

Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta
Katedra zoologie a ornitologická laboratoř



Sezónní variabilita v cirkadiánní aktivitě křečka polního

Tomáš Filípek

Bakalářská práce
předložená

na Katedře zoologie a ornitologické laboratoři
Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

jako součást požadavků
na získání titulu Bc. v oboru
Systematická biologie a ekologie

Vedoucí práce: prof. MVDr. Emil Tkadlec, CSc.

Olomouc 2015

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením prof. MVDr. Emila Tkadlece, CSc. a že jsem použil jen citované literární prameny.

V Olomouci dne 20. 4. 2015

.....
Vlastnoruční podpis

FILÍPEK T. 2015. Sezónní variabilita v cirkadiánní aktivitě křečka polního [bakalářská práce]. Olomouc: Katedra zoologie a ornitologická laboratoř PřF UP v Olomouci. 30 s., 1 příloha, česky

Abstrakt

Populace křečka polního zaznamenaly v posledních desetiletích pokles abundance. To se odrazilo ve zvýšeném zájmu o studium tohoto druhu. V předložené bakalářské práci se zabývám časoprostorovou aktivitou křečka polního na periferii Olomouce v průběhu rozmnožování. Zaměřil jsem se na využívání norových systémů v populaci a sezónní změny v cirkadiánní aktivitě. Aktivitu jedinců jsem zaznamenával pomocí automatických registračních zařízení, které byly nainstalovány přímo do východů z nor a registrovaly průchod jedince označeného čipem. Získaná data z roku 2013 ukazují, že křeček polní využívá během reprodukčního období více norových systémů. Jedna nora byla navštívena průměrně 5,2 jedinci. Křečci se v přírodní populaci vyznačují soumračnou až noční aktivitou se 2 maximy aktivity v ranních a večerních hodinách. Během reprodukční sezóny jsem zaznamenal periodické výkyvy v míře denní aktivity, které by mohly souviset s reprodukčními cykly samic. Změny v denní aktivitě křečků v období slunovratu a v předhibernačním období nebyly pozorovány. K plnému pochopení sezónních změn v cirkadiánní aktivitě křečka polního v přírodní populaci je potřeba dalšího studia, které bude propojené se studiem reprodukčních pochodů v dané populaci.

Klíčová slova: aktogram; automatický registrační systém; cirkadiánní aktivita; *Cricetus cricetus*; křeček polní; metoda zpětného odchyty

FILÍPEK T. 2015. Seasonal variation of circadian activity in the common hamster [bachelor's thesis]. Olomouc: Department of Zoology and Laboratory of Ornithology Science, Faculty of Science, Palacky University of Olomouc. 30 pp., 1 Appendix, in Czech.

Abstract

European populations of the common hamster have been observed to decline over the past decades. This fact elevated interests to study this species. In this thesis, I study the spatiotemporal activity of the common hamster in a natural population on the periphery of Olomouc city over the breeding season. I focused chiefly on the use of burrows by individuals and seasonal changes in circadian activity. Activity of individuals was recorded using automatic registration devices which were placed directly into burrow entrances to record the passage of individuals marked by passive transponders. The data obtained in 2013 indicate that the hamsters make use of more burrows over the breeding season. One burrow was on average visited by 5.2 individuals. Hamsters in a natural population are characterized by twilight to night activity with 2 maxima at the dawn and dusk hours. Within the breeding season, I observed periodic changes in the proportion of daylight activity which might be related to reproductive cycles in females. I did not record any changes in daily activity at the solstice or prior to hibernation at the end of the season. To better understand seasonal changes in circadian activity of hamsters in natural populations, further study is needed, especially combined with detailed studying reproductive processes in the population.

Keywords: actogram; automatic registration device; capture-recapture method; circadian activity; *Cricetus cricetus*

Obsah

Seznam obrázků	vii
Poděkování	ix
1 Úvod.....	1
1.1 Rozšíření křečka polního	1
1.2 Charakteristika druhu	2
1.3 Cirkadiánní aktivita.....	4
2 Cíle práce	7
3 Materiál a metody	8
3.1 Lokalita výzkumu.....	8
3.2 Metoda zpětného odchyty	9
3.3 Metoda automatické registrace	12
4 Výsledky	14
4.1 Počet křečků na studijní ploše.....	14
4.2 Prostorová aktivita	15
4.3 Cirkadiánní aktivita.....	16
5 Diskuse.....	21
6 Souhrn	25
7 Literatura	26
8 Přílohy.....	30
8.1 Příloha A	30

Seznam obrázků

- Obr. 1 Rozšíření křečka polního v České republice po roce 2000. Data jsou rozlišena podle zdroje: monitoring hrabošů (●), dotazníky (▲), databáze BioLib a jiné zdroje (■). Hranice areálu křečka ze 70. let vymezuje červená linie (Grulich 1975). 2
- Obr. 2 Letecký snímek Olomouce (vlevo) a detail studované plochy na periférii města (vpravo). Červeně je vyznačena vlastní plocha. Mapy převzaty z aplikace Google Earth. 8
- Obr. 3 Pohled na studovanou plochu v Olomouci-Holici 9
- Obr. 4 Otevřené živolovné pastě (vlevo), celá sada pro odchyty křečků (uprostřed), uspaný křeček v nádobě s hadříkem nasáklým anestetikem (vpravo) 10
- Obr. 5 Čtečka čipů (vlevo) a injekční souprava pro zavádění čipů i s uspaným jedincem (vpravo) 11
- Obr. 6 Studijní plocha s vyznačenými norami křečka polního nalezenými v roce 2013. Červeně označeny nory, na kterých bylo průběžně nainstalováno automatické registrační zařízení. Žlutě označeny ostatní nory. 12
- Obr. 7 Automatický registrační systém složený z kruhové antény (A), čtečky dat (B) a napájecího akumulátoru (C) 13
- Obr. 8 Celkový počet aktivních minut pro každého zaznamenaného jedince. Modře označené sloupce patří samčímu pohlaví a červeně označené samičímu. Seřazeno od největšího počtu po nejmenší. 15
- Obr. 9 Počet aktivních minut v jednotlivých hodinách dne v roce 2013. Nahoře celkově pro obě pohlaví dohromady. Dole rozlišeno na samce a samice. 16
- Obr. 10 Změny celkové cirkadiánní aktivity křečka polního v roce 2013 bez rozdílu pohlaví nebo věku. Černé body značí aktivní minuty. Vertikální čárkované linie vyznačují východ a západ Slunce. Nejtmaší horizontální linie označuje slunovrat. 17
- Obr. 11 Změny celkové cirkadiánní aktivity křečka polního v roce 2013 rozlišeno pro samice (vlevo) a samce (vpravo). Černé body značí aktivní minuty. Vertikální čárkované linie vyznačují východ a západ Slunce. Nejtmaší horizontální linie označuje slunovrat. 18
- Obr. 12 Změny celkové cirkadiánní aktivity křečka polního v roce 2013 rozlišeno pro aduly (vlevo) a subaduly (vpravo). Černé body značí aktivní minuty. Vertikální čárkované linie vyznačují východ a západ Slunce. Nejtmaší horizontální linie

označuje slunovrat.....	18
Obr. 13 Proporce celkové denní a noční aktivity křečka polního v roce 2013 bez rozdílu pohlaví a věku.....	19
Obr. 14 Proporce celkové denní a noční aktivity křečka polního v roce 2013 rozlišeno pro samice (vlevo) a samce (vpravo).....	19
Obr. 15 Proporce celkové denní a noční aktivity křečka polního v roce 2013 rozlišeno pro adulty (vlevo) a subadulty (vpravo).....	20

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu práce prof. MVDr. Emilu Tkadlecovi za odborné vedení celé bakalářské práce, poskytnutí literatury, cenné připomínky v průběhu psaní, pomoc se statistickým zpracováním dat a za veškerou ochotu a věnovaný čas. Za pomoc při poskytnutí dat z terénu a informací bych také rád poděkoval Mgr. Martině Bendové a Mgr. Ivaně Petrové.

Úvod

Rozšíření křečka polního

Křeček polní (*Cricetus cricetus*) je hlodavec, který žije v okolí lidských zemědělských půd už od dob, kdy se lidé začali více zajímat o obdělávání půdy, pěstování plodin a tím vytvářeli vhodné podmínky pro život tohoto savce (Weinhold 2008). Jenže s postupem času se z něho díky přemnožení v České republice stal škůdce, kterého je potřeba likvidovat, což vygradovalo v 1. polovině 20. Století.

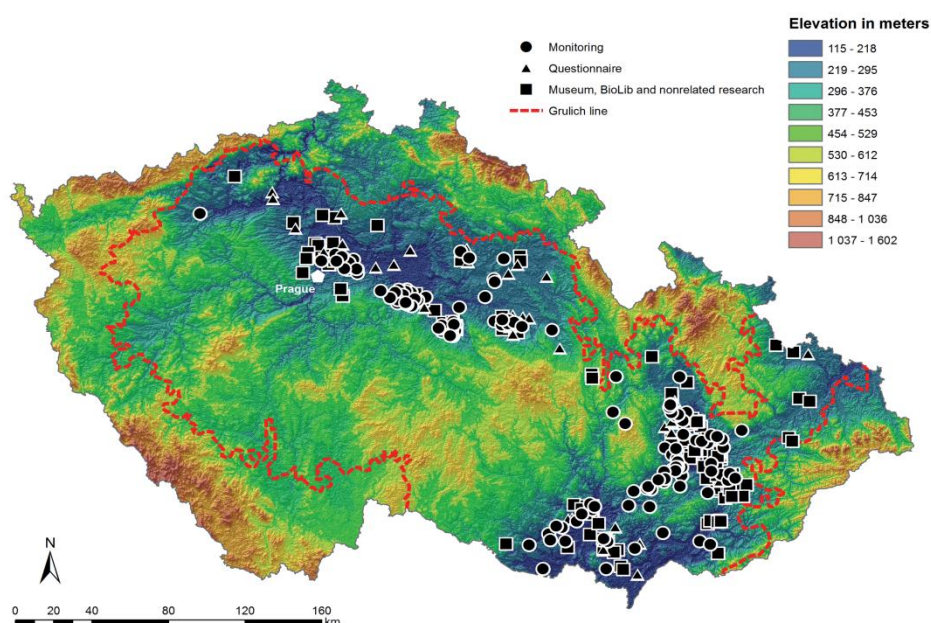
Ještě v 70 letech 20. století byl křeček polní považován v České republice za velmi hojný druh (Grulich 1975, Vohralík a Anděra 1976). Na východním Slovensku dokonce v roce 1971–1972 vyvrcholila populační exploze křečka polního a na jednom hektaru půdy bylo až 500 jedinců. Od těch dob křeččí populace nejenom v České republice, ale i v ostatních státech zejména v těch západoevropských velmi poklesla (Nechay 2000). Dokonce v některých státech je křeček polní již považován za téměř vyhynulý druh. Mezi tyto státy patří hlavně Nizozemsko, Francie, Belgie (Ziomek a Banaszek 2007). Nové poznatky naznačují, že ústup křečka polního postupuje ze západní Evropy směrem na východ až ke středoevropským populacím (Tkadlec et al. 2012). Mezi hlavní příčiny úbytku tohoto hlodavce patří nové způsoby v zemědělství (používání agrochemie, pěstování monokultur, jiná struktura zemědělských plodin, hlubší orba, raná sklizeň, vyšší frekvence a intenzita obdělávání) a samozřejmě také výstavba měst, vesnic a silniční infrastruktury (Ziomek a Banaszek 2007).

