

Sezónní změny letové aktivity netopýrů u vchodu do jeskyně zjištěné pomocí automatického monitorovacího systému

Hana BERKOVÁ¹ & Jan ZUKAL^{1,2}

¹ katedra zoologie a ekologie PřF MU, Kotlářská 2, CZ–611 37 Brno, Česko

² Ústav biologie obratlovců AV ČR, Květná 8, CZ–603 65 Brno, Česko

Seasonal changes in flight activity of bats at the entrance of the Kateřinská cave revealed by an automatic monitoring system. Double infrared light barrier was used to monitor flight activity of bats at the entrance of a natural karstic cave (Kateřinská cave, Czech Republic). The system allowed discrimination between the bats leaving and entering the cave. Individual species could not be distinguished. However, it is known from a previous study (Řehák et al. 1994) that *Myotis myotis*, *M. emarginatus*, *M. daubentonii*, *M. nattereri* and *M. bechsteinii* are the five most abundant bat species. Five periods were defined on the basis of the amount of bat flight activity: (A) Hibernation period (November – late March), with very low activity. (B1) Departure period 1 (late March – mid April), with intensive departures during the first quarter of the night. (B2) Departure period 2 (mid April – beginning of June), with departure activity in the first quarter, and a small number of bats entering the cave in the fourth quarter of the night. The peak of activity was in the second quarter of the night. (C) Summer period (mid June – mid July), with low activity. (D) Autumn period (late July – late October), with very high activity and increasing number of bats entering the cave. The peak of activity was around midnight. There was a positive correlation between the number of bat passes through the entrance and the outside ambient temperature, and a negative correlation between the number of passes and air pressure. Rain had no significant effect on the level of bat activity.

Bat flight activity, cave, IR light barrier, Moravian Karst

Úvod

Jeskyně Moravského krasu jsou významným a tradičně sledovaným zimovištěm netopýrů. Pozornost byla věnována především výzkumu uvnitř jeskyní (sledování dlouhodobého vývoje početnosti netopýrů, ale i sezónní dynamice a ekologii netopýrů během hibernace) (např. Gaisler 1975, Bauerová & Zima 1988b, Bauerová et al. 1989, Řehák et al. 1994, Zima et al. 1994). Výzkum letové aktivity netopýrů zahájil teprve v roce 1971 Gaisler (1973, 1975), který poprvé použil k odchytu nárazové síť. Síť byly exponovány před vchody jeskyní a nad říčkou v jižní části Moravského krasu. V 80. letech sledovali aktivitu netopýrů u vchodů jeskyní Hladomorna a Býčí skála Bauerová & Zima (1988a, b). Jejich publikované výsledky jsou souhrnem údajů z několika sezón. V 90. letech navázali na předchozí výzkumy Řehák a Zukal, kteří sledovali letovou aktivitu nejen u jeskynních vchodů, ale i na jiných biotopech (Řehák et al. 1994, Řehák 1995).

Použití sítí nebo odchyťových klecí však může mít rušivý vliv na odchycené netopýry. Jednou odchycením netopýři se po vypuštění sítím vyhybají (LaVal & LaVal 1980). Stres vyvolaný odchycením a manipulací s netopýry někdy může vést k opuštění lokality. Dochází tak k podhodnocení intenzity letové aktivity ve srovnání s přirozeným stavem (Kunz 1973). Odchyťové metody jsou také druhově selektivní. Snáze ulovitelné jsou druhy s menší manévrovací schopností (Řehák

1995). Efektivita odchyty se také snižuje s rostoucí dobou expozice sítí. Intenzita letové aktivity v pozdějších nočních hodinách proto může být podhodnocena.

Cílem práce bylo sledovat letovou aktivitu ve vchodu do jeskyně a její změny během noci a roku bez rušení netopýrů a posoudit vliv klimatických faktorů na přirozenou letovou aktivitu netopýrů.

Popis lokality, materiál a metodika

Kateřinská jeskyně se nachází v severní části Moravského krasu při ústí Suchého žlebu do údolí Punkvy. Její zeměpisné souřadnice jsou 49° 21' s. š. a 16° 48' v. d., čtverec zoologického mapování ČR 6666.

Jediný vchod do jeskyně je orientován na jihozápad a leží v nadmořské výšce 345 m. Je tvořen vysokým „gotickým“ portálem, nad nímž je skalní stěna. Vstupní část jeskyně, tzv. Předšň, je uzavřena železnou branou, v jejíž horní části je vletový otvor 25×18 cm. Následuje asi 55 m dlouhá Chodba, na kterou navazují tři velké Dómy. Celá jeskyně je dlouhá cca 500 m.

Na základě odchytů do nárazových sítí bylo zjištěno, že *Myotis myotis*, *M. nattereri*, *M. bechsteinii*, *M. daubentonii* a *M. emarginatus* jsou eudominantními druhy společenstva netopýrů využívajícího vchod Kateřinské jeskyně (Řehák et al. 1994). Letová aktivita netopýrů u vchodu do jeskyně byla sledována v obdobích od 1. 10. 1997 do 6. 10. 1998 a od 31. 3. 1999 do 26. 10. 1999 v přibližně 14 denních intervalech. Z celkového počtu 45 nocí byla spolehlivá data získána pro 40 nocí. Kvůli technickým závadám monitorovacího zařízení, které byly způsobeny hlavně vysokou vlhkostí vzduchu v jeskyni, bylo vyřazeno 5 pozorování.

