

Sezónní dynamika aktivity a biotopové preference společenstva netopýrů Českobudějovické pánve

Radek K. LUČAN

katedra zoologie, biologická fakulta JU, Branišovská 31, CZ–370 05 České Budějovice, Česko;
rlucan@centrum.cz

Seasonal dynamics in activity and habitat use of a bat community in the Českobudějovická pánev basin (S Bohemia). The paper summarizes results of two-year study (2002–2003) of seasonal changes in activity and some aspects of habitat use of a bat community in the Českobudějovická pánev basin. The course of seasonal activity of bats in Vrbenské rybníky fishpond Natural Reserve, which is a representative area of natural habitats of the basin, was assessed using a bat detector in the first half of the night. Seven species were recorded: the Noctule (*Nyctalus noctula*), Lesser noctule (*Nyctalus leisleri*), Daubenton's bat (*Myotis daubentonii*), Nathusius' pipistrelle (*Pipistrellus nathusii*), Common pipistrelle (*Pipistrellus pipistrellus*), Pygmy pipistrelle (*Pipistrellus pygmaeus*) and Serotine (*Eptesicus serotinus*). Different levels of flight and hunting activity were recorded in particular species throughout the year. A relatively constant level of flight activity was observed in *N. noctula* and *M. daubentonii*, with a decrease towards the autumn migration period in the former species. The flight activity of *N. leisleri* showed profound seasonal dynamics with the peak in pre-lactation period and considerable decrease towards the end of the season. In all pipistrelle species, the highest level of flight activity occurred during the spring and autumn migration and pre-lactation period, while it was relatively low in the rest of the year. The Serotine performed a relatively constant level of flight activity between spring migration and the lactation period and decreased flying activity in late summer onward. The hunting activity rapidly increased during the pre-lactation period. Time allocation with respect to the period of male social calls has also been analysed in *N. noctula* and pipistrelle species. A considerable peak in presence of these calls occurred during autumn migration in *N. noctula* and *P. pygmaeus*, while social calls of *P. nathusii* were recorded throughout the year. The levels of flight activity of bats were studied in different parts of the basin. Ten habitats were recognized: three woodland habitats (broad-leaved, mixed and coniferous forests), two aquatic habitats (reservoirs and rivers), two urban habitats (built-up areas with high and low buildings), meadows, arable land and parks. The activity of seven bat species (*N. noctula*, *N. leisleri*, *P. nathusii*, *P. pipistrellus*, *P. pygmaeus*, *E. serotinus*, *M. daubentonii*) and one species group (*Myotis* spp. except for *M. daubentonii*) was analysed. The presence of aquatic habitats strongly supported high levels of flight activity in most species except the *Myotis* spp. group, which was linked to woodland habitats. Water reservoirs and coniferous forests were the habitats with the highest and the lowest level of activity and species richness, respectively. Spatial separation of males of the two pipistrelle species (*P. pipistrellus*, *P. pygmaeus*) during the period of social vocalization and mating is suggested as a target of further studies.

Chiroptera, habitat use, seasonal changes in activity, bat-detecting

Úvod

S rozvojem technických možností bylo zejména během posledních dvou desetiletí umožněno proniknout do problematiky netopýří echolokace (např. Fenton 1985), i když naprostá většina zásadních prací řešících tento okruh otázek se objevila až během 90. let minulého století a stále převažuje počet druhů, o kterých jsou naše informace jen fragmentární, případně chybí úplně.

To se ostatně netýká jen echolokace. Tak například zdánlivě triviální otázky zahrnující rozvržení prostorové aktivity v průběhu noci a sezóny spadají rovněž do problematiky, jejíž znalosti jsou

zatím relativně kusé a k postupnému odhalování dochází až v průběhu posledních let. Umožnilo to především zavedení ultrasonických detektorů do běžné výzkumné praxe a v neposlední řadě i miniaturisace vysílaček, s jejichž pomocí mohou být sledováni konkrétní jedinci.

Přeneseme-li se z globálního kontextu do evropských podmínek, je zejména díky dlouholeté výzkumné tradici situace ohledně znalosti prostorové aktivity netopýrů přece jen poněkud přehlednější, resp. množství údajů, které máme k dispozici je větší. Odhlédneme-li od monumentálních nadregionálních studií noční prostorové aktivity netopýrů (zejména biotopových preferencí) realizovaných především v Anglii (cf. Walsh & Harris 1996a, b), týká se většina publikovaných prací analýzy netopýří aktivity na regionální či mikroregionální úrovni (De Jong 1995, Dietz et al. 1999, Gaisler et al. 1998, Gaisler & Kolibáč 1992, Lesiński et al. 2000, Russ & Montgomery 2002, Russo & Jones 2003, Warren et al. 2000, Vaughan et al. 1996, etc.), řešení konkrétního behaviorálně ekologického problému (Boonman et al. 1998, Britton & Jones 1999, Kalko & Schnitzler 1993, Verboom & Spoelstra 1999, etc.) či studiu pouze vybraného cílového druhu (Jones 1995, Jones & Rayner 1988, Kalko & Schnitzler 1989, Siemers & Schnitzler 2000, Verboom et al. 1999).

Výsledky takto zaměřených výzkumů jsou přesto velmi cenné neboť konkretizují a často podstatně upřesňují obecně platné představy a odhalují lokální specifika jednotlivých studovaných aspektů netopýří aktivity. Výsledky těchto výzkumů pak mohou být mimo jiné např. použity jako podklad pro návrh akčních plánů týkajících se krajinného managementu zohledňujícího přítomnost těchto ohrožených druhů živočichů (viz Hutson et al. 2001). K tomu by měla přispět i předkládaná práce zabývající se vybranými aspekty sezónní a prostorové aktivity netopýrů v podmínkách Českobudějovické pánve.

Cílem předložené práce bylo (1) s použitím ultrasonického detektoru a vhodně zvolené metodiky zachytit a analyzovat sezónní změny lovecké a letové aktivity typových rodů a druhů netopýrů v prostředí Českobudějovické pánve, a (2) analyzovat aktivitu netopýrů v různých typech biotopů.

Materiál a metodika

Celá práce je rozdělena do dvou částí. První se věnuje sezónním aspektům aktivity netopýrů v maloplošném měřítku NPR Vrbenské rybníky. Druhá část je zaměřena na aktivitu netopýrů ve větším prostorovém měřítku a týká se víceméně celé Českobudějovické pánve.

Území

Českobudějovická pánev leží v nadmořské výšce cca 380 m a podle klimatické rajonisace (Quitt 1970) náleží do mírně teplé klimatické oblasti MT 11, charakterizované průměrnou teplotou v dubnu 7–8 °C, v červenci pak 17–18 °C. Úhrn srážek ve vegetačním období činí 350–400 mm, v zimě 200–250 mm. Počet dní se sněhovou pokrývkou je 50–60.

Velká část území je přeměněna v ornou půdu, která ovšem tvoří mozaiku s pro zdejší krajinu typickým množstvím rybníků různé velikosti, loukami a různě velkými plochami lesních porostů. Právě přírodní společenstva vázaná na okolí zdejších rybníků, ať už jde o rybníky samotné, staré dubové aleje na jejich hrázcích či navazující luční komplexy, případně lesní i luční mokřadní a bažinná společenstva představují z biologického pohledu nejcennější části celé pánve. Větší lesní porosty, často přirozeného charakteru, se nacházejí zejména na okrajích pánve na svazích Lišovského prahu. Osou pánve jsou řeky Vltava a Malše, na jejichž soutoku leží město České Budějovice.

NPR Vrbenské rybníky leží v plochem terénu Českobudějovické pánve, při severozápadním okraji Českých Budějovic, v těsném sousedství městské části České Vrbné. Na východě je území ostře ohraničeno silnicí I. třídy České Budějovice – Plzeň, na západě pak plynule přechází do kulturní zemědělské krajiny u Haklových Dvorů. Území o rozloze cca 250 ha je tvořeno pestrá mozaikou vodních ploch rybníků, ostrůvků, litorálních porostů, dubových alejí a dalších stromových porostů na hrázcích, kosených a nekosených luk a bažinných olšin a představuje reprezentativní vzorek typických přírodních společenstev celé pánve.

Sezónní aspekty aktivity netopýrů v NPR Vrbenské rybníky

Toto území bylo vybráno pro výzkum sezónních změn aktivity netopýrů zejména ze dvou důvodů: (a) dobře reprezentuje specifické podmínky jihočeských rybníčních pánví, (b) kompozici biotopů *a priori* predikuje přítomnost vysoké aktivity netopýrů, na které by mohly být sezónní změny dobře zachytitelné.

Výzkum sezónních aspektů aktivity netopýrů v NPR Vrbenské rybníky probíhal v letech 2002 a 2003 v měsících duben až říjen. K posouzení vlivu různých období reprodukčního cyklu na aktivitu netopýrů byla výzkumná perioda v obou letech shodně rozdělena na 5 období: **jarní migrace** (jm) – do 10. 5., **prelaktiční** (p) – do 5. 6., **laktiční** (l) – do 10. 7., **postlaktiční** (pl) – do 15. 8. a **podzimní migrace** (m) – po 15. 8. Hranice těchto období byla stanovena arbitrárně, na bázi aktuálních poznatků o fenologii reprodukce lokálních netopýřích populací zjištěných především odchytů do sítí během obou výzkumných sezón a v sezónách předešlých (např. načasování porodů u *Myotis daubentonii* či *Pipistrellus nathusii* – cf. Lučan 2001, Jahelková et al. 2001) a v souladu s analogickými studiemi (cf. Bartonička & Zukal 2003).

Výzkum byl prováděn metodou bodového transektu (Boonman 1996). Z metodologických prací vyplývá, že data získaná touto metodou vykazují nejmenší variabilitu v porovnání s některými dalšími metodami používanými v analogických studiích (De Wijs 1999). Ve studovaném území byl zvolen fixní třináctibodový transekt o délce cca 2 km vedoucí po hrázcích rybníků, po celé délce procházející konstatní mozaikou biotopů. Ta je tvořena starými porosty dubů obklopených z jedné či obou stran vodními plochami, lučními společenstvy a fragmenty mokřadních olšin. Jednotlivé body transektu byly od sebe vzdáleny ne méně než 100 m (Rachwald 1992).

K lokalizaci a záznamu netopýří echolokace byl použit ultrasonický detektor s modulem frequency – division (D 230, Pettersson Electronik, Inc.) a stereowalkman Sony WM-GX 550. Začátek výzkumu byl časově lokalizován do plného soumraku, průměrně 49 (SD=7; n=32) minut po západu slunce. Díky tomuto načasování by měl být odfiltrován efekt rozdílu v počátku noční aktivity u různých druhů, začátek výzkumu probíhal v době, kdy by již naprostá většina netopýrů měla být venku ze svých denních úkrytů (např. Jones & Rydell 1995). Celkově zachycuje transekt 70–80 minut, jeho konec tedy časově odpovídá konci druhé hodiny po západu slunce. Na každém bodě transektu byl pořízen 3–4 minutový kontinuální záznam signálů k následným analysám. Délka jednotlivých záznamů (zda 3 či 4 minuty) na konkrétních bodech v jednotlivých termínech byla náhodná. Transekt byl procházen konstantní rychlostí a jednotlivé body byly procházeny vždy ve stejném pořadí. Změny aktivity netopýrů v průběhu transektu tak mohou do jisté míry odrážet i prostorový aspekt. Celá výzkumná plocha nicméně tvoří poměrně ucelený komplex biotopů ohraničený jímak kulturní krajinou a lze zde očekávat víceméně homogenní rozložení aktivity netopýrů. V několika případech byl transekt díky náhlé změně počasí zkrácen.

Výzkum probíhal vždy (s výjimkou nejčasnějších a nejpозdějších termínů) za standardních podmínek, tzn. bezvětrí, absence srážek a teplota nad 10 °C (cf. Boonman 1996, Harbusch 1999, Masing 1999).

Během 35 termínů bylo pořízeno celkem 1477 minut akustického záznamu. Jednotlivé výzkumné termíny byly dle výše uvedeného rozčleněny roku časově lokalizovány takto: období **jarní migrace** (jm) – 7 návštěv (323 minut záznamu), **prelaktiční** (p) – 6 návštěv (265 minut), **laktice** (l) – 9 návštěv (322 minut), **postlaktiční** (pl) – 5 návštěv (221 minut) a **podzimní migrace** (m) – 8 návštěv (346 minut).

Analýza netopýří echolokace

Záznam netopýří echolokace byl analysován pomocí programu BatSound 1.2 (Pettersson Electronik AB, Uppsala, Sweden). Determinace jednotlivých druhů probíhala na základě popisů echolokačních parametrů evropských netopýrů (cf. Ahlén 1980a, b, 1991, Barlow & Jones 1997, Jones & Rayner 1988, Russo & Jones 2002, Vaughan et al. 1997b) a byla přizpůsobena lokálním specifikům u některých druhů. Letová a sociálně vokální aktivita jednotlivých kategorií (druhů, skupin druhů) byla vyjádřena jako podíl pozitivních minut (minut, ve kterých byl dotčený druh zaznamenán) z celkové délky záznamu (cf. Miller 2001). Lovecká aktivita byla kvantifikována počtem typických terminálních sekvencí tzv. terminal buzz. Tyto typické sekvence, i když ne vždy nutně znamenají úspěšný lovecký pokus, jsou dobrým indikátorem lovecké aktivity netopýrů (Kalko & Braun 1991).

Kromě echolokačních signálů byl u rodu *Pipistrellus* a u druhu *Nyctalus noctula* sledován i výskyt sociálních hlasů (zpěv, display, typ D *sensu* Pfalzer & Kusch 2003) vydávaných zejména dospělými pohlavně aktivními samci. Ty jsou druhově charakteristické zejména u rodu *Pipistrellus*. Vzhledem k použité metodě konverze echolokace (frequency division) a jejím omezením byla druhová příslušnost dotčených sociálních hlasů přiřazována jen pokud se vyskytovala v kontextu s echolokační sekvencí. Pouze u dostatečně kvalitních nahrávek *P. nathusii* obsahujících typickou c-část výkřiku (*sensu* Jahelková 2002, 2003) byla přiřazena dotčenému druhu i bez echolokačního kontextu. Pro tento druh je navíc typické, že samec velmi často vydává sociální hlasy z úkrytu (tzv. sedentary display). Kromě rodu *Pipistrellus* byl výskyt sociálních hlasů sledován i u *N. noctula*, v analýze jsou zahrnuta jen data ze sezóny 2003, neboť z velké části r. 2002 nejsou k dispozici.

Aktivita netopýrů v různých typech biotopů

Celkem bylo vybráno 10 typů biotopů:

Listnatý les – lesní porosty listnatých druhů dřevin (zejm. dub, lípa, javor, olše) s maximálním podílem příměsí jehličnanů do 20 %.

Smíšený les – lesní porosty s různým podílem listnatých a jehličnatých stromů, ve kterých podíl minoritní složky (listnaté či jehličnaté) není menší než 20 %.

Jehličnatý les – lesní porosty zejm. smrku a borovice lesní, podíl možné příměsi listnatých stromů není větší než 20 %.

Stojatá voda – vodní plochy s volnou vodní hladinou, zejména rybníky.

Tekoucí voda – řeky, v Budějovické pánvi zejména Vltava a Malše v různých částech jejich toku.

Vysoká zástavba – zejména městské centrum a panelová sídliště s budovami o výšce nad 10 m, s nízkým podílem zeleně.

Nízká zástavba – zejména okrajové městské čtvrti a vesnická zástavba, výška budov pod 10 m, vyšší podíl zejména stromové zeleně.

Park – parková stromová zeleň, většinou uvnitř souvislé zástavby nebo na tuto bezprostředně navazující, obvykle jde o rozvolněnou stromovou výsadbu s travními plochami.

Louky – luční společenstva s víceméně přirozenou druhovou skladbou.

Zemědělská půda – pole – intenzivní monokultury zemědělských plodin, včetně strnišť a uměle zatravněných polí s velmi chudou druhovou skladbou.

