

K významu lesa ako lovného habitatu netopierov – aktivita v korunovej etáži

Martin CELUCH¹ & Peter KAŇUCH²

¹ lesnícka fakulta, Technická univerzita vo Zvolene, T. G. Masaryka 24, SK–96053 Zvolen, Slovensko;
mato@netopiere.sk

² Ústav ekológie lesa, Slovenská akadémia vied, Štúrova 2, SK–96053 Zvolen, Slovensko;
kanuch@sav.savzv.sk

On the importance of forest as foraging habitat of bats – activity in the canopy. The aim of this study was to assess foraging activity of bats in the canopy of oak and beech-oak forests. Some methodological problems of acoustic studies in the forest (that probably cause underestimation of the importance of forest interior) are discussed. The activity of bats in the first two hours after sunset – in the canopy and close to the ground – was investigated using the bat-detectors in the Kremnické vrchy Mts. in August and early September. 140 bat passes and 10 feeding buzzes were recorded there in 1680 minutes. There was no difference in flight activity between the canopy and the ground storey. Majority of feeding buzzes was recorded in the canopy. Mostly *Myotis* species were recorded – in the canopy (96%) and also close to the ground (70%). The results are limited, but suggest that when studying forest habitats, it is highly desirable to concentrate both on the lower and the upper storeys of the forest, otherwise the activity in the forest would be subsampled, thus underestimating the importance of the forest for bats.

Vertical activity, habitat use, acoustic studies

Úvod

Netopiere sú ešte stále prehliadanou súčasťou fauny lesných ekosystémov mierného pásma, napriek tomu, že väčšina druhov vyskytujúcich sa v strednej Európe je do určitej miery (alebo výlučne) viazaná na les (Meschede & Heller 2000). Ako výhradne insektivorné živočíchy sa podieľajú na regulácii populácií hmyzu. Ochrana a manažment biotopov pre netopiere sú do veľkej miery obmedzené limitovanými poznatkami o ekológii netopierov v lesných ekosystémoch. Tento krátky prieskum je prvým príspevkom k poznaniu letovej aktivity netopierov v lesoch Západných Karpát.

Letová a lovná aktivita netopierov, využívanie habitatov a ich preferencia sa skúma prevažne pomocou ultrazvukových detektorov, ktoré v posledných rokoch umožnili rozmach akustických štúdií aj v lesnom prostredí (Ahlén & Baagoe 1999). Napriek mnohým výhodám majú tieto metódy aj svoje obmedzenia a špecifiká, ktoré však nie sú vždy zohľadňované (Hayes 1997, Sherwin et al. 2000, Gannon et al. 2003). Vo všeobecnosti sa skúmané lesné prostredie delí na jednotlivé habitaty, ktorými v najhrubšej priestorovej škále obvykle sú: interiér lesa, okraj lesa, otvorené plochy (rúbane, lúky), prípadne lesné cesty a vodné toky (Rachwald 1992, Zahn & Krüger-Barvels 1996, Grindal & Brigham 1998). Pri detailnejších štúdiách sú skúmané aj štrukturálne charakteristiky porastov a ich vplyv na aktivitu netopierov (Erickson & West 1996, Crampton & Barclay 1998, Jung et al. 1999, Kalkounis et al. 1999). Na základe pozorovanej aktivity je možné hodnotiť letovú a lovnú aktivitu a využívanie habitatov (Hayes 1997, Vaughan et al. 1997).