Skrze tento pokles početnosti byl křeček polní v České republice zařazen mezi živočichy chráněné zákonem do kategorie ohrožený druh vyhláškou číslo 395/1992 zákona 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny. V roce 2006 byl přeřazen do kategorie silně ohrožený druh (vyhláška č. 395/1992 zákona 175/2006 Sb.). V rámci Evropské unie je křeček polní zařazen mezi silně ohrožené druhy podle Bernské konvence (II. dodatek).

V České republice byly poslední výzkumy o rozšíření křečka polního prováděné před více než 30 lety (Grulich 1975, Vohralík a Anděra 1976). Od té doby až do roku 2001 nemáme žádné významné záznamy o početnosti křečka polního na území České republiky. V roce 2001 se začal zkoumat výskyt populace

na periférii Olomouce metodou chycení jedinců, označení a zpětného odchyty (CMR, capture-mark-recapture). Touto metodou lze zjistit velikost populace, stáří populace, ale také třeba demografické procesy. Křečci jsou zde dodnes pozorováni na zemědělsky úrodné ploše o velikosti 20 hektarů.

Já bych touto prací rád navázal na úspěšné sledování tohoto silně ohroženého savce, který se v současnosti v České republice nejvíce vyskytuje v Čechách v okolí řeky Labe a na Moravě v Hornomoravském, Dolnomoravském a Dyjskosvrateckém úvalu (Vohralík 2011, Tkadlec et al. 2012). Přesné informace o nálezích křečka polního po roce 2000 na území našeho státu ukazuje níže vložená mapa (obr. 1).



Obr. 1 Rozšíření křečka polního v České republice po roce 2000. Data jsou rozlišena podle zdroje: monitoring hrabošů (●), dotazníky (▲), databáze BioLib a jiné zdroje (■). Hranice areálu křečka ze 70. let vymezuje červená linie (Grulich 1975).

Charakteristika druhu

Biologie křečka polního je velmi důležitá k pochopení vzorců chování. Hlavně bez informací o jeho reprodukci a hibernaci bychom nemohli výsledky cirkadiánní aktivity úspěšně interpretovat. Pro mnoho vědců je to modelový organismus k výzkumu metabolismu nebo hibernace (Nechay 2000).

Křeček polní, *Cricetus cricetus* (Linnaeus, 1758) patří mezi největší zástupce čeledi křečkovití (*Cricetidae*) je charakteristický synantropní živočich žijící na úrodných zemědělských půdách. Délka těla se pohybuje mezi 20–34 cm

a hmotnost může dosáhnout i více než 500 g (Anděra a Gaisler 2012). Jedná se o velmi barevné zvíře, kdy spodní část těla je velmi tmavá až černá. Naopak hřbetní část se vyznačuje světlejšími barvami žlutohnědé s bílými skvrnami kolem čumáku a předních tlapek. Křeček nepatří mezi sociální živočichy. Jedinci jsou solitérní a každý jedinec má svoji vlastní podzemní noru, která je větvená a tvořená komůrkami. Výjimkou soužití více jedinců pohromadě je pouze samice s mláďaty. Jinak se křečci, nejenom vůči sobě, chovají velmi agresivně. Křeččí nory rozlišujeme na letní (využívané hlavně v období aktivity na jaře a létě) a zimní (obývané při hibernaci). Většina jedinců se po ukončení hibernace vrací ke svým původním letním norám (Stubbe a Stubbe 1998). Hlavní potravní složku tvoří semena (hlavně obilovin), jiné části zelených rostlin, larvy hmyzu případně i samotný hmyz a v neposlední řadě také drobní obratlovci. Křečci se dožívají i 4 let (v optimálních podmínkách), ale běžné jsou spíše 2–3 roky.

Období aktivity se pohybuje většinou od dubna do září/října. Na konci tohoto období začíná příprava na hibernaci, kdy se zvyšuje i denní aktivita a křeček se snaží získat co nejvíce potravy jako zásob na zimu (Bendová 2011). Tuto potravu potom ukládá do speciálních zásobních komor v podzemní noře. Množství zásob má většinou hmotnost 5–8 kg, ale v extrémních případech může být hmotnost potravy i 15 kg (Anděra a Gaisler 2012, Reichholf 1996). K přežití zimy je potřeba aby křeček nasbíral kolem 2 kg potravy (Weinhold 2008). Samotná hibernace probíhá tak, že se křeček polní jednou za 5–7 dní probudí, nasytí se ze svých zásob, vymění vzduch v noře a zase upadne do spánku. Při tomto procesu u křečka velmi poklesne fyziologická aktivita. Hibernace má na svědomí procentuálně největší úmrtnost jedinců, hlavně těch mladých. Toto období nepřežije zhruba 50–60 % celé populace jedinců (Wendt 1991, Kayser et al. 2003). Vstup do zimního spánku je řízen endogenně, ale ovlivňován exogenně s délkou fotoperiody. V laboratorních podmínkách obvykle k zimnímu spánku nedochází (Reznik-Schüller et al. 1974).

Z oblasti reprodukce se křečci zaměřují na velmi vysokou investici energie do reprodukce a svých potomků, tzv. r-strategii (Weinhold 2008). K páření mezi jedinci dochází většinou až koncem dubna, hlavně z důvodu že se samice z hibernace probouzejí později než samci. Křeček je druh polygamní a samec ihned po oplodnění samici opouští (nepodílí se na výchově potomstva) a hledá další samici svolnou k rozmnožování. Tento fakt je důležitý z hlediska vzorců návštěv křeččích nor. Samotné páření probíhá celkem rychle a většinou se neobejde bez vrčení

a kousání. Samice obvykle nevstupují do reprodukce ihned v prvním roce života, ale až po překonání počáteční hibernace. Je výjimkou, kdy se samice narodí na začátku jara (pohlavně dospěje za 2 až 3 měsíce) a ještě tentýž rok zabřezne. Většinou mají samice 2–3 vrhy za rok s březostí trvající od 19 do 22 dnů. Počet mláďat je různorodý a pohybuje se mezi 3 až 12 jedinci (Grulich 1975). Skoro ihned po porodu může samice znovu zabřeznout, tím se ale zvyšuje počet dnů březosti na 25–37 (Nechay 2000). Tohle rychlé zabřeznutí slouží hlavně k tomu, aby došlo k co nejvíce vrhům během poměrně krátké sezónnosti křečka polního. Mláďata se rodí slepá a neosrstěná. Vývoj je rychlý a přibližně ve věku 3 týdnů začnou mateřskou noru opouštět. První ji ovšem většinou opustí samotná matka, která jde hledat novou noru pro další rozmnožování (Weinhold 1998, Kayser 2002).

Cirkadiánní aktivita

Biologický rytmus je pojem, který můžeme nalézt v podstatě u všech živých organismů na zemi, dokonce u každé jednotlivé buňky v organismu (Kronfeld-Schor a Dayan 2008). Zvířata jsou denně ovlivňována okolním prostředím, které se cyklicky v určitých intervalech mění, ať už jde o změny střídání dne a noci nebo ročních období. K tomuto kolísání se organismy musely přizpůsobit a i to vedlo k odlišení prostorových a časových nik a tím k vyšší biodiverzitě živočichů a rostlin na Zemi.

Rozlišujeme několik druhů biologických rytmů. Cirkadiánní rytmus je dán délkou periody okolo 24 hodin. Přesněji mezi 20–28 hodinami. Cyklus s periodou pod 20 hodin nazýváme ultradiánní a naopak biologický rytmus u kterého je délka periody více než 28 hodin označujeme za infradiánní. Na delší časové periody používáme termín cirkalunární (řízen měsíčními cykly) a cirkanuální (vztahuje se na periodu s délkou jednoho roku). Všechny tyto biologické rytmy se u savců vytvářejí ještě před narozením.

