 zemí), *R. euryale* (159 z 15 zemí) a *M. schreibersii* (158 z 15 zemí). Mnohem více údajů pochází z úkrytů v lidských stavbách (celkem 1952), než z jeskyní (651). Pro jednotlivé druhy jsou počty lokalit v budovách versus v jeskyních následující: *M. myotis* (1018/120), *M. emarginatus* (187/60), *M. schreibersii* (10/148), *R. hipposideros* (633/83), *R. ferrumequinum* (82/103), *R. euryale* (22/137) (Graf 1).



Graf 1 Zastoupení lokalit s netopýřími koloniemi v budovách a jeskyních v celkovém materiálu shromážděném z 24 zemí Evropy pro 6 studovaných druhů netopýrů.

3.1 Velikost kolonií

Velikosti kolonií studovaných šesti druhů netopýrů shrnuje Tabulka 2. Vliv druhové příslušnosti na velikost kolonie je výrazný (ANOVA: $F_{(1,5)} = 190.35$, $P < 0.001$), přičemž ne všechny druhy se však lišily vzájemně. Průkazné rozdíly ($P < 0.05$) ve velikosti kolonií na základě Tukeyho post-hoc testu nebyly zjištěny mezi *M. emarginatus*, *R. euryale*

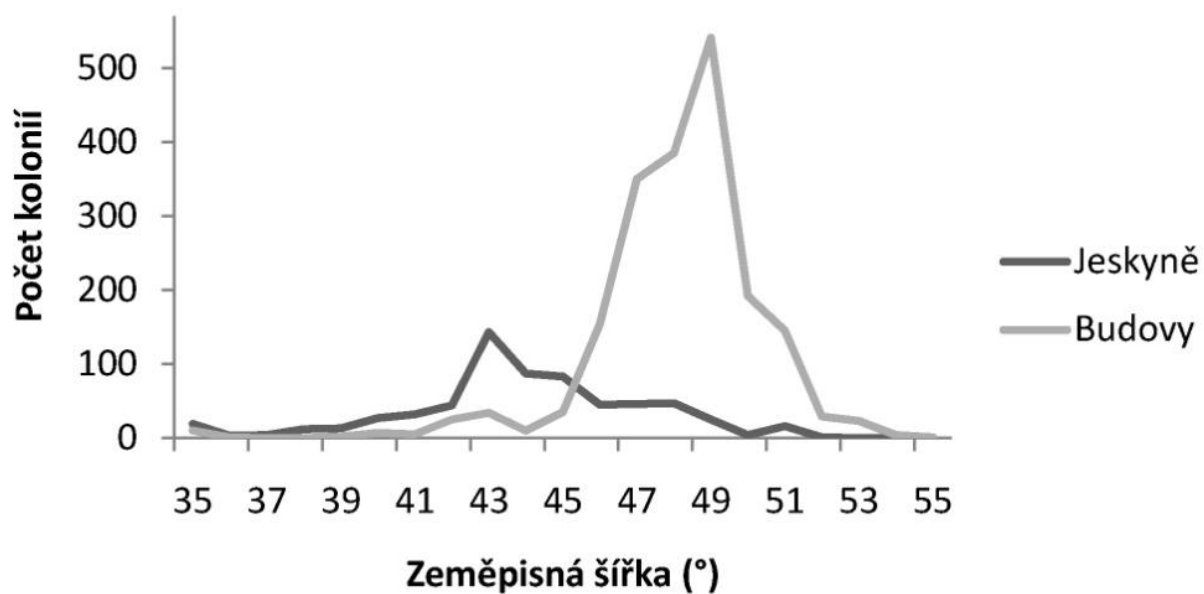
a *R. ferrumequinum* a dále mezi *M. myotis* a *R. euryale*. Jednoznačně největší mateřské kolonie tvoří *M. schreibersii*, nejmenší pak *R. hipposideros*.

Druh	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	N
<i>Miniopterus schreibersii</i>	1779	1000	6	19200	158
<i>Myotis emarginatus</i>	242	77	4	5000	247
<i>Myotis myotis</i>	357	150	2	10000	1138
<i>Rhinolophus euryale</i>	430	100	2	7000	159
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	172	80	2	5000	185
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	50	28	1	1400	716

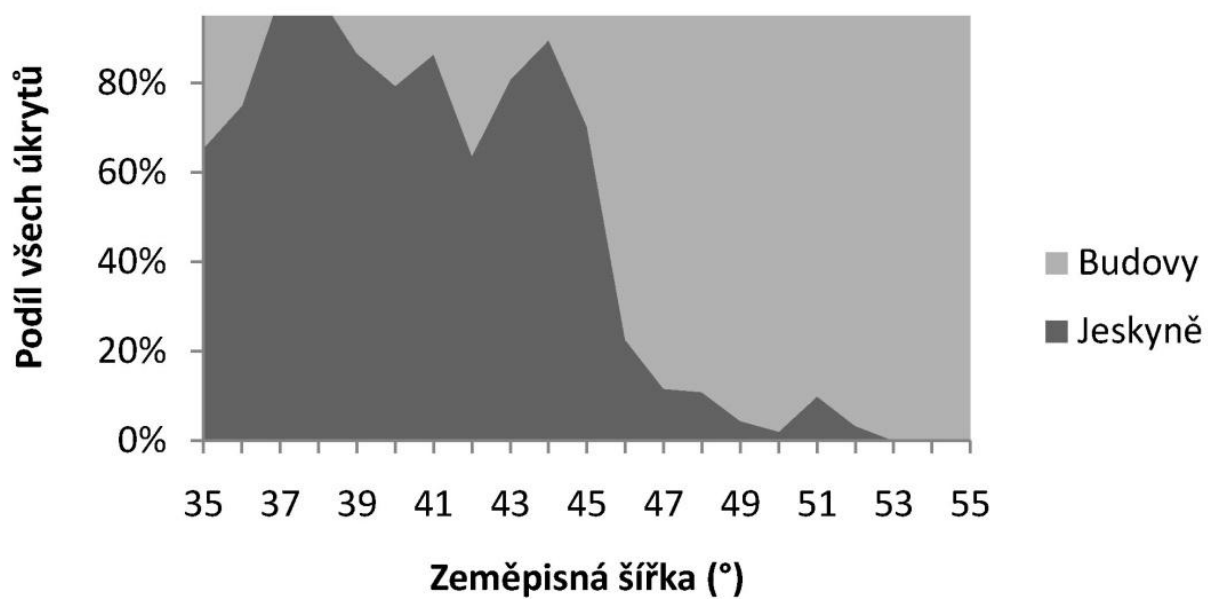
Tab. 2 Velikost kolonií šesti druhů netopýrů.

3.2 Geografické rozložení výskytu kolonií v jeskyních a budovách

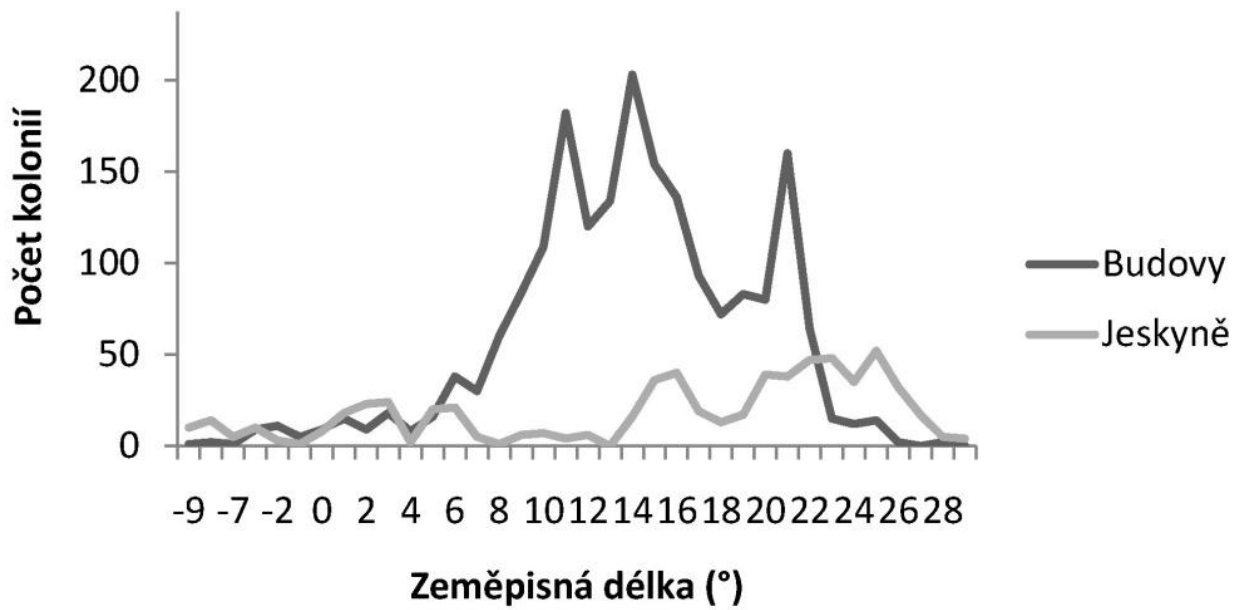
Celkové geografické rozložení lokalizace mateřských kolonií netopýrů v podzemních prostorách a na půdách budov shrnuje Obr. 2. Pro jednotlivé studované druhy potom situaci ilustrují Obr. 3 a-f. Celkově je patrný výrazný severojižní gradient, kdy v jižnějších oblastech převládají úkryty v podzemních prostorách, a směrem k severu přibývá úkrytů v budovách. Celkové počty kolonií podél latitudinálního gradientu zobrazuje Graf 2a, relativní zastoupení počtu obou typů úkrytů pak Graf 2b. Podíl budov v celkovém vzorku úkrytů roste se zeměpisnou šířkou signifikantně ($R_s = 0.86$, $P < 0.0001$). Počty kolonií v longitudinálním gradientu ilustruje Graf 3a, relativní zastoupení obou typů úkrytů pak Graf 3b. Z Grafu 3b je patrné nerovnoměrné rozložení obou typů kolonií ve východo-západním gradientu: zdá se, že na západě a na východě Evropy jsou častější jeskynní kolonie, zatímco ve středních zeměpisných délkách je více kolonií v budovách.



