

Biotopová preference netopýrů v záplavovém území středního toku řeky Moravy u Olomouce

Petr WOLF¹ & Tomáš BARTONIČKA²

¹ katedra ekologie, přírodovědecká fakulta UP, tř. Svobody 26, 771 46 Olomouc, Česko

² katedra zoologie a ekologie, přírodovědecká fakulta MU, Kotlářská 2, 611 37 Brno, Česko

Habitat preference of bats in the flood plain of the middle Morava river, near Olomouc (C Moravia, Czech Republic). Activity of foraging bats was studied using bat detectors in the flood plain of the Morava river. Moreover, characteristics of the river, riparian vegetation and the surrounding habitats were surveyed. The highest foraging activity was found at ponds and streams, in contrast to the low activity in the forest habitat. *Myotis daubentonii* avoided parts of the river with running water and preferred water surface shaded with vegetation, similarly like *Nyctalus noctula*. The activity of *Pipistrellus nathusii* significantly correlated with the presence of open space above the ponds and the river (places without continuous riparian vegetation). The absence of *Nyctalus leisleri* in the wooded part of the river, in the Litovel–Olomouc section, was rather surprising. In the open part, the Olomouc–Tovačov section, this species foraged at the ponds. It can be concluded that water bodies surrounded with well-developed riparian vegetation are of big importance to bat in the exploited agricultural landscape.

Habitat preference, foraging activity, detectors

Úvod

Změny v krajině způsobené člověkem v minulosti často vedly ke zvýšení druhové diverzity. Často se jednalo o zásahy přispívající k zvýšení heterogenity krajiny. Dnešní obhospodařování krajiny jako je moderní lesnictví a zemědělství naopak vede ke ztrátě vhodných biotopů a vzniku velkých ploch s nízkou aktivitou netopýrů (Estrada et al. 1993, Brosset et al. 1996, Walsh & Harris 1996a, b). Byla vypracována celá řada studií demonstrující vliv fragmentace a izolace původních biotopů na druhovou diverzitu společenstev drobných zemních savců v souvislosti s teorií ostrovní biogeografie. V poslední době s rozvojem konceptu metapopulací se důraz přesunul na přežívání jednotlivých subpopulací druhů zemních savců ve fragmentované krajině v závislosti na vymírání a rekolonizaci různou měrou izolovaných vhodných biotopů (Andrén 1994, Krohne 1997, Verboom 1998). Podobný výzkum u populací netopýrů však doposud narážel na metodologické problémy sledování ve volné přírodě. Až rozvoj ultrazvukových detektorů v posledních letech umožnil účinnější sledování aktivity netopýrů na větších územích než doposud používané odchytné metody, a to bez ovlivnění jejich přirozeného chování (Kunz & Brock 1975, Murray et al. 1999).

Evoluční úspěch hmyzožravých netopýrů je postaven na unikátní kombinaci specifických vlastností: letu a echolokace. Studie na téma morfologie letového aparátu (Norberg & Rayner 1987) a používaných echolokačních signálů (Neuweiler 1984) vedly k hypotéze o druhově specifických loveckých strategiích (*Myotis daubentonii* – Kalko & Schnitzler 1989, *M. emarginatus* – Krull et al. 1991, *Pipistrellus pipistrellus*, *P. kuhlii* a *P. nathusii* – Kalko 1995, *Nyctalus noctula* – Jones 1995, *N. leisleri* – Waters et al. 1995).

Řada prací se zabývá relativní abundancí a biotopovou preferencí jak jednotlivých druhů (*Rhinolophus hipposideros* – McAney & Fairley 1988, *Lasiurus borealis* a *L. cinereus* – Hart et al. 1993, *Eptesicus nilssonii* – Jong 1994, *Nyctalus noctula* – Rachwald 1992, srovnání *Myotis brandtii*, *Eptesicus nilssonii*, *Plecotus auritus*, *Pipistrellus pipistrellus* – Ekman & Jong 1996, význam lineárních krajinných struktur v zemědělské krajině pro *Pipistrellus pipistrellus* a *Eptesicus serotinus* – Verboom 1998) tak i složením celých lovičích společenstev (Bell 1980, Walsh & Mayle 1991, Rydell et al. 1994, Jong 1995, Vaughan et al. 1996, 1997, Walsh & Harris 1996a, b, Zukal et al. 1997).

Výsledky výzkumu biotopové preference jsou aplikovány jak v metapopulačním konceptu tak i v podkladech pro praktickou ochranu netopýrů (Limpens et al. 1989, Mayle 1990, Limpens & Bongers 1991, Limpens & Kapteyn 1991, Fenton 1997, Verboom 1998).

Předložená studie si klade za cíl srovnat relativní početnost jednotlivých druhů netopýrů v záplavovém území převážně lesnatého úseku řeky Moravy se sousedním úsekem obklopeným intenzivně zemědělsky využívanou krajinou. Druhým cílem bylo zjištění atraktivity řeky z hlediska loveckého využívání netopýrů v závislosti na parametrech vodního toku a bezprostředního okolí.

Materiál a metodika

Výzkum probíhal v záplavovém území řeky Moravy v oblasti od Litovle po soutok s Bečvou u Tovačova. Vybrané území lze poměrně snadno charakterizovat dvěma přibližně stejně dlouhými (cca 21 km) odlišnými úseky řeky (viz tab. 1 a 2):

1. Úsek od Litovle po Olomouc (most v části Černovír) – relativně zachovalý přírodní úsek začleněný do CHKO Litovelské Pomoraví s větším zastoupením lesních porostů.
2. Úsek od Olomouce (most v části Nové Sady) po soutok Moravy s Bečvou u Tovačova – odpřírodněný úsek v intenzivně zemědělsky využívané krajině.

Terénní práce jsme intenzivně prováděli po 22 večerů od 18. 8. do 30. 9. 1998 metodou liniových transektů a bodového sledování. Monitorování bylo prováděno za pomoci ultrazvukových detektorů značky Pettersson Elektronik D200 a D230. Pozorovatel vždy průběžně prohledával frekvence v rozmezí od 20 do 60 kHz. V případě zaznamenání echolokačních signálů byla frekvence doladěna, zaznamenán druh (u echolokačně nerozlišitelných sibling species pak tato dvojice *Myotis myotis* / *M. blythii* a *Myotis mystacinus* / *M. brandtii*), charakter signálu (lov, přelet), čas, odhad početnosti (před začátkem detektoringu byl ve světelném kuželu odhadnut počet lovičích jedinců do kategorií – 1, 1–5, více jak 5, obdobně Zahn & Maier 1997), případně další okolnosti. Dále je třeba vzít v úvahu, že řada druhů jako je *Rhinolophus hipposideros*, *Barbastella barbastellus*, *Plecotus auritus*, případně *Plecotus austriacus* nebyla možná zachycena vzhledem k velice

Tab. 1. Zastoupení ploch v záplavové oblasti (podle Štěrbý 1999) a celkový čas monitorování netopýrů v úseku Litovel–Olomouc