Aktivita netopýrů v rámci každého biotopu byla sledována metodou bodových transektů, přičemž kritériem pro polohu jednotlivých bodů byla, samozřejmě kromě typu biotopu, jejich vzájemná vzdálenost ne menší než 100 m (Rachwald 1992). Každý bod byl navštíven jen jednou. Na jednotlivých bodech transektu byl pořízen 5 minutový (výjimečně jiné délky, 3–8 min) kontinuální záznam netopýří echolokace za použití výše uvedené techniky. Celkový materiál je shrnut v tab. 1. Výzkum probíhal vždy v první polovině noci a nezačínal dříve než 30 minut po západu slunce, vždy za tzv. občanského soumraku. Ten je primárně definován jako čas po západu slunce, ve kterém světelná intenzita již klesla natolik, že znemožňuje lidskému oku čtení. Sekundárně je pak tento čas tabelován v různých astronomických tabulkách a určen posicí (úhlem) slunce pod obzorem v daném pozorovacím místě. Výzkum probíhal vždy za standardních povětrnostních podmínek (viz výše).

Environmentální data

Data týkající se průměrných denních teplot byla získána z nejbližší pobočky Českého hydrometeorologického ústavu (České Budějovice). Délky noci (pro České Budějovice) byly vypočítány jako časový rozdíl mezi východem a západem slunce z astronomických tabulek.

Aktivita dvoukřídlého hmyzu

Jako možná proxy veličina aktivity hmyzu byla použita suchá biomasa dvoukřídlého hmyzu ze světelného lapače umístěného v mokřadní olšíně u rybníka Černiš, tedy v bezprostřední blízkosti studijní plochy. Zkušební determinace potvrdila v tomto materiálu naprostou dominanci zástupců zejména čeledi Chironomidae a Ceratopogonidae. K dispozici byla data pro obě výzkumné sezóny s výjimkou období 1. 8. – 5. 9. 2003.

Statistické analýzy

Letová a sociálně-vokalisační aktivita netopýrů byla kvantifikována jako procento pozitivních minut z celkového záznamu na jednotlivých bodech (Miller 2001). K dosažení alespoň přibližně normálního rozdělení těchto dat byla použita jejich transformace funkcí arcsin (Lepš 1996). Lovecká aktivita byla, jak je uvedeno výše, kvantifikována počtem zaznamenaných loveckých terminálních sekvencí (tzv. feeding buzz) a k dosažení přibližně normálního rozdělení byla použita $\log(n+1)$ transformace datového souboru. K testování vlivu sezóny a období reprodukčního cyklu byla použita GLM analýza. Jde o robustní statistickou metodu, jejíž sílu nesnižují ani významné narušení některých parametrů datového souboru (např. právě normality). K testování vlivu změn aktivity během noci stejně jako vlivu teploty, délky noci a biomasy dvoukřídlého hmyzu na sezónní průběh aktivity netopýrů bylo použito Spearmanova korelačního koeficientu (Sp).

Korespondenční analýza (CA) byla aplikována k identifikaci vztahů mezi aktivitou jednotlivých druhů a biotopy. Analogickou statistickou metodou přímé gradientové analýzy, jež byla použita k odhalení přímých korelací mezi aktivitou jednotlivých druhů a různými typy biotopů, je redundantní analýza (RDA). K odhalení vztahů mezi aktivitou vokalisujících samců rodu *Pipistrellus* a jednotlivými typy biotopů byly použity analýza hlavních komponent (PCA) za nepřímé ordinační metody a redundantní analýza (RDA) jako analog PCA coby metoda přímé gradientové analýzy pro data s unimodální odpovědí na gradient prostředí (Ter Braak & Šmilauer 1998). Vliv linie na aktivitu netopýrů byl testován pomocí Kruskal-Wallisova testu (Zar 1984). Vzájemná porovnání jednotlivých hodnot aktivity pro různá období byla provedena pomocí Tukeyho Post Hoc testu. K výpočtům bylo použito statistického softwaru Statistica 6.0 a Canoco for Windows.

Indexy diversity

K jednoduchému srovnání aktivity netopýrů v různých biotopech byly kromě mnohorozměrných analýz spočteny indexy diversity a vyrovnanosti. Použit byl Simpsonův index diversity (D) a vyrovnanosti (E) a Shannonův index diversity (H) a vyrovnanosti (J) (viz např. Begon et al. 2000).

Jejich hodnoty v daném výzkumném kontextu nepředstavují reálné indexy diversity – nebyla studována aktivita všech druhů, resp. ne všechny druhy bylo možno přesně identifikovat (cf. skupina *Myotis* spp.), přesto vzájemné porovnání jejich hodnot dobře ilustruje rozdíly v aktivitě netopýrů v jednotlivých studovaných biotopech.

Výsledky

Sezónní dynamika aktivity netopýřího společenstva NPR Vrbenské rybníky

Studované společenstvo zahrnuje následující druhy netopýřů: netopýř rezavý (*Nyctalus noctula*), netopýř stromový (*Nyctalus leisleri*), netopýř vodní (*Myotis daubentonii*), netopýř parkový (*Pipistrellus nathusii*), netopýř hvízdavý (*Pipistrellus pipistrellus*), netopýř nejmenší (*Pipistrellus pygmaeus*) a netopýř večerní (*Eptesicus serotinus*).

Aktivita jednotlivých druhů – sezónní aspekt

Netopýř rezavý (*Nyctalus noctula*)

Ve srovnání s ostatními druhy vykazuje v průběhu celé sezóny vůbec nejvyšších hodnot průměrné letové aktivity. Celkový průběh sezónní letové aktivity se částečně lišil mezi oběma výzkumnými sezónami (obr. 1). Zatímco v r. 2002 byla aktivita víceméně vyrovnaná až do podzimní migrace, kdy nastal signifikantní pokles (Tukey post-hoc test, $p < 0,05$), v následující sezóně byla aktivita nejvyšší v období jarní migrace a poté již klesala. Celkový sezónní průběh letové aktivity byl signifikantně negativně korelován s délkou noci ($S_p = -0,48$; $p = 0,003$; $n = 35$), pozitivně pak s teplotou ($S_p = 0,38$; $p = 0,02$; $n = 35$) a biomasou dvoukřídlého hmyzu ($S_p = 0,35$; $p = 0,05$; $n = 30$).

Lovecká aktivita (obr. 2) se lišila mezi oběma výzkumnými sezónami (GLM, Wald stat.=3,95; d.f.=1; $p = 0,05$) a to tak, že v druhém roce výzkumu dosahovala signifikantně vyšších hodnot v období podzimního tahu ve srovnání s analogickým obdobím roku předcházejícího (Tukey post-hoc test, $p < 0,01$). Míra lovecké aktivity v průběhu sezóny byla negativně korelována s délkou noci ($S_p = -0,49$; $p = 0,003$; $n = 34$).

Intensita sociální vokalisace se lišila mezi jednotlivými obdobími (GLM, Wald stat.=24,32; d.f.=4; $p = 0,003$; obr. 3). Během prelaktačního až postlaktačního období byla velmi nízká po přechodně vyšší intenzitě v období jarní migrace. Rápidní nárůst pak nastal v období podzimní migrace.

Netopýř stromový (*Nyctalus leisleri*)

I u netopýra stromového se projevují výrazné sezónní změny v průběhu letové aktivity (GLM, Wald stat.=51,53; d.f.=4; $p < 0,001$). Ve srovnání s předchozím druhem je jarní letová aktivita poměrně nízká, prudký nárůst nastává během období prelaktačního, kdy dosahuje celoročního maxima. Poté dochází k poklesu, výraznějšímu zvláště ve druhém roce výzkumu (Tukey post-hoc test, $p < 0,001$). Celkovou situaci znázorňuje obr. 4. Míra letové aktivity byla negativně korelována s délkou noci ($S_p = -0,73$; $p < 0,001$; $n = 35$), pozitivně s teplotou ($S_p = 0,33$; $p = 0,05$; $n = 35$), a biomasou dvoukřídlého hmyzu ($S_p = 0,4$; $p = 0,03$; $n = 30$).

Změny v lovecké aktivitě v podstatě jen odrážejí průběh letové aktivity (obr. 5). Míra lovecké aktivity byla negativně korelována s délkou noci ($S_p = -0,49$; $p = 0,003$; $n = 34$).

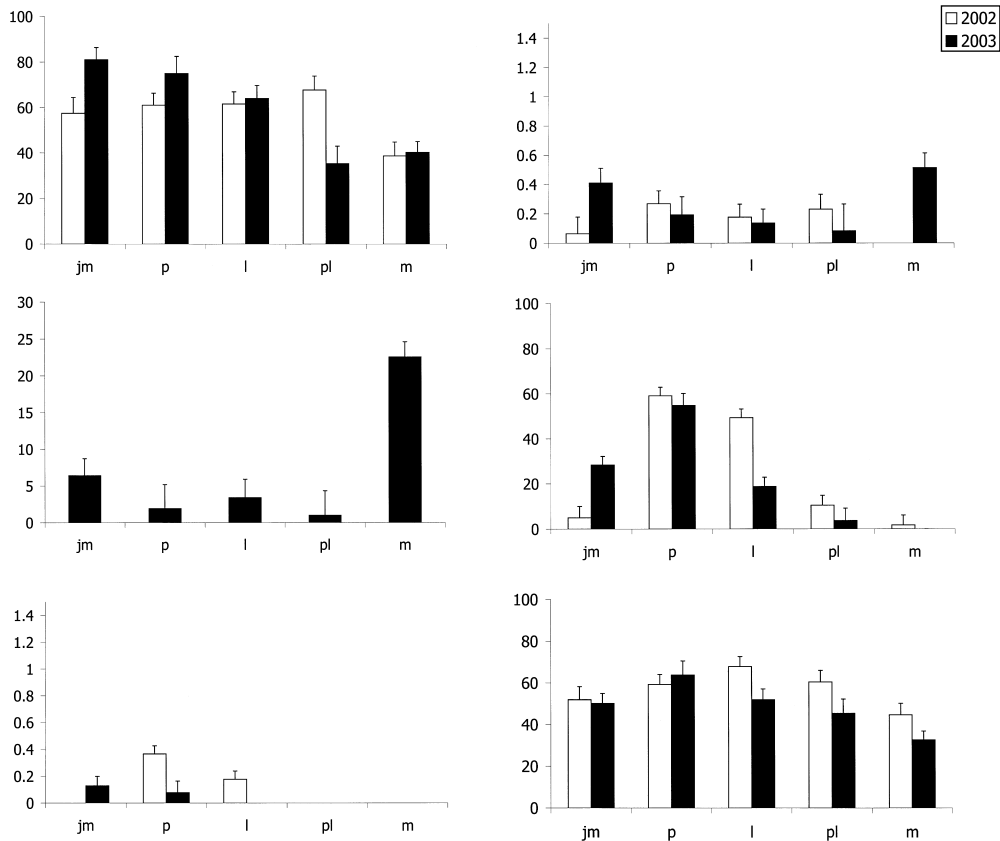
Netopýř vodní (*Myotis daubentonii*)

Letová aktivita je v průběhu sezóny poměrně vyrovnaná, jen v období podzimní migrace dochází k nevýraznému (= nesignifikantnímu) poklesu (obr. 6). Nevýrazného vrcholu dosahovala v laktačním a prelaktačním období v prvním, resp. druhém roce výzkumu. Celková letová aktivita byla negativně korelována s délkou noci ($S_p = -0,61$; $p < 0,001$; $n = 35$).

Lovecká aktivita se signifikantně lišila mezi oběma sezónami (GLM; Wald stat.=5,20; d.f.=1; $p = 0,02$). V první dosahovala průměrně vyšších hodnot, testy vzájemných porovnání jednotlivých období ale nedosahují kritických hodnot (Tukey post-hoc test, ns). Výrazný je nicméně rápidní nárůst lovecké aktivity v postlaktačním období v r. 2002. Lovecká aktivita během obou sezón je znázorněna v obr. 7.

Netopýř parkový (*Pipistrellus nathusii*)

Průběh letové aktivity se významně liší mezi jednotlivými obdobími (GLM, Wald stat.=47,92; d.f.=4; $p < 0,001$; obr. 8). Velmi výrazný je jarní vrchol (období jarní migrace – prelaktační) následován signifikantním poklesem během laktace (Tukey post-hoc test, $p = 0,005$ a $0,001$ pro první, resp. druhou výzkumnou sezónu), od kdy je letová aktivita již nízká až do konce sezóny.



Obr. 1–6. Obr. 1 (nahore, vlevo). Letová aktivita *Nyctalus noctula* v průběhu dvou sezón. Hodnoty udávají % pozitivních minut na 1 bod transektu (průměr + střední chyba průměru). Obr. 2 (nahore, vpravo). Lovecká aktivita *N. noctula* v průběhu dvou sezón. Hodnoty udávají počet typických terminálních loveckých sekvencí na 1 bod transektu (průměr + střední chyba průměru). Obr. 3 (uprostřed, vlevo). Rozložení sociálně vokální aktivity samců *N. noctula* během sezóny 2003. Hodnoty udávají % pozitivních minut na 1 bod transektu (průměr + střední chyba průměru). Obr. 4 (uprostřed, vpravo). Letová aktivita *Nyctalus leisleri* v průběhu dvou sezón. Hodnoty udávají % pozitivních minut na 1 bod transektu (průměr + střední chyba průměru). Obr. 5 (dole, vlevo). Lovecká aktivita *N. leisleri* v průběhu dvou sezón. Hodnoty udávají počet typických terminálních loveckých sekvencí na 1 bod transektu (průměr + střední chyba průměru). Obr. 6 (dole, vpravo). Letová aktivita *Myotis daubentonii* v průběhu dvou sezón. Hodnoty udávají % pozitivních minut na 1 bod transektu (průměr + střední chyba průměru).

Figs. 1–6. Fig. 1 (above, left). Flight activity of *Nyctalus noctula* during the two seasons. Values indicate % of positive-minutes / one detecting point on the transect (mean + S.E.). Fig. 2 (above, right). Foraging activity of *N. noctula* during the two seasons. Values indicate number of feeding-buzzes/one detecting point on the transect (mean + S.E.).

Fig. 3 (middle, left). Seasonal displacement of male display-call activity of *N. noctula* during the year 2003. Values indicate % of positive-minutes / one detecting point on the transect (mean + S.E.). Fig. 4 (middle, right). Flight activity of *Nyctalus leisleri* during the two seasons. Values indicate % of positive-minutes/ one detecting point on the transect (mean + S.E.). Fig. 5 (below, left). Foraging activity of *N. leisleri* during the two seasons. Values indicate numbers of feeding-buzzes /one detecting point on the transect (mean + S.E.).

Fig. 6 (below, right). Flight activity of *Myotis daubentonii* during the two seasons.

Values indicate % of positive-minutes/ one detecting point on the transect (mean + S.E.).

jm – jarní migrace / spring migration period, p – prelaktační období / pre-lactation period, l – laktací období / lactation period, pl – postlaktací období / post-lactation period, m – období podzimní migrace / autumnal migration period.

Tab. 1. Aktivita jednotlivých druhů (příp. skupin druhů) netopýrů v jednotlivých biotopech Českobudějovické pánve – shrnutí primárních dat. Letová (let) a sociálně vokální aktivita (display) jsou uvedeny v počtech pozitivních minut, lovecká aktivita (lov) v počtech typických loveckých sekvencí (tzv. feeding buzz)

Tab. 1. Recorded activity of bats in ten habitat types in České Budějovice basin – total sums of primary data. Positive minutes are presented for flight (let) and display activity (display), while foraging activity (lov) is quantified as total sum of feeding buzzes for each species

Zkratky / Abbreviations: Nnoc – *N. noctula*, Nlei – *N. leisleri*, Mdau – *M. daubentonii*, Myosp – "*Myotis* group", Pnat – *P. nathusii*, Ppip – *P. pipistrellus*, Ppyg – *P. pygmaeus*, Eser – *E. serotinus*; E – let / flight, O – lov / foraging, D – display / display; for habitat categories see Tab. 2

biotop / habitat	bodů	min.	Nnoc		Nlei		Ppip		Ppyg		Pnat		Mdau		Myosp		Eser	
			E	O	E	O	E	O	E	O	E	O	E	O	E	O	E	O
lištnatý les	32	172	54	4	3	-	3	1	-	5	2	1	-	-	-	23	1	3
smíšený les	18	101	28	-	5	-	-	-	5	4	-	-	-	-	6	-	2	
jehličnatý les	18	94	27	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	
stojatá voda	13	69	41	5	11	7	5	-	11	8	12	-	30	14	1	-	6	
tekoucí voda	23	110	44	3	11	1	42	4	4	13	9	10	6	53	-	-	2	
zástavba vysoká	18	89	47	4	1	-	22	-	3	-	-	1	-	-	3	-	-	
zástavba nízká	14	75	29	2	-	-	11	-	5	-	-	7	4	-	5	1	-	
pole	17	89	27	5	6	-	3	1	-	-	-	-	-	-	6	1	-	
louka	31	170	73	16	7	1	6	1	-	1	-	5	-	-	12	1	7	
park	27	131	49	12	16	2	46	5	6	-	-	4	-	10	4	2	1	

Zaznamenaná lovecká aktivita byla během obou let velmi nízká. Její sezónní průběh je analogický průběhu letové aktivity (obr. 9).

