

Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta
Katedra ekologie a životního prostředí



Cirkadiánní aktivita křečka polního v přírodní populaci

Martin Stejskal

Bakalářská práce

předložená

na Katedře ekologie a životního prostředí

Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

jako součást požadavků

na získání titulu Bc. v oboru

Ekologie a ochrana životního prostředí

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 jen s použitím citovaných literárních pramenů.

V Olomouci 21. července 2015

.....
Podpis

STEJSKAL M. 2015. Cirkadiánní aktivita křečka polního v přírodní populaci [bakalářská práce]. Olomouc: Katedra ekologie a životního prostředí PřF UP v Olomouci. 33s., 1 příloha, česky.

Abstrakt

Velikost populace křečka polního (*Cricetus cricetus*) v západní Evropě během posledních desítek let značně poklesla. Tím to ovšem neskončilo a dnes se tento trend šíří postupně do střední a východní Evropy. Nedávné výzkumy ukazují obrovský pokles populace v Polsku a podobná situace začíná nastávat i v dalších státech. Z toho důvodu je křeček v mnoha státech Evropy ohrožený a zákonem chráněný. Důvody tohoto poklesu nejsou ještě přesně známy, přitom znalost o chování tohoto druhu by mohla pomoci s jeho další ochranou. Předpokládá se, že křeček je vysloveně noční druh, k tomu byly prováděny výzkumy v laboratorních podmínkách, těch je ovšem i tak malé množství a z přírodních populací nejsou skoro žádné údaje.

V předložené bakalářské práci se zabývám cirkadiánní aktivitou a nokturnalitou křečka polního v přírodní populaci na periférii Olomouce. K získání vhodných údajů z této populace jsem využil metodu zpětného odchyty značkových jedinců do živolovných pastí spolu s automatickým registračním systémem, použitým na několika aktivních norách. Pomocí tohoto zařízení bylo zaznamenáváno číslo čipu jedince, datum a čas. Celkem byly získány údaje od 13 jedinců. V roce 2014 se cirkadiánní aktivita vyznačovala převážně soumráchnou aktivitou a o něco méně noční aktivitou, ale byla prokázána i aktivita během dne. Nokturalita se vyznačovala 2 vrcholy a to během 9. hodiny večer a 4. hodiny ráno.

Klíčová slova: automatický registrační systém, cirkadiánní aktivita, *Cricetus cricetus*, křeček polní, metoda zpětného odchyty značkových jedinců, nokturalita

STEJSKAL M. 2015. Circadian activity of the common hamster in the natural population [bachelor's thesis]. Olomouc: Department of Ecology and Environmental Sciences, Faculty of Sciences, Palacky University Olomouc. 33p. 1 Appendices, in Czech.

Abstract

The population size of the Common hamster (*Cricetus cricetus*) in Western Europe has decreased considerably in the last decades. But that is not all; today this tendency has been gradually spreading in central and Eastern Europe. Recent researches have shown an enormous population decrease in Poland and the situation is similar in other states as well. For this reason the hamster is considered endangered and is protected by law in many European countries. The reasons for this decrease are not exactly known yet, however, the knowledge of behaviour of this species could help its subsequent protection. The hamster is supposed to be an utterly nocturnal species, that is why researches have been done in laboratory conditions, but still there are not many and there are nearly no data about natural populations.

In the bachelor thesis I am dealing with the Common hamster circadian and nocturnal activity in its natural population on the outskirts of Olomouc. To obtain the convenient data of such population I have used the capture-recapture method in live traps, together with an automatic registration system, used in a few active burrows. By means of this device the animal chip number, date and time were registered. Altogether, data of 13 animals were obtained. In 2014 the circadian activity proved mainly dusk activity and slightly less nocturnal activity but, on the other hand, same day activity was also proved. The nocturnal activity showed 2 heights, that was around 9 p.m. and 4 a.m.

Key words: automatic registration system, capture-mark method, circadian activity, common hamster, *Cricetus cricetus*, nocturnality

Obsah

Seznam tabulek	viii
Seznam obrázků	ix
Poděkování	x
1. Úvod.....	1
1.1. Populační trend v Evropě	1
1.2. Legislativa EU a ČR.....	3
1.3. Křeček polní	3
1.3.1. Popis druhu	3
1.3.2. Rozšíření	4
1.3.3. Norové systémy a teritorialita	5
1.3.4. Potrava.....	6
1.3.5. Reprodukce	6
1.3.6. Cirkadiánní aktivita.....	7
1.3.7. Nokturnalita.....	8
1.3.8. Hibernace	9
1.3.9. Mortalita.....	9
2. Cíle práce	11
3. Materiál a metody	12
3.1. Popis lokality	12
3.2. Vyhledávání norových systémů	13
3.3. Metoda zpětného odchyty	14
3.4. Metoda automatické registrace.....	15
3.5. Analýza dat.....	16
4. Výsledky	18
4.1. Návštěvnost norových systémů	18
4.2. Cirkadiánní aktivita	18
4.3. Nokturnalita.....	21
5. Diskuze.....	23
6. Souhrn	26
7. Literatura	27
8. Přílohy.....	33

8.1. Příloha A. Proporce jednotlivých nor	33
---	----

Seznam tabulek

Tabulka 1 Počet nor na 1 jedince	18
Tabulka 2 Počet jedinců na 1 noru	18

Seznam obrázků

Obrázek 1 Křeček polní.	4
Obrázek 2 Studijní plocha v Olomouci-Holici se sledovanými norovými systémy (vyznačeno žlutě). Převzato z Google Earth.	12
Obrázek 3 Křeččí nora.	13
Obrázek 4 Živolovná past: nastražená (vlevo), při vypouštění křečka (vpravo).	14
Obrázek 5 Metoda zpětného odchyty: uspaný křeček (a), vybavení (b),.....	15
Obrázek 6 Automatický systém registrace jedinců: kruhová anténa (a), čtečka (b), akumulátor (c), nachystané čtecí zařízení (d).	15
Obrázek 7 Zaznamenávání jedince při průchodu anténou.	16
Obrázek 8 Cirkadiánní aktivita křečka polního v roce 2014. Každá jednotlivá aktivní minuta, značící průchod křečka přes anténu automatického registračního systému, je znázorněna jako modrý čtvereček. Čárkované vertikální linie zde značí dobu východu a západu Slunce.	20
Obrázek 9 Proporce denní aktivity v roce 2014 (přerušované čáry udávají 95 % CI). Jednotlivé grafy proporcí se od sebe liší v tom, že v levém grafu jsou použita všechna data a pravý je tvořený pouze vzorky s minimální velikostí 10 aktivních minut.	21
Obrázek 10 Proporce u hlavních aktivních měsíců. Svislé přerušované čáry značí východ a západ Slunce.	22

Poděkování

Rád bych poděkoval především prof. MVDR. Emilu Tkadlecovi, CSc. za vedení celé mé bakalářské práce, poskytnutí odborné literatury, 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 děkuji Ladě Zemanové, Mgr. Ivaně Petrové a ostatním členům našeho křečkářského týmu. Zvláštní poděkování patří Mgr. Martině Bendové za konzultace a pomoc v terénu. V neposlední řadě bych rád poděkoval celé své rodině za podporu.

1. Úvod

1.1. Populační trend v Evropě

Křeček polní latinsky *Cricetus cricetus* (Linnaeus, 1758) je považován za typický synantropní druh (Weinhold 2008). Důkazy o dřívějším výskytu křečka v Evropě, dokládají již jeho fosilní nálezy z interglaciálního období během evropské doby ledové (Nechay 2000). Zatím nejstarší dochované nálezy pocházejí z Oligocénu, tedy přibližně z doby před 36 milióny let (Weinhold a Kayser 2006).

Už z dávných dob je mezi křečkem a člověkem jistý vztah, srovnatelný jen s pár hlavními domestikovanými druhy, jako jsou například pes (dříve vlk), kočka nebo kůň (Weinhold 2008). Avšak po staletí byl křeček pronásledován jako škůdce, byl loven, tráven, chytán do pastí, jeho nory byly vytápěny vodou nebo vykopávány a jeho kůže byla prodávána kožešnickému průmyslu (Weinhold 2008). Lov byl ale v některých případech nezbytný, jako například v roce 1971 na Slovensku, kdy došlo k jeho enormnímu přemnožení (Grulich 1980, 1981).