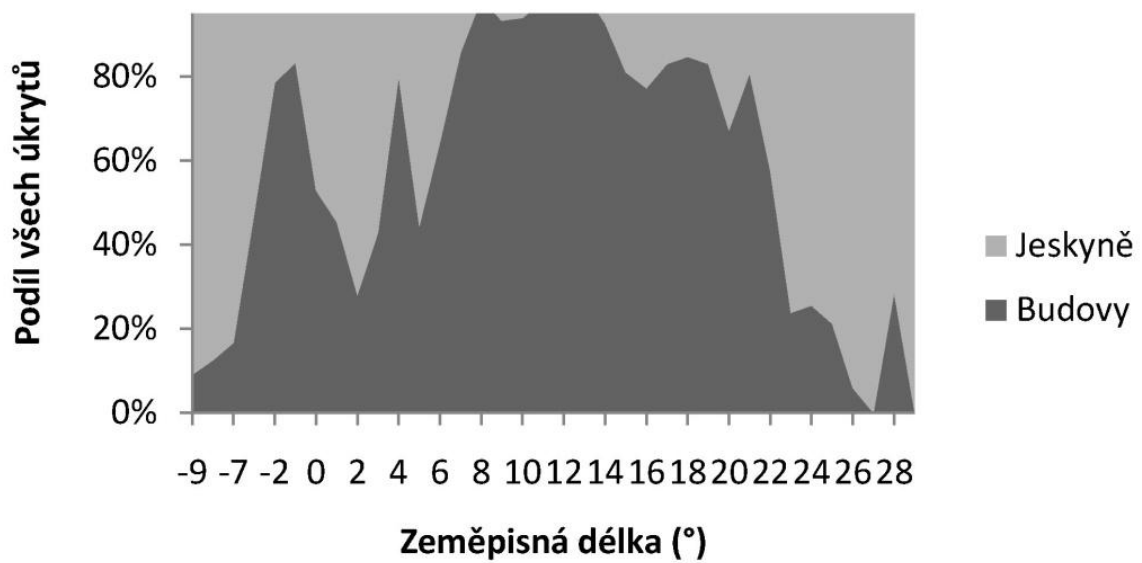
Graf 2a Celkové počty netopýřich kolonií podle typu obývaného úkrytu v latitudinálním gradientu.



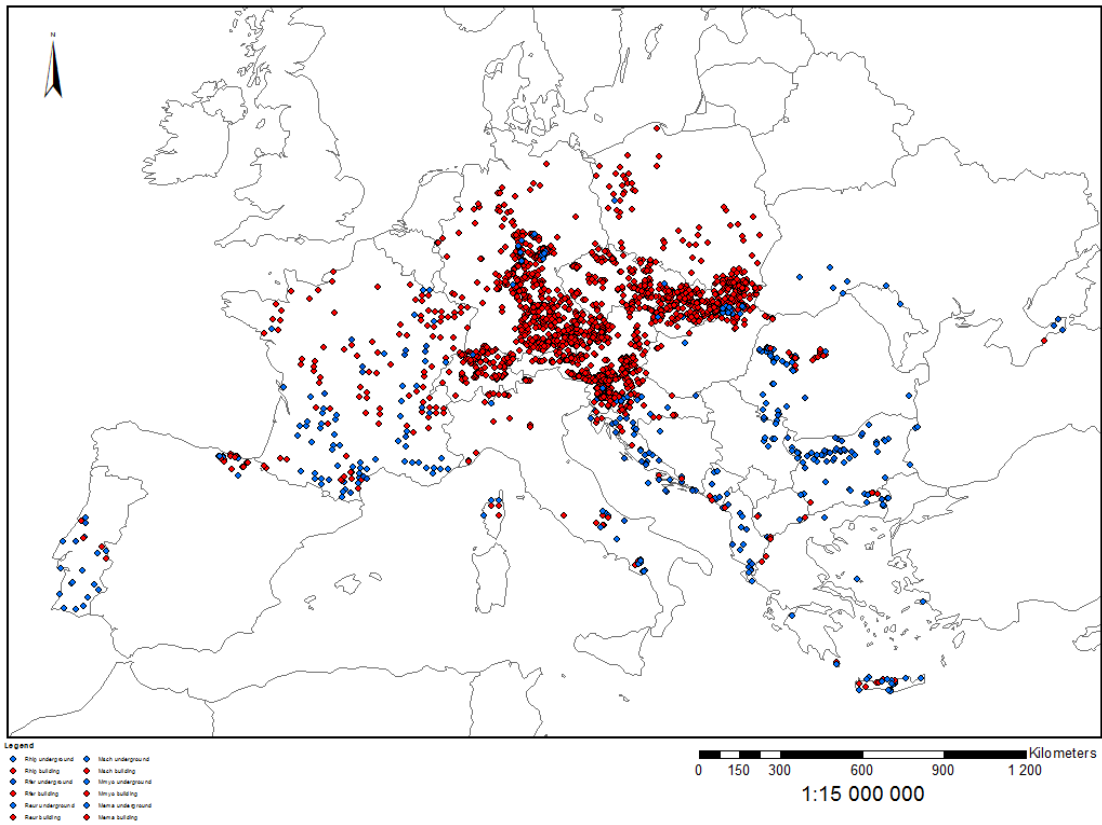
Graf 2b Relativní zastoupení obou typů úkrytů podél latitudinálního gradientu



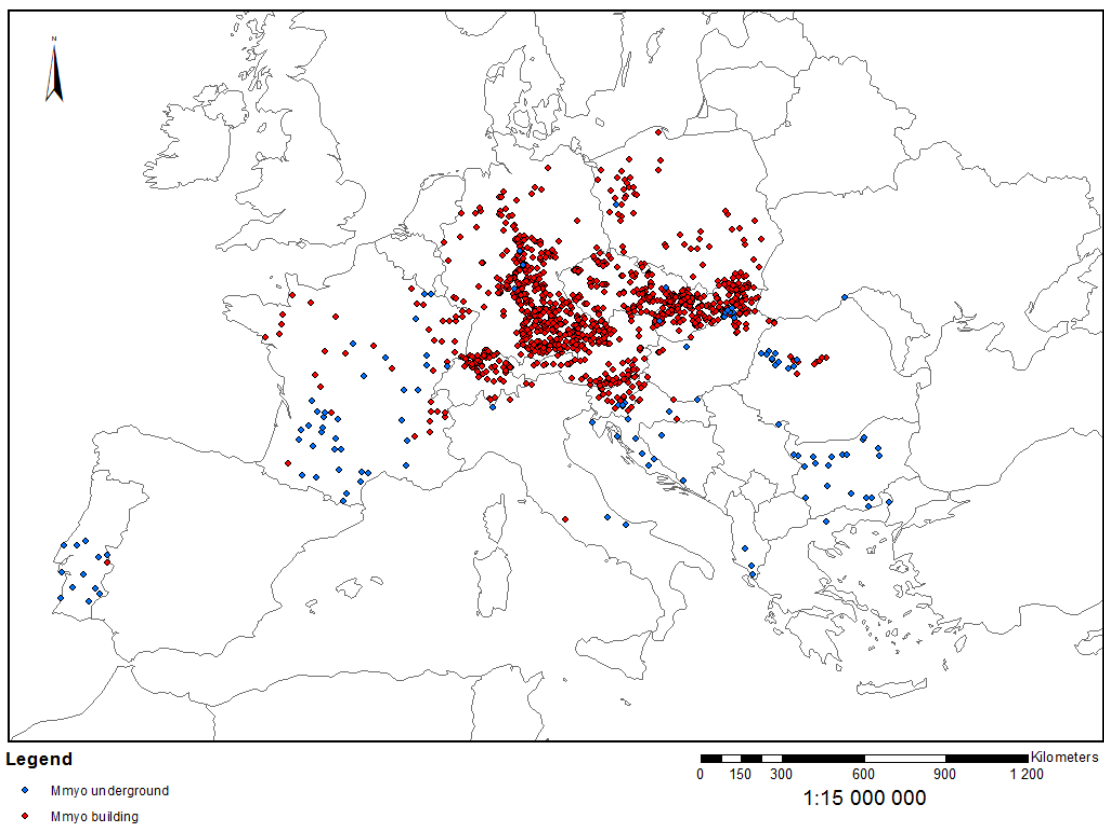
Graf 3a Celkové počty netopýřích kolonií podle typu obývaného úkrytu v longitudinálním gradientu.



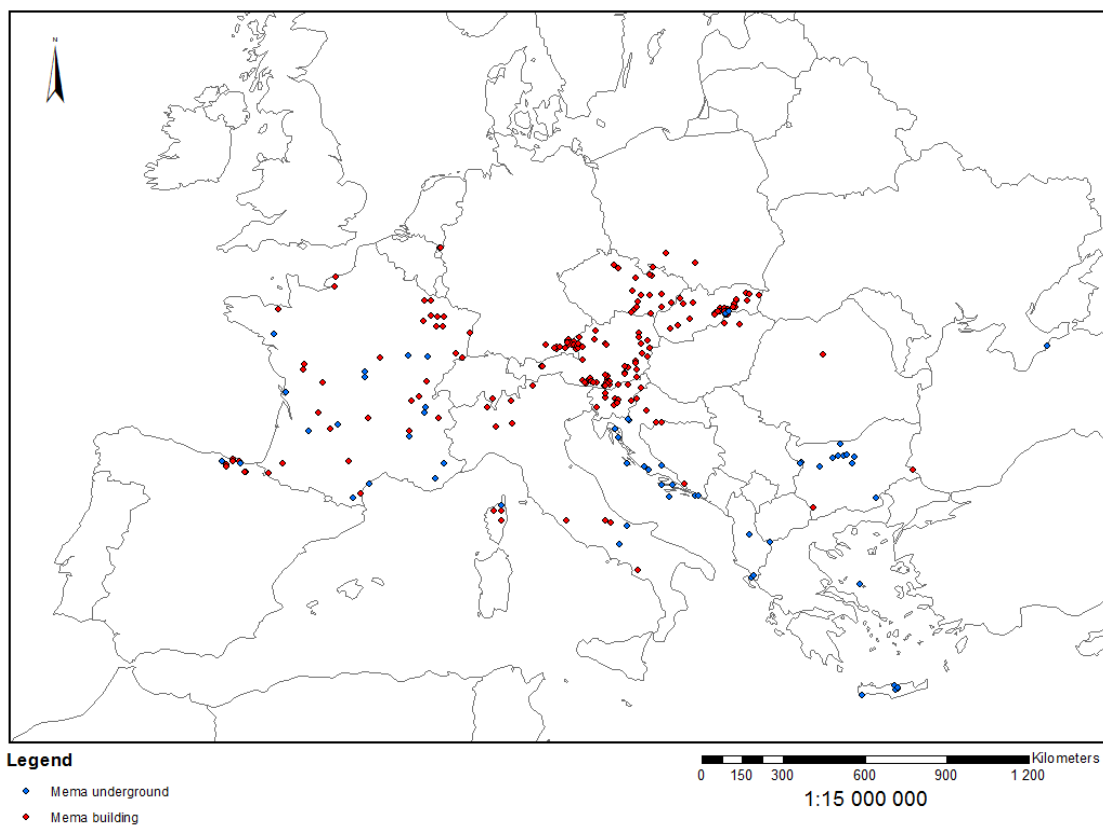
Graf 3b Relativní zastoupení obou typů úkrytů v longitudinálním gradientu.