Typické sociální hlasy samců netopýra parkového byly zaznamenány během všech období (s výjimkou laktčního ve druhém roce, obr. 10). Vliv období reprodukčního cyklu na intenzitu sociální vokalizace je přesto statisticky průkazný (GLM, Wald stat.=10,26; d.f.=4; $p<0,04$).

Netopýr hvízdavý (*Pipistrellus pipistrellus*)

Sezónní změny letové aktivity konsistentní (GLM, Wald stat.=0,05; d.f.=1; $p=0,81$) v obou sezónách charakterizuje výrazný jarní vrchol následovaný postupným poklesem aktivity směrem ke konci sezóny (obr. 11).

Zaznamenaná lovecká aktivita je celkově velmi nízká, vyšší v první polovině sezóny (obr. 12). Typické samčí sociální hlasy nebyly ve studovaném území vůbec zaznamenány (na rozdíl od jiných biotopů v Českokubudějovické pánvi – viz část týkající se prostorové aktivity netopýrů).

Netopýr nejmenší (*Pipistrellus pygmaeus*)

Výrazný je opět jarní vrchol následovaný nižší letovou aktivitou mezi prelaktčním a postlaktčním obdobím. Během podzimní migrace dochází opět k mírnému nárůstu letové aktivity (obr. 13). Vliv období na letovou aktivitu je statisticky signifikantní (GLM, Wald stat.=19,92; d.f.=4; $p=0,001$). Celkový sezónní průběh letové aktivity je pozitivně korelován s délkou noci ($S_p=0,62$; $p<0,001$; $n=35$), negativně pak s teplotou ($S_p=-0,69$; $p<0,001$; $n=35$), a biomasou dvoukřídlého hmyzu ($S_p=-0,58$; $p=0,001$; $n=30$). Vyšší letová aktivita byla zaznamenána v okrajových obdobích roku.

Zaznamenaná míra lovecké aktivity je celkově velmi nízká (obr. 14) a je obdobně jako letová aktivita pozitivně korelována s délkou noci ($S_p=0,63$; $p<0,001$; $n=34$), negativně s teplotou ($S_p=-0,68$; $p<0,001$; $n=34$), i biomasou dvoukřídlého hmyzu ($S_p=-0,54$; $p=0,002$; $n=29$).

Sociální vokalizace samců je významně závislá na období reprodukčního (GLM, Wald stat.=19,64; d.f.=4; $p=0,001$) cyklu a je výrazně dislokována do období podzimní migrace (viz obr. 15).

Netopýr večerní (*Eptesicus serotinus*)

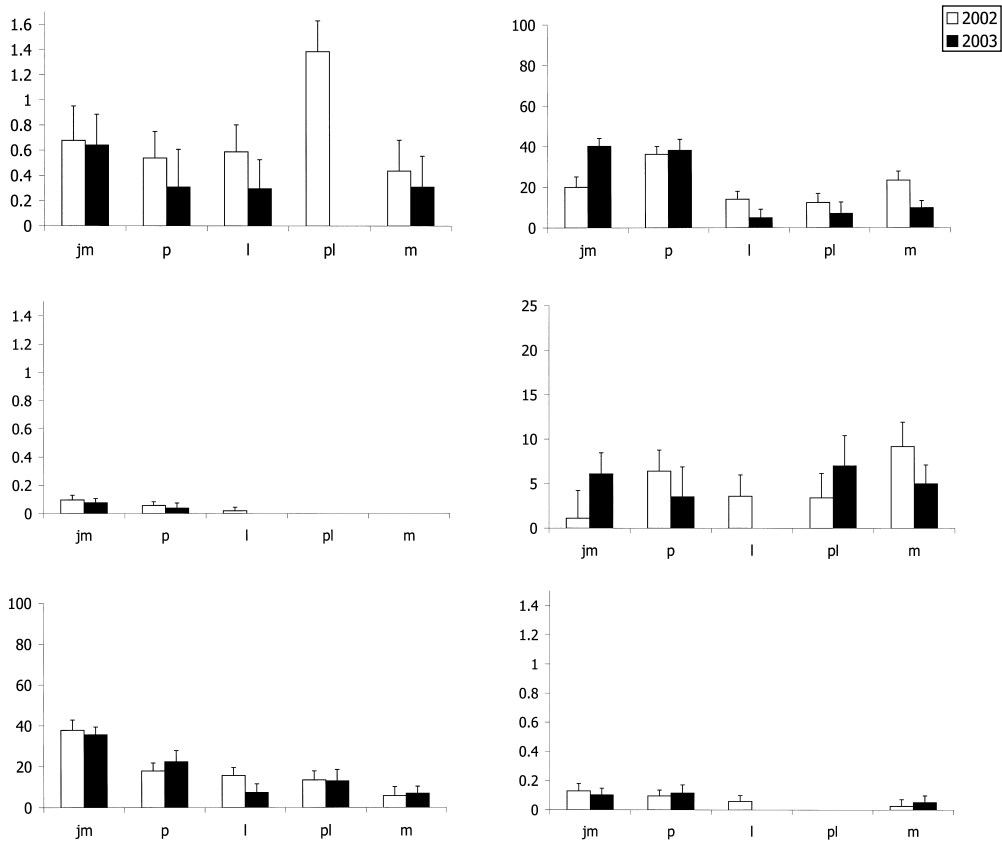
Celkově nízká letová aktivita na studijní ploše je charakteristická poměrně vyrovnanou hladinou mezi obdobími jarní migrace – laktce a poklesem celkové aktivity v obdobích následujících (obr. 16). Celkový vliv období reprodukčního cyklu je signifikantní (GLM, Wald stat.=10,06; d.f.=4; $p<0,04$), testy vzájemných mnohonásobných porovnání ale kritických hodnot většinou nedosahují (Tukey post-hoc test, ns, s výjimkou jarní vs. podzimní migrace v r . 2003, $p=0,01$). Statistická analýza prokázala signifikantní negativní vliv délky noci na letovou aktivitu ($S_p=-0,42$; $p=0,01$; $n=35$).

Lovecká aktivita vykazuje výrazný vrchol v prelaktčním období (obr. 17), v ostatních obdobích je celkově velmi nízká, testy mnohonásobných porovnání zde nicméně nedosahují kritických hodnot (Tukey post-hoc test, ns). Celkový vliv období reprodukčního cyklu je signifikantní (GLM, Wald stat.=13,47; d.f.=4; $p=0,01$). Statisticky významný je rovněž negativní vztah lovecké aktivity a délky noci ($S_p=-0,36$; $p=0,04$; $n=34$).

Aktivita jednotlivých druhů – změny v průběhu transektu

K posouzení změn letové aktivity během transektu byl pomocí Spearmanova korelačního koeficientu testován vliv pořadí jednotlivých bodů (= čas od počátku transektu) na letovou aktivitu u jednotlivých druhů netopýrů. Analýzy byly prováděny zvláště pro jednotlivá období reprodukčního cyklu. Signifikantní pokles aktivity během transektu ve všech obdobích reprodukčního cyklu byl zaznamenán u netopýra rezavého (ve všech případech $p<0,001$) a n. hvízdavého (ve všech případech $p<0,001$). Signifikantní pokles aktivity ve většině období byl zaznamenán dále u netopýra nejmenšího a večerního.

U ostatních druhů nebyl prokázán jednoznačný trend v míře letové aktivity v průběhu transektu a lze tedy očekávat, že aktivita byla po celou dobu víceméně vyrovnaná, případně vykazovala fluktuace. Výjimkou je n. vodní, u kterého měla v období podzimní migrace aktivita v průběhu



Obr. 7–12. Obr. 7 (nahore, vlevo). Lovecká aktivita *Myotis daubentonii* v průběhu dvou sezón. Hodnoty udávají počet typických terminálních loveckých sekvencí na 1 bod transektu (průměr + střední chyba průměru). Obr. 8 (nahore, vpravo). Letová aktivita *Pipistrellus nathusii* v průběhu dvou sezón. Hodnoty udávají % pozitivních minut na 1 bod transektu (průměr + střední chyba průměru). Obr. 9 (uprostřed, vlevo). Lovecká aktivita *P. nathusii* v průběhu dvou sezón. Hodnoty udávají počet typických terminálních loveckých sekvencí na 1 bod transektu (průměr + střední chyba průměru). Obr. 10 (uprostřed, vpravo). Rozložení sociálně vokální aktivity samců *P. nathusii* během dvou sezón. Hodnoty udávají % pozitivních minut na 1 bod transektu (průměr + střední chyba průměru). Obr. 11 (dole, vlevo). Letová aktivita *Pipistrellus pipistrellus* v průběhu dvou sezón. Hodnoty udávají % pozitivních minut na 1 bod transektu (průměr + střední chyba průměru). Obr. 12 (dole, vpravo). Lovecká aktivita *P. pipistrellus* v průběhu dvou sezón. Hodnoty udávají počet typických terminálních loveckých sekvencí na 1 bod transektu (průměr + střední chyba průměru).

Fig. 7–12. Fig. 7 (above, left). Foraging activity of *Myotis daubentonii* during the two seasons. Values indicate numbers of feeding-buzzes/one detecting point on the transect (mean + S.E.). Fig. 8 (above, right). Flight activity of *Pipistrellus nathusii* during the two seasons. Values indicate % of positive-minutes/ one detecting point on the transect (mean + S.E.). Fig. 9 (middle, left). Foraging activity of *P. nathusii* during the two seasons. Values indicate numbers of feeding-buzzes/one detecting point on the transect (mean + S.E.). Fig. 10 (middle, right). Seasonal displacement of male display-call activity of *P. nathusii* during the two seasons. Values indicate % of positive-minutes/ one detecting point on the transect (mean + S.E.). Fig. 11 (below, left). Flight activity of *Pipistrellus pipistrellus* during the two seasons. Values indicate % of positive-minutes/ one detecting point on the transect (mean + S.E.).

Fig. 12 (below, right). Foraging activity of *P. pipistrellus* during the two seasons. Values indicate numbers of feeding-buzzes/one detecting point on the transect (mean + S.E.).

jm – jarní migrace / spring migration period, p – prelaktační období / pre-lactation period, l – laktační období / lactation period, pl – postlaktační období / post-lactation period, m – období podzimní migrace / autumnal migration period.

Tab. 2. Indexy druhové diversity netopýrů pro jednotlivé biotopy Českobudějovické pánve. D – Simpsonův index diversity, E – Simpsonův index vyrovnanosti, H – Shannonův index diversity, J – Shannonův index vyrovnanosti. Při výpočtu H a J byl použit přirozený logaritmus.

Tab. 2. Bat species diversity indexes for ten habitat types in České Budějovice basin. D – Simpson's diversity index, E - Simpson's equitability index, H – Shannon's diversity index, J – Shannon's equitability index. Napierian logarithm was used for the computation of H and J.

biotop / habitat	letová aktivita / flight activity				lovecká aktivita / foraging			
	D	E	H	J	D	E	H	J
listnatý les / broad-leaved forest	3,62	0,45	1,54	0,74	2,27	0,28	0,95	0,46
smíšený les / mixed forest	2,95	0,37	1,27	0,61	0,00	0,00	0,00	0,00
jehličnatý les / coniferous forest	1,85	0,23	0,90	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00
voda stojatá / water body	5,30	0,66	1,85	0,89	3,31	0,41	1,27	0,61
voda tekoucí / stream	4,49	0,56	1,66	0,80	3,09	0,39	1,49	0,71
zástavba vysoká / higher buildings	2,54	0,32	1,12	0,54	1,80	0,23	0,64	0,31
zástavba nízká / lower buildings	2,74	0,34	1,19	0,57	2,00	0,25	0,69	0,33
pole / fields	3,57	0,45	1,43	0,69	2,00	0,25	0,87	0,42
louka / meadow	2,94	0,37	1,44	0,69	1,92	0,24	0,94	0,45
park / parks	4,29	0,54	1,71	0,82	4,41	0,55	1,62	0,78

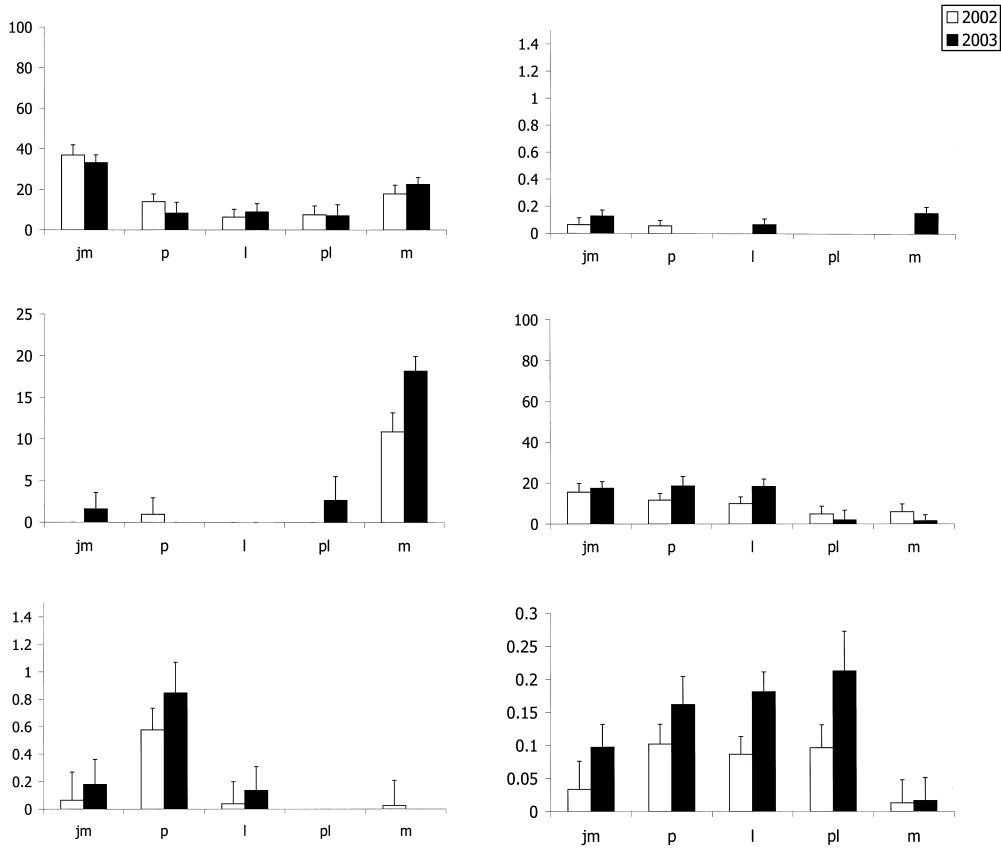
transektu naopak mírně stoupající tendenci ($S_p=0,2$) hladina významnosti u korelačního koeficientu je nicméně na hranici signifikance ($p=0,05$).

Vzhledem k velmi malému množství pozitivních dat pro loveckou aktivitu v některých obdobích byla tato hodnocena kompletně pro všechna období. S výjimkou netopýra vodního byla u všech druhů prokázána vesměs vysoce signifikantní (*N. noctula*: $p<0,001$; *N. lesleri*: $p<0,04$; *P. nathusii*: $p<0,01$; *P. pipistrellus*: $p<0,001$; *P. pygmaeus*: $p<0,03$; *E. serotinus*: $p<0,001$) negativní korelace mezi mírou lovecké aktivity a pořadím bodů transektu.