Tab. 1. Proportion of habitats (according to Štěrbý 1999) and the monitoring time of bats in the Litovel–Olomouc section

Litovel–Olomouc	km ²	%	délka monitorování (min) / the monitoring time (min)	
			min	%
			les / forest	400
			okraj lesa / forest edge	275
celkem lesy / forests in total	20,13	46,1	celkem lesy / forests in total	675
			pole / field	170
			louka / meadow	59
			liniový porost / linear elements	152
ostatní plochy celkem / others in total	19,50	44,7	ostatní plochy celkem / others in total	381
vodní plochy / water bodies	1,02	2,3	nádrže / ponds	116
intravilán / buildings	2,99	6,9	intravilán / buildings	–
			řeka / river	656
celkem / total	43,65	100,0	celkový čas / total time	1828
				100,0

Tab. 2. Zastoupení ploch v záplavové oblasti (podle Štěřba 1999) a celkový čas monitorování netopýrů v úseku Olomouc–Tovačov

Tab. 2. Proportions of habitats (according to Štěřba 1999) and the monitoring time of bats in the Olomouc–Tovačov section

Olomouc–Tovačov		délka monitorování (min) / the monitoring time (min)	
	km ²	%	min %
			les / forest –
			okraj lesa / forest edge –
celkem lesy / forests in total	0,99	2,6	celkem lesy / forests in total –
			pole / field 543
			louka / meadow –
			liniový porost / linear elements 235
celkem ostatní plochy / others in total	32,30	84,4	celkem ostatní plochy / others in total 778 72,9
vodní plochy / water bodies	0,54	1,4	nádrže / ponds 290 27,2
intravilán / buildings	4,43	11,6	intravilán / buildings – –
			řeka / river 727 –
celkem / total	38,27	100,0	celkový čas / total time 1795 100,0

tichým signálům. Z klimatických faktorů byla sledována teplota, vlhkost, oblačnost, povětrnostní podmínky, srážky, vždy na počátku a na konci transektu nebo bodu.

Výzkum začínal vždy 10 minut po západu slunce a trval přibližně do půlnoci letního času. Celkem jsme získali 3623 minut záznamu. Pro zamýšlené cíle jsme vybrali období od poloviny srpna do konce září, tedy období s největší letovou aktivitou související s rozpadem letních kolonií (tedy letovou aktivitou tohoročních mláďat) a počínajícími podzimními

Tab. 3. Biotopové charakteristiky detektorovacích bodů na břehu řeky

Tab. 3. Habitats parameters of the detectoring points at the river bank

břehový porost / riparian vegetation	nad / mimo hladinu [m] (above / off surface [m])
les / forest	ano / ne (yes / no)
stáří lesa / age of the forest	vzrostlý / mladý (full-grown / young)
liniový porost / treeline	ano / ne (yes / no)
louky / meadows	ano / ne (yes / no)
zahrady a sady / gardens and orchards	ano / ne (yes / no)
orná půda / field	ano / ne (yes / no)
charakter břehového porostu / type of bankside vegetation	
1. zapojenost porostu / closed stand	zapojený / nezapojený (closed / non closed)
2. homogenita / homogeneity	souvislý / mezernatý / roztroušený (continuous / sporadic / straggly)
3. vertikální struktura / vertical structure	dvouprvková (stromy, keře) / jednoprvková (stromy) / jednoprvková (keře) two-component (trees, shrubs) / one-component (trees) / one-component (shrubs)
4. horizontální struktura / horizontal structure	jednořadá / víceřadá (one line / more lines)
5. šířka porostu / width of the growth	do 2 m / 2–6 m / nad 6 m (up to 2 m / 2–6 m / over 6 m)
šířka řeky / width of the river	[m]
volný prostor nad řekou ("světlost") / open space above river (headroom)	šířka řeky ± břehový porost nad/mimo hladinu [m] / (width of the river ± bank vegetation above / off surface [m])
rychlost proudu / speed of the current	malá („stojatá“) / střední / velká (peřeje) (smooth / intermediate / turbulent)
překážky ve vodě / obstructs in the current	ano / ne (yes / no)
vzdálenost k nejbližší obci (k okraj) / distance to the nearest village	[m]

přelety doprovázenými vyhledáváním přechodných úkrytů. Transekty jsme umístili do 7 hlavních biotopů: pole (nad 30 m od lesních porostů), louka (nad 30 m od lesních porostů), liniové porosty v otevřené krajině, lesní porost (minimálně 30 m od okraje), okraj lesa (rozhraní mezi souvislým zapojeným porostem stromů a polem nebo loukou), břeh vodní nádrže a břeh vodního toku. Do hodnocení celkové biotopové preference bylo zahrnuto i sledování letové aktivity na bodech podél řeky Moravy (viz dále). Celkem jsme uskutečnili sledování na liniových transektech na 69 lokalitách. Doba sledování přibližně odpovídá procentuálnímu zastoupení daného biotopu v záplavovém území (tab. 1 a 2).

Za účelem sledování vlivu charakteru řeky na letovou aktivitu jsme provedli bodové monitorování přímo ze břehu řeky Moravy. Celkem jsme vybrali 42 monitorovacích bodů umístěných v každém říčním kilometru na břehu s dobou sledování 10 minut. Každý bod byl navštíven v průběhu noci minimálně dvakrát. Na každém bodě byl popsán charakter vegetace, šířka řeky, rychlost proudu, přítomnost překážek ve vodě, vzdálenost od nejbližší obce (tab. 3).

Míra letové aktivity netopýrů byla hodnocena jako podíl minut se záznamem druhu (pozitivní minuty) na celkovém čase pozorování transektu nebo bodu v daném biotopu (dále jako relativní aktivita). Pro hodnocení rozdílů letové aktivity mezi úseky a biotopy byl použit Kruskal-Wallis test a post hoc Tukey-Kramer test. Bonferroniho korekce byla použita v případě vícenásobného testování jediného souboru dat. Spearmanův korelační koeficient byl použit k vyjádření vztahu letové aktivity a biotopových charakteristik. Získaná data byla statisticky hodnocena za pomoci počítačového programu JMP (SAS Institute Inc.).

Výsledky

Biotopová preference netopýrů

V celém sledovaném území jsme během výzkumu celkem zjistili minimálně 8 druhů, resp. dvojic druhů netopýrů: *Myotis mystacinus* / *M. brandtii* (*M. mys/bra*), *Myotis myotis* / *M. blythii* (*M. myo/bly*), *Myotis daubentonii* (*M. dau*), *Eptesicus serotinus* (*E. ser*), *Nyctalus noctula* (*N. noc*), *Nyctalus leisleri* (*N. lei*), *Pipistrellus pipistrellus* s. l. (*P. pip*) a *Pipistrellus nathusii* (*P. nat*). V roce 1998, v době terénních výzkumů, na území ČR ještě nebyly rozlišovány druhy *Pipistrellus pipistrellus* a *P. pygmaeus*, v západní Evropě odlišované již dříve (Jones & van Parijs 1993, Barratt et al. 1995, 1997). Pozdější výzkumy však na studovaném území prokázaly přítomnost obou druhů (Bartonička et al. 2002). Při srovnání obou úseků chyběl druh *Nyctalus leisleri* v lesnatém úseku Litovel–Olomouc a v zemědělsky intenzivně ovlivněném úseku Olomouc–Tovačov chyběly druhy respektive dvojice druhů *Myotis mystacinus* / *M. brandtii* a *Myotis myotis* / *M. blythii*.