Jako hlavní centrum pro řízení cirkadiánních rytmů označujeme tzv. pacemaker (oscilátor), který je uložen u většiny savců, včetně křečka polního, v mozku v části zvané hypotalamus. Oscilátor je tvořen dvěma shluky neuronů – suprachiasmatickými jádry (SCN). Tyto shluky řídí všechny denní rytmy, jako jsou například spánek/bdělost, příjem potravy, pohybová aktivita, změny mozkové aktivity, kolísání tělesné teploty a jiné. Pravidelným střídáním dne a noci dochází

k tomu, že světlo (jako nejdůležitější časovač) je zachyceno oční sítnicí, která posílá signál právě do suprachiasmatických jader a odtud dále do epifyzy. Tím dochází ke snížené tvorbě hormonu melatoninu. Naopak za tmy se tvorba daného hormonu zvyšuje. Předpokládá se, že tyto rozdílné koncentrace melatoninu určují čas – dochází k synchronizaci astronomického času s 24 hodinovým pacemakerem (vnitřní hodiny). Synchronizace je tedy exogenní, ale řízení biologických hodin je endogenní. Pokud bychom organismus nechali v neperiodických podmínkách (např. stálá tma), pacemaker bude stále ovlivňovat řízení cirkadiánních rytmů, ale začne se odlišovat od rytmických změn vnějšího prostředí a díky tomu dojde k opožďování nebo předbíhání rytmu. Pokud oscilátor z těla organismu úplně odstraníme nebo zničíme, dojde ke ztrátě cirkadiánních rytmů (Illnerová 1994). Mimo tento hlavní pacemaker uložený v mozku, rozlišujeme ještě periferní oscilátory (vedlejší hodiny), které se nacházejí v mnoha jiných orgánech řízené vlastním endogenním mechanismem – jsou v podstatě autonomní (Schibler et al. 2002). Díky tomu nejsou ovlivňovány světlem, ale jiným nesvětelným časovačem (potrava, teplota, pohybová aktivita, sociální interakce).

Cirkadiánní aktivitu rozlišujeme podle období aktivity v rámci 24 hodin na diurnální – denní (aktivní ve světelné části dne), nokturnální – noční (aktivita v nesvětelné části dne), soumravná – krepuskulární (hlavní aktivita při rozednávání a stmívání) a nakonec indiferentní – arytmiická (střídání světla a tmy nenavozuje žádný rytmus). Dále podle počtu fází aktivity během 24 hodin dělíme zvířata na monofázická (jedna fáze aktivity se střídá s jednou fází neaktivity), difázická (dvě fáze aktivity a dvě fáze neaktivity) a polyfázická (vícečetná aktivita v kratších časových úsecích). Mezi monofázické organismy s denní aktivitou můžeme například zařadit sysla obecného (*Spermophilus citellus*) nebo veverku obecnou (*Sciurus vulgaris*). Naopak nočním živočichem je třeba jezevec lesní (*Meles meles*). Myšivka horská (*Sicista betulina*) je zvíře s dvěma fázemi aktivity (soumravný živočich). Křeček polní (*Cricetus cricetus*) vykazuje během reprodukčního období také krepuskulární aktivitu, kdy je nejvíce aktivní kolem východu a západu Slunce. Jinak je to hlavně noční živočich a pouze na konci vegetačního období, tj. září/říjen vykazuje více denní aktivity (Wollnik et al. 1991). Většina hlodavců ale spadá mezi polyfázické organismy. Převážně polyfázičtí noční jsou myš domácí (*Mus musculus*), myšice (*Apodemus*), potkan obecný (*Rattus norvegicus*). Za zvíře s více fázemi aktivity, ale spíše ve světelné části dne považujeme norníka rudého (*Myodes*

glareolus) nebo hraboše polního (*Microtus arvalis*), který ale v určitém období (od půlky května do půlky července) zvyšuje svou noční aktivitu (Hoogenboom et al. 1984). Tento jev změny aktivity (ať už z denní na noční nebo naopak) v období od poloviny května do poloviny července byl pozorován také u jiných zvířat, včetně křečka polního (*Cricetus cricetus*), jezevce lesního (*Meles meles*) nebo jelena lesního (*Cervus elaphus*). Domněnkou je, že by v tomto období mohlo dojít k resetování cirkanuálních hodin (Monecke et al. 2014).

Cíle práce

Cirkadiánní aktivita u křečků polních je záležitost, která je zatím velmi málo prozkoumána. V předchozích letech na lokalitě v Olomouci-Holici vzniklo několik prací o křečkovi polním. Mým hlavním cílem je navázání na konkrétní téma o cirkadiánní aktivitě, kterou publikovala Martina Bendová (2013). Od pokračování tohoto vědeckého projektu si slibuji přesnější určení časové a prostorové aktivity křečka v závislosti na větším množství naměřených dat z více let.

Zaměření práce:

- 1) Zjištění celkové aktivity jedinců během dne v období od května do října
- 2) Rozdílnost denní aktivity v rámci pohlaví a stáří jedinců
- 3) Využívání norových systémů jedinci křečka polního

Materiál a metody

Lokalita výzkumu

Areál, kde se křeček polní vyskytuje a již od roku 2001 se zde sleduje, nalezneme na okraji města Olomouce v části zvané Holice, konkrétně na ulici Šlechtitelů (obr. 2). Haná, jak se této oblasti nazývá, leží na střední Moravě v oblasti Hornomoravského úvalu. Tato oblast se nachází v nadmořské výšce 210 m.n.m. a je charakterizována průměrnou roční teplotou 8–9 °C s průměrnými ročními úhrny srážek 500–600 mm (GPS souřadnice 49°34'21" s.š. a 17°16'59" v.d.). Něco málo přes půl kilometru od místa teče řeka Morava, která v období povodní občas způsobuje zaplavení této lokality. Krom tohoto faktu tvoří z hlediska teplot, srážek a jiných klimatických hledisek ideální podmínky pro život křečka polního (Grulich 1977). Celá oblast se rozkládá na ploše výzkumného centra Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého o velikosti 20 ha (před stavbou Centra regionu Haná 25 ha). Jelikož na ploše probíhají různé biologické výzkumy, je lokalita rozdělena na mnoho menších zemědělských políček, kde se pěstují odlišné druhy rostlin (obr. 3). Samozřejmě jsou obiloviny (hlavně ječmen), ale také zelenina a v malé míře ovocné stromy. Právě políčka s obilovinami spolu s vojtěškou byly křečky nejvíce využívaná místa pro tvorbu nor. Poskytují mu ideální skrýš a potencionální zdroj potravy. Dalším pěstovaným druhem byla v roce 2013 vikev, kukuřice, ale k vidění byla i prostá zatravněná oblast či přírodní kompostárna. I tato rozmanitost rostlin přispívá k výskytu křečka na zemědělsky úrodné ploše.



Obr. 2 Letecký snímek Olomouce (vlevo) a detail studované plochy na periferii města (vpravo). Červeně je vyznačena vlastní plocha. Mapy převzaty z aplikace Google Earth.



Obr. 3 Pohled na studovanou plochu v Olomouci-Holici

Celý výzkumný areál je oplocen, ale křeččí nory se našli i za hranicemi lokality. Průměrně se na ploše o velikosti 20 hektarů nachází okolo 60 jedinců a počet nor okolo 40. Tyto hodnoty v různých letech velmi kolísají. Od roku 2011 početnost jedinců a nor poněkud poklesla. Monitoring křečka polního na lokalitě probíhá v celém areálu, ale mnou používaná metoda automatické registrace je specializována pouze na určité vytipované nory, které se ovšem, s tím jak nory zanikají (například po orbě) nebo klesá množství dat, mění.

Metoda zpětného odchyty

Základem pro odchyt křečků je v první fázi zmapování všech norových systémů na lokalitě. Toto mapování začíná na jaře v dubnu a končí v září, popřípadě v říjnu, pokud stále nacházíme otevřené norové systémy, jež značí povrchovou aktivitu křečků. Právě na jaře bývá vyhledávání nejintenzivnější, jelikož vegetace je ještě nízká a nory se tím pádem lépe hledají. Celá zkoumaná oblast se vždy jednou za měsíc kompletně projde a vizuálně prohledá. Nalezené nory se zaznamenají do GPS navigace. Pokud najdeme více vchodů do nory na jednom místě, určí se lokalita do GPS jako pomyslný střed všech poblíž se nacházejících nor. Toto mapování probíhá na již zmíněné lokalitě od roku 2002.

Samotný odchyt se provádí metodou CMR (capture-mark-recapture), tj. odchycení, označení a zpětné vypuštění do volné přírody. Tato metoda má mnoho využití ať už pro zjištění celkových populačních parametrů, prostorové distribuce a velikosti domovských okrsků, telemetrii nebo v neposlední řadě pro metodu automatické registrace.

Odchyty probíhali vždy 3–4 dny po sobě jednou měsíčně. Jako první

se vyhledávali nové nory a kontrolovali ty starší již zaznamenané. Většinou v podvečerních hodinách se poté ke každé nalezené noře nastražily kovové živolovné pasti o velikosti 18x16x40 cm s hrstkou zrní nebo trávy sloužící jako návnada a po chycení jako potrava po nezbytně nutnou dobu, kdy byl křeček v pasti chycen. Tyto nástrahy se skládají z nášlapné destičky umístěné uvnitř pasti, která po sešlápnutí uvolní pojistky držící otevřená dvířka, a ty se zavřou. Druhý den časně ráno (aby křečci nebyli dlouho vystaveni stresu a případnému slunečnímu svitu), se živolovné nástrahy šly zkontrolovat. Při chycení křečka se hlodavec přesunul do velké skleněné nádoby, kde bylo zjištěno pomocí čtečky čipů, zda již nebyl chycen v předešlém dnu a zdali je vůbec očipován. Pokud byl chycen například minulý den, byl ihned vypuštěn zpátky u své nory. V opačném případě došlo k jeho uspaní pomocí hadříku napuštěného éterem. Mezitím, co byl křeček v narkóze, došlo k jeho zvážení, změření, určení pohlaví a stáří, zkontrolování zdravotního stavu a v případě že nebyl zaznamenán čip také k jeho očipování. Po zapsání všech údajů a dokončení procedury byl křeček vypuštěn zpátky u své nory, kde byl chycen (obr. 4).



Obr. 4 Otevřené živolovné pasti (vlevo), celá sada pro odchyty křečků (uprostřed), uspaný křeček v nádobě s hadříkem nasáklým anestetikem (vpravo)

Dříve se čipovalo pomocí ušních známek, ale od toho se upustilo z důvodu časté ztráty nebo špatné čitelnosti čipu. Nový typ čipu je malý válcovitý předmět, který se vpravuje pomocí injekčního aplikátoru pod kůži na hřbetu těsně za krk. Samotný čip značky Planet ID je vybaven skleněným pouzdem, ve kterém je uložen nízkofrekvenční vysílač s anténou. Tento vysílač vysílá rádiové signály o jisté frekvenci a ta je poté zachycena čtečkou čipů a převedena na identifikační číslo (obr. 5).