Počáteční rozvoj zemědělství měl nejdříve za následek rozšíření oblastí obývaných křečkem a tím i zvýšení jeho počtu. V pozdější době s příchodem zemědělských technologií, používáním rodenticidů a nadměrných odchytů, může být právě toto s velkou pravděpodobností důvod poklesu jejich populace (Nechay 2010), ovšem zatím není vyloučen ani vliv klimatického efektu (Neumann et al. 2005). Křeček trpí změnami v agrokultuře. Evropské populace se stávají moc malými a roztroušenými, hrozí jim až vymizení (Smulders et al. 2003). V západoevropské populaci byl během druhé poloviny 20. století zaznamenán výrazný pokles početnosti křečka polního, zvláště v západní části Evropy (Tkadlec et al. 2010). Na Ukrajině (Gorban et al. 1998), v Maďarsku, Francii (Nechay 1998), Belgii, Nizozemsku a Německu (Stubbe a Stubbe 1998) a nově i v Polsku (Ziomek a Banaszek 2007) se nacházejí původní populace. Všechny tyto populace jsou dnes kriticky ohrožené, některé až na pokraji vyhubení (Tkadlec 2010). Recentní data z Polska ukazují, že tento dramatický pokles populace postupuje dál do střední Evropy (Tkadlec et al. 2010). Dnes se již tento hlodavec, který byl již od nepaměti nazýván škůdce, stává citlivým až kriticky ohroženým druhem v 8 z 18 zemí Evropy. V 6 zemích stále chybí data pro klasifikaci a pouze ve 3 zemích je

považován za běžný druh (Weinhold 2008). Díky Stálému výboru Bernské úmluvy byl křeček, v doporučení č. 79 z roku 1999, uznán jako součást přírodního evropského dědictví, které potřebuje naléhavá opatření, aby se zabránilo jeho vyhynutí. Nicméně byly zatím provedeny pouze drobné kroky k dosažení tohoto cíle (Weinhold 2008). Všechny příčiny poklesu populace dosud nejsou známy i přesto, že probíhá mnoho laboratorních výzkumů včetně zkoumání aktivity a cirkadiánních rytmů (Nechay 2000). Protože se ale v laboratořích nedají zcela napodobit přírodní podmínky, je lepší se zaměřit na populace žijící ve volné přírodě. Z jejich výzkumu je bohužel v této době velice málo údajů a většinou získaných zastaralými metodami.

V českých zemích byl křeček považován za polního škůdce až do 60. let 20. století, ale díky značnému poklesu početnosti populací v 70. a 80. letech byl zařazen mezi ohrožené druhy (Anděra a Beneš 2001). Z nedávno provedených průzkumů (Tkadlec et al. 2010) vyplývá, že během posledních desetiletí došlo ke značnému zmenšení areálu výskytu a nyní se nalézá jen v úrodné oblasti Polabí a Poohří v Čechách a v moravských úvalech (tj. Dyjsko-svratecký, Hornomoravský a Dolnomoravský úval) ležících na Moravě. Je tu i stálá pravděpodobnost, naznačující zachované propojení populací Slezska a moravských úvalů přes Moravskou bránu. České a moravské populace jsou propojeny přes Svitavsko. Toto propojení může být ale velice ošemetné, hlavně díky složité geomorfologii se spoustou horských hřebenů nacházejících se v této oblasti. To má za následek možnou izolaci zdejších populací. Na druhou stranu se jedna silná populace nachází v Hornomoravském úvalu. Nevýhodou je, že od oderských populací je oddělen geomorfologickou depresí zvanou Moravská brána. Hornomoravský úval je potom oddělen od Dyjsko-svrateckého Vyškovskou bránou a Hornomoravský od Dolnomoravského úvalu Napajedelskou bránou. Těmito zúženinami vedou dálniční komunikace s přípojnými přivaděči zesilující tuto bariéru. Fragmentaci zde nelze popřít, ale ke zcela kvalifikovanému závěru bude zapotřebí další studium této situace (Tkadlec 2010). Přesto si populace v České republice udržuje určitou abundanci na rozdíl od západní Evropy, kde jsou populace nižší (Smulders et al. 2003).

1.2. Legislativa EU a ČR

V rámci celé Evropské Unie je křeček polní chráněn Směrnicí 92/43/EHS ze dne 21. května 1992 o ochraně přírodních stanovišť, volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin. Samotný křeček je zahrnut v příloze IV, která pod sebe zahrnuje i druhy živočichů a rostlin v zájmu všech společenství, které vyžadují přísnou ochranu. Tato směrnice platí bez výjimky pro všechny členské státy EU, na jejichž území se populace křečka nalézají (Směrnice 92/43/EHS). Podle druhého dodatku Bernské konvence je zařazen do kategorie jako silně ohrožený druh. V České republice byl kvůli poklesu početnosti své populace podle vyhlášky č. 395/1992 Sb. k zákonu 114/1992 zařazen na seznam zvláště chráněných druhů živočichů do kategorie ohrožený druh. Toto dnes již neplatí, protože díky změnám evropské legislativy začala na našem území platit vyhláška č. 175/2006 Sb., a proto je křeček přeřazen do kategorie silně ohrožený druh (Vyhláška č. 395/1992 Sb.).

1.3. Křeček polní

1.3.1. Popis druhu

Křeček polní *Cricetus cricetus* (Linnaeus 1758) patří do řádu Rodentia, čeledi Cricetidae a podčeledi Cricetinae (Nechay 2000). Dorůstá velikosti s délkou těla od 200 do 300 mm a délkou ocasu od 40 do 60 mm. Dosahuje hmotnosti kolem od 200 do 650g (Weinhold 2008). Někteří dospělí jedinci mohou dosahovat i 1000g (Nechay 2000).

Barva srsti se pohybuje od středně až po světle hnědé zbarvení na hřbetě a po stranách těla. Má černé břicho, bílý čumák a tlapky, krémové skvrny na lících, krku a hned za předními končetinami (obr. 1). Toto zbarvení z něj bezpochyby dělá jednoho z nejbarevnějších savců v Evropě (Weinhold 2008). Kromě běžného zbarvení se v některých případech můžou u křečků vyskytovat různě barevné formy jako například černí, žlutí nebo albínští jedinci (Kayser a Stubb 2000).

Obličejová část hlavy není moc dlouhá, uši jsou relativně malé a kryté krátkými tmavými chlupy (Gromov a Erbayeva 1995). Celé tělo je zavalité s neosrstěným ocáskem. Samičky jsou na rozdíl od samců drobnější, ale jinak jsou

obě pohlaví stejně zbarvená. Typickým znakem pro křečka jsou lícní torby (Dungel & Gaisler 2003).



Obrázek 1 Křeček polní.

1.3.2. Rozšíření

Křeček je obecně rozšířen přes skoro celou Evropu a Asii. V posledních 45 letech ale došlo ke snížení jeho počtu v této oblasti (Feoktistova et al. 2013, In prep.). Rozšíření zahrnuje západní, centrální, východní a jihovýchodní Evropu. Velkou část zaujímá v západní Asii, hlavně v Rusku a Kazachstánu. Nachází se i v čínské provincii Xinjang (Weinhold 2008).

V současné době se nalézá v pásu mezi 45° až 55° severní šířky a 5° až 95° východní délky (Nechay 2000). Obecně preferuje nížiny a zřídka kdy se vyskytuje ve větší nadmořské výšce než 500m nad mořem. Jeho přirozeným habitatem jsou přírodní stepy, které jsou v dnešní době pro něj stejně tak dobře nahrazovány zemědělskými poli (Weinhold 2008). V hospodářských územích pronikl hlavně na kukuřičná pole, zeleninové plantáže, do nespočtů zahrad a dále žije v travnatých krajnicích okolo polí. Dostává se také do mezofytní a mezo-xerofytní otevřené krajiny, ale nejraději má nízko položená údolí v oblasti říčních toků (Koneva 1983). Výskyt křečka je vyloučen v oblastech jako bažiny, lesy, pouště a nejruznější vysokohorské habitaty (Weinhold 2008).

V České republice se nachází převážně v hercynské oblasti, kde zasahuje nejen do aluviálních nížin (Povltaví a Pobaltí), ale také do oblastí varínského

vrásnění (část jižních a západních Čech a také Českomoravská vysočina) a křídových plošin středních, východních a severních Čech (Grulich 1975). Poslední informace pocházejí ze 70. let 20. století, proto dnešní status rozšíření křečka není zcela známý. Pro doplnění těchto dat jsou využívány 3 zdroje: program monitoringu hraboše polního, dotazníky a veřejný server pro mapování distribuce druhů. Srovnáním těchto dat došlo ke zjištění, že křeček upřednostňuje nížiny v okolí velkých řek (Tkadlec et al. 2010). Nověji získaná data ukazují rozšíření křečka na Moravě hlavně v oblasti Hanné, Moravskoslezském a Jihomoravském kraji. Co se týče Čech je rozšířen v oblastech Polabí a Poohří, ale nejvíce ve Středočeském kraji. Další výskyt se potom týká hlavně Pardubicka, Královéhradecka a Svitavska (Višková 2010).

V Čechách je nejvíce osídlených lokalit v polohách od 180 do 400 m nad mořem a na Moravě a ve Slezsku ve výškách od 160 do 300 m nad mořem, kde se průměrné teploty pohybují od nejnižších -3°C po nejvyšší $+15^{\circ}\text{C}$ a průměrné roční srážky jsou kolem 650 mm. Křeček žije převážně na těžších půdách a to hlavně na půdách glejových, černozemích, hnědozemích nebo podzolech. V Čechách osídluje celou řepářskou a bramborářskou oblast, na Moravě kromě těchto dvou ještě kukuřičnou oblast (Grulich 1975).

1.3.3. Norové systémy a teritorialita

Nory se nacházejí pod povrchem převážně v půdních typech jako černozem a hnědozem, které nabízejí určitou stabilitu. Nicméně podloží musí být dobře propustné, aby zabraňovalo většímu podmáčení (Weinhold 2008). Mladí jedinci si budují jednodušší nory a dospělí zase mnohem hlubší a komplexnější (Eisentraut).