Na výletový otvor byla instalována infračervená průletová brána s datovým záznamníkem. Zařízení se skládá ze 2 emitorů infračerveného světla (IČ LED diod) a 2 fototranzistorů umístěných naproti sobě. Proletující netopýr přerušuje paprsky IČ světla. Podle pořadí přerušení paprsků lze rozlišit směr letu netopýra. Počty vletů a výletů byly ukládány do paměti počítačů a každou celou hodinu odečítány. Sledování byla zahájena vždy před západem Slunce a ukončena po východu Slunce.

Za míru letové aktivity je považován počet záznamů na počítači (tj. počet vletů a výletů, případně jejich součet). Pro hodnocení letové aktivity v průběhu noci byla perioda mezi západem a východem Slunce rozdělena do čtyř stejně dlouhých úseků. Časové údaje jsou uváděny ve středoevropském čase (SEČ).

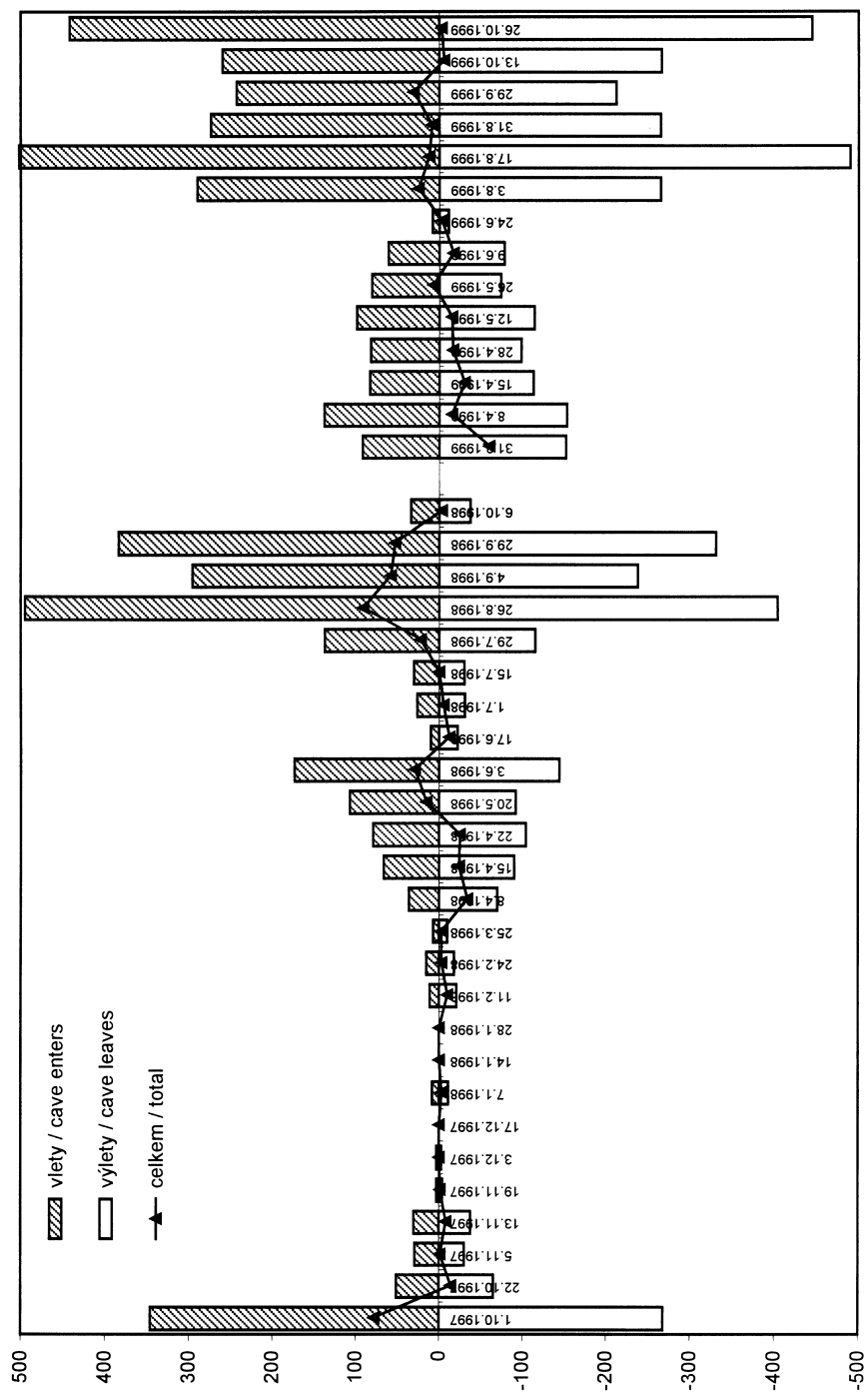
Byl testován vliv následujících klimatických faktorů na letovou aktivitu: T – průměrná teplota dne sledování, TLAK – průměrný atmosférický tlak dne sledování a stav srážek ve 2 stupních (0 – bez srážek, 1 – déšť). Použity byly údaje z meteorologické stanice v Bořitově (11 km severozápadně od Kateřinské jeskyně).