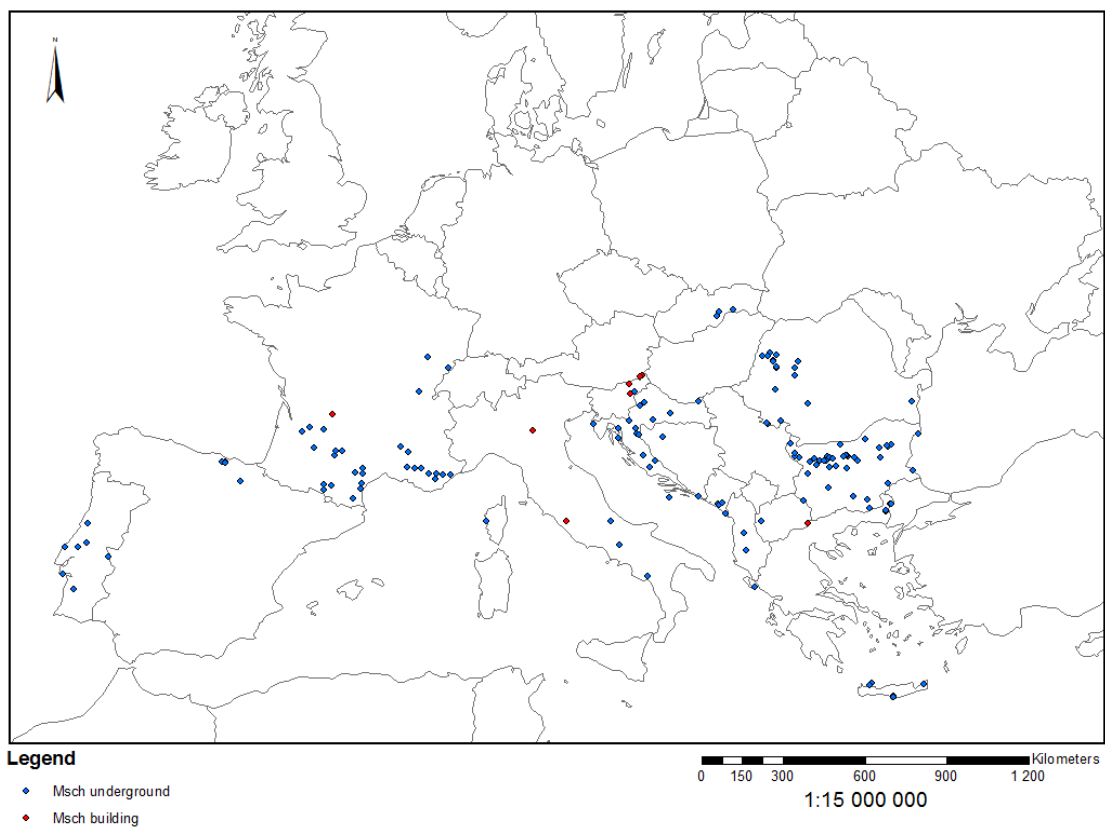
Obr. 2 Celkové geografické rozložení lokalizace mateřských kolonií všech 6 studovaných druhů netopýrů v podzemních prostorech a na půdách budov



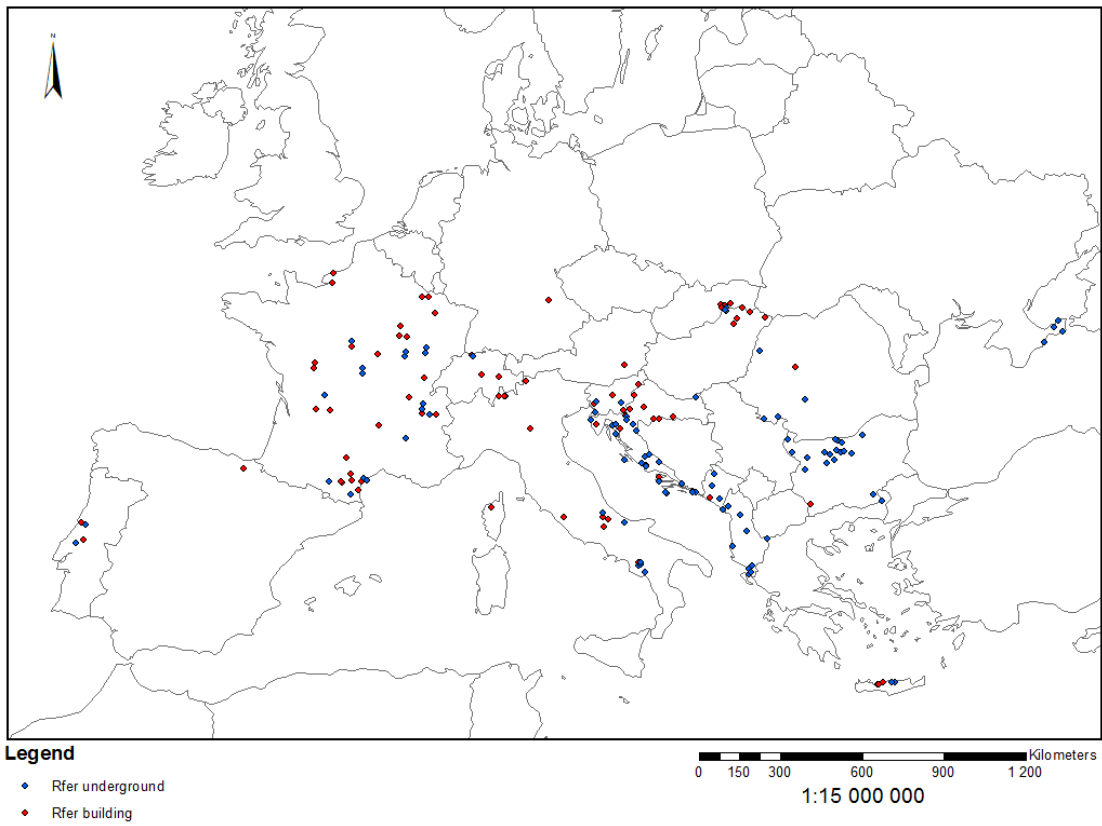
Obr. 3a Geografické rozložení lokalizace mateřských kolonií *Myotis myotis*.



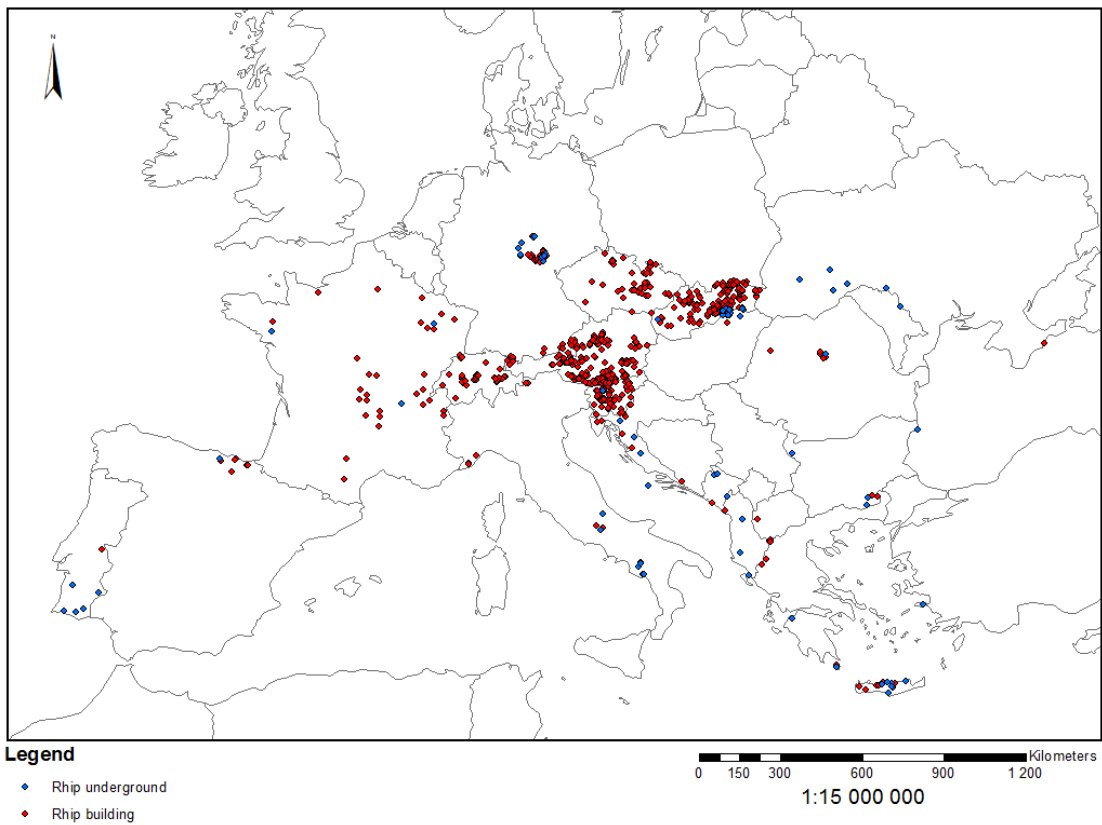
Obr. 3b Geografické rozložení lokalizace mateřských kolonií *Myotis emarginatus*.



