

Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta
Katedra zoologie a ornitologická laboratoř



Sezónní variabilita prostorového chování křečka polního s využitím fotopastí

Bc. Martin Stejskal

Diplomová práce

předložená

na Katedře zoologie a ornitologické laboratoři

Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

jako součást požadavků

na získání titulu Mgr. v oboru

Zoologie

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

Olomouc 2017

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením prof. MVDr. Emila Tkadlece, CSc. a jen s použitím citovaných literárních pramenů.

V Olomouci 26. července 2017

.....

Podpis

STEJSKAL M. 2017. Sezónní variabilita prostorového chování křečka polního s využitím fotopastí [diplomová práce]. Olomouc: Katedra zoologie a ornitologická laboratoř PŘF UP v Olomouci. 54s. 4 přílohy, česky.

Abstrakt

V posledních desítkách let došlo v západoevropských zemích k poklesu populací křečka polního (*Cricetus cricetus*). Dřívější výzkumy dokládají poklesy populace v České republice a dalších zemích střední a východní Evropy. Důsledkem těchto poklesů je křeček polní řazen mezi silně ohrožené druhy a chráněn zákony v mnoha státech Evropy se snahou o revitalizaci populací. Křeček polní je dobře prostudován v laboratorních podmínkách, ale z přírodních populací pochází jen velmi málo dat.

Cílem diplomové práce je studium chování křečka polního v přírodní populaci se zaměřením na výzkum cirkadiánní aktivity a nokturnalit za použití fotopastí. Bylo také využito metody zpětného odchytu značených jedinců s použitím automatického registračního systému, jehož výsledky byly srovnávány s výsledky z fotopastí. Výzkum probíhal v roce 2016 a 2017 na periferii Olomouce. V roce 2016 bylo získáno 2707 záznamů a v roce 2017 1792 záznamů z fotopastí. Jednotlivá data za oba roky vykazují krepuskulární aktivitu s občasou noční aktivitou. Nokturalita se vyznačuje dvěma výraznými poklesy kolem začátku května a začátkem června. Výsledky naznačují, že využívání fotopastí pro studium aktivity může mít velmi užitečný přínos v tradičním terénním výzkumu, stejně jako automatická registrační zařízení.

Klíčová slova: cirkadiánní aktivita, *Cricetus cricetus*, fotopast, křeček polní, nokturalita

STEJSKAL M. 2017. Seasonal variability in spatial behaviour of the common hamster using a camera trap approach [diploma thesis]. Olomouc: Department of Zoology and Laboratory of Ornithology Science, Faculty of Science, Palacky University Olomouc. 54 p. 4 Appendices. In Czech.

Abstract

The population size of the common hamster (*Cricetus cricetus*) in western states of Europe has decreased in the last decades. Recent research has shown a population decrease in the Czech Republic and other states of central and western Europe. As a result, the common hamster has become considered critically endangered and protected by law in many European countries, with many attempting to revitalize its populations. The hamster was well studied under laboratory conditions, but until now there are little data from natural populations.

The objectives of the diploma thesis is to study behaviour of the common hamster in natural population, with focus on circadian activity and nocturnality using camera traps. I used a method capture-recapture combined with automatic recording system, whose data were compared with data from camera traps. The research was conducted in the outskirts of Olomouc in 2016 and 2017. I obtained 2707 video-tape records in 2016 and 1792 video-tape records in 2017. The analysis of data shows that hamsters were largely crepuscular with some nocturnal activity. Nocturnal activity shows two minima around the beginning of May and of June. The results suggest that the use of camera trap for studying the pattern of activity may be a very useful approach additionally to traditional field techniques, such as automatic recording devices.

Key words: camera trap, circadian activity, *Cricetus cricetus*, common hamster, nocturnal activity

Obsah

Seznam tabulek	viii
Seznam obrázků	ix
Poděkování	x
1. Úvod	1
1.1. Historické a současné změny v rozšíření v Evropě a ČR	1
1.2. Právní ochrana	5
1.3. Charakteristika křečka polního	5
1.3.1. Zařazení a popis druhu	5
1.3.2. Rozšíření	6
1.3.3. Nory	6
1.3.4. Rozmnožování a výchova mláďat	7
1.3.5. Aktivita	8
1.3.6. Mortalita	9
1.4. Historie a využívání fotopastí	9
2. Cíle práce	12
3. Materiál a metody	13
3.1. Popis lokality	13
3.2. Metoda odchyty jedinců	13
3.3. Fotopasti	15
3.4. Zpracování dat	16
4. Výsledky	18
4.1. Cirkadiánní aktivita	19
4.1.1. Rok 2016 a srovnání dat	19
4.1.2. Rok 2017 a srovnání dat	21

4.2.	Proporce noční aktivity	22
4.3.	Distribuce denní aktivity	24
4.4.	Aktivita	26
4.5.	Technické problémy	28
5.	Diskuze.....	29
6.	Souhrn	34
7.	Literatura	35
8.	Přílohy	41
8.1.	Příloha A.....	41
8.2.	Příloha B.....	42
8.3.	Příloha C.....	43
8.4.	Příloha D.....	44

Seznam tabulek

Tabulka 1 Procentuální zastoupení jedinců ve věkových třídách v letech 2016 a 2017.	18
Tabulka 2 Počty záznamů s různými počty jedinců na jednom videozáznamu v letech 2016 a 2017.....	27

Seznam obrázků

Obr. 1 Distribuce křečka polního v Evropě (převzato z Weinhold & Kayser 2006). Šedá = data z let 1950–1990, černá = data po roce 1990.....	2
Obr. 2 Mapa rozšíření křečka polního (<i>Cricetus cricetus</i>) na území České republiky s daty získanými z více zdrojů a s červenou čarou vymežující původní rozšíření zaznamenané Grulichem (Tkadlec et al. 2012).....	4
Obr. 3 Křeček polní.....	6
Obr. 4 Křeček v živolovné pasti sedící na nášlapném můstku.....	14
Obr. 5 Vypouštění křečka ze skleněné nádoby, ve které byl předtím uspán	15
Obr. 6 Připravená fotopast namířená na vchod do nory s kruhovou anténou.	16
Obr. 7 Zpracovávání jednotlivých videí.....	17
Obr. 8 Aktogram z roku 2016 s využitím fotopastí. Modré čtverečky znázorňují aktivní minuty dne. Oranžové čáry naznačují východ a západ slunce.....	19
Obr. 9 Aktogram z roku 2016 s využitím metody automatické registrace značených jedinců.....	20
Obr. 10 Aktogram z roku 2017 s využitím fotopastí	21
Obr. 11 Aktogram z roku 2017 s využitím metody automatické registrace značených jedinců.....	22
Obr. 12 Proporce noční aktivity za rok 2016. Levý graf obsahuje všechna data noční aktivity a pravý jen data, kterých bylo více než 10 za den.	23
Obr. 13 Proporce noční aktivity za rok 2017. Levý graf obsahuje všechna data noční aktivity a pravý jen data, kterých bylo více než 10 za den.	24
Obr. 14 Distribuce denní aktivity během 24 hodin na jednotlivých měsících v roce 2016.	25
Obr. 15 Distribuce denní aktivity během 24 hodin na jednotlivých měsících v roce 2017.	25
Obr. 16 Proporce hlavních pozorovaných druhů aktivit chování v roce 2016.....	26
Obr. 17 Proporce hlavních pozorovaných druhů aktivit chování v roce 2017.....	27

Poděkování

Rád bych poděkoval především prof. MVDR. Emilu Tkadlecovi, CSc. za vedení celé mé diplomové práce, poskytnutí odborné literatury, cenné rady, pomoc při znovuzískání ztracených dat, pomoc se statistickým zpracováním dat a hlavně za jeho ochotu, trpělivost, vstřícnost a čas. Dále bych chtěl poděkovat také Mgr. Janu Losíkovi, PhD za poskytnuté rady a pomoc v terénu. Za terénní spolupráci při získávání dat děkuji Bc. Ladě Zemanové, Bc. Tomáši Filípkovi, Davidu Skočíkovi, Msc Ira Emmanuel Dila Damugi a ostatním členům našeho křečkářského týmu. V neposlední řadě bych rád poděkoval celé své rodině za podporu.

1. Úvod

1.1. Historické a současné změny v rozšíření v Evropě a ČR

V Evropě je křeček polní *Cricetus cricetus* (Linnaeus, 1758) největším z osmi zde žijících druhů (Nechay 2000). Je to malý hlodavec, který pochází z přírodních a polopřírodních stepí, nicméně se také velmi dobře adaptoval na život v agrikulturních oblastech, kde se velmi dobře šířil. Zde také působí značné škody na zemědělských plodinách. Ukazuje se, že je zcela synantropním druhem a v blízkosti člověka žije od doby, kdy se člověk začal významně věnovat pěstování zemědělských plodin (Weinhold 2008). Křeček vykazuje fragmentovanou distribuci rozšíření napříč celou Evropou. Je tomu tak díky vlivu člověka, který se značně podílel na její snížení (Neumann et al. 2004).

Protože se periodicky exploatačně šířil po všech zemědělských oblastech, byl považován za velkého škůdce, jeho stavy byly snižovány pomocí rodenticidů už od první poloviny minulého století a v některých zemích to pokračuje stále (Nechay 2000). Po staletí byl pronásledován, loven, tráven, topen a vyhrabáván z nor (Weinhold 2008). Loven býval často kvůli své kožešině, která byla velmi oblíbená a proto se i značně využívala v kožařském průmyslu (Nechay 2000). V některých případech došlo k masivnímu přemnožení, jako například v roce 1971 na Slovensku (Grulich 1980, 1981). Dnes již nedochází k masivním přemnožením populací, stejně jako k vysokým ekonomickým škodám na zemědělských plodinách. Příčinou pravděpodobně jsou dnešní mnohem nižší populační denzity, než tomu bylo před desítkami a stovkami let, což vylučuje možnost přemnožení (Weinhold 2008).

V důsledku technologických a strukturních změn v zemědělství, přímé snaze o snížení početnosti křečků a s přispěním účinků používání pesticidů je v mnoha částech západní Evropy ohrožen (Nechay 2000). Evropské populace (obr. 1) jsou příliš malé a roztroušené do velkých vzdáleností většinou bez možnosti kontaktu (Smulders et al. 2003). Pouze ve třech zemích Evropy je běžným druhem, v osmi zemích je kriticky ohrožený a z většiny zbývajících zemí není dostatečné množství kvalitních dat (Weinhold 2008). Jeho úbytek je zaznamenán hlavně ve Francii, Belgii, Nizozemí, Německu a Rakousku. V těchto zemích je již chráněný samotnými zákony dané země a také v rámci Bernské dohody. Protože těch pár zbývajících západních populací je

vzájemně izolovaný, je v mnoha zemích snaha o vytvoření záchranných programů (Nechay 2000). V Polsku je situace natolik kritická, že místní populace naprosto ztratily kontakt se západními populacemi z Německa a s východními populacemi z Běloruska (Tkadlec 2010).

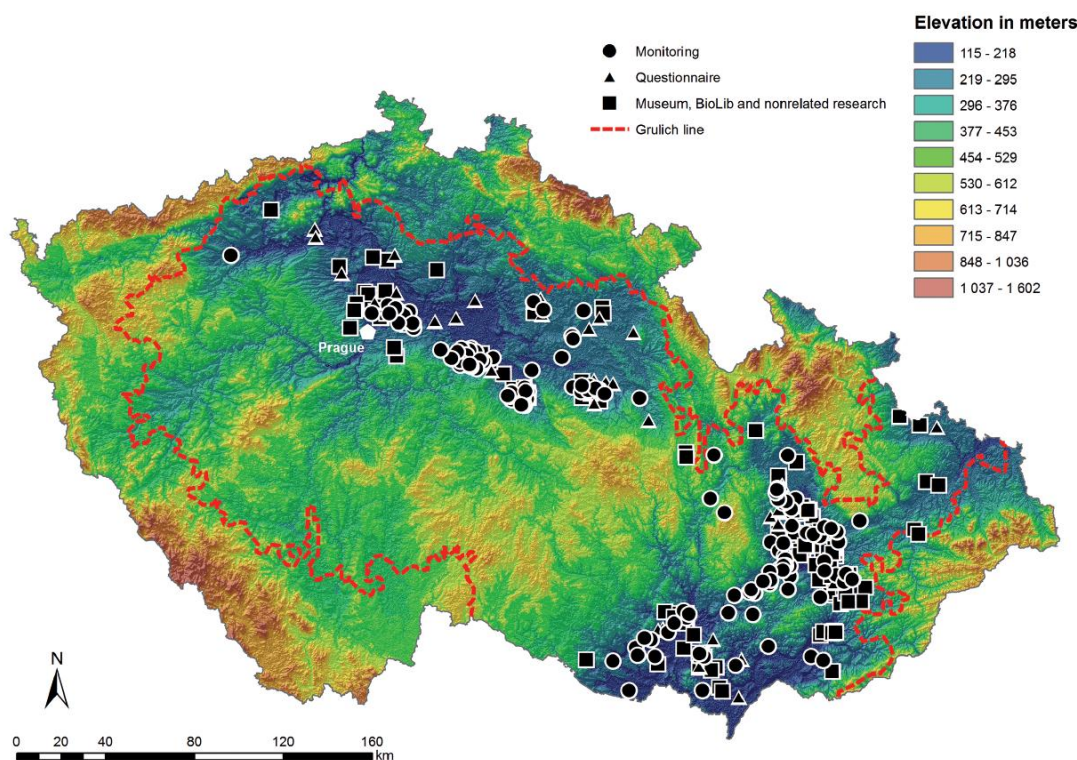


Obr. 1 Distribuce křečka polního v Evropě (převzato z Weinhold & Kayser 2006). Šedá = data z let 1950–1990, černá = data po roce 1990.

Kromě právní ochrany, je zde i snaha o kompenzaci škod zemědělcům na zemědělských plodinách, které způsobil křeček. V centrální a východní Evropě jsou populace křečků zdravější a vitálnější než je tomu na západě, nicméně z těchto oblastí pochází velice málo dat (Nechay 2000). K pokusu o sjednocení informací o distribuci tohoto druhu došlo díky pořádání mezinárodních konferencí (International Common hamster Workgroup), které se pořádaly napříč Evropou. Naneštěstí se jí neúčastnili všichni, kteří byli pozváni, proto stále chybí spousta informací (Weinhold 2008).

V České republice byl stále ještě pokládán za škůdce až do 60. let 20. století. Jeho značný pokles ale způsobil, že od 70. a 80. let byl řazen mezi ohrožené druhy (Anděra a Beneš 2001). První zmapování rozšíření křečka polního v celé České republice se uskutečnilo pomocí dotazníkové akce (Vohralík a Anděra 1976). Od poloviny dvacátého století ovšem jeho výskyt prodělal jisté signifikantní změny. Dříve obýval hlavně nížinné zemědělské oblasti, do vyšších nadmořských výšek vystupoval jen na bezlesých územích. Během sedmdesátých a osmdesátých let se ale jeho hustota výskytu dramaticky snížila, z některých oblastí dokonce vymizel (Anděra 2011). Od sedmdesátých let křeček obýval zhruba dvě třetiny České republiky, které tvořily otevřenou zemědělskou oblast. Poté se od monitoringu upustilo, takže současné rozšíření není příliš známé (Tkadlec et al. 2010, 2012).