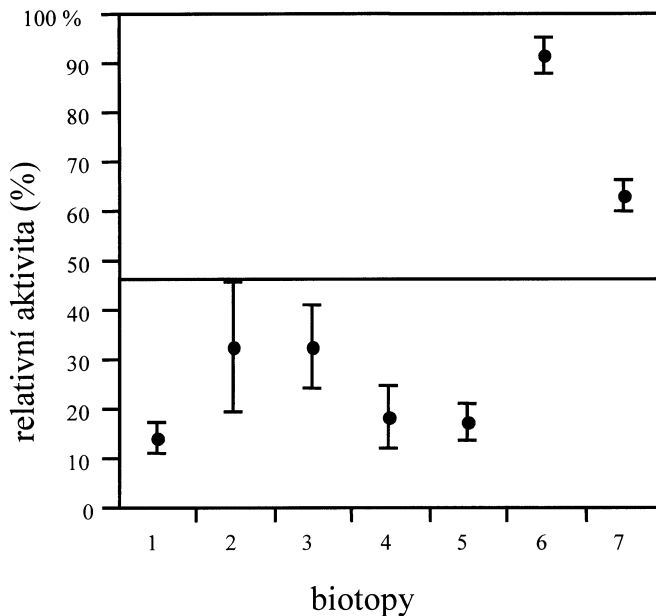
V aktivitě společenstva netopýrů byl zjištěn statisticky významný rozdíl ve využívání jednotlivých biotopů (Kruskal-Wallis test, $p < 0,001$). Nejvyšší lovecká aktivita netopýrů, odlišná od všech ostatních sledovaných biotopů (Tukey-Kramer test, Bonferroniho korekce, $p < 0,005$), byla zjištěna nad vodními nádržemi a tůňemi (relativní aktivita 92 %) (obr. 1). Druhá nejvyšší lovecká aktivita netopýrů byla zjištěna nad vodními toky (relativní aktivita 63 %) a také se statisticky významně odlišovala od ostatních biotopů (Tukey-Kramer test, Bonferroniho korekce, $p < 0,005$). Zde se na ní podílel převážně *Myotis daubentonii* (s dominancí 59,6 %) (obr. 1). Nižší aktivita, než nad vodními biotopy, byla zjištěna nad loukami a při okrajích lesních porostů (relativní aktivita společenstva 33 %). Nejnižší lovecká aktivita společenstva netopýrů byla pozorována v lese (14 %) a v polních ekosystémech (pole 18 %, liniové porosty 19 %).

Srovnáme-li oba sledované úseky, tak v úseku Litovel–Olomouc se na této aktivitě podíleli hlavně *Myotis daubentonii* a *Pipistrellus nathusii*, kdežto v úseku Olomouc–Tovačov to byly *Myotis daubentonii*, *Nyctalus leisleri* a *Pipistrellus pipistrellus* s. l., který v lesních oblastech nad Olomoucí v podstatě chyběl (obr. 2, 3). Zde byl patrný vliv břehového porostu na druhové zastoupení rodu *Pipistrellus*. Například při sledování na lokalitě u obce Tovačov byl levý Hrádecký rybník s dobře vyvinutým břehovým porostem využíván druhem *Pipistrellus pipistrellus* s. l. (relativní aktivita 21,8 %), *Myotis daubentonii* (relativní aktivita 23,6 %, více než 5 jedinců v některých úsecích), *Nyctalus leisleri* (40,8 %) a druhem *Nyctalus noctula* (13,8 %). Naproti tomu sousedící pravý Hrádecký rybník bez břehového porostu byl využíván druhem *Pipistrellus*

nathusii (18,2 %), dále pak druhem *Nyctalus leisleri* (36,4 %) a druhem *Myotis daubentonii* s poměrně vysokou relativní aktivitou (45,5 %), ale s nižším počtem lovcích jedinců než u břehového porostu (1 jedinec v minutě záznamu).

Většina sledovaných druhů na celém studovaném území vykazovala odlišnou loveckou aktivitu mezi modelovými biotopy (tab. 4). Dále jsme testovali rozdíly mezi srovnávanými úseky Litovel–Olomouc a Olomouc–Tovačov v lovecké aktivitě společenstva a jednotlivých druhů v rámci konkrétního biotopu (tj. jen druhy s výskytem v daném biotopu v obou úsecích). Zde nebyl shledán statisticky významný rozdíl ve využití biotopů mezi oběma úseky (Kruskal-Wallis test, ns).

Druhy resp. dvojice druhů netopýrů *Myotis mystacinus* / *M. brandtii* a *Myotis myotis* / *M. blythii* byly zjištěny jen v úseku Litovel–Olomouc v biotopech les (oba 1% letová aktivita) a okraj lesa (oba 2 %). *M. myotis* / *M. blythii* byl také jedenkrát zastížen nad vodním tokem. *Myotis daubentonii* lovil hlavně nad vodními biotopy. Při lovu a přeletěch byl rovněž zastížen v biotopech les (převážně nad lesními cestami) a na okraji lesa. Zajímavá je lovecká aktivita nad polem (Litovel–Olomouc 2 %, Olomouc–Tovačov 1 %). *Nyctalus noctula* byl pozorován ve všech



Obr. 1. Průměrná hodnota (\pm SE, střední chyba průměru) relativní aktivity v jednotlivých biotopech v rámci celého sledovaného území (Litovel–Tovačov) vykazovala signifikantní rozdíly pouze mezi tekoucí a stojatou vodou. Na obou těchto biotopech byla zjištěna výrazně vyšší aktivita než na ostatních sledovaných biotopech (Tukey-Kramerův test, Bonferroni Correction);

1 – les, 2 – louka, 3 – okraj lesa/ekoton, 4 – liniový porost, 5 – pole, 6 – stojatá voda, 7 – tekoucí voda.