Vzhľadom na poskytovanie úkrytov (stromové dutiny) je les považovaný za významný habitat (Kunz 1982). Les ako lovný habitat je však hodnotený rôzne. Ak sú porovnávané rôzne porasty (interiér lesa) podľa drevinového zloženia, veku alebo štruktúry, je les hodnotený prevažne ako významný lovný habitat, zvlášť staršie porasty (Jung et al. 1999, Kalkounis et al. 1999). Tiež pri skúmaní aktivity v krajine, kde sú len malé fragmenty lesa, bola v lesných celkoch zistená vysoká aktivita v porovnaní s okolitými habitatmi (De Jong 1995, Vaughan et al. 1997, Law et al. 1999). Pokiaľ sa však interiér lesa v rozsiahlych lesných celkoch porovnáva s lesnými okrajmi, otvorenými plochami alebo lesnými cestami, je pozorovaná aktivita nízka a lesy sú považované za menej významné (De Jong 1994, Krusic & Neefus 1996, Crampton & Barclay 1998) alebo až zanedbateľné ako loviská netopierov (Grindal & Brigham 1998, Grindal & Brigham 1999). Títo autori predpokladajú, že les je skôr zdrojom koristi, ktorá je lovená prevažne na lesných okrajoch. Pri využití detektorov súčasne s rádiotelemetriou však paradoxne zistili, že sledované netopiere neopúšťali les (Crampton & Barclay 1996). Ďalšie rádio-telemetrické štúdie ukázali, že lesy sú významnými lovnými habitatmi viacerých druhov (Arlettaz 1999, Sierro 1999, Bontadina et al. 2002, Kerth et al. 2002, Steinhäuser 2002). Predpokladáme, že odlišnosť výsledkov je spôsobená niektorými špecifikami akustických metód a interpretáciou výsledkov. Jedným z nich je pri väčšine štúdií obmedzenie snímania aktivity len na prízemnú etáž v lesných porastoch (do 2 m). Lesný ekosystém v miernom pásme listnatých lesov dosahuje výšku 20–40 m, pričom podstatná časť vegetácie je práve v korunovej etáži, kde sa koncentruje aj fytofágny hmyz. Táto časť lesa však pri väčšine štúdií nie je v dosahu detektorov. Takto môže byť výrazne ovplyvnené hodnotenie lesných ekosystémov ako lovných habitatov netopierov. Z Európy je známa len práca Fichtnerovej (2004), kde bola podrobne skúmaná aktivita netopierov v korunovej etáži v troch výškach pomocou žeriavu a automatických záznamových systémov. Prvé štúdie v lesoch Kanady zaznamenali najvyššiu aktivitu netopierov práve v korunách stromov (Bradshaw 1996, Hecker & Brigham 1999, Kalkounis et al. 1999, Hayes & Gruver 2000).

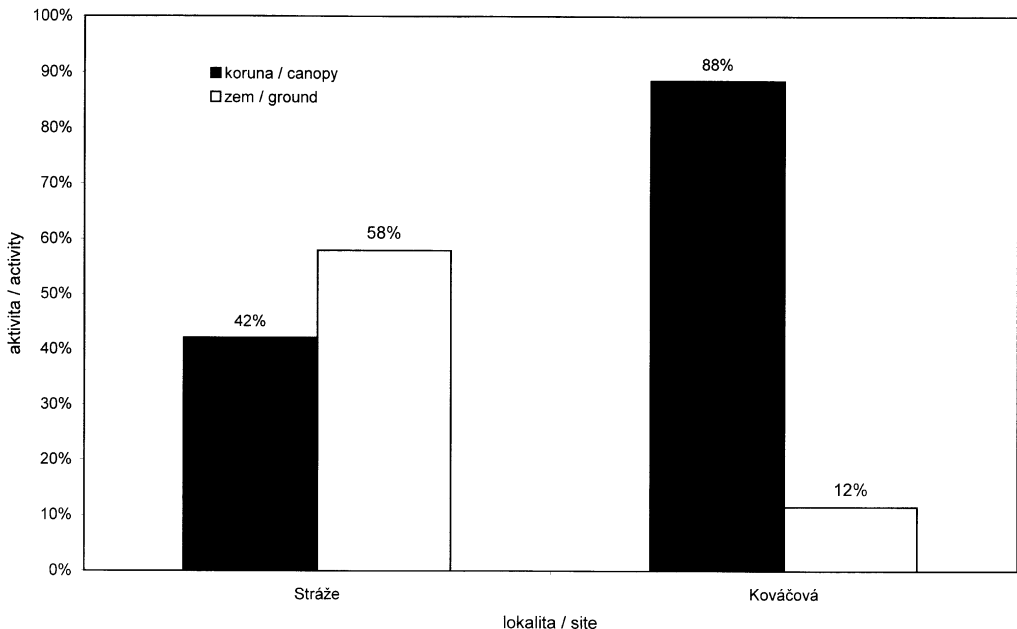
Cieľom tejto práce bolo potvrdiť letovú a lovnú aktivitu netopierov v korunovej etáži a poukázať na niektoré metodické aspekty použitia akustických metód.

