

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Přírodovědecká fakulta



Bakalářská práce

**STANOVENÍ POČETNOSTI NETOPÝRA VODNÍHO
(*Myotis daubentonii*) NA VYBRANÉM ÚZEMÍ
ČESKOBUDĚJOVICKÉ PÁNVE**

Vypracovala: Tereza Březinová
Školitel: Mgr. Radek Lučan

2010

Březinová, T. (2010): Stanovení početnosti netopýra vodního (*Myotis daubentonii*) na vybraném území Českobudějovické pánve [Assessing the abundance of Daubenton's bats (*Myotis daubentonii*) in selected area of the Českobudějovická basin] – 32 p. + III, Faculty of Sciences, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

Anotation: The first part of this Bc. thesis summarizes the methods which are used for the study of population biology of bats. In the second (practical) part I assigned the abundance of Daubenton's bats in the selected area of Českobudějovická basin. In addition, I researched how the number of bats is changing with the increase of distance from the pond's bank; comparing the changes in the abundance between seasons 2008/2009 and estimating a minimal population density of Daubenton's bats.

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění, souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 29. dubna 2010

.....

Mé poděkování patří školiteli Mgr. Radku Lučanovi, za jeho odborné rady, připomínky a poskytnutí možnosti se začlenit do dalších výzkumných projektů studujících netopýry.

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

Vřelý dík patří mé spolubydlící Ayuku, za její přátelství, laskavost a ochotu mi vždy pomoci.

V neposlední řadě bych ráda poděkovala Simče Polákové za její cenné připomínky a rady vztahující se k vyhodnocování dat ve statistice. Haničce a Matějovi za korekturu. Dále Terezce, Peťce, Filipovi, Frantovi, Davidovi a mnoha dalším za pomoc během počítání netopýrů na rybnících.

A nakonec bych chtěla poděkovat mému příteli Martinovi Bradáčovi, za pomoc nejen při veslování na rybnících a technické úpravě této práce, ale i za jeho podporu, povzbuzení a za krásné chvíle strávené v jeho blízkosti.

Obsah

1	Úvod	1
1.1	Cíle práce	2
1.2	Metody studia početnosti netopýřích populací	3
1.2.1	Odchyt do nárazové sítě	3
1.2.2	Harfová past	4
1.2.3	Odchytové pytle	5
1.2.4	Sběr kadáverů	5
1.2.5	Guánové pasti	6
1.2.6	Kroužkování	6
1.2.7	Molekulárně genetická analýza	8
1.2.8	PIT čipování	8
1.2.9	Sčítání v úkrytech letních kolonií	9
1.2.10	Sčítání na zimovištích	9
1.2.11	Detektoring	10
1.2.12	Telemetrie	10
1.2.13	Sčítání jedinců v kuželu světla	11
1.3	Výběr cílové metody pro kvantitativní stanovení početnosti netopýřích populací	11
1.4	Zkoumaný objekt netopýř vodní (<i>Myotis daubentonii</i>)	12
2	Materiál a metodika	14
2.1	Studované území	14
2.2	Záznam netopýřů vodních lovcích v kuželu světla	15
2.3	Početnost netopýřů vodních měnící se se vzdáleností od břehu rybníka	16
2.4	Extrapolace počtu netopýřů vodních na vybranou část Českobudějovické pánve	17
2.5	Výpočet rozmístění druhu na zkoumaném území	18
2.6	Statistické analýzy	18
3	Výsledky	19
3.1	Vliv velikostní kategorie rybníka na početnost netopýřů vodních na jednotlivých pozorovacích bodech	19
3.2	Početnost netopýřů vodních se vzdáleností od břehu rybníka	20
3.3	Extrapolace počtu netopýřů vodních na vybranou část Českobudějovické pánve	21
3.4	Porovnání početnosti v sezónách 2008-2009	21
4	Diskuze	22
4.1	Populační hustota	22
4.2	Role charakteru rybníka na početnost netopýřů	23
4.3	Početnost netopýřů vodních s rostoucí vzdáleností od břehu rybníka	24
4.4	Porovnání početnosti netopýřa vodního mezi sezónami 2008 a 2009	25
5	Závěr	26
6	Literatura	27
7	Příloha	32

1 Úvod

V dnešní době se výzkum netopýrů těší poměrně velkému zájmu. Zkoumání těchto savců je ale do určité míry obtížné kvůli jejich biologickým návykům, jakými jsou například noční způsob života a obecně velká prostorová aktivita (Flaquer et al., 2007). Na úskalí, která v sobě nese výzkum biologie netopýrů, poukazují metodické studie.

Jednou skupinou výzkumů využívajících metod jsou populační studie. Ty nám umožňují získat přehled například o hustotě druhů netopýrů v určitém geograficky vymezeném území. Každá z populačních studií nám může poskytnout jedinečné informace o druhové početnosti, nicméně se u nich téměř vždy setkáváme s určitým biologickým nebo technickým omezením.

Téma mé bakalářské práce vychází ze skutečnosti, že na našem území neexistují data o řádových odhadech početnosti netopýrů. Sice můžeme nalézt práce o stanovení hustoty populací těchto zvířat v krajině, ale přesto je počet studií zabývajících se touto problematikou značně omezený. Proto jsem se pokusila v této práci vybrat metody, které nějakým způsobem zkoumají populační biologii netopýrů a následně po výběru vhodné metodiky stanovit početnost netopýra vodního (*Myotis daubentonii*) v Českobudějovické pánvi.

1.1 Cíle práce

- porovnat jednotlivé metody studia početnosti netopýřích populací z pohledu jejich efektivity ve vztahu k získání relevantních údajů o abundanci netopýřů v geograficky vymezeném území
- vybrat vhodnou metodu pro stanovení početnosti netopýřího druhu na území Českobudějovické pánve

Na základě co nejobsáhlejšího datového aparátu shromážděného terénním výzkumem v prostoru Budějovické pánve

- zjistit, jak se liší početnost netopýřů vodních na jednotlivých pozorovacích bodech v závislosti na velikosti vodní plochy
- jak se liší početnost netopýřů vodních s rostoucí vzdáleností od břehu vodní plochy
- stanovit početnost/hustotu netopýřů vodních ve studovaném území
- porovnat početnost netopýra vodního ve dvou sezónách

1.2 Metody studia početnosti netopýřích populací

1.2.1 Odchyt do nárazové sítě

Jednou z nejpoužívanějších metod při stanovování početnosti netopýřů je odchyt do nárazové sítě. Výhodou této techniky je její časově nenáročná jednoduchá obsluha a prostorová flexibilita (Kunz & Kurta, 1988; Francis, 1989). Tato metoda primárně slouží k odhadu netopýří diverzity na konkrétním území (Larsen et al., 2007), využít ji však lze i ke kvantifikaci relativní početnosti především za účelem dlouhodobého monitoringu početnostních trendů (Winhold et al., 2008). U netopýřů chycených do nárazové sítě lze snadno identifikovat druhovou příslušnost, určit velikost těla, pohlaví, úroveň ektoparazitace, zdravotní a reprodukční stav chyceného jedince (O'Farrell & Gannon, 1999; Ellison et al., 2007). Tato metoda s sebou však nese i určitá omezení. Jde především o to, že přehled fauny není v důsledku selektivity odchytu často úplný. Některé druhy kvůli jejich specifické strategii lovu či dokonalosti echolokačního aparátu lze chytit jen výjimečně (O'Farrell & Gannon, 1999). Pro vysoko létající druhy se používají odchytové sítě vytažené do korun stromů (Simmons & Voss, 1998).

Na sítě instalované na stejném místě několik nocí po sobě se u netopýřů objevilo naučené vyvarovací chování, kvůli kterému klesl úspěch odchytu (Larsen et al., 2007). Na základě těchto znalostí mnoho autorů navrhlo možnosti, jak zvýšit úspěšnost při odchytu co nejvyššího počtu druhů na zkoumaném území. Síť by měla být umístěna na místě s dobrým pokrytím koruny, například v letovém koridoru nebo blízko rybníků či řek, kde je obecně aktivita netopýřů vysoká (Flaquer et al., 2007). Vhodné je také natažení velkého počtu sítí a načasování odchytu mimo období úplňku z důvodu možné existence lunární fobie u některých druhů (Usman et al., 1980). I přes tato omezení je chytání do sítí nezbytné pro získávání doplňujících informací o druhové diverzitě ve zkoumaném území, a to v kombinaci ještě s jinými technikami, jakou je například detektoring (Weller & Lee, 2007). Pouze přímým odchtem lze získat některé důležité informace, např. o pohlaví, stáří, parazitaci, reprodukčnímu stavu a dalších, jinými metodami nezjistitelných parametrů. Obecnou nevýhodou je nutnost neustálé přítomnosti výzkumníků při odchytu, neboť většina netopýřů se dokáže ze sítě pomocí kousání poměrně rychle vyprostit, čímž zároveň síť značně poškodí.

1.2.2 Harfová past

Další metodou patřící do kategorie odchyťového zařízení je harfová past. Bylo popsáno velké množství pastí, ale žádná z nich nedosáhla takové popularity jako past navržená Tuttle (1974). Tuttle trap, jak zní její anglický název, se vyznačovala přiměřenou velikostí, přenositelností a jednoduchým vyproštěním chycených netopýrů v porovnání s předchozími pastmi (Tuttle, 1974). Úspěšnost odchyťu netopýří kolonie závisí nejen na její velikosti a velikosti výletového otvoru, ale úspěšnost také ovlivňuje věk, reprodukční stav a naučené chování při vyvarování se této pasti (Kunz & Anthony, 1977). Past je pro netopýry méně stresující než nárazové sítě (Flaquer et al., 2007). Může být umístěna jak ve volném prostoru (nad vodou, letové koridory netopýrů), tak v uzavřeném prostoru (jeskyně, půda) (Kunz & Kurta, 1988). Harfová past je účinnější pro odchyť rychle létajících netopýrů. Podle Francis (1989) je úspěšnost chycení do pasti ovlivněna velikostí těla a frekvencí echolokačního hlasu. Francis (1989) i Berry (2004) považují harfovou past za účinnější než nárazovou síť, a to díky větší obtížnosti rozpoznání sítě netopýry. Tyto pasti mají několik výhod v porovnání s jinými typy odchyťu letících netopýrů. Harfové pasti, na rozdíl od nárazových sítí, nevyžadují pravidelné kontroly, proto může být rozmístěno ve studovaném území několik pastí ve stejnou dobu. Nicméně je zde možné nebezpečí predace chycených netopýrů v odchyťovém pytli (Kunz & Kurta, 1988). Další možný problém může nastat při vzájemném pokousání chycených druhů či přenosu vztekliny. Při chycení velkého počtu jedinců během krátkého časového úseku hrozí smrt udušením (Kunz & Kurta, 1988). Nevýhodou oproti sítím je poměrně náročnější logistika a příprava odchyťového zařízení. Při transportu se harfové sítě obvykle rozkládají a sestavení jedné pasti je výrazně časově náročnější než např. postavení jedné (nepoměrně větší) sítě. I tato metoda může být použita pro zjišťování relativní početnosti, ale jako u všech metod, tak i zde záleží na vhodném výběru cílového druhu (Francis, 1989).