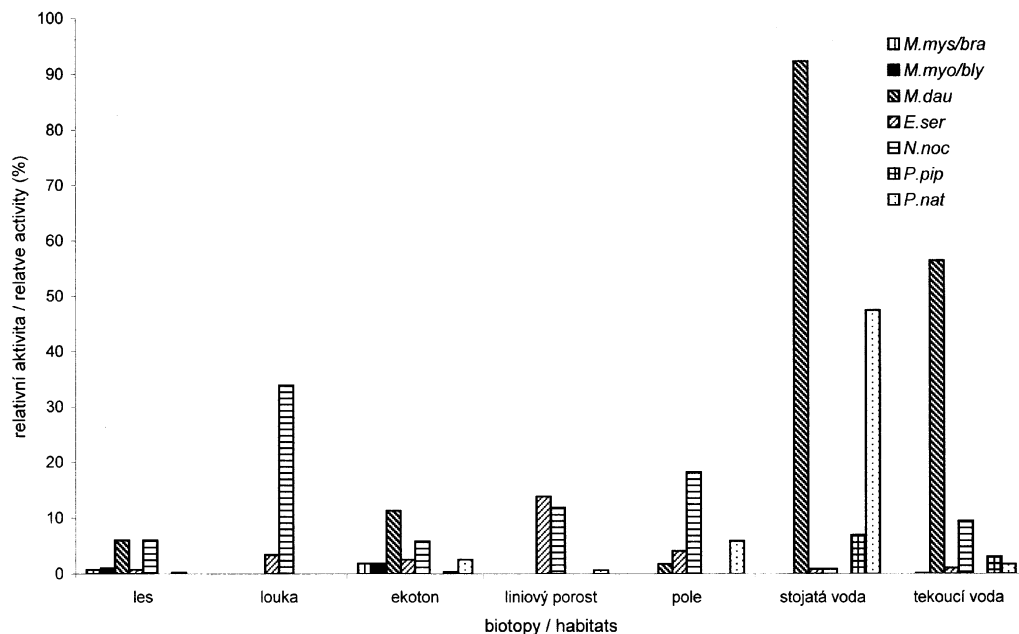
Fig. 1. The mean of relative activity (\pm SE) in the particular habitats in the whole study area (Litovel–Tovačov) showed significant differences only between streams and pools and both of them showed different activity than in other studied habitats as well (Tukey-Kramer test, Bonferroni Correction); relativní aktivita – relative activity, biotopy – habitats;

1 – forests, 2 – meadows, 3 – edges, 4 – linear elements, 5 – fields, 6 – pools, 7 – streams.

Tab. 4. Hodnoty lovecké aktivity jednotlivých druhů netopýrů byly testovány pomocí Kruskal-Wallisova testu
 Tab. 4. Different levels of foraging activity of the particular species were tested using Kruskal-Wallis test

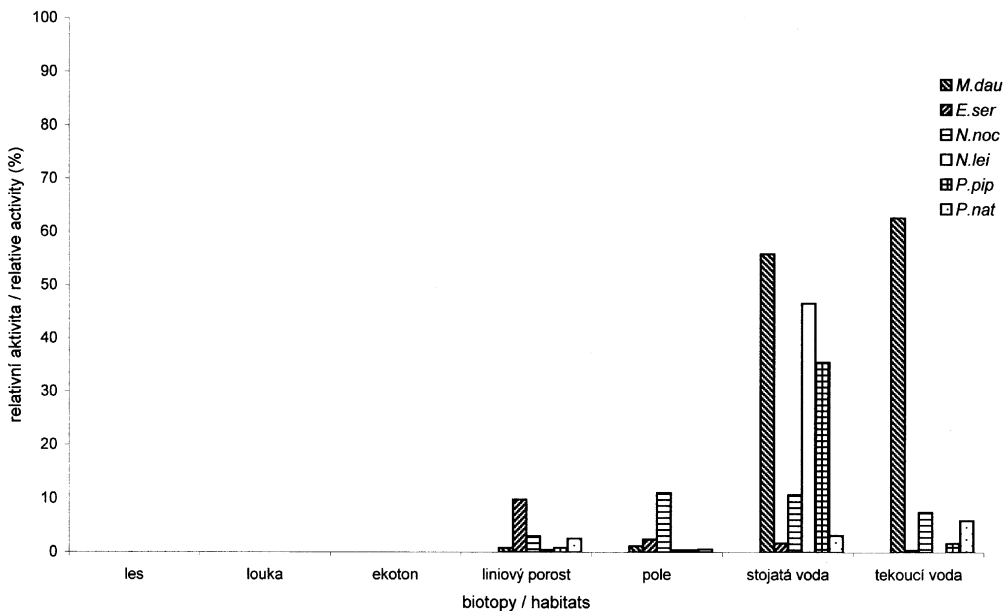
druhy / species	H	P
<i>Myotis mystacinus</i> / <i>M. brandtii</i>	40,14	p < 0,001
<i>Myotis myotis</i> / <i>M. blythii</i>	15,01	p = 0,020 NS
<i>Myotis daubentonii</i>	126,71	p < 0,001
<i>Eptesicus serotinus</i>	39,29	p < 0,001
<i>Nyctalus noctula</i>	8,51	p = 0,20 NS
<i>Nyctalus leisleri</i>	50,52	p < 0,001
<i>Pipistrellus pipistrellus</i> s. l.	41,62	p < 0,001
<i>Pipistrellus nathusii</i>	9,75	p = 0,14 NS

biotopech, nejvyšší letovou aktivitu jsme zjistili nad loukami v úseku Litovel–Olomouc (34 %). Druh *Nyctalus leisleri* jsme pozorovali jen v úseku Olomouc–Tovačov a to převážně nad vodními plochami (47 %), minimálně pak nad polem sousedícím s vodní nádrží (0,36 %) a jedenkrát pak podél liniového porostu. *Eptesicus serotinus* byl zjištěn ve všech biotopech s nejvyšší aktivitou podél liniových porostů (Litovel–Olomouc 14 %, Olomouc–Tovačov 10 %). *Pipistrellus pipistrellus* s. l. lovil hlavně nad vodními plochami (Litovel–Olomouc 7 %, Olomouc–Tovačov 36 %)



Obr. 2. Lovecká aktivita netopýrů v jednotlivých biotopech v úseku Litovel–Olomouc. *M.mys/bra* – *Myotis mystacinus* anebo *M. brandtii*, *M.myo/bly* – *Myotis myotis* anebo *M. blythii*, *M.dau* – *Myotis daubentonii*, *E.ser* – *Eptesicus serotinus*, *N.noc* – *Nyctalus noctula*, *N.lei* – *Nyctalus leisleri*, *P.pip* – *Pipistrellus pipistrellus* s. l., *P.nat* – *Pipistrellus nathusii*.

Fig. 2. Foraging activity of bat species in the particular habitats in Litovel–Olomouc region. *M.mys/bra* – *Myotis mystacinus* or *M. brandtii*, *M.myo/bly* – *Myotis myotis* or *M. blythii*, *M.dau* – *Myotis daubentonii*, *E.ser* – *Eptesicus serotinus*, *N.noc* – *Nyctalus noctula*, *N.lei* – *Nyctalus leisleri*, *P.pip* – *Pipistrellus pipistrellus* s. l., *P.nat* – *Pipistrellus nathusii*. For habitat types see Tab. 3.