Materiál a metodika

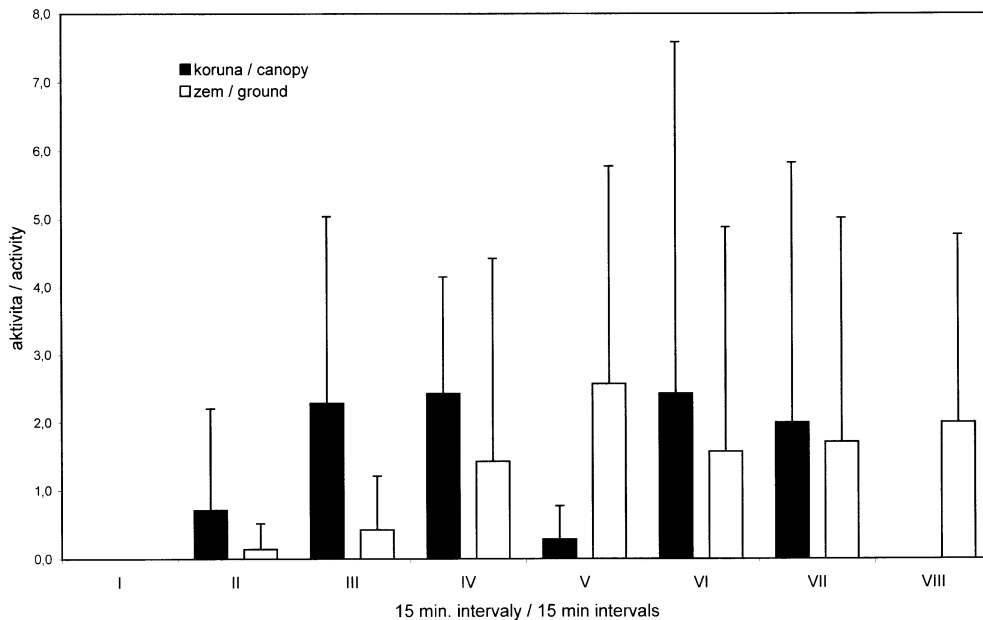
Skúmané územie sa nachádza v juhovýchodnej časti Kremnických vrchov (48° 34–40' N, 19° 00–07' E; 300–550 m n. m.). Patrí do teplej klimatickej oblasti s priemernou teplotou 4 °C v januári. Dominujú tu dubové a bukovo-dubové lesy druhého a tretieho vegetačného stupňa. Záznamy aktivity boli robené koncom letného obdobia (od 6. augusta do 6. septembra 2004), počas noci bez zrážok a silného vetra na dvoch lokalitách – Stráže (v blízkosti Zvolena) a nad obcou Kováčová. Lokality sú vzájomne vzdialené 4 km. Detektory boli umiestnené v dospelých dubových lesoch (100–120 rokov) tak, aby boli vzdialené min. 50 m od okraja lesa, lesnej cesty alebo vodnej plochy. Na každom bode boli umiestnené dva heterodynovacie detektory typu Pettersson D 200, prepojené na kazetový rekordér. Jeden detektor bol pomocou lanka vytiahnutý do výšky 20 m (výška porastov 25–30 m) a pomocnou šnúrou stabilizovaný v požadovanom smere. V poraste bolo vybrané miesto s priemerným korunovým zápojom, vyhli sme sa prehusteným a tiež opačne – otvoreným miestam v korunovej klenbe. Druhý detektor bol umiestnený pod ním vo výške 1,5 metra nad zemou, čo je optimálne pri snímaní v blízkosti zeme (Weller & Zabel 2002). Detektory boli súčasne zapnuté po západe slnka a snímali aktivitu netopierov nepretržite 120 minút. Nastavené boli na 45 kHz, pretože pri tejto frekvencii je možné zachytiť aspoň časť echolokačných signálov väčšiny druhov v lesnom prostredí. Zaznamenané prelety netopierov boli podľa hlasových charakteristík rozdelené do dvoch skupín – skupina *Myotis* a skupina non-*Myotis*. Typická vlastnosť pre prvú skupinu je silne frekvenčne modulovaný signál (veľký frekvenčný rozsah) a veľmi krátke signály. Netopiere druhej skupiny majú časť signálu s pomerne konštantnou frekvenciou. Typickí zástupcovia sú *Nyctalus leisleri*, *Pipistrellus pipistrellus*, *Eptesicus serotinus*. Pri vyhodnotení bol definovaný prelet ako sekvencia signálov s dĺžkou viac ako 10 ms pozostávajúca z dvoch a viacerých samostatných signálov (O'Farrell & Gannon 1999). Boli tiež zaznamenávané signály typické pre finálnu fázu útoku netopiera na korisť, tzv. "feeding buzzes". Bolo urobených 14 záznamov zo siedmych nocí, z toho na lokalite Stráže štyri noci a na lokalite Kováčová tri noci. Ďalšie tri noci boli znehodnotené dažďom alebo došlo k zlyhaniu nahrávacieho systému.