1.2.3 Odchytové pytle

Odchytové pytle (dále jen pytle) jsou dalším zařízením vhodným pro sběr jedinců. Pytle jsou využívány k odchytu netopýrů, kteří se ukrývají v malých dírách či štěrbinách na stromech anebo v budovách. Z počátku bývaly k výletovým otvorům umístovány látkového pytle na konstrukci z drátů (Kunz & Kurta, 1988). Nevýhodou této pasti bylo to, že pro chycené netopýry bylo relativně lehké z pytle vylézt. Metoda se stala účinnější při výměně látkového pytle za polyethylenový. Netopýrům díky hladkému povrchu, na který se nemohli zavěsit, bylo znemožněno z pytle vylézt. Další výhodou umělého materiálu je jeho odolnost vůči vodě (Kunz & Kurta, 1988). Při výzkumu úkrytové preference u netopýrů rezavých (*Nyctalus noctula*) byly odchytové pasti vylepšeny pomocí natažených rybářských vlasců, do kterých vylétávající netopýři naráželi a padali do připraveného polystyrenového pytle (Gaisler et al., 1979). Tímto vylepšením se také zamezilo úniku vylétávajících jedinců a jejich návrat zpět do úkrytu. Toto vylepšené odchytové zařízení nevyžaduje již stálou pozornost výzkumníka a umožňuje rozmístit pasti k více výletovým otvorům (Kunz & Kurta, 1988). Tato metoda je vhodná pro studie zkoumající určitou netopýří kolonii, populační dynamiku kolonie v konkrétním úkrytu či úkrytové preference druhu. Při použití této metody musíme mít na zřeteli, že chycení netopýři vydávají akustické signály varující členy kolonie před nebezpečím. Proto se v některých případech může stát, že kolonie z úkrytu nevyletí celá a část jedinců v něm zůstane (Lučan, 2001).

1.2.4 Sběr kadáverů

Mezi metody poskytující informace o diverzitě netopýřích druhů na konkrétním území můžeme zařadit i monitoring mortality v důsledku silničního provozu. Cenné údaje lze tímto způsobem získat především na frekventovaných komunikacích nacházejících se v blízkosti vodních ploch (Gaisler et al., 2009) či lesních komplexů lemujících dopravní komunikaci (Lesinski, 2007). Mortalita netopýrů vlivem srážky s dopravními prostředky závisí na lovecké strategii druhu netopýrů a na výšce letu

(Lesinski, 2007). Díky kombinaci nalezených kadáverů a akustického záznamu letících a lovcích jedinců kolem silnic víme, že se tato metoda týká jen určitých druhů, které mají tendenci přeletovat dopravní tepnu nízko nad zemí, přičemž dochází ke kolizi s jedoucími vozidly. Častými oběťmi jsou netopýři rodu *Pipistrellus*, netopýr vodní (*Myotis daubentonii*) (Gaisler et al., 2009) či netopýr řasnatý (*Myotis nattereri*) (Lesinski, 2008). Netopýr rezavý (*Nyctalus noctula*), druh často lovcí nad silnicemi, se stává obětí provozu jen výjimečně, protože létá 10 – 50 m nad zemí (Gaisler et al., 2009; Lesinski, 2007).

1.2.5 Guánové pasti

Guánové pasti jsou řazeny mezi zařízení nezasahující do aktivity netopýřích populací. Tyto nízkonákladové pasti fungují na základě zachycování netopýřního trusu do speciálních plachet. Tato metoda by měla poskytovat přímé informace o využívání konkrétního území netopýřními populacemi, posouzení noční a sezónní aktivity na místech využívaných jako úkryty (Zielinski et al., 2007). Pasti nevyžadují každodenní kontroly. Ve volném prostoru jsou použitelné jen na tom území, kde je významně vyšší lovecká aktivita netopýřů. Ale i přes vyšší aktivitu je ve volném prostoru metoda značně omezena nedostačující velikostí guánových pastí a častému poškození jak zvířaty, tak lidmi (Brigham et al., 2002). Použitelnost pastí se však neomezuje jen na volný prostor, metoda je využívána i ve stromových dutinách či jiných úkrytech. Na základě DNA odebrané ze vzorku guána můžeme určit druhovou příslušnost netopýřů, kteří se vyskytují v konkrétním úkrytu (Zinck et al., 2004).

1.2.6 Kroužkování

Kroužkování má dlouhou tradici a je považováno za jednu ze základních metod používaných při výzkumu netopýřů. Pomocí kroužkování byly získány poznatky týkající se migrace řady druhů, opětovných návratů jedinců a subpopulací do letních či zimních úkrytů (filopatrie) a také topografických vztahů mezi letními koloniemi

a zimovišti (Reiter, 1998; Hoyle et al., 2001). Jako jediná tato metoda umožňuje určení přesného stáří netopýrů ve volné přírodě (Gaisler et al., 2003). Snaha značkovat netopýry i mimo jejich úkryty vedla ke kombinaci kroužkování s odchytovými sítěmi. Zadržení jedinci byli označeni vhodným kroužkem (ptačím se zbroušenými hranami nebo netopýřím), který byl umístěn na předloktí netopýra (Gaisler et al., 2003). Horáček (1981) stanovil díky kroužkovací technice odhad populační hustoty (na základě odchytu jedinců, jejich označení kroužkem a znovuchycení), věkovou strukturu populace a mnoho dalších populačně ekologických charakteristik životního cyklu netopýra velkého (*Myotis myotis*) ve středních Čechách, a to za použití matematického modelu analyzujícího data z kroužkování. Tento model se během času velmi zdokonalil, práci s vyhodnocením různých parametrů dnes usnadňuje počítačový program MARK (White & Burnham, 1999). Aby následný výstup analýzy dat byl dostatečně robustní, metoda kroužkování vyžaduje extrémní časovou náročnost. Při vyhodnocení dat musíme brát v úvahu relativní počet retrapů a migralitu příslušného druhu (u sedentárních netopýrů je počet retrapů vyšší než u migrujících).

Od této kdysi velmi hojně používané metody se v České republice i jinde v Evropě v 80. a na počátku 90. let ustoupilo pro její negativní vliv na kroužkovance. Od druhé poloviny 90. let bylo doporučeno, aby se kroužkování omezilo pouze na jedince odchycené do sítí. Povolení ke kroužkování však bylo poskytnuto těm, kteří tuto metodu nezbytně potřebovali pro konkrétní dobře zdůvodněný projekt (Reiter, 1998). Bylo prokázáno, že převážně menší a těsnější kroužky na předloktí netopýrů způsobují zranění předloktí či zarůstání kroužku do tkáně (Zambelli et al., 2009). Reiter (1998) také u kroužkovanců zaznamenal zvýšenou mortalitu. Při studiu bylo odhaleno, že chiropterologické kroužky v důsledku větší plochy poškozují předloktí netopýrů častěji než kroužky ornitologické. V rámci posuzování hojnosti příslušných druhů, jsou počty kroužkovanců měřítkem celkového počtu jedinců jen zčásti, protože počet okroužkovaných jedinců daného druhu závisí na jeho dostupnosti v krajině, velikosti letních kolonií a dalších faktorech (Gaisler et al., 2003).

1.2.7 Molekulárně genetická analýza

V rámci odhadů početnosti netopýřích populací se v poslední době setkáváme i s metodami, které využívají molekulárně genetické analýzy. I u této metody se pro odhad velikosti populace používá technika chycení, označení (či odebrání vzorku), vypuštění a opětovné odchycení jedince (v angličtině capture – mark – recapture) (Miller et al., 2005). Vzorky DNA se u netopýřů nejčastěji odebírají z křídelní blány. Místo odběru o průměru 2 mm se časem zacelí, nikterak neomezuje let a nemá žádný negativní dopad na zdravotní stav jedince (Anděra & Horáček, 2005).

1.2.8 PIT čipování

Moderní metodou, jak efektivněji získávat zpětná pozorování označených jedinců, je použití PIT čipů (PIT - Passive Integrated Transponder) (Ellison et al., 2007). Tato metoda používá malý čip, který je jedinci injekčně zaveden pod kůži. Tato aplikace může být pro jedince stresující a může způsobit i zánětlivé reakce. PIT snímač, umístěn do výletového otvoru z úkrytu, zaznamenal označené jedince mnohem častěji než konvenční metody, jakými jsou chytání do sítí či do pastí (Ellison et al., 2007). Tato metoda se využívá zejména pro výzkum populační dynamiky netopýřího druhu. Velkou výhodou je, že PIT snímač odebírá záznamy pasivně, aniž by nějakým způsobem narušoval netopýří aktivitu. U konvenčních metod se setkáváme s obtížností odchytit již jednou chycené netopýře. Ti se po předchozí zkušenosti již vyhýbají sítím a tento trend negativně ovlivňuje odhad na základě retrapů (Ellison et al., 2007). Mezi další výhody PIT snímače zařazujeme i jeho dlouhou životnost v porovnání s netopýřími kroužky, které mohou být poškozeny a záznam na kroužku smazán kousáním nebo zarůstáním kroužku do tkáně předloktí (Ellison et al., 2007). Tato metoda se nehodí pro krátkodobé výzkumy kvůli vysoké pořizovací ceně. Pro dlouhodobé projekty by však PIT zařízení mohlo být vhodné.

1.2.9 Sčítání v úkrytech letních kolonií

Pro zjišťování minimální populační hustoty je vhodných několik metodologických technik. Jednou z nich je kontrola letních kolonií. Tato metoda nám dá přehled o druhovém bohatství netopýří fauny vyskytující se na konkrétním území a poskytne i určitý minimální populační odhad netopýřího druhu (Flaquer et al., 2007; Jones et al., 1996). Neobvyklý postup při kontrole letních kolonií praktikovali Jones et al. (1996), kdy do dohledání kolonií zapojili i širší veřejnost.

Zde je ale důležité upozornit na slovo minimální, protože objevení všech úkrytů na studované ploše není reálné. Hledání úkrytů je vhodné v kombinaci s dalšími technikami, které zvyšují pravděpodobnost jejich nalezení. Kombinace je vhodná například s ultrasonickým detektorem (Jones et al., 1996) nebo telemetrií (Fenton et al., 2000). Použití telemetrie je efektivní hlavně u štěrbinových druhů netopýřů, kteří jsou jinak velmi těžko dohledatelní (Fenton et al., 2001; Lučan et al., 2009). Při použití zmíněné techniky je také nezbytné znát biologii netopýřů (Jones et al., 1996; Fenton et al., 2001). Tato znalost nám usnadní nalezení úkrytů. V porovnání s odchycem do sítí či použitím ultrasonického detektoru je technika vhodná pro prostorové druhy netopýřů, jejichž přítomnost je snadněji zjištělná. K nim patří na našem území vrápenec malý (*Rhinolophus hipposideros*) (Flaquer et al., 2007) či netopýr velký (*Myotis myotis*).

1.2.10 Sčítání na zimovištích

V České republice má sčítání netopýřů na zimovištích poměrně dlouhou tradici a v průběhu posledního desetiletí metoda nabrala na našem území masových rozměrů. Tato sčítací metoda se ovšem omezuje jen na druhy, které tráví čas hibernace v podzemních prostorách jako jsou například jeskyně, štoly či opuštěné sklepy, takže je monitorována pouze část druhového spektra netopýřího společenstva. Mezi často nalezené druhy v podzemí patří netopýr velký (*Myotis myotis*), vrápenec malý (*Rhinolophus hipposideros*) či netopýr vodní (*Myotis daubentonii*). Dlouhodobé sledování na zimovištích nám poskytuje cenné informace o změnách početnosti netopýřů v temperátní zóně (Uhrin et al., 2010).