Hlavní neboli trvalá nora, je místo, kde křeček žije, spí, rodí mláďata, dělá si zásoby na zimu a hibernuje. Má tam taky tunely, které využívá v případě nebezpečí pro útěk. V některých případech může svou hlavní noru přestavět na takovou, která mu bude sloužit jen jako úkryt (Karaseva a Shilyaeva 1965). Nory většinou mají 2 až 3 šikmé tunely a 1 (vzácně 2) vertikální tunel. Tunely vedou do 1 až 4 komor, nacházejících se 50 až 70 cm hluboko pod povrchem. Jednotlivé komory jsou 16 až 46 cm dlouhé a 18 až 25 cm široké. Při stavbě nové nory si nejdříve buduje 1 hnízdní komoru s hnízdem. Své hnízdo si tvoří převážně z rostlinného materiálu. Po stranách hnízdní komory vede 1 až 8 tunelů soužících pro zanechávání exkrementů (Karaseva

a Shilyaeva 1965). Komora s uloženou potravou je zpravidla přímo propojená, nebo se nachází v blízkosti hnízda (Weinhold 2008). Šířka tunelů se většinou pohybuje mezi 40 až 100 mm, přičemž záleží na velikosti a věku obyvatele (Eisentraut 1928, Grulich 1981). Maximální vypočítaná délka tunelů byla 26,2 m (Grulich 1981). Pro ukrytí vchodů do nory využívá přírodní skrytá místa, jako například dutiny pod kořeny, jámy, kameny, trsy trávy a další (Karaseva a Shilyaeva 1965).

Trvalé nory jsou velice variabilní, záleží zde na věku a pohlaví jejího majitele, ale stejně tak i na konkrétní sezóně. Zimní nory sloužící k hibernaci leží mnohem hlouběji pod povrchem než letní nory. (Berdyugin a Bolshakov 1998). Jakmile se křeček připravuje na hibernaci nebo je jen nepříznivého počasí (déšť nebo zima), uzavírá vchody tunelů pomocí hlíny (Nechay 200).

1.3.4. Potrava

Během pozdního léta a začátkem podzimu ještě před hibernací začíná křeček sbírat a ukládat obrovské množství potravy jako zimní zásoby (Nechay et al. 1977). Typické chování křečka je, sesbírat všechnu potravu do lícních torb a následně ji přemístit do komory s potravou uvnitř nory (Weinhold 2008). Za získáním potravy se můžou vydávat i do vzdáleností přesahující 1 km od nory (Grulich 1975).

Křeček je převážně vegetarián. Živí se spoustou druhů semen a zelených rostlin (Müller 1960). Obecně se živí zemědělsky pěstovanými obilovinami, ovocem a zeleninou. Z rostlinných částí preferuje stonky, listy, kořeny a zásobní orgány. (Bolshakov 1997). Z celkové potravy tvoří 10 až 13 % živočišné proteiny, které získává hlavně z bezobratlých (hmyz, žížaly, plži) a příležitostně z drobných obratlovců. Během masového přemnožení nebo během společné hibernace může docházet i ke kanibalismu (Eibl-Eibesfeldt 1953, Grulich 1980).

Na 1 zvíře připadne během přibližně 1 sezóny zhruba 10 kg zrní a 15 kg kořínků a hlíz (Marvin et al. 1966).

1.3.5. Reprodukce

Křeček patří mezi polygamní druhy. Sami samci se nikterak neúčastní výchovy mláďat, ale pouze se snaží během sezóny spářit s tolika samicemi, s kolika je to

možné (Franceschini a Millesi 2001). Období reprodukce probíhá brzy po hibernaci nejdříve v březnu, ale nejčastěji mezi dubnem a květnem a končí v srpnu, nejpozději začátkem září (Berdyugin a Bolshakov 1998). Během období páření je samec nucen vniknout na území samice, pokud ale ona není v říji, tak se samec vystavuje riziku, že na něj zaútočí. Jakmile ale je v říji, začne běhat v kruzích za neustálého následování samcem a následně dojde k páření (Eibl-Eibesfeldt 1953). U samců je vykazován sezónní sestup varlat synchronizovaně se začátkem období rozmnožování a u samic postreprodukční uzavření pochvy (Weinhold 2008).

Velikost vrhu se pohybuje mezi 3 a 12, přičemž poměr pohlaví je 1:1. Nejčastěji se ale rodí 6 v každém vrhu. Březost samic trvá 17 až 20 dní pro první vrh, s následujícími vrhy stoupá až k 37 dnům (Vohralík 1974). Za rok může mít 2 až 3 vrhy (Grulich 1975).

Nově narozená mláďata jsou holá, slepá a hluchá, měří do 25 mm a váží kolem 5,9 g. (Berdyugin a Bolshakov 1998). Nicméně mláďata z prvního vrhu v roce jsou mnohem větší a těžší s větší vrstvou podkožního tuku než mláďata z posledního vrhu v roce (Millesi et al. 2011). Srst jim začíná růst mezi 4. a 5. dnem a brzy je již vidět typická pigmentace srsti. V 6 dnech již začínají konzumovat pevnou stravu, nicméně jejich hlavní potravou je stále mateřské mléko. Ve věku 12 dnů začínají vidět a slyšet (Weinhold 2008). Mláďata vylézají z rodné nory ve věku kolem 3 týdnů a obvykle jsou i brzo poté odstavena (Siutz et al. 2013). Pohlavní dospělosti dosahují po 2 až 3 měsících věku (Vohralík 1974).

1.3.6. Cirkadiánní aktivita

Orientace v čase, která spadá mezi nejdůležitější adaptace organismu, je patrná v distribuci sezónních rytmů, kde savci předvídají a využívají předvídatelné změny vnějšího prostředí v 12-ti měsíčním cyklu. Přesné načasování se odráží v sezónních změnách délky dne, teploty a vlhkosti, stejně tak i v biotických faktorech jako je přítomnost predátorů, dostupnost potravy a partnerů (Zucker 2001). Pojem „biologické hodiny“ označuje u živočichů mechanismus, který řídí periodicitu spousty fyziologických funkcí. Obecně cirkadiánní rytmy trvají přibližně 24 hodin. U savců se centrální pacemaker cirkadiánních hodin nachází v hypotalamu (Stumpf, Weinert 2011).

Přírodní habitat, kde křeček žije, je typický změnami v denní fotoperiodě, která má svůj podíl i na změnách klimatu a na vegetaci během roku. V důsledku těchto environmentálních podmínek křeček vykazuje výkyvy v jeho chování a fyziologii (Monecke 2001). Adaptací na sezónní změny v habitatu křečka jsou roční rytmy reprodukce a tělesné váhy, které jsou řízeny endogenně cirkadiánními hodinami. Navíc denní vzorec aktivity a sekrece melatoninu se mění po celý rok. Pravidelné změny fotoperiody seřizují cirkadiánní hodiny na 365 dní (Monecke a Wollnik 2003). Pro křečka rok začíná hibernací hluboko v zemi, kde nemá žádné informace o čase. Avšak začátkem jara se začíná obnovovat celý jeho reprodukční systém, který byl během celé zimy zakrnělý. Když se dá celý do pořádku, křeček opouští noru a začíná hledat partnera (Pévet et al. 1989, Monecke 2001). Obvyklá aktivita křečka po ního je během noci a stmívání, ale během rozmnožovacího období, jsou aktivní i během dne. Nicméně během dne neodcházejí od nory dál než 40–50 m, ale během noci to může být mezi 200–2500 m. Samice s mládřaty se zdržují poblíž nory (Karaseva a Shilyaeva 1965).

Dle výzkumu prováděného v Polsku v letech 2007–2009 výsledky ukazují diurnální aktivitu u křečka s rozdíly mezi pohlavím a věkovými skupinami. U mládřat byla aktivita po celý den, od 4 do 22 hodin se 4 vrcholy aktivity. U dospělých samců měla aktivita 2 vrcholy, první od 4 do 8 a druhý od 18 do 22 hodin. U dospělých samic se podobala mládřatům (Ziomek et al. 2011).

1.3.7. Nokturnalita

Organismy jsou adaptovány na 24 hodinový solární cyklus, který je zodpovědný za život na Zemi. Rotace planety kolem vlastní osy a kolem Slunce má za následek denní a sezónní vzorec v délce dne. Tyto rytmy vznikají z hierarchicky vázaných buněčných hodin generovaných pomocí pozitivních a negativních transkripčních faktorů jádra cirkadiánních hodin genové exprese (Bedrosian et al. 2013).

Křečci jsou nokturnální hlodavci, kteří obvykle spí během dne (Bedrosian et al. 2013). Pouze během pár měsíců uprostřed léta je křeček převážně nokturnální a vykazuje zvýšenou aktivitu během 24 hodin. Na podzim rytmicita pomalu ustává, úroveň aktivity se snižuje a křeček se stává během zimy zcela arytmičtý (Monecke 2001). Křečci jsou nejvíce citliví na fázi posunu účinku temnostních signálů

respektive během dne a noci. To znamená, kdy je signály probudí (Mendoza et al. 2007).

1.3.8. Hibernace

Hibernace je důležitý sezónní proces, který se vyvinul u savců, k přežití období se sníženým množstvím potravy a nízkou teplotou. Hibernující savci si během léta hromadí zásoby potravy, nebo tělesný tuk. Křeček si akumuluje ve své noře zásobu semen. Po období sběru potravy (léto až časný listopad) nastává hibernační období (Malan 2011).