V České republice (obr. 2) byl výskyt křečka zaznamenán na 75 lokalitách s největší hustotou ve středních Čechách, zvláště v okolí Prahy, kde žije převážně v zemědělských oblastech, ale i v okrajových částech samotné Prahy (Vohralík 2011). Výskyt křečka je hlavně v zemědělských oblastech Polabí a Poohří v Čechách. Na Moravě je především v Hornomoravském, Dolnomoravském a Dyjsko-svrateckém úvalu, ze kterých má možnost migrovat do Slezska přes Moravskou bránu (Tkadlec et al. 2010, 2012, Vohralík 2011). Největší migrační bariéru zde tvoří dálnice s přípojnými přivaděči (Tkadlec et al. 2010, 2012). Kromě rozsáhlých polí žijí také v zahradách, zahrádkářských koloniích, ale dokonce i na trávnicích mezi panelovou zástavbou (Vohralík 2011).



Obr. 2 Mapa rozšíření křečka polního (*Cricetus cricetus*) na území České republiky s daty získanými z více zdrojů a s červenou čarou vymežující původní rozšíření zaznamenané Grulichem (Tkadlec et al. 2012).

O křečkovi je toho známo velmi málo, přestože existují programy na umělý odchov a reintrodukci zpět do volné krajiny. Probíhají rovněž výzkumy, například na genetickou strukturu a diverzitu (Neumann et al. 2004). Monecke (2001) se domnívá, že došlo ke změnám ve fyziologii a chování během léta a zimy. Pro zvýšení početnosti populace by bylo vhodné zmírnění fragmentace krajiny, zamezení ztrátám habitatů, reintrodukce jedinců, zajištění osvěty a zlepšení výzkumu. Nejúčinnější by bylo opětovné zavedení tradičního maloplošného zemědělství s rozdílnými sezónními plodinami (Weinhold 2008). Podrobná data popisující strukturu populace zatím chybí, proto není možné odhalit jednotlivé mechanismy způsobující kolísání početnosti populace (Tkadlec 2010). A jednotlivých dat z posledních let je málo, proto by bylo vhodné pokračovat ve výzkumu křečků a publikovat i jednotlivé datové nálezy, které mohou v budoucnosti pomoci k vývoji rozšíření křečka polního v České republice (Vohralík 2011), ale i v celé Evropě.

1.2. Právní ochrana

K ochraně křečka polního přispívá Směrnice 92/43/EHS Evropské Unie ze dne 21. května 1992 o ochraně přírodních stanovišť, volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin a Příloha IV. Druhy živočichů a rostlin v zájmu Společenství, které vyžadují přísnou ochranu. Tato směrnice je platná pro všechny členské státy EU, na jejichž území byl prokázán výskyt křečka polního (Směrnice 92/43/EHS). Bernská konvence řadí křečka do kategorie silně ohrožený druh.

V České republice je křeček polní chráněn zákonem 114/1992 a nově řazen mezi silně ohrožené druhy vyhláškou č. 175/2006 Sb.

1.3. Charakteristika křečka polního

1.3.1. Zařazení a popis druhu

Křeček polní (obr. 3) patří mezi hlodavce (třída: *Muridae*, čeleď: *Cricetinae*). Vyznačuje se zavalitým tělem, krátkým ocáskem, středně velkým zakulaceným párem uší a mohutnými lícními torbami. Dospělí jedinci dosahují délky 200–300 mm, k tomu mají krátký neosrstěný ocásek v délce 40–60 mm. Samice dosahují hmotnosti 200–600 g a samci 300–800 g (Nechay 2000, Weinhold 2008). Jsou ale i doložené případy, kdy samec měl 1000 g. Zvláštností je černé břicho, které je mezi savci velmi neobvyklé (Nechay 2000). Kožich na hřbetu a po stranách je zbarven středně tmavě až světle hnědě, tlapky a okolí čenichu je bílé, na tvářích, krku a za předními končetinami má krémové skvrny. Tyto barevné kombinace z něj dělají s jistotou nejbarevnějšího savce Evropy (Weinhold 2008). Na bocích a na břiše mají umístěné mazové žlázy, které jsou zvláště nápadné u samců v době rozmnožování a díky nim produkují pro křečky typický pach (Anděra a Horáček 2005, Weinhold 1998).

V průměru se dožívá 31–34 měsíců (Ernst et al. 1989). Svou potravu si schovává do dobře vyvinutých lícních torb, což mu umožňuje ji snadněji přenášet (Nechay 2000, Dungel a Gaisler 2003). Jeho potravou je převážně strava rostlinného původu (Müller 1960), jako jsou například listy, stonky, kořeny, plody a semena (Bolshakov 1997). Když se jim naskytne příležitost, tak nepohrdnou ani živočišnou potravou. Tou jsou hlavně bezobratlí živočichové, ale také občas drobní savci. Ve vzácných případech může být i kanibal (Eibl-Eibesfeldt 1953, Grulich 1980).



Obr. 3 Křeček polní

1.3.2. Rozšíření

Z fosilních záznamů je křeček znám již z období Oligocénu, nicméně křeček podobný svou anatomií dnešnímu druhu pochází až z Miocénu (Weinhold a Kayser 2006). Vyskytuje se na území Eurasie ve stepních a lesostepních oblastech, ale převážně i v zemědělsky obdělávaných oblastech (Nechay 2000). Konkrétně se pásmo jeho výskytu táhne přes západní, centrální, jihovýchodní a východní Evropu, dále pak přes západní Asii hlavně Rusko a Kazachstán. Je doložen výskyt i z Číny z provincie Xinjang. Vyskytuje se převážně v nížinných oblastech a zpravidla nepřekračuje výšku 500 m nad mořem (Weinhold 2008). Pokud je oblast dostatečně odlesněná může se vyskytovat i do výšek 600 m nad mořem (Vohralík a Anděra 1976). Nejraději má nížiny v oblasti říčních toků, ale proniká i do mezofytní a mezo-xerofytní otevřené krajiny (Koneva 1983). Co se teploty týká tak preferuje oblasti s teplotou od $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Grulich 1975). V horských oblastech, lesech, bažinách a pouštích se nevyskytuje (Weinhold 2008).

1.3.3. Nory

Místo pro stavbu nory ovlivňuje i hladina podzemní vody, případně množství ročních srážek, kdy v oblastech s úhrnem srážek nad 600 mm nezůstává trvale. Nory si buduje většinou na černozemích nebo hnědozemích, které mu poskytují dostatečnou stabilitu pro stavbu doupěte. Křeček má dva typy nor podle ročního období zimní a letní. Zimní

nory jsou mnohem hlubší okolo 2 m a bývají využívány pro hibernaci od přelomu září/říjen do přelomu duben/květen, proto jsou také dobře zásobeny potravou. Letních nor bývá víc a můžou být budovány i v méně kvalitních písčítých nebo kamenitých půdách (Weinhold 2008). Nory můžou být i obecně velmi různorodé, záleží hlavně na konkrétní sezóně, ale i na věku či pohlaví majitele (Berdyugin a Bolshakov 1998). Během nepříznivého počasí jako je déšť nebo zima křeček jednotlivé vchody do nory uzavírá pomocí hlíny (Nechay 2000). Křečci mívají obecně více nor, ale hlavní nora je ta, kde nejčastěji žije, spí, stará se o mláďata a dělá si zásoby na zimu (Karaseva a Shilyaeva 1965). Z jedné nory vede víc tunelů, které mívají šířku od 40 do 100 mm, podle velikosti a věku majitele (Eisentraut 1928, Grulich 1981). Samci mají obecně více nor na svém teritoriu, samice jich mají méně, ale za to u nich mají více východů.

1.3.4. Rozmnožování a výchova mláďat

Křeček je považován za soliterní druh, k ostatním jedincům se většinou chová agresivně až na dobu páření (Gorecki 1977, Nechay 2000, Zejda et al. 2002). Může mít mláďata až třikrát do roka. Březost trvá přibližně 17 dnů, ovšem s druhým a třetím zabřeznutím v tomtéž roce se tato doba prodlužuje na 18 až 37 dní (Vohralík 1974). Nově narozené samice můžou zabřeznout v tomtéž roce, ale u samců probíhá jejich první reprodukce až po hibernaci (Zejda et al. 2002, Losík et al. 2007). Aby mohlo dojít k páření, tak musí samec vstoupit na území samice, čímž ale může riskovat, že na něj zaútočí, pokud nebude v říji. Pokud ovšem v říji je, tak začne běhat v kruzích, samec ji následuje a poté dojde k samotné reprodukci (Eibl-Eibesfeldt 1953). Samec může takhle samici pronásledovat i několik dnů, než dojde k páření. Občas může dokonce hlídkovat u nory samice, aby se nespáříla s jiným samcem.

Po zabřeznutí se rodí čtyři až deset mláďat, ale většinou jich bývá sedm až osm (Vohralík 1974). Váží kolem 5 g a jsou zcela holá, slepá a hluchá (Vohralík 1975, Zejda et al. 2000, Weinhold 2008). Kožich mláďatům začíná růst ve věku od čtyř do pěti dnů a lze už pozorovat typickou pigmentaci. Pevnou stravu začínají konzumovat už v šesti dnech, nicméně stále se převážně živí mateřským mlékem. Od dvanáctého dne již začínají vidět i slyšet a zároveň se začínají pohybovat a prozkoumávat noru (Weinhold 2008). K odstavení mláďat dochází přibližně ve věku tři týdnů, kdy už sama vylézají

z nory (Siutz et al. 2013). Vlastní mlád'ata mohou mít už po dvou až třech měsících (Vohralík 1974).

1.3.5. Aktivita

Ve svém přirozeném prostředí křeček vykazuje sezónní změny ve své fyziologii a chování. Mají je na svědomí většinou dramatické změny fotoperiody, kterou ovlivňuje přítomnost vegetace a místní klima (Monecke 2001). Křeček není aktivní po celý rok. Jeho aktivita se s blížící zimou snižuje a následně přechází v hibernaci (Nechay 2000). Protože je v tomto období nedostatek potravy, křeček si před zimou vytváří dostatek tukových a potravních zásob. Během hibernace dochází k poklesu tělesné teploty, dýchání a tlaku krve, naopak dochází ke zvýšení příjmu potravy a zásoby tuků (Nechay 2000, Graisler a Zima 2007). Toto období je důležité z hlediska obnovení rozvoje gonád, na který má vliv dlouhá fotoperioda (Pévet et al. 1989, Monecke 2001, Monecke a Wollnik 2004). Dlouhou fotoperiodu nicméně dokáže křeček vnímat jen od poloviny listopadu do přelomu března/dubna, což je též období hibernace (Monecke a Wollnik 2004).

Roční aktivita je řízena pomocí reprodukčního cyklu a také pomocí endogenních cirkadiánních hodin, které jsou pod vlivem fotoperiody. Jednotlivé sezónní změny vyvolávají u křečka jisté adaptace, které se projevují jako roční rytmy ve změnách tělesné váhy a reprodukční aktivity (Monecke a Wollnik 2003). Například během hibernace dochází ke snížení tělesné váhy, což značně omezí výdej energie, protože malé tělo neboli menší povrch, má nižší tepelné ztráty (Monecke 2001). K sezónním změnám dochází i v příjmu potravy, spánku, termoregulaci, hmotnosti mozku, sociálním chování, vlastnosti srsti a sekreci hormonů (Zucker 2001). Po celý rok nastávají výkyvy v sekreci melatoninu a vzorcích denní aktivity. Nejintenzivnější změny nastávají během nejdelšího a nejkratšího dne v roce (Monecke a Wollnik 2003).

Během noci se od své nory může vzdalovat 200 až 2500 m, ale během dne je to jen 40 až 50 m. Samice s mlád'aty se nejčastěji zdržují poblíž nory (Karaseva a Shilyaeva 1965). Uprostřed léta vykazuje zcela noční aktivitu a v zimě je úplně arytmičtější (Monecke 2001). Přesto je po většinu roku, kdy je aktivní, jeho aktivita zpravidla krepuskulární a často je aktivní i během dne (Stejskal 2015).

1.3.6. Mortalita

V historii bylo významným způsobem mortality způsobeným lidmi hlavně trávení a odchyt kvůli kožešině (Weinhold 2008). Mezi hlavní příčiny mortality patří používání biocidů, hnojiv a těžké agrotechniky v zemědělství, snižování výběru v potravních zdrojích, nemoci, predace a automobilová doprava (Zejda et al. 2002, Kayser et al. 2003). Nejvyšší úmrtnost je způsobená zimou během hibernace (39 %), poté predace (38 %) a dále nemoci (15 %) (Weinhold 1998).

Mezi predátory křečka patří tchoř tmavý (*Mustela putorius*), lasice kolčava (*Mustela nivalis*), hranostaj (*Mustela erminea*), kuna skalní (*Martes foina*), jezevec lesní (*Meles meles*) a liška obecná (*Vulpes vulpes*) (Eibl-Eibesfeld 1953, Müller 1960, Grulich 1980, Bihari et al. 2005, Weinhold 2008). Z dravých ptáků a sov je to hlavně výr velký (*Bubo bubo*), káně lesní (*Buteo buteo*), luňák červený (*Milvus milvus*), luňák hnědý (*Milvus migrans*) a orel křiklavý (*Aquila pomarina*) (Stubbe et al. 1991, Grulich 1980, Bihari et al. 2005). Mláďata požírá poštolka obecná (*Falco tinnunculus*), vrána obecná (*Corvus corone*), havran polní (*Corvus frugilegus*) a také další druhy (Bihari et al. 2005, Bihari et al. 2008, Weinhold 2008). K dalším významným predátorům patří i domácí kočky a psi, ale také čáp bílý (*Ciconia ciconia*) a volavka popelavá (*Ardea cinerea*), kteří se zaměřují převážně na mláďata (Weinhold 2008). Pokud by se křeček dokázal tomuhle všemu vyhnout, tak by se mohl výjimečně dožít až deseti let (Nechay 2000).

1.4. Historie a využívání fotopasti

V minulosti byly fotoaparáty a kamery také využívané ve vědě, šlo ale převážně o medicínu a astronomii (Marien 2002). S příchodem pokročilejších technologií se tyto přístroje postupně začaly využívat k vzorkování zvířat. Jednalo se ovšem pouze o začátky, protože jednotlivé přístroje byly málo odolné vůči klimatickým podmínkám. Tyto problémy se začaly brzy řešit, takže za nějakou dobu bylo možné používání kromě v urbanistických parcích mimo jiné i v divoké džungli (O'Connell et al. 2011). První fotopasti byl fotoaparát, u kterého se spoušť spouštěla sešlápnutím nastráženého lanka (Sanderson a Trolle 2005). Od prvních počátků po současnost technologie značně pokročily. Pro fotopasti se začalo využívat miniaturizace, automatizace a síťového připojení (O'Connell et al. 2011). V dnešní moderní době se přešlo k menšímu a

lehčímu vybavení, které je zcela elektronické a pořízená data se ukládají digitálně na paměťové karty (Rovero et al. 2010). Tyto technologické inovace umožnily, že v dnešní době máme doslova stovky vědeckých studií s využitím fotopastí. V mnoha případech fotopasti značně usnadnily práci vědcům. Dříve bylo sledování takových druhů jako jaguár (*Panthera onca*) nebo tygr (*Panthera tigris*) velmi obtížné, ne-li zcela nemožné. Zvláště proto, že oba druhy mají velmi nízké populace a dost nepředvídatelné vzorce pohybu v terénu (O'Connell et al. 2011). McDougal (1977) byl prvním, kdo dokázal díky fotopastem identifikovat individuální jedince tygrů a kromě toho studoval jejich sociální a predační chování.