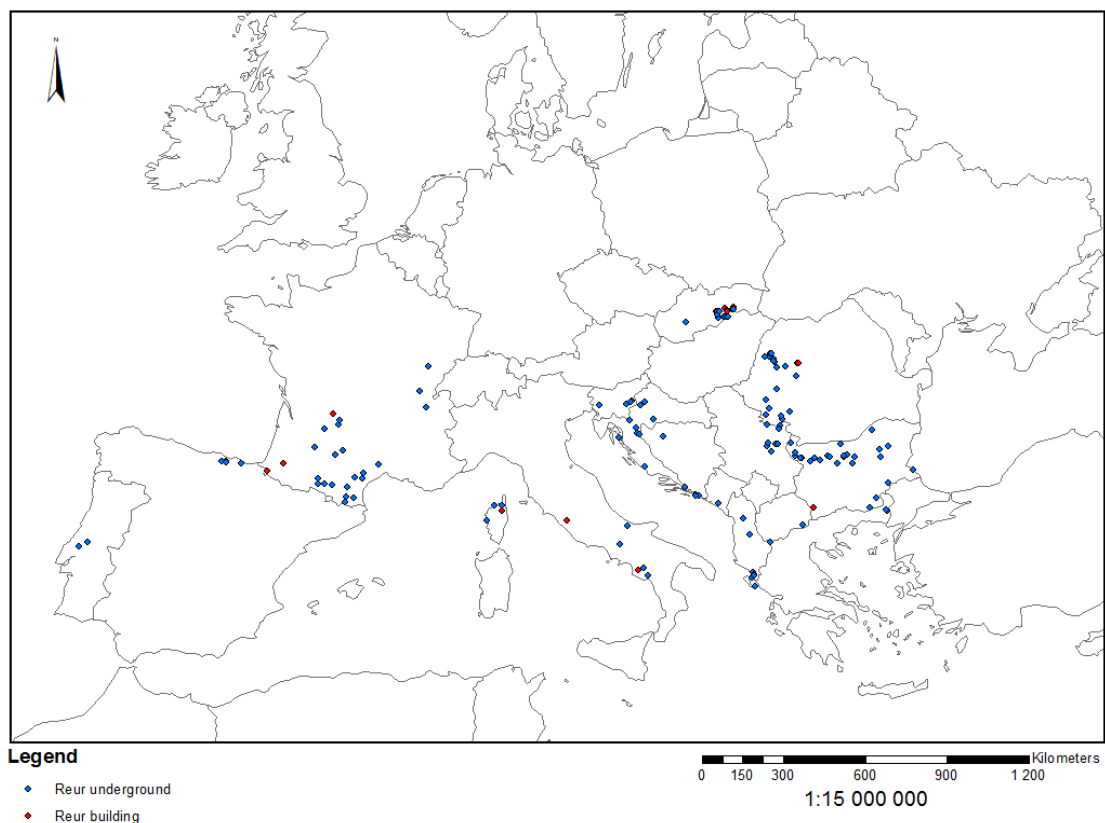
Obr. 3c Geografické rozložení lokalizace mateřských kolonií *Miniopterus schreibersii*.



Obr. 3d Geografické rozložení lokalizace mateřských kolonií *Rhinolophus ferrumequinum*.

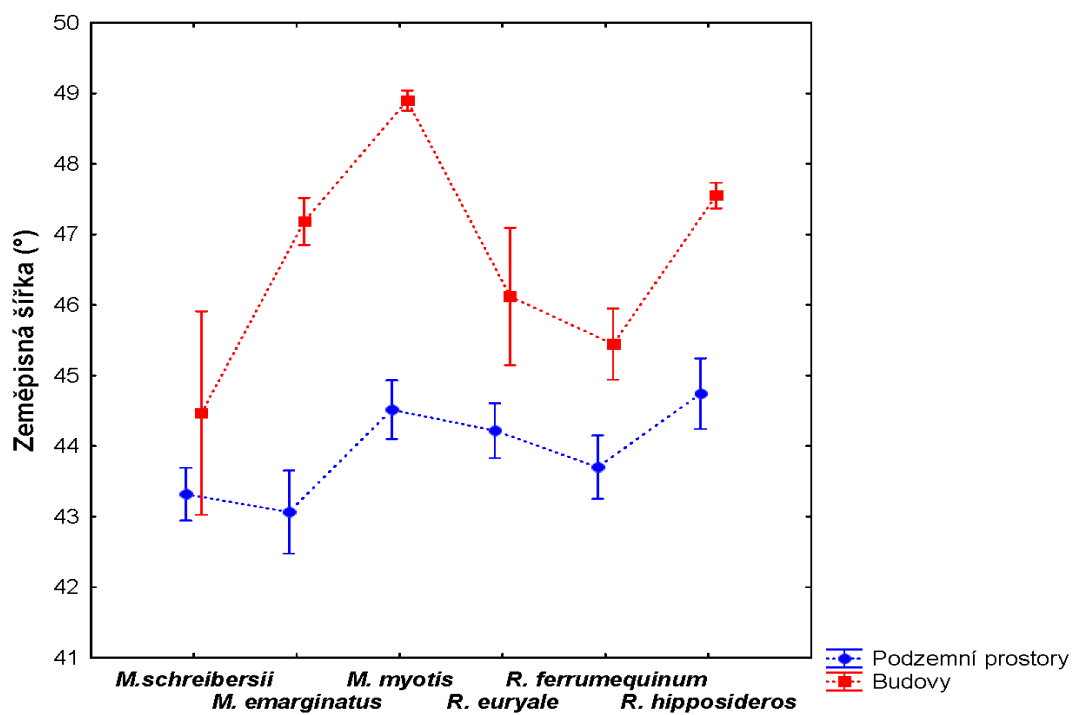


Obr. 3e Geografické rozložení mateřských kolonií *Rhinolophus hipposideros*.



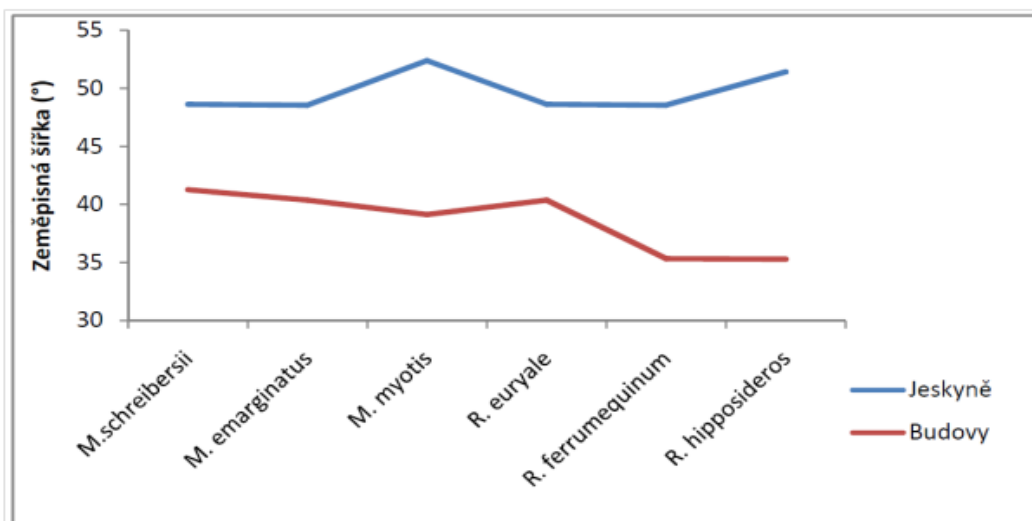
Obr. 3f Geografické rozložení mateřských kolonií *Rhinolophus euryale*.

Průměrná zeměpisná šířka úkrytů v podzemních prostorách je průkazně menší, než zeměpisná šířka úkrytů v budovách ($F_{(1, 2592)} = 211.69$, $p < 0.0001$), i když mezi druhy existují významné rozdíly ($F_{(5, 2592)} = 33.712$, $p = 0.0000$, Graf 4). Tyto rozdíly jsou dány hlavně rozdílnou lokalizací severních areálů rozšíření jednotlivých druhů.



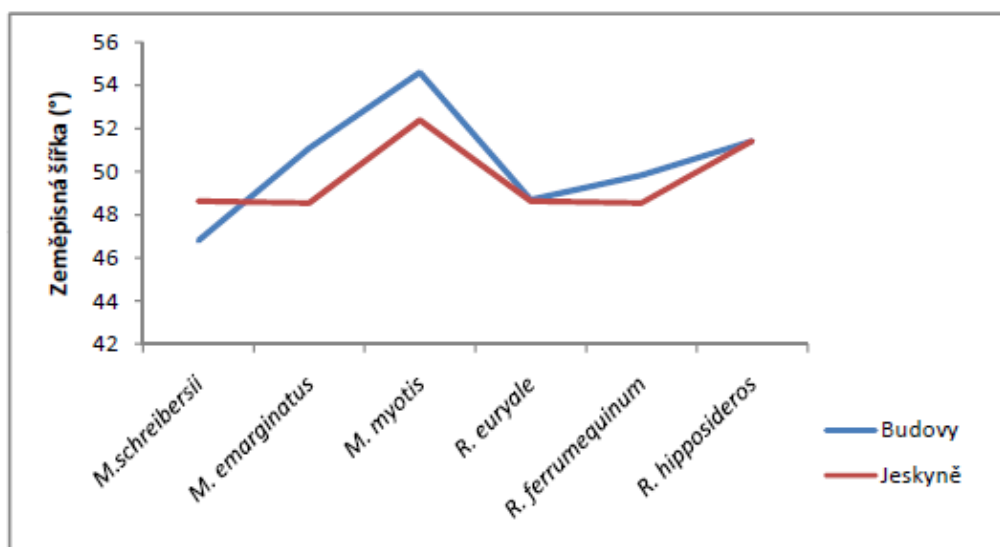
Graf 4 Srovnání průměrné zeměpisné šířky úkrytů v jeskyních a budovách.

Ve významné části areálů jednotlivých druhů dochází k překryvu ve využívání obou typů úkrytů (Obr. 2 a Obr. 3a-f). Maximální latitudinální rozsah tohoto překryvu je pro každý druh znázorněn v Graf 5.



Graf 5 Překryv ve využívání obou typů úkrytů - nejsevernější jeskyně versus nejjižnější budovy.

Porovnáme-li geografické lokality výskytu nejsevernějších mateřských kolonií v podzemních prostorech s lokalitami výskytu nejsevernějších mateřských kolonií v budovách (Graf 6), lze konstatovat, že u *R. hipposideros* a *R. euryale* se tyto hranice překrývají, u *M. schreibersii* leží dokonce nejsevernější lokalita jeskynní kolonie severněji, než nejsevernější kolonie na půdě budovy. Zároveň se nejsevernější lokalizované podzemní úkryty mateřských kolonií u těchto druhů nacházejí na severním okraji rozšíření dotyčného druhu v rámci studované oblasti.



Graf 6 Srovnání geografické polohy lokalit výskytu nejsevernějších mateřských kolonií v jeskyních s lokalitami výskytu nejsevernějších mateřských kolonií v budovách.

U *M. myotis*, *M. emarginatus* a *R. ferrumequinum* jsou nejsevernější úkryty v budovách lokalizovány výrazně severněji než nejsevernější úkryty v jeskyních.