Jednotlivé noci byly na základě hodnot letové aktivity (součet vletů a výletů za noc) rozděleny pomocí shlukové analýzy (UPGMA, euklidovské vzdálenosti). Pomocí k-means shlukové analýzy bylo dále rozděleno jarní období (B) na dvě části na základě rozložení aktivity v průběhu noci (Berková & Zukal, in prep.). Protože hodnoty letové aktivity měly nenormální rozložení, byly při statistickém hodnocení použity neparametrické alternativy testů (Mann-Whitneyův test, Kruskal-Wallisův test). Korelační vztahy byly popsány pomocí Spearmanova koeficientu pořadové korelace. Jako kritická hranice zamítnutí hypotézy byla považována hodnota $p < 0,05$. Výpočty byly prováděny s použitím programu Statistica for Windows 6.0.

Výsledky

Sezónní změny letové aktivity

Letová aktivita netopýrů u vchodu do jeskyně podléhá sezónním změnám (obr. 1). Podle výsledků shlukové analýzy (Berková & Zukal in prep.) a s ohledem na roční cyklus aktivity netopýrů byla vyčleněna 4 období: A: 5. 11. – 25. 3. s velmi nízkou až nulovou aktivitou během hibernace; B: 31. 3. – 9. 6. s vyšší aktivitou během jarních přeletů; C: 17. 6. – 15. 7. s nízkou aktivitou; D: 29. 7. – 26. 10. charakterizované vysokou letovou aktivitou. Rozdíly v letové aktivitě v jednotlivých obdobích jsou statisticky významné (Kruskal-Wallisův test: $H_3 = 31,052$, $p < 0,0001$, $n = 40$) (obr. 2).



Obr. 1. Sezónní změny letové aktivity netopýrů v období říjen 1997 – říjen 1999.
 Fig. 1. Seasonal variation in bat flight activity in the period October 1997 – October 1999.

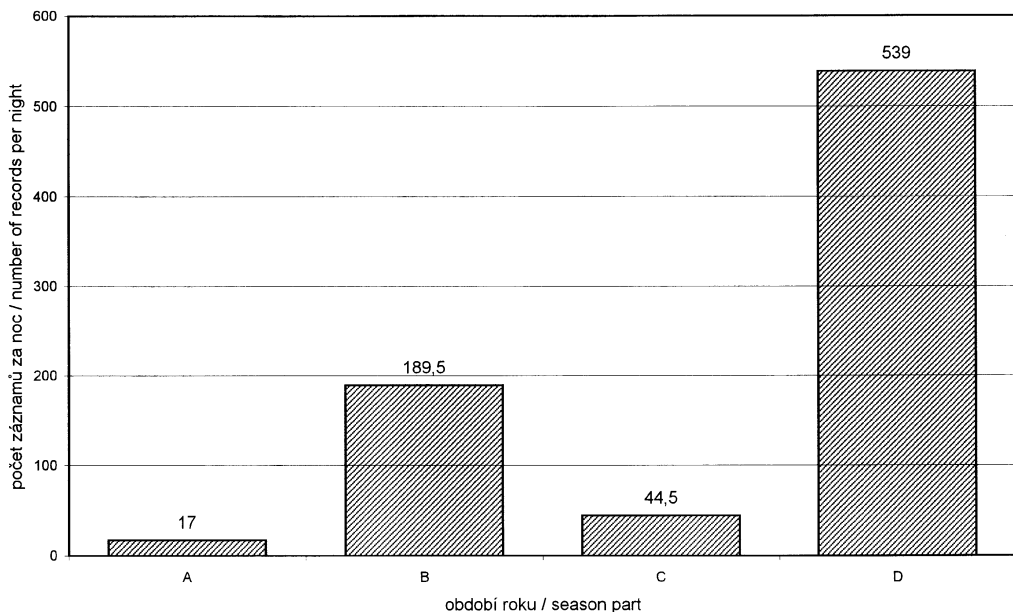
Tab. 1. Změny letové aktivity v průběhu noci. Výsledky Kruskal-Wallisova testu (H), v závorce je uveden počet stupňů volnosti; p = pravděpodobnost; n = velikost vzorku

Tab. 1. Night variation in flight activity. Results of Kruskal-Wallis test (H), degrees of freedom are given in brackets; p = probability; n = sample size

období / period	H (d.f.= 3)	p	n
A	6,287	0,099	44
B1	13,384	0,004	20
B2	15,588	0,001	28
C	5,891	0,117	16
D	18,978	<0,001	52