Křeček hibernuje solitérně přibližně od října do března až dubna (Weinhold 2008). Koncem léta si křeček buduje speciální noru k hibernaci (Karaeva 1962). Zimní nory jsou hluboké kolem 2 m, navíc by měly být dobře odvodněné a dostatečně zásobené potravou k přežití celé zimy. Začátek hibernace je synchronizován fotoperiodicky, ale řízen endogenně (Weinhold 2008). Je také dán věkem, pohlavím a geografickou polohou území. První vstupují do hibernace dospělí samci, následně po nich dospělé samice podle toho, kolikrát za daný rok měli mláďata (pokud je měly dvakrát, tak se ukládají k hibernaci později než ty, co je měly jen jednou) a jako poslední mladí jedinci (Karaseva 1962). Během hibernace se střídají záchvaty apatie, ve kterých tělesná teplota zůstane blízká okolní teplotě, s příležitostným probuzením, kdy se dočasně navrátí tělesná teplota do původního stavu a přitom křeček užívá ze svých zásob, které si připravil (Bolshakov 1997, Malan 2011). Křečci se z hibernace budí většinou v březnu nebo dubnu. (Bolshakov 1997). Po hibernaci se křečci vrací do svých starých nor a brzo zde budují nové tunely (Karaseva 1962). Obecně platí, že křečci, co v zimě opustí svou noru, s velkou pravděpodobností zahynou kvůli nedostatku potravy, nebo se stanou snadnou kořistí predátorů. (Popov 1960).

1.3.9. Mortalita

Křeček se může výjimečně dožít věku až 10 let, nicméně ve volné přírodě se jen vzácně dožívá více než 4 let (Nechay 2000).

V dnešní době je hlavním důvodem mortality křečka predace a hibernace. Menší podíl mají nemoci a doprava (Kayser et al. 2003). Křeček bývá často loven predátory jako lasice kolčava (*Mustela nivalis*), tchoř tmavý (*Mustela putorius*), hranostaj (*Mustela erminea*), kuna skalní (*Martes foina*), jezevec lesní (*Meles meles*) a liška obecná (*Vulpes vulpes*) (Eibl-Eibesfeld 1953, Müller 1960, Grulich 1980). Z dravců je to hlavně káně lesní (*Buteo buteo*), luňák červený (*Milvus milvus*), luňák hnědý (*Milvus migrans*) a výr velký (*Bubo bubo*), který ho jako jediná sova loví pravidelně (Stubbe et al. 1991, Grulich 1980). Na seznam potenciálních predátorů lze také přidat psy a kočky domácí. Dále také volavku popelavou (*Ardea cinerea*) nebo čápa bílého (*Ciconia ciconia*), kteří sice upřednostňují hraboše, ale nepohrdnou ani mláďaty křečka, hlavně v období po sklizni (Weinhold 2008). Vysokou mortalitu má na svědomí i hibernace, během níž nepřežije přibližně něco mezi 50–60 % populace (Kayser et al. 2003).

Svůj podíl na mortalitě má i zemědělství, současné monokulturní farmaření podporuje predaci, protože křečkovi chybí vegetační kryt, který by mu poskytl úkryt před predátory a to zejména na jaře a po sklizni. Mortalitu také způsobuje obdělávání polí těžkou technikou (Kayser et al. 2003). Historicky byl také důležitý faktor mortality lov pro kožešinu a přímé hubení křečka jako polního škůdce. Toto již ale neplatí, od doby kdy křeček získal status chráněného druhu (Weinhold 2008).

2. Cíle práce

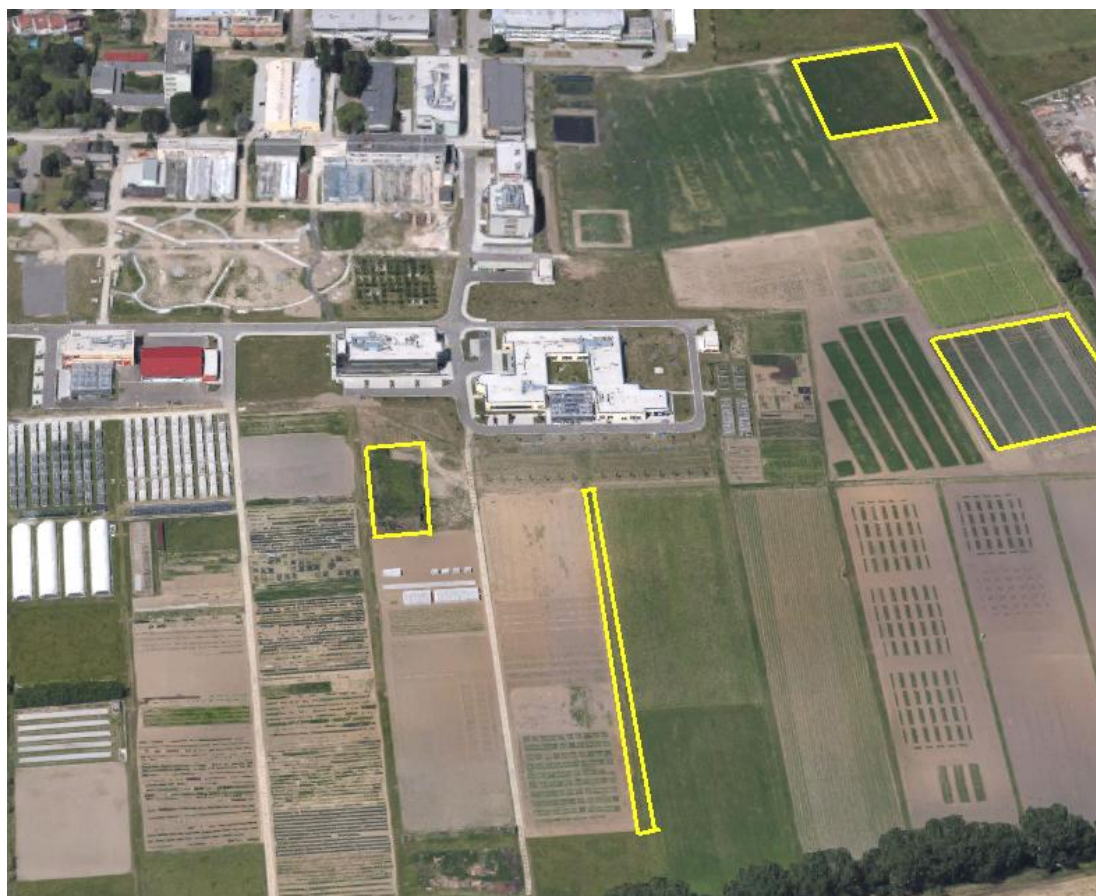
Hlavním cílem mé bakalářské práce je zaměřeni se na cirkadiánní aktivitu a nokturnalitu křečka polního v Olomouci-Holici s použitím systému automatické registrace jedinců. Pozornost zaměřím také na to jak, popřípadě zda vůbec jsou výsledky ovlivňovány pohlavím. Práce je zaměřena především na následující cíle:

- 1) Návštěvnost norových systémů, kde budu hodnotit, kolik norových systémů křeček v průměru navštíví a jestli má na tom nějaký podíl pohlaví jedince.
- 2) Sezónní proměnlivost v cirkadiánní aktivitě, cílem zde je zjistit sezónní proměnlivost křečka polního v cirkadiánní aktivitě. Jedná se tedy o změny denní aktivity během roku.
- 3) Zaměřím se na míru nokturnality, neboli proporcei noční aktivity.

3. Materiál a metody

3.1. Popis lokality

Výzkum křečka polního probíhal v jeho přírodní populaci na jihovýchodním okraji města Olomouce, v části Olomouc-Holice (obr. 2). Výzkumná lokalita se nachází v nadmořské výšce 210 m n. m. (souřadnice středu lokality: 49°34'34" s.š. a 17°17'00" v. d.). Velikost výzkumné plochy odpovídá přibližně 20 ha. Tato plocha je součástí areálu Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci. Celá oblast spadá do geomorfologického celku Hornomoravský úval, nachází se v nivě řeky Moravy, která protéká přibližně ve vzdálenosti 650 m od lokality. Území, které se zde nachází, je rovinatého charakteru. Podloží tvoří kvartérní sedimenty s vrstvami písků, štěrkopísků a fluviální hlíny. Patří do teplé klimatické oblasti T2. Průměrná roční teplota se zde pohybuje kolem 8–9 °C a srážkový úhrn je v průměru 500–600 mm za rok.



Obrázek 2 Studijní plocha v Olomouci-Holici se sledovanými norovými systémy (vyznačeno žlutě). Převzato z Google Earth.

Celá lokalita je hojně využívána pro zemědělské účely a pro výzkum rostlin, díky čemuž má plocha mozaikovitý charakter. Pěstuje se zde zelenina, obiloviny, léčivé rostliny, vojtěška. Mimo jiné se zde nachází i malé zatravněné plochy a cestičky mezi poli, zoraná pole, či pole ponechaná ladem. Dále tu jsou pole genové banky, kde se pěstuje například proso (*Panicum*) a laskavec (*Amarantus*). Nedílnou součástí plochy je i kompost, ve kterém dochází k organickému rozkladu rostlin a jejich zbytků, které jsou zde vyhazovány.