1.2.11 Detektoring

Detektoring, již dvě desetiletí hojně využívaná bezkontaktní metoda pro terénní výzkum (Ahlén & Baagoe, 1999), nám sice neposkytuje údaje o přesném počtu jedinců, ale můžeme díky němu získat cenné informace o diverzitě netopýřích společenstev a také údaje o biotopových preferencích a relativní aktivitě jednotlivých druhů na konkrétních lokalitách (Vaughan et al., 1997; Gorresen et al., 2008). Jednou z výhod detektoru je možnost získat data z rozsáhlejšího území než by bylo možné užitím odchyťových zařízení (O'Farrell & Gannon, 1999; Murray et al., 1999).

Metoda není vhodná pro druhy s malou intenzitou echolokačního výkřiku (Walsh & Harris, 1996), protože záznam o přítomnosti těchto druhů může být podhodnocen. Mezi druhy s malou intenzitou echolokačního výkřiku patří například vrápenec malý (*Rhinolophus hipposideron*) či netopýr ušatý (*Plecotus auritus*). Počet druhů zjištěný detektorem byl signifikantně vyšší než pomocí odchyty do nárazových sítí (O'Farrell & Gannon, 1999; Murray et al., 1999; Flaquer et al., 2007), ale pro ucelený soupis druhů netopýřů je na vybraném území doporučováno kombinovat detektoring spolu s odchyťovým zařízením (O'Farrell & Gannon, 1999).

1.2.12 Telemetrie

Telemetrie je běžná, široce využívaná metoda uplatnitelná při výzkumu netopýřů. Zvířata jsou označena vysílačkou upevněnou na zádech, která dovoluje jejich okamžité sledování pomocí přijímacího zařízení a antény (Wilkinson & Bradbury, 1988). Díky nepřetržitému pozorování netopýří aktivity po několik dnů dovoluje získat informace o úkrytových preferencích daného druhu netopýřů, loveckém chování, výběru habitatu a dalších údajích o biologii druhu (Fenton et al., 2001; Neubaum et al., 2005; Lučan et al., 2009). Aldridge a Brigham (1988) na základě nálezů navrhují, že zvíře o hmotnosti menší než 70 g by mělo nést přívěšek odpovídající 5% hmotnosti jejich těla. Při takové hmotnosti přívěšku vědci zaznamenali nulový negativní vliv na zdravotní stav, manévrovatelnost a reprodukci zvířete (Aldridge & Brigham, 1988; Neubaum et al., 2005).

1.2.13 Sčítání jedinců v kuželu světla

Poprvé byla tato metoda použita Riegerem a Walzthonym (1993). Metodu počítání jedinců v kuželu světla lze použít jen u druhů netopýrů, které lze bezpečně identifikovat na základě vizuálního pozorování. V Evropě mezi tyto druhy patří netopýr vodní (*Myotis daubentonii*), netopýr dlouhonožý (*Myotis capaccini*) a netopýr pobřežní (*Myotis dasycneme*). Všechny tyto druhy mají podobný styl lovu s malými obměnami, například netopýr pobřežní loví hmyz na rozdíl od netopýra vodního nad vodní hladinou přímým, jistým letem, takřka bez náhlých obrátů (Anděra & Horáček, 2005). Pro Českou republiku je z těchto zmíněných druhů nejhojnější netopýr vodní. Netopýr pobřežní patří na našem území mezi nejvzácnější druhy a jeho výskyt byl zatím doložen jen v severních Čechách a ostrůvkovitě na Moravě. Netopýr dlouhonožý se ve střední Evropě nevyskytuje (Anděra & Horáček, 2005).

V práci Dietze et al. (2006) byla touto metodou stanovena relativní početnost netopýra vodního ve vybraném území blízko německého města Giessenu. Pro kvantitativní odhad populace na vymezeném území je vhodným druhem pro jeho charakteristické a dobře prostudované lovecké chování vázané striktně na vodní plochy (Dietz et al., 2006). Sčítání ve světelném kuželu umožňuje získat nejen rámcové údaje o početnosti populace, ale také minimální populační hustotu na vytyčeném území.

1.3 Výběr cílové metody pro kvantitativní stanovení početnosti netopýří populace

Díky analýze jednotlivých metod studia početnosti netopýřích populací v geograficky vymezeném území můžeme tedy metody rozdělit na ty, které zjišťují relativní početnost druhu (odchyťová zařízení, sběr kadáverů, detektoring), odhad populační hustoty, velikost populace a populační dynamiku (sčítání v kuželu světla, sčítání jedinců v letních a zimních koloniích, PIT čipy, kroužkování, molekulárně genetická analýza (capture – mark – recapture)) a na metody, které jsou schopny stanovit jen přítomnost či absenci netopýrů na konkrétním území (guánové pasti). Telemetrie je vhodná pro výzkum biologie druhu, ale nemůžeme ji zahrnout

do kvantitativních metod.

Každá metoda s sebou nese určitá omezení. Někdy se však tato omezení mohou alespoň částečně eliminovat. Vhodná je kombinace více metod najednou, jako například spojení detektoringu a odchyťového zařízení pro odhad relativní početnosti druhů na vybraném území. Ale ve většině případů se setkáme s takovým omezením, kterému nelze nijak předcházet. Pro stanovení početnosti druhu netopýra na vybraném území jsou vhodné tyto metody: sčítání lovcích netopýrů vodních v kuželu světla na vodní ploše, sčítání netopýrů v letních koloniích, kroužkování a molekulárně genetická analýza. Kroužkování a molekulárně genetickou analýzu jsem zamítla z důvodu extrémní časové náročnosti.

Při výběru metody pro kvantitativní stanovení početnosti vhodného netopýřího druhu jsem brala v úvahu několik aspektů. Jedním z nich byl charakter studované plochy. Do mozaikovitě krajiny Českobudějovické pánve je zahrnutý i velký počet rybníků různé velikosti, které zaujímají nemalý podíl z celkové plochy pánve. Především kolem těchto vodních ploch se vyskytují zachovalejší přírodní biotopy, jako jsou aleje starých stromů na hrázích, aj.. Ty mohou sloužit jako potencionální úkryty pro štěrbinové druhy netopýrů (například netopýr vodní). Dále jsem také při výběru metody zohlednila relativní početnost druhů netopýrů nacházející se na tomto území. Z práce Lučana et al. (2007) je zřejmé, že netopýr vodní je jednoznačně nejhojnějším zaznamenaným druhem v celém českobudějovickém regionu. Na základě těchto kritérií jsem se rozhodla pro svůj výzkum zvolit počítání jedinců v kuželu světla. Metoda počítání jedinců v kuželu světla je v souvislosti s monitoringem aktivity právě tohoto druhu dobře zavedená a osvědčená (Rieger & Walzthony, 1993; Dietz et al., 2006).

1.4 Zkoumaný objekt netopýr vodní (*Myotis daubentonii*)

Netopýr vodní, druhý nejhojnější druh v České republice (Anděra & Horáček, 2005), patří do čeledi *Vespertilionidae*. Tomuto druhu byla v posledních několika desetiletích věnována zvýšená výzkumná pozornost především

v souvislosti s nápadnou pozitivní dynamikou jeho početnosti v posledních cca 40 letech (Kokurewicz, 1995).

Netopýři vodní preferují jako svá loviště vodní biotopy (Miller & Degn, 1981; Jones & Rayner, 1988; Kalko & Schnitzler, 1989). Toto tvrzení podporuje i řada prací, které díky telemetrii či detektoringu dokázaly, že netopýři vodní tráví kolem 90% ze své noční aktivity v blízkosti vody či nad ní (Vaughan et al., 1997; Encarnacao et al., 2004). Netopýři vodní upřednostňují klidné stojaté vodní plochy před tekoucími (Rydell et al., 1999; Warren et al., 2000; Siemers et al., 2001). Jednou z hlavních rolí ve výskytu tohoto druhu hraje příbřežní vegetace nacházející se na okraji rybníků (Warren et al., 2000; Ciechanowski, 2002). Zmíněná preference příbřežní vegetace je zapříčiněna vazbou na potravní nabídku (Rieger & Walzthony, 1993; Encarnacao et al., 2005) Množství hmyzu se odvíjí od přítomnosti příbřežní vegetace. U netopýra vodního představují kořist dvoukřídlí (Diptera), převážně pakomárovití (Chironomidae), dále také chrostíci (Trichoptera), jepice (Ephemeroptery), blanokřídlí (Hymenoptery) a motýli (Lepidoptera) (Vaughan et al., 1997; Flavin et al., 2001).

Při detekci a chytání kořisti netopýři vodní létají většinou nízko nad vodní hladinou (< 20 cm), přičemž trajektorie jejich letu nejvíce připomíná svým tvarem ležatou osmičku. Rozpětí této trajektorie je obvykle 50 – 100 m (Jones & Rayner, 1988; Kalko & Schnitzler, 1989). Netopýři vodní používají dvě techniky lovu – buď ze své letové osy vzlétnou do výšky a chytí kořist (tzv „aerial hawking“) či kořist seberou z vodní hladiny (tzv „gaffing“) (Jones & Rayner, 1988; Kalko & Schnitzler, 1989). Díky této technice lovu je netopýr vodní jedním z mála našich druhů, které můžeme bezpečně identifikovat i na základě pouhého pozorování. Kapfer et al. (2008) pomocí telemetrie stanovili, že označení jedinci netopýra vodního navštívili za jednu noc 1 až 3 rybníky a že hlavní letecká vzdálenost mezi úkrytem a lovištěm se nachází ve vzdálenosti $2,4 \pm 1,0$ km.

2 Materiál a metodika

2.1 Studované území

Území, na kterém probíhala výzkumná práce, se nachází v severozápadní části Jihočeska a zahrnuje velkou část Českobudějovické pánve (viz Příloha I). Ta leží v nadmořské výšce cca 380 m n.m. a podle klimatologické rajonizace patří studované území do mírně teplé klimatické oblasti – MT 11 (Quitt, 1970). Průměrné teploty se v této oblasti pohybují v dubnu mezi 7 – 8 °C a v červenci mezi 17 – 18 °C. Ve vegetačním období činí průměrný srážkový úhrn 350 – 400 mm, v zimě pak 200 – 250 mm.

Hranice studijní plochy byla na východě vytyčena Vltavou (není začleněna), další hraniční body tvořily rybníky Pohrobný (Zbýšov), Dvořák (Chvalešovice), Horní (Novosedly), Dehtář (Dehtáře), Beranov (Čakov), Černodubský (Nové Homole). Vyjmenované rybníky byly do zkoumané plochy zahrnuty.

Na tomto území se rozkládá množství rybníků různých velikostí (< 1 - 394 ha), rybničních soustav a potoků, které většinou ústí do rybníků. Celková rozloha zkoumaného území činí 23 783 ha, z něhož 2 540 ha zaujímají rybniční plochy. Procentuální zastoupení rybničních ploch je 10,67 %.

Práce probíhala v letech 2008 - 2009. V sezóně 2008 bylo navštíveno 37 rybníků a v sezóně 2009 77 rybníků. Rybníky byly rozděleny do šesti kategorií podle velikosti (Tab. 1).

Tab. 1: Rozdělení rybníků podle velikosti.