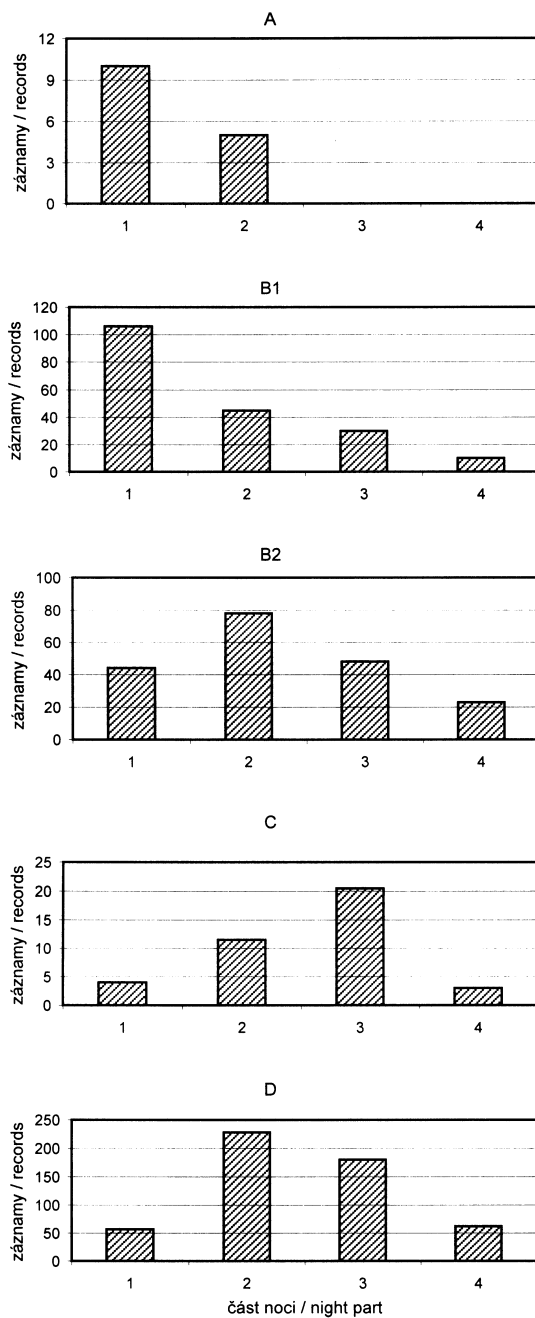
Letová aktivita v průběhu noci

Průběh noční letové aktivity netopýrů se během sezóny mění. V zimě (období A) a v létě (období C) není statisticky významný rozdíl v rozložení aktivity ve 4 částech noci. V jarních obdobích (B1 a B2) a na podzim (D) je tento rozdíl významný (Kruskal-Wallisův test, tab. 1). V období B1 (31. 3. – 15. 4.) je nejvyšší aktivita v první čtvrtině noci a pak klesá. Přičemž se hodnoty letové aktivity v 1. čtvrtině noci se významně liší od všech ostatních částí noci (Mann-Whitneyův test: 1 & 2: $z = -2,611$, $p = 0,009$; 1 & 3: $z = -2,611$, $p = 0,009$; 1 & 4: $z = -2,611$, $p = 0,009$). Dále se od sebe liší části 2 a 4 ($z = -2,193$, $p = 0,028$). V období B2 (22. 4. – 3. 6.) je aktivita rozložena více rovnoměrně s maximem ve 2. čtvrtině. Čtvrtá perioda se liší od všech předchozích částí noci



Obr. 2. Mediány letové aktivity netopýrů ve čtyřech obdobích roku (A až D).

Fig. 2. Medians of flight activity in four season parts (A to D).



Obr. 3. Mediány letové aktivity v jednotlivých čtvrtinách noci pro období roku A až D.
 Fig. 3. Medians of flight activity in four quaters of the night in parts A to D.

a první čtvrtina se liší od druhé (4 & 1: $z = -2,811$, $p = 0,005$; 4 & 2: $z = -3,131$, $p = 0,002$; 4 & 3: $z = -2,428$, $p = 0,015$; 1 & 2: $z = -2,108$, $p = 0,035$). V období D je nejvyšší aktivita uprostřed noci. Části 2 a 3 se statisticky významně liší od částí 1 a 4 (2 & 1: $z = -3,282$, $p = 0,001$; 3 & 1: $z = -2,949$, $p = 0,003$; 2 & 4: $z = -0,103$, $p = 0,002$; 3 & 4: $z = -2,743$, $p = 0,006$) (obr. 3).