Obr. 5 Čtečka čipů (vlevo) a injekční souprava pro zavádění čipů i s uspaným jedincem (vpravo)

Během reprodukčního období roku 2013 bylo na studované ploše provedeno celkem 7 odchyťových akcí, kdy každý odchyť se prováděl většinou 3 po sobě jdoucí dny. Úplně první odchyty byly provedeny 15. 4. 2013 a trvaly 4 dny. Poslední odchyťová akce se konala 20. 9. 2013. Na lokalitě bylo nalezeno během všech odchyťových akcí celkem 57 norových systémů, z nichž jich bylo 26 aktivních. Za aktivní se považují ty, u kterých se během sezony podařilo odchyťit nějakého jedince křečka polního. Automatický registrační systém byl v průběhu roku 2013 nainstalován průběžně na 10 nor. Jednalo se o norové systémy s označením B8, B13, B17, B22, B24, B25, B27, B36, B44 a B49. Tyto nory nebyly vybrány náhodně. Rozhodoval jsem se podle množství a frekvence chycených křečků při odchytech u jednotlivých norových systémů. Dalším vodítkem pro domnělou aktivitu křečků byly informace od kolegyně, která se zabývala sledováním křečků pomocí fotopastí. Přikládám mapu s vyznačenými norami (obr. 6).

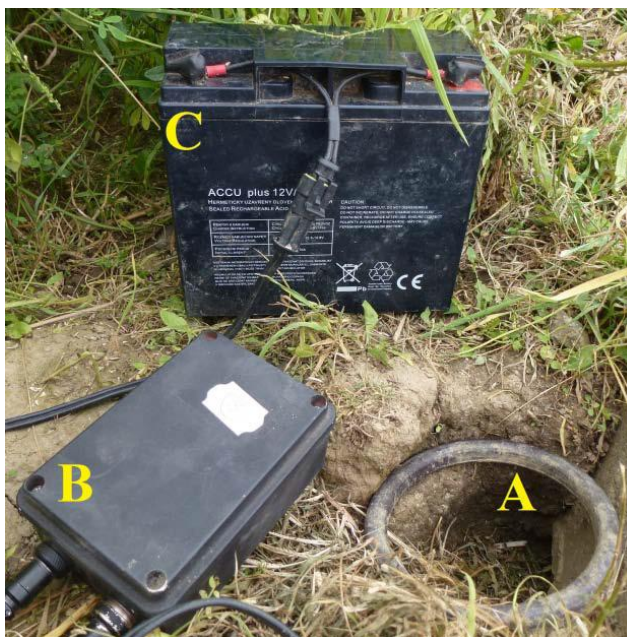


Obr. 6 Studijní plocha s vyznačenými norami křečka polního nalezenými v roce 2013. Červeně označeny nory, na kterých bylo průběžně nainstalováno automatické registrační zařízení. Žlutě označeny ostatní nory.

Metoda automatické registrace

Pro tuto metodu je zapotřebí, aby byla co největší část populace očištěvána. Proto je metoda zpětného odchytu velmi důležitá a je nutné ji provádět důkladně.

Automatický registrační systém slouží k zaznamenávání prostorové a časové aktivity. Skládá se z kruhové antény, která je umístěna u vstupu do nory tak, aby přes ni křeček musel projít, ale zároveň aby mu nepřekážela (většinou jsem ji zčásti zahrabával pod zem a připevňoval háčkovitými drátky). Tato anténa zachytí číslo čipu na křečkově krku pokaždé, když skrze ni projde. Poté ho posílá do kabelem připojeného datalogeru CVK1 (čtečka dat), což je plastová voděodolná krabička, která zaznamená až 4000 záznamů. Obě tato zařízení jsou napájena 12V/17Ah akumulátorem (obr. 7). Součástí celé sady je ještě nabíječka baterie Automatic Turbo-lader 12Pb. Těchto registračních zařízení jsem měl v průběhu reprodukční aktivity 3–5, podle jejich funkčnosti.



Obr. 7 Automatický registrační systém složený z kruhové antény (A), čtečky dat (B) a napájecího akumulátoru (C)

Vždy jednou za 6–7 dní jsem na dané stanoviště dojel, vzal jsem z pole datalogery a připojil je k počítači v nedaleké knihovně Univerzity Palackého. Pomocí programu LID650/665/1260 od výrobce RFID zařízení DorsetID jsem data stáhl ve formátu .dat. Akumulátory jsem nechal přes noc pomocí nabíječek nabít a druhý den jsem vše vrátil zpátky na zkoumanou lokalitu.

Ze získaných dat jsem zjistil, že pokud se křeček vyskytoval delší dobu v okolí kruhové antény, čtecí zařízení zapisovalo data v intervalu jedné sekundy. Ponechal jsem tedy jen záznamy v rozmezí jedné minuty, které jsem považoval za jednu aktivitu. Po tomto zredukování dat mi zbylo 2082 záznamů o aktivitě, tj. 2082 aktivních minut. Soubor byl převeden do formátu Excel a přidány doplňující informace. S tímto souborem jsem dále pracoval. Každý záznam obsahuje identifikační číslo čipu křečka tvořený 8místným číselným kódem (dále v práci vždy pouze poslední 3 čísla kódu), datum a čas zaregistrovaného pohybu, označení nory, věk (adulti – jedinci chycení už minulý rok, subadulti – mladí jedinci narození v roce odchyty) a pohlaví jedince, datum převedené na pořadové číslo začínající 1. lednem 2013, čas záznamu převedený na aktivní minutu v daném dni. Všechny statistické analýzy jsem prováděl v programu R (R Development Core Team 2010). Rozdíly v počtu navštívených nor jsem analyzoval pomocí generalizovaných lineárních modelů s Poissonovou distribucí chyby (funkce glm). Odchytky od vyrovnaného

poměru pohlaví jsem hodnotil pomocí generalizovaných lineárních modelů s binomickým rozdělením chyby (funkce `glm` v programu R). Meze spolehlivosti pro poměr pohlaví jsem stanovil pomocí funkce `confint`. Parametry vypočítané v logitech jsem převedl na proporce pomocí funkce $\exp(x)/(1 + \exp(x))$. Analýza míry noční aktivity byla provedena s použitím generalizovaných aditivních modelů s binomickým rozdělením chyby (balík `mgcv`, funkce `gam`). Časy pro východ a západ Slunce na dané lokalitě pro rok 2013 byly vypočítány pomocí balíku `StreamMetabolism`.

Výsledky

Počet křečků na studijní ploše

Při odchycích v roce 2013 bylo chyceno celkem 59 jedinců. Z tohoto počtu bylo 32 samic a 27 samců (poměr pohlaví = 0,458, 95% meze spolehlivosti 0,334–0,585). Poměr pohlaví byl vyrovnaný. Mnoho jedinců už bylo označeno v roce 2012 a jedna dospělá samice dokonce v roce 2011 (prodělala 3 hibernace). Rozložení jedinců podle stáří byl také poměrně vyrovnaný. Přesněji řečeno dospělých jedinců se chytilo 26, mladých subadultních potom 33. Při porovnání velikosti populace s předchozími roky zjistíme, že početnost byla obdobná jako v roce 2006, 2007, 2008 a 2012.

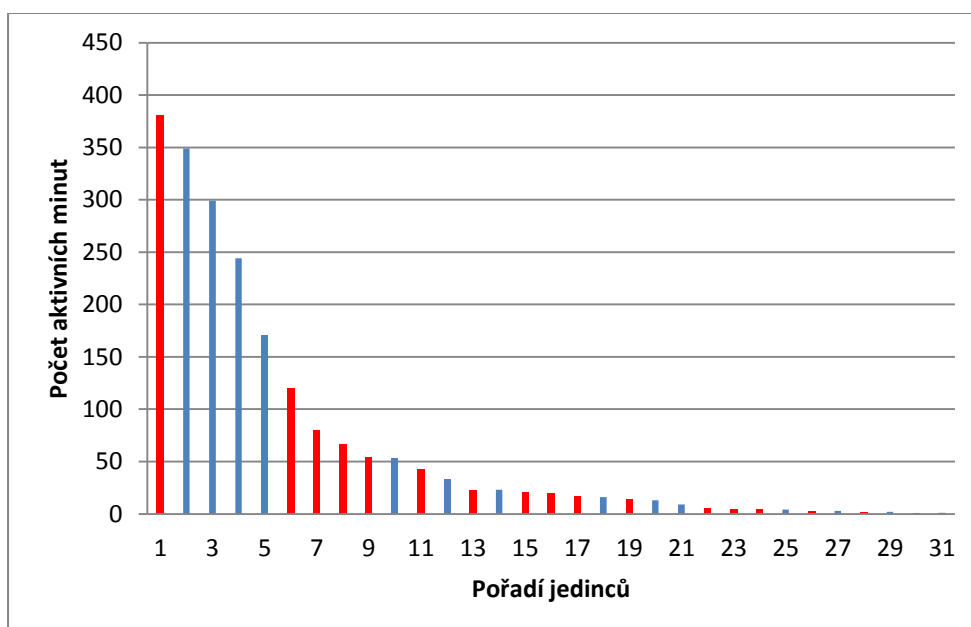
Z celkového počtu 59 odchycených a označených jedinců se mi podařilo v záznamovém zařízení zachytit identifikační čísla 31 křečků, což je více než polovina celé námi odchycené populace. Jednalo se o 17 samic a 14 samců (poměr pohlaví = 0,452, 95% meze spolehlivosti 0,286–0,625). Rozdíl nebyl statisticky významný. S informacemi o stáří jedinců šlo přesněji o 10 dospělých samic, 7 subadultních samic, 7 adultních samců a 7 subadultních samců. Nejaktivnější byl dospělý samec 379, který navštívil celkem 6 nor. Další 4 samci byli zaznamenáni ve 3 norových systémech, konkrétně jedinci 013, 110, 777 a 930. Zbytek křeččí populace zaznamenané automatickým registračním zařízením se vyskytoval v 1 nebo ve 2 norách. Průměrně bez rozdílu pohlaví navštívil jeden křeček 1,68 (SE 0,233) nor. Samci byli zaznamenáni průměrně ve 2,0 norách (SE 0,378), samice poté v 1,41 (SE 0,288) norách. Rozdíl není statisticky významný ($t = 1,25$, $p = 0,21$). Dospělci navštívili v průměru 2,0 nory (SE 0,343), subadulti 1,29 (SE 0,303). Rozdíl není opět významný ($t = 1,52$, $p = 0,13$). Rozdíl jsem nezaznamenal ani mezi dospělými samci (průměr = 2,71 SE 0,622) a dospělými samicemi (průměr = 1,5 SE 0,387; $t = 1,72$, $p = 0,086$), a stejně tak u subadultních jedinců (samci = 1,29, samice = 1,29). V Příloze A na konci práce jsou zaznamenána registrační čísla čipů všech křečků a k nim přiřazené nory, u kterých byli zaregistrováni.