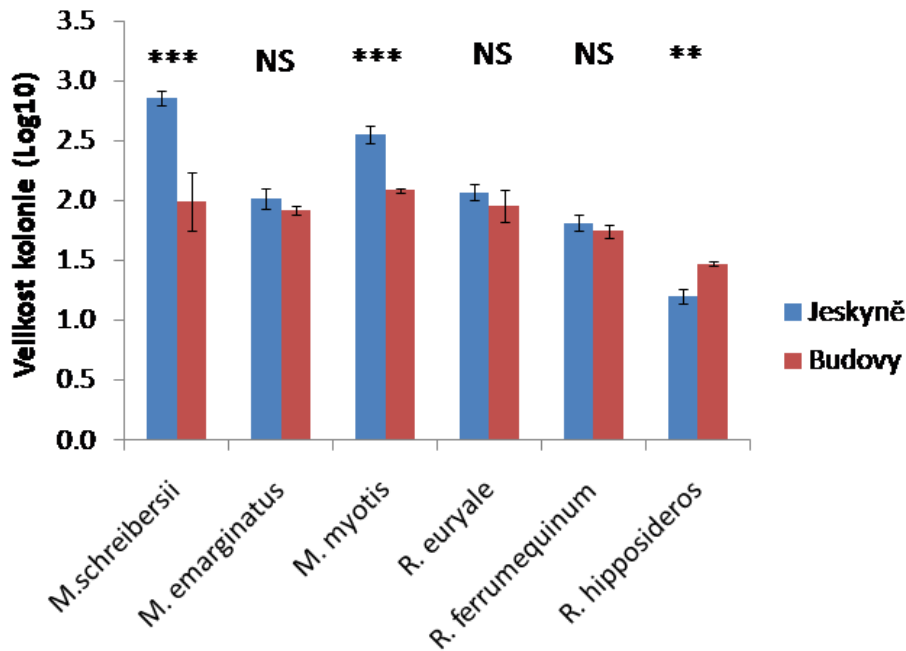
3.3 Vliv typu úkrytu a geografické polohy na velikost kolonie

Na základě analýzy kovariance (Tab. 3) byl zjištěn průkazný vliv typu úkrytu na velikost kolonií u *M. schreibersii*, *M. myotis* a *R. hipposideros*. Zatímco u *M. schreibersii* a *M. myotis* byly úkryty v budovách menší, u *R. hipposideros* byly naopak průkazně větší než v jeskyních (Graf 7). U zbylých tří druhů se velikost kolonií mezi úkryty v jeskyních a budovách nelišila.

	SS	D.f.	MS	F	p
<i>Miniopterus schreibersii</i>					
Typ úkrytu	7,20092	1	7,200919	13,61166	0,000311
Zeměpisná šířka	0,11972	1	0,119719	0,22630	0,634955
Zeměpisná délka	1,61704	1	1,617040	3,05664	0,082401
Error	81,46999	154	0,529026		
<i>Myotis emarginatus</i>					
Typ úkrytu	0,05463	1	0,054631	0,15692	0,692360
Zeměpisná šířka	1,68820	1	1,688195	4,84898	0,028602
Zeměpisná délka	0,02299	1	0,022995	0,06605	0,797399
Error	84,60161	243	0,348155		
<i>Myotis myotis</i>					
Typ úkrytu	4,57364	1	4,573644	11,21890	0,000938
Zeměpisná šířka	0,00226	1	0,002261	0,00555	0,940691
Zeměpisná délka	1,65010	1	1,650099	4,04760	0,045333
Error	99,47227	244	0,407673		
<i>Rhinolophus euryale</i>					
Typ úkrytu	0,12588	1	0,125876	0,221523	0,638544
Zeměpisná šířka	0,12592	1	0,125922	0,221605	0,638482
Zeměpisná délka	0,04942	1	0,049425	0,086981	0,768446
Error	88,07547	155	0,568229		
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>					
Roost type	0,16372	1	0,163723	0,438873	0,508509
Lat	0,00048	1	0,000482	0,001293	0,971351
Lon	0,00068	1	0,000678	0,001819	0,966032
Error	67,52277	181	0,373054		
<i>Rhinolophus hipposideros</i>					
Typ úkrytu	3,3771	1	3,377143	15,65311	0,000084
Zeměpisná šířka	0,9246	1	0,924575	4,28542	0,038801
Zeměpisná délka	0,0371	1	0,037061	0,17178	0,678662
Error	153,6133	712	0,215749		

Tab. 3 Analýza kovariance vlivu typu úkrytu na velikost kolonií.

U *M. emarginatus* a *R. hipposideros* byl průkazný vliv zeměpisné šířky. Mateřské kolonie v budovách u *M. emarginatus* se směrem k severu mírně zmenšují, zatímco u *R. hipposideros* mají tendenci se směrem k severu zvětšovat. U *M. myotis* byl navíc kromě typu úkrytu prokázán i vliv zeměpisné délky, kdy mateřské kolonie mají tendence se směrem k východu zmenšovat.



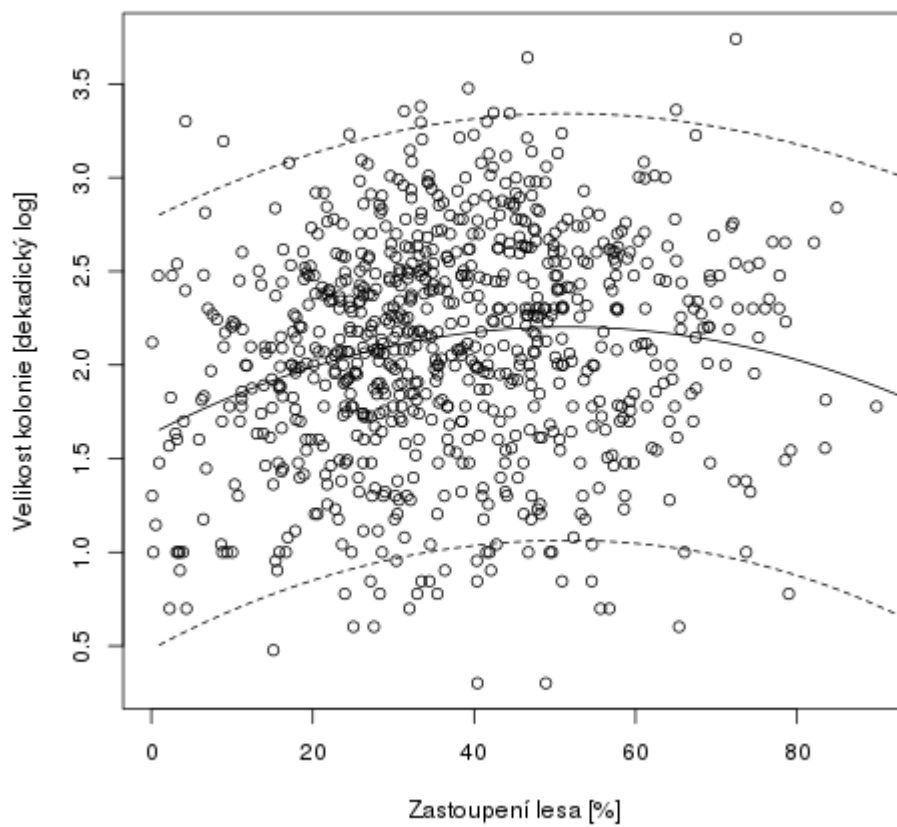
Graf 7 Velikosti kolonií jednotlivých druhů v jeskyních a budovách. Průkazné rozdíly jsou vyznačeny hvězdičkami: *** $P < 0.001$, ** $P < 0.01$, NS - neprůkazný rozdíl.

3.4 Vliv krajinného pokryvu na velikost kolonií v budovách

U *R. hipposideros* a *M. emarginatus* se ani na základě mnohorozměrné nelineární analýzy s využitím prostorové autokorelační struktury dat nepodařilo prokázat žádný efekt zastoupení jednoho konkrétního ani kombinací více typů krajinných pokryvů na velikost kolonií v budovách.

U *M. myotis* se ukázal jako jediný významný prediktor krajinného pokryvu celkový podíl lesních biotopů v okolí úkrytu ($R^2 = 0.04179$, $F_{(2,813)} = 17.73$, $P < 0.001$). Vztah je lineární pouze do hodnoty lesnatosti cca 50 %, při vyšším zastoupení lesních biotopů se velikost kolonií nemění, ale spíše klesá (Obr. 4). Celkově však krajinný pokryv, respektive

zastoupení přírodních biotopů v okolí úkrytu dokázalo vysvětlit jen necelých 5 % variability ve velikosti kolonií netopýra velkého.



Obr. 4 Vztah mezi velikostí kolonií netopýra velkého a zastoupením lesních biotopů v okolí úkrytů. Plná čára: fitovaný regresní model, čárkovaně - 95% konfidenční intervaly.

4. Diskuze

Úkryty hrají důležitou roli v životě netopýrů. Netopýři tráví v úkrytech více než polovinu svého života (Kunz 1982) a odehrávají se zde důležité životní procesy jako např. rozmnožování, odchov mláďat či hibernace (Daan 1980). Dostupnost vhodných úkrytů pro mateřské i hibernační kolonie limituje nejen velikost populace, ale i distribuci jednotlivých netopýřích druhů (Humphrey & Cope 1976, Knight & Jones 2009). Všech 6 zkoumaných druhů netopýrů lze označit za primárně jeskynní druhy (Horáček 1984, Russo et al. 2002, Ramos Pereira et al. 2009). Rozšířením areálu z mediteránu do severnějších oblastí se stávají sezónně jeskynní, dochází k synantropizaci a kolonie jednotlivých druhů si jako letní úkryty nejčastěji vybírají půdy budov (Benda & Hanák 2003, Pokorný et al. 2003). I ve výsledcích této práce je celkově patrný latitudinální gradient, kdy počet úkrytů v jeskynních je vyšší v jižnějších částech, a se zvyšující se zeměpisnou šířkou přibývá úkrytů v lidských stavbách. U všech druhů dochází v části areálu k překryvu ve využívání úkrytů v lidských stavbách a jeskynních. Největší překryv je patrný u *M. schreibersii*, kdy nejsevernější i nejjižnější lokality podzemních úkrytů se nacházejí na hranici areálu druhu. U *R. hipposideros* a *R. euryale* se severní hranice jeskynních lokalit a lokalit v lidských stavbách překrývají. U *M. myotis*, *M. emarginatus* a *R. ferrumequinum* jsou nejsevernější úkryty v budovách lokalizovány výrazně severněji než nejsevernější úkryty v jeskynních, z čehož vyplývá, že lidské stavby zřejmě umožnili u těchto 3 druhů osidlovat oblasti výrazně severněji, než by byly schopny v podmínkách bez přítomnosti člověka. Pozitivní vliv člověka u těchto druhů prokázali i Russo et al. (2002) a Flaquer et al. (2008), kteří hlavně v jižních oblastech poukazují na důležitost olivových a jiných sadů, které slouží jako loviště těchto druhů. Bohužel většina prací je věnována právě úbytku přirozených úkrytů (Jaberg & Guisan 2001), negativnímu vlivu pesticidů, hnojiv (Mehr et al. 2010) a fragmentace krajiny (Frey-Ehrenbold et al. 2013), zapříčiněných lidskou činností.