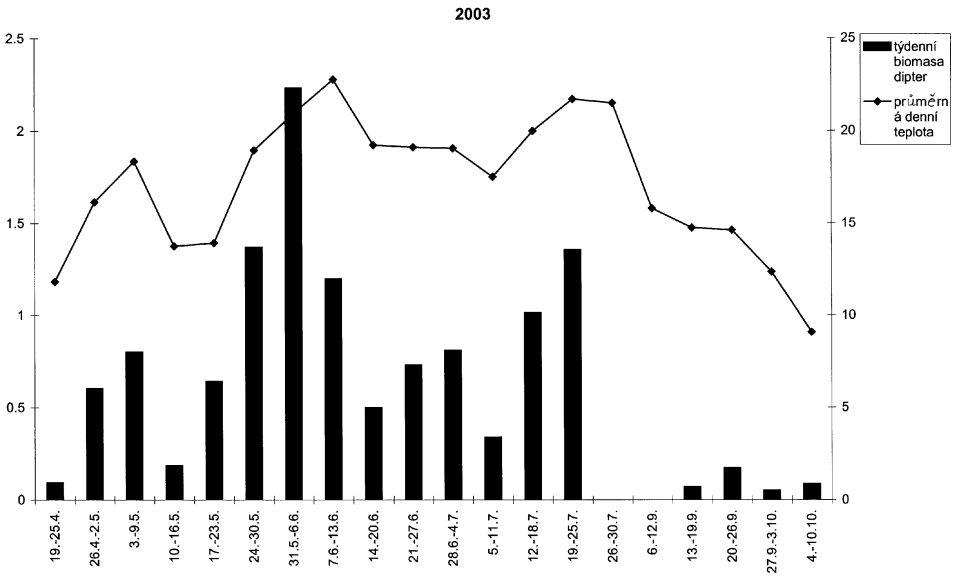
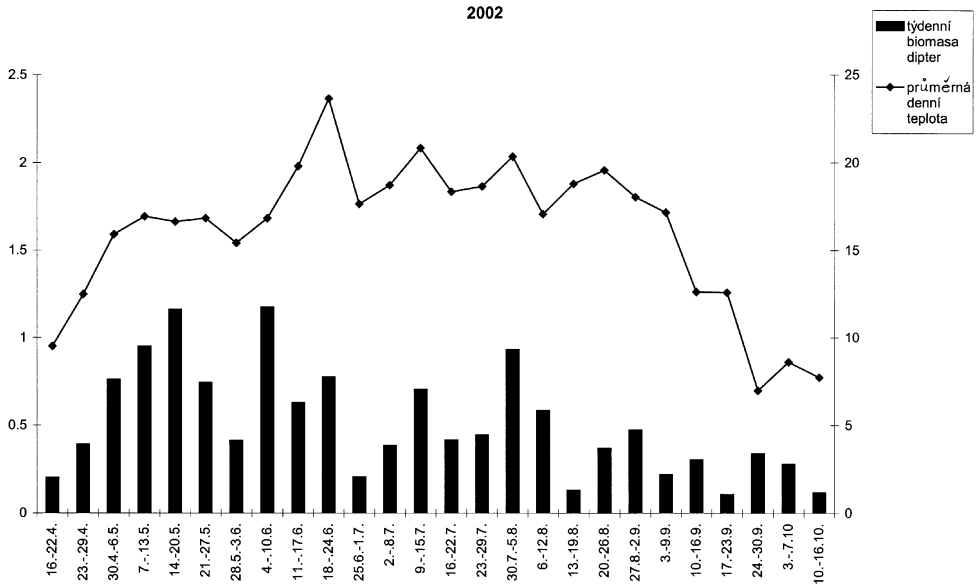
Jako měřítko rozložení aktivity mezi jednotlivé body transektu byl pro každý výzkumný termín spočten variační koeficient. K posouzení vztahu mezi rozložením aktivity v průběhu transektu a její celkovou výší pro dotyčný výzkumný termín byla provedena korelační analýza za použití Spearmanova korelačního koeficientu. U všech druhů byla prokázána vysoce signifikantní ($p<0,001$) negativní korelace ($S_p \sim -0,7$ až $-0,96$) mezi průměrnou mírou aktivity a celkovou variabilitou v dotyčném výzkumném termínu. V obdobích s celkově vyšší letovou aktivitou byla tedy aktivita i rovnoměrněji rozložena mezi jednotlivé body transektu.

Aktivita dvoukřídlého hmyzu v průběhu sezóny

Biomasa dvoukřídlého hmyzu ve výzkumných termínech se signifikantně lišila mezi jednotlivými obdobími ($F=49,17$; d.f.=4; $p<0,001$) i mezi oběma sezónami ($F=24,59$; d.f.=5; $p<0,001$). Výrazně vyšších hodnot dosahovala ve druhém roce výzkumu. Z obr. 18, ve kterém jsou zahrnuta jen data z výzkumných termínů, je patrné i její rozdělení mezi jednotlivá období. Patrné jsou meziroční rozdíly. Zatímco v prvním roce výzkumu bylo množství Diptera kromě jarní a podzimní periody s celkově nižšími hodnotami víceméně vyrovnané (Tukey post-hoc test, ns), ve druhém roce byl zaznamenán kontinuální nárůst mezi obdobím prelaktacním a laktací (Tukey post hoc-test, $p=0,001$). Biomasa dvoukřídlého hmyzu během výzkumných termínů byla signifikantně závislá na průměrné denní teplotě (lineární regrese, $r=0,74$; $F=440,5$; d.f.=1; $p<0,0001$). Celkový průběh změn biomasy dvoukřídlého hmyzu během sezóny ale mnohem lépe ilustrují obr. 19 a 20. Pokusnou analýzou vlivu ročního průběhu teploty a srážek na celý vzorek biomasy dvoukřídlého hmyzu z obou sezón byl prokázán pouze signifikantní vliv teploty



Obr. 13–18. Obr. 13 (nahore, vlevo). Letová aktivita *P. pygmaeus* v průběhu dvou sezón. Hodnoty udávají % pozitivních minut na 1 bod transektu (průměr + střední chyba průměru). Obr. 14 (nahore, vpravo). Lovecká aktivita *P. pygmaeus* v průběhu dvou sezón. Hodnoty udávají počet typických terminálních loveckých sekvencí na 1 bod transektu (průměr + střední chyba průměru). Obr. 15 (uprostřed, vlevo). Rozložení sociálně vokální aktivity samců *P. pygmaeus* během dvou sezón. Hodnoty udávají % pozitivních minut na 1 bod transektu (průměr + střední chyba průměru). Obr. 16 (uprostřed, vpravo). Letová aktivita *E. serotinus* v průběhu dvou sezón. Hodnoty udávají % pozitivních minut na 1 bod transektu (průměr + střední chyba průměru). Obr. 17 (dole, vlevo). Lovecká aktivita *E. serotinus* v průběhu dvou sezón. Hodnoty udávají počet typických terminálních loveckých sekvencí na 1 bod transektu (průměr + střední chyba průměru). Obr. 18 (dole, vpravo). Suchá biomasa dvoukřídlého hmyzu (v gramech) ze světelného lapače na Černiši z noci, ve kterých byl prováděn výzkum na transektu na Vrbenských rybnících (průměr + střední chyba průměru). Figs. 13–18. Fig. 13 (above, left). Flight activity of *P. pygmaeus* during the two seasons. Values indicate % of positive-minutes/ one detector point on the transect (mean + S.E.). Fig. 14 (above, right). Foraging activity of *P. pygmaeus* during the two seasons. Values indicate number of feeding-buzzes/one detector point on the transect (mean + S.E.). Fig. 15 (middle, left). Seasonal displacement of male display-call activity of *P. pygmaeus* during the two seasons. Values indicate % of positive-minutes/ one detector point on the transect (mean + S.E.). Fig. 16 (middle, right). Flight activity of *E. serotinus* during the two seasons. Values indicate % of positive-minutes/ one detector point on the transect (mean + S.E.). Fig. 17 (below, left). Foraging activity of *E. serotinus* during the two seasons. Values indicate number of feeding-buzzes/one detector point on the transect (mean + S.E.). Fig. 18 (below, right). Dry mass (in grammes) of small dipteran-insect sample from light-trap at Černiš site obtained during nights of bat-detecting (mean + S.E.). jm – jarní migrace / spring migration period, p – prelaktanční období / pre-lactation period, l – laktanční období / lactation period, pl – postlaktanční období / post-lactation period, m – období podzimní migrace / autumnal migration period.



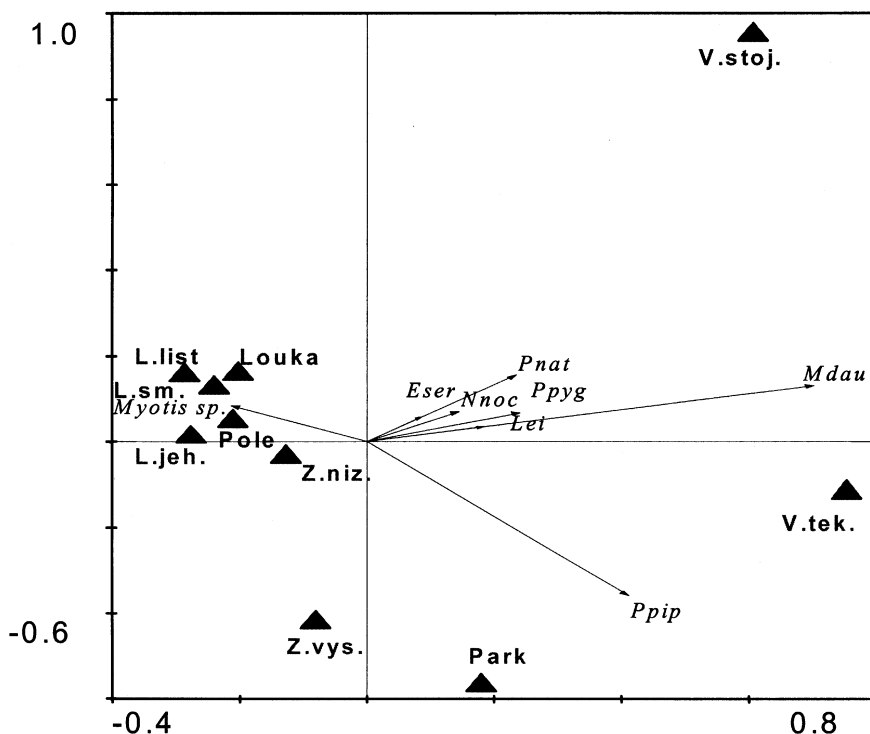
Obr. 19, 20. Obr. 19 (nahore). Sezónní průběh suché biomasy (v gramech) dvoukřídlého hmyzu v r. 2002 v závislosti na teplotě na základě materiálu ze světelného lapače u Čermiše. U obou veličin jsou uvedeny týdenní průměry. Obr. 20 (dole). Sezónní průběh suché biomasy (v gramech) dvoukřídlého hmyzu v r. 2003 v závislosti na teplotě na základě materiálu ze světelného lapače u Čermiše. U obou veličin jsou uvedeny týdenní průměry. V úseku 1.8. – 12.9. nejsou data k dispozici.

Figs. 19, 20. Fig. 19 (above). Seasonal course of small dipteran insect dry-mass (columns; in grammes) with respect to temperature (line) from light-trap at Čermiše site during the year 2002. Mean weekly values are shown in both cases. Fig. 20 (below). Seasonal course of dipteran dry-mass with respect to temperature from light-trap at Čermiše site during the year 2003. Mean weekly values are shown in both cases. For the period August 1 – September 5 the data are not available.

(mnohonásobná regrese, $r=0,59$; $F=11,04$; $d.f.=2$; $p<0,001$). Srážky nemají žádný statisticky významný vliv ($p<0,930$).

Aktivita netopýrů v různých biotopech Českobudějovické pánve

Studované společenstvo zahrnuje následující druhy, resp. skupiny druhů: netopýr rezavý (*Nyctalus noctula*), netopýr stromový (*Nyctalus leisleri*), netopýr vodní (*Myotis daubentonii*), skupina *Myotis* sp., netopýr parkový (*Pipistrellus nathusii*), netopýr hvízdavý (*Pipistrellus pipistrellus*), netopýr nejmenší (*Pipistrellus pygmaeus*) a netopýr večerní (*Eptesicus serotinus*).



Obr. 21. Výsledek redundanční analýzy vztahu letové aktivity jednotlivých druhů netopýrů a jednotlivých biotopů v Českobudějovické pánvi. 1. osa vysvětluje 11,1 % variability, první a druhá dohromady pak 13,5 %. Všechny osy jsou průkazné (první: $F = 24,43$, $p = 0,002$, ostatní: $F = 4,18$, $p = 0,002$).

Fig. 21. Results of redundance analysis depicting the relationships among flight activity of bats and habitat types in the Českobudějovická pánev basin. First canonical axis explains 11.1% of total variability, first and second axes together explain 13.5% of total variability in the data. All canonical axes are significant (first axis: $F = 24.43$, $p = 0.002$, others axes: $F = 4.18$, $p = 0.002$).

Nnoc = *N. noctula*, Nlei = *N. leisleri*, Eser = *E. serotinus*, Ppip = *P. pipistrellus*, Ppyg = *P. pygmaeus*, Pnat = *P. nathusii*, Mdau = *M. daubentonii*, *Myotis* sp. = "Myotis group", V. tek. = tekoucí voda / water streams, V.stoj. = stojatá voda / ditchwater, Z.vys. = vysoká zástavba / build-up areas with high buildings, Z.niz. = nízká zástavba / build-up areas with low buildings (family houses), L.list. = listnatý les / broad-leaved forests, L.sm. = smíšený les / mixed forests, L.jeh. = jehličnatý les / coniferous forests, Pole – pole / arable land, Louka – louka / meadow, Park – park.

Letová aktivita

Výsledky přímé gradientové analýzy letové aktivity v různých biotopech, v tomto případě představované lineární metodou RDA, jsou graficky znázorněny v obr. 21. Z ordinačního diagramu lze vyčíst následující skutečnosti: u druhů *E. serotinus*, *N. noctula*, *N. leisleri*, *P. pygmaeus*, *P. nathusii* různou mírou pozitivní afinity k oběma typům vodních biotopů. Tato afinita je nejvýraznější u *M. daubentonii*. Výrazně pozitivně je korelována letová aktivita *P. pipistrellus* s biotopy park a tekoucí voda. Zde přichází v úvahu i negativní korelace letové aktivity *P. pipistrellus* s výskytem lesních biotopů, luk a polí. U skupiny rodu *Myotis* je plausibilní pozitivní korelace letové aktivity s výskytem lesních biotopů.

Lovecká aktivita

K odhalení přímých korelací mezi mírou lovecké aktivity a biotopy coby vysvětlujícími proměnnými byla provedena redundanční analýza (RDA). Její výsledky jsou graficky znázorněny na obr. 22. Z ordinačního diagramu lze vyčíst poměrně jasnou vazbu lovecké aktivity většiny druhů na vodní biotopy. U *M. daubentonii* a všech třech druhů rodu *Pipistrellus* jde o vazbu spíše na tekoucí vodu, u *E. serotinus* a *N. leisleri* spíše na vodu stojatou.

Sociální vokalisace samců rodu *Pipistrellus*

Na základě výsledků analýzy hlavních komponent (PCA, obr. 23) lze konstatovat, že se všechny tři druhy rodu *Pipistrellus* vzájemně výrazně liší v preferenci biotopu samci během období pohlavní aktivity.

Dobře je patrný výrazný rozdíl mezi podvojnými druhy *P. pipistrellus* a *P. pygmaeus*. Zatímco výskyt sociálních hlasů *P. pygmaeus* je pozitivně korelován s biotopy stojatá voda, případně smíšený les, *P. pipistrellus* v těchto biotopech nebyl zjištěn vůbec. Druhy se tedy ve svých biotopových nárocích samců v období sociální vokalisace, alespoň na základě údajů nashromážděných během tohoto výzkumu, nepřekrývají.