Kategorie	Velikost [ha]
1	0,8 – 5
2	5 – 10
3	10 – 20
4	20 – 40
5	40 – 60
6	> 60

2.2 Záznam netopýrů vodních lovcích v kuželu světla

Počet jedinců netopýra vodního byl sčítán pomocí silné přenosné svítilny (9V/300mA; model 3810 LED). Z fixních pozorovacích bodů probíhalo prohledávání vodní hladiny z levého okraje k pravému břehu rybníka. Pozorování se odehrávalo současně na několika pozorovacích bodech na konkrétním rybníce. V přesně stanovený čas všichni pozorovatelé začali pomocí svítilny prozkoumávat plochu kolem svého fixního bodu. Během počítání byli v kuželu světla zaznamenáni jedinci letící do úrovně 1 metru nad vodní hladinou. Počítání trvalo 1 minutu a bylo opakováno 3krát po 1 minutové přestávce. Tuto metodu úspěšně aplikovali např. Dietze et al. (2006).

Před zahájením samotného sčítání byly stanoveny pozorovací body na každém navštíveném rybníce. Tyto body byly od sebe vzdáleny 200 m. Zmíněná vzdálenost byla stanovena podle práce Dietze et al. (2006). Letecká dráha netopýrů vodních při lovu opisuje tvar oválu či ležaté osmičky. Rozsah této dráhy je kolem 50 m (Anděra & Horáček, 2005), ale délka není fixní, může se měnit s tvarem loviščího území (Kalko & Schnitzler, 1989). Neměla by však přesáhnout 100 m, a proto byla vzdálenost mezi jednotlivými pozorovacími body stanovena na 200 m, abychom předešli započítání jednoho jedince dvakrát (Dietz et al., 2006). Počet pozorovacích míst se u jednotlivých rybníků lišil především v závislosti na jejich velikosti.

Začátek sčítání byl stanoven 45 minut po západu slunce. V této době by již převážná většina netopýrů vodních měla být na svých lovištích (Rydell et al., 1996; Encarnacao et al., 2006; Dietz et al., 2006), protože hustota jejich kořisti (zejména dvoukřídlých) je nejvyšší právě po setmění (Rydell et al., 1996). V tuto dobu mají také netopýři největší potřebu příjmu potravy z důvodu ztráty energie během denní strnulosti (Encarnacao et al., 2006). Sčítání bylo ukončeno kolem půlnoci, kdy obvykle lovecká aktivita netopýrů klesá (Lučan, 2001; Encarnacao et al., 2006). Sčítání bylo prováděno za bezvětřného, teplotně příznivého počasí bez srážek (teploty nad 10 °C).

Z jednoho bodu byla tedy k dispozici 3 pozorování, ze kterých byl pro následné analýzy stanoven medián. Svítilna nám umožňovala dostatečně osvítit plochu rybníka do vzdálenosti 50 m od břehu. Tato vzdálenost byla použita k výpočtu polokruhové plochy kolem jednoho pozorovacího místa, která činí 3 927 m². Dále byl vydělen celkový obvod břehu pozorovaných rybníků 200 metry. Tento výpočet stanovil

potencionální počet pozorovacích míst podél celého rybníka. Počet potencionálních pozorovacích míst vynásobený 3 927 m² určil celkovou plochu, na které bude probíhat extrapolace počtu netopýra vodního. Tento početní úkon se odvíjí od skutečnosti, že jedinci netopýra vodního se vyskytují ve vzdálenostech od břehu větších než 50 m jen minimálně (podrobněji viz Výsledky). Celkový počet netopýrů vodních na rybník byl vypočítán pomocí vzorce:

$$X = \frac{P*J}{R}$$

P - potencionální celková plocha vodní hladiny v příbřežním (50m) pásu, J - reálný počet jedinců netopýra vodního napočítaných na pozorovacích bodech a R - reálná prozkoumaná plocha rybníka. Potencionální celková plocha stanoveného pásu rybníka byla použita pro výpočet početnosti netopýrů vodních pouze pro kategorie velikosti 2 až 6. U kategorie 1 byla místo P dosazena celková plocha rybníka S, protože u většiny rybníků 1. kategorie průměr nepřesahuje víc než 200 metrů a tudíž se jedinci mohou vyskytovat ve středu rybníka.

V sezóně 2008 práce proběhla v rozmezí 16.8. – 19.8. a v sezóně 2009 počítání proběhlo 8.7., 9.7. a 27.7. – 14.8.. V tomto období jsou již plně vzletná mláďata a lovecká aktivita netopýrů dosahuje obecně nejvyšší úrovně v rámci celého roku (Lučan, 2001; Bartonička & Zukal, 2003; Lučan, 2004; Encarnacao et al., 2006).

2.3 Početnost netopýrů vodních mění se se vzdáleností od břehu rybníka

V sezóně 2009 byla zjišťována variabilita početnosti netopýra vodního v závislosti na vzdálenosti od břehu rybníka. Bylo vybráno 7 rybníčních ploch (Oblanov, Volešek, Starohaklovský, Vyšatov, Dehtář, Vlhavský, Zlivský). Mezi zkoumané rybníky byly zahrnuty pouze ty s velkou plochou (kategorie 4, 5, 6). Počítání začalo 45 min. po západu slunce a skončilo do půlnoci. Sčítání bylo prováděno za bezvětřného, teplotně příznivého počasí bez srážek (teploty nad 10 °C).

Sčítání na každém rybníce probíhalo na vodní hladině na pozorovacích bodech ve vzdálenosti 50 m, 100 m a 200 m od břehu. Vzdálenost byla měřena lanem, na kterém byly označeny výše zmíněné vzdálenosti. Jednotlivá pozorování netopýrů ve vzdálenostech 50, 100 a 200 m se prováděla na každém rybníce pouze jednou

a zjišťování počtu netopýrů v jednotlivých vzdálenostech bylo prováděno postupně od břehu (první pozorovací bod) ke středu rybníka. Metodika sčítání netopýrů vodních na břehu se shodovala s metodikou popsanou již výše (viz kapitola 2.2). Do vzdálenosti 100 a 200 m se jelo člunem, 1 minutové pozorování vodní hladiny probíhalo kolem loďky a opakovalo se 3krát po 1 minutové přestávce. Ze 3 napočítaných hodnot lovcích netopýrů vodních v dané vzdálenosti od břehu byl stanoven medián. Při této práci byl použit ultrasonický detektor Pettersson D 230, který doplňoval náš přehled o přítomnosti/nepřítomnosti netopýrů vodních v okolí loďky.

2.4 Extrapolace počtu netopýrů vodních na vybranou část Českobudějovické pánve

Extrapolace počtu netopýrů vodních na celé vybrané území vychází pouze z dat z roku 2009. Celkový počet rybníčních ploch ve zkoumaném území je 126 rybníků různé velikosti (počítány jen rybníky $> 0,8$ ha), z kterých jsme navštívili 77 (tzn. 61 %). Průměrný počet jedinců netopýra vodního na jeden pozorovací bod zjištěný na navštívených rybnících byl extrapolován pro každou velikostní kategorii nenavštívených rybníků. Obvod každého z nenavštívených rybníků (od 2. velikostní kategorie výše) byl vydělen 200 m pro získání počtu potencionálních pozorovacích míst. Počet potencionálních pozorovacích míst na daném rybníce byl vynásoben průměrným počtem netopýrů vodních na jeden světelný bod pro konkrétní velikostní kategorii. U 1. kategorie byl průměrný počet netopýrů vynásoben celkovou plochou rybníka. Aby se dosáhlo stanovení početnosti netopýrů vodních pro celou vytyčenou oblast, byl tento odhadovaný počet netopýrů vodních z nenavštívených rybníků přičten k počtu netopýrů z navštívených rybníků (viz Příloha II).

2.5 Výpočet rozmístění druhu na zkoumaném území

Shlukovitost či pravidelnost rozmístění druhu na zkoumaném území byla počítána pomocí Lloydova indexu:

$$L = \frac{\frac{s^2}{\bar{X}} - 1}{\bar{X}} + 1$$

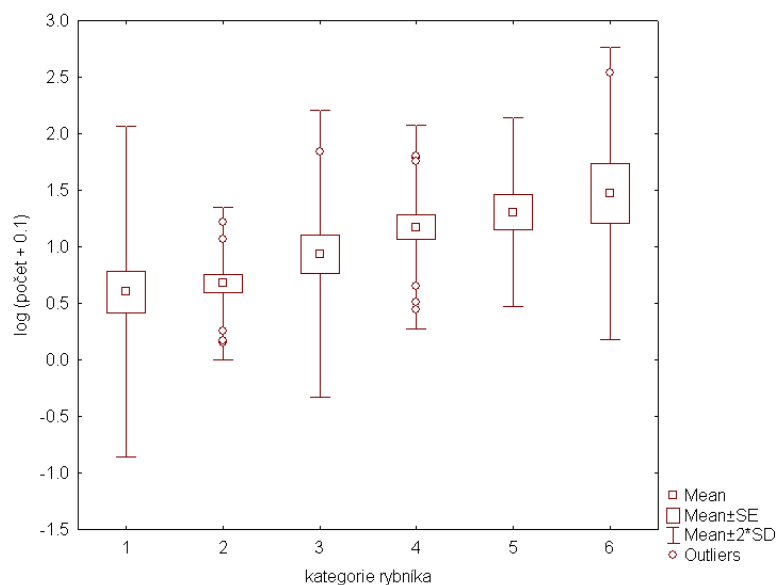
2.6 Statistické analýzy

K statistickému vyhodnocení dat byl použit program STATISTICA 8.0 for Windows (StatSoft Inc., 2007). Pro dosažení normálního rozdělení dat byla použita logaritmická transformace podle vzorce $\ln(n + 1)$. K testování vlivu velikosti rybníka a typu příbřežní vegetace na počet netopýrů vodních byla použita ANOVA. Mnohonásobné porovnání jednotlivých kategorií bylo provedeno pomocí Tukey post-hoc testu. Rozdíly v početnosti netopýrů vodních se vzdáleností od břehu rybníka byly testovány pomocí neparametrického Friedmanova testu. Následně byl pro zjištění odlišností jednotlivých dvojic vzdáleností použit Wilcoxonův test. Pro neparametrické testy byly použity skutečné počty netopýrů. Pro srovnání početnosti netopýrů vodních v jednotlivých sezónách bylo použito 19 rybníků, které byly navštíveny v obou letech. Porovnání sezón 2008 a 2009 bylo prováděno párovým t-testem. Vliv velikostní kategorie na početnost netopýrů vodních na jednotlivých pozorovacích bodech byl testován pomocí hierarchického uspořádání ANOVA s náhodným efektem.

3 Výsledky

3.1 Vliv velikostní kategorie rybníka na početnost netopýrů vodních na jednotlivých pozorovacích bodech

V roce 2009 byli netopýři vodní nalezeni na 75 rybnících ze 77 navštívených rybníků (97,4% lokalit). Charakter jejich rozmístění na jednotlivých pozorovacích bodech byl shlukovitý (Lloydův index = 3,63). Početnost netopýrů na pozorovacích bodech nebyla ovlivněna velikostí rybníka (hierarchická ANOVA; $F = 0,8$; d.f. = 5; $p = 0,54$). Důležitou roli ve výskytu jedinců netopýra vodního hraje charakter daného rybníka (hierarchická ANOVA; $F = 1,8$; d.f. = 70; $p < 0,001$). Jednotlivé kategorie velikosti rybníků se v počtu netopýrů vodních lišily (ANOVA; $F = 4,1$; d.f. = 5; $p = 0,003$) (Obr. 1).