Fotopasti mají daleko větší využití, než sledování určitého druhu. Umožňují také zaznamenávat a pochopit vliv prostředí, zdrojů a ostatních jedinců na studovaný druh (O'Connell et al. 2011). Jsou navrženy pro využití v nejrůznějších terénních podmínkách a pro různé vzdálenosti od cílového předmětu sledování. Pro každou situaci se hodí jiný typ fotopasti. Například při sledování vzácného druhu by fotopast měla být spolehlivá, odolná a schopná být v provozu po delší dobu. Naopak při sledování mláďat v hnízdě by měla být malá, nenápadná, velice tichá a schopná pořídit co nejvíce snímků v řadě. Důležité je i správné využití fotopasti pro danou teplotu či vlhkost vzduchu. Významná je i kamufláž fotopasti pro daný terén nebo roční období. V neposlední řadě záleží i na nastavení dané fotopasti (Swann et al. 2011).

Pohyb, kterým se fotopast spouští, je zaznamenáván pomocí infračerveného čidla a kromě možnosti focení je fotopast schopná pořídit i videozáznam (Rovero et al. 2010). Spousta vědeckých studií využívá fotopasti s pohybovým nebo tepelným senzorem (Swann et al. 2011).

Fotopasti mají velmi dobré využití pro studium cirkadiánních rytmů, hnízdní predace, získávání potravy, sociálního chování, refugia, reprodukce, využívání habitatu a koridoru, nejrůznějších druhů chování a i statistických analýz (Bridges a Noss 2011). Bridges et al. (2004) sledoval cirkadiánní rytmy u amerického medvěda černého (*Ursus americanus*) ve Virginii, kde fotopastí zjistil jeho sezónní změny v noční aktivitě způsobené loveckou sezónou.

Fotopasti jsou vhodné k všeobecnému sledování určitého druhu živočichů, ale i velice plachých druhů, které se člověku většinou vyhýbají, případně se dají zachytit zcela nové druhy, o kterých se v dané lokalitě nevědělo (Sanderson a Trolle 2005). Obecně lze říci, že umožňují objevení kryptických nebo vzácných druhů, sledovat rozšíření, predaci, chování živočichů a lze s nimi i odhadnout velikost populací. A hlavně jde s nimi dobře sledovat divoká zvířata, aniž by byla rušena (Kucera a Barrett 2011). Nejčastěji je využívají myslivci (Rovero et al. 2010) a ochranáři (Sanderson a Trolle 2005). Nevýhodou může být, že nedostatečné množství fotopastí nedokáže zcela pokrýt zkoumanou oblast a mnohdy nejde z pořízených snímků nebo videí rozpoznat jednotlivé jedince od sebe (Machová 2013). Je zde také možnost vyrušení nebo změny chování sledovaného druhu díky nápadnému pouzdru fotopasti, jejímu zvuku nebo světelným zábleskům (Alexy et al. 2003).

2. Cíle práce

Cílem mé diplomové práce je studium sezónní proměnlivosti v cirkadiánní aktivitě křečka polního v přírodní populaci na periférii Olomouce s použitím metody fotopastí. Získané videozáznamy se budou vyhodnocovat za roky 2016 a 2017. Práce je zaměřena převážně na tyto cíle:

- 1) Popis vzorce cirkadiánní aktivity pomocí autogramu.
- 2) Zjistit proporce noční aktivity včetně zaznamenání distribuce denní aktivity.
- 3) Popsat zaznamenané projevy chování a interakce mezi jedinci.
- 4) Srovnání metody fotopastí s metodou automatické registrace značených jedinců.

3. Materiál a metody

3.1. Popis lokality

Výzkum byl prováděn na lokalitě, která se nachází na jihovýchodním okraji města Olomouce, v části Olomouc-Holice. Lokalita je rovinná s nadmořskou výškou 210 m n. m. a s plochou přibližně 20 ha (souřadnice středu lokality: 49°34'34" s. š. a 17°17'00" v. d.). Je součástí areálu Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci. Oblast se nachází v nivě řeky Moravy, která protéká v přibližné vzdálenosti 650 m. Podloží se skládá z kvartérních sedimentů s vrstvami písků, štěrkopísků a fluvialní hlíny. Klimatická oblast je zde T2 a průměrná roční teplota se zde pohybuje kolem 8–9 °C se srážkovým úhrnem 500–600 mm v průměru za rok.

Lokalita je z velké části využívána pro zemědělské účely a výzkum rostlin. Nachází se zde genová banka Výzkumného ústavu rostlinné výroby (Oddělení zelenin a speciálních plodin). Plocha má mozaikový charakter díky pěstování více druhů rostlin na malých ploškách. Probíhá zde pěstování se zaměřením převážně na obiloviny, zeleninu a léčivé rostliny, ale i vojtěška, proso, laskavec nebo vikev. Nachází se zde i zoraná pole, pole ponechána ladem, zatravněné plochy s nízkou a vysokou trávou, švestkový sad a malý park s jezírkem. Důležitou součástí lokality je i kompost, na který je vyhazován veškeré nevyužité rostliny a rostlinné zbytky.

Výskyt křečka polního je zde sledován již od roku 2001 (Losík et al. 2007). Jeho početnost se pohybovala kolem 60 jedinců a 40 norových systémy (Tkadlec 2010). Nicméně v posledních letech došlo k výraznému poklesu v početnosti místní populace, ale navzdory všemu populace zatím přežívá.

3.2. Metoda odchyty jedinců

Před každým odchtem je nejdůležitější celou studovanou lokalitu projít a zaznamenat všechny vchody nor (často s přítomností výhrabků indikující přítomnost křečka). Toto je důležité dělat před každým odchtem, kvůli změně vegetačního krytu, kdy se nory špatně hledají a také kvůli tomu, že si křečci často budují nové nory. Každá nově objevená nora je označena písmenem (pro daný rok) a číslem, poté se zaznamenává do mapy a také pomocí systému GPS.

Po nalezení všech nor přecházíme k samotné metodě zpětného odchyty značených jedinců (CMR = Capture Mark Recapture), která je založená na odchyty jedinců do živolovných pastí, jejich označením a vypuštěním na svobodu. Jednotlivé odchty se prováděly 2–3 dny po sobě během každého měsíce od dubna do září. Ke každému vchodu do nory byla umístěna minimálně jedna živolovná past (více pastí se dávalo při podezření na přítomnost mláďat), večer se pasti otevřely a další den brzo ráno probíhala jejich kontrola. Toto počínání bylo hlavně kvůli tomu, aby se křeček nevystavoval stresu způsobenému vysokými teplotami zvláště v letních měsících. Samotné živolovné pasti (obr. 4) se používaly dva typy o rozměrech $18 \times 40 \times 16$ cm a $12 \times 48 \times 11$ cm. Fungují na principu sklopce, kdy při aktivaci nášlapného můstku dojde k uvolnění pojistky a zavření dvířek na obou koncích. Za návnadu se používala nejčastěji slunečnicová semínka, případně natrhaná vojtěška nebo kousek mrkve.



Obr. 4 Křeček v živolovné pasti sedící na nášlapném můstku

Pokud byl odchyt úspěšný, tak se křeček nechal přeběhnout z pasti do uzavřené skleněné nádoby, kde došlo k jeho uspaní pomocí hadříku napuštěným anestetikem. Po usnutí se s křečkem muselo manipulovat dost rychle, protože samotná narkóza netrvá příliš dlouho. Každému novému jedinci byl pod kůži za krkem implantován podkožní čip, bylo zaznamenáno jeho pohlaví, přibližný věk, reprodukční kondice, váha a délka těla. Mimo jiné mu byla i uštířena špička ucha kvůli DNA analýze. Došlo

k zaznamenání i různých poznávacích znamení nebo případných zranění. Když se probudil z narkózy, tak byl vypuštěn (obr. 5) u stejné nory, kde byl odchycen.



Obr. 5 Vypouštění křečka ze skleněné nádoby, ve které byl předtím uspán

Po prvním odchytu byla také k některým norám přidána kruhová anténa s čtečkou dat (CVK1), aby zaznamenávala očipované jedince. Celý tento systém automatické registrace značených jedinců byl napájen pomocí akumulátoru (12V/17Ah), který se musel po pěti až šesti dnech nechat nabít.

3.3. Fotopasti

Data byla sbírána ve dvou letech, a to v roce 2016 a 2017. V obou letech byla data sbírána od začátku dubna do poloviny září v roce 2016 a v roce 2017 kvůli jejich zpracování pouze do konce června.

Ke vchodům do nor, které se zdály jako nejčastěji využívané, byly také přidány fotopasti (obr. 6), aby pořizovaly videozáznamy. Pro výzkum křečka polního bylo celkem využito osm fotopastí, ve dvou druzích po čtyřech. První čtyři byly Scouting CAM KG680V od značky KeepGuard. Daly se nastavit na rozlišení videa od 320x240 do 720x480. Byly nabíjeny pomocí osmi AA tužkových baterií a zaznamenaná data se ukládala na paměťové karty o velikosti 8 GB. Druhé čtyři byly Strike force HD BTC5HD od značky Browning. Nastavení rozlišení videa zde bylo 1280x720. Fotopasti

byly nabíjeny pomocí 6 AA tužkových baterií a data se ukládala kvůli své značné velikosti na paměťové karty o velikosti 32 GB. Tyto fotopasti také měly tu výhodu, že zaznamenávaly i zvuk a okolní teplotu. Délka všech videí byla nastavena na jednu minutu po třiceti sekundách a fungovaly po celých 24 hodin. Ve dne zaznamenávaly barevné záběry a v noci za pomoci infračerveného přísvitu černobílé záběry. Samotné fotopasti byly přidělané ke speciálně vyrobeným tyčím, které umožňovaly pevnou oporu a snadnější změny zaměření fotopastí.



Obr. 6 Připravená fotopast namířená na vchod do nory s kruhovou anténou.

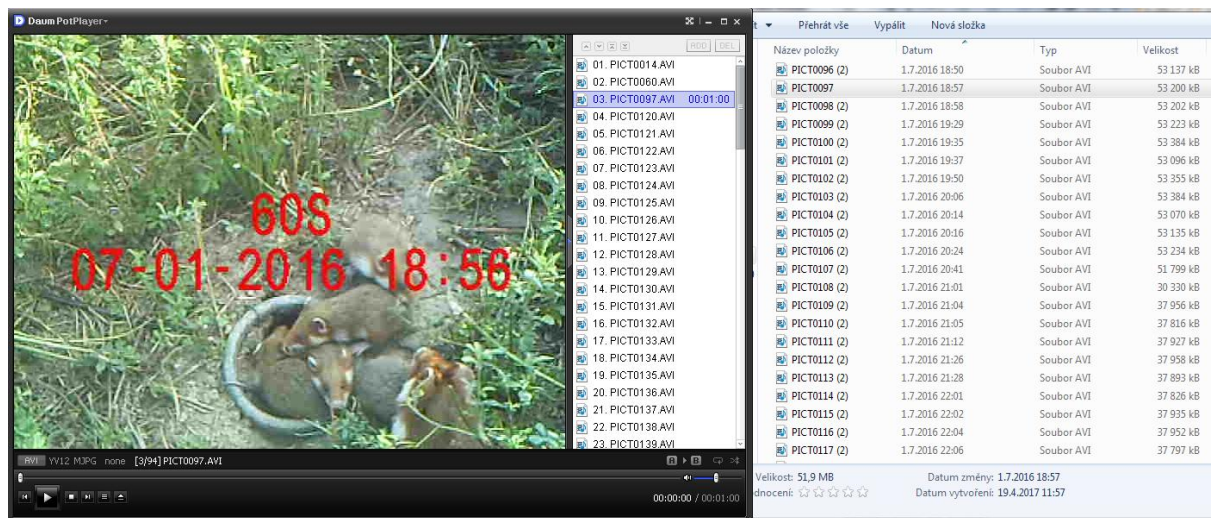
3.4. Zpracování dat

Jednotlivá data zaznamenaná pomocí fotopastí byla stažena z paměťových karet do počítače, kde byla jednotlivá videa přehrána (obr. 7). V případě zaznamenání křečka na videu, bylo do tabulky v Excelu zaznamenáno datum a čas pořízení videa, aktivita křečka, teplota (jen u jednoho typu fotopastí), počet jedinců, věk a pohlaví, pokud se dalo rozpoznat. Data z metody automatické registrace značených jedinců byla ze čteček stažena do počítače pomocí programu LID650/665/1260 (od výrobce RFID zařízení DorsetID), kde byla napřed promazána tak, aby se v jednotlivém dnu neopakovala víckrát aktivní minuta od jednoho jedince. Následně byly provedeny analýzy všech dat.

K popisům cirkadiální a cirkanuální aktivity byly použity aktogramy, které zachycují aktivitu v průběhu každého dne sledování pomocí aktivních minut. Jde o

aktivitu křečků v blízkém okolí nory, která byla zachycena fotokamerou. Každá minuta dne, ve které byl zaznamenán pohyb křečka, je považována za aktivní minutu. Aktivní minuty jsou potom zobrazeny v aktogramu jako modré čtverečky. Oranžové přerušované čáry značí východ a západ Slunce, tj. čas, kdy se slunce nachází na úrovni horizontu.

Analýza nokturnality, tj. proporce noční aktivity z celkové sumy aktivity v průběhu dne, byla provedena pomocí generalizovaných aditivních modelů. Jde o neparametrickou regresi, která nepředjímá tvar křivky jako v případě parametrických regresí. Protože proporce noční aktivity má binomické rozdělení, aplikované modely předpokládaly binomické rozdělení chyby. Logity byly použity jako link function. Všechny analýzy byly provedeny v programu R (R Development Core Team 2010) s použitím balíčku mgcv (Wood 2006). Analýzy byly provedeny jak pro všechna dostupná data, tak jen pro vzorky s větší velikostí 10 aktivních minut a více. V malých vzorcích mohou poměry silně kolísat a vnášet do analýzy náhodný šum.



Obr. 7 Zpracování jednotlivých videí

4. Výsledky

V roce 2016 bylo z fotopastí získáno 5176 záznamů, z toho 2707 záznamů s křečkem polním. Na 166 videích se podařilo rozeznat samce a na 647 samice. V 1894 případech se nepodařilo pohlaví určit. Co se věku týká, tak 56 % záznamů tvořili adulti, 30 % subadulti a 14 % juvenilové. Metodou automatické registrace značených jedinců bylo získáno 4252 aktivních minut. Za rok 2017 bylo získáno 3624 záznamů a z toho 1792 záznamů s křečkem polním. Samci byli na 1131 videích a samice na 548 videích. Ve 113 případech se jednotlivá pohlaví nepodařilo určit. Z hlediska věku bylo 96 % adultů, 1 % subadultů a 3 % juvenilů. Při srovnání věku jedinců mezi oběma roky jsou pozorovatelné jisté rozdíly (tab. 1). Z automatické registrace značených jedinců bylo získáno 1419 aktivních minut.