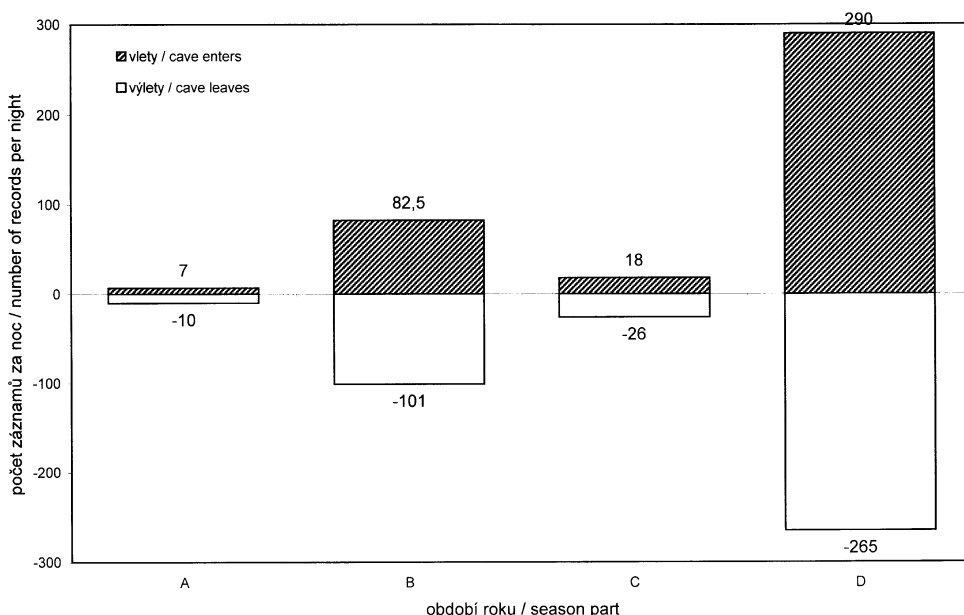
Vletová a výletová aktivita

Směr letové aktivity se mění v průběhu roku v návaznosti na životní cyklus netopýřů. Na jaře (období B) převažují výlety z jeskyně, na podzim (D) naopak vlety do jeskyně. V zimě a v létě (období A a C) je aktivita celkově velmi nízká, při kontrolách převažovaly výlety (obr. 4).

V období B1 dochází v 1. části noci k intenzivním výletům. Ve zbývajících částech je aktivita velmi nízká a převažují vlety. V období B2 je v 1. části noci poměrně vysoká výletová aktivita a v poslední periodě se část netopýřů vrací do jeskyně. V první části noci období C vylétává jen velmi malý počet netopýřů. V 2. části netopýři vlétávají do jeskyně a vylétávají ve 3. části. Na podzim (období D) netopýři přilétají v 2. čtvrtině noci a část z nich jeskyni ve 3. a 4. části opouští.

Vliv klimatických faktorů na letovou aktivitu

Pro testování vlivu klimatických faktorů jsou použity pouze hodnoty celkové aktivity (součet vletů a výletů) v jednotlivých nocích v období od 1. 10. 1997 do 26. 10. 1999. Aktivita netopýřů koreluje s průměrnou teplotou dne sledování ($r_s = 0,674$, $p < 0,001$, $n = 40$). Dále byl zjištěn významný negativní vztah mezi aktivitou netopýřů a průměrnou hodnotou atmosférického tlaku v den pozorování ($r_s = -0,359$, $p = 0,023$, $n = 40$).



Obr. 4. Mediány vletové a výletové aktivity ve čtyřech obdobích roku (A až D).
Fig. 4. Medians of inflights and outflights in four season parts (A to D).

Po rozdělení dat do jednotlivých období (A až D) však nebyl zjištěn statisticky významný vztah mezi klimatickými faktory a letovou aktivitou.

Vliv srážek na letovou aktivitu byl testován pouze v období B (B1 a B2 dohromady) a D (velikost vzorku z období A a C byla nedostatečná). Bylo zjištěno, že déšť nemá na aktivitu netopýrů ve vchodu do jeskyně vliv (Mann-Whitneyův test: období B: $z = -0,568$, $p = 0,570$; období D: $z = -0,439$, $p = 0,661$).

Diskuse

Letová aktivita netopýrů u vchodu do Kateřinské jeskyně byla sledována pomocí infračervené průletové brány. Podobné přístroje byly použity ke sledování aktivity netopýrů na zimovištích např. v Nizozemí a Dánsku (Daan 1970, 1973, Degn et al. 1995). Jejich výhodou je, že neovlivňují přirozenou aktivitu netopýrů. Použitá metoda však neumožňuje rozlišit, které druhy netopýrů jsou aktivní, a proto lze infračervenou průletovou bránu kombinovat s detektorem ultrazvuku, fotoaparátem nebo videorekorderem. Použití blesku však ovlivňuje přirozené chování netopýrů (Daan 1970, Ransome 1990). Daan (1970) navíc připouští, že identifikace druhů na fotografiích není příliš spolehlivá. Počet záznamů na počítaadle průletové brány můžeme považovat za míru letové aktivity, která však nemusí odpovídat počtu aktivních netopýrů. Někteří jedinci totiž mohou proletět výletovým otvorem několikrát tam a zpět.

Intenzita letové aktivity netopýrů u vchodu do Kateřinské jeskyně se mění v závislosti na období roku. Tyto změny souvisí s ročním cyklem netopýrů a jejich ekologickými nároky. Vzhledem k celkovým klimatickým poměrům oblasti nejsou jeskyně Moravského krasu vhodné pro letní kolonie samic a mláďat netopýrů a žádná taková kolonie také není z jeskyní Moravského krasu známa. Pro mnoho druhů netopýrů jsou však významnými zimovišti (Zima et al. 1994). Proto je maximum letové aktivity zaznamenáno v období jarních a zejména podzimních přeletů. Podobné sezónní změny v aktivitě netopýrů u vchodu do jeskyní a štol v ČR byly zaznamenány i při odchtech do sítí (Horáček & Zima 1978, Bauerová & Zima 1988a, Anděra et al. 1992, Řehák et al. 1994, Řehák 1995, Hanzal & Průcha 1996).