Výsledky

Celkovo bolo vyhodnotených spolu 1680 minút záznamu, v rámci ktorých bolo zaznamenaných 140 preletov netopierov a 10 feeding buzzes. Počas jednej noci neboli zaznamenané žiadne prelety na lokalite, inak bolo priemerne zaznamenaných 10 preletov (maximálne 43) počas 120 min na jednom detektore. Na lokalite Kováčová bolo zaznamenaných spolu 26 preletov a výrazne dominovali prelety v korunke (obr. 1). Na lokalite Stráže bolo zaregistrovaných 114 preletov a aktivita v korunke bola nižšia ako na zemi. Celkovo bola aktivita v korunovej etáži na oboch lokalitách (71 preletov) porovnateľná s aktivitou na zemi, kde bolo zaznamenaných spolu 69 preletov (obr. 2). V korunovej etáži boli registrované takmer výlučne netopiere skupiny *Myotis*, ktoré tvorili až 96 % záznamov. Na zemi patrilo 30 % registrácií netopierom skupiny non-*Myotis*. Signály charakteristické pre pokus o ulovenie koristi (feeding buzzes) boli registrované len zriedka, spolu bolo zaznamenaných 10 feeding buzzes, z toho 9 v korunovej etáži a jeden pri zemi. K súbežným registráciám preletu netopiera na oboch detektoroch (pri zemi a v korunke) pravdepodobne nedochádzalo, pretože prelety boli zaznamenané v rôznych minútach a viaceré prelety netopierov skupiny *Myotis* boli podľa intenzity a charakteru záznamov v tesnej blízkosti detektora v korunke. Detektory boli od seba vzdialené približne 20 m (jeden nad druhým), pričom dosah echolokačných signálov väčšiny druhov skupiny *Myotis* je menej ako 10 m (Fenton 1999).



Obr. 1. Aktivita netopierov zaznamenaná v korunke a na zemi na lokalitách Stráže a Kováčová.
Fig. 1. Activity of bats recorded in the canopy and on the ground in localities Stráže and Kováčová.