Tabulka 1 Procentuální zastoupení jedinců ve věkových třídách v letech 2016 a 2017

Rok	Adulti	Subadulti	Juvenilové
2016	56	30	14
2017	96	1	3

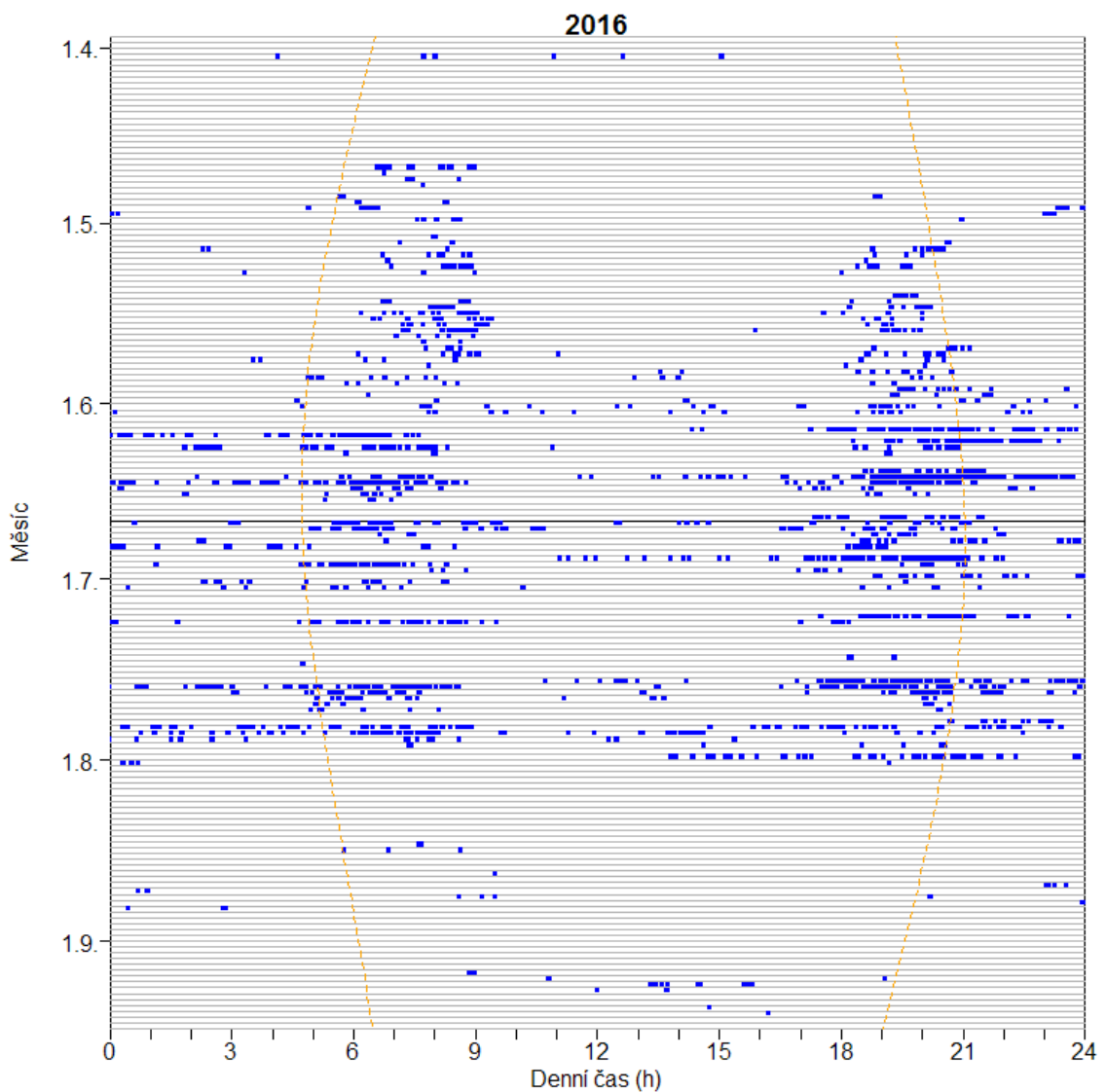
Videa, na kterých nebyla zaznamenána přítomnost křečka, byla ze 72 % tvořena pohybujícími se rostlinami díky větru a zbylých 28 % tvořili jiní živočichové. Mezi tyto živočichy patřili zajíc polní (*Lepus europaeus*), ježek západní (*Erinaceus europaeus*), myšice křovinná (*Apodemus sylvaticus*), hraboš polní (*Microtus arvalis*), straka obecná (*Pica pica*), kos černý (*Turdus merula*), špaček obecný (*Sturnus vulgaris*), bažant obecný (*Phasianus colchicus*), koroptev polní (*Perdix perdix*), hlemýžď zahradní (*Helix pomatia*), páskovka keřová (*Cepaea hortensis*), plzák španělský (*Arion vulgaris*), žížala obecná (*Lumbricus terrestris*), střevlík (*Carabus sp.*) a včela medonosná (*Apis mellifera*). Z možných predátorů křečka byla zaznamenána přítomnost lasice kolčavy (*Mustela nivalis*), tchoře stepního (*Mustela eversmanii*) a kočky domácí (*Felis silvestris*). Mnozí z těchto živočichů byli nalezeni i během odchytů v živolovných pastech. Jednalo se hlavně o ježky, myšice, lasice a plzáky.

4.1. Cirkadiální aktivita

Cirkadiální aktivitu zde uvádím ve čtyřech aktogramech z roku 2016 a 2017. K datům z fotopastí z každého roku uvádím také data pořízená metodou automatické registrace značených jedinců k jejich srovnání.

4.1.1. Rok 2016 a srovnání dat

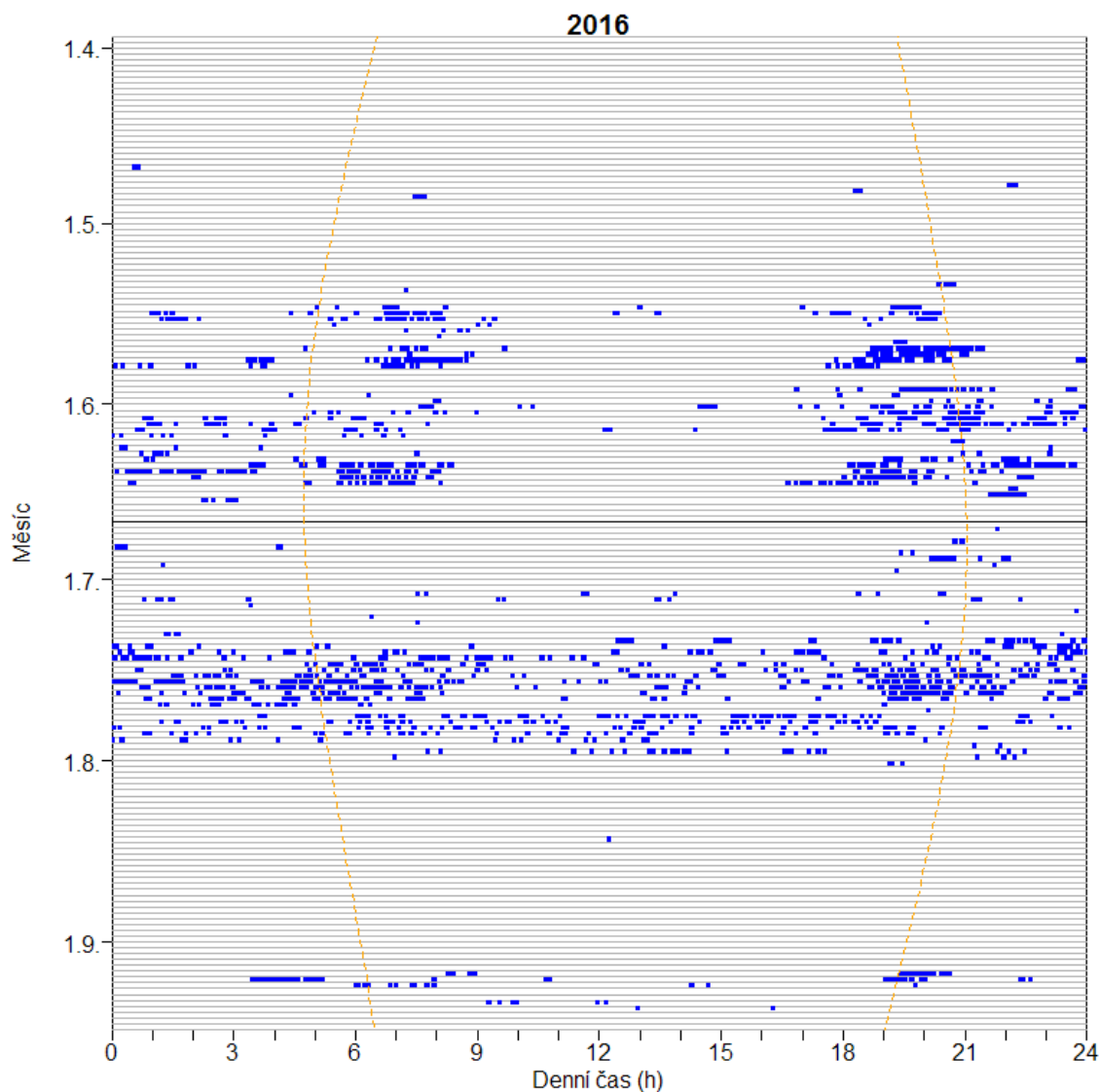
Data jako aktivní minuty za rok 2016 jsou zobrazeny v aktogramu jako modré čtverečky a oranžové přerušované čáry značící východ a západ Slunce.



Obr. 8 Aktogram z roku 2016 s využitím fotopastí. Modré čtverečky znázorňují aktivní minuty dne. Oranžové čáry naznačují východ a západ slunce.

Z obr. 8 je při prvním pohledu jasné, že největší aktivitu křeček vykazuje po východu a před západem Slunce. Jeho aktivita je tedy převážně soumravná neboli krepuskulární. Největší aktivita je zobrazena během června a koncem července, kdy došlo k jejímu značnému nárůstu, jak během dne, tak během noci.

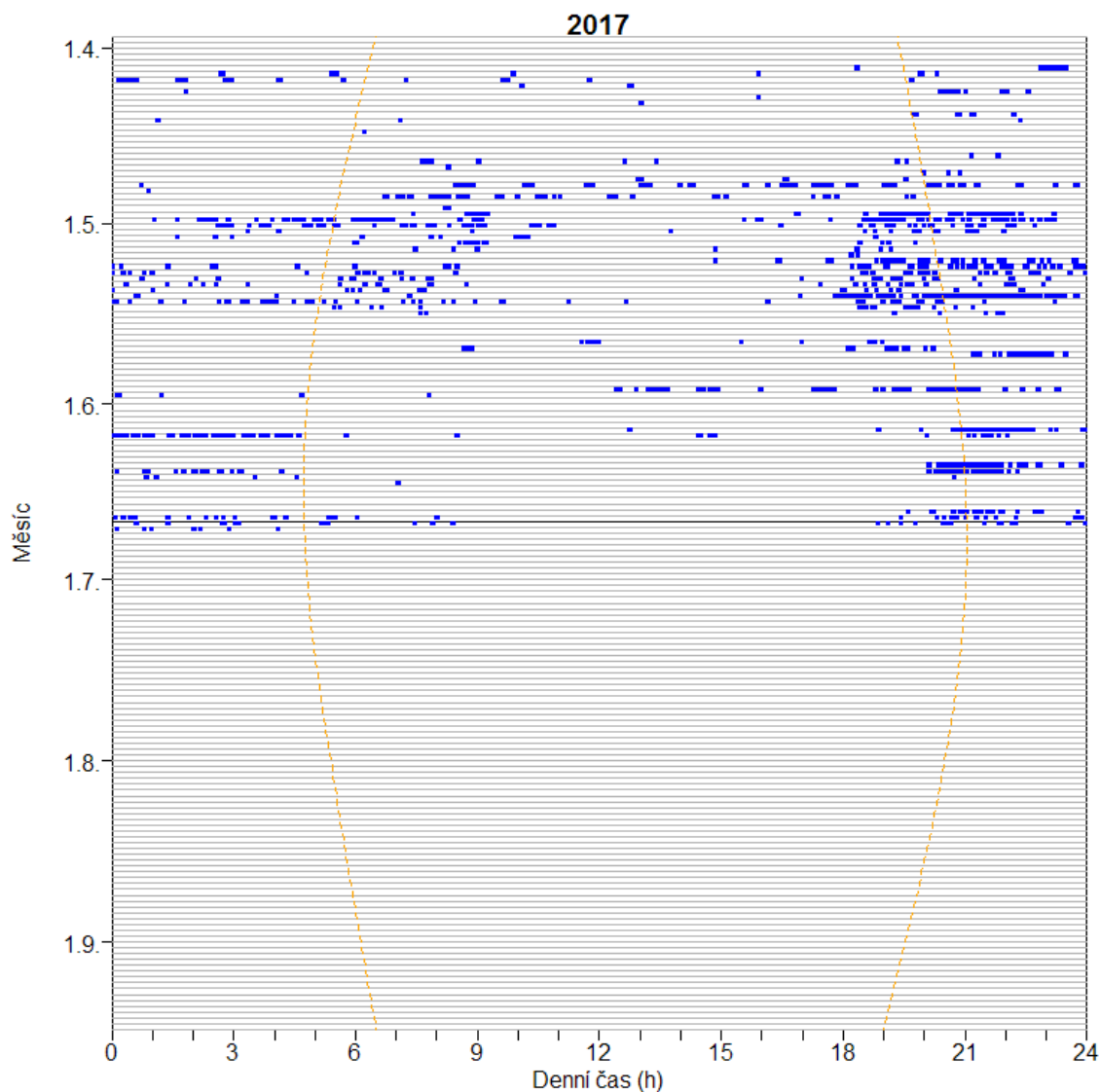
Při srovnání dat z fotopastí (obr. 8) a dat získaných metodou automatické registrace jedinců (obr. 9) je vidět shodu v aktivitě, zvláště pak v neaktivnějších letních měsících. Rozdílná aktivita je pouze během měsíce září, kdy první aktogram zobrazuje denní aktivitu, zatímco u druhého aktogramu převažuje o něco málo noční aktivita.