Mezi nory navštívené nejvíce jedinci patří B17 a B44 s počtem 8 různých křečků. Naopak pouze s 2 zaznamenanými jedinci byli nory B25 a B27. Průměrně byla jedna nora navštívena 5,2 (SE 0,74) křečky.

Prostorová aktivita

Z celkových 2082 záznamů jsem dostal pro jednotlivé nory tyto výsledky. Norový systém B17 byl se 449 aktivními minutami nejnavštěvovanější. Hned za ní následovala nora B24 s 434 aktivními minutami. Nejméně navštěvovaná byla nora B27 s pouhými 3 záznamy. Například proto na ní bylo z nedostatku záznamů nainstalováno registrační zařízení velmi krátkou dobu. Průměr na jednu noru činí za celé sledovací období přesně 208,2 (SE 54,75) aktivních minut.

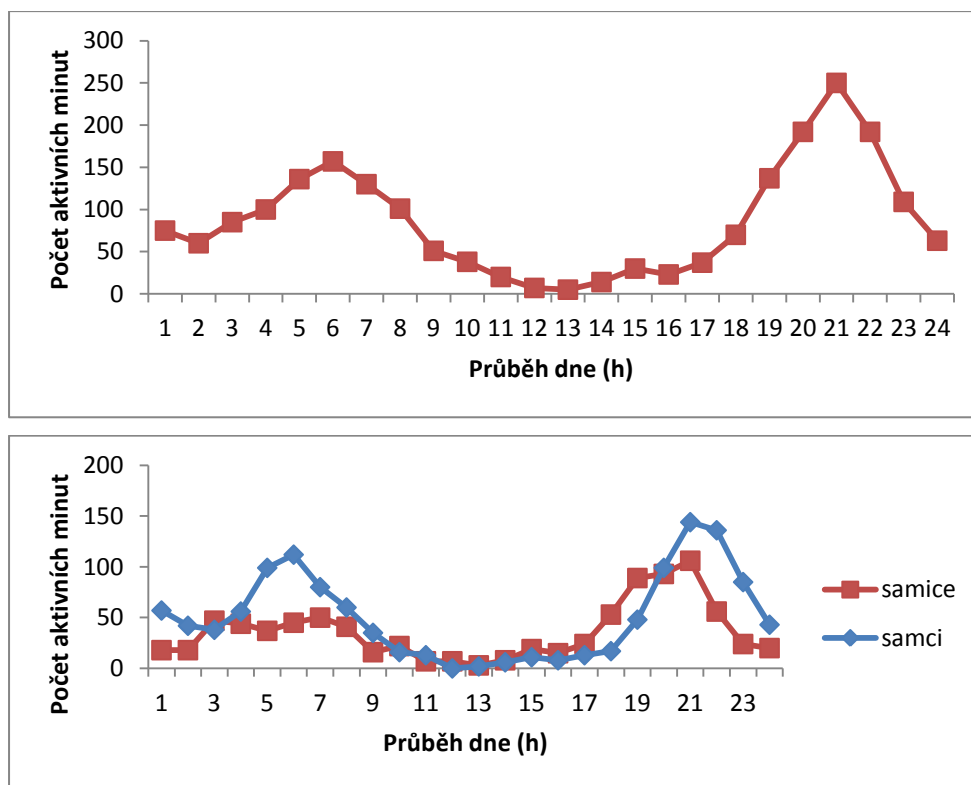
Zaměřil jsem se také na počet aktivních minut u jednotlivých křečků. U 6 jedinců přesáhl počet záznamů číslo 100. Jednalo se o adultní samce s označením 379, 110 se 171, respektive 244 aktivními minutami. Dále o subadultní samce 009, 768 s 349, respektive 299 záznamy. A nakonec 2 dospělé samice 587 a 889, z nichž ta první měla 120 aktivních minut a druhá 381 aktivních minut. Neaktivnější byla tedy překvapivě samice s číslem 889, jejíž záznamy tvořily 18,29% všech aktivních minut. Přikládám graf se zaznamenanými aktivními minutami u všech 31 jedinců (obr. 8). V Příloze A jsou potom jedinci seřazeni podle počtu aktivních minut a podle toho očíslováni.



Obr. 8 Celkový počet aktivních minut pro každého zaznamenaného jedince. Modře označené sloupce patří samčímu pohlaví a červeně označené samičímu. Seřazeno od největšího počtu po nejmenší.

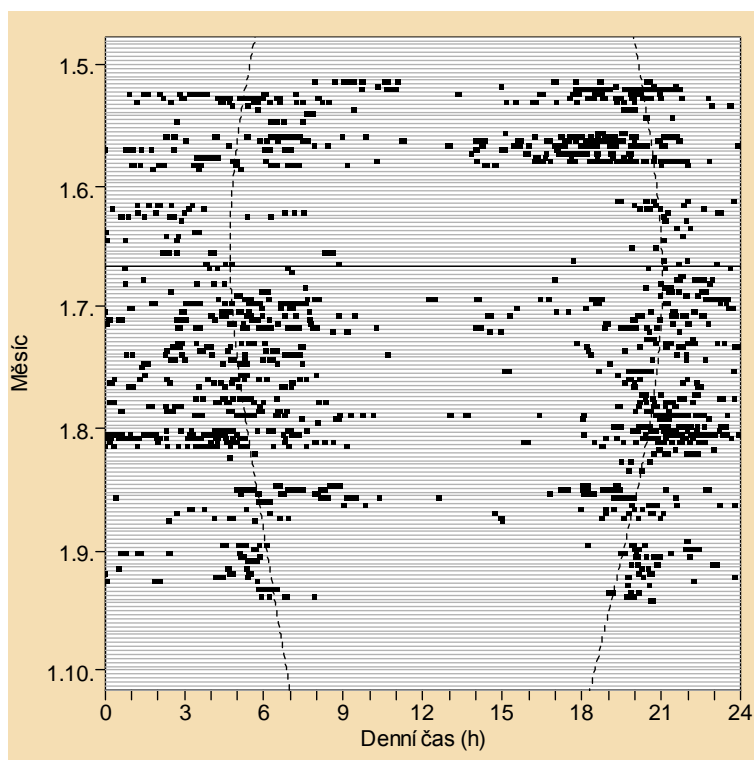
Cirkadiánní aktivita

Výsledky množství aktivních minut pro jednotlivé hodiny v rámci 24 hodin, tedy pro cirkadiánní aktivitu nám dokazují, že křeček polní je především noční živočich. Během dne v průběhu celé sezóny jsem zaznamenal 2 aktivní maxima, jedno ranní a druhé večerní. V tom prvním začíná nárůst aktivity ve 4 hodiny ráno a maximálních hodnot dosahuje mezi 5. a 6. hodinou ráno (112 aktivních minut, 5% z celkového množství). Poté aktivita klesá. Minimálních hodnot dosahuje mezi 11. a 12. hodinou (pouhých 5 záznamů). Od 5. hodin odpoledne opět začíná aktivita narůstat (70 aktivních minut). A mezi 20. a 21. hodinou dosáhne svého druhého maxima (celkem 250 záznamů). Aktivita v tomto maximu tvoří 12% času z celkové aktivity během dne. Následně dojde opět k poklesu. Počet aktivních minut od 23. hodiny do 3. hodiny ranní se ustálí na průměrných 70. To je 14x více než zmíněných 5 záznamů při nejmenší denní aktivitě. Porovnáním aktivity v rámci 24 hodin mezi různým pohlavím zjistíme, že samci jsou více aktivní v nočních a ranních hodinách. Samičí záznamy převažovaly pouze mezi 9. a 10. hodinou dopoledne a poté mezi 11. a 19. hodinou (obr. 9).

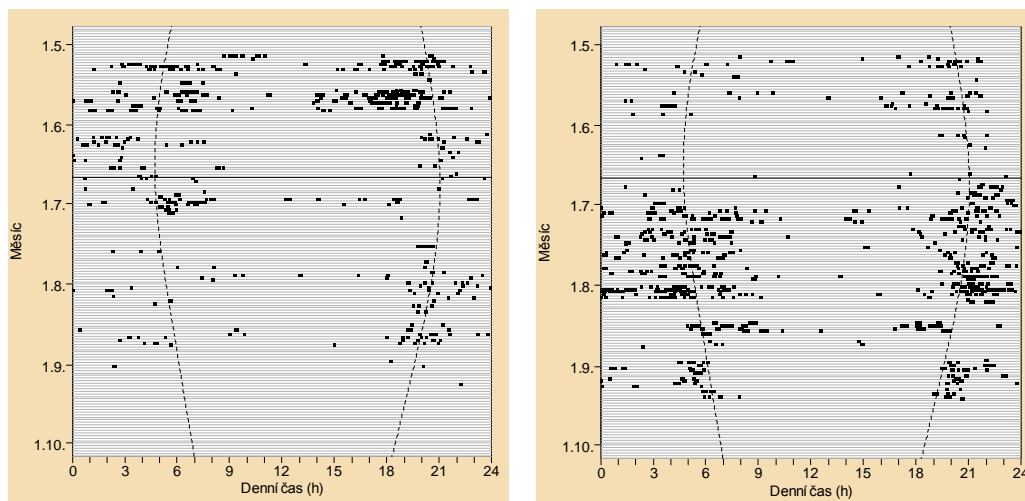


Obr. 9 Počet aktivních minut v jednotlivých hodinách dne v roce 2013. Nahoře celkově pro obě pohlaví dohromady. Dole rozlišeno na samce a samice.