Indexy diversity

Z vypočtených hodnot indexů diversity a vyrovnanosti (tab. 2) lze usuzovat na rozložení letové a lovecké aktivity mezi jednotlivé biotopy. Pořadí biotopů v závislosti na hodnotě indexů diversity se mírně liší pro letovou a loveckou aktivitu. S nejvyššími hodnotami indexů diversity se mírně liší pro letovou a loveckou aktivitu. S nejvyššími hodnotami indexů diversity se mírně liší pro letovou a loveckou aktivitu. S nejvyššími hodnotami indexů diversity, jsou ale vždy oba vodní biotopy a park. Víceméně stejné pořadí sledují indexy vyrovnanosti, jen dva posledně jmenované biotopy mají obrácené pořadí pro hodnotu Shannonova indexu vyrovnanosti (J). Zajímavým výsledkem je i vzájemné srovnání indexů diversity pro tři typy lesních biotopů s klesající diversitou i vyrovnaností od listnatého lesa směrem k jehličnatému.

Dalším zajímavým zjištěním jsou rovněž hodnoty obou indexů diversity pro biotop pole ve srovnání s biotopem louka – dosahují ovšem co do poměru odlišných hodnot – Simpsonův index diversity (D) i vyrovnanosti (E) je vyšší pro pole, naopak Shannonův index diversity dosahuje (nepatrně) vyšší hodnoty pro louky. Hodnota Shannonovy vyrovnanosti (J) je pro oba biotopy stejná. Oba typy zástavby mají podobné hodnoty obou indexů, v obou případech mírně vyšší pro nízkou zástavbu.

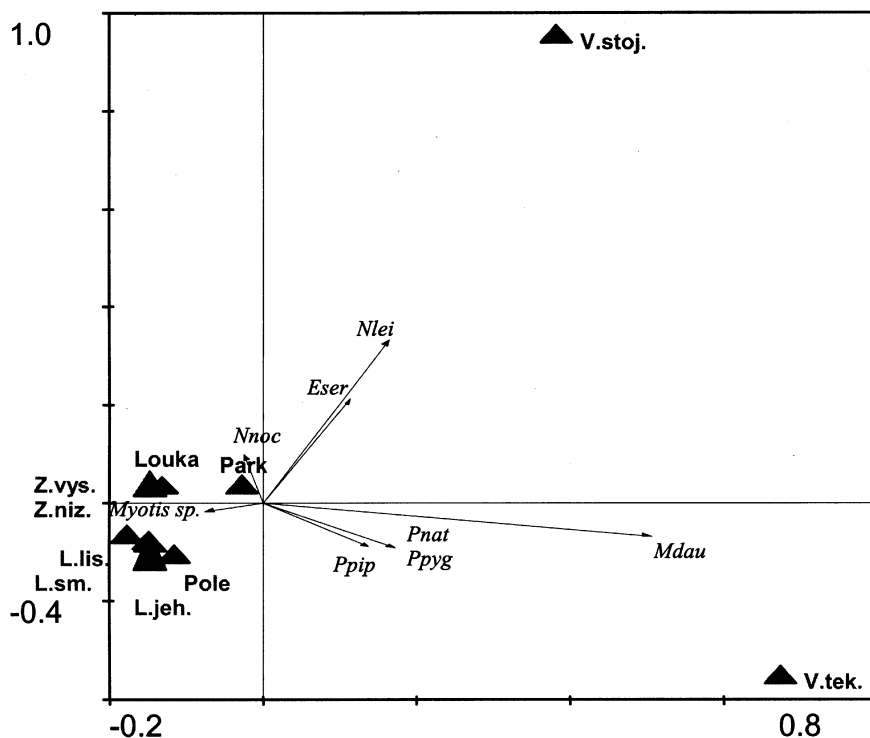
U lovecké aktivity dosahují indexy diversity nejvyšších hodnot pro biotop park. Následují opět oba typy vodních biotopů. Porovnáme-li hodnoty indexů pro loveckou aktivitu u obou vodních biotopů, vidíme diskrepanci mezi oběma indexy – Shannonův index dosahuje, na rozdíl od Simpsonova, vyšších hodnot pro tekoucí vodu. Žádná lovecká aktivita nebyla zjištěna ve smíšených a jehličnatých lesích. Obdobně jako u letové aktivity dosahuje nízká zástavba mírně vyšších hodnot obou indexů ve srovnání se zástavbou vysokou.

Změny aktivity v průběhu noci

Pro posouzení jednoduchých trendů změn aktivity (pokles, nárůst) v průběhu první poloviny noci byla zvláště pro každý biotop provedena pomocí Spearmanova korelačního koeficientu analýza vztahu mezi pořadím desetiminutovky po západu slunce, do které spadal počátek detektování na dotyčném bodě a aktivitou (letovou, loveckou) dotyčného druhu.

Jen v malém počtu případů bylo dosaženo signifikantního výsledku, což bude mj. i v důsledku nedostačujícího množství dat v jednotlivých kategoriích. Významný pokles letové aktivity byl zaznamenán u *N. noctula* v polních biotopech ($S_p = -0,44$; $p=0,01$; $n=31$), u *N. leisleri* u stojatých vod ($S_p = -0,57$; $p=0,04$; $n=13$) a u *P. pipistrellus* u stojatých vod ($S_p = -0,73$; $p=0,01$; $n=13$) a v lučních biotopech ($S_p = -0,49$; $p=0,05$; $n=17$). Nárůst aktivity v průběhu noci byl naopak signifikantní u skupiny r. *Myotis* v polních biotopech ($S_p = 0,38$; $p=0,03$; $n=31$).

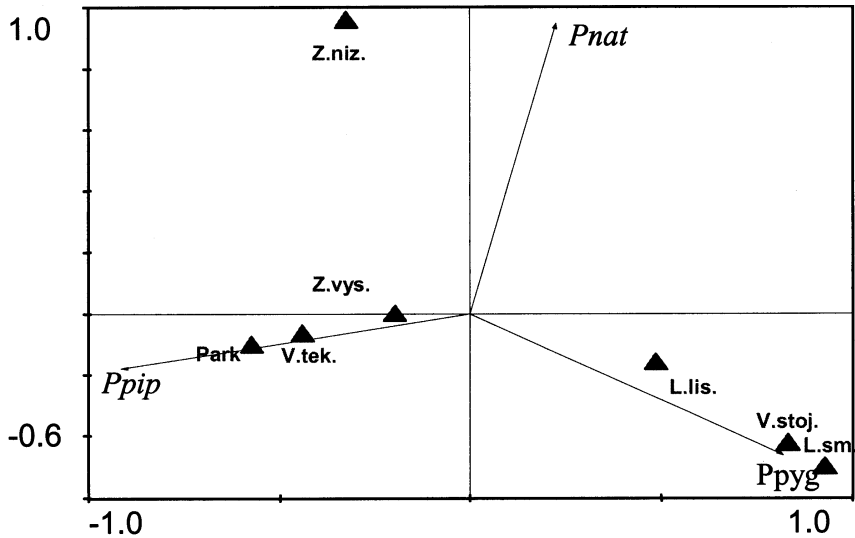
Signifikantní trend (negativní) v míře lovecké aktivity v průběhu noci byl prokázán pouze u *N. noctula* v lučních biotopech ($S_p = -0,51$; $p=0,01$; $n=31$).



Obr. 22. Výsledek redundanční analýzy vztahu lovecké aktivity jednotlivých druhů netopýřů a jednotlivých biotopů v Českobudějovické pánvi. 1. osa vysvětluje 4,7 % variability, první a druhá dohromady pak 7,2 %. Všechny osy jsou průkazné (první: $F = 9.16$, $p = 0.002$, ostatní: $F = 1.93$, $p = 0.002$).

Fig. 22. Results of redundancy analysis depicting the relationships among foraging activity of bats and habitat types in the Českobudějovická pánev basin. First canonical axis explains 4.7 % of total variability, first and second axes together explain 7.2 % of total variability in the data. All canonical axes are significant (first axis: $F = 9.16$, $p = 0.002$, others axes: $F = 1.93$, $p = 0.002$).

Zkratky / abbreviations: viz obr. 21 / see Fig. 21.



Obr. 23. Výsledek analýzy hlavních komponent vztahu sociálně vokalizujících samců třech druhů r. Pipistrellus a jednotlivých biotopů v Českobudějovické pánvi. 1. osa vysvětluje 51,9 % variability, první a druhá dohromady pak 89,8 %.

Fig. 23. Results of principal component analysis depicting the relationship among display activity of males of three pipistrelle bat species and habitat types in České Budějovice basin. First axis explains 51.9% of total variability, first and second axes together explain 89,8% of total variability in the data.

Zkratky / abbreviations: viz obr. 21 / see Fig. 21.

Vliv přítomnosti liniových elementů

Pomocí Kruskal-Wallisova testu byl analysován vliv liniových elementů v blízkosti detektorovacího bodu na letovou i loveckou aktivitu netopýřů. Signifikantní (pozitivní) vliv přítomnosti liniového prvku na letovou aktivitu byl prokázán u *P. pipistrellus* ($p < 0,001$), *P. pygmaeus* ($p = 0,01$), *P. nathusii* ($p = 0,01$), *M. daubentonii* ($p < 0,001$) a *E. serotinus* ($p = 0,05$). U lovecké aktivity byl tento vliv prokázán u *N. noctula* ($p = 0,05$), *P. pipistrellus* ($p = 0,001$) a *M. daubentonii* ($p = 0,01$).

Diskuse

Sezónní průběh aktivity jednotlivých druhů

Netopýr rezavý (*Nyctalus noctula*)

Zachycené sezónní změny aktivity netopýra rezavého nejsou příliš výrazné. Výjimkou je celkový pokles letové aktivity v podzimním období. Tato skutečnost se plně neslučuje s představou nárůstu aktivity coby důsledku přítomnosti migrantů ze severněji (příp. severovýchodněji) ležících oblastí Evropy na našem území podpořenou kroužkovacími daty (Gaisler et al. 2003). Během jarních měsíců v obou výzkumných sezónách byl nicméně pozorován (i vizuálně) rapidní nárůst početnosti tohoto druhu na studijní ploše. V analysovaných datech se neprojevil zejména

ze dvou důvodů. Z velké části tomu je díky skutečnosti, že během jarní migrace tento druh počiná svou večerní aktivitu mnohem dříve, než v pozdějším období, často ještě před západem slunce, jak dokládají i pozorování mnohých jiných autorů (Gaisler et al. 1979, Roer 1977, etc.), kteří se věnují i možným interpretacím tohoto fenoménu. Zejména v dubnových termínech byly již kolem západu slunce pozorovány desítky jedinců létajících zejména nad vodními plochami. Podobná aktivita nebyla zjištěna v pozdějších obdobích. Díky celkovému načasování počátku výzkumu na transektu do období plného soumraku nebyla tato zvýšená večerní aktivita zřejmě již zachycena. Navíc v chladnějších úsecích roku je celková délka letové aktivity většiny netopýrů často zkrácena (např. Rieger 1996). Dalším možným vysvětlením je omezení použité metody kvantifikace letové aktivity (tedy % pozitivních minut), jež při velmi vysokých mírách aktivity dosahuje saturace (100 %) a dále již růst neumožňuje. Tato situace nastávala nejčastěji právě v případech tohoto druhu. Během podobně zaměřeného výzkumu v prostředí malého města (Jablonec n. Nisou), Bartonička & Zukal (2003) zjistili poněkud odlišnou situaci. Po jen mírně zvýšené aktivitě v období pregnance došlo v jimi studovaném území k celkovému poklesu aktivity v období laktace. Výrazný nárůst pak zaznamenali v období podzimní migrace. Žádná z těchto změn jim nicméně nevyšla statisticky průkazně. Výrazné zvýšení aktivity v podzimním období patrně spojené s aspektem migrace zaznamenal v Bělověžské rezervaci Rachwald (1992). Jiný průběh sezónních změn letové aktivity, tentokrát v prostředí velké aglomerace (Brno), udávají Gaisler et al. (1998). Ti naopak zaznamenali celkově nízkou aktivitu netopýrů rezavých v okrajových obdobích roku a její zvýšenou intenzitu v letním období (červen–červenec). V prostředí jihomoravské agrocenózy zjistili Gaisler & Kolibáč (1992) nejvyšší aktivitu neopýra rezavého v dubnu s jejím následným poklesem směrem ke konci sezóny – tedy obdobně jako bylo zjištěno v průběhu této studie.

Na rozdíl od jižněji položených oblastí se netopýr rezavý v České republice rozmnožuje, početné doklady byly získány mj. právě z oblastí jihočeských pánví (Gaisler et al. 1979). Tomu by nasvědčovala i celoročně vysoká aktivita zjištěná během této práce. Jinak je tomu v jižněji položených oblastech. Již např. na jižním Slovensku je pravidelná reprodukce druhu diskutabilní neboť spolehlivé doklady chybějí (Kaňuch in verb.). Velmi dobře s touto skutečností korespondují např. data o výskytu tohoto druhu ze Švýcarska z oblasti Valais, kde rozmnožování rovněž nebylo prokázáno. Rozložení počtu údajů během sezóny vykazuje dva výrazné vrcholy, v květnu a srpnu až září, které autoři jednoznačně připisují přítomnosti zimujících či protahujících migrantů (Arletaz et al. 1997). Obdobně dvouvrcholový roční průběh aktivity zaznamenaly Haussler & Kalko (1991) v oblasti Bádenska-Würtemberska v Německu. Rozmnožování nebylo potvrzeno ani během rozsáhlé studie tohoto druhu v oblasti Mnichova, tedy rovněž jižně od našeho území (Kronwitter 1988). Ke stejným závěrům spějí i výsledky studií Prokopa & Zahna (2000).

Otázka jak se ovšem má situace s našimi populacemi – zda zůstávají zčásti, úplně, či jsou naopak během hibernace nahrazeny migranty ze severních oblastí a samy se k zimování posouvají k jihu – zůstává nicméně otevřená (Gaisler et al. 2003). Snížení aktivity během tohoto výzkumu v podzimním období je tedy možné interpretovat jako možný důsledek migrace alespoň části jedinců na zimoviště, nebo pouhé snížení celkové aktivity v důsledku zhoršených klimatických podmínek.

Sociální vokalisace (“zpěv”) je popsána v mnoha pracích a tradičně je spojována s přítomností teritoriálních samců v období pohlavní aktivity (Gaisler et al. 1979, Kronwitter 1988, etc.). Během výzkumu byla tato vokalisace v souladu s dřívějšími poznatky nejintenzivnější v podzimním období, v mnohem menší míře byla zaznamenávána i v ostatních obdobích. V souladu se zjištěním Kozhuriny (1996) je možné, že část těchto hlasů zejména v období reprodukce pochází od samic.

Netopýr stromový (*Nyctalus leisleri*)

Výrazná sezónní dynamika aktivity netopýra stromového bude velmi pravděpodobně spojena zejména s jeho migralitou. Ta byla v nedávné době pomocí kroužkování potvrzena i nejdelším dálkovým přeletem dlouhým 1567,5 km z Německa do Španělska (Ohlendorf et al. 2000). Rozmnožování druhu v Českosudějovické pánvi bylo potvrzeno opakovaně (v rozmezí čtyř let 2001–2004), odchylem kojících samic přímo v centru metropole (vlastní nepublikované údaje). Je tedy velmi reálné, že zaznamenaná aktivita se týká zejména příslušníků rezidentní populace. Tomu by odpovídal i postupný nárůst aktivity v průběhu jara spojený zřejmě s migrací z jižněji položených zimovišť, i když tato hypotéza není podepřena kroužkovacími daty. Těch je nicméně, zřejmě vzhledem k celkové vzácnosti druhu, nedostatek (Gaisler et al. 2003). Rychlé snížení aktivity ve druhém roce výzkumu již v období pozdní laktace je dobře korelováno s nárůstem pozorování dávaných do souvislosti s migrací v oblasti švýcarského Valais, kde se druh v období rozmnožování nevyskytuje (Arlettaz et al. 1997). Russ et al. (2003) sledovali sezónní změny letové aktivity v Severním Irsku, kde je netopýr stromový hojným druhem. Letová aktivita rostla během jarních měsíců, vrcholu dosáhla v průběhu července a poté opět klesala. Červencový vrchol letové aktivity autoři připisují nárůstu početnosti populace o tohoroční mláďata. Velmi podobný sezónní průběh aktivity s maximem v období laktace a krátce po osamostatnění mláďat uvádějí i Shiel & Fairley (1998).

Vrchol aktivity tohoto druhu je poměrně přesně časově lokalizován do období prvního vrcholu aktivity dvoukřídlého hmyzu. Ten představuje dle některých studií (Sullivan et al. 1993, Waters et al. 1999) významnou složku potravy (cf. Andreas 2002).