Obr. 2. Aktivita netopierov v korune a na zemi na oboch lokalitách počas 15 min. intervalov po západe slnka (priemer, + SD).

Fig. 2. Activity of bats in the canopy and on the ground in 15 min. intervals after sunset (average, + SD).

Diskusia

Cieľom tejto práce bolo potvrdiť využívanie korunovej etáže ako lovného habitatu netopierov a poukázať pri použití akustických metód na potrebu snímania aktivity netopierov aj v korunovej etáži. Zaznamenané výsledky, napriek svojmu obmedzenému rozsahu naznačujú, že korunová etáž listnatých karpatských lesov patrí tiež k významným lovným habitatom netopierov, ktorý však bol doteraz podceňovaný. Deväť z desiatich celkovo registrovaných “feeding buzzes” bolo zaznamenaných práve v korunovej etáži. Podobné výsledky zaznamenala v lužných lesoch v Nemecku aj Fichtner (2004), ktorá zaznamenala najvyššiu aktivitu v korunovej etáži. Oblasť kmeňov a nízkej vegetácie do 5 m vykazovala o 20 % nižšiu aktivitu. Nad korunami bola aktivita najnižšia.

V lesoch mierneho pásma v severnej Amerike boli štúdie početnejšie a bolo zistené, že netopiere využívali aj korunovú etáž. Hayes & Gruver (2000) snímali letovú a lovnú aktivitu netopierov v štyroch výškach v starých ihličnatých lesoch. Netopiere skupiny *Myotis* boli najviac aktívne v nižšej korunovej vrstve, potom pri zemi a v hornej korunovej vrstve. Netopiere skupiny non-*Myotis* využívali hlavne spodnú a hornú korunovú etáž. Aktivita nad korunami bola nízka. V našej štúdií korunovú etáž v priebehu snímania využívali takmer výlučne netopiere skupiny non-*Myotis* (96 %). Netopiere otvoreného priestoru boli registrované len v otvorenejšom priestore pod korunami stromov, kde na snímkovacích bodoch chýbal podrast i krovinová etáž.

V Kanade nezaznamenali Hecker & Brigham (1999) rozdiely medzi aktivitou na zemi a v korunách. Aktivita tesne pod vrcholkami stromov (<8 m, porasty vysoké 65–90 m) bola najnižšia. Bradshaw (1996) sledoval aktivitu v troch výškach v dvoch lesných typoch ihličnatých lesov Kanady. Medzi lokalitami boli významné rozdiely. Na prvej lokalite bola najvyššia aktivita v krovinovej a podkorunovej etáži, so stúpajúcou výškou umiestnenia detektora aktivita klesala. Na druhej lokalite bol zaznamenaná celkovo nižšia aktivita a ostávala relatívne konštantná v závislosti od výšky. V severských lesoch Kanady zistili porovnateľné využívanie v troch skúmaných výškach. Neboli zaznamenané rozdiely v letovej aktivite ani v počte “feeding buzzes” (Kalcounis et al. 1999). Zo získaných výsledkov možno predpokladať, že variabilita aktivity netopierov medzi jednotlivými miestami v porastoch i v rôznom čase je veľká. Pre získanie výsledkov s väčšou výpovednou hodnotou bude potrebné zvýšiť počet snímkovacích bodov a získať väčší počet záznamov pokiaľ možno z celého letného obdobia.