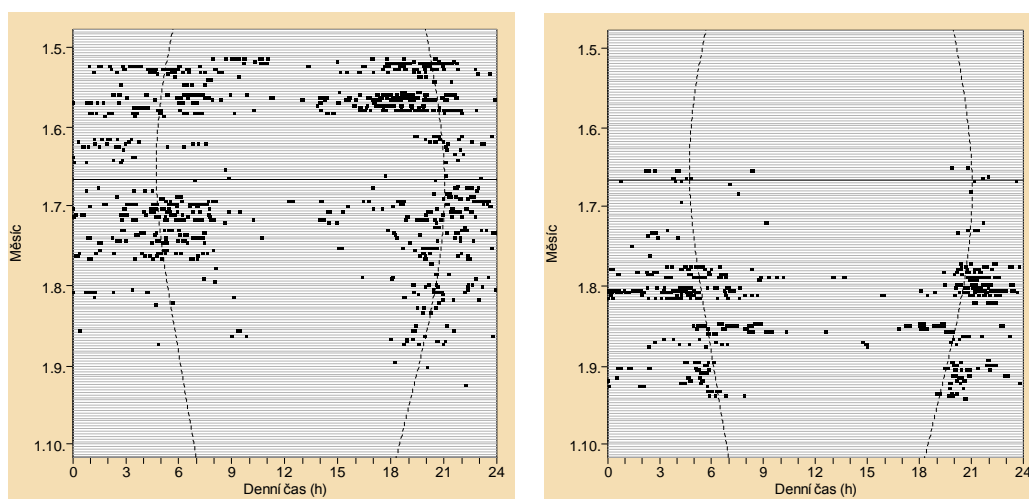
Ze všech 2082 aktivních minut jsem v programu R sestavil záznam cirkadiánní aktivity – tzv. aktogram (obr. 10). Při pohledu na něj zjistíme, že první aktivita křečků začíná začátkem května. Nejméně aktivních minut je v období od začátku června do období okolo letního slunovratu 21. června. Po tomto slunovratu dochází k nárůstu celkové aktivity. Od poloviny srpna dojde k mírnému poklesu a poslední záznamy jsou zaznamenané na konci září. Také si můžeme všimnout celkem velkého množství dat v měsíci květnu s denní aktivitou 2 až 3 hodiny před západem Slunce. Tyto data jsou tvořena převážně dospělými samicemi. Samčích jedinců zaznamenaných v tomto období je výrazně méně. To se naopak mění po již zmíněném letním slunovratu, kdy graf tvoří převážně záznamy samčích jedinců s největší aktivitou okolo východu a západu Slunce (obr. 11). Při porovnání celkových aktogramů podle stáří jedinců vidíme, že adultní křečci jsou nejvíce aktivní na jaře, ale také že svoji aktivitu snižují v měsíci srpnu a v září nevykazují již téměř žádnou cirkadiánní aktivitu. Naopak první subadulti jsou zaznamenáni nejdříve až v polovině června, kdy začínají poprvé vylézat z nor. Zato je u nich pozorována větší aktivita, a to zejména v nočních hodinách, která přetrvává až do konce září (obr. 12). Vyšší denní aktivitu v této době jsem nepozoroval.



Obr. 10 Změny celkové cirkadiánní aktivity křečka polního v roce 2013 bez rozdílu pohlaví nebo věku. Černé body značí aktivní minuty. Vertikální čárkované linie vyznačují východ a západ Slunce. Nejtmavší horizontální linie označuje slunovrat.



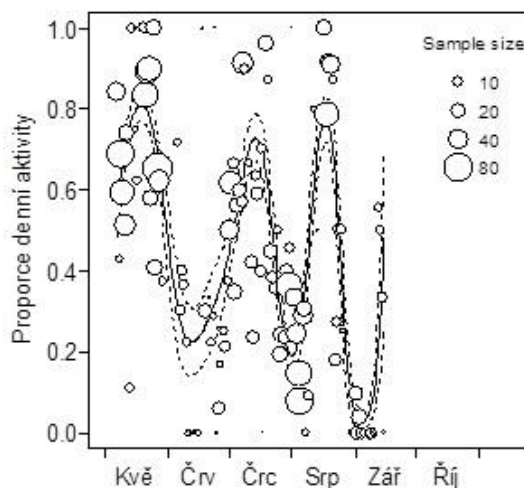
Obr. 11 Změny celkové cirkadiánní aktivity křečka polního v roce 2013 rozlišeno pro samice (vlevo) a samce (vpravo). Černé body značí aktivní minuty. Vertikální čárkované linie vyznačují východ a západ Slunce. Nejtmavší horizontální linie označuje slunovrat.



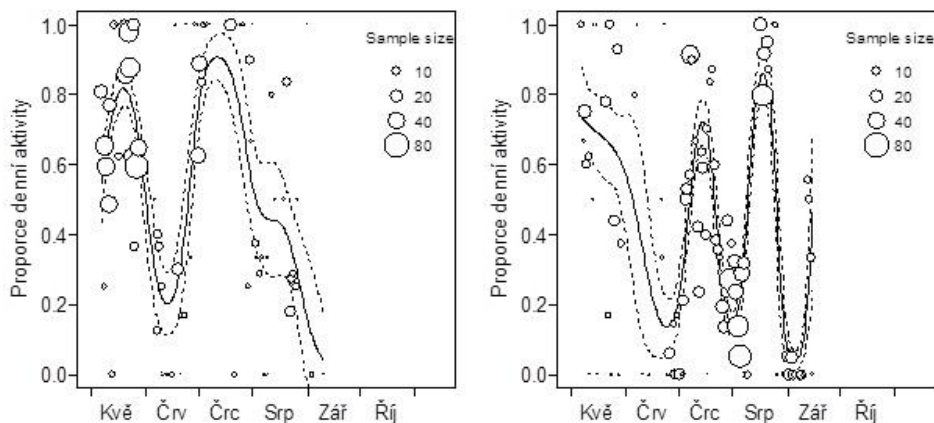
Obr. 12 Změny celkové cirkadiánní aktivity křečka polního v roce 2013 rozlišeno pro adulty (vlevo) a subadulty (vpravo). Černé body značí aktivní minuty. Vertikální čárkované linie vyznačují východ a západ Slunce. Nejtmavší horizontální linie označuje slunovrat.

Zaměřil jsem se také na poměr denní a noční aktivity v průběhu celé sezóny. Graf proporce celkové aktivity všech jedinců nám ukazuje velmi velkou kolísavost dat cyklického charakteru. V květnu převažuje denní aktivita, která klesá a již v červnu je více nočních aktivních minut. V červenci opět dojde k nárůstu směrem k denním hodinám. Začátkem srpna je již křivka na spodní hranici grafu, aby se v průběhu srpna znovu vyšplhala k její horní hranici. Nejvíce noční aktivita je potom na začátku září (obr. 13). Porovnáním grafů proporce denní aktivity v rámci

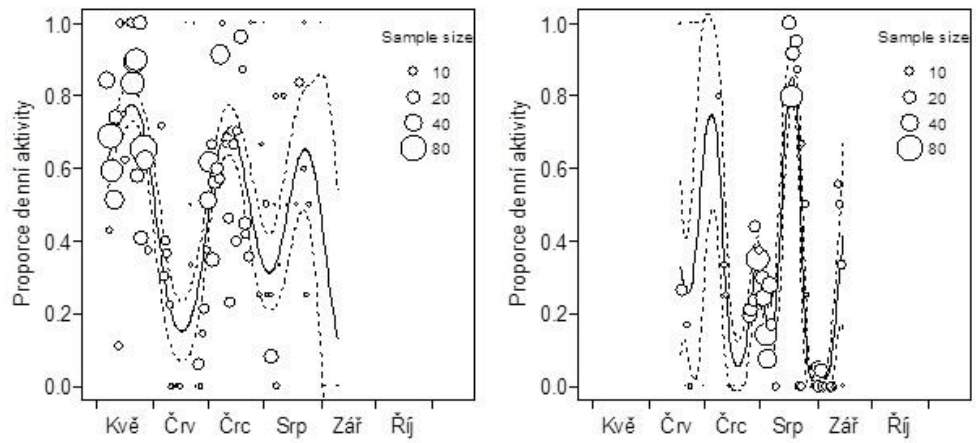
pohlaví vidíme, že se na úvodní kolísavosti v období od května do půlky července podílí hlavně samice a od poloviny července do září převážně samci. To dokazuje již výše zmíněný fakt, kdy samice jsou více aktivní na jaře (obr. 14). Podobné výsledky jsou i při srovnání adultů se subadulty. Dospělí jedinci představují v celkovém proporčním grafu spíše období první poloviny sezóny (květen – červenec), subadulti zase zbylou část sezóny (obr. 15).



Obr. 13 Proporce celkové denní a noční aktivity křečka polního v roce 2013 bez rozdílu pohlaví a věku.



Obr. 14 Proporce celkové denní a noční aktivity křečka polního v roce 2013 rozlišeno pro samice (vlevo) a samce (vpravo).



Obr. 15 Proporce celkové denní a noční aktivity křečka polního v roce 2013 rozlišeno pro adulty (vlevo) a subadulty (vpravo).

Diskuse

V posledních desetiletích došlo k výraznému poklesu křečka polního hlavně v Západní Evropě. Tento trend se začal pomalu ale jistě projevovat i u nás v České republice a také dále na východ (Nechay 2000, Anděra a Beneš 2001). Početnost populace křečka polního, který je řazen mezi silně ohrožené druhy, je v dnešní době na území našeho státu velmi kolísavá. Studium demografických procesů je proto důležité k poznání jeho sociálních projevů a sezónní variability během reprodukčního období. Čím více informací o tomto savci máme, tím lépe se můžeme zaměřit na jeho ochranu.