Netopýr vodní (*Myotis daubentonii*)

Letová aktivita v průběhu sezóny vykazuje poměrně vyrovnaný průběh s nevýrazným vrcholem v laktačním a prelaktačním období v prvním, resp. druhém roce výzkumu a pozvolným poklesem směrem ke konci sezóny. Tato situace je v kontradikci se zjištěním Riegera et al. (1992) a Riegera (1996), kteří u populací *M. daubentonii* na řece Rýnu pozorovali dva vrcholy letové aktivity. První, menší, v jarním období v květnu až počátkem června a druhý, výraznější, ve vrcholném létě (srpen). Dvouvrcholový průběh sezónní aktivity zaznamenaly v Bádensku-Württembersku i Haussler & Kalko (1991). Bartonička & Zúkal (2003) zaznamenali výrazný nárůst aktivity mezi laktačním a postlaktačním obdobím, který přičítají zapojení se tohoročních mláďat do letové (lovecké) aktivity. Obdobné, nicméně statisticky nevýznamné, zvýšení lovecké aktivity v postlaktačním období bylo pozorováno v prvním roce výzkumu. Během výzkumů letové aktivity v Třeboňské pánvi při řešení bakalářské diplomové práce jsem zjistil více než dvojnásobný vzrůst aktivity tamní populace *M. daubentonii* mezi obdobími pregnancy a laktace, ještě před dosažením vzletnosti u mláďat (Lučan 2001). Při zmiňovaném výzkumu byla ovšem použita jiná metoda kvantifikace letové aktivity – pomocí počtu přeletů, jež je některými autory považována za méně přesnou (cf. Miller 2001).

Zajímavé je zjištění nezávislosti letové a lovecké aktivity na biomase dvoukřídlého hmyzu, jež je dominantní složkou potravy tohoto druhu (cf. Andreas 2002, Flavin et al. 2001, Sullivan et al. 1993) a jejíž nárůst v důsledku eutrofizace povrchových vod je dáván do souvislosti s nárůstem početních stavů netopýra vodního zejména v druhé polovině minulého století (Kokurewicz 1995). Je nutné si ovšem uvědomit, že byl analysován sezónní průběh letové aktivity netopýrů ve vztahu k analogickému průběhu aktivity dvoukřídlého hmyzu. Aktuální, zejména na povětrnostních podmínkách (především teplotě) závislé fluktuace hmyzí aktivity, byly ošetřeny konáním výzkumu pouze za standardních podmínek (viz Materiál a metodika). Sezónní změny aktivity se tedy nezadají být důsledkem změn aktivity potencionální kořisti. Reakcí na měnící se densitu preferované kořisti bude spíše

než změna v celkové aktivitě spíše změna v míře potravního oportunistu v průběhu sezóny (cf. Andreas 2002, Whitaker 1994)

Netopýr parkový (*Pipistrellus nathusii*)

Výrazná část aktivity tohoto druhu byla časově dislokována do prvních dvou období sezóny. V prvním roce nastal vrchol celoroční letové aktivity až v období prelaktačním, ve druhém roce již v období jarní migrace. Poměrně výrazný vrchol aktivity v jarním období lze, přinejmenším do jisté míry, spojit s aspektem migrace neboť jde o tažný druh (cf. Gaisler et al. 2003), u kterého byly doloženy přelety až do vzdálenosti 1905 km (Schober & Grimmberger 1998). Jarzembowski (2003) v oblasti sv. Polska zjistil na základě zhodnocení dat z detektoringu a kontroly budek, že jarní migrace tohoto druhu zde probíhá od začátku do konce května, podzimní pak od půlky července do půlky září. Explosivní charakter jarního a naopak časové rozvolnění podzimního tahu je i jedním z nabízejících se možných vysvětlení disproporce mezi rozdílnou mírou aktivity během období jarní a podzimní migrace, nejen u tohoto, ale i u dalších tažných druhů (cf. *N. noctula*, *N. leisleri*, příp. i *P. pipistrellus* a *P. pygmaeus*). Obdobnou situaci nalézáme např. i u mnoha druhů tažných ptáků (Veselovský 2001). Výrazné dvouvrcholový průběh roční aktivity tohoto druhu s vyšším jarním maximem zaznamenaly v oblasti Bádenska-Württemberska v Německu i Haussler & Kalko (1991). Velmi výrazný vrchol počtu záznamů tohoto druhu v období podzimní migrace v oblasti švýcarského Valais, kde se druh pravděpodobně nerozmnožuje, udávají Arlettaz et al. (1997). Rieger (1996) v oblasti severního Švýcarska zaznamenal tři výrazné vrcholy aktivity v sezónním průběhu aktivity tohoto druhu. Dva menší v období jarní (přelom dubna a května) a podzimní (polovina září) migrace a nejvýraznější vrchol na počátku července, velmi pravděpodobně způsobený vlivem přítomnosti tohoročních mláďat.

Druh byl přinejmenším v jižních Čechách donedávna považován pouze za protahující (Hanák & Gaisler 1976) zejména na základě rozdělení jednotlivých náleзовých údajů výhradně mimo období reprodukce. S počátkem používání ultrasonických detektorů byla nicméně zjištěna jeho celoroční přítomnost a posléze bylo nálezem početných mateřských kolonií a odchylem kojících samic či čerstvě vzletných mláďat prokázáno rozmnožování v oblasti Třeboňské pánve (Jahelková et al. 2000), na Netolicku (vlastní nepublikované údaje) a ve východních Čechách (Šefrová & Buřič 1998). Zda je rozmnožování druhu v oblasti Čech skutečně novým fenoménem či jen důsledkem zintenzivnění výzkumu a zavedení nových metod zůstává předmětem diskuse (cf. Jahelková et al. 2000). V oblasti Českobudějovické pánve nicméně zatím rozmnožování nebylo prokázáno. Na Vrbenských rybnících byl druh prokázán i odchylem do sítí, přítomnost samic byla ale doložena jen mimo období reprodukce (vlastní nepublikované údaje). Je tedy pravděpodobné, že většina aktivity zaznamenané v období rozmnožování je důsledek celoroční přítomnosti dospělých samců. Na tuto skutečnost by poukázal i fakt celoročního výskytu jejich typických sociálních hlasů.

Přestože dvoukřídly hmyz tvoří významnou složku potravy tohoto druhu (Arnold et al. 2000), nebyl prokázán vztah mezi jeho roční aktivitou a průběhem aktivity tohoto druhu.

Netopýr hvízdavý (*Pipistrellus pipistrellus*)

Podobně jako u předchozího druhu je i zde výrazný vrchol aktivity v období jarní migrace následovaný postupným poklesem směrem ke konci sezóny. Na rozdíl od předchozího druhu, u kterého je vysoký stupeň migrality neoddiskutovatelný, lze aspektu migrace v případě vysvětlení příčin sezónních změn aktivity u *P. pipistrellus* přisoudit spíše marginální význam. Výsledky kroužkování jej řadí spíše k druhům přelétavým (Gaisler et al. 2003), o migralitě zejména severských populací se nicméně diskutuje (cf. Schober & Grimmberger 1998, Masing et al. 1999).

Bartonička (2000) a Bartonička & Zukal (2003) v prostředí menšího města (Jablonec nad Nisou) zaznamenali po vyšší letové aktivitě v období pregnancy její celkové snížení během laktace následované opětovným nárůstem v průběhu postlaktančního období (statisticky nesignifikantní data, inference z grafu). Rovněž Gaisler et al. (1998) zaznamenali v prostředí města pokles aktivity během května a června následovaný rapidním nárůstem aktivity v podzimním období. Výraznou bimodalitu v sezónní aktivitě s prvním vrcholem v květnu a druhým v první polovině září zaznamenaly rovněž Haussler & Kalko (1991) v oblasti Bádenska-Württemberska v Německu. Jinou situaci pozorovali Russ et al. (2003) v Severním Irsku: letová aktivita rostla v průběhu jara, vrcholu dosáhla během července a poté opět klesala. Vrchol aktivity v červenci připisují autoři zvětšení populace o tohoroční mláďata.

Rozmnožování druhu v Českobudějovické pánvi bylo opakovaně doloženo odchylem kojících samic. Denní úkryty kolonií se nacházejí zejména v panelových sídlištích, odkud je doloženo i zimování (vlastní nepubl. data).

Velmi zajímavé je zjištění naprosté absence vokalisujících samic v období pohlavní aktivity, zejména pak v kontrastu s přítomností vokalisujících samic obou dalších druhů rodu *Pipistrellus*. Četní „zpívající“ samci tohoto druhu byli zjištěni téměř výlučně v městské, zejména pak panelové zástavbě, na kterou jsou vázány i zimní úkryty (viz část věnovaná aktivitě v různých biotopech + další nepubl. data).

Přestože drobný dvoukřídý hmyz představuje velmi významnou složku potravy tohoto druhu (Barlow 1997, Sullivan et al. 1993), nebyla prokázána korelace mezi mírou aktivity netopýra hvízdavého a sezónním průběhem density dvoukřídých.

Netopýr nejmenší (*Pipistrellus pygmaeus*)

I u tohoto druhu je výrazná bimodalita sezónního průběhu letové aktivity s vrcholy časově lokalizovanými do obou období migrace. Výrazně vyšších hodnot dosahuje aktivita v období jarní migrace, později výrazně klesá a udržuje se na relativně nízké hladině. Její opětovný nárůst v období podzimní migrace byl spojen se zvýšenou intenzitou výskytu sociálních hlasů samic a tedy s přítomností harémových úkrytů, jejichž formace je typická pro netopýry rodu *Pipistrellus* v tomto období (Gerell-Lundberg & Gerell 1994). Dva vrcholy aktivity *P. pygmaeus* v průběhu sezóny pozoroval v jihomoravských luzích rovněž Bartonička (2002, 2004), přičemž nejnižších hodnot dosahovala letová aktivita mezi obdobími porodů a zhruba polovinou laktace (konec června).

O sezónní dislokaci sociální vokalisace samic zatím není nic známo, neboť většina takto zaměřených prací byla publikována v době, kdy nebyl tento druh rozlišován od netopýra hvízdavého (cf. Gerell-Lundberg & Gerell 1994). Při srovnání sezónního rozložení sociální vokalisace *P. pygmaeus* se situací u *P. nathusii* vidíme zřetelný rozdíl – zatímco u prvně zmíněného druhu se sociální vokalisace vyskytuje téměř výlučně v období podzimní migrace, u *P. nathusii* byla zaznamenávána v průběhu celého roku. Připustíme-li možnost, že data ve spisu Gerell-Lundberg & Gerell (1994) se týkají tohoto druhu, pozorování z Vrbenských rybníků jsou pak s nimi v plném rozporu. Výše zmínění autoři při srovnání fenologie teritoriality *P. pipistrellus* (s. l.) a *P. nathusii* zjistili, že samci *P. pipistrellus* (s. l.) obsazují teritoria mnohem dříve – již asi dva měsíce před počátkem období páření (tedy zhruba v červnu). S obranou teritoria jsou spojeny i typické sociální hlasy samic. Ty nebyly v dotyčném období na Vrbenských rybnících u *P. pygmaeus*, narozdíl od *P. nathusii*, vůbec zaznamenány. Možným vysvětlením je, že se oba druhy komplexu *Pipistrellus pipistrellus* s. l. ve fenologii sociální vokalisace liší. Situace popsaná ve výše citované práci se pak netýká *P. pygmaeus*, nýbrž *P. pipistrellus*, nebo je situace odlišná v závislosti na geografických podmínkách (např. zeměpisné šířce), případně se liší

mezi populacemi (např. striktnější migralita u severněji položených a s tím spojený posun ve fenologii sociální vokalisace).

Negativní korelace letové i lovecké aktivity s teplotou a biomasou dvoukřídlého hmyzu zjištěná u tohoto druhu je v podstatě důsledkem inverzního průběhu těchto dvou veličin ve srovnání s aktivitou *P. pygmaeus* – obě dosahují maxima zhruba v období, kdy je aktivita *P. pygmaeus* naopak minimální. Přesto jsou zejména zástupci čeledi Chironomidae a Ceratopogonidae dominantní složkou potravy tohoto druhu (Barlow 1997).

Netopýr večerní (*Eptesicus serotinus*)

Celkově měla letová aktivita víceméně vyrovnaný průběh mezi obdobími jarní migrace a laktace, poté došlo k jejímu výraznému poklesu. Výrazný nárůst lovecké aktivity ve srovnání se zbytkem sezóny byl zaznamenán v prelaktačním období. Velmi podobnou situaci v sezónním průběhu letové aktivity zaznamenali Bartonička & Zukal (2003) v suburbánních podmínkách, pouze pokles celkové aktivity nastal v jimi studovaném území až v období migrace. Jinou situaci pozorovali v prostředí velké aglomerace (Brno) Gaisler et al. (1998). Ti zaznamenali výrazný vrchol aktivity na jaře (duben), poté již měla aktivita až do konce sezóny klesající tendenci. Jarní vrchol připisují zvýšené aktivitě netopýrů v místech s dočasně vysokou abundancí potenciálně kořisti během nocí, ve kterých probíhal výzkum. Toto vysvětlení přichází v případě mých pozorování v úvahu zejména v souvislosti s dočasným výrazným zvýšením lovecké aktivity v prelaktačním období.

Pozorovaný vrchol lovecké aktivity se velmi dobře časově shoduje se sezónním vrcholem density dvoukřídlého hmyzu. Ten tvoří podle Gajdošika & Gaislera (2004) významnou složku v potravě obou našich druhů rodu *Eptesicus*. Zjištění výše zmíněných autorů je poněkud v rozporu s předchozími představami o potravě *E. serotinus*, ve které by podle jiných prací měli dominovat spíše brouci (cf. Andreas 2002).

Aktivita dvoukřídlého hmyzu vs. aktivita netopýrů

Vzhledem k umístění světelného lapače v poněkud odlišném biotopu, než skrze který vedl výzkumný transekt, lze očekávat, že celkový objem biomasy dvoukřídlého hmyzu v jednotlivých termínech může být poněkud odlišný od situace přímo na jednotlivých detektorovacích bodech. Během analýs byl nicméně testován vliv sezónních změn density (biomasy) drobných Diptera na sezónní průběh aktivity (letové, lovecké) netopýrů. A celkový trend změn density hmyzu během sezóny bude zřejmě obdobný nejen v různých částech studované plochy, ale i v širším okolí a lze odhadovat, že jej lze vztáhnout i na další oblasti obdobné nadmořské výšky (např. Třeboňsko). Výjimkou by mohlo být mikrobiotopově lokalizované rojení (např. pouze v blízkosti světelného lapače, či naopak pouze v některé části transektu), jež vzhledem k metodickému omezení nelze zcela vyloučit.

Během obou let byl zaznamenán výrazný sezónní vrchol v density drobných dipter časově lokalizovaný zhruba na přelom měsíce května a června, tedy přesně do období porodů většiny druhů netopýrů. Druhý, méně výrazný vrchol byl zaznamenán v první polovině srpna v prvním roce, příp. v druhé polovině července ve druhém roce výzkumu.

S ohledem na tyto skutečnosti lze tedy, přinejmenším pro specifické podmínky jihočeských pánví, zpochybnit tvrzení Anthonyho & Kunze (1977) o načasování reprodukce, zejména odstavování mláďat, některých druhů potravně závislých na dvoukřídlém hmyzu do období s jeho maximální sezónní aktivitou. Obdobně Rieger (1996) zjistil na Rýnu v severním Švýcarsku nejvyšší aktivitu (biomasu) hmyzu na přelomu června a července, tedy spíše v období laktace. Z výsledků studií sezónní dynamiky změn hmotností netopýrů nelze naopak konstatovat korelaci

mezi pozdně jarním vrcholem aktivity dvoukřídlého hmyzu a potencionálním nárůstem hmotnosti u druhů, u kterých jsou Diptera dominantní složkou potravy. Nárůst hmotnosti netopýrů nastal až později během léta (Hoffmanová 2003). Předpokladem k těmto úvahám je samozřejmě stejný sezónní průběh density dvoukřídlého hmyzu i pro jiné oblasti. Jiné srovnávací údaje pro naše území bohužel nejsou k dispozici. Z malého počtu průkazných vztahů mezi průběhem aktivity netopýrů a sezónních změn biomasy Diptera lze spíše usuzovat jednak na celoročně relativně vysokou nabídku potencionální kořisti, převyšující spotřebu netopýřloho společenstva, jednak na opakovaně konstatovanou vysokou míru potravního oportunismu u většiny zástupců hmyzožravých druhů netopýrů (např. Andreas 2002, Whitaker 1994).