Jedním z cílů této práce bylo porovnat současný areál výskytu mateřských kolonií v jeskynních a lidských stavbách s areálem konstatovaným Horáčkem (1984) u *M. myotis*, *M. schreibersii*, *R. ferrumequinum* a *R. euryale*. U všech těchto druhů došlo během posledních cca 30 let k výraznému rozšíření severní hranice areálu. U *M. myotis* se areál rozšířil z jižního do severního Polska. Severní hranice areálu *M. schreibersii* se rozšířila z jižní Francie, severní Itálie až na úroveň Slovenska. První záznamy o výskytu jsou známy i z České republiky (Bartonička & Jedlička 2011). Téměř k totožnému rozšíření areálu jako u *M. schreibersii* došlo i u *R. euryale*. Areál výskytu mateřských kolonií *R. ferrumequinum* se

výrazně posunul severo-východním směrem a současnosti jsou mateřské kolonie lokalizovány na Slovensku a jižní Ukrajině.

Celkově největší kolonie tvoří *M. schreibersii* (medián 1 000). Nejpočetnější kolonie byla nalezena v Chorvatsku v jeskyni Trbušnjak špilja, kde bylo v letech 2006-2009 průměrně zaznamenáno 19 200 jedinců. Druhé nejpočetnější kolonie tvořil *M. myotis*, kdy největší kolonie čítala cca 10 000 jedinců (medián 150). U obou druhů byla prokázána závislost velikosti kolonií na typu úkrytu, kdy v jeskynních úkrytech tvořili i o několik řádů početnější mateřské kolonie než v lidských stavbách. Tato závislost byla patrná již při zevrubném studiu literatury, kdy např. Rodriguez et al. (2003) při srovnání mikroklimatu obou typů úkrytu zaznamenal řádově vyšší počet jedinců *M. myotis* v jeskynních (medián 500) než v lidských stavbách (medián 80). Mateřské kolonie *M. myotis* mají navíc tendence, se směrem k východu zmenšovat. Důvod tohoto trendu není zřejmý, Naopak nejmenší kolonie tvoří *R. hipposideros* (medián 28). Zatímco u *M. myotis* a *M. schreibersii* byly mateřské kolonie v budovách menší, u *R. hipposideros* byly naopak prokazatelně větší než v jeskyních. Současně se mateřské kolonie v budovách zvětšují spolu se zvyšující se zeměpisnou šířkou. *R. hipposideros* by tak mohl být teoreticky velmi dobře adaptován na tento typ úkrytu a s ním související termoregulační výhody, jako jsou nízké energetické ztráty samic a zrychlený vývoj mláďat (Lasusen & Barclay 2006). Zahn (1999) ale prokázal podobné termoregulační výhody i u mateřských kolonií *M. myotis*, přesto jsou u tohoto druhu kolonie v lidských stavbách menší. Vliv zeměpisné šířky na velikost mateřských kolonií byl prokázán i u *M. emarginatus*, kdy velikost kolonií v lidských stavbách směrem k severu mírně klesá. U *R. ferrumequinum* a *R. euryale* nebyl prokázán vliv typu úkrytu ani geografické polohy na velikost kolonie.

Z dosavadních prací zabývajících se výběrem loveckých biotopů a polohy úkrytů je patrné, že u netopýrů existují preference, podle kterých si vybírají optimální prostředí, ve kterém se pohybují. Například Russo et al. (2002, 2005) zjistil silnou preferenci listnatých lesů při výběru loviště u *R. euryale*, *R. hipposideros* i *R. ferrumequinum* v severní Itálii. Naopak se tyto druhy vyhýbaly jehličnatým lesům a otevřeným prostranstvím, pravděpodobně kvůli nedostatku hmyzu a vysokému riziku predace. Podobné preference byly zaznamenány i Flaquer et al. (2008) u *M. emarginatus* a Jaberg & Guisen (2001) u *M. myotis*. Jestli ale přítomnost vhodného loviště v blízkosti úkrytu ovlivňuje početnost kolonie, není v žádné práci uvedeno.

V této práci byl prokázán pozitivní vztah mezi velikostí mateřských kolonií netopýra velkého a celkového podílu lesních biotopů v okolí úkrytu. Tento vztah je lineární do hodnoty hustoty lesa cca 50 %, poté velikost kolonií spíše klesá. Přestože u jiných druhů obratlovců existuje poměrně velké množství prací zabývajících se vlivem krajinného pokryvu na početnost populací a druhové diverzity, u netopýrů se tomuto tématu prakticky nikdo nevěnoval. Většina studií se zaměřuje na preference lovišť (Lesiński et al. 2000, Lino et al. 2014) a na vliv fragmentace a s tím spojený výskyt krajinných prvků na jednotlivé druhy jako celku (Mehrer et al. 2010). Dostupné modely početností netopýřích kolonií (Walsh & Harris 1996) obvykle nejsou druhově specifické. Pouze u *R. hipposideros* byla zaznamenána pozitivní korelace mezi velikostí kolonií a velikostí lesa; početnější kolonie byly lokalizovány v úkrytech poblíž hustě zarostlých listnatých lesů (Reitier et al. 2004). Avšak v této práci nebyl prokázán žádný efekt zastoupení přírodních biotopů v okolí úkrytu na velikost mateřské kolonie *R. hipposideros* a *M. emarginatus*.

5. Závěr

Celkem bylo v této práci využito k analýzám velikostí kolonií 6 studovaných druhů netopýrů (*M. myotis*, *M. emarginatus*, *R. ferrumequinum*, *R. hipposideros*, *R. euryale* a *M. schreibersii*) nashromážděno 2 603 vhodných lokalit z 24 zemí Evropy, z toho 651 údajů pochází z jeskynních úkrytů a 1 952 údajů z lidských staveb. Cílem této práce bylo srovnat současné rozšíření těchto druhů v jeskyních a stavbách s rozšířením v 80. letech minulého století, provést analýzu geografické variability velikosti mateřských kolonií ve vztahu k typu úkrytu a u druhů *M. myotis*, *M. emarginatus* a *R. hipposideros*, u nichž bylo nashromážděno dostatečné množství údajů, provést analýzu vlivu krajinného pokryvu v okolí úkrytu na velikost kolonie.

Na základě statistických analýz bylo zjištěno:

1. U všech studovaných druhů došlo k rozšíření areálu do severnějších oblastí mírného pásu Evropy. U *M. myotis*, *M. emarginatus* a *R. ferrumequinum* k tomuto rozšíření zřejmě došlo vlivem synantropizace.
2. Největší kolonie byly zaznamenány u *M. schreibersii* a *M. myotis*. Zároveň se u těchto druhů prokázal vliv typu úkrytu na velikost kolonie, kdy větší kolonie byly nalezeny v jeskyních.
3. Naopak nejmenší kolonie tvořil *R. hipposideros*. Zatímco u předchozích dvou druhů byly kolonie větší v jeskyních, u *R. hipposideros* se početnější kolonie nacházely v lidských stavbách.
4. Mateřské kolonie *R. hipposideros* v budovách se se vzrůstající zeměpisnou šířkou zvětšují, naopak u *M. emarginatus* se se vzrůstající zeměpisnou šířkou zmenšují.
5. U *M. myotis* byl prokázán vliv zeměpisné délky na velikost kolonií, kdy se kolonie směrem k východu zmenšují.
6. Pozitivní vztah byl prokázán pouze mezi velikostí mateřské kolonie *M. myotis* a celkového podílu lesních biotopů v okolí úkrytu. U *R. hipposideros* a *M. emarginatus* nebyl prokázán žádný efekt zastoupení přírodních biotopů na velikost mateřských kolonií.

6. Seznam literatury

- ANDĚRA M. (2014) Naši netopýři. Správa jeskyní ČR
- ANDĚRA M. & HORÁČEK I. (2005) Poznáváme naše savce. 2. přepracované vydání [We Recognise Our Mammals. 2nd Revised Edition]. Sobotáles, Praha, 327 pp (in Czech).
- ANDREAS M., REITER A., CEPÁKOVÁ E., UHRIN M. (2013) Body size as an important factor determining trophic niche partitioning in three syntopic rhinolophid bat species. *Biologia*, Bratislava 68: 170–175
- ANDREAS M. & ŘEHÁK Z. (2004) Monitorovací plán netopýřích populací ČR, 35 pp. Published online: http://www.ceson.org/Monitorovaci_plan_finalni_verze.pdf
- ARLETTAZ R. (1995) Ecology of the sibling mouse-eared bats (*Myotis myotis* and *Myotis blythii*): zoogeography, niche, competition, and foraging. Horus Publishers Martigny: 222p.
- BARTONIČKA T., & JEDLIČKA P. (2011) First record of Schreiber's bat, *Miniopterus schreibersii* (Kuhl, 1817), in the Czech Republic. *Lynx* (Praha), nová série, Praha: Národní museum, 2011, roč. 42, č. 1, s. 83-89
- BEGON M., HARPER, TOWNSEND C. R. (1986) Ecology: Individuals, Populations and communities. Oxford, Blackwell Scientific.
- BELLAMY P. E., HINSLEY S. A. & NEWTON I. (1996) Factors influencing bird species numbers in small woods in south-east England. *Journal of Applied Ecology*, 33: 249-262
- BENDA P. (1994) Biometrics of *Myotis myotis* and *Myotis blythii*: age variation and sexual dimorphism. *Folia Zoologica*, 43: 297–306
- BENDA P. & HANÁK V., (2003) Současný stav rozšíření netopýra brvitého (*Myotis emarginatus*) v Čechách. *Vespertilio*, 7: 71–86.
- BERKOVÁ H., POKORNÝ M. & ZUKAL J. (2014): Selection of buildings as maternity roosts by greater mouse-eared bats (*Myotis myotis*). *Journal of Mammalogy* 95: 1011-1017.