Tato bakalářská práce navazuje na výzkum křečka polního, jenž probíhá na periferii Olomouce už od roku 2001. Konkrétně se zaměřením na sezónní cirkadiánní aktivitu zkoumanou pomocí metody automatické registrace očipovaných jedinců, která na této lokalitě byla používána i v předchozích letech (Bendová 2011,2013, Hauerland 2008,2011). Kromě těchto prací je na téma cirkadiánní aktivity křečka polního v jednotlivých dnech v přírodní populaci minimum prací (Weiner a Górecki 1974, Górecki 1977). Sezónní změny byly spíše pozorované pouze v laboratorních podmínkách (Wollnik et al. 1991).

Velikost odhadované populace od roku 2001 do roku 2013 nám ukazuje, že počet křečků v jednotlivých letech je velmi nestálý. Střídají se zde roky s vyšší početností (nejvíce rok 2002 a 2005 s 117, respektive 114 jedinci) s roky, kdy je abundance velmi nízká. V dlouhodobém horizontu počet křečků na zkoumané lokalitě v Olomouci klesá o přibližně 10 % ročně. To by potvrzovalo i trend, podle kterého se početnost v západoevropských populacích postupně snižuje (Tkadlec et al. 2012). Jelikož ovšem není prováděn žádný podrobný výzkum i na jiných lokalitách v České republice, nelze ani tuto studii momentálně považovat za potvrzenou. V roce 2013 se na studované lokalitě odchytl 59 jedinců křečka polního. To je oproti předchozímu roku o pouhé 2 jedince méně. Došlo ale k 6násobnému nárůstu početnosti ve srovnání s rokem 2011. S 26 aktivními norami z celkového počtu 57 norových systémů je zde znatelný pokles oproti roku 2012, kdy bylo 45 aktivních norových systémů (kompletně nalezeno 85 nor). Ale například v roce 2011 bylo ze všech nalezených 34 nor pouze 12 aktivních (Bendová 2013).

Z celkového počtu chycených jedinců se mi v automatickém záznamovém zařízení podařilo zachytit 31 různých jedinců, z toho 14 samců a 17 samic. Poměr pohlaví byl tedy vyrovnaný (rozdíly mezi pohlavími nebylo možné prokázat kvůli malé velikosti vzorku). Jeden křeček navštívil v průměru 1,67 nor. To je obecně oproti výsledkům na stejné lokalitě z předchozích let mnohem méně. Tato hodnota s největší pravděpodobností podhodnocuje skutečnost. Může to být způsobeno nižší velikostí populace, množstvím potravy na ploše nebo monitorováním pouhých 10 norových systémů z celkových 57. Zavést automatický registrační systém na všechny nory by bylo ale hodně nákladné. Podle předpokladů navštívilo samčí pohlaví v průměru na jednoho křečka více nor než samičí pohlaví (samci 2, samice 1,41). To dokazuje tendenci samců k vyšší míře povrchové aktivity a většímu teritoriálnímu okrsku. I výsledky z minulých let nám to potvrzují (Bendová 2011, Červinková 2008). Počet aktivních minut pro jednotlivá pohlaví také dokazuje vyšší aktivitu samců, i přesto že samic bylo zaznamenáno v průběhu celé sezóny o 3 více. Avšak zajímavé je, že úplně nejvyšší počet záznamů byl zaregistrován u jedince samičího pohlaví. Statistická významnost nebyla dosažena vzhledem k malému množství vzorků.

Ze záznamů lze těžko určit návštěvnost mezi jednotlivými jedinci, protože nevíme, které záznamy ukazují na křečkův vstup do nory, pobyt v noře, výstup z nory, popřípadě pouhý výskyt na povrchu okolo nory. Avšak u skoro všech norových systémů lze registrovat aktivní minuty různých jedinců zaznamenaných v rozmezí pár minut. To nasvědčuje tomu, že se jedinci ve svých norách navštěvují (nejspíše hlavně z reprodukčních důvodů). Ač jsou křečci spíše solitérní tak o určitých sociálních interakcích svědčí také fakt, že průměrně jedna nora byla navštívena 5,2 jedinci. Také to naznačuje, že jedinci během reprodukční sezóny nevyužívají pouze jeden norový systém, ale obývají jich hned několik (Górecki 1977, Weidling 1996, Weinhold 1998).

Počty aktivních minut v rámci 24 hodin nám potvrdily, že křeček polní je spíše noční živočich s nejvyšší aktivitou okolo východu a západu Slunce, tedy se soumráchnou aktivitou. Nejvíce aktivních minut bylo zaznamenaných mezi 20. a 21. hodinou. Druhý vrchol nastal v rozmezí 5. a 6. hodiny ranní. Výsledky z předešlých let také ukazují na nejvyšší aktivitu od 20. do 21. hodiny. V ranních hodinách bylo ale maximum mezi 3. a 4. hodinou (Bendová 2013). Ranní aktivita se tedy v roce 2013 posunula o 2 hodiny směrem k východu Slunce. Také mnou

zaznamenané výsledky, kdy jsou jedinci samičího pohlaví aktivnější ve světelné části dne a naopak samčí pohlaví převážně v nočních hodinách, nekorelují s výsledky Bendové (2013).

Reprodukční sezóna započala v měsíci květnu a skončila na konci září. V říjnu už všichni křečci většinou hibernují. Výsledky z aktogramu ukazují na změny v počtu aktivních minut okolo slunovratu, kdy celková aktivita před 21. červnem trochu klesla (to je patrné také na záznamech z minulých let). Po slunovratu naopak aktivita vzrostla, nedošlo však k žádným výrazným denním výkyvům. Vliv slunovratu na zvýšenou aktivitu křečků v denních hodinách byl už dříve v laboratorních podmínkách zaznamenán (Wollnik 1991, Monecke 2004). Studie na přírodní populaci došla v období po slunovratu k podobným výsledkům v nárůstu denní aktivity (Bendová 2013). V mé práci jsem tento vliv nepozoroval. Podle další studie dochází u více druhů zvířat od poloviny května do poloviny července k resetování cirkanuálních hodin (Monecke et al. 2014). Tato domněnka také nebyla v mé práci potvrzena. I když bylo také zjištěno, že na začátku aktivní sezóny převažovaly záznamy od samičího pohlaví, převážně 2 až 3 hodiny před západem Slunce. Není jasné, čím by tato aktivita v podvečerních hodinách mohla být způsobena, ale do spojitosti s resetováním cirkanuálních hodin bych ji nedával. Od července potom bylo více aktivní samčí pohlaví. Stejně nebo obdobné výsledky, jež ukazují na vyšší míru aktivity samic v měsících květen a červen a samců v astronomickém létě nebyly dříve na této lokalitě zaznamenány. Domnívám se, že zvýšená samičí aktivita v jarním období může být způsobena zvýšenými energetickými nároky v důsledku laktace.

Podobné výsledky ukazují na převažující jarní aktivitu dospělých jedinců způsobenou jejich častým pářením. V půlce června se na lokalitě objevují subadulti, kteří v této době začínají být aktivní i mimo prostředí své nory. Aktivita těchto mladých jedinců oproti adultům vzrůstá a nejvíce je to patrné v měsíci září, kdy se dospělí křečci již uložili k hibernaci, popřípadě došlo k jejich úmrtí. Mladí subadultní jedinci ještě aktivně vyhledávají potravu a připravují se na hibernaci (Wollnik et al. 1991). V tomto období se rozpadá typická noční aktivita a křečci jsou více aktivní i ve světlé části dne. Tyto změny nastaly ovšem v laboratorních podmínkách. Doklady z přírodní populace přinesly až studie Hauerlanda (2011) a Bendové (2013). V mém případě ale k žádné výrazné změně denní aktivity v předhibernačním období nedošlo.

Sezónní cirkadiánní změny jsou velmi dobře patrné na grafu proporce denní a noční aktivity, kde se střídá aktivita rozprostřena do světlé části dne s aktivitou během nočních hodin. Nejvíce denní aktivity bylo zaznamenáno v půlce května, července a srpna. Z dosavadních výsledků vyplývá, že proporce denní aktivity v průběhu rozmnožování se dramaticky mění a změny mají cyklický charakter. Analýza záznamů z jednotlivých norových systémů naznačuje, že tyto cyklické změny nejsou výsledkem sloučení záznamů z různých registračních zařízení a norových systémů. Nejpravděpodobnější vysvětlení lze patrně hledat ve změnách v chování v souvislosti s reprodukčním cyklem. Ten je dán fázemi březosti a laktace. První maximum v proporcí denní aktivity pozorované v první polovině května může takto souviset s porodem mláďat. V průběhu laktace potom dochází k poklesu denní aktivity. Další maximum se objevuje v červenci a mohlo by signalizovat období druhého porodu. Přímé doklady o vlivu reprodukce na chování ale dosud chybí. U samců jsou rovněž pozorována dvě maxima, ale ve srovnání se samicemi se vyskytují s menším zpožděním, k jehož vysvětlení zatím chybí detailní informace.

I přes prokázání určitých sezónních cirkadiánních změn křečka polního stále nebyly odhaleny endogenní nebo exogenní vlivy, které je způsobují. Do budoucna počítám s pokračováním výzkumu na toto téma. Mohlo by tedy dojít k objevení nových poznatků ohledně cirkadiánní aktivity a obecně o celkovém životě křečka polního v přírodní populaci.