Uvedieme ešte ďalšie faktory a metodické obmedzenia akustických metód, ktoré ak nie sú zohľadnené, môžu zapríčiniť podhodnocovanie interiéru lesa:

(1) Je známe, že jednotlivé druhy netopierov sú morfológicky prispôsobené lovu v odlišných podmienkach, ktoré preferujú (Norberg & Rayner 1987). Výrazne sa odlišujú hlavne dve skupiny – netopiere otvoreného priestoru a špecialisti na lov vo vegetácii. Rozdiely nie sú len morfológické, ale výrazne sa odlišujú aj ich echolokačné signály. Netopiere otvoreného priestoru (napr. *Nyctalus noctula*, *Eptesicus serotinus*, *Pipistrellus pipistrellus*) využívajú vo všeobecnosti dlhé signály nižších frekvencií, ktoré majú dosah obvykle viac ako 10 m. Netopiere špecializované na lov vo vegetácii, tzv. “gleaneri” (napr. *Myotis nattereri*, *Myotis bechsteinii*, *Plecotus auritus*) používajú veľmi krátke signály s veľkým frekvenčným rozsahom, ktoré sú väčšinou detektorov zachytiteľné na vzdialenosť menšiu ako 2 m (Fenton 1999). Preto ak porovnáваме aktivitu netopierov (celé spoločenstvo) v interiéri lesa a na okraji, snímame z odlišnej plochy. Na okraji lesa zaznamenáme typické druhy tohto habitatu pri citlivých detektoroch v okruhu 50–100 m, naproti tomu v interiéri lesa prevažne len v okruhu menej ako 10 m. Výrazne sú takto nadhodnocované otvorenejšie habitaty.

(2) Netopiere dokážu čiastočne prispôbiť svoje echolokačné signály prostrediu, v ktorom sa práve nachádzajú (Obrišt 1995). Pri priblížení sa k vegetácii zvyšujú frekvenciu a skracujú jednotlivé signály. Vyššie frekvencie sú však silnejšie pohlcované vzduchom. Keby teoreticky netopiere využívali oba habitaty rovnakou mierou, pomocou detektora registrujeme vyššiu aktivitu v otvorenejšom habitate. Problém vzniká pri porovnávaní habitatov s výrazne odlišnou štruktúrou.

(3) Jednotlivé porovnávané habitaty môžu plniť rôzne funkcie. Okraje lesa, cesty, potoky sú známe ako navigačné prvky a môžu byť netopiermi využívané ako letové koridory (Limpens & Kapteyn 1991, Verboom & Huitema 1997). Vodné plochy a toky môžu byť vyhľadávané aj ako zdroj vody, nie ako lovný habitat. Tieto habitaty sú opäť nadhodnocované pri skúmaní lovej aktivity v porovnaní s lesom.

(4) Ďalším faktorom, ktorý môže výrazne sťažiť interpretáciu výsledkov je plocha jednotlivých habitatov (Cefuch 2004). Ak je jeden z habitatov plošne veľmi limitovaný, dochádza ku koncentrácii jedincov na malej ploche. Habitaty, ktoré majú veľkú rozlohu, môže využívať veľký počet jedincov, ale zaznamenáme len veľmi nízku aktivitu, kvôli veľkej disperzii jedincov. Ak teda porovnáваме habitaty s veľmi odlišným plošným zastúpením v krajine (napr. les a vodnú plochu), je veľmi náročné interpretovať tieto výsledky. Do akej miery je vysoká aktivita odrazom koncentrácie a do akej miery odrazom reálnej preferencie?

Pod'akovanie

Táto štúdia bola podporená grantami Slovenskej grantovej agentúry VEGA č. 1/8233/01 a 1/1327/04.