Prostorový aspekt aktivity netopýrů v Českobudějovické pánvi

Zhodnocení aktivity jednotlivých druhů v různých biotopech

Netopýr rezavý (*Nyctalus noctula*) a netopýr stromový (*Nyctalus leisleri*)

Oba druhy jsou řazeny mezi tzv. vzdušné lovce, pro něž je charakteristický rychlý let ve volném prostoru obvykle nad korunami stromů a s tím související ekomorfologické adaptace, jakými jsou dlouhá úzká křídla s velkou plošnou zátěží, krátké masivní boltce a nízko položené, poměrně málo frekvenčně modulované echolokační výkřiky (Bogdanowicz et al. 1999). Vysoký stupeň prostorové mobility se odráží i v množství biotopů, ve kterých byli zaznamenáni. K tomu navíc přistupuje i na poměrně velkou vzdálenost detekovatelná echolokace (např. Ahlén 1991). Preferenci otevřených prostor dobře ilustruje relativně často (zvláště u *Nyctalus noctula*) zaznamenaná lovecká aktivita v polních a lučních biotopech. Tato zjištění velmi dobře korespondují s již publikovanými údaji. Jedinci *Nyctalus noctula* sledovaní pomocí telemetrie Kronwitterem (1988) se nejčastěji pohybovali v urbánním prostředí a v otevřené kulturní krajině a vyhýbali se větším lesním celkům. Při studiu společenstva netopýrů v podmínkách velkého města jej Gaisler et al. (1998) nejčastěji zastihli v blízkosti vodních biotopů. Preferenci blízkosti vodních ploch a otevřených prostranství uvádí i Vaughan et al. (1997a). Tento druh se nevyhýbá ani agrocenózám, i když je zde jeho aktivita mnohem nižší ve srovnání s přírodními biotopy (Gaisler & Kolibáč 1992).

U irských populací *N. leisleri* byla doložena preference parkové zeleně, okrajů listnatých lesů a okolí řek (Russ & Montgomery 2002). Russ et al. (2003) a Shiel & Fairley (1998) zaznamenali aktivitu tohoto druhu ve všech možných typech biotopů bez výrazných preferencí. Odlišná byla situace v jižní Anglii, kde preferoval lesní celky v jedné a pastviny v jiné oblasti a vyhýbal se urbánním biotopům a orné půdě (Waters et al. 1999). Zvýšenou aktivitu *N. leisleri* nad pastvinami a zavlažovacími kanály zaznamenali Shiel et al. (1999).

Výše shrnuté literární poznatky, poměrně velmi dobře korespondují s mými zjištěními, zejména stran poměrně širokého spektra biotopů, ve kterých byla aktivita obou druhů zachycena. Rovněž nejvyšší míra aktivity vázaná na vodní biotopy poměrně dobře odpovídá situaci konstatované řadou autorů.

Z faunistického hlediska je pozoruhodný relativně hojný výskyt *N. leisleri*, včetně opakovaně prokázané reprodukce, v Českobudějovické pánvi ve srovnání s nedalekou Třeboňskou pánví. V té je *N. leisleri* velmi vzácným druhem – v odchycích ze stromových dutin byl zastížen jen asi ve dvou případech z celkového materiálu cca 1200 ex. (Hanák in verb.) a jeho reprodukce zde nebyla doložena vůbec.

Netopýr hvízdavý (*Pipistrellus pipistrellus*), netopýr nejmenší (*Pipistrellus pygmaeus*), netopýr parkový (*Pipistrellus nathusii*)

Velmi cennými výsledky této práce jsou data týkající se třech druhů rodu *Pipistrellus*, jež se v Českobudějovické pánvi, na rozdíl od většiny ostatních území České republiky vyskytují sympatricky, v některých případech i syntopicky. Nejhojnějším druhem je zde netopýr hvízdavý, následován oběma dalšími druhy. Z analýs letové aktivity v různých typech biotopů jednoznačně vyplývají závěry konstatované již některými dalšími výzkumníky. Jde především o celkově širší spektrum biotopů využívaných *P. pipistrellus* (Russ & Montgomery 2002, Vaughan et al. 1997a) a častější využívání urbánních biotopů tímto druhem (Jüdes 1989, Wicht et al. 2003), ale cf. Bartonička (2004). Nebylo naopak potvrzeno větší využívání otevřených ploch netopýrem hvízdavým, jak zjistil de Jong (1995). Rovněž aktivita v lesních biotopech byla velmi nízká ve srovnání s pozorováními některých autorů (de Jong 1995, Russo & Jones 2003, Roche & Elliott 2000). Relativně vysoká aktivita v okolí vod je rovněž v souladu s již zjištěnými skutečnostmi (Rydell et al. 1994). U tekoucích vod preferuje podobně jako *M. daubentonii* klidnější úseky (Warren et al. 2000).

Naproti tomu *P. pygmaeus* se jeví jako větší specialista, který jednoznačně preferuje okolí vodních ploch (Oakeley & Jones 1998, Russo & Jones 2003, Vaughan et al. 1997a), případně kulturní zemědělskou krajinu (Wicht et al. 2003). Během tohoto výzkumu byla jeho aktivita kromě okolí vodních biotopů potvrzena rovněž v listnatých a smíšených lesích.

Netopýr parkový byl zjištěn ve více typech biotopů. Nejvyšší aktivita byla zaznamenána zejména v okolí stojatých vod. V severním Polsku preferuje tento druh borové lesy a pole u mořského pobřeží (Jarzembowski et al. 1998). Pravidelná přítomnost byla zjištěna u menších vodních ploch uvnitř lesních celků (Ciechanowski 2002). V našich podmínkách se druh poměrně hojně vyskytuje zejména v Treboňské pánvi v obdobném spektru biotopů jako na Českobudějovicku (Jahelková et al. 2000) a na jižní Moravě, zejména v lužních lesích (Gaisler et al. 2002).

Velmi zajímavých, i když zřejmě díky malému množství pozitivních údajů statisticky neprůkazných výsledků, bylo dosaženo srovnáním biotopů, ve kterých se vyskytují samci těchto třech druhů během sociální vokalisace. Zejména prostorová separace samců *P. pipistrellus* a *P. pygmaeus* zasluhuje v tomto ohledu pozornosti zejména v souvislosti s již citovanou částečnou biotopovou separací obou druhů, která by mohla být ještě striktnější v období páření. Celá situace si rozhodně zasluhuje dalšího prošetření.

Netopýr vodní (*Myotis daubentonii*)

Jednoznačná preference vodních biotopů zjištěná v Českobudějovické pánvi není překvapivá, zejména v kontextu již publikovaných údajů (např. Kalko & Schnitzler 1989, Rydell et al. 1994, Vaughan et al. 1996, etc.). Obecně tento druh preferuje klidné vody (Warren et al. 2000), u stojatých vod se vyhýbá místům zarosteným okřehkem (Boonman et al. 1998). Relativně častou (i loveckou) aktivitu mimo vodní plochy v oblasti Mladečského krasu zjistili Bartonička & Wolf (2003).

Skupina *Myotis* spp.

Aktivita této sběrné skupiny je zajisté modulována druhovou kompozicí, kterou zahrnuje (dále viz též diskuse k vlivu liniových prvků na aktivitu netopýrů). Z autorů, kteří použili obdobné klasifikace (tedy *Myotis* spp.), uvádějí Gaisler et al. (1998) v urbánních podmínkách preferenci okolí vodních biotopů a starých vilových čtvrtí. Preferenci listnatých lesů a okolí vod udávají Russ & Montgomery (2002). V oblasti mediterránu preferovali netopýři rodu *Myotis* lesní biotopy a okolí vod (Russo & Jones 2003).

Netopýr večerní (*Eptesicus serotinus*)

Podobně jako druhy rodu *Nyctalus* jde o netopýra se strategií vzdušného lovectví. Překvapivá je celkově nízká zjištěná aktivita tohoto druhu během výzkumu. V kontradikci s jinými autory nebyla potvrzena vysoká afinita k urbánním habitatům (Gaisler et al. 1998, Jüdes 1989). V rámci aglomerací byla zjištěna nejvyšší aktivita tohoto druhu na starých předměstích (Gaisler et al. 1998). V Anglii preferuje otevřené biotopy a okolí vod (Vaughan et al. 1997a). Catto et al. (1996) konstatují využívání mnoha různých biotopů a poměrně častý lov nad pastvinami. Tomu by odpovídala i naznačená potravní specializace *E. serotinus* na brouky, zejména příslušníky čeledi Scarabeidae (Andreas 2002), kteří se nad pastvinami vyskytují ve velkém množství. Pro podmínky Českobudějovické pánve se nicméně jeví jako vhodnější vysvětlení biotopových preferencí spíše Gajdošíkem & Gaislerem (2004) udávaná specializace na nematocerní Diptera, jež zde loví tento druh v okolí vodních biotopů, kde jsou nejhojnější.

Vliv liniových prvků na aktivitu netopýrů

Liniové krajinné prvky, jakými jsou např. stromové aleje, pásy pobřežní vegetace, lesní okraje či průseky, jsou prismaticem netopýřích preferencí pokládány za významné elementy ekologické infrastruktury (Limpens & Kapteyn 1991, Verboom & Spoelstra 1999). K vysvětlení tohoto fenoménu se nabízí několik plausibilních hypotéz. V blízkosti lineárních prvků může docházet ke koncentraci density potencionální kořisti a pohyb v jejich blízkosti pravděpodobně snižuje riziko predace (Verboom & Spoelstra 1999 a citace tam uvedené). Vertikální objekty navíc velmi pravděpodobně slouží jako důležitá vodítka při prostorové orientaci netopýrů (Limpens et al. 1989, Limpens & Kapteyn 1991, Verboom et al. 1999).

Výsledky mé studie rovněž poukazují na významnost liniových prvků napříč spektrem zkoumaných biotopů – ve všech biotopech byla přítomnost těchto prvků spojena se zvýšenou aktivitou netopýrů. Navíc velmi dobře reflektují ekomorfologické charakteristiky některých druhů netopýrů. Závislost letové aktivity na přítomnosti liniových prvků nebyla prokázána u obou druhů rodu *Nyctalus*, což velmi dobře koresponduje s jejich letovými charakteristikami – v obou případech jde o rychle létající druhy, jež loví obvykle nad korunami stromů (cf. Horáček et al. 2000, Jones 1995, Kronwitter 1988). Liniové prvky tedy, narozdíl od nízko létajících druhů, nijak nemoderují způsob jejich pohybu v krajině. Positivní korelace lovecké aktivity s přítomností linie u *N. noctula* by mohla být dána do souvislosti s hypotézou o vyšší densitě hmyzu v blízkosti vegetačních linií (viz výše). Nezávislost aktivity na přítomnosti liniových prvků u skupiny *Myotis* spp. bude velmi pravděpodobně odrazem druhové kompozice společenstva: v lokálních podmínkách jihočeských pánví jsou do této skupiny zahrnuti především druhy *M. nattereri*, *M. mystacinus* anebo *M. brandtii* a *Plecotus auritus* (vlastní nepubl. údaje). Přinejmenším *M. nattereri* a *P. auritus* představují typické zástupce netopýrů s loveckou strategií gleaning, tzn. sběr potravy z podkladu a výsledky rozborů jejich potravy příp. některých dalších (např. ekomorfologických) studií poukazují jednoznačně na fakt, že tyto druhy loví v uzavřených lesních porostech (Andreas 2002, de Jong 1995, Fenton & Bogdanowicz 2002). Jejich aktivita je tedy moderována spíše vertikální prostorovou strukturou lesních interiérů, než spíše horizontální strukturou liniových elementů. Tomu by naznačovaly i výsledky analys aktivity skupiny *Myotis* sp. v různých biotopech Českobudějovické pánve.

Poděkování

Za podnětné diskuse a konzultace děkuji prof. I. Horáčkovi, CSc., doc. V. Hanákoví, CSc., dr. J. Zukalovi a mgr. Heleně Jahelkové. Za konzultace statistických analys děkuji bc. Simoně Polákové. Výzkum byl částečně podpořen grantem GA ČR 206/02/0961.

Literatura

- AHLÉN I., 1980a: Problems of bat identification on sounds. *Biophon*, **7**: 12–14.
- AHLÉN I., 1980b: Field identification of bats and survey methods based on sounds. *Myotis*, **18–19**: 128–136.
- AHLÉN I., 1991: *Identification of Bats in Flight*. Katarina Tryck AB, Stockholm, 50 pp.
- ANDREAS M., 2002: *Potravní ekologie společenstva netopýrů*. Disertační práce ÚAE ČZU, Praha, 164 pp.
- ANTHONY E. L. P. & KUNZ T. H., 1977: Feeding strategies of the little brown bat, *Myotis lucifugus*, in southern New Hampshire. *Ecology*, **58**: 775–786.
- ARLETTAZ R., LUGON A., SIERRO M. & DESFAYES M., 1997: Les chauves-souris du Valais (Suisse): statut, zoogéographie et écologie. *Le Rhinologue*, **12**: 1–42.
- ARNOLD A., BRAUN M., BECKER N. & STORCH V., 2000: Zur Nahrungsökologie von Wasser- und Rauhhauffledermaus in den nordbadischen Rheinauen. *Carolinea*, **58**: 257–263.
- BARLOW K. E., 1997: The diets of two phonic types of the bat *Pipistrellus pipistrellus* in Britain. *J. Zool., Lond.*, **243**: 597–609.
- BARLOW K. E. & JONES G., 1997: Differences in songflight calls and social calls between two phonic types of the vespertilionid bat *Pipistrellus pipistrellus*. *J. Zool., Lond.*, **241**: 315–324.
- BARTONIČKA T., 2000: Letová aktivita a biotopové preference netopýra hvízdavého (*Pipistrellus pipistrellus*) v intravilánu. Pp.: 73–74. In: BRYJA J. & ZUKAL J. (eds.): *Zoologické dny Brno 2000*. Abstrakta referátů z konference 9.–10. listopadu 2000. ČZS, Brno, 107 pp.
- BARTONIČKA T., 2004: *Flight activity and echolocation behaviour of Pipistrellus pygmaeus (Leach, 1825) with respect to P. pipistrellus (Schreber, 1774)*. Dissertation Abstract.
- BARTONIČKA T. & WOLF P., 2003: Letová aktivita netopýrů v oblasti vrchu Třesín (Litovelské Pomoraví). *Vespertilio*, **7**: 63–70.
- BARTONIČKA T. & ZUKAL J., 2003: Flight activity and habitat use of four bat species in a small town revealed by bat detectors. *Folia Zool.*, **52**: 155–166.
- BEGON M., HARPER J. L. & TOWNSEND C. R., 2000: *Ecology: Individuals, Populations and Communities. Second Edition*. Blackwell Scientific Publications. 1068 pp.
- BOGDANOWICZ W., FENTON M. B. & DALESZCZYK K., 1999: The relationships between echolocation calls, morphology and diet in insectivorous bats. *J. Zool., Lond.*, **247**: 381–393.
- BOONMAN M., 1996: Monitoring bats on their hunting grounds. *Myotis*, **34**: 17–25
- BOONMAN A. M., BOONMAN M., BRETSCHNEIDER F. & VAN DE GRIND W. A., 1998: Prey detection in trawling insectivorous bats: duckweed affects hunting behaviour in Daubenton's bat, *Myotis daubentonii*. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, **44**: 99–107
- BRITTON A. R. C. & JONES G., 1999: Echolocation behaviour and prey-capture success in foraging bats: laboratory and field experiments on *Myotis daubentonii*. *J. Experim. Biol.*, **202**: 1793–1801.
- CATTO C. M. C., HUTSON A., RACEY P. A. & STEPHENSON P., 1996: Foraging behaviour and habitat use of the serotine bat (*Eptesicus serotinus*) in Southern England. *J. Zool., Lond.*, **238**: 623–633.
- CIECHANOWSKI M., 2002: Community structure and activity of bats (Chiroptera) over different water bodies. *Ztschr. Säugetierk.*, **67**: 276–285.
- DIETZ M., FRANK R. & PIR J. B., 1999: The Bat Fauna of the “Grünewald” forest in Luxembourg: a methodology approach. *Trav. Sci. Mus. Natn. Hist. Natur. Luxem.*, **31**: 107–118.
- FENTON M. B., 1985: *Communication in the Chiroptera*. Indiana Univ. Press, Bloomington, 174 pp.
- FENTON M. B. & BOGDANOWICZ W., 2002: Relationships between external morphology and foraging behaviour: bats in the genus *Myotis*. *Can. J. Zool.*, **80**: 1004–1013.
- FLAVIN D. A., GIGGANE S. S., SHIEL C. B., SMIDDY P. & FAIRLEY J. S., 2001: Analysis of the diet of Daubenton's bat *Myotis daubentonii* in Ireland. *Acta Theriol.*, **46**: 43–52.
- GAISLER J. & KOLIBÁČ J., 1992: Summer occurrence of bats in agrocoenoses. *Folia Zool.*, **41**: 19–27.