V tomto areálu je výskyt křečka polního sledován nepřetržitě již od roku 2002. Přičemž jeho početnost kolísala kolem průměrné hodnoty 60 jedinců a 40 nor (Tkadlec 2010). Ovšem v posledních letech došlo k výraznému snížení populace, což zvyšuje i možnost zániku této populace.

3.2. Vyhledávání norových systémů

Už od roku 2002 se každý rok pravidelně provádí mapování norových systémů křečka. Hlavním cílem této metody je vizuální vyhledávání vchodů nor (obr. 3) a výhrabků (ukazujících na přítomnost křečka), toho lze docílit, vzhledem k místy značně hustému vegetačnímu krytu, jedině průběžným procházením celé lokality. Mapování probíhá pravidelně vždy před plánovaným odchytom, aby bylo zajištěno dostatečné množství aktivních nor. Každá nově nalezená nora je označena a následně se zaznamenává pomocí systému GPS.



Obrázek 3 Křeččí nora.

3.3. Metoda zpětného odchyty

Metoda zpětného odchyty (CMR = Capture Mark Recapture) je založena na odchyty jedinců do živolovných pastí (obr. 4), jejich označením a opětovným vypuštěním na svobodu. Díky této metodě lze zjistit například velikost populace, její věková struktura, velikost a využití domovského okrsku.



Obrázek 4 Živolovná past: nastražená (vlevo), při vypouštění křečka (vpravo).

Jednotlivé odchyty se prováděly 2–3 dny po sobě každý měsíc od dubna do začátku září. Ke každému východu z nory byla umístěna minimálně jedna živolovná past, vždy k večeru se pasti nastražily a druhý den ráno probíhala kontrola. Hlavním důvodem k tomuto jednání bylo, aby křeček strávil v pasti pouze noc a nemusel v ní být přes den, kdy by se musel vystavovat stresu a vysokým teplotám, zvláště během léta. Živolovné pasti fungují na principu sklopce, kdy po sešlápnutí nášlapného můstku dojde k uvolnění pojistky a následnému zavření dvířek na obou koncích. Rozměry této pasti jsou $18 \times 40 \times 16$ cm. Jako návnada se používalo zrní, slunečnicová semínka, natrhaná vojtěška, případně kousek mrkve.

V případě úspěšného odchyty byl křeček z pasti přemístěn do uzavřené skleněné nádoby, kde byl následně usmán pomocí hadříku napuštěného anestetikem. Narkóza trvala pouze chvíli a za tuto dobu byl křeček identifikován podle podkožního čipu, pokud žádný neměl, tak mu byl pomocí jehly implantován pod kůži vzadu na krku. Dále bylo u každého jedince zjištěno pohlaví, přibližný věk, reprodukční kondice, byla změřena celá délka jeho těla a byl zvážen (obr. 5). Zaznamenávala se i různá poznávací znamení, případně různé druhy zranění. Po probuzení z narkózy byl každý křeček vypuštěn u stejné nory, u které byl odchycen.



Obrázek 5 Metoda zpětného odchytu: uspaný křeček (a), vybavení (b), čip (c).

3.4. Metoda automatické registrace

Poté, co byli křečci označeni pomocí čipu, jsou jejich návštěvy nor zaznamenávány pomocí automatického systému registrace jedinců. Ten se skládá z kruhové antény, čtečky dat CVK1, akumulátoru 12V/17Ah a nabíječky Automatic Turbo-lader 12Pb (obr. 6).



Obrázek 6 Automatický systém registrace jedinců: kruhová anténa (a), čtečka (b), akumulátor (c), nachystané čtecí zařízení (d).

Akumulátor je schopný napájet celý systém 5–6 dní, pak se musí znovu dobít pomocí nabíječky. Jednotlivé kruhové antény jsou připevněny na vybraných vchodech do nor, tak aby všichni křečci, co tudy budou procházet, museli projít skrz anténu. Při průchodu jsou do čteček dat (datalogger) ukládány čísla čipů, datum a denní čas (obr. 7). Tato data jsou poté každých 5–6 dní stahována do počítače. Ukládání dat do čteček bylo nastaveno v intervalu 4 sekund, aby nedocházelo k rychlému vybíjení akumulátoru. Celkem jsem měl k dispozici 5 funkčních sad registračního zařízení. Každý registrační systém byl ještě po instalaci k noře zabalen do igelitové tašky, aby se předešlo poškození vlivem klimatických podmínek.



Obrázek 7 Zaznamenávání jedince při průchodu anténou.

3.5. Analýza dat

Data, která jsem získal pomocí automatického systému registrace, byla vyhodnocena jednak z hlediska denní aktivity, jednak z hlediska nokturnality. Byly vypočítány průměrné počty norových systémů na jedince a průměrný počet jedinců na jednu noru. Rozdíly mezi pohlavími byly hodnoceny Welchovým dvouvýběrovým t-testem. Cirkadiánní aktivita byla kvantifikována pomocí aktivních minut, kde každá

aktivní minuta je minutou, v níž byl zaznamenán průchod jedince přes kruhovou anténu registračního zařízení. Údaje z jednotlivých čteček byly staženy do počítače pomocí programu LID650/665/1260 od výrobce RFID zařízení DorsetID. Statistické analýzy byly provedeny v programu R (R Development Core Team 2010). Přičemž jednotlivá data byla nejprve promazána tak, aby v každém dnu se od každého křečka víckrát neopakovala některá aktivní minuta. Z původních 8366 byla data zredukována na 2977.

4. Výsledky

4.1. Návštěvnost norových systémů

Za celý rok 2014 bylo odchyceno celkem 21 jedinců v těsné blízkosti 15 aktivních norových systémů. Značný počet nor nebyl vůbec obsazen, a tudíž zde nebyl chycen žádný jedinec. Mimo křečka polního se za celý rok chytili do pasti: 3 hraboši polní, 4 myšice křovinné, 1 myšice lesní, 2 lasice kolčavy a 1 tchoř.

První odchvy začaly začátkem dubna a poslední proběhly koncem července.

Tabulka 1 Počet nor na 1 jedince

Třída	Počet nor na 1 jedince	SE
Samci	4,33	0,61
Samice	2,29	0,36
Celkem	3,23	0,44

Tabulka 2 Počet jedinců na 1 noru

Třída	Počet jedinců na 1 noru	SE
Samci	1,86	0,23
Samice	1,14	0,43
Celkem	3	0,62

Všechny zde nasbírané údaje pocházejí celkem od 13 jedinců, z nichž bylo 6 samců a 7 samic. Ukazuje se, že 1 jedinec průměrně navštíví 3,23 nor (tab. 1). Přičemž je statisticky signifikantní, že samci navštěvují v průměru daleko více nor než samice ($p = 0,03794$). Naproti tomu průměrný počet jedinců na 1 noru je 3 (tab. 2). Kde počet samců jen nepatrně převyšuje počet samic ($p = 0,04256$).

4.2. Cirkadiánní aktivita

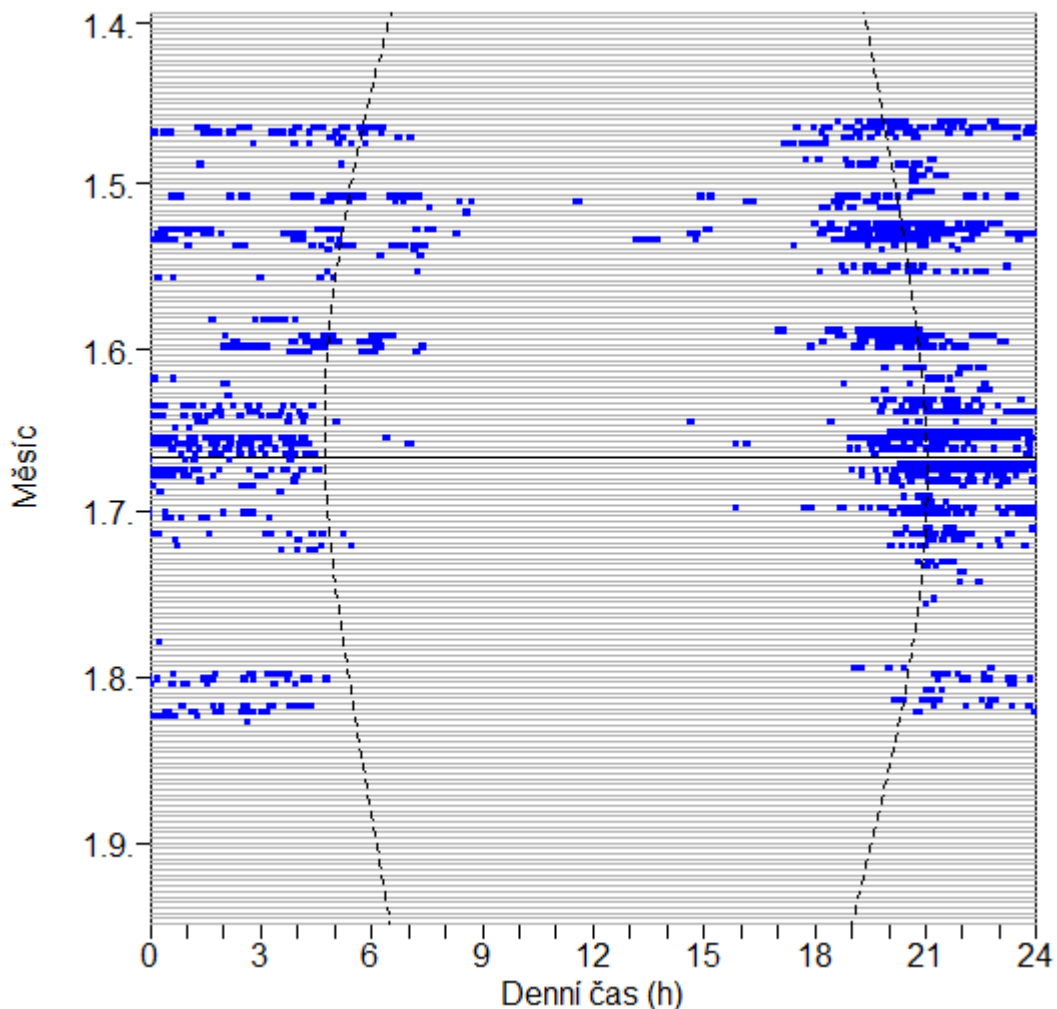
Výsledná cirkadiánní aktivita, která byla zaznamenána v Olomouci-Holici u 13 jedinců křečka polního, celkem ve 13 norových systémech. Za celý rok bylo

dohromady získáno 3357 aktivních minut. Tento výsledek byl zaznačen v aktivních minutách do aktogramu (Obr. 8).