Na jaře (období B) dochází k intenzivním výletům ze zimoviště. V období B1 (brzké jaro) je nejvyšší aktivita v 1. čtvrtině noci, kdy z jeskyně vylétává velký počet netopýrů, pak úroveň aktivity klesá. Podobný průběh aktivity pozorovali např. Degn et al. (1995) a Řehák (1995). Aktivita je relativně vysoká až do poloviny června (období B2). Nejintenzivnější výlety probíhají opět v 1. čtvrtině noci, maximální aktivita je ale až ve 2. čtvrtině. V poslední části noci převažují vlety do jeskyně. Toto chování naznačuje, že jeskyně je využívána i jako přechodný úkryt při jarních migracích a pravděpodobně také samci v době, kdy samice již vytvářejí letní kolonie. Na zimovišti v Dánsku Degn et al. (1995) zaznamenali aktivitu také ještě v období od poloviny května do poloviny června. Na stejné lokalitě Degn (1989) zjistil, že tyto netopýři byli samci *Myotis daubentonii*. Většina z nich navštívila důl pouze jedenkrát v daném období, takže se zřejmě jednalo o jakýsi druh přechodného úkrytu. Skiba (1987) pozoroval masový výlet *Myotis daubentonii* ze zimoviště ve štolách v západním Harcu v březnu a v dubnu. V této době, v rámci jarních migrací, přilétávali do štol netopýři z jiných zimovišť a později jimi byly štoly využívány jako přechodný úkryt.

Od poloviny června do konce července (období C) byla aktivita u vchodu Kateřinské jeskyně velmi nízká. V 2. části noci několik netopýrů vletuje do jeskyně a ve 3. části ji zase opouští. Tento typ aktivity nasvědčuje tomu, že malý počet jedinců pravděpodobně využívá jeskyni jako přechodný noční úkryt mezi vrcholy lovecké aktivity (Schofield 1996). Pro vchody jeskyní je v letním období charakteristické téměř výhradní zastoupení samců (Bauerová & Zima 1988a, Whitaker

& Rissler 1992a, Degn 1989, Řehák 1995). Dospělé samice žijí v této době v letních koloniích, kde se rodí a jsou odchovávána mláďata. Během období laktace se samice mezi vrcholy lovecké aktivity vracejí do mateřské kolonie a noční úkryty využívají jen sporadicky a krátce (Anthony et al. 1981).

Na konci července se aktivita začíná zvyšovat v souvislosti s rozpadem letních kolonií. U vchodů jeskyní se začínají objevovat adultní samice a juvenilní jedinci (Horáček & Zima 1978, Řehák 1995). Koncem léta a začátkem podzimu (období D) dosahuje aktivita maximálních hodnot. Vrchol letové aktivity je posunut až do doby kolem půlnoci a v druhé části noci netopýři vlétávají do jeskyně. Ve třetí a ve srovnání s ostatními obdobími i ve čtvrté části je aktivita ještě značně vysoká, nevýrazně převažují výlety. Hall & Brenner (1965, 1968) také zaznamenali během srpna nejvyšší aktivitu u jeskyně uprostřed noci (mezi 22:00 a 24:00 hodinou). Netopýři často přilétávali v malých skupinkách (2 až 12 jedinců). Každou noc vlétávala do jeskyně jiná skupina netopýřů a vylétávala před rozedněním, takže přes den se v jeskyni netopýři většinou nevyskytovali. Podobné chování netopýřů jsme zjistili v Kateřinské jeskyni (nepubl. údaje). Podzimní aktivita u vchodů jeskyní pravděpodobně umožňuje seznámení juvenilních jedinců s potenciálními zimovišti a setkání jedinců opačného pohlaví, kteří v letním období žijí odděleně (Fenton 1969, Cope & Humphrey 1977). Davis & Hitchcock (1965) vidí jeho význam v konečném výběru zimoviště.

Během listopadu aktivita klesá a do začátku února je téměř nulová. Velmi nízká zůstává až do konce března, jen zřídka dochází k výletům z jeskyně (období A). Přerušení letargie může být vyvoláno změnou podmínek vnějšího prostředí, fyziologickým stavem hibernujícího netopýra, případně přímým vyrušením (Speakman & Racey 1989, Thomas 1995). Aktivita netopýřů mimo úkryt během hibernačního období je částečně určená druhem netopýra a zejména klimatickými podmínkami, kterým jsou jedinci vystaveni (Daan 1973, Park et al. 1999). Netopýři mohou v průběhu zimy i přelétávat na jiná zimoviště (Ransome 1968, Bogdanowicz & Urbańczyk 1983, Masing 1987). V oblastech s mírnější zimou, kde se občas vyskytují periody s maximální denní teplotou přesahující 6 °C, mohou alespoň někteří jedinci některých druhů lovit (Ransome 1990). Speakman & Racey (1989) považují za primární funkci výletů z úkrytu doplnění vody.