Literatúra

- AHLÉN I. & BAAGØE H. J., 1999: Use of ultrasound detectors for bat studies in Europe: experiences from field identification, surveys, and monitoring. *Acta Chiropterol.*, **1**: 137–150.
- ARLETTAZ R., 1999: Habitat selection as a major resource partitioning mechanism between the two sympatric sibling bat species *Myotis myotis* and *Myotis blythii*. *J. Anim. Ecol.*, **68**: 460–471.
- BONTADINA F., SCHOFIELD H. & NAEF-DAENZER B., 2002: Radio-tracking reveals that lesser horseshoe bats (*Rhinolophus hipposideros*) forage in woodland. *J. Zool., Lond.*, **258**: 281–290.
- BRADSHAW P. A., 1996: The physical nature of vertical forest habitat and its importance in shaping bat species assemblages. Pp.: 199–212. In: BARCLAY R. M. R. & BRIGHAM R. M. (eds.): *Bats and Forests Symposium*. British Columbia Ministry of Forests, Viktoria, British Columbia, Canada, 292 pp.
- CEEUCH M., 2004: Flight activity and habitat use of bats: what is correct interpretation of bat detector data? Pp.: 62–63. In: BOGDANOWICZ W., LINA P. H. C., PILOT M. & RUTKOWSKI R. (eds.): *Programme and Abstracts for the 13th Interantional Bat Research Conference. Poland, Mikolajki, 23–27 August 2004*. Museum and Institute of Zoology PAS, Warszawa, 120 pp.
- CRAMPTON L. H. & BARCLAY R. M. R., 1998: Selection of roosting and foraging habitat by bats in different-aged aspen mixewood stands. *Conserv. Biol.*, **12**: 1347–1358.
- DE JONG J., 1994: Habitat use, home-range and activity pattern of the northern bat, *Eptesicus nilssonii*, in a hemiboreal coniferous forest. *Mammalia*, **58**: 535–548.
- DE JONG J., 1995: Habitat use and species richness of bats in a patchy landscape. *Acta Theriol.*, **40**: 237–248.
- ERICKSON J. L. & WEST S. D., 1996: Managed forests in the western Cascades: the effects of seral stage on bat habitat use patterns. Pp.: 215–227. In: BARCLAY R. M. R. & BRIGHAM R. M. (eds.): *Bats and Forests Symposium*. British Columbia Ministry of Forests, Viktoria, British Columbia, Canada, 292 pp.
- FENTON M. B., 1999: Describing the echolocation calls and behaviour of bats. *Acta Chiropterol.*, **1**: 127–136.
- FICHTNER S., 2004: *Räumlich und zeitliche Nutzung des Kronenraumes durch Fledermäuse im Leipziger Auwald*. Diplomarbeit, Universität Leipzig, 91 pp.
- GANNON W. L., SHERWIN R. E. & HAYMOND S. 2003: On the importance of articulating assumptions when conducting acoustic studies. *Wildl. Soc. Bull.*, **31**(1): 45–61.
- GRINDAL S. D. & BRIGHAM R. M., 1998: Short-term effects of small-scale habitat disturbance on activity by insectivorous bats. *J. Wild. Manag.*, **62**: 996–1003.
- GRINDAL S. D. & BRIGHAM R. M., 1999: Impact of forest harvesting on habitat use by foraging insectivorous bats at different spatial scales. *Ecoscience*, **6**(1): 25–34.
- HAYES J. P., 1997: Temporal variation in activity of bats and the design of echolocation-monitoring studies. *J. Mammal.*, **78**: 514–524.
- HAYES J. P. & GRUVER J. C., 2000: Vertical stratification of bat activity in an old-growth forest in western Washington. *Northwest Sci.*, **74**: 102–108.
- HECKER K. R. & BRIGHAM R. M., 1999: Does moonlight change vertical stratification of activity by forest-dwelling insectivorous bats? *J. Mammal.*, **80**: 1196–1201.
- JUNG T. S., THOMPSON I. D., TITMAN R. D. & APPLEJOHN A. P., 1999: Habitat selection by forest bats in relation to mixed-wood stand types and structure in central Ontario. *J. Wildl. Manag.*, **63**: 1306–1319.
- KALCOUNIS M. C., HOBSON K. A., BRIGHAM R. M. & HECKER K. R., 1999: Bat activity in the boreal forest: Importance of stand type and vertical strata. *J. Mammal.*, **80**: 673–682.
- KERTH G., WAGNER M., WEISSMANN K. & KÖNG B., 2002: Habitat- und Quartiernutzung bei der Bechsteinfledermaus: Hinweise für den Artenschutz: Pp.: 99–108. In: MESCHÉDE A., HELLER K. G. & BOYE P. (eds.): *Ökologie, Wanderungen und Genetik von Fledermäusen in Wäldern – Untersuchungen als Grundlage*