Aktivita během celého roku byla velice různorodá. Začátek roku začíná vysokou soumráčnou aktivitou soustřeďující se kolem 7 hodiny večerní. V této době data pocházejí z větší části pouze od samců, protože první záznamy od samic jsou až od první třetiny května. Je zde i výrazná aktivita v odpoledních hodinách, přičemž tyto záznamy pocházejí většinou ze střetnutí samců se samicemi.

Největší rozvoj aktivity je v letních měsících od června do července, kdy si křečci většinou shánějí potravu na blížící se období hibernace. Dá se říct, že zde byli křečci aktivní od soumraku po celý večer.

Koncem června začíná aktivita ustávat, zvláště během dne a už je pouze přes noc. Tato snížená aktivita má svůj význam, hlavně proto, že se většina adultních jedinců již ukládá k hibernaci. Vzhůru už zůstávají jen poslední opozdilci, co si ještě shánějí potravu a pár subadultních jedinců, což byly v našem případě pouze 2 mladé samice.

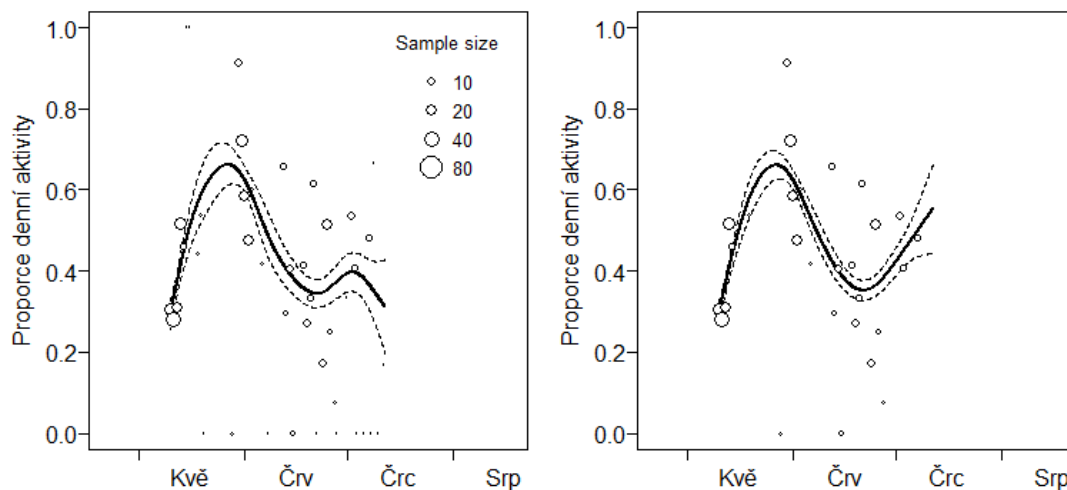


Obrázek 8 Cirkadiánní aktivita křečka polního v roce 2014. Každá jednotlivá aktivní minuta, značící průchod křečka přes anténu automatického registračního systému, je znázorněna jako modrý čtvereček. Čárkované vertikální linie zde značí dobu východu a západu Slunce.

Z výsledků je jasné, že u křečka převažuje soumravná a noční aktivita, ale je zde i pár patrných výjimek během dne. Největší aktivita je od poloviny dubna do začátku července začínající přibližně 2 hodiny před západem slunce a končící rozedněním. Během roku docházelo k dosti velkým změnám v poměru denní a noční aktivity (Obr. 9). V květnu došlo ke značnému nárůstu denní aktivity, ovšem již začátkem června došlo k jejímu rapidnímu poklesu, poté začala ale opět růst. U tohoto opětovného růstu došlo k menšímu výkyvu, ke kterému došlo v době, kdy se adultní jedinci chystají k hibernaci.

Když si tyto proporce rozdělíme na jednotlivé nory, u kterých bylo větší množství údajů (Příloha A), zjistíme, že se tento trend všude opakuje. V podstatě u

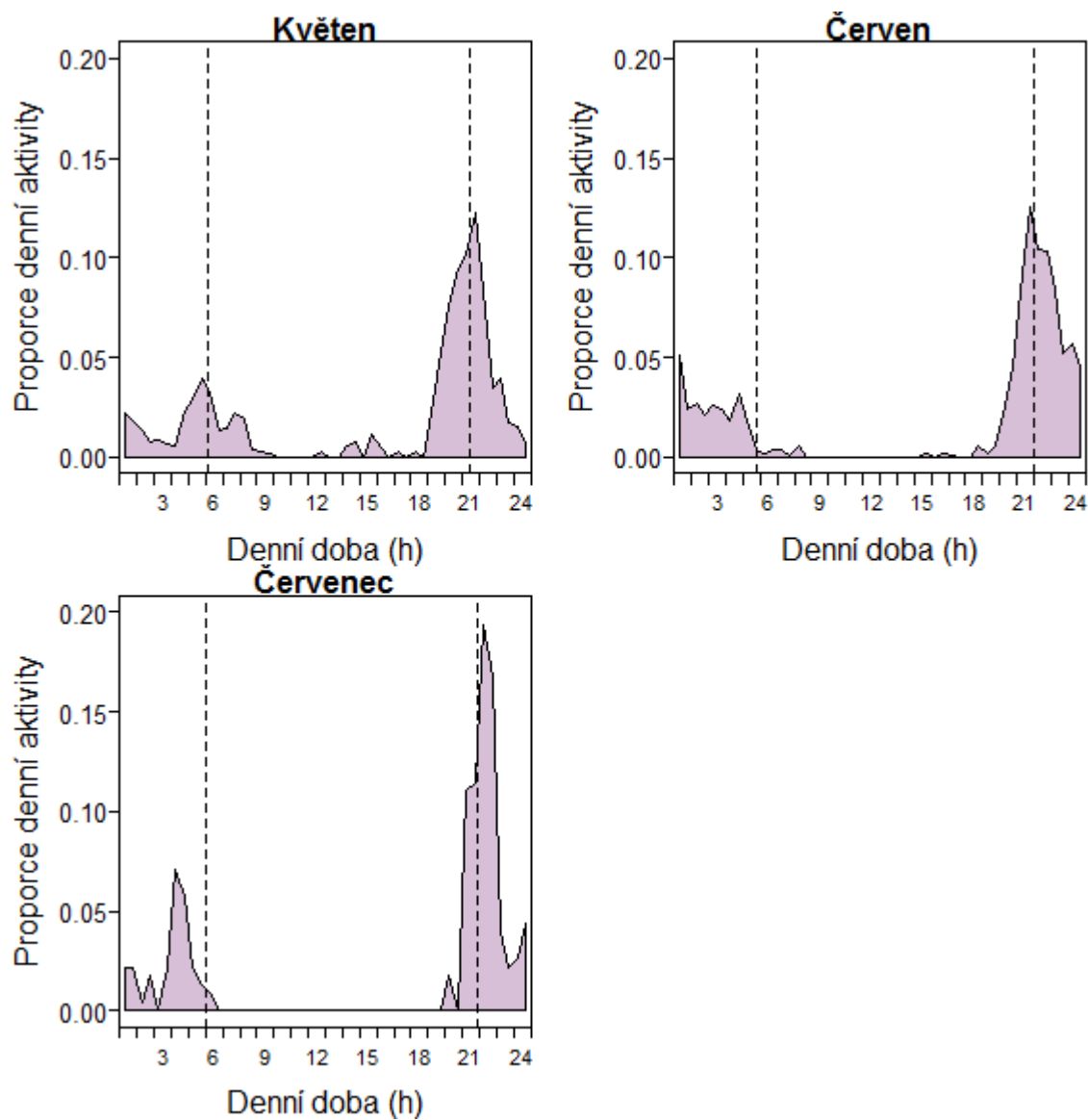
každé z těchto nor je jasně vidět nárůst nebo pokles proporce, který odpovídá výchozímu grafu (Obr. 2).