Byla prokázána pozitivní korelace mezi letovou aktivitou netopýřů u vchodu do Kateřinské jeskyně a průměrnou teplotou dne sledování. Nízké průměrné denní teploty vysvětlují zařazení dvou podzimních pozorování (6. 10. 1998 a 22. 10. 1997) při shlukové analýze mezi zimní a jarní kontroly, kdy je aktivita nízká (Berková & Zukal in prep.). Dále byl zjištěn statisticky významný negativní vztah mezi aktivitou netopýřů a průměrnou hodnotou atmosférického tlaku v den pozorování (cf. Nagel & Nagel 1993). Řehák (1995) zjistil při odchytech do sítí před vchody jeskyní pozitivní korelaci mezi teplotou a počtem aktivních netopýřů jen u některých druhů (*M. myotis*, *M. emarginatus*, *M. bechsteini* a *Barbastella barbastellus*). Druhy *M. nattereri* a *R. hipposideros* se běžně vyskytovali i při relativně nízkých teplotách. Prokázal také negativní vztah mezi aktivitou *M. myotis* a atmosférickým tlakem a pozitivní mezi aktivitou *R. hipposideros* a atmosférickým tlakem. Aktivita netopýřů u vchodu Kateřinské jeskyně byla zaznamenána i při teplotách nižších než 0 °C (cf. Ransome 1968, Skiba 1987, Whitaker & Rissler 1992b, Baroň 2000).

Vliv srážek na letovou aktivitu nebyl potvrzen. Fenton (1969) naopak zjistil znatelný vliv srážek na podzimní aktivitu netopýřů u jeskyně. V případě Kateřinské jeskyně má nepochybně vliv umístění vletového otvoru až za prostornou Předsíň, kde jsou netopýři před deštěm chráněni. Ani při odchytech do sítí (Řehák 1995) se totiž vliv srážek na aktivitě netopýřů v portálu neprojevil.

Poděkování

Autoři děkují Martinu Pokornému a Kláře J. Petrželkové, kteří se podíleli na práci v terénu a Davidu Motlovi za opravy průletové brány a záznamníku. Výzkum a zpracování dat bylo podpořeno granty MSM 143100010 a GA ČR 206/01/1555.

Literatura

- ANDĚRA M., ZBYTOVSKÝ P. & BÜRGER P., 1992: Bat community of Chýnovská jeskyně cave (Southern Bohemia, Czechoslovakia) in 1981–1986. Pp.: 1–11. In: HORÁČEK I. & VOHRALÍK V. (eds.): *Prague Studies in Mammalogy*. Charles Univ. Press, Praha, 246 pp.
- ANTHONY E. L. P., STACK M. H. & KUNZ T. H., 1981: Night roosting and the nocturnal time budget of the little brown bat, *Myotis lucifugus*: effects of reproductive status, prey density, and environmental conditions. *Oecologia*, **51**: 151–156.
- BAROŇ I., 2000: *Sezónní změny v letové aktivitě vrápence malého (Rhinolophus hipposideros) ve vchodu jeskyně*. Diplomová práce. PŘF MU Brno, 53 pp.
- BAUEROVÁ Z., GAISLER J., KOVAŘÍK M. & ZIMA J., 1989: Variation in numbers of hibernating bats in the Moravian Karst: results of visual censuses in 1983–1987. Pp.: 499–505. In: HANÁK V., HORÁČEK I. & GAISLER J. (eds.): *European Bat Research 1987*. Charles Univ. Press, Praha, 720 pp.
- BAUEROVÁ Z. & ZIMA J., 1988a: Seasonal changes in visits to a cave by bats. *Folia Zool.*, **37**: 97–111.
- BAUEROVÁ Z. & ZIMA J., 1988b: Výzkum netopýrů v jeskyni Býčí skála v letech 1977–1986. *Čs. Kras*, **39**: 51–59.
- BERKOVÁ H. & ZUKAL J., in prep.: Flight activity of bats at the entrance of a natural cave. *Folia Zool.*
- BOGDANOWICZ W. & URBAŃCZYK Z., 1983: Some ecological aspects of bats hibernating in city of Poznań. *Acta Theriol.*, **28**: 371–385.
- COPE J. B. & HUMPHREY S. R., 1977: Spring and autumn swarming behavior in the Indiana bat, *Myotis sodalis*. *J. Mammal.*, **58**: 93–95.
- DAAN S., 1970: Photographic recording of natural activity in hibernating bats. *Bijdr. Dierk.*, **40**: 13–16.
- DAAN S., 1973: Activity during natural hibernation in three species of vespertilionid bats. *Netherlands J. Zool.*, **23**: 1–71.
- DAVIS W. H. & HITCHCOCK A., 1965: Biology and migration of the bat, *Myotis lucifugus*, in New England. *J. Mammal.*, **46**: 296–313.
- DEGN H. J., 1989: Summer activity of bats at a large hibernaculum. Pp.: 523–526. In: HANÁK V., HORÁČEK I. & GAISLER J. (eds.): *European Bat Research 1987*. Charles Univ. Press, Praha, 720 pp.
- DEGN H. J., ANDERSEN B. B. & BAAGØE H., 1995: Automatic registration of bat activity through the year at Monsted Limestone Mine, Denmark. *Ztschr. Säugetierk.*, **60**: 129–135.
- FENTON M. B., 1969: Summer activity of *Myotis lucifugus* (Chiroptera: Vespertilionidae) at hibernacula in Ontario and Quebec. *Can. J. Zool.*, **47**: 597–602.
- GAISLER J., 1973: Netting as a possible approach to study bat activity. *Period. Biol.*, **75**: 129–134.
- GAISLER J., 1975: A quantitative study of some populations of bats in Czechoslovakia (Mammalia: Chiroptera). *Acta Sci. Natur. Brno*, **9**(5): 1–44.
- HALL J. S. & BRENNER F. J., 1965: A behavior of bats, not related to roosting, in the use of caves in summer. *Am. Zool.*, **5**: 225.
- HALL J. S. & BRENNER F. J., 1968: Summer netting of bats at a cave in Pennsylvania. *J. Mammal.*, **49**: 779–781.
- HANZAL V. & PRŮCHA M., 1996: Annual course of cave visitation by bats (Mammalia: Chiroptera) in the Bohemian karst (Czech Republic). *Acta Soc. Zool. Bohem.*, **60**: 25–30.
- HORÁČEK, I. & ZIMA, J., 1978: Net-revealed cave visitation and cave-dwelling on European bats. *Folia Zool.*, **27**: 135–148.
- KUNZ T. H., 1973: Resource utilization: temporal and spatial components of bat activity in central Iowa. *J. Mammal.*, **54**: 14–32.

