

## Relativní početnost a aktivita netopýrů v okolí jaderné elektrárny Dukovany

Jan ZUKAL<sup>1</sup>, Martin POKORNÝ<sup>2</sup> & Zdeněk ŘEHÁK<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ústav ekologie krajiny AV ČR, Květná 8, Brno, Česká republika  
<sup>2</sup>Katedra ekologie a zoologie, PřF MU Brno, Kotlářská 2, Brno, Česká republika

**Relative abundance and activity of bats in agrocoenoses near the Dukovany power station (SW-Moravia).** Survey of bat flight activity was performed with bat detectors in five habitats near the Dukovany power station from 1993 to 1996. The level of bat activity was expressed as the percentage of individual minutes in which bat ultrasound signals were detected. In total, the material includes seven bat species and four ecological groups of species. *Nyctalus noctula* was the most abundant species recorded in all the habitats and during whole the period under study (April–September). Bats were detected in all the habitats we sampled and the level of activity decreased in the following order: forest – villages – patches of wood-fields. However, the habitat use varied seasonally.

**Activity, habitat use, bat, detector monitoring, SW-Moravia**

### Úvod

Určení vztahu jednotlivých druhů živočichů, případně jejich skupin k různým typům biotopů je jedním ze základních předpokladů pro zachování druhové diverzity. Podobná data jsou totiž nutná pro vyváženou tvorbu a ochranu krajiny, resp. jednotlivých krajinných prvků (Mayle 1990). Výzkum zaměřený na problematiku využívání různých biotopů netopýry je proto v současnosti také v popředí zájmu chiropterologů (Bell 1980, Ekman & deJong 1996, Krusic et al. 1996). Rozvoj používání ultrazvukových detektorů v posledních dvaceti letech značně rozšířil možnosti výzkumu netopýrů v jejich přirozeném prostředí (Gaisler 1989). Za pomoci těchto přístrojů je možná nejen druhová determinace netopýrů, ale také rekonstrukce jejich letových tras, odhad početnosti, popis způsobu využívání krajiny a celkové aktivity mnoha druhů (Gaisler 1995, Kapteyn 1993). Časové změny aktivity a biotopová preference jsou přitom studovány jak u jednotlivých druhů netopýrů (*Rhinolophus hipposideros* McAney & Fairley 1988, *Myotis emarginatus* Krull et al. 1991, *Nyctalus noctula* Rachwald 1992, aj.) tak pro celá společenstva (deJong & Ahlén 1991, Johansson & de Jong 1996, Krusic et al. 1996, Gaisler et al. 1997). Cílem předložené práce bylo zjistit relativní početnost jednotlivých druhů netopýrů a popsat časové a prostorové změny jejich aktivity v intenzivně využívané zemědělské krajině. Úkol byl řešen v rámci projektu „Společen-

Tab. 1. Přehled zjištěných druhů netopýrů a jejich výskyt v jednotlivých biotopech. Vysvětlivky: MIN+ – celkový počet pozitivních minut, A – pole, B – rozptýlená zeleň, C – voda, D – les, E – intravilán.

Tab. 1. Survey of recorded bat species and their occurrence in particular habitats. Explanations: MIN+ – total number of positive minutes, A – fields, B – patches of wood, C – water, D – forest, E – villages.

DRUH	MIN+	BIOTOP				
		A	B	C	D	E
<i>N. noctula</i>	86	+	+	+	+	+
<i>M. daubentoni</i>	40	–	–	+	+	+
<i>E. serotinus</i>	34	+	+	+	+	+
<i>M. mystacinus/brandti</i>	30	–	+	–	+	+
<i>P. auritus/austriacus</i>	16	–	+	–	+	–
<i>M. myotis/blythi</i>	13	+	–	–	+	–
<i>N. leisleri</i>	6	–	–	–	–	+
<i>M. emarginatus</i>	6	–	+	–	–	–
<i>Myotis</i> spp.	6	–	+	–	+	+
<i>P. pipistrellus</i>	5	–	+	–	–	+
<i>B. barbastellus</i>	2	–	+	–	+	–
Procento min +		8,2	14,3	51,5	30,5	16,0

ské a přírodní složky krajiny v širší oblasti energetické soustavy Dukovany – Dašice“ koordinovaného Západomoravským muzeem v Třebíči.