- für den Fledermausschutz. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 71, Bundesamt für Naturschutz, Bonn, 288 pp.
- KRUSIC R. A. & NEEFUS C. D., 1996: Habitat associations of bat species in the White Mountain National Forest. Pp: 185–198. In: BARCLAY R. M. R. & BRIGHAM R. M. (eds.): *Bats and Forests Symposium*. British Columbia Ministry of Forests, Viktoria, British Columbia, Canada, 292 pp.
- KUNZ T. H., 1982: Roosting ecology of bats. Pp.: 1–55. In: KUNZ T. H. (ed.): *Ecology of Bats*. Plenum Press, New York, N.Y., 425 pp.
- LAW B. S., ANDERSON J. & CHIDEL M., 1999: Bat communities in fragmented forest landscape on the south-west slopes of New South Wales, Australia. *Biol. Conserv.*, **88**: 333–345.
- LIMPENS H. J. G. A. & KAPTAYN K., 1991: Bats, their behaviour and linear landscape elements. *Myotis*, **29**: 39–48.
- MESCHEDE A. & HELLER K.-G., 2000: *Ökologie und Schutz von Fledermäusen in Wäldern*. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 66, Bundesamt für Naturschutz, Bonn, 325 pp.
- 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. Roy. Soc. Lond. S. B – Biol. Sci.*, **316**: 335–427.
- OBRIST M. K., (1995): Flexible bat echolocation: the influence of individual, habitat and conspecifics on sonar signal design. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, **33**: 207–219
- O'FARRELL M. J. & GANNON W. L. 1999: A comparison of acoustic versus capture techniques for the inventory of bats. *J. Mammal.*, **80**: 24–30.
- RACHWALD A., 1992: Habitat preference and activity of the noctule bat *Nyctalus noctula* in the Bialowieza Primeval Forest. *Acta Theriol.*, **37**: 413–422.
- SHERWIN R. E., GANNON W. L. & HAYMOND S. 2000: The efficacy of acoustic techniques to infer differential use of habitat by bats. *Acta Chiropterol.*, **2**: 145–153.
- SIERRO A., 1999: Habitat selection by barbastelle bats (*Barbastella barbastellus*) in the Swiss Alps (Valais). *J. Zool., Lond.*, **248**: 429–432.
- STEINHAUSER D., 2002: Habitat- und Quartiernutzung bei der Bechsteinfledermaus: Hinweise für den Artenschutz. Pp.: 81–98. In: MESCHEDE A., HELLER K. G. & BOYE P. (eds.): *Ökologie, Wanderungen und Genetik von Fledermäusen in Wäldern – Untersuchungen als Grundlage für den Fledermausschutz*. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 71, Bundesamt für Naturschutz, Bonn, 288 pp.
- VAUGHAN N., JONES G. & HARRIS S., 1997: Habitat use by bats (Chiroptera) assessed by means of broad-band acoustic method. *J. Appl. Ecol.*, **34**: 716–730.
- VERBOOM B. & HUITEMA H., 1997: The importance of linear landscape elements for the pipistrelle (*Pipistrellus pipistrellus*) and the serotine bat (*Eptesicus serotinus*). *Landscape Ecol.*, **12**: 117–125.
- WELLER T. J. & ZABEL C. J., 2002: Variation in bat detections due to detector orientation in a forest. *Wildl. Soc. Bull.*, **30**: 922–930.
- ZAHN A. & KRÜGER-BARVELS K., 1996: Wälder als Jagdhabitats von Fledermäusen. *Ztschr. Ökol. Natursch.*, **5**: 77–84.

došlo 13. 12. 2004