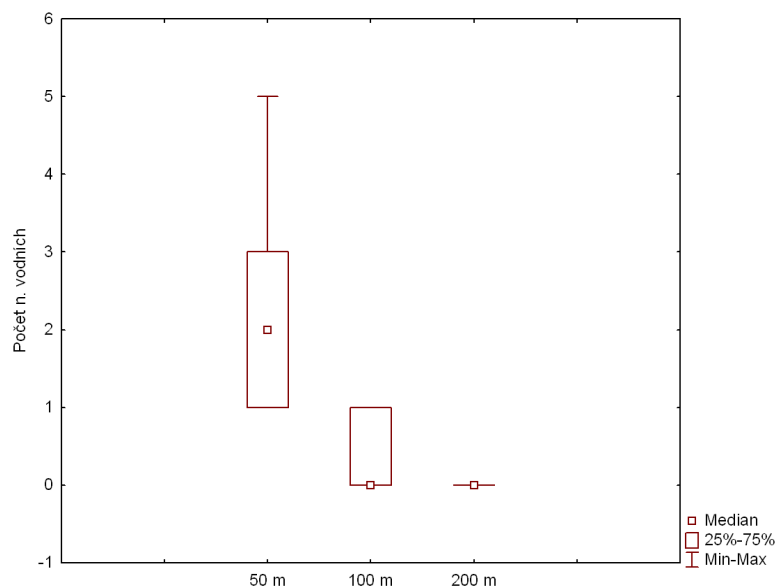


Obr. 1: Srovnání jednotlivých kategorií velikostí rybníka a počtu lovcích netopýrů vodních.

V průměrném počtu netopýrů vodních se lišila 6 kategorie od 1. (Tukey HSD test; $N = 78$; $p = 0,034$) a 2. (Tukey HSD test; $N = 78$; $p = 0,02$).

3.2 Početnost netopýrů vodních se vzdáleností od břehu rybníka

Data pochází ze 7 rybníků navštívených v roce 2009. Rozdílnost v početnosti netopýrů vodních v jednotlivých vzdálenostech od břehu rybníka byla průkazná (Friedman ANOVA; $N = 7$; $F = 13,1$; d.f. = 2; $p = 0,001$) (Obr. 2).



Obr.2: Liší se početnost jedinců netopýra vodního se vzdáleností pozorovacích bodů od břehu rybníka.

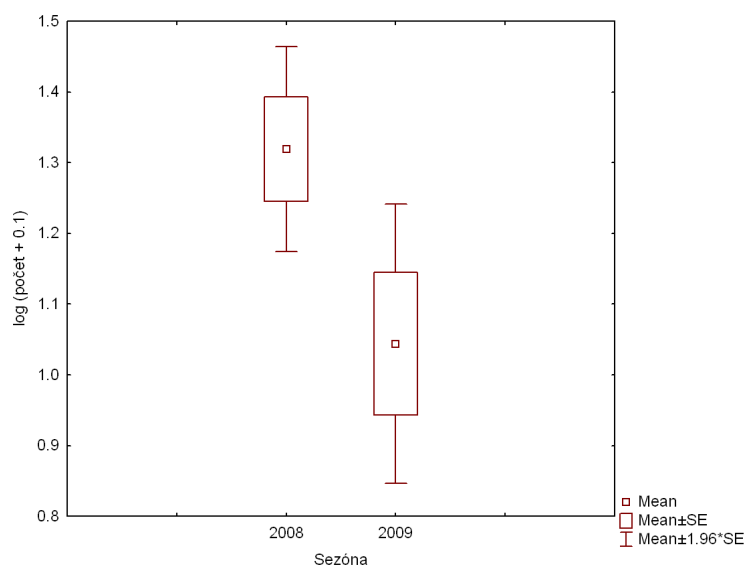
Netopýři vodní se hojně vyskytovali do 50 m od břehu rybníka než ve vzdálenosti 100 m (Wilcoxon test; $N = 7$; $Z = 2,4$; $p = 0,018$). Testování mezi vzdálenostmi 50 m a 200 m, 100 m a 200 m nebylo provedeno, protože ve vzdálenosti 200 m od břehu nebyl přítomen ani jeden jedinec netopýra vodního.

3.3 Extrapolace počtu netopýrů vodních na vybranou část Českobudějovické pánve

Na extrapolaci byla použita data ze sezóny 2009. Nejdřív byla provedena extrapolace počtu netopýrů vodních zjištěných na 75 navštívených rybnících. Celkový počet netopýrů vodních na těchto rybnících byl stanoven na 1 589 jedinců. Následovala extrapolace na celkovou vodní plochu ve vybraném území. Pro odhad celkové početnosti netopýrů vodních v Českobudějovické pánvi bylo použito 126 rybníků ve studovaném území. Na celkové vodní ploše o rozloze 2 540 ha byla odhadnuta početnost netopýrů vodních na 1 967 jedinců. Odhad minimální populační hustoty pro celé studované území (vč. mimovodních ploch) o rozloze 23 783 ha byl stanoven na 0,08 jedinců/ha.

3.4 Porovnání početnosti v sezónách 2008-2009

V sezónách 2008 a 2009 bylo navštíveno 19 stejných rybníků, které sloužily ke srovnání počtu netopýrů vodních v obou sezónách. V sezóně 2008 bylo pozorováno signifikantně víc jedinců netopýra vodního než v sezóně 2009 (párový t - test; $N = 19$; $t = 2,5$; d.f. = 18; $p = 0,023$) (Obr. 3). V sezóně 2009 počet jedinců ve srovnání s rokem 2008 klesl o 30%.



Obr. 3: Změny početnosti netopýrů vodních v sezóně 2008 a 2009.

4 Diskuze

4.1 Populační hustota

Počítání jedinců v kuželu světla se jeví jako vhodná metoda ke stanovení početnosti netopýra vodního v rybníční soustavě Českobudějovické pánve. Představuje ale jistá omezení, která odhad početnosti ovlivňují. Těmi může být například nerovnoměrně rozložená aktuální potravní nabídka a od ní se odvíjející přítomnost netopýrů na konkrétním rybníce či neschopnost započítat jedince nelovící nad hladinou rybníka. Použití této metody je nejvhodnější ke stanovení minimálního odhadu populační hustoty, protože vždy musíme počítat s možností nepřítomnosti a tudíž nezapočítání netopýrů na vodní ploše, v důsledku zůstání v úkrytu či přelétání na další loviště. Také je tu pravděpodobnost chybného stanovení počtu lovících jedinců na některém ze sčítacích bodů. Početnost netopýra vodního na celkové vodní ploše o rozloze 2 540 ha ve vybraném území Českobudějovické pánve byla stanovena na 1 967 jedinců.

Odhadem početnosti konkrétního druhu na definovaném území se v rámci České republiky zabývalo pouze několik autorů (Gaisler et al., 1979; Horáček, 1981; Červený & Bürger, 1987; Lučan, 2001). Jednou z těchto prací, která odhaduje hustoty netopýra vodního v zámeckém parku v Žihobcích v Pošumaví je od Červeného a Bürgera (1987). Ti udávají hustotu netopýra vodního a to na základě odchytu jedinců ze stromových dutin a jejich znovuodchycení (retrapy), na 27,3 – 45,9 jedinců/ha. Tuto vysokou hodnotu, v porovnání s ostatními podobně zaměřenými pracemi, autoři vysvětlují malou zkoumanou plochou (4,39 ha) s nadměrným počtem vhodných úkrytů a zároveň izolovaností zkoumané plochy v krajině, kde se jinak netopýři vyskytují jen mozaikovitě, přičemž zkoumaný zámecký park poskytoval na místní měřítku extrémní množství potencionálních úkrytů.

S daleko menším odhadem hustoty se setkáváme v mojí práci, ve které byl odhad minimální populační hustoty pro celé studované území o rozloze 23 783 ha (vč. mimovodních ploch) stanoven na 0,08 jedinců/ha. Mé stanovení hustoty se blíží ke studiím Speakmena et al. (1991) a Jonese et al. (1996), kteří odhadovali populační hustotu na základě kontrol letních kolonií. Speakman et al. (1991) stanovil hustotu

netopýrů vodních v oblasti severovýchodního Skotska na 0,024 jedinců/ha a pro severní Anglii byl počet netopýrů vodních stanoven na 0,008 – 0,01 jedinců/ha (Jones et al., 1996). Lučanova práce (2001), probíhající na Třeboňsku, stanovila pomocí kroužkování a retrapů populační hustotu netopýra vodního na 3 – 5,7 jedinců/ha.

Rozdílnost v odhadu populace netopýra vodního mezi mou a Lučanovou (2001) prací vidím v odlišném charakteru studované plochy. Na zkoumané Třeboňské ploše se zdá být převaha lesních biotopů, které poskytují velký počet potencionálních úkrytů. Vyšší hustota netopýrů vodních na vybrané ploše Třeboňska by mohla být ovlivněna významnou mateřskou kolonií netopýra vodního na Rudě a také procentuální převahou vodních ploch ve zkoumané ploše v porovnání s vytyčenou oblastí Českobudějovické pánve, protože s rostoucí vodní plochou roste i počet netopýrů vodních (viz Výsledky). To by alespoň z části vysvětlilo rozdíl v populační hustotě i přes poměrně malou vzdálenost mezi jednotlivými zkoumanými plochami.

Pokud se populační hustota netopýra vodního porovná s jinými druhy na území ČR, nabízí se mi tyto studie. Gaisler et al. (1979) odhadli populační hustotu netopýra rezavého v letech 1976-1977 na Třeboňsku na 0,06 – 0,55 jedinců/ha. Odhad populační hustoty netopýra velkého ve středních Čechách (Horáček, 1981) byl stanoven na 2 – 3,5 jedinců/ha.

V souvislosti s obdobnými odhady populační hustoty netopýra vodního zjištěnými většinou jiných autorů (ale cf. Červený & Bürger, 1987) se jeví mnou zjištěné hodnoty jako velmi reálné.

4.2 Role charakteru rybníka na početnost netopýrů

Početnost netopýra vodního se lišila s každým rybníkem. Přítomnost jedinců na konkrétním rybníce je ovlivněna několika možnými aspekty.

První a nejpravděpodobnější možností, proč konkrétní rybník tolik ovlivňuje množství netopýrů na něm, je aktuální potravní nabídka. Několik prací dokládá, že výskyt netopýrů souvisí s vysokou hustotou jejich kořisti, v tomto případě hmyzu (Rydell et al., 1994; Warren et al., 2000).

S množstvím kořisti těsně souvisí i vliv příbřežní vegetace obklopující konkrétní rybník. Velké množství prací potvrzuje, že hustota hmyzu a tudíž i netopýrů je významně ovlivněna stromy na hrázi rybníka a také stupněm zasahování vegetace do vodní plochy (Zahn & Maier, 1997; Warren et al., 2000; Ciechanowski, 2002; Akasaka et al., 2009). Hmyz je vázán na příbřežní vegetaci díky vytvořenému závětrí (Lewis, 1969) a také potravní rostlinné nabídce (Warren et al., 2000).