Obr. 9 Aktogram z roku 2016 s využitím metody automatické registrace značených jedinců

4.1.2. Rok 2017 a srovnání dat

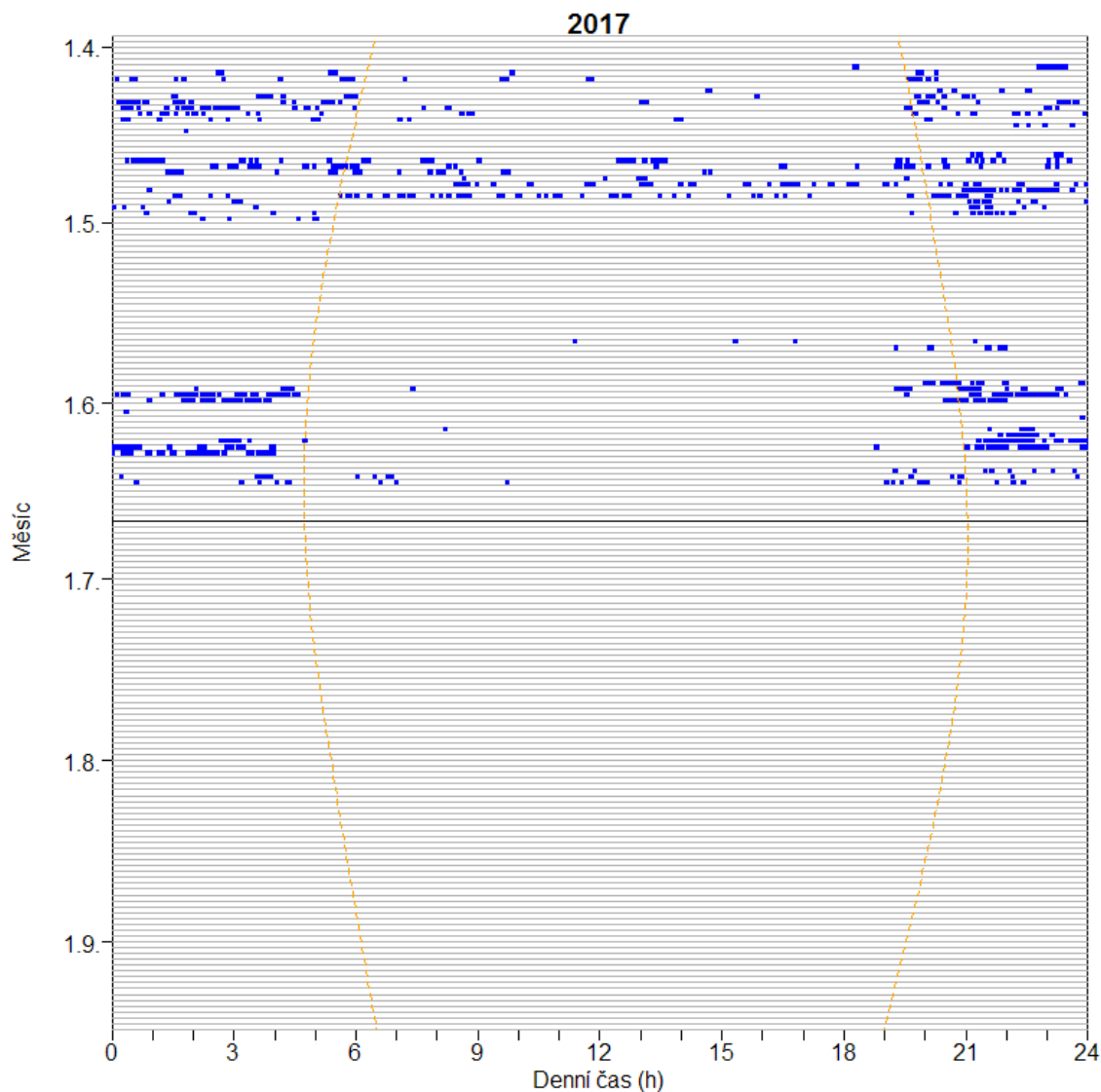
Aktogram z roku 2017 (obr. 10) zahrnuje data jen do konce června, ale i tak vykazuje vyšší noční aktivitu a převážnou krepuskulární aktivitu. Nejvyšší aktivita je nejčastěji u pravé oranžové čáry značící západ Slunce. Koncem dubna začíná vysoký nárůst aktivity, ale od poloviny května aktivita mírně klesá.



Obr. 10 Aktogram z roku 2017 s využitím fotopastí

Aktogramy získané metodou automatické registrace značených jedinců (obr. 11) a z fotopastí (obr. 10) vykazují značnou podobnost. Podobnosti jsou převážně během června, ale liší se zde mírným posunem asi jednoho týdne. Největší rozdíly jsou na první pohled v dubnu, kdy je na fotopastech zaznamenána mnohem menší aktivita, jak

během dne, tak během noci. Data se liší i v červnu, ale to převážně způsobuje malé množství dat na druhém aktogramu.

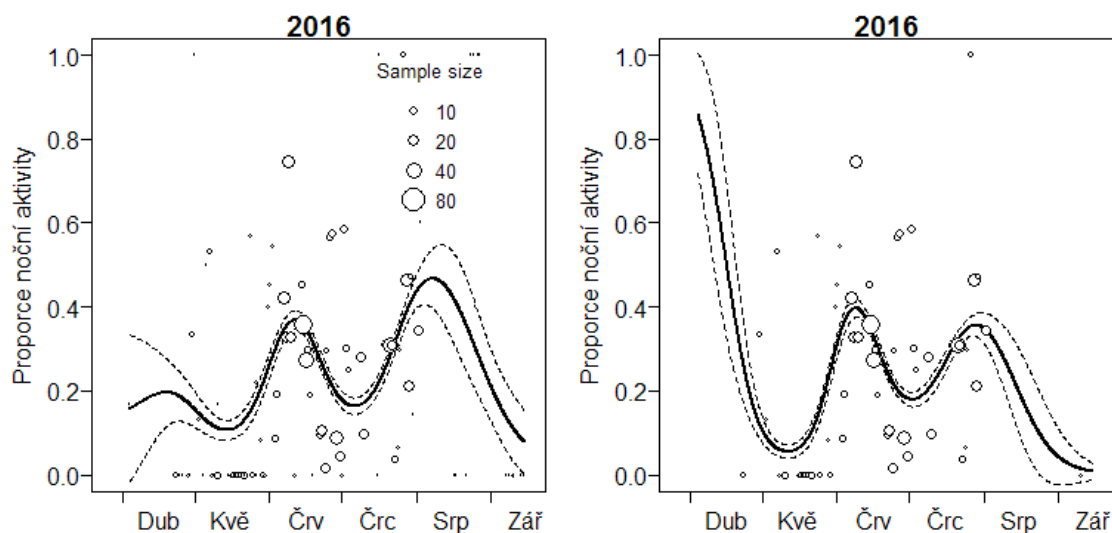


Obrázek 11 Aktogram z roku 2017 s využitím metody automatické registrace značených jedinců

4.2. Proporce noční aktivity

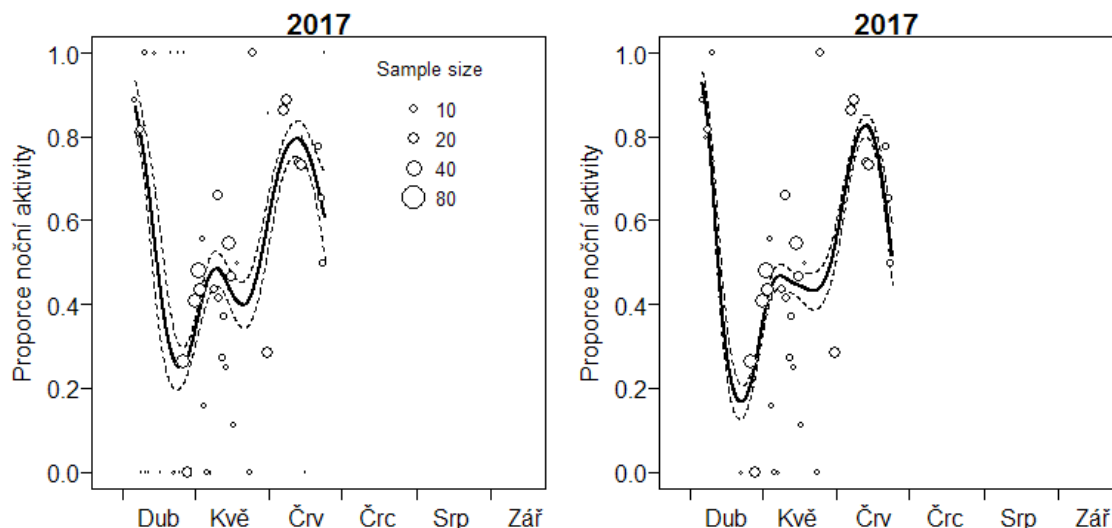
Nokturnalita (noční aktivita) je proporční počet aktivních minut od západu do východu Slunce. Během roku se noční aktivita křečků značně mění. Můžeme to vidět na grafu z roku 2016 a na grafu z roku 2017. V roce 2016 (obr. 12) nám graf ukazuje dvě výrazná maxima, kdy byla noční aktivita nejvyšší v první polovině června a začátkem srpna. Minima během května a v první polovině července naznačují vzrůstající denní

aktivitu. Když se zaměříme na jednotlivé grafy, všimneme si, nepatrných rozdílů. Ty lze vysvětlit tím, že levý graf obsahující zcela všechny data noční aktivity zobrazuje i data, která mohl způsobit jeden procházející křeček během dne. Pravý graf naopak zobrazuje noční aktivitu více jak deseti záznamů za den. To způsobuje větší zpřesnění grafu.



Obr. 12 Proportion of nocturnal activity for the year 2016. The left graph contains all data of nocturnal activity and the right one only data, of which there were more than 10 per day.

In 2017 (obr. 13) the graphs look similar. Again, there is a dip at the beginning of the year followed by a significant maximum. However, the first minimum here starts a little earlier, already at the end of April. It is followed by the first smaller peak in the first half of May and the second in the first half of June. When comparing the graphs from both years, a clear difference is visible in the magnitude of the first maximum at the beginning of June, which differs by 40% between the graphs.

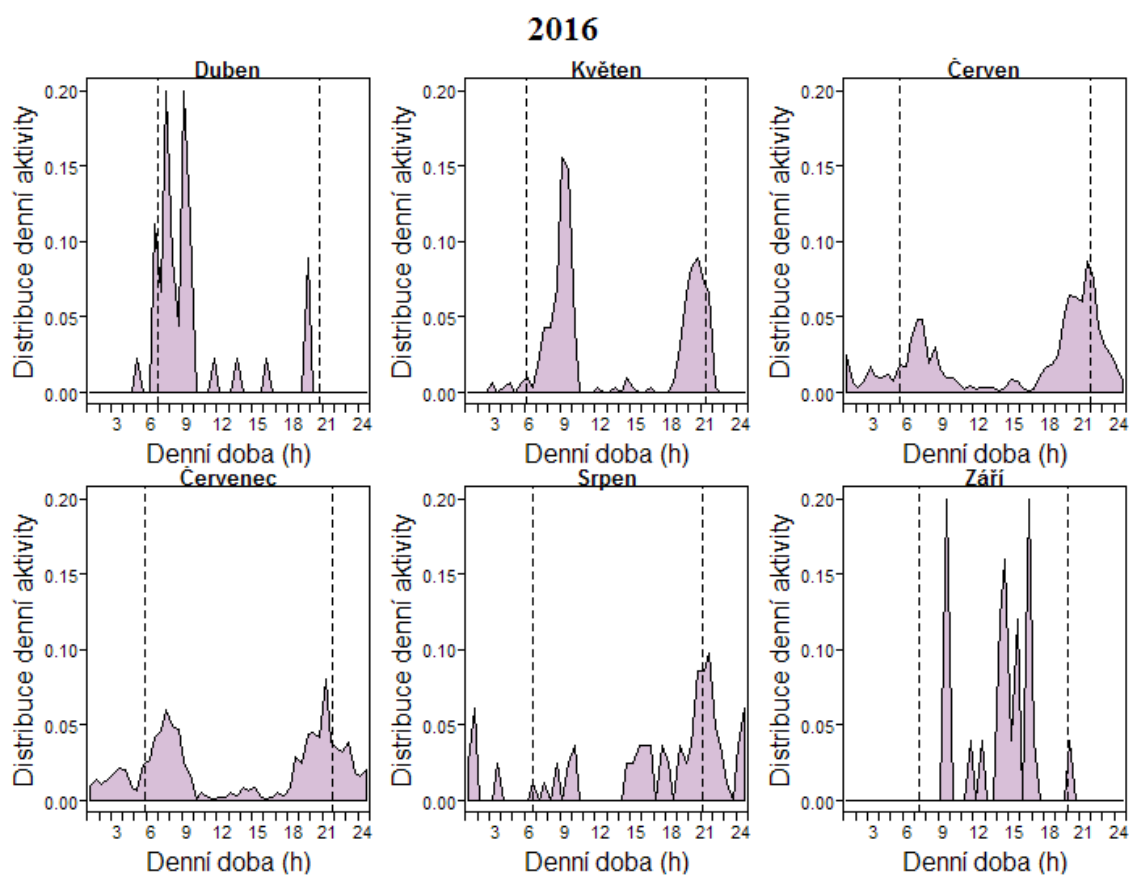


Obr. 13 Proporce noční aktivity za rok 2017. Levý graf obsahuje všechna data noční aktivity a pravý jen data, kterých bylo více než 10 za den.

Konkrétní vyjádření proporcí z roku 2016 pro pohlaví (Příloha A) ukazuje vyšší noční aktivitu u samců než u samic a při srovnání jedinců podle věku (Příloha B) vykazují grafy velkou variabilitu. Při stejném srovnání dat z roku 2017 (Příloha C) dosahují samci velmi podobnou noční aktivitu jako samice, ale s většími výkyvy. Graf pro věk z roku 2017 (Příloha D) se dal sestavit jen pro adultní jedince kvůli malému množství dat ostatních jedinců.

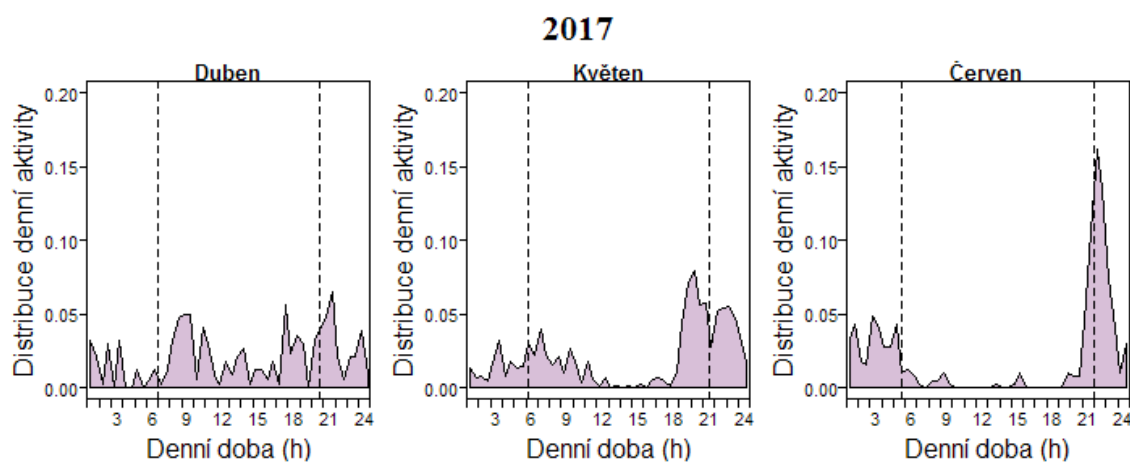
4.3. Distribuce denní aktivity

Distribuce denní aktivity zde zobrazuje aktivitu jedinců křečka polního během 24 hodin v jednotlivých měsících. Jednotlivé grafy z roku 2017 (obr. 14) udávají postupné změny aktivity během roku. Duben začíná menší aktivitou během dne doprovázenou krepuskulární aktivitou. V květnu je aktivita převážně krepuskulární, stejně jako v měsíci červnu a červenci, ale zde se již začíná objevovat i noční aktivita. V srpnu je aktivita téměř po celých 24 hodin, ale v září je již aktivita pouze během dne.



Obr. 14 Distribuce denní aktivity během 24 hodin na jednotlivých měsících v roce 2016.