### Materiál a metodika

Výzkum probíhal v okolí JE Dukovany (čtverce 6862, 6863, 6962 a 6963) v intenzivně využívané zemědělské krajině. Původní vegetace je izolována do malých ostrůvků, souvislejší lesní porost je omezen na blízké okolí řeky Jihlavy. Celé oblasti dominuje areál JE charakteristický množstvím světla, které lákají velké množství hmyzu. Terénní práce byly prováděny po 11 nocí od dubna do října v letech 1993–1996 metodou náhodně zvolených liniových transektů (Gaisler & Kolibáč 1992). Transekty začínaly přibližně 10 min po západu Slunce a trvaly maximálně do půlnoci letního času, celková délka transektů je 67,9 km, doba monitorování 1338 minut. Pozorovatel za pochodu prohledával pomocí ultrazvukového detektoru (D100, D200 a D980 Pettersson Elektronik) frekvence v rozmezí 20 až 60 kHz a v případě zaznamenání echolokačních signálů netopýra naladil na optimální frekvenci, zaznamenal druh, čas, místo a další okolnosti záznamu. U druhů dvojníků (sibling species), kam z našich netopýrů patří dvojice *Plecotus auritus* – *P. austriacus*, *Myotis mystacinus* – *M. brandti* a *M. myotis* – *M. blythi*, je druhová determinace v terénu prakticky nemožná (Ahlén 1990, Kapteyn 1993), a proto jsou dále hodnoceny společně. Také přítomnost *R. hipposideros* nebylo možno s ohledem na optimální frekvenci (cca 110 kHz) a krátký dosah jeho signálů zaznamenat. Pro účely výzkumu byla sledovaná oblast rozdělena do těchto pěti základních biotopů: A) pole, tj. otevřený prostor bez stromové vegetace, obvykle zemědělsky využívaný, B) rozptýlená zeleň – nesouvislý stromový a keřový porost typu alejí okolo silnice nebo luk s keři, C) voda – jakákoliv trvalá vodní plocha v obci nebo mimo ni, D) les – souvislý lesní porost včetně jeho okrajů do vzdálenosti 50 m a E) intravilán – domovní zástavba včetně okolních zahrad a parků, také areál jaderné elektrárny. Určujícím prvkem tohoto biotopu je přítomnost umělého osvětlení. Celkový čas strávený monitorováním byl rozdělen na 1 minutové úseky a každá minuta byla přiřazena jednomu z uvedených biotopů. Jako míra aktivity netopýrů byl vzat podíl minut se záznamem netopýra (tzv. kladné minuty) vzhledem k celkovému počtu minut monitorování v daném biotopu či měsíci (McAney & Fairley 1988) resp. jeho procentické vyjádření. Takto získaná binomická data byla hodnocena dvouvýběrovým binomickým testem (Triola 1989).

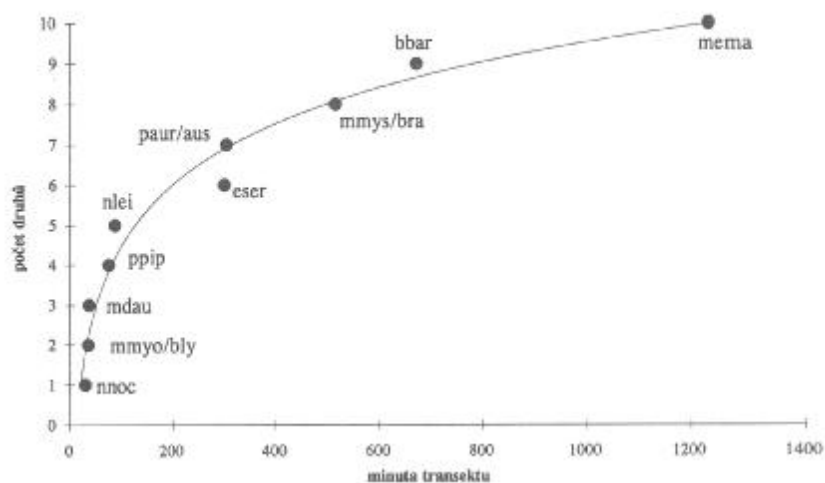
Tab. 2. Výsledky srovnání aktivity netopýrů binomickým testem v jednotlivých biotopech. Srovnání bylo provedeno pro všechny biotopy v daném měsíci, buňky obsahující stejné písmeno se statisticky významně neliší ( $\alpha = 0.05$ ). Vysvětlivky: viz. Tab. 1.