Dalším možným vysvětlením termínu charakter rybníka je přítomnost úkrytů či celé mateřské kolonie poblíž konkrétní vodní plochy. Z prací Riegera (1996) a Lučana (2001) vyplývá, že konkrétní jedinci vykazují značnou věrnost k určitému nevelkému území s omezeným počtem oblíbených úkrytů. Netopýři vodní za 1 noc navštíví 1-3 rybníky (Kapfer et al., 2008). Jejich dolet na loviště nepřesahuje vzdálenost víc než 1,5 km (Swift & Racey, 1983; Červený & Bürger, 1987). Netopýři vodní upřednostňují rybníky, které jsou na neizolovaném místě blízko od větších vodních ploch (Ciechanowski, 2002). Tedy nejdůležitějším faktorem ovlivňujícím výskyt druhu by mohla být struktura krajiny a vegetace kolem vodní plochy (Ciechanowski, 2002).

4.3 Početnost netopýrů vodních s rostoucí vzdáleností od břehu rybníka

V této práci bylo zjištěno, že lovící netopýři vodní preferují 50 m pás u břehu rybníka. S rostoucí vzdáleností od břehu rybníka jejich počet rapidně klesá. Tento jev může souviset s potravní nabídkou netopýra vodního. Pakomárovití (Chironomidae) představují důležitou složku potravy netopýra vodního (Vaughan, 1997) a jejich výskyt je závislý na vegetační struktuře (Fowler et al., 1993). Také autoři Zahn & Maier (1997) a Peng et al. (1992) potvrdili, že hustota hmyzu je nejvyšší u příbřežní vegetace a s rostoucí vzdáleností od ní hustota hmyzu klesá. Tento jev je zapříčiněn nepřítomností rostlinné potravy dál od břehu (Warren et al., 2000) a také nechráněností před větrem či deštěm (Ciechanowski, 2002). Zmíněné faktory ovlivňují pokles hustoty hmyzu na nechráněném místě a tím pádem i nepřítomnost netopýrů.

4.4 Porovnání početnosti netopýra vodního mezi sezónami 2008 a 2009

Při porovnání početnosti netopýra vodního v roce 2008 a 2009 byl zjištěn 30 % pokles v sezóně 2009. Tento trend dobře odpovídá situaci zjištěné u populace netopýra vodního v sousedním Třeboňsku (Březinová & Lučan, 2010), kde se v daném roce v důsledku extrémně deštivého počasí zapojilo do reprodukce o cca 40 % méně dospělých samic tohoto druhu v porovnání s předchozím rokem 2008 (viz Příloha III). Zjištěný pokles byl doprovázen extrémním vzrůstem jarních srážek. Obdobně Grindal et al. (1992) zaznamenali pokles rozmnožujících se samic u *Myotis lucifugus* a *Myotis yumanensis* po mimořádně deštivém květnu a červnu v roce 1990 v Kanadě. Autory toto zjištění vedlo k závěru, že množství srážek v jarních měsících negativně ovlivňuje graviditu samic.

5 Závěr

Ve své práci jsem potvrdila, že netopýr vodní je vhodným druhem pro kvantitativní stanovení početnosti na vytyčeném území. Početnost tohoto druhu se zvyšuje s rostoucí velikostí rybníka, avšak početnost na jednotlivých sčítacích bodech je na velikosti nezávislá. Nejvyšší výskyt netopýrů vodních na rybníce byl zaznamenán v 50 metrovém pásu od břehu rybníka. S rostoucí vzdáleností od břehu jejich počet rapidně klesá.

Nastíněná metodologie je tedy uplatnitelná pro jednoduchou extrapolaci pozorovaného počtu jedinců na celkovou rozlohu vodních ploch. Charakter daného rybníka významně ovlivňuje počet lovicích jedinců.

Na celkové vodní ploše ve studovaném území o rozloze 2 540 ha byl stanoven počet netopýrů vodních na 1 967 jedinců. Odhad minimální populační hustoty pro celé studované území byl stanoven na 0,08 jedinců/ha.

6 Literatura

- Ahlén, I. & Baagoe, H. J. 1999. Use of ultrasound detectors for bat studies in Europe: experiences from field identification, surveys, and monitoring. *Acta Chiropterologica*, **1**, 137-150.
- Akasaka, T., Nakano, D. & Nakamura, F. 2009. Influence of prey variables, food supply, and river restoration on the foraging activity of Daubenton's bat (*Myotis daubentonii*) in the Shibetsu River, a large lowland river in Japan. *Biological Conservation*, **142**, 1302-1310.
- Aldridge, H. & Brigham, R. 1988. Load carrying and maneuverability in an insectivorous bat - a test of the 5-percent rule of radio-telemetry. *Journal of Mammalogy*, **69**, 379-382.
- Anděra, M. & Horáček, I. 2005. *Poznáváme naše savce*. Praha: Sobotáles.
- Bartonička, T. & Zukal, J. 2003. Flight activity and habitat use of four bat species in a small town revealed by bat detectors. *Folia Zoologica*, **52**, 155-166.
- Berry, N., O'Connor, W., Holderied, M. & Jones, G. 2004. Detection and avoidance of harp traps by echolocating bats. *Acta Chiropterologica*, **6**, 335-346.
- Brigham, R., Barclay, R., Psyllakis, J., Sleep, D. & Lowrey, K. 2002. Guano traps as a means of assessing habitat use by foraging bats. *Northwestern Naturalist*, **83**, 15-18.
- Březinová, T. & Lučan, R. 2010. Jak spočítat netopýry: stanovení absolutní abundance netopýra vodního (*Myotis daubentonii*) v Českobudějovické pánvi. In: *Zoologické dny Praha 2010. Sborník abstraktů z konference 11.-12. února 2010* (Ed. by Bryja, J. & Zasadil, P.), pp. 278. Brno: Ústav biologie obratlovců AV ČR, v.v.i., Květná 8, 603 65 Brno.
- Ciechanowski, M. 2002. Community structure and activity of bats (Chiroptera) over different water bodies. *Mammalian Biology*, **67**, 276-285.
- Červený, J. & Bürger, P. 1987. Density and structure of the bat Community Occupying an Old Park at Žihobce (Czechoslovakia). In: *European Bat Research 1987* (Ed. by Hanák, V., Horáček, I. & Gaisler, J.), pp. 718 + xxii. Prague: Charles University Press.
- Dietz, M., Encarnacao, J. & Kalko, E. 2006. Small scale distribution patterns of female and male Daubenton's bats (*Myotis daubentonii*). *Acta Chiropterologica*, **8**, 403-415.
- Ellison, L., O'Shea, T., Neubaum, D., Neubaum, M., Pearce, R. & Bowen, R. 2007. A comparison of conventional capture versus PIT reader techniques for estimating survival and capture probabilities of big brown bats (*Eptesicus fuscus*). *Acta Chiropterologica*, **9**, 149-160.
- Encarnacao, J., Dietz, M. & Kierdorf, U. 2004. Reproductive condition and activity pattern of male Daubenton's bats (*Myotis daubentonii*) in the summer habitat. *Mammalian Biology*, **69**, 163-172.
- Encarnacao, J., 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**, 285-294.
- Encarnacao, J., Kierdorf, U. & Wolters, V. 2006. Seasonal variation in nocturnal activity of male Daubenton's bats, *Myotis daubentonii* (Chiroptera: Vespertilionidae). *Folia Zoologica*, **55**, 237-246.

- Fenton, M., Bernard, E., Bouchard, S., Hollis, L., Johnston, D., Lausen, C., Ratcliffe, J., Riskin, D., Taylor, J. & Ziguoris, J. 2001. The bat fauna of Lamanai, Belize: Roosts and trophic roles. *Journal of Tropical Ecology*, **17**, 511-524.
- Fenton, M., Vonhof, M., Bouchard, S., Gill, S., Johnston, D., Reid, F., Riskin, D., Standing, K., Taylor, J. & Wagner, R. 2000. Roosts used by *Sturnira lilium* (Chiroptera: Phyllostomidae) in Belize. *Biotropica*, **32**, 729-733.
- Flaquer, C., Torre, I. & Arrizabalaga, A. 2007. Comparison of sampling methods for inventory of bat communities. *Journal of Mammalogy*, **88**, 526-533.
- Flavin, D., Biggane, S., Shiel, C., Smiddy, P. & Fairley, J. 2001. Analysis of the diet of Daubenton's bat *Myotis daubentonii* in Ireland. *Acta Theriologica*, **46**, 43-52.
- Fowler, H., Silva, C. & Venticinque, E. 1993. Size, taxonomic and biomass distributions of flying insects in Central Amazonia: Forest edge vs. understory. *Revista De Biologia Tropical*, **41**, 755-760.
- Francis, C. M. 1989. A comparison of mist nets and two designs of harp traps for capturing bats. *Journal of Mammalogy*, **70**, 865-870.
- Gaisler, J., Hanák, V. & Dungel, J. 1979. A contribution to the population ecology of *Nyctalus noctula* (Mammalia: Chiroptera). *Acta Scientiarum Naturalium Brno*, **13**, 1-38.
- Gaisler, J., Hanák, V., Hanzel, V. & Jarský, V. 2003. Výsledky kroužkování netopýrů v České republice a na Slovensku, 1948-2000. *Vespertilio*, **7**, 3-61.
- Gaisler, J., Rehak, Z. & Bartonicka, T. 2009. Bat casualties by road traffic (Brno-Vienna). *Acta Theriologica*, **54**, 147-155.
- Gorresen, P., Miles, A., Todd, C., Bonaccorso, F. & Weller, T. 2008. Assessing bat detectability and occupancy with multiple automated echolocation detectors. *Journal of Mammalogy*, **89**, 11-17.
- Grindal, S., Collard, T., Brigham, R. & Barclay, R. 1992. The influence of precipitation on reproduction by myotis bats in British-Columbia. *American Midland Naturalist*, **128**, 339-344.
- Horáček, I. 1981. Population ecology of *Myotis myotis* in Central Bohemia (Mammalia: Chiroptera). *Acta Universitatis Carolinae - Biologica* 1981, 161-267.
- Hoyle, S., Pople, A. & Toop, G. 2001. Mark-recapture may reveal more about ecology than about population trends: Demography of a threatened ghost bat (*Macroderma gigas*) population. *Austral Ecology*, **26**, 80-92.
- Jones, G. & Rayner, J. M. V. 1988. Flight performance, foraging tactics and echolocation in free-living Daubenton's bats *Myotis daubentoni* (Chiroptera: Vespertilionidae). *Journal of Zoology*, **215**, 113-132.
- Jones, K., Altringham, J. & Deaton, R. 1996. Distribution and population densities of seven species of bat in northern England. *Journal of Zoology*, **240**, 788-798.
- 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.
- Kapfer, G., Rigot, T., Holsbeek, L. & Aron, S. 2008. Roost and hunting site fidelity of female and juvenile Daubenton's bat *Myotis daubentonii* (Kuhl, 1817) (Chiroptera: Vespertilionidae). *Mammalian Biology*, **73**, 267-275.
- Kokurewicz, T. 1995. Increased population of Daubenton's bat (*Myotis daubentoni* (Kuhl, 1819)) (Chiroptera: Vespertilionidae) in Poland. *Myotis*, **32-33**, 155-161.