Obr. 3. Lovecká aktivita netopýrů v jednotlivých biotopech v úseku Olomouc–Tovačov. Zkratky názvů druhů viz obr. 2. Kategorie les, louka a okraj lesa/ekoton v tomto úseku nebyly vůbec zastoupeny.

Fig. 3. Foraging activity of of bat species in the particular habitats in Olomouc–Tovačov region. For abbreviations of species names see Fig. 2, for habitat types see Tab. 3. Habitats forest, meadow and edge were not found in this region.

a to jen v úsecích s břehovým porostem. Naproti tomu *Pipistrellus nathusii* měl nejvyšší aktivitu v úseku Olomouc–Tovačov nad řekou (6 %) a v úseku Litovel–Olomouc nad vodní nádrží mimo břehový porost (47 %).

Lovecká aktivita netopýrů nad řekou

Během výzkumu loveckého využívání říčního biotopu netopýry za pomoci 10-minutových bodových pozorování jsme nad řekou Moravou celkem zjistili 5 druhů: *Myotis daubentonii*, *Nyctalus noctula*, *Eptesicus serotinus*, *Pipistrellus pipistrellus* s. l. a *Pipistrellus nathusii*. Co do počtu lovicích druhů na jednotlivých bodech byl v úseku Litovel–Olomouc zastoupeno více bodů jen s jedním druhem (6 oproti 2) a to s lovicím *Myotis daubentonii*, avšak mezi oběma sledovanými úseky Litovel–Olomouc a Olomouc–Tovačov nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl (χ^2 test, ns, obr. 4).

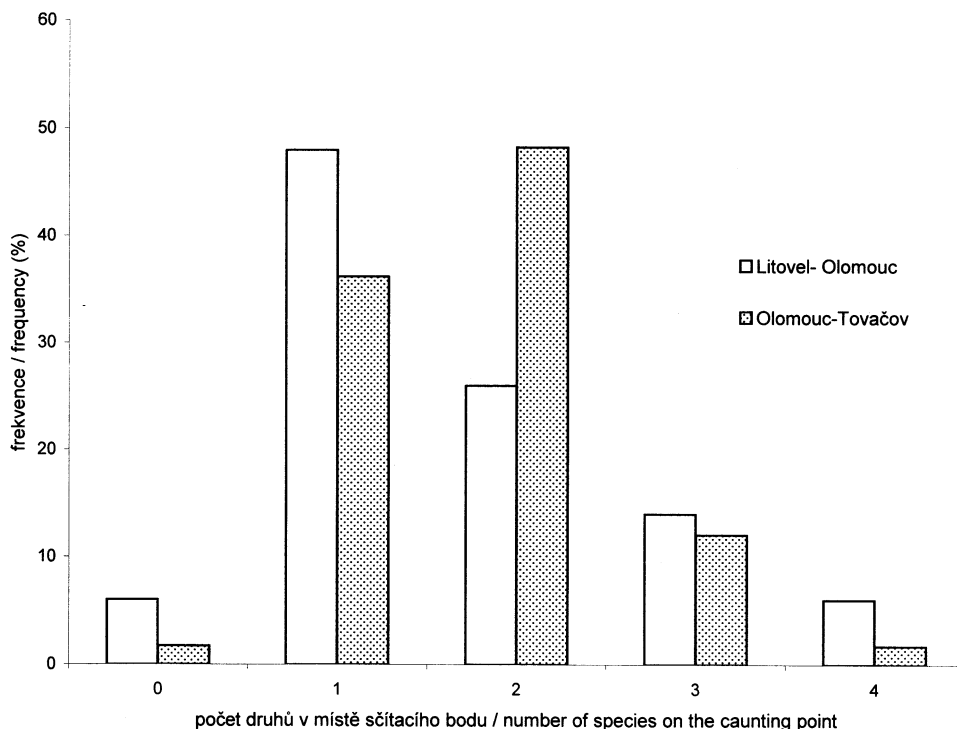
Z hlediska počtu lovicích jedinců druhu *Myotis daubentonii* na jednotlivých bodech se oba srovnávané úseky statisticky významně lišily (Mann-Whitney U test, $p=0,002$, obr. 5). V úseku Litovel–Olomouc bylo více pozorování bez loveckého využití některých bodů (19,5 % oproti 5,9 %). Lovící jedinci *Myotis daubentonii* se vyhýbali místům s rychle proudící vodou (Spearmanův korelační koeficient, $p=0,006$). V případě testování vlivu ostatních faktorů v rámci celé zkoumané délky řeky nebyl zjištěn signifikantní vliv žádného. Avšak pokud jsme testovali data pro oba porovnávané úseky, byl v úseku Litovel–Olomouc kromě negativního vlivu proudící vody (Sp, $p=0,001$) zjištěn pozitivní vliv zastínění řeky keřovým a stromovým patrem na úroveň letové aktivity *Myotis daubentonii* s volností prostoru nad řekou (Sp, $p=0,03$). V úseku Olomouc–Tova-

čov, prakticky jen s pomalu tekoucí vodou, byl pozorován pozitivní vliv šířky řeky na množství lovicích jedinců druhu *Myotis daubentonii* (Sp, $p=0,017$).

Pipistrellus nathusii byl v lesnatém úseku Litovel–Olomouc zaznamenán jen krátce (po jedné pozitivní minutě) v bodech 7, 8 a 9 mezi obcemi Střeň a Hynkov. U silnice do Střeneň byl pak pozorován při lovu u pouličních lamp v těsné blízkosti řeky. V úseku Olomouc–Tovačov byl výskyt častější. U tohoto druhu jsme zjistili negativní vliv přítomnosti lesního porostu na letovou aktivitu (Sp, $p=0,026$) a negativní korelaci se stářím přítomného lesního porostu (Sp, $p=0,024$). Dále byla letová aktivita tohoto druhu negativně korelována s rostoucí horizontální strukturou (Sp, $p=0,011$), šířkou břehového porostu (Sp, $p=0,012$) a jeho zapojeností (Sp, $p=0,011$). Hodnotili jsme i oba úseky zvlášť. V úseku Litovel–Olomouc byla zjištěna opět silná negativní korelace letové aktivity tohoto druhu s rostoucí horizontální strukturou (Sp, $p=0,007$) a negativní korelace s rostoucí vzdáleností od obce (Sp, $p=0,030$).