- LAVAL R. K. & LAVAL M. L., 1980: *Ecological studies and management of Missouri bats, with emphasis on cave-dwelling species. Terrestrial Series No. 8.* Missouri Department of Conservation, Jefferson City, 93 pp.
- MASING M., 1987: Movements of bats between winter quarters. *Acta Comm. Univ. Tartu.*, **15**: 56–60.
- NAGEL A. & NAGEL R., 1993: Activity of hibernating bats in their natural habitat recorded by automatic data logging. Pp.: 37–38. In: PALMEIRIM J. M., RODRIGUEZ L. & RABAÇA J. (eds.): *VI European Bat Research Symposium. Évora, Portugal, 22–27 August 1993. Programme. Abstracts. List of Participants.* European Bat Research Organization, 65 pp.
- PARK J. K., JONES G. & RANSOME R. D., 1999: Winter activity of a population of greater horseshoe bats (*Rhinolophus ferrumequinum*). *J. Zool., Lond.*, **248**: 419–427.
- RANSOME R. D., 1968: The distribution of the greater horseshoe bat, *Rhinolophus ferrumequinum*, during hibernation, in relation to environmental factors. *J. Zool., Lond.*, **154**: 77–112.
- RANSOME R. D., 1990: *The Natural History of Hibernating Bats.* Christopher Helm, London, 226 pp.
- ŘEHÁK Z., 1995: *Letová aktivita netopýrů v Moravském krasu.* Dizertační práce. PřF MU Brno, 184 pp.
- ŘEHÁK Z., ZUKAL J. & KOVAŘÍK M., 1994: Long- and short-term changes in the bat community of the Kateřinská cave (Moravian karst) – a fundamental assessment. *Folia Zool.*, **43**: 425–436.
- SCHOFIELD H. W., 1996: *The ecology and conservation biology of Rhinolophus hipposideros, the lesser horseshoe bat.* PhD Thesis, University of Aberdeen, 197 pp.
- SKIBA R., 1987: Bestandsentwicklung und Verhalten von Fledermäusen in einem Stollen des Westharzes. *Myotis*, **25**: 95–103.
- SPEAKMAN J. R. & RACEY P. A., 1989: Hibernation ecology of the pipistrelle bat: energy expenditure, water requirements and mass loss, implications for survival and the function of emergence flights. *J. Animal Ecol.*, **58**: 797–813.
- THOMAS D. W., 1995: Hibernating bats are sensitive to nontactile human disturbance. *J. Mammal.*, **76**: 940–946.
- WHITAKER J. O. Jr. & RISSLER L. J., 1992a: Seasonal activity of bats at Copperhead cave. *Proc. Indiana Acad. Sci.*, **101**: 127–134.
- WHITAKER J. O. Jr. & RISSLER L. J., 1992b: Winter activity of bats at a mine entrance in Vermillion county, Indiana. *Am. Midl. Natur.*, **127**: 52–59.
- ZIMA J., KOVAŘÍK M., GAISLER J., ŘEHÁK Z. & ZUKAL J., 1994: Dynamics of the number of bats hibernating in the Moravian Karst in 1983 to 1992. *Folia Zool.*, **43**: 109–119.

došlo 16. 10. 2004