- BONTADINA F., SCHOFIELD H., & NAEF-DAENZER B. (2002) Radio-tracking reveals that lesser horseshoe bats (*Rhinolophus hipposideros*) forage in woodland. *Journal of Zoology (London)* 258:281–290.
- CEL'UCH M. (2014) Return of *Miniopterus schreibersii* to the northern edge of its historical distribution in Slovakia. *Vespertilio* 17: 59–63, 2014
- ČERVENÝ, J., FIŠR, V., FASCHINGBAUER P., BUFKA, L. (2006) Bats of the Čerchovský les Mts. and first records of the great horseshoe bat (*Rhinolophus ferrumequinum*) in western Bohemia (Czech Republic)(Chiroptera).. *Lynx* 37: 59 - 69.
- DAAN S. (1980) Long term changes in bat populations in the Netherlands: a summary. *Lutra*, 22: 95–105.
- DENOËL M., & LEHMANN A. (2006) Multi-scale effect of landscape processes and habitat quality on newt abundance: implications for conservation. *Biological Conservation*, 130(4), 495-504.
- DIETZ C., VON HELVERSEN O. & NILL D. (2009) Bats of Britain, Europe & Northwest Africa. A&C Black, London, 399 pp.
- ENTWISTLE A. C., RACEY P. A. & SPEAKMAN J.R (1997) Roost selection by the brown long-eared bat *Plecotus auritus*. *Journal of Applied Ecology*,34: 399-408
- ESRI 2011. ArcGIS Desktop: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2013) CORINE Land Cover.
- FENTON M. B. (1990) The foraging behaviour and ecology of animal-eating bats. *Can. J. Zool.*, 68: 411–422."
- FLAQUER C., PUIG-MONTSERRAT X., BURGAS A. & RUSS, D. (2008) Habitat selection by Geoffroy's bats (*Myotis emarginatus*) in a rural Mediterranean landscape: implications for conservation. *Acta Chiropterologica*, 10(1), 61-67.
- FREY-EHRENBOLD A., BONTADINA F., ARLETTAZ R., OBRIST M. K. (2013) Landscape connectivity, habitat structure and activity of bat guilds in farmland-dominated matrices. *J. Appl. Ecol.* 50, 252–261.

- GAISLER J. & KLÍMA M., 1965: Letní nálezy některých méně známých netopýrů na Moravi a na Slovensku v období 1961-1964. *Lynx*, n. s., 5: 1929.
- GOITI U., AIHARTZA J. R., GARIN I. (2004) Diet and prey selection in the Mediterranean horseshoe bat *Rhinolophus euryale* (Chiroptera, Rhinolophidae) during the pre-breeding season, *Mammalia*, 68, 397-402.
- HALE J. D., FAIRBRASS A. J., MATTHEWS T. J. & SADLER J. P. (2012) Habitat composition and connectivity predicts bat presence and activity at foraging sites in a large UK conurbation. *PloS one*, 7(3), e33300.
- HANDLEY L. J. L. & PERRIN N. (2007) Advances in our understanding of mammalian sex-biased dispersal. *Molecular Ecology* 16, 1559-1578.
- HORÁČEK I. & UHRIN M. (eds.) (2010) A tribute to bats. Lesnická práce, Kostelec nad Černými lesy, 400 pp
- HORÁČEK I. (1984) Remarks on the causality of population decline in European bats. *Myotis* 21±22: 138±147.
- HORÁČEK I. (1986) *Létající savci*. Academia nakladatelství ČSAV.
- HUMPHREY S. R. & COPE J. B. (1976) Population ecology of the little brown bat, *Myotis lucifugus*, in Indiana and north-central Kentucky. Special Publication No. 4. The American Society of Mammalogists, Stillwater, Oklahoma.
- JABERG C. & GUISAN A. (2001) Modelling the distribution of bats in relation to landscape structure in a temperate mountain environment. *Journal of Applied Ecology*, 38(6), 1169-1181.
- JONES G. & RAYNER J. M. V. (1989) Foraging behaviour and echolocation of wild horseshoe bats *Rhinolophus ferrumequinum* and *R. hipposideros* (Chiroptera: Rhinolophidae). *Behav. Ecol. Sociobiol.* 25, 183-191.
- KAYIKCIOGLU A. & ZAHN A. (2004) High temperature and the use of satellite roosts in *Rhinolophus hipposideros*. *Mammalian Biology*, 9: 337–341.
- KERTH G., PERONY N., & SCHWEITZER F. (2011) Bats are able to maintain long-term social relationships despite the high fission–fusion dynamics of their

- groups. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 278(1719), 2761-2767.
- KNIGHT T. & JONES G. (2009) Importance of night roosts for bat conservation: roosting behaviour of the lesser horseshoe bat *Rhinolophus hipposideros*. *Endangered Species Research*.
- KUNZ T. H. (1982) Roosting ecology of bats. In: Kunz T.H. (ed.), *Ecology of bats*. Plenum Press, New York, 1–55.
- KUNZ T. H. & FENTON M. B. (2003) *Bat ecology*. Paperback ed. Chicago, Ill. [u.a.]: Univ. of Chicago Press, ISBN 02-264-6207-2.
- KUNZ T. H. & LUMSDEN L. F. (2003) Ecology of cavity and the foliage roosting bats in: Kunz, T.H. (1982) *Roosting Ecology of bats*. In *Ecology of bats*. Edited by T.H. Kunz. Plenum Press, New York.
- LAUSEN C. L. & BARCLAY R. M. R. (2006) Benefits of living in a building: big brown bats (*Eptesicus fuscus*) in rocks versus buildings. *Journal of Mammalogy*, 87: 362–370.
- LESINSKI G., FUSZARA, E. & KOWALSKI M. (2000) Foraging areas and relative density of bats (Chiroptera) in differently human transformed landscapes. *Zeitschrift für Säugetierkunde*, 65(3), 129-137.
- LINO A., FONSECA C., GOITI U. & PEREIRA M. J. R. (2014) Prey selection by *Rhinolophus hipposideros* (Chiroptera, Rhinolophidae) in a modified forest in Southwest Europe. *Acta Chiropterologica*, 16(1), 75-83.
- LUNDBERG K. (1989) Social organisation and survival of the pipistrelle bat (*Pipistrellus pipistrellus*), and a comparison of advertisement behavior in three polygynous bat. Ph.D. Thesis, Lund University Sweden, Lund, 88 pp.
- MEHR M., BRANDL R., HOTHORN T., DZIOCK F., FÖRSTER B., MÜLLER J. (2010). Land use is more important than climate for species richness and composition of bat assemblages on a regional scale. *Mammalian Biology*, 76, 451–460.

- MICHEL N., BUREL F. & BUTET A. (2006) How does landscape use influence small mammal diversity, abundance and biomass in hedgerow networks of farming landscapes?. *Acta Oecologica*, 30(1), 11-20.
- MITCHELL-JONES, A. J., G. AMON, W. BOGDANOWICZ, B. KRYŠTUFEK, P. J. H. REIJNDERS, F. SPITZENBERGER, M. STUBBE, J. B. M. THISSEN, V. VOHRALQK, & J. ZIMA (1999) The atlas of European mammals. Academic Press, London, 496 pp.
- PEREIRA M. J. R., SALGUEIRO P., RODRIGUES L., COELHO M. M., & PALMEIRIM J. M. (2009). Population structure of a cave-dwelling bat, *Miniopterus schreibersii*: does it reflect history and social organization?. *Journal of Heredity*, esp032.
- POKORNÝ M., BERKOVÁ H., GAISLER J., ŘEHÁK Z. & ZUKAL J. (2003) Summer occurrence of bats in buildings in the Moravian Karst and its wider surroundings. *Vespertilio* 7:161–168. [In Czech with English summary.]
- R DEVELOPMENT CORE TEAM (2008) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- RAMOS PEREIRA M. J., SALGUEIRO P., RODRIGUES L., COELHO M. M., PALMEIRIM J. M. (2009) Population structure of a cave-dwelling bat, *Miniopterus schreibersii*: does it reflect history and social organization? *Heredity* 100: 533–544.
- REITER G. (2004) The importance of woodland for *Rhinolophus hipposideros* (Chiroptera, Rhinolophidae) in Austria. *Mammalia mamm*, 68(4), 403-410.
- REITER G., WEGLEITNER S., HÜTTMEIR U. & POLLHEIMER M. (2010) Die Alpenfledermaus, *Hypsugo savii* (Bonaparte 1837), in Mitteleuropa. *Nyctalus*, N. F. 15: 158–170.
- RODRIGUES L., ZAHN A., RAINHO A. & PALMEIRIM J. M. (2003) Contrasting the roosting behaviour and phenology of an insectivorous bat (*Myotis myotis*) in its southern and northern distribution ranges. *Mammalia* 67:321–335.

- RUSSO D., ALMENAR D., AIHARTZA J., GOITI U., SALSAMENDI E. & GARIN I. (2005) Habitat selection in sympatric *Rhinolophus mehelyi* and *R. euryale* (Mammalia: Chiroptera). *Journal of Zoology*, 266, 327–332.
- RUSSO D., JONES G. & MIGLIOZZI A. (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.
- SPEAKMAN J. R. & RACEY P. A. (1987) The energetics of pregnancy and lactation in the brown long-eared bat, *Plecotus auritus*. In *Recent Advances in the Study of Bats*. Edited by M.B. Fenton, P.A. Racey, J.M.V. Rayner. Cambridge University of Press, Cambridge.
- TUTTLE M. D. (1979) Status, causes of decline and management of endangered gray bats.
- ULRICH W., SACHANOWICZ K., MICHALAK M. (2007) Environmental correlates of species richness of European bats (Mammalia: Chiroptera). *Acta Chiropterol* 9, 347–360
- WALSH A. L. & HARRIS S. (1996) Factors determining the abundance of vespertilionid bats in Britain: geographical, land class and local habitat relationships. *Journal of Applied Ecology*, 33, 519–529.
- WAWROCKA K., BARTONIČKA T., & REITER A. (2012) *Pipistrellus kuhlii*, a bat species breeding and hibernating in the Czech Republic. *Vespertilio* 16: 351-356.
- ZAHN A. (1999) Reproductive success, colony size and roost temperature in attic-dwelling bat *Myotis myotis*. *J. Zool.* 247: 275–280
- ZAHN A., ROTTENWALLNER A., GUTTINGER R. (2006) Population density of the greater mouse-eared bat (*Myotis myotis*), local diet composition and availability of foraging habitats. *Journal of Zoology*, 269 : 486–493.