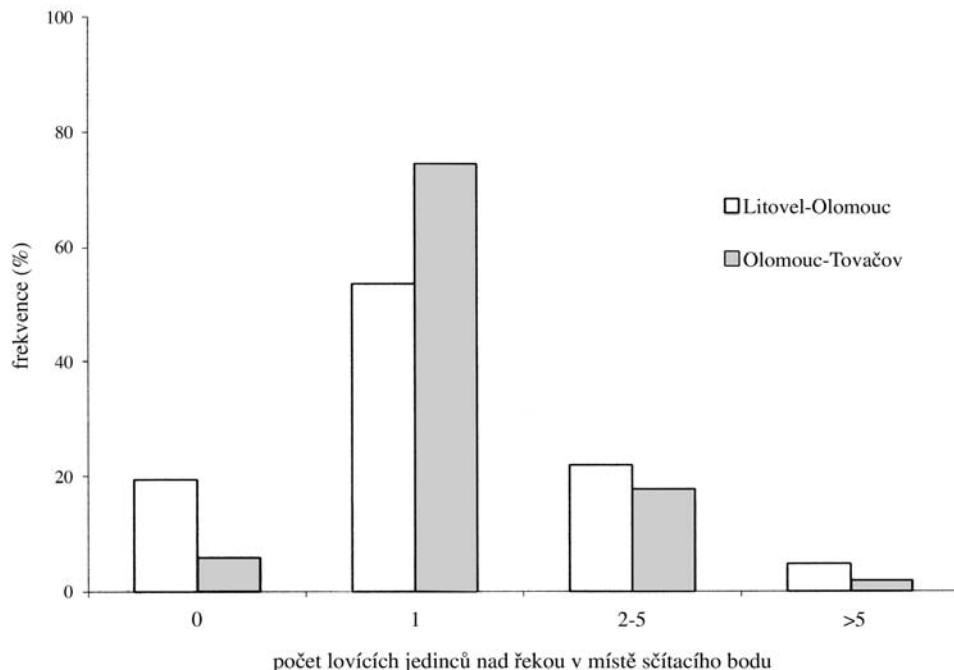
Letová aktivita *Nyctalus noctula* pozitivně korelovala s vyvinutou vertikální strukturou (Sp, $p=0,030$) a s zapojeností břehového porostu (Sp, $p=0,041$). *Pipistrellus pipistrellus* s. l. byl zjištěn pouze v bodech 11 (50 % doby pozorování v bodě) a 22 (5 %).

Druh *Eptesicus serotinus* jsme pozorovali v bodech 4 (5 % doby pozorování v bodě), 13 (5 %) a 35 (5 %). Lovil převážně na okrajích lesního porostu. Úroveň jeho aktivity pozitivně korelovala



Obr. 4. Počet druhů lovicích nad řekou na jednotlivých sčítacích bodech v úsecích Litovel–Olomouc a Olomouc–Tovačov.

Fig. 4. Number of bat species foraging above Morava river atn the detecting points in Litovel–Olomouc and Olomouc–Tovačov sections.



Obr. 5. Počet záznamů lovicích jedinců druhu *Myotis daubentonii* v místě sčítacího bodu.
 Fig. 5. Number of foraging *Myotis daubentonii* at the detectoring points.

s přítomností (Sp, $p=0,038$) a stářím lesa (Sp, $p=0,019$). Korelaci s lesním porostem lze vysvětlit pozitivní korelací vzdálenosti lesa se vzdáleností obce od bodu pozorování (Sp, $p=0,027$). V naprosté většině případů byl však *Eptesicus serotinus* sledován na okrajích lesních porostů, což je pro něho charakteristické.

Diskuse

Asociace mezi druhy netopýrů a biotopy není vždy jednoznačná (Fenton 1997). Například jedinci druhu *Nyctalus noctula* mohou lovit v různých prostředích od lesních porostů až po intravilány měst, kde využívají větší abundanci hmyzu podél pouličního osvětlení (Rydell 1991, 1992, Blake et al. 1994). Výběr loveckého biotopu závisí jednak na množství potravy, tj. hmyzu a jeho distribuci v prostoru a čase (Racey & Swift 1985, McAney & Fairley 1988, Rautenbach et al. 1994) a dále na dostupnosti vhodných úkrytů v oblasti (Mayle 1990, Ports & Bradley 1996).

Řadou autorů je zdůrazňován význam břehového porostu. Existuje celá řada hypotéz vysvětlujících vztah netopýrů k lineárním a okrajovým biotopům v krajině (Limpens et al. 1989, Limpens & Kapteyn 1991, Zahn & Maier 1997, Verboom 1998). S využíváním liniové vegetace v krajině může souviset krátký dosah sonaru menších druhů a tedy omezení akustického kontaktu s vertikálními strukturami k překonávání volného prostoru. Pravděpodobněji však větší výskyt netopýrů u těchto elementů souvisí se zdejší větší abundancí hmyzu a ochranou před větrem

a potenciálními predátory. V neposlední řadě je to i orientace přelétajících netopýrů (Limpens et al. 1989).

Nejvyšší loveckou aktivitu netopýrů jsme zjistili nad vodou a je uváděna také celou řadou autorů (Bell 1980, Racey & Swift 1985, Walsh & Mayle 1991, Rachwald 1992, Rautenbach et al. 1994, Rydell et al. 1994, Vaughan et al. 1997, Zukal et al. 1997). Druhy *Pipistrellus pipistrellus* s. l., *Pipistrellus nathusii* spolu s *Nyctalus leisleri* a *Myotis daubentonii* loví především vodní Diptera a lze tedy očekávat jejich lov hlavně v blízkosti vodních biotopů (Sullivan et al. 1993, Vaughan 1997). V porovnání úseků nad a pod Olomoucí, kdy lze předpokládat, že úsek Olomouc–Tovačov bude více znečištěn nebyla zjištěna vyšší aktivita druhu *M. daubentonii*. Naopak Vaughan et al. (1996) potvrdili vyšší aktivitu tohoto druhu nad mírně znečištěnými toky ve srovnání s toky neznečištěnými. Druh *M. daubentonii* loví přímo z vodní hladiny (rybaření, trawling) a je tedy úzce vázán na vodní biotopy (Vaughan 1997). Při lovu nad řekou se vyhýbal místům s proudící vodou. Při použití sonaru totiž vytváří proudící voda na pozadí nežádoucí obraz a stejně nevýhodný je pro lovicí netopýry i hluk spojený s prouděním (Frenckel & Barclay 1987, Mackey & Barclay 1989). Hluk vířené vody je důležitější pro netopýry lovicí výše nad vodní hladinou, naopak přímo rozvířenou hladinou jsou rušeny signály netopýrů lovicích těsně nad ní. Větší množství lovicích jedinců *M. daubentonii* jsme zjistili v místech zastínění břehovým porostem, což zřejmě souvisí s vyšší diverzitou a abundancí hmyzu (Walsh & Mayle 1991). Rydell et al. (1994) však nezjistil vztah mezi počtem stromů a počtem jedinců *M. daubentonii*. Tento druh byl také zjištěn při lovecké aktivitě v lese, což souhlasí s výsledky Walsh & Mayle (1991), kteří udávají, že tento druh využíval hlavně lesní cesty a lesní vodní plochy. Zajímavá je i zjištěná aktivita tohoto druhu nad poli. V době výzkumu byla pole upravena válcováním po orbě a zasetí, takže zde byla vytvořena rovná plocha. Lov tohoto druhu nad zemědělskými plochami je uváděn i jinými autory (např. Vaughan et al. 1997).