Tab. 2. Results of comparison of bat activity in particular habitats (two sample binomial test). The comparison was performed for all habitats in each month, the cells with the same letters did not differ statistical significantly ( $\alpha = 0.05$ ). Explanations: viz. Tab. 1.

MĚSÍC	BIOTOP				
	A	B	C	D	E
IV	–	–	A	–	A
V	A	A	B	C	A
VI	A	A	B	B	A
VII	A	A	A B	–	B
VIII	A	B	B	–	A B
IX	A	A	–	B	B

## Výsledky

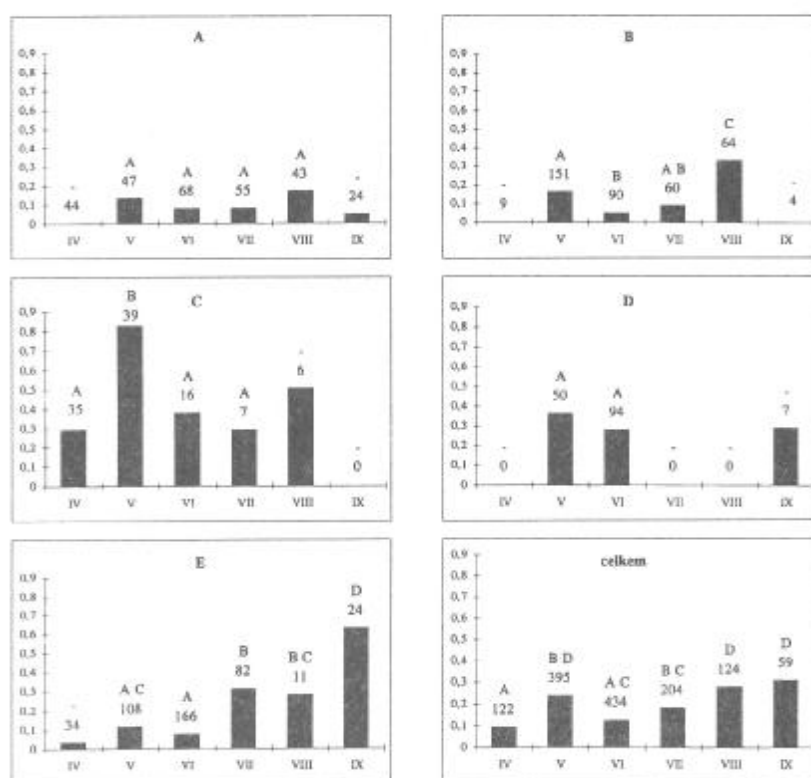
Ve zkoumané oblasti byl během výzkumu zjištěn výskyt nejméně 10 druhů resp. dvojic druhů netopýrů (Tab. 1). Polovina druhů přitom byla detekována již během prvních 90 minut monitorování (Obr. 1) a přítomnost netopýrů byla zaznamenána



Obr. 1. Vztah doby pozorování a počtu zjištěných druhů netopýrů.