- Kunz, T. & Anthony, E. 1977. Efficiency of Tuttle bat trap. *Journal of Mammalogy*, **58**, 309-315.
- Kunz, T. & Kurta, A. 1988. *Capture methods and holding devices*. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press.
- Larsen, R., Boegler, K., Genoways, H., Masefield, W., Kirsch, R. & Pedersen, S. 2007. Mist netting bias, species accumulation curves, and the rediscovery of two bats on Montserrat (Lesser Antilles). *Acta Chiropterologica*, **9**, 423-435.
- Lesinski, G. 2007. Bat road casualties and factors determining their number. *Mammalia*, **71**, 138-142.
- Lesinski, G. 2008. Linear landscape elements and bat casualties on roads - an example. *Annales Zoologici Fennici*, **45**, 277-280.
- Lewis, T. 1969. Distribution of flying insects near a low hedgerow. *Journal of Applied Ecology*, **6**, 443-&.
- Lučan, R. 2001. Populační biologie netopýra vodního (*Myotis daubentonii* Kuhl, 1819) na Třeboňsku. In: *Biologická fakulta*, pp. 41. České Budějovice: Jihočeská univerzita.
- Lučan, R. 2004. Sezónní dynamika aktivity a biotopové preference společenstva netopýrů Českobudějovické pánve. *Vespertilio*, **8**, 69-97.
- Lučan, R., Andreas, M., Benda, P., Bartonicka, T., Brezinova, T., Hoffmannova, A., Hulova, S., Hulva, P., Neckarova, J., Reiter, A., Svacina, T., Salek, M. & Horacek, I. 2009. Alcathe bat (*Myotis alcathe*) in the Czech Republic: distributional status, roosting and feeding ecology. *Acta Chiropterologica*, **11**, 61-69.
- Lučan, R., Bürger, P. & Hanák, V. 2007. Netopýři (Chiroptera) Českobudějovicka. *Vespertilio*, **11**, 65-102.
- Miller, C., Joyce, P. & Waits, L. 2005. A new method for estimating the size of small populations from genetic mark-recapture data. *Molecular Ecology*, **14**, 1991-2005.
- Miller, L. A. & Degen, H. J. 1981. The acoustic behavior of four species of vespertilionid bats studied in the field. *Journal of Comparative Physiology*, **142**, 67-74.
- Murray, K., Britzke, E., Hadley, B. & Robbins, L. 1999. Surveying bat communities: a comparison between mist nets and the Anabat II bat detector system. *Acta Chiropterologica*, **1**, 105-112.
- Neubauer, D., Neubauer, M., Ellison, L. & O'Shea, T. 2005. Survival and condition of big brown bats (*Eptesicus fuscus*) after radiotagging. *Journal of Mammalogy*, **86**, 95-98.
- O'Farrell, M. & Gannon, W. 1999. A comparison of acoustic versus capture techniques for the inventory of bats. *Journal of Mammalogy*, **80**, 24-30.
- Peng, R., Sutton, S. & Fletcher, C. 1992. Spatial and temporal distribution patterns of flying Diptera. *Journal of Zoology*, **228**, 329-340.
- Quitt, E. 1970. Klimatologické podklady pro rajónové plánování. *Sbor. Ochr. Tvor. Přír. Prostř., Praha*, **1-2**, 17-39.
- Reiter, A. 1998. Poškozuje kroužkování netopýry? *Vespertilio*, **3**, 101-110.
- Rieger, I. 1996. How do Daubenton's bats, *Myotis daubentonii*, use their day roosts. *Zeitschrift für Säugetierkunde-International Journal of Mammalian Biology*, **61**, 202-214.

- Rieger, I. & Walzthony, D. 1993. Fixstreifen-Taxation: Ein Vorschlag für eine neue Schatzmethode von Wasserfledermausen, *Myotis daubentonii*, im Jagdgebiet. *Zeitschrift Säugetierkunde*, **58**, 1-12.
- Rydell, J., Bushby, A., Cosgrove, C. & Racey, P. 1994. Habitat Use by Bats Along Rivers in North-East Scotland. *Folia Zoologica*, **43**, 417-424.
- Rydell, J., Entwistle, A. & Racey, P. 1996. Timing of foraging flights of three species of bats in relation to insect activity and predation risk. *Oikos*, **76**, 243-252.
- Rydell, J., Miller, L. & Jensen, M. 1999. Echolocation constraints of Daubenton's Bat foraging over water. *Functional Ecology*, **13**, 247-255.
- Siemers, B., Stilz, P. & Schnitzler, H. 2001. The acoustic advantage of hunting at low heights above water: behavioural experiments on the European 'trawling' bats *Myotis capaccinii*, *M. dasycneme* and *M. daubentonii*. *Journal of Experimental Biology*, **204**, 3843-3854.
- Simmons, N. & Voss, R. 1998. The mammals of Paracou, French Guiana: A neotropical lowland rainforest fauna part - 1. Bats. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 1-219.
- Speakman, J., Racey, P., Catto, C., Webb, P., Swift, S. & Burnett, A. 1991. Minimum Summer Populations and Densities of Bats in NE Scotland, Near the Northern Borders of Their Distributions. *Journal of Zoology*, **225**, 327-345.
- StatSoft, Inc. 2007. STATISTICA (data analysis software system), version 8.0. www.statsoft.com.
- Swift, S. & Racey, P. 1983. Resource partitioning in two species of vespertilionid bats (Chiroptera) occupying the same roost. *Journal of Zoology*, **200**, 249-259.
- Tuttle, M. 1974. Improved trap for bats. *Journal of Mammalogy*, **55**, 475-477.
- Uhrin, M., Benda, P., Obuch, J. & Urban, P. 2010. Changes in abundance of hibernating bats in central Slovakia (1992-2009). *Biologia*, **65**, 349-361.
- Usman, K., Habersetzer, J., Subbaraj, R. & Gopalkrishnaswamy, G. 1980. Behaviour of Bats During a Lunar Eclipse. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, **7**, 79-81.
- Vaughan, N. 1997. The diets of British bats (Chiroptera). *Mammal Review*, **27**, 77-94.
- Vaughan, N., Jones, G. & Harris, S. 1997. Habitat use by bats (Chiroptera) assessed by means of a broad-band acoustic method. *Journal of Applied Ecology*, **34**, 716-730.
- 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.
- Warren, R., Waters, D., Altringham, J. & Bullock, D. 2000. The distribution of Daubenton's bats (*Myotis daubentonii*) and pipistrelle bats (*Pipistrellus pipistrellus*) (Vespertilionidae) in relation to small-scale variation in riverine habitat. *Biological Conservation*, **92**, 85-91.
- Weller, T. & Lee, D. 2007. Mist net effort required to inventory a forest bat species assemblage. *Journal of wildlife management*, **71**, 251-257.
- White, G. & Burnham, K. 1999. Program MARK: survival estimation from populations of marked animals. *Bird Study*, **46**, 120-139.
- Wilkinson, G. & Bradbury, J. 1988. Radiotelemetry: techniques and analysis. In: *Ecological and behavioral methods for the study of bats* (Ed. by Kunz, T. H.), pp. 105-124. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press.

- Winhold, L., Kurta, A. & Foster, R. 2008. Long-term change in an assemblage of North American bats: are eastern red bats declining. *Acta Chiropterologica*, **10**, 359-366.
- Zahn, A. & Maier, S. 1997. Hunting activity of bats at streams and ponds. *Zeitschrift fur Säugetierkunde-International Journal of Mammalian Biology*, **62**, 1-11.
- Zambelli, N., Moretti, M., Mattei-Roesli, M. & Bontadina, F. 2009. Negative consequences of forearm bands that are too small for bats. *Acta Chiropterologica*, **11**, 216-219.
- Zielinski, W., Mazurek, M. & Zinck, J. 2007. Identifying the species of bats roosting in redwood basal hollows using genetic methods. *Northwest Science*, **81**, 155-162.
- Zinck, J., Duffield, D. & Ormsbee, P. 2004. Primers for identification and polymorphism assessment of Vespertilionid bats in the Pacific Northwest. *Molecular Ecology Notes*, **4**, 239-242.

7 Příloha

- I. Zkoumané území v Českobudějovické pánvi
- II. Extrapolace dat
- III. Vliv srážek na reprodukční stav samic netopýra vodního na Třeboňsku

I. Zkoumané území v Českobudějovické pánvi



II. Extrapolace dat

název rybníka	rozloha [ha]	obvod [m]	kategorie
	"S"	"o"	
Žabinec u Lipí	1,21	433	1
St. Haberský r.	2,38	754	1
Třebínský r.	4,25	1381	1
Horní Rahovec	2,17	646	1
Dolní Rahovec	3,64	824	1
Šnejdlík	3,31	820	1
Malý Machovec	1,44	787	1
Čechovec	1,59	483	1
Nohavička = Velký Knapr	3,03	816	1
Horní Kozlovka	1,44	512	1
Dolní Kozlovka	1,00	407	1
Mlýnský r.	1,6	500	1
Barbora	2,1	525	1
Zadní Rejštica	1,00	417	1
Nový r. u Býšova	1,20	400	1
Velký Knapr = Malý Knapr	1,43	525	1
Zběhov	2,17	605	1
Bojiště	1,50	724	1
Doubí	1,80	631	1
Žabinec u Dubné	2,50	617	1
Březový r.	1,80	490	1
Podvesný r.	1,50	570	1

nenavštívené rybníky		navštívené rybníky						celkový počet netopýrů
potencionální pozorovací body	potencionální počet netopýrů	medián	reálné pozorovací body	potencionální pozorovací body	plocha navštívených míst [ha]	plocha potencionálních míst [ha]	potencionální počet netopýrů	
"Q"		"J"	"Z"	"Q"	"R"	"P"		
$Q = o/200$	$x = S*1,9$			$Q = o/200$	$R = Z*0,3927$	$P = Q*0,3927$		
-	2,299	-	-	-	-	-	-	2,3
-	4,522	-	-	-	-	-	-	4,52
-	8,075	-	-	-	-	-	-	8,08
-	4,123	-	-	-	-	-	-	4,12
-	6,916	-	-	-	-	-	-	6,92
-	-	1	1	-	0,3927	-	3,71	3,71
-	-	3	1	-	0,3927	-	12,54	12,54
-	3,021	-	-	-	-	-	-	3,02
-	-	0	2	-	0,7854	-	0	0
-	2,736	-	-	-	-	-	-	2,74
-	1,9	-	-	-	-	-	-	1,9
-	-	1	2	-	0,7854	-	2,14	2,14
-	-	1	2	-	0,7854	-	2,77	2,77
-	1,9	-	-	-	-	-	-	1,9
-	-	4	2	-	0,7854	-	6,21	6,21
-	-	2	2	-	0,7854	-	3,92	3,92
-	4,123	-	-	-	-	-	-	4,12
-	2,85	-	-	-	-	-	-	2,85
-	3,42	-	-	-	-	-	-	3,42
-	4,75	-	-	-	-	-	-	4,75
-	3,42	-	-	-	-	-	-	3,42
-	2,85	-	-	-	-	-	-	2,85