Obrázek 9 Proporce denní aktivity v roce 2014 (přerušované čáry udávají 95 % CI). Jednotlivé grafy proporcí se od sebe liší v tom, že v levém grafu jsou použita všechna data a pravý je tvořený pouze vzorky s minimální velikostí 10 aktivních minut.

4.3. Nokturnalita

Co se týče převážně noční aktivity, tak ta probíhala vcelku pravidelně se 2 vrcholy během noci. Dobře to jde vidět na grafech proporce u května, června a července, kde svislé přerušované čáry značí východ a západ Slunce (Obr. 10). Je zde vidět, že první a nejvyšší vrchol aktivity nastával při setmění kolem 21. hodiny, přičemž v červenci byl tento vrchol nejvyšší. Druhý, ale už o dost nižší vrchol nastával v ranních hodinách přibližně kolem 4. hodiny a nejvyšší byl opět v červenci. Nejpravidelnější aktivita, byla zaznamenána během června, kde ranní vrchol nejde skoro vůbec vidět. Jak již bylo uvedeno výše, tak křeček vykazoval noční aktivitu během celého roku a nejvíce se začala ustalovat během léta (Obr. 8).



Obrázek 10 Proportione u hlavních aktivních měsíců. Svislé přerušované čáry značí východ a západ Slunce.

5. Diskuze

V poslední době je studium zabývající se křečkem polním velice populární, hlavně z důvodu poklesu jeho početnosti v západoevropských populacích, který se postupně přesunuje do střední a východní Evropy (Stubbe a Stubbe 1998, Nechay 2000, Weinhold 2008). V České republice početnosti populace křečka značně kolísají, proto je zde, stejně jako v jiných zemích řazen mezi silně ohrožené druhy a chráněn zákonem. Hlavní příčinu na snižování počtů populací má především zemědělství a dále také zvyšující se počet predátorů. Svůj podíl na tom může mít i nedostatečný výzkum křečků, protože například údajů o jeho cirkadiánní aktivitě, popřípadě jeho nokturnalitě je dost málo, zvláště pak z jeho přírodních populací.

V předložené bakalářské práci jsem se zaměřil na výzkum návštěvnosti norových systémů, cirkadiánní aktivity a nokturnality křečka polního s použitím relativně nové metody automatické registrace jedinců v kombinaci s metodou zpětného odchyty značkovaných jedinců. Zjistili jsme, že samci v průměru navštěvují více nor než samice. Analýza denní pohybové aktivity potvrdila, že křeček je typickým soumravným až nočním živočichem, navíc celý vzorec cirkadiánní aktivity může vykazovat sezónní proměnlivost. Co se nočního života týče, tak křeček během noci vykazuje aktivitu ve 2 maximech.

Ke své práci jsem využíval systém automatické registrace jedinců, který se skládá z kruhové antény, která se nasazuje na vchod do nory, z čtečky ukládající číslo čipu jedince, čas a datum při průchodu anténou a z akumulátoru, díky kterému je celý systém napájen. Akumulátor se musí pravidelně dobíjet a navíc musí být i spolu se čtečkou chráněn před klimatickými změnami. Nevýhodou je, že použití celého tohoto systému je velmi finančně a časově nákladné.

V roce 2014 se mi díky automatickému registračnímu systému podařilo sledovat 13 jedinců křečka polního celkem na 13 norových systémech. Tuto skupinku tvořilo 6 samců a 7 samic. Přestože v tomto roce bylo na studované ploše zaznamenáno méně jedinců než v předchozích letech, i tak tato populace vykazovala sezónní dynamiku a poměr pohlaví byl vcelku vyrovnaný. I když bylo jedinců málo, podařilo se mi i přesto zjistit vysokou návštěvnost norových systémů. První případ zaznamenává, kolik nor spadá na jedince. V průměru je to 3,23 nor na každého jedince (SE 0,44). To potvrzuje, že jedinci jsou schopni využívat několik norových

systémů současně (Karaseva a Shialayeva 1965, Weinhold 2008). V dalším pozorování, kde jsem hodnotil počet jedinců v noře, bylo zjištěno, že každá jednotlivá nora je průměrně navštívena minimálně 3 jedinci (SE 0,62). U srovnání návštěvnosti mezi pohlavími se dá říci, že samci převyšují samice. Samci navštívili 4,33 nor (SE 0,61), zato samice jen 2,29 nor (SE 0,36). Tento výsledek je statisticky signifikantní a je tím pádem shodný i s faktem, že samci mají větší domovské areály a tudíž i navštěvují více nor, kdežto samice se většinou zdržují v blízkosti 1 nory. Jako příklad lze uvést 1 pozorovaného adultního samce, který navštívil až 6 nor, zatímco u samic navštívily 3 nory, což je u nich maximum, jen 2 adultní samice. Tohle to zjištění podporuje i získané výsledky z minulých let (Bendová 2011, Petrová 2012, Bendová 2013). Vhodné by bylo i srovnat návštěvnost norových systémů podle věku jedinců, bohužel v tomto roce byli chyceni kromě adultních jedinců pouze 2 subadulti, což je velmi malé množství pro věrohodnou statistickou analýzu.

Díky získaným výsledkům z automatických systémů registrace je patrné, že u křečka převažuje soumravná až noční aktivita, ale i tak vykazuje během roku značnou variabilitu. V minulosti byly sezónní změny v cirkadiánní aktivitě pozorované převážně v laboratorních podmínkách (Wollnik 1991, Monecke and Wollnik 2003). Kde podle výzkumu Wollnikové (1991) dochází ke změnám denní aktivity až po ukončení období reprodukce s nástupem předhibernačního období. Proto na podzim křečci vyvíjí daleko větší aktivitu během dne. To se ale rozchází s výsledky, které byly získány v roce 2014 v Olomouci-Holici. Data, která zaznamenávala denní aktivitu, pocházela z celého roku nikoliv jen z podzimního období. Během podzimu došlo naopak k útlumu aktivity během dne a převažovala jen noční aktivita. Toto mohlo mít příčinu i v tom, že na podzim bylo jednotlivých dat velice málo v porovnání se zbytkem roku a pocházela jen od 3 jedinců. Z pohledu proporcí denní aktivity vychází, že největší nárůsty aktivity byly během května, tedy přibližně v období rozmnožování a na přelomu června a července, kdy by si měli křečci shánět potravu na zimu.

Co se nokturnality týče, tak ze získaných údajů vyplývá, že křeček vykazoval během noci 2 maxima aktivity. Největší z nich bylo kolem 21. hodiny a druhé už o dost nižší bylo kolem 4. hodiny ránní. Tyto 2 maxima zůstala zachována po celý rok, ale i tak každý měsíc nastávaly změny ve velikosti těchto hodnot. Nejvyšší hodnoty

byly naměřeny během července, což odpovídá trendu zvýšené aktivity při sběru zásob před následnou hibernací.

Metodou zpětného odchyту značkovaných jedinců za použití automatického systému registrace jedinců jsme získali velmi dobré údaje o populaci křečka polního v areálu Olomouc-Holice. Zjistili jsme také několik rozporů mezi laboratorními výzkumy a výzkumy v přírodních populacích, proto by bylo vhodné pokračovat ve sběru těchto dat a po několika letech zjistit, jestli tyto rozdíly odpovídají skutečnosti.

6. Souhrn

V předložené bakalářské práci jsem se zabýval studiem přírodní populace křečka polního se zaměřením na jeho cirkadiánní aktivitu a nokturnalitu na lokalitě v Olomouci-Holici. Během získávání dat jsem přišel k těmto výsledkům:

- 1) Každý jednotlivý křeček navštívil v průměru 3,23 nory a jednotlivé norové systémy v průměru navštívili 3 jedinci.
- 2) Samci bylo v průměru navštíveno více nor než samicemi.
- 3) Proporce denní aktivity ukazuje 2 maxima a to v květnu a na přelomu červen/červenec.
- 4) Nejvyšší aktivita je za soumraku a pokračuje i během celé noci. Během noci vykazuje 2 maxima, první kolem 21. hodiny a druhé kolem 4. hodiny.

7. Literatura

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.

BEDROSIAN T. A., GALAN A., VAUGHN C. A., WEIL Z. M., NELSON R. J. 2013. Light at night alters daily patterns of cortisol and clock proteins in female Siberian hamsters. Department of Neuroscience. Ohio State University. USA. *Journal of Neuroendocrinology* 25: 590–596 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.

BOLSHAKOV V. N. 1997. The animal world/The nature of Urals. Ekaterinburg. 5–54 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.

FEOKTISTOVA N., MESCHERSKY I., TOVPINETZ N., KROPOTKINA M., SUROV A. 2013. History of Common hamster (*Cricetus cricetus*) settling in European cities. In: 20th Meeting of the International Hamster Workgroup. 2013. The European hamster – new problems and prospects of their solution. Poznań. 40 p.

FRANCESCHINI C., MILLESI E. 2001: Der Feldhamster (*Cricetus cricetus*) in einer Wiener Wohnanlage. In: Beiträge zu Ökologie und Schutz des Feldhamsters (*Cricetus cricetus*), Jb. Nass. Ver. Naturkde Bd. 122: 151–161 p.

GORBAN I., DYKIY I., SREBRODOLSKA E. 1998. What has happened with *Cricetus cricetus* in Ukraine. In: Stubbe M., Stubbe A., editors. Ökologie und Schutz des Feldhamsters. 1998. Halle-Wittenberg: Wissensch. Beitr. MLU Halle-Wittenberg. 87–89 p.