Fig. 1. Dependence of monitoring time and the number of recorded bat species.

celkem ve 244 minutách (18,2 %). Nejpočetněji zastoupeným druhem byl *Nyctalus noctula*, který byl zaznamenáván, stejně jako *Eptesicus serotinus*, ve všech biotopech. Zároveň byl přítomen v průběhu celé sezóny, na rozdíl od *E. serotinus*, který chybí v pozorováních z měsíce dubna a září. Relativně početnými druhy jsou také *Myotis daubentoni*, který byl pozorován zejména při lovu nad vodní hladinou a dvojice *Myotis mystacinus/brandti* díky přítomnosti letní kolonie samic druhu *M. mystacinus* v oblasti výzkumu. Ostatní druhy byly registrovány během detektorových transektů pouze ojediněle.

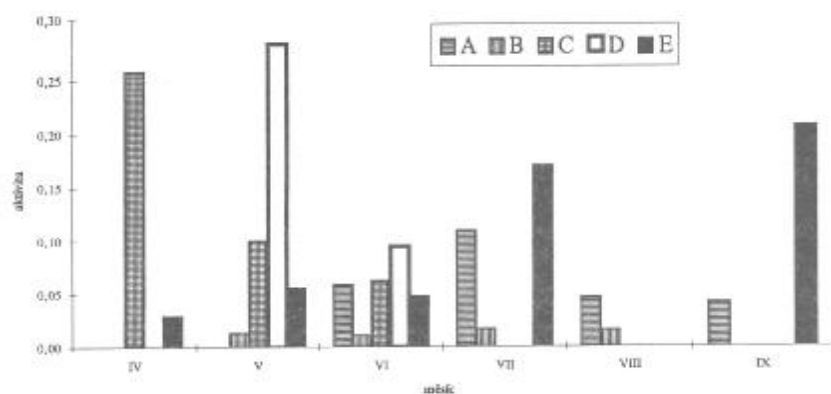


Obr. 2. Změny aktivity netopýrů v jednotlivých biotopech v průběhu roku. Na vodorovné ose měsíce, na svislé aktivitě. Vysvětlivky: čísla udávají celkovou dobu sledování v daném biotopu a měsíci; hodnoty uvedené stejným písmenem se statisticky významně neliší (binomický test,  $\alpha = 0.05$ ); pomlčka znamená, že testování nemohlo být provedeno pro malý rozsah výběru nebo nízkou hodnotu.

Fig. 2. Changes in bat activity in particular habitats during the study period. Abscissa – months and ordinate – activity. Explanations: the number indicates a total time of monitoring in each habitat and month; the values marked by the same letter did not differ statistical significantly (two sample binomial test,  $\alpha = 0.05$ ); break means that the test could not be performed because of low sample size.

Netopýři byli zaznamenáni ve všech vytypovaných biotopech (Tab. 1), ale úroveň aktivity byla v jednotlivých biotopech velmi rozdílná a měnila se v průběhu sezóny (Tab. 2, Obr. 2). Nejnížší aktivita byla zjištěna na poli a to v průběhu celého období výzkumu (květen – září). Jednalo se téměř výhradně o přelety netopýřů na loviště a pouze vyjíměčně byl registrován lov. O něco vyšší byla úroveň aktivity netopýřů v rozptýlené zeleni a v intravilánu obcí. V obou případech dochází k postupnému nárůstu aktivity v průběhu roku s vrcholem v pozdním létě (rozptýlená zeleň) resp. na začátku podzimu (intravilán) a oba biotopy byly také využívány relativně velkým počtem druhů (Tab. 1). Podobně je tomu i v lesním biotopu (7 druhů), ale zde je úroveň aktivity téměř dvojnásobně vyšší. Netopýři byli v lese resp. na jeho okraji zaznamenáni téměř ve třetině (celkem 30,5 %) z celkového počtu minut monitorování ve všech měsících. Nejvyšší aktivita netopýřů byla zjištěna v biotopu voda (51,5 %), který je využíván velmi intenzivně po celou sezónu (Obr. 2). Nicméně v tomto biotopu byly zaznamenány pouze tři druhy netopýřů (*N. noctula*, *E. serotinus* a *M. daubentoni*), které zde však dosahují absolutně nejvyšší relativní početnosti (květen).