Přední Rejštice	1,5	428	1	-	-	4	4	-	1,5708	-	3,92	3,9
Pohrobný r.	2,4	525	1	-	-	4	2	-	0,7854	-	12,32	12,32
Starý r.	1,8	825	1	-	-	1	1	-	0,3927	-	4,68	4,68
Češnovický r.	2,20	490	1	-	4,18	-	-	-	-	-	-	4,18
Pacák	2,20	594	1	-	-	2	3	-	1,1781	-	3,83	3,83
Malý Hvězdář	2,50	559	1	-	4,75	-	-	-	-	-	-	4,75
Žabinec u Dubné	2,50	599	1	-	4,75	-	-	-	-	-	-	4,75
Velký Hvězdář	2,80	594	1	-	5,32	-	-	-	-	-	-	5,32
Libivský r.	2,8	750	1	-	-	6	4	-	1,5708	-	10,8	10,8
Mladohaklovský	2,67	684	1	-	5,073	-	-	-	-	-	-	5,07
Malý Karasín	2,90	679	1	-	5,51	-	-	-	-	-	-	5,51
Velký Vávrovský r.	3,10	1245	1	-	5,89	-	-	-	-	-	-	5,89
Panin r.	3,20	874	1	-	6,08	-	-	-	-	-	-	6,08
Velký Hájský r.	3,40	966	1	-	6,46	-	-	-	-	-	-	6,46
Nevděk	3,40	676	1	-	-	40	4	-	1,5708	-	86,68	86,68
Velký Farský r.	3,80	895	1	-	7,22	-	-	-	-	-	-	7,22
Městský r.	3,90	790	1	-	7,41	-	-	-	-	-	-	7,41
Jahelník	4,20	966	1	-	7,98	-	-	-	-	-	-	7,98
Nechvil	4,20	750	1	-	7,98	-	-	-	-	-	-	7,98
Šnekl	4,20	989	1	-	7,98	-	-	-	-	-	-	7,98
Haberský mlýnský r. u Kvítkovic	4,26	912	1	-	8,094	-	-	-	-	-	-	8,09
Zábořský r.	4,80	700	1	-	9,12	-	-	-	-	-	-	9,12
Křivonoska	4,8	914	1	-	-	2	2	-	0,7854	-	12,32	12,32
Podhradský r.	5,00	861	1	-	9,5	-	-	-	-	-	-	9,5
Podmůstek	4,9	1000	1	-	-	1	2	-	0,7854	-	6,34	6,34
					x = Q*0,88							
Prostřední r.	5,70	1140	2	5,7	5,016	-	-	-	-	-	-	5,02
Pěnský r.	5,70	1060	2	5,3	4,664	-	-	-	-	-	-	4,66
Svoletínek	6,2	1505	2	-	-	3	7	7,525	2,7489	2,9550675	3,33	3,33

Zdráhanka	5,01	1324	2	-	-	1	1	6,62	0,3927	2,599674	5,31	5,31
Podvrážský r.	5,08	1298	2	6,49	5,7112	-	-	-	-	-	-	5,71
Přední Topole	5,08	1151	2	-	-	2	3	5,755	1,1781	2,2599885	3,54	3,54
Zadní Topole	5,09	1153	2	-	-	4	3	5,765	1,1781	2,2639155	4,98	4,98
Přední Záblatský	5,01	1251	2	-	-	1	2	6,255	0,7854	2,4563385	3,03	3,03
Dolní Machovec	6,3	1110	2	-	-	4	4	5,55	1,5708	2,179485	5,65	5,65
Dubský r.	6,5	1048	2	-	-	1	4	5,24	1,5708	2,057748	1,41	1,41
Žabinec u Vlhav	6,70	1000	2	-	-	11	2	5	0,7854	1,9635	27,6	27,6
Černodubský r.	6,90	876	2	4,38	3,8544	-	-	-	-	-	-	3,85
Medenice	7,10	932	2	4,66	4,1008	-	-	-	-	-	-	4,1
Motovidlo	7,2	1113	2	-	-	3	3	5,565	1,1781	2,1853755	5,67	5,67
Štičí r.	7,40	1376	2	-	-	1	4	6,88	1,5708	2,701776	1,82	1,82
Malé Nádkř	7,7	1100	2	-	-	1	4	5,5	1,5708	2,15985	1,48	1,48
Dříteňský r.	8	1131	2	-	-	2	4	5,655	1,5708	2,2207185	2,93	2,93
Nový u Čakova	8,00	1370	2	-	-	2	2	6,85	0,7854	2,689995	6,95	6,95
Dolní r.	8	1415	2	-	-	2	4	7,075	1,5708	2,7783525	3,64	3,64
Olší	8	1154	2	-	-	2	1	5,77	0,3927	2,265879	11,64	11,64
Velký Karasín	8,10	1120	2	5,6	4,928	-	-	-	-	-	-	4,93
Kočínský r.	8,4	1211	2	-	-	3	4	6,055	1,5708	2,3777985	4,64	4,64
Vitín	9,30	1086	2	-	-	6	2	5,43	0,7854	2,132361	16,39	16,39
Mlýnský u Sedlece	9,50	1245	2	6,225	5,478	-	-	-	-	-	-	5,48
Dvorský r.	10,00	1847	2	-	-	7	9	9,235	3,5343	3,6265845	7,28	7,28
					x = Q*2,18							
Hlavatecký	10,43	1636	3	8,18	17,8324	-	-	-	-	-	-	17,83
Bezdrývka	10,3	1108	3	-	-	0	3	5,54	1,1781	2,175558	0	0
Drásenský r.	11,14	1531	3	7,655	16,6879	-	-	-	-	-	-	16,69
Beranov	13,72	1768	3	-	-	31	8	8,84	3,1416	3,471468	31,16	31,16
Zadní Záblatský = Jubilejní rybník	12,9	1582	3	-	-	36	4	7,91	1,5708	3,106257	69,67	69,67
Šindlovský r.	10,80	1212	3	6,06	13,2108	-	-	-	-	-	-	13,21
Velký Pištínský r.	13,83	1749	3	-	-	4	4	8,745	1,5708	3,4341615	8,19	8,19

Holašovický	12,00	1613	3	-	-	2	2	8,065	0,7854	3,1671255	8,17	8,17
Dvořák	10,10	1559	3	-	-	5	4	7,795	1,5708	3,0610965	9,07	9,07
Závratký r.	12,50	1203	3	6,015	13,1127	-	-	-	-	-	-	13,11
Březovec	12,9	1750	3	-	-	3	2	8,75	0,7854	3,436125	13,23	13,23
Dlouhý u Čakova	13,20	1946	3	9,73	21,2114	-	-	-	-	-	-	21,21
Velký Branišovský r.	13,60	1527	3	7,635	16,6443	-	-	-	-	-	-	16,64
Homolský r.	13,70	1850	3	9,25	20,165	-	-	-	-	-	-	20,17
Čejkovický r.	13,76	2026	3	-	-	12	4	10,13	1,5708	3,978051	30,36	30,36
Návesný r.	13,8	1877	3	-	-	1	2	9,385	0,7854	3,6854895	4,79	4,79
Nová	14,4	1500	3	-	-	21	7	7,5	2,7489	2,94525	22,6	22,6
Hlásný r.	15,90	1552	3	-	-	3	2	7,76	0,7854	3,047352	11,74	11,74
Domin	17,5	1662	3	-	-	4	6	8,31	2,3562	3,263337	5,64	5,64
Velký Zvolenov	18,30	2075	3	10,375	22,6175	-	-	-	-	-	-	22,62
Nuzov	18,30	1603	3	-	-	6	4	8,015	1,5708	3,1474905	12,12	12,12
Mydlovarský r.	20	2940	3	-	-	7	10	14,7	3,927	5,77269	10,39	10,39
					$x = Q*1,5$							
Lesní r.	21,40	1779	4	-	-	3	4	8,895	1,5708	3,4930665	6,77	6,77
Horní Machovec	21,5	2756	4	-	-	14	7	13,78	2,7489	5,411406	27,66	27,66
St. Houženský r.	21,70	2423	4	12,115	18,1725	-	-	-	-	-	-	18,17
Nový Vrbenský r.	22,6	1182	4	-	-	3	4	5,91	1,5708	2,320857	4,53	4,53
Mlýnský r. u Čejkovic	23,7	1625	4	-	-	5	4	8,125	1,5708	3,1906875	10,26	10,26
Horní r. u Novosedel	24,27	2461	4	-	-	3	4	12,305	1,5708	4,8321735	8,84	8,84
Kamenný r.	24,30	2935	4	-	-	9	8	14,675	3,1416	5,7628725	16,61	16,61
Blatec u Čejkovic	24,4	2136	4	-	-	1	4	10,68	1,5708	4,194036	2,77	2,27
Velký Luský r.	24,6	2323	4	-	-	21	4	11,615	1,5708	4,5612105	61,08	61,08
Kvítkovický r.	24,60	2202	4	11,01	16,515	-	-	-	-	-	-	16,52
Dubenský r.	25,50	2430	4	-	-	13	4	12,15	1,5708	4,771305	39,59	39,59
Zbudovský r.	28	3400	4	-	-	15	4	17	1,5708	6,6759	63,85	63,85
Blanský r.	29,5	2490	4	-	-	5	4	12,45	1,5708	4,889115	20,85	20,85
Zlivský r.	30	3769	4	-	-	12	4	18,845	1,5708	7,4004315	56,64	56,64
Naděje	30,6	2460	4	-	-	6	12	12,3	4,7124	4,83021	6,25	6,25

Černá	31,3	2482	4	-	-	1	4	12,41	1,5708	4,873407	3,2	3,2
Starý Vrbenský r.	32	1543	4	-	-	3	4	7,715	1,5708	3,0296805	5,89	5,89
Knižecí r.	38,50	2596	4	-	-	9	5	12,98	1,9635	5,097246	23,46	23,46
Posměch	39,10	4303	4	-	-	3	4	21,515	1,5708	8,4489405	16,24	16,24
				x = Q*1,46								
Černiš	40,9	3596	5	-	-	19	10	17,98	3,927	7,060746	34,26	34,26
Velké Nákří	42,5	3252	5	-	-	5	4	16,26	1,5708	6,385302	20,43	20,43
Starohaklovský r.	44,6	2580	5	-	-	3	8	12,9	3,1416	5,06583	4,94	4,94
Novohaklovský r.	45,50	3392	5	-	-	3	5	16,96	1,9635	6,660192	10,28	10,28
Bělohúrecký r.	53,6	4000	5	-	-	16	4	20	1,5708	7,854	80,1	80,1
Vyšatov	55,50	2853	5	-	-	12	4	14,265	1,5708	5,6018655	42,9	42,9
Oblanov	57,7	3380	5	-	-	6	9	16,9	3,5343	6,63663	11,36	11,36
				x = Q*2,2								
Vlhlavský r.	89,00	4544	6	-	-	1	4	22,72	1,5708	8,922144	5,78	5,78
Blatec	96,8	5322	6	-	-	8	8	26,61	3,1416	10,449747	26,71	26,71
Munický r.	112,4	4440	6	-	-	46	13	22,2	5,1051	8,71794	78,65	78,65
Volešek	137,1	4360	6	-	-	6	10	21,8	3,927	8,56086	13,18	13,18
Dehtář	246,00	6730	6	-	-	3	8	33,65	3,1416	13,214355	12,72	12,72
Bezdrv	394	17257	6	-	-	68	17	86,285	6,6759	33,8841195	345,24	345,24
	celková vodní plocha:										počet jedinců na navštívených rybnících	celkový počet netopýrů
	2539,71										1587,64	1967,24

III. Vliv srážek na reprodukční stav samic netopýra vodního na Třeboňsku