Grafy z roku 2017 (obr. 15) vykazují jinou aktivitu, než tomu bylo v roce 2016 (obr. 14). Aktivita za měsíc duben je během celých 24 hodin. V květnu a červnu se sice objevují náznaky krepuskulární aktivity, přesto je tu i nezanedbatelná noční aktivita.

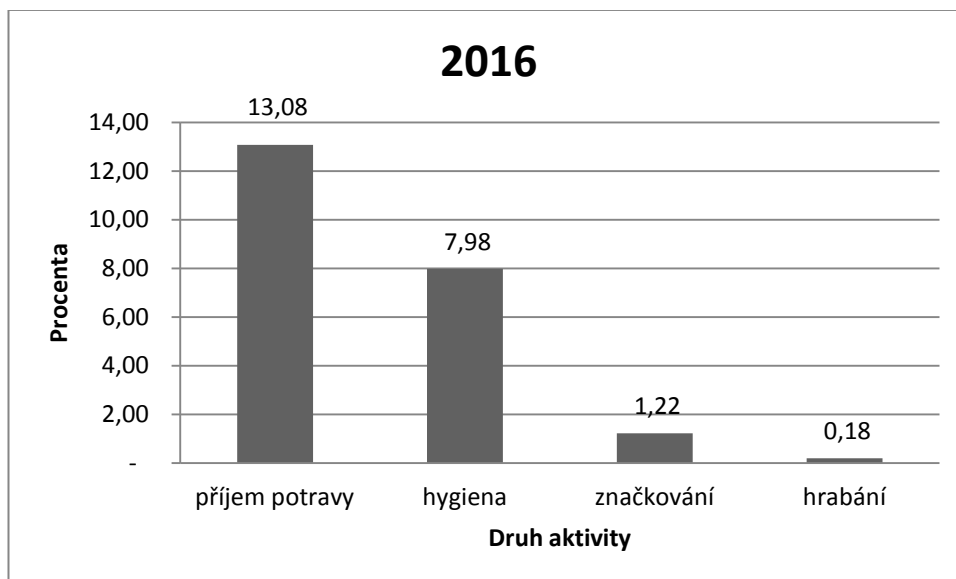


Obr. 15 Distribuce denní aktivity během 24 hodin na jednotlivých měsících v roce 2017.

4.4. Aktivita

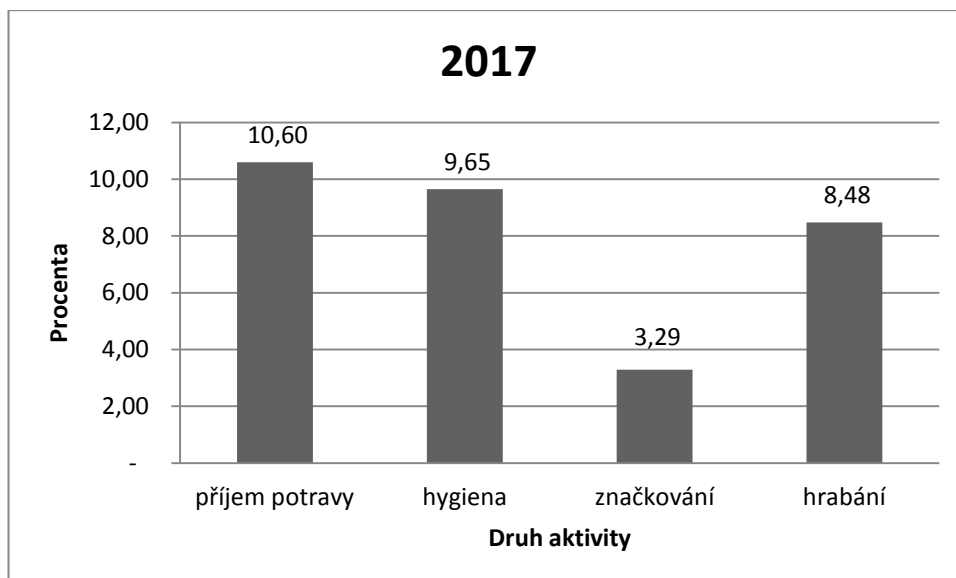
Během sledování jedinců byla zaznamenána celá řada různých druhů chování, ale mezi nejčastější patřil příjem potravy, hygiena, značkování a hrabání. Příjem potravy zahrnoval nejčastěji sezení na místě (případně panáčkování) a žraní nejrůznější potravy od listů vojtěšky, přes semena, až po plzáky. Ve třech případech bylo zaznamenáno i přetahování se s žízalou. Do hygieny jsem zahrnul vše od olizování až po vykousávání nečistot z kožichu. Ve dvou případech bylo zaznamenáno čištění kožichu navzájem mezi dvěma juvenilními jedinci. Značkování bylo pozorováno výhradně u samců, kteří se svými mazovými žlázami otírali o okolí, pohybující se skoro až tanečně dokola. Hrabání nejčastěji zahrnovalo vyhrabávání hlíny z nory.

Jednotlivé typy chování byly zaznamenány a následně byly spočítány jejich procentuální proporce. V následujících grafech jde vidět, jak často byly jednotlivé typy chování zastoupeny během roku 2016 a 2015. V roce 2016 (obr. 16) byl nejvíce zaznamenaný příjem potravy, který zabíral 13 %. Naopak nejméně bylo zaznamenáno značkování a hrabání.



Obr. 16 Proporce hlavních pozorovaných druhů aktivit chování v roce 2016.

Rok 2017 (obr. 17) byl, co se týče druhů aktivit chování celkem vyrovnaný. Podobné hodnoty měl příjem potravy, hygiena i hrabání. Nejméně bylo zaznamenáno značkování.



Obr. 17 Proporce hlavních pozorovaných druhů aktivit chování v roce 2017.

Kromě těchto čtyř typů chování byly zaznamenány i velice ojedinělé typy chování. Například časté usínání jednoho samce venku u nory. Toto chování se párkrát objevilo ještě u jedné samice, která měla mláďata. Jednou byla zaznamenána i krádež zásob samci samicí. Zaznamenaných bylo i pár soubojů mezi adultními samci a také mezi juvenilními jedinci. Mimo jednotlivá chování samotných jedinců a mezi jedinci, byla zaznamenána i interakce mezi druhy. Jednalo se o samici bažanta obecného, která upřeně pozorovala křečka vyhlížejícího z nory, který naopak pozoroval ji.

Zaznamenávány byly i počty jedinců na jednom videozáznamu (tab. 2). Nejčastěji docházelo k interakci dvou jedinců. Více jedinců se setkávalo jen vzácně a ve většině případů šlo o mláďata. Interakce mezi adultními křečky byla vždy pouze mezi dvěma jedinci. V jednom případě bylo na jednom videozáznamu šest jedinců, konkrétně se jednalo o pět mláďat s matkou.

Tabulka 2 Počty záznamů s různými počty jedinců na jednom videozáznamu v letech 2016 a 2017.

Rok	2 jedinci	3 jedinci	4 jedinci	5 jedinců	6 jedinců
2016	148	31	3	0	1
2017	76	3	0	0	0

4.5. Technické problémy

Technické problémy nastaly několikrát při používání fotopastí značky Browning, kdy po aktivaci fotopasti došlo k vymazání specifického nastavení a návratu k základnímu nastavení z výroby. Toto způsobilo pořizování fotek místo videí, změnu jednotky teploty ze °C na F a vynulování data s časem na začátek roku. K nápravě této chyby došlo až později stažením vhodné aktualizace pro fotopast z internetu. K dalším problémům patřilo ranní zamlžování čoček způsobené změnami přízemní teploty. Silný vítr způsoboval aktivaci fotopasti, tím i rychlejší vybíjení baterií a nahrání nepoužitelných video záznamů. Problémy způsobovala i přítomnost pavouků, kteří měli v oblibě zalepovat čočky fotopastí pavučinou se svými vajíčky.

5. Diskuze

Vysoký pokles v populacích křečka polního v Evropě způsobil vzrůstající zájem o jeho studium. Pokles populací začal v západoevropských zemích, ale dnes je již zaznamenán ve střední i východní Evropě. Ve většině zemí je v dnešní době křeček již chráněn zákony a řadí se mezi silně ohrožené druhy (Nechay 2000, Weinhold 2008). Přesto, že je křeček v České republice chráněn stále zde dochází k významným poklesům v jeho populacích, což dokládají některé vědecké studie (Tkadlec et al. 2012, Vohralík a Melichar 2016). V předložené diplomové práci se zabývám chováním křečka polního v přírodní populaci se zaměřením na cirkadiánní aktivitu a nokturnalitu s využitím fotopastí. Má diplomová práce je plynulým pokračováním mého předchozího výzkumu z roku 2014, kde jsem naopak využíval metody automatické registrace značených jedinců.

Ze všech získaných záznamů vyplývá, že nejpočetnější věkovou skupinou byli adultní jedinci. Toto ovšem nemusí odpovídat realitě, protože začátkem sezóny se objevují pouze adulti. S příchodem doby rozmnožování se teprve rodí juvenilní jedinci. Ti se následných několik týdnů pohybují okolo nory, když zkoumají okolní svět a začínají si zvykat na pevnou stravu. Tak lze zaznamenat jejich přítomnost. Když ale dojde k jejich odstavení, většinou si odchází budovat vlastní nory (Weinhold 2008). Pouze ve dvou případech jsem pozoroval, že mláďata zůstala ve své mateřské noře, ale i tak ji do měsíce opustila a opět se do ní nastěhovala dřívější samice. Z tohoto důvodu je jasně patrné, proč na záznamech vysoce převládají adultní jedinci místo ostatních.

Při mé snaze o porovnání dvou metod, konkrétně srovnání fotopastí s automatickou registrací jedinců jsem dospěl k závěru, že data získaná těmito metodami se navzájem dost podobají. Velké rozdíly nastávají pouze v případě, kdy se zaměříme jen na získávání dat a samotné jedince. Zjistil jsem, že fotopasti jsou výhodou pro všechny studie chování a sledování aktivity, kdy nás nezajímají jednotliví jedinci. Naopak metoda automatické registrace značených jedinců, jak už vypovídá z jejího názvu, se dá aplikovat pouze na známé, již odchycené a označené jedince. Z toho vyplývá, že ostatní neznámí jedinci se nedají vůbec zaznamenat. Ovšem pokud nás zajímá určení přesného pohlaví, věk nebo jiný údaj o jedinci má tato metoda nespornou výhodu. Často se mi stávalo, že jsem nebyl schopen na videozáznamech určit

pohlaví jedinců, ať už kvůli špatné pozici jedince, jeho rychlosti pohybu nebo špatné kvalitě videa způsobené orosenou čočkou.

Cirkadiánní aktivitu jsem začal sledovat začátkem dubna, kdy se křečci začínají probírat z hibernace (Monecke a Wollnik 2004). První začínají aktivovat samci a kvůli snížené tělesné hmotnosti začínají shánět potravu (Monecke 2001). Protože je ale stále chladné počasí, je jejich nejčastější aktivita během dne. Tato aktivita se s prodlužováním dne a zvyšující se teplotou pomalu přesouvá výhradně do noční a především krepuskulární aktivity s výjimečnou denní aktivitou během léta. Častá krepuskulární aktivita je doložena i v mé předchozí práci (Stejskal 2014) a dalších studiích zaměřených na aktivitu (Bendová 2011, 2013). S blížícím se koncem léta se aktivita přesouvá do celého dne i noci kvůli zvýšené snaze o získání co největších zásob na blížící se zimu (Gorecki 1977).

V nokturnalitě křeček vykazuje během sezóny dvě maxima a dvě minima noční aktivity, což odpovídá mé předchozí práci (Stejskal 2014). Při pohledu na první minimum, které se vyskytuje kolem měsíce května, je velice nápadná jeho podobnost ve všech grafech. Předpokládá se, že to má na svědomí začátek doby rozmnožování, kdy křečci a zvláště samice aktivují převážně během dne. Rozmnožování zřejmě způsobuje i druhý pokles, ten ovšem již není tak přesný. Důvodem pro to je, že jednotlivé samice již nemají sjednocené hormonální cykly, tudíž do reprodukce vstupují v jinou dobu než ostatní. Navíc jsou tu v tuto dobu už i subadultní jedinci, kteří též vstupují do reprodukce. Vysvětlení maxim je o něco jednodušší. První maximum nastává přibližně začátkem června, kdy jsou už mláďata odrostlejší a začínají zkoumat okolí nory. Častěji ale aktivují během dne, čímž můžou toto maximum i naopak snižovat. Velký vliv na tomto maximu mají i samci, kteří pravidelně kontrolují své území a hledají nové samice. Poslední maximum je způsobené celodenní aktivitou křečků a snahou o získání zásob na zimu.

Překvapivým výsledkem mé práce byly velké rozdíly v distribuci denní aktivity mezi oběma roky zvláště v dubnu. To mohlo být způsobené rozdílnými klimatickými podmínkami. Nejideálnější řešením by bylo tuto teorii ověřit pomocí naměřené teploty. Využití teploty jsem původně zamýšlel zahrnout do této práce, ale bohužel bylo příliš málo dat z fotopastí, které dokázaly zaznamenávat teplotu. Ostatní měsíce vykazovaly již určitou podobnost v datech, přičemž se v nich objevoval určitý vzorec. Tento vzorec

se vyznačoval vysokou celodenní aktivitou začátkem a koncem sezóny, což odpovídá práci Wollnikové (1991). Pravděpodobně to bylo způsobené zvýšenou nutností hledat si potravu. V letních měsících byla tato denní aktivita snížena kvůli vysokým teplotám ve prospěch noční a krepuskulární aktivity. Přesto zde byla nějaká aktivita zaznamenána i v odpoledních hodinách pravděpodobně díky zatažení oblohy a mírnému poklesu teploty. Tyto výsledky neodpovídají studii, podle které by křečci neměli opouštět nory mezi desátou hodinou ráno a čtvrtou hodinou odpoledne (Poradzisz et al. 2009). Mé výsledky jsou ovšem podporovány stejnými zjištěními, ke kterým dospěla Machová (2013) a Bendová (2013) ve svých studiích.

Pokus o zaznamenání chování je vcelku problémový. Rozhodně se nedalo kvůli mobilitě křečků zaznamenat všechno jejich chování, ale pouze to v okolí nory. Vystává tu ovšem otázka, do jaké míry bylo jejich chování ovlivněno přítomností fotopastí, případně celým systémem automatické registrace, nebo přítomností lidského pachu. Tento problém by pravděpodobně byl nejčastější začátkem sezóny, ale později se zdálo, že si křečci na přítomnost všech zařízení naprosto zvykli. Sice na některých záběrech šlo vidět upřené sledování fotopasti, nebo okousávání kruhové antény na vchodu nory. Pravděpodobně jim ale všechna tato zařízení připadala obyčejná, jako větve nebo kameny. Lidský pach jim také nevadil. Na několika záběrech, hlavně během přípravy živolovných pastí na odchyt, bylo možné spatřit na několika záběrech přítomnost člověka a během pár minut po jeho odchodu se již křeček věnoval před norou svým běžným aktivitám.