Celková úroveň aktivity společenstva netopýřů studované oblasti se pohybuje mezi 10 až 30 % pozitivních minut. Mírný pokles aktivity je možno pozorovat v období porodů mláďat (červen). Naopak ke zvyšování aktivity dochází v srpnu, kdy začínají samostatně lovit letošní mláďata. Rozsah získaných dat neumožňuje detailně hodnotit jednotlivé druhy netopýřů z hlediska využívání různých biotopů s výjimkou nejpočetněji zastoupeného druhu *N. noctula* (Obr. 3). Na začátku sezóny využívá tento druh především biotopy voda a les, jejich význam však klesá a v červenci dosahuje aktivity nulových hodnot. Netopýři se přitom postupně přemísťují do intravilánu, kde jejich lovecká aktivita vrcholí v měsíci září. Ostatní



Obr. 3. Sezónní změny aktivity *Nyctalus noctula* ve sledovaných biotopech.  
Fig. 3. Seasonal changes in activity of *Nyctalus noctula* in habitats under study.

biotopy jsou využívány minimálně a představují spíše doplňkovou složku. Pouze v červnu byly jedinci *N. noctula* zjištěni ve všech sledovaných biotopech.

### Diskuse

Celkově se struktura společenstva netopýrů ve srovnání s výsledky dřívějších výzkumů v oblasti JE Dukovany nezměnila. Nalezeny byly pouze dva nové, ale málo početné druhy – *Pipistrellus pipistrellus* a *Barbastella barbastellus* (Zukal et al. 1997). Relativně krátká doba (cca 1,5 hodiny monitorování) nutná k zastížení poloviny druhů netopýrů ovšem dokazuje vysokou efektivnost detektorování při faunisticko – ekologických výzkumech. Jako každá výzkumná metoda mají i detektory ovšem určitá omezení vycházející již z technických rozdílů používaných detektorů (Kapteyn 1993). Rozdílná je také zachytitelnost různých druhů (Neuweiler 1989), tzv. šeptající druhy (např. rod *Plecotus*) mají tak slabé signály, že je lze zachytit jen z malé vzdálenosti a ve vzorku mohou být podhodnoceny.

Řada prací dokázala, že morfologie létacího aparátu spolu s charakterem echo-lokačních signálů může determinovat možnosti netopýrů při využívání různých potravních zdrojů (Fenton 1990). Předurčuje totiž letové schopnosti daného druhu (Norberg & Rayner 1987) a nepřímo tak i typy biotopů, ve kterých může netopýr lovit. Netopýři ovšem představují morfologicky velmi rozmanitou skupinu, a proto při výzkumech celého společenstva většinou zjišťujeme, že loví v nejrůznějších prostředích všech typů, od lesních ekosystémů až po intravilány obcí (Walsh & Mayle 1991, Hart et al. 1993, Krusic et al. 1996). Jejich prostorové rozmístění přitom závisí hlavně na distribuci potravních zdrojů (Bell 1980, deJong & Ahlén 1991, Limpens & Kapteyn 1991). Změny v potravní nabídce v jednotlivých biotopech zároveň vysvětlují změny ve využívání těchto biotopů netopýry během roku (deJong & Ahlén 1991, deJong 1994). Výběr biotopu závisí pravděpodobně také na dostupnosti úkrytů a jejich umístění v dané oblasti (Geggie & Fenton 1985, Johansson & deJong 1996). Z řady prací, které se zabývají výběrem biotopu, pouze Leonard & Fenton (1983) a Vaughan & Vaughan (1986) zjistili vázanost určitého druhu netopýra na jediný biotop. Nespecializovanost na určitý biotop a schopnost využívat výhod lovu v lokálních koncentracích hmyzu (oportunistický lov) u různých druhů netopýrů s různou loveckou strategií dokazuje naopak řada nových prací (Saunders & Barclay 1992, Hickey & Nelson 1995). Tento fakt potvrzuje i vysoká aktivita netopýrů v intravilánu obcí během měsíce září. Netopýři totiž využívají možnost lovu v okolí pouličního osvětlení, kde se uměle koncentruje hmyz (Bell 1980, Rydell 1992). Stejně jako v našem případě jsou netopýři nejméně zjišťování nad poli a jinými otevřenými biotopy (McAney & Fairley 1988, Gaisler & Kolibáč 1992). I když některé druhy netopýrů loví běžně v podobných biotopech (Rydell 1986, Rachwald 1992), většina zejména malých druhů netopýrů (rod *Plecotus*, *B. barbastellus*, malé druhy rodu *Myotis*) se otevřeným prostorům vyložené vyhýbá (Limpens & Kapteyn 1991, deJong 1995, Johansson & deJong 1996).