6.1 Literárni zdroje údajů do databáze

- BECK, A. & B. SCHELBERT (1999) Neue Nachweis der Grossen Hufeisennase im Kanton Aargau. Untersuchungen zum Lebensraum und Konsequenz für den Schutz. Aargauische Naturforschende Gesellschaft Mitteilungen 35 : 93-113.
- BENDA P., HULVA P., ANDREAS M., UHRI, M. (2003) Notes on the distribution of *Pipistrellus pipistrellus* complex in the Eastern Mediterranean: first records of *P. pipistrellus* for Syria and of *P. pygmaeus* for Turkey. *Vespertilio* 7, 87–95.
- BENDA P., IVANOVA T., HORÁČEK I., HANÁK V., CERVENY J., et al. (2003) Bats (Mammalia: Chiroptera) of the Eastern Mediterranean. Part 3. Review of bat distribution in Bulgaria. *Acta Soc Zool Bohem* 67: 245–357.
- BENDA P., GEORGIAKAKIS P., DIETZ C., HANÁK V., GALANAKI K., et al. (2009) Bats (Mammalia: Chiroptera) of the Eastern Mediterranean and Middle East. Part 7. The bat fauna of Crete, Greece. *Acta Soc Zool Bohemoslovacae Bohemicae* 72: 105–190.
- BERECZKY A. SZ. (2005a) A Taktaköz és a Sajó-Hernádvidék épületlakó denevérpopulációinak alakulása 1995-2001. - In: Molnár, V., Orbán, É. & Molnár, Z. (eds.): A II. Magyar Denevérvédelmi Konferencia (Szabadkígyós, 1999. december 4.), a III. Magyar Denevérvédelmi Konferencia (Tokaj, 2001. december 1.) és a IV. Magyar Denevérvédelmi Konferencia (Szögliget, 2003. november 22-23.) kiadványa [Proceedings of the II. Conference on the Bat Conservation in Hungary (Szabadkígyós, 4th of December 1999), the III. Conference on the Bat Conservation in Hungary (Tokaj, 1th of December 2001) and the IV. Conference on the Bat Conservation in Hungary (Szögliget, 22rd to 23rd of November 2003)], Magyar Denevérkutatók Baráti Köre, Budapest, pp. 71-76.
- BERECZKY A. SZ. (2005b) A Taktaköz és a Hernád-vidék épületlakó denevéreinek és gyöngybagoly-állományának változása 2002-2003. - In: Molnár, V., Orbán, É. & Molnár, Z. (eds.): A II. Magyar Denevérvédelmi Konferencia (Szabadkígyós, 1999. december 4.), a III. Magyar Denevérvédelmi Konferencia (Tokaj, 2001. december 1.) és a IV. Magyar Denevérvédelmi Konferencia (Szögliget, 2003. november 22-23.) kiadványa [Proceedings of the II. Conference on the Bat Conservation in Hungary (Szabadkígyós, 4th of December 1999), the III. Conference on the Bat Conservation in

- Hungary (Tokaj, 1th of December 2001) and the IV. Conference on the Bat Conservation in Hungary (Szögliget, 22rd to 23rd of November 2003)], Magyar Denevérkutatók Baráti Köre, Budapest, pp. 120-122.
- BOLDOGH, S. 2006. The bat fauna of the Aggtelek National Park (Hungary) and its surroundings. *Vespertilio*, 9–10: 33–56.
- BONTADINA F., SCHOFIELD H., & NAEF-DAENZER B. (2002) Radio-tracking reveals that lesser horseshoe bats (*Rhinolophus hipposideros*) forage in woodland. *Journal of Zoology (London)* 258:281–290.
- BÜCS S. Z., JÉRE C. S., CSŐSZ I., BARTI L. & SZODORAY-PARÁDI F. (2012) Distribution and conservation status of cave-dwelling bats in the Romanian Western Carpathians. *Vespertilio*, 16: 97–113.
- DRAGU A. (2009) Species structure of the bat community hibernating in Muierilor Cave (Southern Carpathians, Romania). *North-Western Journal of Zoology*, 5 (2): 281-289.
- GÉCZI I. (1997) Hat év felmérő munkájának eredményei és tapasztalatai Zemplénben és Abaújban. [Results and experience of 6 years' work in Zemplén and Abaúj.] – In: Molnár, V., Molnár, Z. & Dobrosi, D. (eds.): *Az I. Magyar Denevérvédelmi Konferencia (Sarród, 1997. november 29.) kiadványa*. [Proceedings of the I. Conference on the Bat Conservation in Hungary (Sarród, 29th November 1997).] Magyar Denevérkutatók Baráti Köre, Budapest, pp. 11-15.
- GÉCZI I. (2005) A Zempléni-hegység denevérfaunája a legújabb eredmények tükrében. [The bat fauna of the Zemplén mountains in the mirror of the most recent findings]. - In: Molnár, V., Orbán, É. & Molnár, Z. (eds.): *A II. Magyar Denevérvédelmi Konferencia (Szabadkígyós, 1999. december 4.), a III. Magyar Denevérvédelmi Konferencia (Tokaj, 2001. december 1.) és a IV. Magyar Denevérvédelmi Konferencia (Szögliget, 2003. november 22-23.) kiadványa* [Proceedings of the II. Conference on the Bat Conservation in Hungary (Szabadkígyós, 4th of December 1999), the III. Conference on the Bat Conservation in Hungary (Tokaj, 1th of December 2001) and the IV. Conference on the Bat Conservation in Hungary (Szögliget, 22rd to 23rd of November 2003)], Magyar Denevérkutatók Baráti Köre, Budapest, pp. 41-48.

- GODLEVSKA O. V., PETRUSHENKO J., TISHCHENKO V., ZAGORODNIUK (2010) Зимові скупчення кажанів (Chiroptera) у печерах Центрального Поділля (Україна) // Вестник зоології. – 2005. – Том 39, № 2. – С. 37–45.
- GODLEVSKAYA E. V., GHAZALI M. A. & POSTAWA T., 2009: Современное состояние пещерных видов рукокрылых (Mammalia, Chiroptera) Крыма [A current status of cave dwelling bat species (Mammalia, Chiroptera) of the Crimea]. *Vestnik Zoologii*, 43: 253–265 (in Russian, with a summary in English).
- GOMBKÖTŐ P. & BOLDOGH S. (1996) Épületlakó denevérfajok az Aggteleki Nemzeti Park területén és környékén. [House-dwelling bat species in the area and surroundings of Aggtelek National Park.] *Denevérkutatás - Hungarian Bat Research News*. 2: 28-33.
- HORÁČEK I., HANÁK V., ZIMA J., ČERVENÝ J. (1995) K netopýří fauně Slovenska. 1. Letní nálezy 1979- 1992. In: *Netopiere. Skup. Ochr. Nietoperov, Bystrica*, 1: 39-54.
- IFRIM I. & POCORA V. (2007) Preliminary aspects about the specific composition of the bats fauna from three caves of Dobrogea. *Anal. Ştiin. Univ. "Al I. Cuza", Iaşi, s. Biol. animala*, 53: 239-244.
- IVANOVA T. (2000) New data on bats (Mammalia: Chiroptera) from the Eastern Rhodopes, Greece (Thrace, Evros). *Histor. Natur. Bulg.* 11: 117–125.
- JÉRE C. & DÓCZY A. (2005) Data on the bat fauna of the upper part of the Târnava rivers basin (Transylvania, Romania). *Transylvanian Review of Systematical and Ecological Research*, 2: 167–172.
- JUHÁSZ M. (2007) A gerecsei földalatti szálláshelyek denevérfaunisztikai kutatásának újabb eredményei. [New results of the bat faunistic research of the underground shelters in the Gerecse Mts.]. - In: Molnár, V. (ed.): *Az V. Magyar Denevérvédelmi Konferencia (Pécs, 2005. december 3-4.) és a VI. Magyar Denevérvédelmi Konferencia (Mártély, 2007. október 12-14.) kiadványa [Proceedings of the 5th Conference on the Bat Conservation in Hungary (Pécs, 3rd to 4th of December 2005) and the 6th Conference on the Bat Conservation in Hungary (Mártély, 12th to 14th of October 2007)]*, CSEMETE Egyesület, Szeged, pp. 73-76.
- KOSELJ K. & AUPIČ N. (2001) Prispevek k poznavanju favne netopirjev (Mamalia: Chroptera) vzhodne Slovenije. *Natura Sloveniae* 3: 41-62

- KOVÁTS D., HABARICS B. & URBÁN H. (2008) Épületlakó denevérfajok populációdinamikai vizsgálata gyöngybaglyok jelenlétében, a Szatmár-Beregi Tájvédelmi Körzet területén. [The changes of population of house-dwelling bat colonies in the presence of Barn Owls (*Tyto alba*) in the Szatmár-Bereg Landscape Protection Area (Hungary)]. *Denevérkutatás - Hungarian Bat Research News*. 4: 59-73.
- MICEVSKI N., PRESETNIK P., MICEVSKI B. & CEL'UCH M. (2014) Contribution to knowledge about Macedonian bat fauna. *Vespertilio*, 17: 103–114, 2014
- MOLENAAR T. & REGELINK J. (2012) Ingekorven vleermuis in Midden-Limburg. Provincie Limburg. 13 pp. zoek naar verdwenen dieren in augustus 2012.
- MURARIU D. (2004) New reports on the distribution of three bat species (Mammalia: Chiroptera) of Romania. *Travaux du Muséum National d'Histoire Naturelle "Grigore Antipa"*, 46: 271–279.
- PAPADATOU E., PRADEL R., SCHAUB M., DOLCH D., GEIGER H., IBAÑEZ C., KERTH G., POPA-LISSEANU A., SCHORCHT, W., TEUBNER J. & GIMENEZ O. (2011). Comparing survival among species with imperfect detection using multilevel analysis of mark-recapture data: a case study on bats. *Ecography* Available at: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1600-0587.2011.07084.x/full> (accessed 20 September 2011).
- PAPP K. (1996) Adatok Győr-Moson-Sopron megye épületlakó denevérfaunájához. [Data on the house-dwelling bat fauna of Győr-Moson-Sopron county.] *Denevérkutatás - Hungarian Bat Research News*. 2: 22-27.
- PAPP K. (1997) Újabb adatok Győr-Moson-Sopron megye épületlakó denevérfaunájához. [New records on the house-dwelling bat fauna in Győr-Moson-Sopron county.] – In: Molnár, V., Molnár, Z. & Dobrosi, D. (eds.): *Az I. Magyar Denevérvédelmi Konferencia (Sarród, 1997. november 29.) kiadványa*. [Proceedings of the I. Conference on the Bat Conservation in Hungary (Sarród, 29th November 1997).] Magyar Denevérkutatók Baráti Köre, Budapest, pp. 21-25.
- PRESETNIK P. (2001) Popis netopirjev okolice Turjaka. *Natura Sloveniae* 3: 5-18.

- PRESETNIK P. (2004) Bat species and conservation issues in the castle Grad na Goričkem (NE Slovenia). *Mammalia* 68(4): 427–435.
- PRESETNIK P., PAUNOVIĆ M., KARAPANDŽA B., ĐUROVIĆ M., IVANOVIĆ Č., ŽDRALEVIĆ M., BENDA P., BUDINSKI I. (2014). Distribution of bats (Chiroptera) in Montenegro. *Vespertilio* 17: 129–156.
- UHRIN M., LEHOTSKÁ B., BENDA P., LEHOTSKÝ R. & MATIS Š. (1997) Rozšírenie netopierov na Slovensku. Časť 3, *Miniopterus schreibersi*. *Vespertilio*, 2: 113–130.
- UHRIN M., BOLDOGH S., BÜCS S., PAUNOVIC M., et al. (2012) Revision of the occurrence of *Rhinolophus euryale* in the Carpathian region, Central Europe. *Vespertilio*; 16:289–328.
- ZAHN A. (1999) Reproductive success, colony size and roost temperature in attic-dwelling bat *Myotis myotis*. *Journal of Zoology (London)*, 247, 275–280