Zajímavé bylo sledovat chování v interakci s jinými jedinci. Na Ukrajině bylo zaznamenáno soužití křečků ve skupinách na konci sezóny (Surov a Tovpinetz 2007). Toto soužití jsem také pozoroval, ale v mém případě se týkalo pouze juvenilních jedinců, kdy spolu někteří zůstávali dlouhou dobu po odstavení. V některých případech byla pozorována i hra nebo souboje mezi těmito mladými jedinci. Hra juvenila s adultem byla zaznamenána pouze jednou a to mezi mládětem a matkou, matka zde ovšem nejevila vůbec žádný zájem o mládě. Interakce mezi adulty byly mnohem zajímavější. Během, doby rozmnožování bylo často zaznamenáno pronásledování samice samcem, často se při tom i očichávali nebo na sebe jen upřeně hleděli. Tyto interakce byly vždy bez jakéhokoliv projevu násilí. Jednou dokonce pomáhal samec samici se zdokonalováním nory jejím vyhrabáváním. Naopak mimo dobu rozmnožování, nebo když měly mláďata, se samice chovaly vždy vůči samcům

agresivně, přesně jak uvádí Zejda et al. (2002). Toto chování bylo převážně zastrašující ve formě mručení a prskání, jen ojediněle došlo k útoku na samce. Pokud k nějakému fyzickému útoku přece jen došlo, tak to bylo nejčastěji mezi dvěma adultními samci. Zde se jednalo o opravdový souboj, který v některých případech skončil i vážnými zraněními. Další typ fyzického útoku byl způsobený adultním samcem na subadultního, případně juvenilního jedince. Tyto útoky byly pouze výstražné, aby jim dal samec najevo, na čím teritoriu se právě vyskytují.

Velká většina aktivit byla nepřetržitá po celý rok, ale například vyhrabávání a vylepšování nory, bylo ve většině případů pozorováno během období rozmnožování. Nejčastěji se jednalo o samice, které si v této době zlepšovaly své nory a připravovaly je na narození mláďat. Typické teritoriální chování zastoupené hlavně značkování území (Eibl-Eibesfeldt 1953). Nejintenzivnější bylo v době rozmnožování u samců, ale jinak probíhalo po celou sezónu. Není ovšem jisté, jestli bylo zaznamenáno veškeré značkování. Je možné, že značkování mohlo být prováděno i během klidnější pohybů, než obvykle značkující křeček vykazoval (Machová 2013). Jedno z nejčastějšího chování bylo pozorované jako bedlivé rozhlížení, nebo jako strnulé naslouchání a vyhlížení nebezpečí. Toto chování doprovázelo naprosto všechny aktivity od vylézání z nory, přes příjem potravy, hrabání a všechny ostatní s výjimkou bleskového útěku zpět do nory před potenciálním nebezpečím.

Tento můj výzkum se zaměřoval převážně na používání fotopastí a musím říct, že jsem díky této metodě získal spoustu užitečných a zajímavých dat. Fotopasti jsou velice užitečným zařízením pro spoustu typů výzkumů. Například já se sice zabýval chováním jedinců z hlediska aktivity, přesto ale v této oblasti, při důkladnějším zkoumání, se toho díky fotopastem dá zjistit mnohem víc. Fotopasti také umožňují zjistit přibližnou dobu páření. Například, když se poprvé začala objevovat mláďata na záznamech, byla ještě dost neohrabaná. Toto značí, že pravděpodobně poprvé opustila svou noru. Podle Vohralíka (1975), který se zabýval studiem mláďat, dochází k otevírání očí ve věku od 14 dnů. V tuto dobu také začínají poprvé vylézat z nory (Bouchner 1892, Weinhold 2008). Z toho vyplývá, že před přibližně 14 dny došlo k porodu. Samotná délka březosti trvá 17 až 18 dní (Vohralík 1974), před touto dobou by tudíž mělo být snadné zaznamenat typické chování křečků před pářením. Tato malá neohrabaná mláďata se na mých záznamech objevila pouze jednou a to 23. 6. 2016. Na první pohled šlo vidět díky sotva pootevřeným očím, že v nedávné době začala vidět.

To by znamenalo, že se narodila přibližně 9. 6. 2016. Tomuto odpovídá i fakt, že dva dny dříve od tohoto data došlo k odchytu a odchycená samice jevila známky blížícího se porodu. K páření rodičů došlo s největší pravděpodobností někdy kolem 22. 5. 2016, bohužel z této doby videozáznamy přímo nedokládají interakci mezi samcem a samicí, čímž nelze tuto teorii jednoznačně potvrdit. Ale nabízí to možnost dalšího výzkumu s využitím fotopastí. Při dostatečném množství dat se také dá využít naměřené teploty nebo dokonce zvukové stopy a získat naprosto unikátní data. Tuto metodu jsem srovnával s metodou automatické registrace značených jedinců a osobně mi používání fotopastí přijde užitečnější. Závěrem ale musím konstatovat, že nejlepší je využívat obou metod zároveň pro získání přesnějších dat.

6. Souhrn

V předložené diplomové, v které jsem se zabýval studiem chování křečka polního v přírodní populaci s využitím fotopastí se zaměřením na cirkadiánní aktivitu a nokturnalitu jsem dospěl k těmto závěrům:

1. Křečci během celé sezóny nejčastěji vykazovali krepuskulární aktivitu s občasnou noční aktivitou. Aktivita často nastávala i během světelné části dne.
2. Proporce noční aktivity vykazovaly dvě maxima (začátek června a konec července) a dvě minima (začátek května a začátek července).
3. Srovnáním nokturnalit za oba roky jsem získal podobné výsledky pouze s menším posunem během roku.
4. Distribuce denní aktivity každou sezónu začínala na jaře s denní aktivitou, která během léta přecházela na krepuskulární a na podzim opět přecházela na denní.
5. V každém roce byly pozorovány stejné typy aktivity, ovšem v jiném procentuálním zastoupení. Nejčastěji byl zaznamenán příjem potravy.
6. Při srovnání metody fotopastí s metodou automatické registrace značených jedinců jsem dospěl k podobným výsledkům. A rozhodně se vyplatí využívat obou metod.

7. Literatura

- ALEXY K. J., BRUNJES K. J., GASSETT J. W., MILLER K. V. 2003. Continuous remote monitoring of gopher tortoise burrow use. *Wildlife Society Bulletin* 31:1240–1243 p.
- ANDĚRA M., BENEŠ B. 2001. Atlas rozšíření savců v České republice. Předběžná verze IV. Hlodavci (*Rodentia*) – část 1. křečkovití (*Cricetidae*), hrabošovití (*Arvicolidae*), plchovití (*Gliridae*). Praha: Národní muzeum. 160 p.
- ANDĚRA M., HORÁČEK I. 2005. Poznáváme naše savce. Nakladatelství Sobotáles. Praha. 127–128 p.
- BENDOVÁ M. 2011. Vzorec návštěv křečka polního [bakalářská práce]. Olomouc: Katedra zoologie a ornitologická laboratoř PřF UP v Olomouci. 46 p.
- BENDOVÁ M. 2013. Cirkadiánní aktivita křečka polního v přírodní populaci [diplomová práce]. Olomouc: Katedra zoologie a ornitologická laboratoř PřF UP v Olomouci. 65 p.
- BERDYUGIN K. I., BOLSHAKOV V. N. 1998. Common hamster (*Cricetus cricetus*) in the eastern part of the area. In: *Ökologie und Schutz des Feldhamsters*. 1998. Halle/Saale. 43–79 p.
- BIHARI Z., HORVÁTH M., LANSZKI J., HELTAI M. 2005. Role of the Hamster (*Cricetus cricetus*) in the diet of natural predators. 13th Meeting of the International Hamsterworkgroup. Vienna. Austria. 1–14 p.
- BIHARI Z., HORVÁTH M., LANSZKI J., HELTAI M. 2008. Biosystematics and Ecology Series No. 25, The Common Hamster (*Cricetus cricetus*): Perspectives on an endangered species. Austrian Academy Press, Vienna. 61–68 p.
- BOLSHAKOV V. N. 1997. The animal world/The nature of Urals. Ekaterinburg. 5–54 p.
- BOUCHNER, M. 1982. Kapesní atlas savců. Praha: Státní zemědělské nakladatelství.

- BRIDGES A. S., VAUGHAN M. R, KLENZENDORF S. 2004b. Seasonal variation in American black bear *Ursus americanus* activity patterns: quantification via remote photography. *Wildlife Biology* 10: 277–284 p.
- BRIDGES A. S., NOSS A. J. 2011. Behavior and Activity Patterns. In: *Camera Traps in Animal Ecology: Methods and Analyses*. Springer. Tokyo, Dordrecht, Heidelberg, London, New York. 71–85 p.
- DUNGEL J., GAISLER J. 2003. Atlas savců České a Slovenské republiky. Praha: Academia.
- EIBL-EIBESFELDT I. 1953. Zur Ethologie des Hamsters (*Cricetus cricetus* L.). *Z. Tierpsychol.* 10: 204–254 p.
- EISENTRAUT M. 1928. Über die Baue und den Winterschlaf des Hamsters (*Cricetus cricetus* L.). *Z. Säugetierkd.* 3: 172–208 p.
- ERNST H., KUNSTYR I., RITTINGHAUSEN S., MOHR U. 1989. Spontaneous tumors of the European hamster (*Cricetus cricetus* L.). *Z. Versuchstierkd.* 32: 87–96 p.
- GORECKI A. 1977. Energy flow through the Common Hamster population. *Acta Theriol.* 22: 25–66 p.
- GRAISLER J., ZIMA J. 2007. Zoologie obratlovců. 2.přepřacované vydání. Praha. Academia. 1–692 p.
- GRULICH I. 1975. Populační explose křečka polního (*Cricetus cricetus* L.) – na východním Slovensku v roce 1971. *Zprávy ÚKZÚZ* 16(9): 15–23 p.
- GRULICH I. 1980. Populationsdichte des Hamsters (*Cricetus cricetus*, Mamm). *Acta Sc. Nat. Brno*, 14(6): 1–44 p.
- GRULICH I. 1981. Die Baue des Hamsters (*Cricetus cricetus*, Rodentia, Mammalia). *Folia Zool. Brno* 30 (2): 99–116 p.
- KARASEVA E. V., SHILJAEVA L. M. 1965. Stroenie nor obyknovennovo chomjaka v zavisimosti ot evo vozrasta i sezona goda. *Bull. MOIP, Biologii.* 70(6): 30–39 p.
- KAYSER A, WEINHOLD U, STUBBE M. 2003. Mortality factors of the common hamster *Cricetus cricetus* at two sites in Germany. *Acta theriologica* 48 (1): 47–57 p.

- KONEVA I. V. 1983. Rodents and Lagomorpha of Siberia and the Far East. Nauka. Novosibirsk. 216 p.
- KUCERA T. E., BARRETT R. H. 2011. A History of Camera Trapping. In: Camera Traps in Animal Ecology: Methods and Analyses. Springer. Tokyo, Dordrecht, Heidelberg, London, New York. 24–41 p.
- LOSÍK J., LISICKÁ L., HŘÍBKOVÁ J., TKADLEC E. 2007. Demografická struktura a procesy v přírodní populaci křečka polního (*Cricetus cricetus*) na Olomoucku. Lynx (Praha), n. s. 38: 21–29 p.
- MACHOVÁ K. 2013. Využití fotopastí při výzkumu drobných savců [bakalářská práce]. Olomouc: Katedra ekologie a životního prostředí PřF UP v Olomouci. 51 p.
- MARIEN M. W. 2002. Photography: a cultural perspective. Harry N. Abrams, Inc., New York. NY
- MCDUGAL C. 1977. The face of the tiger. Rivington, London
- MONECKE S. 2001. The two physiological identities of the Common Hamster (*Cricetus cricetus* L.) – a race against the time of year. In: Beiträge zu Ökologie und Schutz des Feldhamsters (*Cricetus cricetus*), Jb. Nass. Ver. Naturkde Bd. 122: 209–213 p.
- MONECKE S., WOLLNIK F. 2003. Circannual rhythms in the European hamster (*Cricetus cricetus*) – Demonstration of an annual phase of sensitivity to long photoperiods in winter. Department of Animal Physiology. Biological Institute. University of Stuttgart
- MONECKE S., WOLLNIK F. 2004. European Hamsters (*Cricetus cricetu*) Show a Transient Phase of Insensitivity to Long Photoperiods after Gonadal Regression. Biological Institute. Department of Animal Physiology. University of Stuttgart Germany. Biol. Reprod. 70: 1438–1443 p.
- MÜLLER K. R. 1960. Der Hamster und seine Bekämpfung. Flugblatt Nr. 30. Berlin: Biol. Zentralanst. der DAL zu Berlin.

NECHAY G. 2000. Status of hamsters: *Cricetus cricetus*, *Cricetulus migratorius*, *Mesocricetus Newtoni* and other hamster species in Europe. Nature and Environment Series 106. 73 p.

Neumann K., Jansman H., Kayser A., Maak S., Gattermann R. 2004. Multiple bottlenecks in threatened western European populations of the common hamster *Cricetus cricetus* (L.). *Conserv. Genet.* 5: 181–193 p.

O'CONNELL A. F., NICHOLS J. D., ULLAS KARANTH K. 2011. Camera Traps in Animal Ecology: Methods and Analyses. Springer. Tokyo, Dordrecht, Heidelberg, London, New York. 16–23 p.

PÉVET P., MASSON-PÉVET M., HERMÉSM. L. H. J., BUIJS R. M., CANGUIHELM B. 1989. Photoperiod, pineal gland, vasopressinergic innervation and timing of hibernation. – Living in the cold. Colloque INSERM. John Libbey Eurotext. 43–51 p.

PORADZISZ A., ZGRABCZYNSKA E., ZIOMEK J. 2009. The behaviour of the common hamster (*Cricetus cricetus*) under zoo conditions. *Zool. Garten.* 78: 221–231 p.

ROVERO F., SANDERSON J. G., TOBLER M. 2010. Manual on field recording techniques and protocols for all taxa biodiversity inventories: Chapter 6 – Camera-trapping for inventorying terrestrial vertebrates. 100–128 p.

SANDERSON J. G., TROLLE M. 2005. Monitoring elusive mammals. *Am. Scientist.* 93: 148.

SIUTZ C., WEISSINGER B., MILLESI E. 2013. Effect of maternal care on juvenile development in Common hamster. In: 20th Meeting of the International Hamster Workgroup. 2013. The European hamster – new problems and prospects of their solution. Poznań. 24 p.

Směrnice 92/43/EHS Evropské Unie ze dne 21. května 1992 o ochraně přírodních stanovišť, volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin. Příloha IV. – Druhy živočichů a rostlin v zájmu Společenství, které vyžadují přísnou ochranu.

SMULDERS M. J. M., SNOEK L. B., BOOY G., VOSMAN B. 2003. Complete loss of MHC genetic diversity in the Common Hamster (*Cricetus cricetus* L.) population in The Netherlands. Consequences for conservation strategie. *Conserv. Genet.* 4: 441–451 p.