Naopak celkově nejvyšší lovecká aktivita je zjišťována nad vodními plochami nebo v jejich blízkém okolí (McAney & Fairley 1988, Walsh & Mayle 1991, Rachwald 1992, Zahn & Maier 1997). Vodní toky a jejich pobřežní porosty jsou také často využívány jako letové „trasy“ při přesunech na vzdálenější loviště (Racey & Swift 1985). Význam podobných lineárních (okraj lesa, aleje stromů apod.) i rozptýlených (zbytky tzv. rozptýlené zeleně) krajinných prvků pro přelety a orientaci netopýrů dokazuje i relativně vyšší úroveň aktivity netopýrů v těchto biotopech resp. vysoký počet druhů, které zde byly zaznamenány (Limpens & Kapteyn 1991, Krusic et al. 1996).

### Literatura

- AHLÉN I., 1990: *Identification of bats in flight*. Swed. Soc. Cons. Nat., Stockholm, 50 pp.
- BELL G. P., 1980: Habitat use and response to patches of prey by desert insectivorous bats. *Can. J. Zool.*, **58**: 1876–1883.
- EKMAN M. & DEJONG J., 1996: Local patterns of distribution and resource utilization of four bat species (*Myotis brandti*, *Eptesicus nilssoni*, *Plecotus auritus* and *Pipistrellus pipistrellus*) in patchy and continuous environments. *J. Zool., Lond.*, **238**: 571–580.
- FENTON M. B., 1990: The foraging behaviour and ecology of animal-eating bats. *Can. J. Zool.*, **68**: 411–422.
- GAISLER J., 1989: Ekologické a etologické metody výzkumu netopýrů. *Zprávy ÚSEB*, **1989**: 76–80.
- GAISLER J., 1995: Field experience with bats in Europe: past, present (and future?). *Myotis*, **32–33**: 243–249.
- GAISLER J. & KOLIBÁČ J., 1992: Summer occurrence of bats in agrocoenoses. *Folia Zool.*, **41**: 19–27.
- GAISLER J., ZUKAL J., ŘEHÁK Z. & HOMOLKA M., 1997: Habitat preference and activity of bats foraging in a city. *J. Zool., Lond.* (in press).
- GEGGIE J. F. & FENTON M. B., 1985: A comparison of foraging by *Eptesicus fuscus* (Chiroptera, Vespertilionidae) in urban and rural environments. *Can. J. Zool.*, **63**: 263–267.
- HART J. A., KIRKLAND G. L. JR. & GROSSMAN S. C., 1993: Relative abundance and habitat use by Tree Bats, *Lasiurus* spp., in southcentral Pennsylvania. *Can. Field-Naturalist*, **107**: 208–212.
- HICKEY M. B. & NELSON A. L., 1995: Relative activity and occurrence of bats in southwestern Ontario by monitoring with bat detectors. *Can. Field-Naturalist*, **109**: 413–417.
- JOHANSSON M. & DEJONG J., 1996: Bat species in a lake archipelago in central Sweden. *Biodiver. Cons.*, **5**: 1221–1229.
- DEJONG J., 1994: Habitat use, home-range and activity pattern of the northern bat, *Eptesicus nilssoni*, in a hemiboreal coniferous forest. *Mammalia*, **58**: 535–548.
- DEJONG J., 1995: Habitat use and species richness of bats in a patchy landscape. *Acta Theriol.*, **40**: 237–248.
- DEJONG J. & AHLÉN I., 1991: Factors affecting the distribution pattern of bats in Uppland, central Sweden. *Holar. Ecol.*, **14**: 92–96.