Druhy rodu *Pipistrellus* mají velmi podobný způsob lovu ve středních výškách za pomoci ocasní membrány (Kalko 1995). *P. pipistrellus* s. l. je díky dosahu svého sonaru (Kalko 1995) velmi úzce vázán na vertikální krajinné struktury (Baagøe 1987, Verboom 1998). Také abundance jeho potravy, drobného křehkého hmyzu je více závislá na ochraně vegetací před větrem. Rydell et al. (1994) uvádí stojaté a tekoucí vody jako primární lovecký biotop pro tento druh. Je tedy zajímavostí, že *P. pipistrellus* s. l. byl v lesnatém úseku Litovel–Olomouc oproti očekávání zastoupen v daleko menší míře. Tuto zajímavou vzácnost výskytu jinak běžného druhu zjistil v dalším lužním komplexu CHKO Poodří i Řehák & Bryja (1998). *P. pipistrellus* s. l. se jeví jako druh vázaný na blízkost aglomerací, proto je v lesních komplexech (lužní les v Poodří a v Litovelském Pomoraví) registrován méně než v blízkosti lidských obydlí. V lužních lesích nad Olomoucí byl detekován i *P. pygmaeus*. Počet záznamů je však velice nízký (Bartonička et al. 2002) a jeho výskyt zde tak zdaleka nedosahuje početných populací na jihovýchodní Moravě (Gaisler et al. 2002). *Pipistrellus nathusii* je poněkud větší druh než *P. pipistrellus* s. l. a ve vyhledávací fázi dosahuje větší letové rychlosti (Kalko 1995). *P. nathusii* loví v otevřených plochách podél liniových koridorů (Kalko & Schnitzler 1993). V námi sledované oblasti lovil především nad řekou a vodními plochami, což je v souladu s jinými autory (Vaughan et al. 1997, Řehák & Bryja 1998). Naše výsledky ale dokumentují spíše lov na otevřených plochách (úsek Olomouc–Tovačov), kdežto v Poodří byl běžně zjištěn při lovu přímo v lesích. Zvýšená aktivita tohoto druhu je patrná při jarních (květen) a letních (srpen) tazích. V podzimním období není nárůst aktivity již tak patrný. Avšak sporadické nálezy potvrzují obecně nízkou aktivitu *P. nathusii* v oblasti Litovelského Pomoraví i v jarním období (Řehák 1999). Námi zjištěný lov podél pouličního osvětlení odpovídá údajům z intravilánu v Poodří (Řehák & Bryja 1998).

Překvapivým zjištěním byla absence *Nyctalus leisleri* v lesnatém úseku Litovel–Olomouc oproti zemědělsky silně ovlivněnému úseku Olomouc–Tovačov. Řehák & Bryja (1998) jej zjistili v CHKO Poodří na více lokalitách, tedy v podobném území jako je CHKO Litovelské Pomoraví. Nízkou aktivitu tohoto druhu v úseku Litovel–Olomouc potvrdil i Řehák (1999). *N. leisleri* vytváří kolonie v dutinách nebo puklinách starých stromů. Výzkum tedy vyzdvihl význam drobných vodních ploch obklopených dobře vyvinutým břehovým porostem z hlediska ochrany netopýřů v zemědělsky silně využívané krajině (úsek Olomouc–Tovačov).

Závěrem lze říct, že v České republice nehojně druhy *Pipistrellus nathusii* a *Nyctalus leisleri* mají úzkou potravní niku v porovnání např. s *M. daubentonii* v jehož potravě bylo nalezeno až 16 rozdílných skupin. Vzácné druhy netopýřů mají obvykle potravní niku užší než druhy běžné (Vaughan et al. 1997). Výskyt *P. nathusii* a *N. leisleri* v záplavovém území řeky Moravy je tedy významným zjištěním.

Literatura

- ANDRÉN H., 1994: Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. *Oikos*, **71**: 355–366.
- BAAGÖE H. J., 1987: The Scandinavian bat fauna: adaptive wing morphology and free flight in the field. Pp.: 57–74. In: FENTON M. B., RACEY P. A. & RAYNER J. M. V. (eds.): *Recent Advances in the Study of Bats*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 470 pp.
- BARRATT E. M., BRUFORD M. W., BURLAND T. M., JONES G., RACEY P. A. & WAYNE R., 1995: Characterization of mitochondrial DNA variability within the microchiropteran genus *Pipistrellus*: approaches and applications. *Symp. Zool. Soc. Lond.*, **67**: 377–386.
- BARRATT E. M., DEAVILLE R., BURLAND T. M., BRUFORD M. W., JONES G., RACEY P. & WAYNE R. K., 1997: DNA answers the call of pipistrelle bat species. *Nature*, **387**: 138–139.
- BARTONIČKA T., ŘEHÁK Z., WOLF P. & BRYJA J., 2002: Drobní savci CHKO Litovelské Pomoraví. Část 1. Netopýři – Chiroptera. *Lynx, n. s.*, **33**: 35–46.
- BELL G. B., 1980: Habitat use and response to patches of prey by desert insectivorous bats. *Can. J. Zool.*, **58**: 1876–1883.
- BLAKE D., HUTSON A. M., RACEY P. A., RYDELL J. & SPEAKMAN J. R., 1994: Use of lamplit roads by foraging bats in southern England. *J. Zool., Lond.*, **234**: 453–462.
- BROSSET A., CHARLES-DOMINIQUE P., COCKLE A., COSSON J. F. & MASSON D., 1996: Bat communities and deforestation in French Guiana. *Can. J. Zool.*, **74**: 1974–1982.
- EKMAN M. & DE JONG J., 1996: Local patterns of distribution and resource utilization of four bat species (*Myotis brandtii*, *Eptesicus nilssonii*, *Plecotus auritus* and *Pipistrellus pipistrellus*) in patchy and continuous environments. *J. Zool., Lond.*, **238**: 571–580.
- ESTRADA A., ESTRADA C. & MERITT D., 1993: Bat species richness and abundance in tropical rain forest fragments and in agricultural habitats at Los Tuxtlas, Mexico. *Ecography*, **16**: 309–318.
- FENTON M. B., 1997: Science and the conservation of bats. *J. Mammal.*, **78**: 1–14.
- GAISLER J., ŘEHÁK Z. & BARTONIČKA T., 2002: Mammalia: Chiroptera. Pp.: 139–149. In: ŘEHÁK Z., GAISLER J. & CHYTL J. (eds.): *Vertebrates of the Pálava Biosphere Reserve of UNESCO. Folia Fac. Sci. Natur. Univ. Masaryk. Brun., Biol.*, **106**, 162 pp.
- HART J. A., KIRKLAND G. L. & GROSSMAN S. C., 1993: Relative Abundance and Habitat Use by Tree Bats, *Lasiurus* spp in Southcentral Pennsylvania. *Can. Field Natur.*, **107**: 208–212.
- JONES G., 1995: Flight performance, echolocation and foraging behaviour in Noctule bats *Nyctalus noctula*. *J. Zool., Lond.*, **237**: 303–312.
- JONES G. & VAN PARIJS S. M., 1993: Bimodal echolocation in pipistrelle bats: are cryptic species present? *Proc. Roy. Soc. Lond. B*, **251**: 119–125.