GROMOV I. M., ERBAYEVA M. A. 1995. Mammals of Russia and adjacent territories. Lagomorpha and rodents. St. Petersburg. 522 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. 1962. A study of the peculiarities of territory utilization by the hamster in the Altai territory carried out with the use of labelling. Zool. J. 41. 275–284 p. In: Ökologie und Schutz des Feldhamsters. 1998. Halle/Saale. 43–79 p.

KARASEVA E. V., SHILJAEVA L. M. 1965. Stroenie nor obyknovenovo chomjaka v zavisimosti ot evo vozrasta i sezona goda. Bull. MOIP, Biologii. 70(6): 30–39 p.

KAYSER A., STUBBE M. 2000. Colour variation in the common hamster *Cricetus cricetus* in the north-eastern foot-hills of the Harz Mountains. *Acta ther iol.* 45 (3): 377–383 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.

MALAN A. 2011. Mammalian hibernation, as illustrated by studies performed in Strasbourg and especially on the European hamster. In: 18th Meeting of the International Hamster Workgroup. 2011. From fundamental research to population management: refining conservation strategies for the European hamster. 12–13 p.

MARVIN M. Ya., MARVIN A. M., PUZANSKY V. N. 1966. Biological base of control of mice-like rodents in the Ural. *Uch. Zap. Ur. GU* 47. 4–11 p.

MENDOZA J., REVEL F. G., PÉVET , CHALLET E. 2007. Shedding light on circadian clock resetting by dark exposure: differential effects between diurnal and nocturnal rodents. *Institut de Neurosciences Cellulaires et Intégratives. Université Louis Pasteur. European Journal of Neuroscience* 25: 3080–3090 p.

MILLES E., PLUCH M., FRANCESCHINI-ZINK C., SIUTZ C. 2011. Time of birth, juvenile development and reproductive performance in Common hamster. In: 18th Meeting of the International Hamster Workgroup. 2011. From fundamental research to population management: refining conservation strategies for the European hamster. 23 p.

MONCKE 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

MÜLLER K. R. 1960. Der Hamster und seine Bekämpfung. Flugblatt Nr. 30. Berlin: Biol. Zentralanst. der DAL zu Berlin.

NECHAY G. 1998. The state of the common hamster (*Cricetus cricetus* L., 1758) in Hungary. In: Stubbe M., Stubbe A., editors. Ökologie und Schutz des Feldhamsters. Halle-Wittenberg: Wissensch. Beitr. MLU Halle-Wittenberg. 101–110 p.

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.

NECHAY G., HAMAR M., GRULICH I. 1977. The common hamster (*Cricetus cricetus* L.): a review. EPPO Bull. 7(2): 255–276 p.

NEUMANN K., MICHAUX J. R., MAAK S., JANSMANN H., KAYSER A., MUNDT G., GATTERMANN R. 2005. Genetic spatial structure of European common hamsters (*Cricetus cricetus*) – a result of repeated range expansion and demographic bottlenecks. Mol. Ecol. 14: 1473–1483 p.

PETROVÁ I. 2012. Velikost domovského okrsku křečka polního stanovená telemetrickou metodou [diplomová práce]. Olomouc: Katedra ekologie a životního prostředí PřF UP v Olomouci. 42 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.

POPOV V. A. 1960. Mammals of the Volga-Kama area. Insectivora, Chiroptera, Rodentia. Kazan. 468 p. In: Ökologie und Schutz des Feldhamsters. 1998. Halle/Saale. 43–79 p.

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.

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. Conservation Genetics 4: 441–451 p.

STUBBE M., ZÖRNER H., MATTHES H., BÖHM W. 1991. Reproduktionsrate und gegenwärtiges Nahrungsspektrum einiger Greifvogelarten im nördlichen Harzvor land. In: Stubbe, M. (Hrsg.): Populationsökologie von Greifvogel- und Eulenarten Bd. 2. Wiss. Beitr. Univ. Halle 1991/4 (P45): 39–60 p.

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

STUMPF C., WEINER D. 2011. Ontogenetic development of the circadian aktivity rhythm in Djungarian hamsters (*Phodopus sungorus*). In: 18th Meeting of the International Hamster Workgroup. 2011. From fundamental research to population management: refining conservation strategies for the European hamster. 25 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.

VÍŠKOVÁ V. 2010. Rozšíření křečka polního v České republice [bakalářská práce]. Olomouc: Katedra ekologie a životního prostředí. Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci. 28 p.

VOHRALÍK V. 1974. Biology of the reproduction of the common hamster, *Cricetus cricetus* (L.). Vestn. čs. spol. zool. 38: 228–240 p.

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.

WEINHOLD U. 2008. Draft European action 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.

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

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 p.

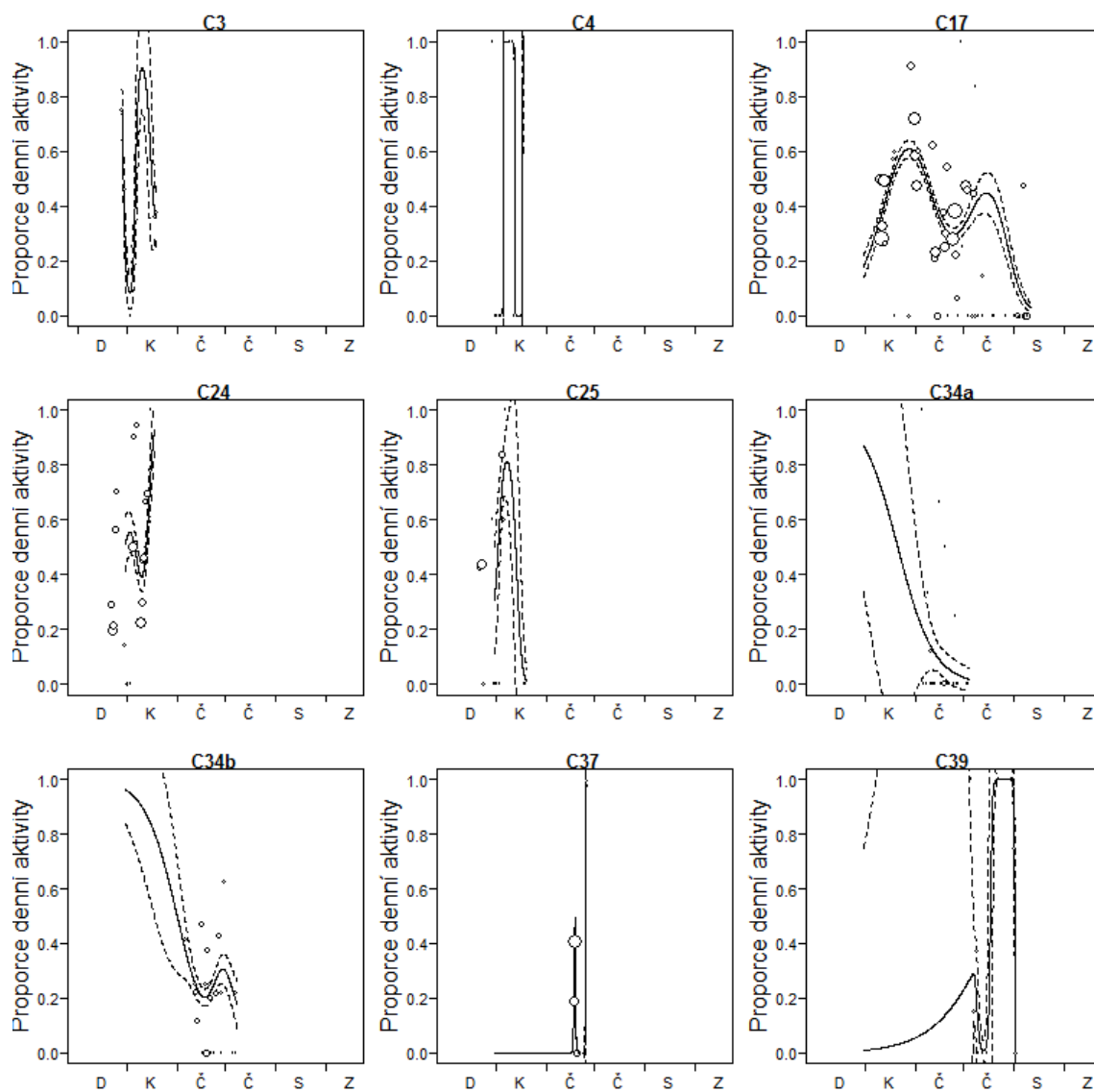
ZIOMEK J., BANASZEK A. 2007. The common hamster, *Cricetus cricetus* in Poland: status and current range. Folia Zool. 56(3): 235–242 p.

ZIOMEK J., BANASZEK A., STACHURSKI G. 2011. Circadian and seasonal activity of the Common hamster in a mosaic of arable fields in Central Europe. In: 18th Meeting of the International Hamster Workgroup. 2011. From fundamental research to population management: refining conservation strategies for the European hamster. 45 p.

ZUCKER I. 2001. Circannual Rhythms Mammals In: *Circadian clocks*. Springer US. 509–528 p.

8. Přílohy

8.1. Příloha A. Proporce jednotlivých nor



Obrázek Proporce jednotlivých nor z roku 2014 v Olomouci-Holici