- KAPTEYN K. (ed.), 1993: *Proceeding of the first European Bat Detector Workshop*. Netherlands Bat Research Foundation, Amsterdam, 128 pp.
- KRULL D., SCHUMM A., METZNER W. & NEUWEILER G., 1991: Foraging areas and foraging behavior in the notch-eared bat, *Myotis emarginatus* (Vespertilionidae). *Behav. Ecol. Sociobiol.*, **28**: 247–253.
- KRUSIC R. A., YAMASAKI M., NEEFUS C. D. & PEKINS P. J., 1996: Bat habitat use in White Mountain National Forest. *J. Wildlife Manag.*, **60**: 625–631.
- LEONARD M. L. & FENTON M. B., 1983: Habitat use by spotted bats (*Euderma maculatum*, Chiroptera: Vespertilionidae): roosting and foraging behaviour. *Can. J. Zool.*, **61**: 1487–1491.
- LIMPENS H. J. G. A. & KAPTEYN K., 1991: Bats, their behaviour and linear landscape elements. *Myotis*, **29**: 39–48.
- MAYLE B. A., 1990: A biological basis for bat conservation in British woodlands – a review. *Mamm. Rev.*, **20**: 159–195.
- MCAANEY C. M. & FAIRLEY J. S., 1988: Habitat preference and overnight and seasonal variation in the foraging activity of lesser horseshoe bats. *Acta Theriol.*, **33**: 393–402.
- NEUWEILER G., 1989: Foraging ecology and audition in echolocating bats. *Trends Ecol. Evol.*, **4**: 160–166.
- NORBERG U. M. & RAYNER J. M. V., 1987: Ecological morphology and flight in bats (Mammalia: Chiroptera): wing adaptations, flight performance, foraging strategy and echolocation. *Phil. Trans. Soc. Lond.*, **316**: 355–427.
- RACEY P. A. & SWIFT S. M., 1985: Feeding ecology of *Pipistrellus pipistrellus* (Chiroptera: Vespertilionidae) during pregnancy and lactation. I. Foraging behaviour. *J. Anim. Ecol.*, **54**: 205–215.
- RACHWALD A., 1992: Habitat preference and activity of the noctule bat *Nyctalus noctula* in the Bialowieza primeval forest. *Acta Theriol.*, **37**: 413–422.
- RYDELL J., 1986: Foraging and diet of the northern bat *Eptesicus nilssoni* in Sweden. *Holar. Ecol.*, **9**: 272–276.
- RYDELL J., 1992: Exploitation of insects around street lamps by bats in Sweden. *Functional Ecol.*, **6**: 744–750.
- SAUNDERS M. B. & BARCLAY R. M. R., 1992: Ecomorphology of insectivorous bats: a test of prediction using two morphologically similar species. *Ecology*, **73**: 1335–1345.
- TRIOLA M. F., 1989: *Elementary statistic*. Benjamin-Cummings Publishing Company, 784 pp.
- VAUGHAN T. A. & VAUGHAN R. P., 1986: Seasonality and the behavior of the African yellow-winged bat. *J. Mamm.*, **67**: 91–102.
- WALSH A. L. & MAYLE B. A., 1991: Bat activity in different habitats in a mixed lowland woodland. *Myotis*, **29**: 97–104.
- ZAHN A. & MAIER S., 1997: Hunting activity of bats at streams and ponds. *Z. Säugetierk.*, **62**: 1–11.
- ZUKAL J., POKORNÝ M. & ŘEHÁK Z., 1997: Netopýři v oblasti vlivu JE Dukovany. *Čas. Západomor. Muzea Třebíč*. (in press).

došlo 19. 9. 1997