- DE JONG J., 1994: Habitat use, home range and activity pattern of the Northern Bat, *Eptesicus nilssonii*, in a hemiboreal coniferous forest. *Mammalia*, **58**: 535–548.
- DE JONG J., 1995: Habitat use and species richness of bats in a patchy landscape. *Acta Theriol.*, **40**: 237–248.
- KALKO E. K. V., 1995: Insect pursuit, prey capture and echolocation in Pipistrelle bats (Microchiroptera). *Anim. Behav.*, **50**: 861–880.
- KALKO E. K. V. & SCHNITZLER H. U., 1989: The echolocation and hunting behavior of Daubenton's bat, *Myotis daubentoni*. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, **24**: 225–238.
- KALKO E. K. V. & SCHNITZLER H. U., 1993: Plasticity in echolocation signals of european pipistrelle bats in search flight – implications for habitat use and prey detection. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, **33**: 415–428.
- KROHNE D. T., 1997: Dynamics of metapopulations of small mammals. *J. Mammal.*, **78**: 1014–1026.
- LIMPENS H. J. G. A. & BONGERS W., 1991: Bats in Dutch forests. *Myotis*, **29**: 129–136.
- LIMPENS H. J. G. A., HELMER W., VAN WINDEN A. & MOSTERT K., 1989: Vleermuizen (Chiroptera) en lintvormige landschapselementen. *Lutra*, **32**: 1–20.
- LIMPENS H. J. G. A. & KAPTEYN K., 1991: Bats, their behaviour and linear landscape elements. *Myotis*, **29**: 39–48.
- MACKEY R. L. & BARCLAY R. M. R., 1989: The influence of physical clutter and noise on the activity of bats over water. *Can. J. Zool.*, **67**: 1167–1170.
- MAYLE B. A., 1990: A biological basis for bat conservation in british woodlands – a review. *Mammal. Rev.*, **20**: 159–195.
- MCANEY C. M. & FAIRLEY J. S., 1988: Habitat preference and overnight and seasonal variation in the foraging activity of lesser horseshoe bats. *Acta Theriol.*, **33**: 393–402.
- MURRAY K. L., BRITZKE E. R., HADLEY B. M. & ROBBINS L. W., 1999: Surveying bat communities: a comparison between mist nets and the Anabat II bat detector system. *Acta Chiropterol.*, **1**: 105–112.
- NEUWEILER G., 1984: Foraging, echolocations and auditions in bats. *Naturwiss.*, **71**: 446–455.
- NORBERG U. M. & RAYNER J. M. V., 1987: Ecological morphology and flight in bats (Mammalia: Chiroptera): wing adaptations, flight performance, foraging strategy and echolocation. *Proc. Roy. Soc. Lond. B*, **316**: 355–427.
- PORTS M. A. & BRADLEY P. V., 1996: Habitat affinities of bats from northeastern Nevada. *Great Basin Natur.*, **56**: 48–53.
- RACEY P. A. & SWIFT S. M., 1985: Feeding ecology of *Pipistrellus pipistrellus* (Chiroptera: Vespertilionidae) during pregnancy and lactation I. Foraging behaviour. *J. Anim. Ecol.*, **54**: 205–215.
- RACHWALD A., 1992: Habitat preference and activity of the Noctule bat *Nyctalus noctula* in the Bialowieza Primeval Forest. *Acta Theriol.*, **37**: 413–422.
- RAUTENBACH I. L., FENTON M. B. & WHITING M. J., 1996: Bats in riverine forests and woodlands: a latitudinal transect in southern Africa. *Can. J. Zool.*, **74**: 312–322.
- RYDELL J., 1992: Exploitation of insects around streetlamps by bats in Sweden. *Funct. Ecol.*, **6**: 744–750.
- RYDELL J., 1991: Seasonal use of illuminated areas by foraging Northern bats *Eptesicus nilssonii*. *Holarctic Ecol.*, **14**: 203–207.
- RYDELL J., BUSHBY A., COSGROVE C. C. & RACEY P. A., 1994: Habitat use by bats along rivers in north-east Scotland. *Folia Zool.*, **43**: 417–424.
- ŘEHÁK Z., 1999: *Chiropterologický výzkum vybraných zvláště chráněných území v CHKO Litovelské Pomoraví. Závěrečná zpráva projektu. Brno, 19 pp.*
- SULLIVAN C. M., SHIEL C. B., MCANEY C. M. & FAIRLEY J. S., 1993: Analysis of the diets of Leisler's *Nyctalus leisleri*, Daubenton's *Myotis daubentoni* and *Pipistrellus pipistrellus* bats in Ireland. *J. Zool., Lond.*, **231**: 656–663.
- ŠTĚRBA O. (ed.), 1999: *Obnova ekologického kontinua řeky Moravy [The restoration of the Morava River ecological continuum]*. PpF UP, Olomouc, 200 pp + mapy.
- VAUGHAN N., 1997: The diets of British bats (Chiroptera). *Mammal. Rev.*, **27**: 77–94.

- VAUGHAN N., JONES G. & HARRIS S., 1996: Effects of sewage effluent on the activity of bats (Chiroptera: Vespertilionidae) foraging along rivers. *Biol. Conserv.*, **78**: 337–343.
- VAUGHAN N., JONES G. & HARRIS S., 1997: Habitat use by bats (Chiroptera) assessed by means of a broadband acoustic method. *J. Appl. Ecol.*, **34**: 716–730.
- VERBOOM B., 1998: *The Use of Edge Habitats by Commuting and Foraging Bats*. Ph.D. thesis, Wageningen. 121 pp.
- WALSH A. L. & HARRIS S., 1996a: Factors determining the abundance of vespertilionid bats in Britain: geographical, land class and local habitat relationships. *J. Appl. Ecol.*, **33**: 519–529.
- WALSH A. L. & HARRIS S., 1996b: Foraging habitat preferences of vespertilionid bats in Britain. *J. Appl. Ecol.*, **33**: 508–518.
- WALSH A. L. & MAYLE B. A., 1991: Bat activity in different habitats in a mixed lowland woodland. *Myotis*, **29**: 97–104.
- WATERS D. A., RYDELL J. & JONES G., 1995: Echolocation call design and limits on prey size: a case study using the aerial-hawking bat *Nyctalus leisleri*. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, **37**: 321–328.
- ZAHN A. & MAIER S., 1997: Jagdaktivität von Fledermäusen an Bächen und Teichen. *Ztschr. Säugetierk.*, **62**: 1–11.
- ZUKAL J., POKORNÝ M. & ŘEHÁK Z., 1997: Relative abundance and activity of bats in agrocoenoses near the Dukovany power station (SW-Moravia). *Vespertilio*, **2**: 105–112.

došlo 8. 12. 2004