- STEJSKAL M. 2015. Cirkadiánní aktivita křečka polního v přírodní populaci [bakalářská práce]. Olomouc: Katedra ekologie a ochrany životního prostředí PřF UP v Olomouci. 43 p.
- SUROV A.V., TOVPINETZ N.N. 2007: Population of common hamster in Simferopol (Ukraine): fast formation of synanthropic adaptations. Proceedings of 15th Meeting of the International Hamster Workgroup, Kerkade, the Netherlands: 17 p.
- SWAN D. E., KAWANISHI K., PALMER J. 2011. Evaluating Types and Feature of Camera Traps in Ecologicals Studies: A Guide for Researchers. In: Camera Traps in Animal Ecology: Methods and Analyses. Springer. Tokyo, Dordrecht, Heidelberg, London, New York. 42–59 p.
- TKADLEC E. 2010. Sociální chování křečka polního v přírodní populaci na periferii Olomouc [závěrečná zpráva]. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. 20 p.
- TKADLEC E., VÍŠKOVÁ V., HEROLDOVÁ M., OBDRŽÁLKOVÁ D., ZEJDA J. 2010. Rozšíření křečka polního v České republice po roce 2000. In: Bryja J., Zasadil P., eds. Zoologické dny Praha 2010. Sborník abstraktů z konference 11.–12. 2. 2010; 11.2.–12.2.2010; Praha. Brno: Ústav biologie obratlovců AV ČR. 221–222 p.
- 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: 246–253 p.
- VOHRALÍK V. 1974. Biology of the reproduction of the common hamster, *Cricetus cricetus* (L.). *Vestn. čs. spol. zool.* 38: 228–240 p.
- VOHRALÍK V. 1975. Postnatal development of the Common hamster *Cricetus cricetus* (L.) in captivity. *Rozpr. Cesk. Akad. Ved Rada Mat. Prir. Ved (Prag)* 9: 1–48 p.
- VOHRALÍK V., ANDĚRA M. 1976. Rozšíření křečkaka polního *Cricetus cricetus* (L.) v Československu [Distribution of the common hamster, *Cricetus cricetus* (L.) in Czechoslovakia]. *Lynx (Praha)*, n. s. 13: 56–65 p.
- VOHRALÍK V. 2011. Nové nálezy křečka polního (*Cricetus cricetus*) v České republice (Rodentia: Cricetidae) [New records of *Cricetus cricetus* in the Czech Republic (Rodentia: Cricetidae)]. *Lynx (Praha)*, n. s. 42: 189–196 p.

VOHRALÍK V., MELICHAR V. 2016. Současné rozšíření křečka polního (*Cricetus cricetus*) v Čechách (Rodentia: Cricetidae) [Current distribution of *Cricetus cricetus* in Bohemia, Czech Republic (Rodentia: Cricetidae)]. Lynx (Praha), n. s. 42: 105–123 p.

Vyhláška č. 175/2006 Sb. Ministerstva životního prostředí České republiky, kterou se provádějí některá ustanovení zákona České národní rady č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.

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 [disertační práce]. Heidelberg: Universität Heidelberg.

WEINHOLD U. 2008. Draft European action for the conservation of the common hamster *Cricetus cricetus*, L. 1758. Sekond vision. Strasbourg: Council of Europe, Convention on the conservation of European wildlife and natural habitats, Standing Committee.

WEINHOLD U., KAYSER A. 2006. Der Feldhamster. Die Neue Brehm-Bücherei Bd. 625. Westarp Wissenschaften, Hohenwarsleben.

Wood S.N. (2006) Generalized Additive Models: An Introduction with R. Chapman and Hall/CRC

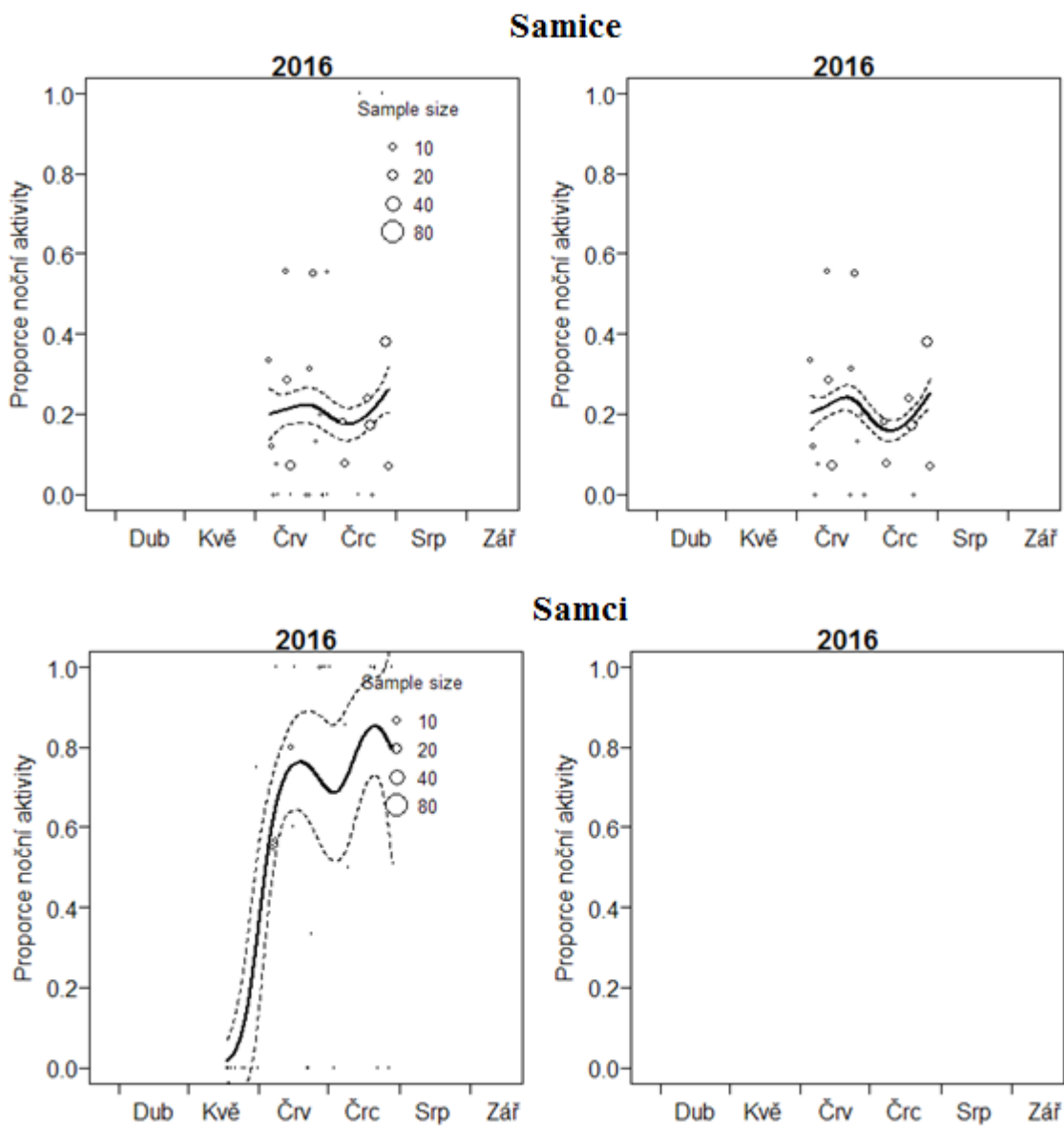
ZEJDA J., ZAPLETAL M., OBDRŽALKOVÁ D., PIKULA J., HEROLDOVÁ M., BEKLOVÁ M., PIKULA ml. J. 2000. Křeček polní (*Cricetus cricetus* L.) v ČR – škůdce v zemědělství nebo objekt ochrany? Rostlinolékař. 2: 21–23 p.

ZEJDA J., ZAPLETAL M., PIKULA J. 2002. Hlodavci v zemědělské a lesnické praxi. Praha: Agrospoj. 284 p

8. Přílohy

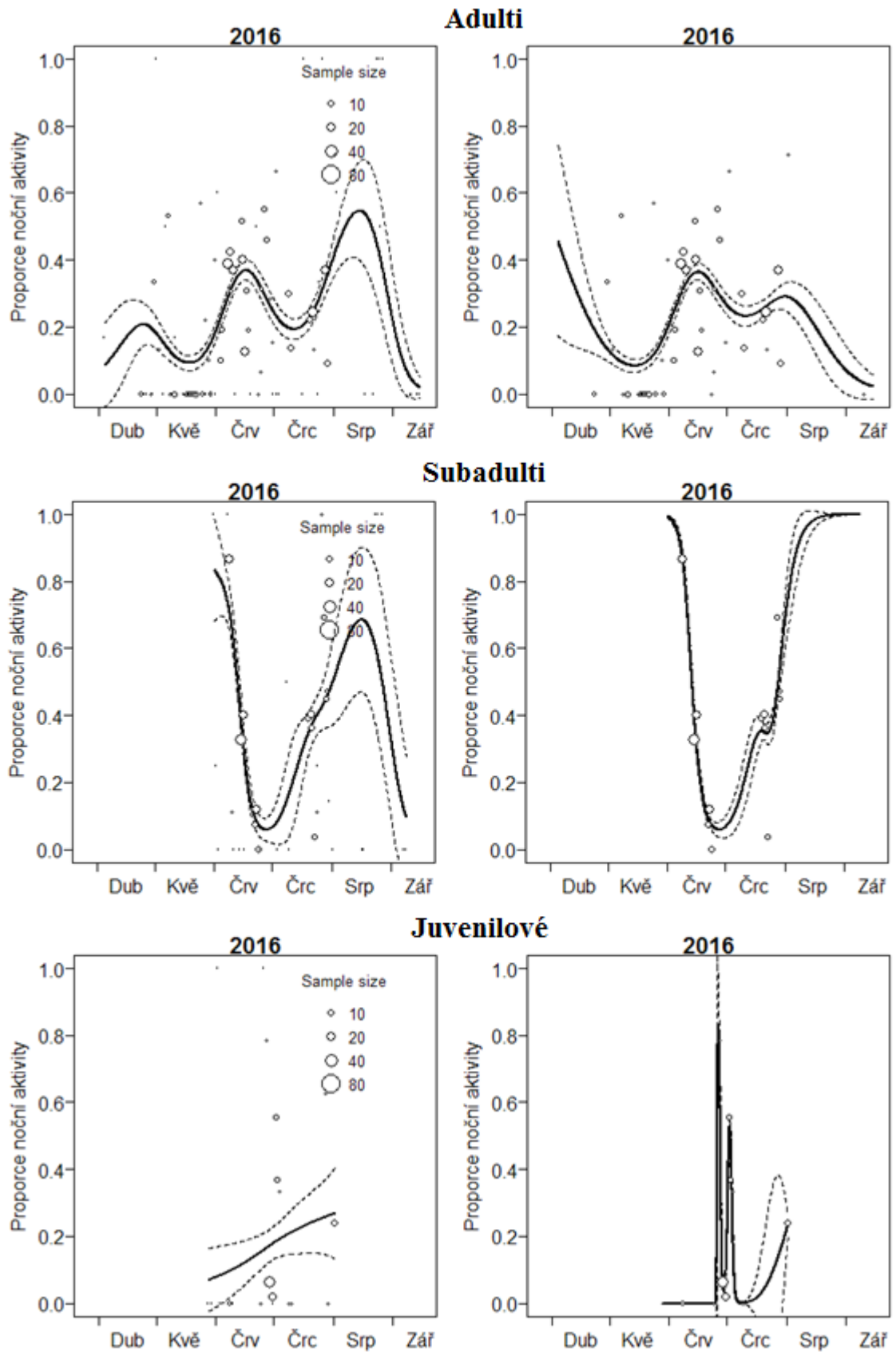
8.1. Příloha A

Obr. Proporce noční aktivity pouze pro samce a samice z roku 2016.



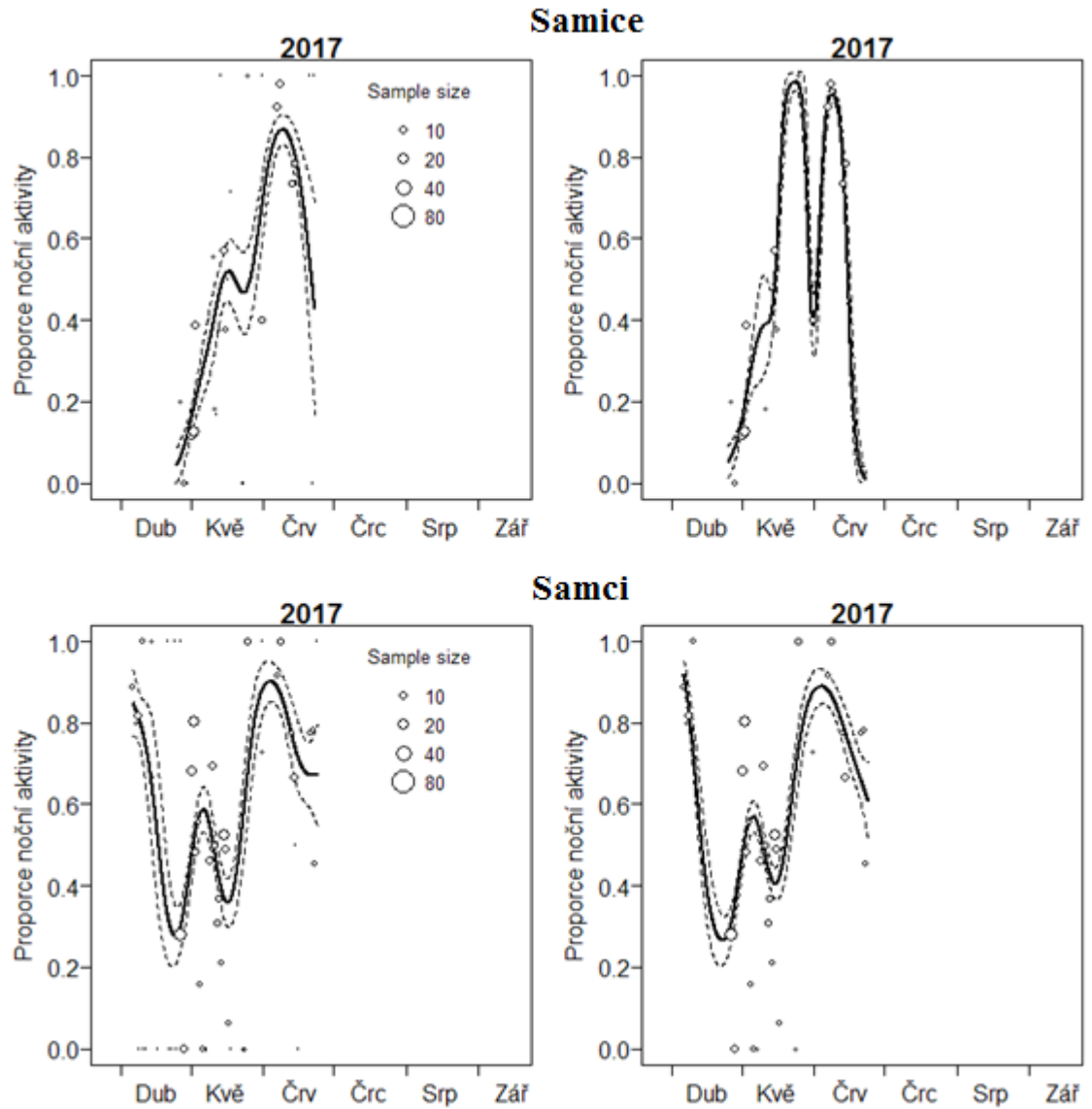
8.2. Příloha B

Obr. Proporce noční aktivity pro zastoupení jednotlivých věkových skupin z roku 2016.



8.3. Příloha C

Obr. Proporce noční aktivity pouze pro samce a samice z roku 2017.



8.4.Příloha D

Obr. Proporce noční aktivity pro kulturní jedince z roku 2017.