- GAISLER J., HANÁK V. & DUNGEL J., 1979: A contribution to the population ecology of *Nyctalus noctula* (Mammalia: Chiroptera). *Acta Sci. Natur. Brno*, **13**(1): 1–38.
- GAISLER J., ZUKAL J., ŘEHÁK Z. & HOMOLKA M., 1998: Habitat preference and flight activity of bats in a city. *J. Zool., Lond.*, **244**: 439–445
- GAISLER J., ŘEHÁK Z. & BARTONIČKA T., 2002: Mammalia: Chiroptera. 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**: 1–162.
- GAISLER J., HANÁK V., HANZAL V. & JARSKÝ V., 2003: Výsledky kroužkování netopýrů v České republice a na Slovensku, 1948–2000. *Vespertilio*, **7**: 3–61.
- GAJDOŠÍK M. & GAISLER J., 2004: Diet of two *Eptesicus* bat species in Moravia (Czech Republic). *Folia Zool.*, **53**: 7–16.
- GERELL-LUNDBERG K. & GERELL R., 1994: The mating behaviour of *Pipistrelle* and *Nathusius'* pipistrelle (Chiroptera): a comparison. *Folia Zool.*, **43**: 315–324.
- HANÁK V. & GAISLER J., 1976: *Pipistrellus nathusii* (Keyserling et Blasius, 1839) (Chiroptera: Vespertilionidae) in Czechoslovakia. *Věst. Čs. Společ. Zool.*, **40**: 7–23.
- HARBUSCH K., 1999: Monitoring Bats in the Grand-Duchy of Luxembourg. *Trav. Sci. Mus. Natn. Hist. Natur. Luxem.*, **31**: 59–71.
- HAUSSLER U. & KALKO E., 1991: *Untersuchten den Zerschneidungseffekt der vierspürigen B 29 im Bereich der Lorcher Baggerseen / Baden-Württemberg und fanden heraus, dass die Tiere (va. Zwerg- und Wasserfledermäuse) die Strasse nicht direkt überfliegen, sondern fast ausschließlich die Zugängedurch zwei Brückenbauwerke nutzen.* Nепublikovaná zpráva, 24 pp.
- HOFFMANOVÁ A., 2003: *Sezónní a vnitronoční dynamika hmotnosti šesti nejpočetnějších druhů netopýrů na lokalitě Ledové sluje (NP Podyjí).* Bakalářská seminární práce. PřF UK Praha, 110 pp.
- HORÁČEK I., HANÁK V. & GAISLER J., 2000: Bats of the palearctic region: a taxonomic and biogeographic review. Pp.: 11–157. In: WOŁOZYŃ B. W. (ed.): *Proceedings of the VIIth European Bat Research Symposium. Vol. I. Approaches to Biogeography and Ecology of Bats.* Institute of Systematics and evolution of Animals PAS, Kraków, 280 pp.
- HUTSON A. M., MICKLEBURGH S. P. & RACEY P. A., 2001: *Microchiropteran Bats: Global Status Survey and Conservation Action Plan.* IUCN/SSC Chiroptera Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, x+258 pp.
- JAHELKOVÁ H., 2002: *Akustická komunikace u rodu Pipistrellus.* Diplomová práce, katedra zoologie PřF UK, Praha, 108 pp.
- JAHELKOVÁ H., 2003: Přehled a srovnání echolokačních a sociálních signálů čtyř evropských druhů netopýrů rodu *Pipistrellus* (Chiroptera: Vespertilionidae). *Lynx, n. s.*, **34**: 13–28.
- JAHELKOVÁ H., LUČAN R. & HANÁK V., 2000: Nové údaje o netopýru parkovém (*Pipistrellus nathusii*) v jižních Čechách. *Lynx, n. s.*, **31**: 41–51.
- JARZEMBOWSKI T., 2003: Migration of the *Nathusius'* pipistrelle *Pipistrellus nathusii* (Vespertilionidae) along the Vistula Split. *Acta Theriol.*, **48**: 301–308.
- JARZEMBOWSKI T., RYMARZAK G. & STEPNIĘWSKA A., 1998: Forest habitat preferences of *Pipistrellus nathusii* (Chiroptera, Vespertilionidae) in northern Poland. *Myotis*, **36**: 177–182.
- JONES G., 1995: Flight performance, echolocation and foraging behaviour in noctule bats *Nyctalus noctula*. *J. Zool., Lond.*, **237**: 303–312.
- JONES G. & RAYNER J. M. V., 1988: Flight performance, foraging tactics and echolocation in free-living *Daubenton's* bat *Myotis daubentoni* (Chiroptera: Vespertilionidae). *J. Zool., Lond.*, **215**: 113–132.
- JONES G. & RYDELL J., 1995: Foraging strategy and predation risk as factors influencing emergence time in echolocating bats. *Phil. Trans. Roy. Soc. Lond. B*, **346**: 445–455.
- DE JONG J., 1995: Habitat use and species richness of bats in a patchy landscape. *Acta Theriol.*, **40**: 237–248.
- JÜDES U., 1989: Analysis of the distribution of bats flying along line transects. Pp.: 311–318. In: HANÁK V., HORÁČEK I. & GAISLER J. (eds.): *European Bat Research 1987.* Charles Univ. Press, Praha, 720 pp.

- KALKO E. & BRAUN M., 1991: Foraging areas as an important factor in bat conservation: estimated capture attempts and success rate of *Myotis daubentonii* (Kuhl, 1819). *Myotis*, **29**: 55–60.
- KALKO E. K. V. & SCHNITZER H. U., 1989: The echolocation and hunting behavior of Daubenton's bat, *Myotis daubentoni*. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, **24**: 225–238.
- KALKO E. K. V. & SCHNITZER H. U., 1993: Plasticity in echolocation signals of European pipistrelle bats in search flight: implication for habitat use and prey detection. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, **33**: 414–428.
- KOKUREWICZ T., 1995: Increased population of Daubenton's bat (*Myotis daubentonii* Kuhl, 1819) (Chiroptera: Vespertilionidae) in Poland. *Myotis*, **32–33**: 155–161.
- KOZHURINA E. I., 1996: What may the "songs" of noctule disclose to an observer? *Myotis*, **34**: 5–15.
- KRONWITTER F., 1988: Population structure, habitat use and activity patterns of the noctule bat, *Nyctalus noctula* Schreb., 1774 (Chiroptera: Vespertilionidae) revealed by radio-tracking. *Myotis*, **26**: 23–85.
- LEPŠ J., 1996: *Biostatistika*. Jihočeská universita, České Budějovice, 166 pp.
- LESIŃSKI G., FUSZARA E. & KOWALSKI M., 2000: Foraging areas and relative density of bats (Chiroptera) in differently human transformed landscapes. *Ztschr. Säugetierk.*, **65**: 129–137.
- LIMPENS H. J. G. A. & KAPTEYN K., 1991: Bats, their behaviour and linear landscape elements. *Myotis*, **29**: 63–71.
- LIMPENS H. J. G. A., HELMER W., VAN WINDEN A. & MOSTERT K., 1989: Vleermuizen (Chiroptera) en lintvormige landschapselementen. *Lutra*, **32**: 1–20.
- LUČAN R., 2001: *Populační biologie netopýra vodního (Myotis daubentonii Kuhl, 1819) na Třeboňsku*. Bakalářská diplomová práce. Biologická fakulta JU, České Budějovice, 44 pp.
- MASING M., 1999: Experience of bat monitoring with bat detectors in Estonia. *Trav. Sci. Mus. Natn. Hist. Natur. Luxem.*, **31**: 51–58.
- MILLER B. W., 2001: A method for determining relative activity of free flying bats using a new activity index for acoustic monitoring. *Acta Chiropterol.*, **3**: 93–105.
- OAKELEY S. F. & JONES G., 1998: Habitat around maternity roosts of the 55 kHz phonic type of pipistrelle bats (*Pipistrellus pipistrellus*). *J. Zool., Lond.*, **245**: 222–228.
- OHLENDORF B., HECHT B., STRASSBURG D. & AGIRRE-MENDI P. T., 2000: Fernfund eines Kleinabendseglers (*Nyctalus leisleri*) in Spanien. *Nyctalus (N. F.)*, **7**: 239–242.
- PFALZER G. & KUSCH J., 2003: Structure and variability of bat social calls: implications for specificity and individual recognition. *J. Zool., Lond.*, **261**: 21–33.
- PROKOPH S. & ZAHN A., 2000: Phenology, emerging behaviour and group composition of *Nyctalus noctula* (Chiroptera: Vespertilionidae) in Southern Bavaria. Pp.: 219–230. In: WOŁOSZYN B. W. (ed.): *Proceedings of the VIIIth European Bat Research Symposium. Vol. I. Approaches to Biogeography and Ecology of Bats*. Institute of Systematics and evolution of Animals PAS, Kraków, 280 pp.
- QUITT E., 1970: Klimatologické podklady pro rájónové plánování. *Sbor. Ochr. Tvor. Přír. Prostř., Praha*, **1–2**: 17–39.
- RACHWALD A., 1992: Habitat preference and activity of the noctule bat *Nyctalus noctula* in the Bialowieza Primeval Forest. *Acta Theriol.*, **37**: 413–422.
- RIEGER I., 1996: Aktivität von Wasserfledermäusen, *Myotis daubentonii*, über dem Rhein. *Mitt. Naturforsch. Ges. Schaffhausen*, **41**: 27–58.
- RIEGER I., ALDER H. & WALZTHÖNY D., 1992: Wasserfledermäuse, *Myotis daubentoni*, im Jagdhabitat über dem Rhein. *Mitt. Naturforsch. Ges. Schaffhausen*, **37**: 1–34.
- ROCHE N. & ELLIOTT P., 2000: Analysis of bat (*Pipistrellus* and *Myotis* spp.) activity in deciduous woodland in England using a nonlinear model. *Myotis*, **38**: 19–40.
- ROER H., 1977: Über Herbstwanderungen und Zeitpunkt des Aufsuchens der Überwinterungsquartiere beim Abendsegler, *Nyctalus noctula* (Schreber 1774), in Mitteleuropa. *Säugetierk. Mitt.*, **25**: 225–228.
- RUSS J. M. & MONTGOMERY W. I., 2002: Habitat associations of bats in Northern Ireland: implications for conservation. *Biol. Conserv.*, **108**: 49–58.

- RUSS J. M., BRIFFA M. & MONTGOMERY W. I., 2003: Seasonal patterns in activity and habitat use by bats (*Pipistrellus* spp. and *Nyctalus leisleri*) in Northern Ireland, determined using a driven transect. *J. Zool., Lond.*, **259**: 289–299.
- RUSSO D. & JONES G., 2002: Identification of twenty-two bat species (Mammalia: Chiroptera) from Italy by analysis of time-expanded recordings of echolocation calls. *J. Zool., Lond.*, **258**: 91–103.
- RUSSO D. & JONES G., 2003: Use of foraging habitats by bats in a Mediterranean area determined by acoustic surveys: conservation implications. *Ecography*, **26**: 197–209.
- 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.
- SCHOBER W. & GRIMMBERGER E., 1998: *Die Fledermäuse Europas*. Kosmos Verlag, Stuttgart, 265 pp.
- SHIEL C. B. & FAIRLEY J. S., 1998: Activity of Leisler's bat *Nyctalus leisleri* (Kuhl) in the field in south-east County Wexford, as revealed by a bat detector. *Biology and Environment. Proc. Roy. Irish Acad.*, **98B**: 105–112.
- SHIEL C. B., SHIEL R. E. & FAIRLEY J. S., 1999: Seasonal changes in the foraging behaviour of Leisler's bats (*Nyctalus leisleri*) in Ireland as revealed by radio-telemetry. *J. Zool., Lond.*, **249**: 347–358.
- SIEMERS B. M. & SCHNITZLER H.-U., 2000: Natterer's bat (*Myotis nattereri* Kuhl, 1818) hawks for prey close to vegetation using echolocation signals of very broad bandwidth. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, **47**: 400–412.
- 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 daubentonii* and Pipistrelle *Pipistrellus pipistrellus* bats in Ireland. *J. Zool., Lond.*, **231**: 656–663.
- ŠEFROVÁ D. & BUŘIČ Z., 1998: Nové nálezy netopýra parkového (*Pipistrellus nathusii*) ve východních Čechách. *Lynx, n. s.*, **29**: 101–102.
- TER BRAAK C. J. F. & ŠMILAUER P., 1998: *CANOCO Reference Manual*. Microcomputer Power, Ithaca, NY, 352 pp.
- 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., 1997a: Habitat use by bats (Chiroptera) assessed by means of a broad-band acoustic method. *J. Appl. Ecol.*, **34**: 716–730.
- VAUGHAN N., JONES G. & HARRIS S., 1997b: Identification of British bat species by multivariate analysis of echolocation call parameters. *Bioacoustics*, **7**: 189–207.
- VERBOOM B. & SPOELSTRA K., 1999: Effects of food abundance and wind on the use of tree lines by an insectivorous bat, *Pipistrellus pipistrellus*. *Can. J. Zool.*, **77**: 1393–1401.
- VERBOOM B., BOONMAN A. M. & LIMPENS H. J. G. A., 1999: Acoustic perception of landscape elements by the pond bat (*Myotis dasycneme*). *J. Zool., Lond.*, **248**: 59–66.
- VESELOVSKÝ Z., 2001: *Obecná ornitologie*. Academia, Praha, 357 pp.
- WALSH A. L. & HARRIS S., 1996a: Foraging habitat preferences of vespertilionid bats in Britain. *J. Appl. Ecol.*, **33**: 508–518.
- WALSH A.L. & HARRIS S., 1996b: Factors determining the abundance of vespertilionid bats in Britain: geographical, land class and local habitat relationships. *J. Appl. Ecol.*, **33**: 519–529.
- WARREN R. D., WATERS D. A., ALTRINGHAM J. D. & BULLOCK D. J., 2000: The distribution of Daubenton's bats (*Myotis daubentonii*) and pipistrelle bats (*Pipistrellus pipistrellus*) (Vespertilionidae) in relation to small-scale variation in riverine habitat. *Biol. Conserv.*, **92**: 85–91.
- WATERS D., JONES G. & FURLONG M., 1999: Foraging ecology of Leisler's bat (*Nyctalus leisleri*) at two sites in southern Britain. *J. Zool., Lond.*, **249**: 173–180.
- WHITAKER J. O., 1994: Food availability and opportunistic versus selective feeding in insectivorous bats. *Bat Res. News*, **35**: 75–77.

- WICHT B., MORETTI M., PREATONI D., TOSI G. & MARTINOLI A., 2003: The presence of Soprano pipistrelle *Pipistrellus pygmaeus* (Leach, 1825) in Switzerland: first molecular and bioacoustic evidences. *Revue Suisse Zool.*, **110**: 411–426.
- DE WIJS W. J. R., 1999: Feasibility of monitoring bats on transects with ultrasound detectors. *Trav. Sci. Mus. Natn. Hist. Natur. Luxem.*, **31**: 95–105.
- ZAR J. H., 1984: *Biostatistical Analysis. 2nd Edition*. Simon & Schuster Co., Englewood Cliffs, NJ, 718 pp.

došlo 30. 11. 2004