Souhrn

V předložené bakalářské práci jsem se zabýval výzkumem cirkadiánní aktivity a jejími změnami v průběhu reprodukční sezóny křečka polního na periférii Olomouce. Dospěl jsem k následujícím výsledkům:

- 1) Jednotlivé nory byly navštíveny v průměru 5,2 různými jedinci.
- 2) Samci mají oproti samicím tendenci k vyšší míře povrchové aktivity.
- 3) Křeček polní vykazuje soumráčnou až noční aktivitu s 2 maximy aktivity. První nastává mezi 20. a 21. hodinou, druhé potom mezi 5. a 6. hodinou.
- 4) Nebylo zjištěné žádné výrazné zvýšení denní aktivity ať už v období po slunovratu nebo na konci reprodukčního období na rozdíl od studií z minulých let na stejné lokalitě.
- 5) V jarních měsících jsou v našich záznamech více aktivní adultní samice, zatímco v letním období jsou to naopak adultní samci a subadultní jedinci.
- 6) V proporcí denní aktivity byly pozorovány v průběhu rozmnožování cyklické změny, které patrně souvisí s reprodukčními cykly. Přímé doklady však dosud chybí.

Literatura

- ANDĚRA M, BENEŠ B. 2001. Atlas rozšíření savců v České republice – Předběžná verze IV. Hlodavci (Rodentia) – část 1. Křečkovití (Cricetidae), hrabošovité (Arvicolidae), plchovití (Gliridae). Praha: Národní muzeum. 160 s.
- ANDĚRA M. 2006. Metody monitoringu savců v ČR – křeček polní. AOPK ČR. Dostupné z: http://www.nature.cz/publik_syst2/files08/Methodika-Cricetus-cricetus.pdf
- ANDĚRA M, GAISLER J. 2012. Savci České republiky – popis, rozšíření, ekologie, ochrana. Praha: Academia.
- BENDOVÁ M. 2011. Vzorec návštěv křečka polního [bakalářská práce]. Olomouc: Katedra zoologie a ornitologická laboratoř PřF UP v Olomouci. 49 s.
- BENDOVÁ M. 2013. Cirkadiánní aktivita křečka polního v přírodní populaci [diplomová práce]. Olomouc: Katedra zoologie a ornitologická laboratoř PřF UP v Olomouci. 53 s.
- ČERVINKOVÁ J. 2008. Proměnlivost v prostorovém chování křečka polního [bakalářská práce]. Olomouc: Katedra geologie PřF UP v Olomouci. 32 s.
- GOECKI A. 1977. Energy flow through the Common Hamster population. Acta Theriol 22: 25–66.
- GRULICH I. 1975a. K poznání areálu křečka polního (*Cricetus cricetus* L. /Mamm.) v Československu. Zprávy ÚKZÚZ 16(9): 24–39.
- GRULICH I. 1975b. Populační exploze křečka polního (*Cricetus cricetus* L.) – na východním Slovensku v roce 1971. Zprávy ÚKZÚZ 16(9): 15–23.

- GRULICH I. 1977. Křeček polní *Cricetus cricetus* L. a zákonitosti jeho rozšíření v ČSSR. *Živa*. 66: 33–36.
- HAUERLAND L. 2008. Demografické procesy v přírodní populaci křečka polního [bakalářská práce]. Olomouc: Katedra ekologie a ŽP PřF UP v Olomouci. 26 s.
- HAUERLAND L. 2011. Sezónní změny v cirkadiánní aktivitě křečka polního [diplomová práce]. Olomouc: Katedra ekologie a ŽP PřF UP v Olomouci. 39 s.
- HOOGENBOOM I, DAAN S, DALLINGIA JH, SCHOENMAKERS M. 1984. Seasonal change in the daily timing of behaviour of the common vole, *Microtus arvalis*. *Oecologia* (Berl). 61: 18–31.
- ILLNEROVÁ H. 1994. Blížíme se k poznání podstaty biologických hodin? *Vesmír* 73(8): 425. Dostupné z: <http://www.vesmir.cz/clanek/blizime-se-k-poznani-podstaty-biologickych-hodin>
- KAYSER A. 2002. Populationsökologische Studien zum Feldhamster *Cricetus cricetus* (L., 1758) in Sachsen-Anhalt [dissertation]. Halle-Wittenberg: Martin-Luther-Universität.
- KAYSER A, WEINHOLD U, STUBBE M. 2003. Mortality factors of the common hamster *Cricetus cricetus* at two sites in Germany. *Acta Theriol* 48(1): 47–57.
- KRONFELD-SCHOR N, DAYAN T. 2008. Activity patterns of rodents: the physiological ecology of biological rhythms. *Biol Rhythm Res* 39(3): 193–211.
- MONECKE S. 2004. Saisonale Rhythmen und ihre Synchronisation beim Europäischen Feldhamster (*Cricetus cricetus*) [dissertation]. Biologisches Institut der Universität Stuttgart.
- MONECKE S, WOLLNIK F, PÉVET P. 2014. Chapter 14. The Circannual Clock in the European Hamster: How Is It Synchronized by Photoperiodic Changes? In: Numata H, Helm B, eds. *Annual, Lunar, and Tidal Clocks*. Strasbourg:

Springer Japan. p. 277–308.

NECHAY G. 2000. Status of Hamsters: *Cricetus cricetus*, *Cricetus migratorius*, *Mesocricetus Newtoni* and other hamster species in Europe. Convention on the conservation of European wildlife and natural habitats, Nature and Environment Series, No. 106.

R Development Core Team. 2010. R: a language and environment for statistical computing. Vienna (Austria): R Foundation for Statistical Computing.

REICHHOLF J. 1996. Průvodce přírodou. Savci. Praha: IKAR.

REZNIK-SCHÜLLER H, REZNIK G, MOHR U. 1974. The European hamster (*Cricetus cricetus* L.) as an experimental animal: Breeding methods and observations of their behaviour in the laboratory. *Z. Versuchstierk.* 16: 48–58.

SCHIBLER U, SASSONE-CORSI P. 2002. A Web of Circadian Pacemakers. *Cell.* 111: 919–922

STUBBE M & STUBBE A, eds. 1998. Ökologie und Schutz des Feldhamsters. Halle/Saale: Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.

TKADLEC E, HEROLDOVÁ M, VÍŠKOVÁ V, BEDNÁŘ M, ZEJDA J. 2012. Distribution of the common hamster in the Czech Republic after 2000: retreating to optimum lowland habitats. *Folia Zool* 61(3/4): 246–253.

VOHRALÍK V, ANDĚRA M. 1976. Rozšíření křečka polního *Cricetus cricetus* (L.) v Československu. Praha. *Lynx* 13: 85–97.

VOHRALÍK V. 2011. Nové nálezy křečka polního (*Cricetus cricetus*) v České republice (Rodentia: Cricetidae). Praha. *Lynx* 42: 189–196.

Vyhláška č. 395/1992 Sb. Ministerstva životního prostředí České republiky ze dne 11. června 1992, kterou se provádějí některá ustanovení zákona České národní

rady č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.

- WEIDLING A. 1996. Zur Ökologie des Feldhamsters *Cricetus cricetus* L., 1758 im Nordharzvorland. Halle (Saale): Martin-Luther Univ. 120 pp.
- WEINER J, GÓRECKI A. 1974. Field registration of the animals activity using infra-red light. *Wiad ekol* 20(3): 287–291.
- WEINHOLD U. 1998. Zur Verbreitung und Ökologie des Feldhamsters (*Cricetus cricetus* L. 1758) in Baden-Württemberg, unter besonderer Berücksichtigung der räumlichen Organisation auf intensiv genutzten landwirtschaftlichen Flächen im Raum Baden-Württemberg [dissertation]. Heidelberg: Universität Heidelberg.
- WEINHOLD U. 2008. Draft European action plan for the conservation of the common hamster *Cricetus cricetus*, L. 1758. Second version. Strasbourg: Council of Europe, Convention on the conservation of European wildlife and natural habitats, Standing Committee.
- WENDT W. 1991. Der Winterschlaf des Feldhamsters, *Cricetus cricetus* (L., 1758) – Energetische Grundlagen und Auswirkungen auf die Populationsdynamik. In: Stubbe M, ed. *Populationsökologie von Kleinsäugerarten*. Wiss. Beitr. Univ. Halle 34(P42). p. 67–78.
- WOLLNIK F, BREIT A, REINKE D. 1991. Seasonal change in the temporal organization of wheel-running activity in the European hamster, *Cricetus cricetus*. *Naturwissenschaften* 78: 419–422.
- ZIOMEK J, BANASZEK A. 2007. The common hamster, *Cricetus cricetus* in Poland: status and current range. *Folia Zool* 56(3): 235–242.

Přílohy

Příloha A Informace o jedincích křečka polního zaznamenaných v automatickém registračním zařízení v roce 2013.

Pořadové číslo	Identifikační číslo (ID)	Zkrácené ID	Pohlaví	Věk	Počet navštívených		Počet aktivních minut
					nor	Navštívené norv	
1	564889	889	f	a	2	17,24	381
2	10016009	9	m	s	1	13	349
3	15517768	768	m	s	1	36	299
4	596110	110	m	a	3	13,17,36	244
5	557379	379	m	a	6	8,17,27,36,44,49	171
6	10019587	587	f	a	1	17	120
7	563178	178	f	a	2	22,25	80
8	10024203	203	f	a	1	44	67
9	608443	443	f	a	1	8	54
10	10027777	777	m	a	3	24,25,27	53
11	10029010	10	f	a	2	22,24	43
12	557637	637	f	s	1	13	33
13	15517706	706	f	s	2	8,13	23
14	10017930	930	m	a	3	17,22,24	23
15	10015496	496	f	s	1	8	21
16	10029106	106	f	a	2	8,49	20
17	10016598	598	f	s	2	13,22	17
18	10019496	496	m	a	1	8	16
19	15517730	730	f	s	1	44	14
20	15517843	843	m	s	1	44	13
21	10019739	739	m	a	2	17,36	9
22	15517631	631	f	s	1	36	6
23	562649	649	f	a	1	44	5
24	10016605	605	f	a	1	44	5
25	565356	356	m	s	1	17	4
26	15517731	731	f	s	1	44	3
27	562109	109	m	a	1	36	3
28	563693	693	f	a	2	17,24	2
29	15517954	954	m	s	1	44	2
30	562013	13	m	s	3	8,13,49	1
31	15517716	716	m	s	1	36	1