

Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta
Katedra ekologie a životního prostředí



Nadzemní aktivita a chování křečka polního v Olomouci – Holicí

Bc. Goldammer Dan

Diplomová práce
předložená

na Katedře ekologie a životního prostředí

Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

jako součást požadavků
na získání titulu Mgr. v oboru
Ochrana a tvorba krajiny

Vedoucí práce: Mgr. Jan Losík, Ph.D.

Olomouc 2021

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením
Mgr. Jana Losíka, Ph.D., za použití citované literatury.

V Olomouci 14.5.2021

Podpis:

Goldammer D. 2021. Nadzemní aktivita a chování křečka polního v Olomouci-Holici [diplomová práce]. Olomouc: Katedra Ekologie a Životního Prostředí PřF UP v Olomouci, 40 s., česky.

Abstrakt

Ve své práci se zabývám monitoringem aktivity a chování křečka polního v přírodní příměstské populaci v Olomouci-Holici a vyhodnocením vlivu výšky vegetace na aktivitu a chování jedinců této populace. Má studie navazuje na dlouholetý výzkum vedený Katedrou Ekologie a Životního Prostředí Přírodovědecké Fakulty Univerzity Palackého v Olomouci započatý v roce 2002. Monitoring populace byl prováděn po dobu sezón 2019 a 2020 pomocí automatického registračního systému a fotopastí. Zároveň byla populace sledována metodou capture mark recapture, kdy byli odchycení jedinci očipováni a následně vypuštěni. V průběhu monitoringu bylo získáno 2331 záznamů. Výsledky této práce ukazují značnou sezónní proměnlivost aktivity s nejvyšším zastoupením denní aktivity v době úsvitu a soumraku. V průběhu druhé sezóny byl proveden výzkum vlivu výšky vegetace na aktivitu a chování. V okolí nor, kde byla sečením udržována nízká vegetace, aktivita po prvním posečení prudce klesla oproti lokalitám kontrolním. Jako signifikantní se vliv seče projevil pouze v denních hodinách. Na vysečených plochách se zvýšil výskyt ostražitého chování o 13%. Výsledky práce mohou být aplikovány v praktické ochraně ohroženého křečka polního.

Klíčová slova: Křeček polní, *Cricetus*, monitoring, aktivita, chování, capture mark recapture, fotopast, automatické čtečky čipů, aktogram, výška vegetace

Goldammer D. 2021. Overground activity and behaviour of the European hamster in Olomouc - Holice [diploma thesis]. Olomouc: Department of Ecology and Environmental Sciences, Faculty of Science, Palacký University Olomouc. 40 pp., in Czech.

Abstract

The aim of my thesis was to monitor the activities and behavior of the natural suburban population of the European hamster in Olomouc-Holice and evaluating the influence of the vegetation height on the activity and behavior of individuals. My thesis follows up with the long-term research, which has been conducted by the the Department of Ecology and the Environmental Sciences, the Faculty of Science, Palacky University in Olomouc since 2002. The monitoring of the population was provided during 2019 and 2020 seasonal periods using the automatic registration system and camera traps. Meanwhile I used the capture methods of capture-mark-recapture, when captured individuals were tagged and subsequently released. During monitoring 2.331 records were obtained. The results proved the significant seasonal variable activity with the highest proportion of the daily activity at dawn and dusk. During the second season, the research focused on the effect of the vegetation height on the activity and behavior. Near the burrows with low vegetation, the activity after the first intervention decreased sharply compared to the control areas. The high of the vegetation harvest had significantly influenced the Hamster activity only during the day. The incidence of the vigilant behavior increased by 13% on the areas with low vegetation.

The results of my research can be applied as the conservation measures to protect of the endangered population of European hamster.

Key words: European hamster, *Cricetus*, monitoring, activity, behaviour, capture mark recapture, camera trap, automatic chip readers, actogram, vegetation height

Obsah

1. Úvod.....	1
1.1. Stav v Evropě a Česku.....	2
1.2. Legislativní ochrana	3
1.3. Ekologie křečka polního.....	3
1.4. Aktivita a chování křečka polního.....	6
2. Cíle práce	9
3. Materiál a metody	10
3.1. Popis lokality	10
3.2. Způsoby sběru dat	12
3.3. Zpracování a analýza dat	14
4. Výsledky	16
4.1. Sezóna 2019	16
4.1.1. Aktivita 2019	16
4.1.2. Chování 2019.....	19
4.2. Sezóna 2020.....	20
4.2.1. Aktivita 2020	20
4.2.2. Chování 2020.....	21
4.3. Proporce noční aktivity	22
4.4. Vliv výšky vegetace na aktivitu a chování.....	24
4.5. Technické problémy	27
5. Diskuse.....	29
6. Závěr	34
7. Zdroje.....	35

Seznam obrázků:

Obrázek 1: mapa rozšíření křečka polního v Evropě (zdroj: ©IUCN 2021)	2
Obrázek 2: Rozšíření křečka polního v ČR, červená linie znázorňuje rozšíření před 46 lety (zdroj: Tkadlec et.al. 2012)	3
Obrázek 3: Sledovaná lokalita v rámci města Olomouce (převzato z Goldammer 2019)	11
Obrázek 4: Sledovaná lokalita v rámci výzkumných polí vědecko-technického parku Holice (převzato z Goldammer 2019).....	11
Obrázek 5: aktogram fotopastí 2019; všechny záznamy; modré tečky znázorňují aktivní minuty, černé vertikální přerušované čáry znázorňují východ a západ slunce	17
Obrázek 6: aktogramy fotopastí 2019; vlevo dospělci, vpravo juvenilové.....	17
Obrázek 7: aktogram ARS 2019; všechny záznamy	18
Obrázek 8: aktogramy ARS 2019; vlevo dospělci, vpravo juvenilové.....	18
Obrázek 9: aktogramy ARS 2019; vlevo dospělí samci, vpravo dospělé samice.....	19
Obrázek 10: proporce typů chování v roce 2019	19
Obrázek 11: aktogram fotopastí 2020; všechny záznamy.....	20
Obrázek 12: aktogram fotopastí 2020; vlevo dospělci, vpravo juvenilové.....	21
Obrázek 13: Proporce typů chování v roce 2020	22
Obrázek 14: proporce noční aktivity 2019; vlevo všechna data, vpravo dny s 5 a více aktivními minutami	23
Obrázek 15: proporce noční aktivity 2020; vlevo všechna data, vpravo dny s 5 a více aktivními minutami	23
Obrázek 16: srovnání aktivity na posečených (vlevo) a neposečených (vpravo) plochách od 28.6.2020.....	24
Obrázek 17: srovnání aktivity na posečených norách před první sečí a po ní; modré sloupce znázorňují počet záznamů v daný den, červená linie znázorňuje den první seče	25
Obrázek 18: sezónní změny denní (vlevo) a noční (vpravo) aktivity	26
Obrázek 19: srovnání intenzity aktivity na posečených (1) a neposečených (0) plochách.	26
Obrázek 20: srovnání typů chování na vysečených (vlevo) a nevysečených plochách (vpravo) od data první seče (28.6.)	27

Seznam zkratk:

ARS	automatický registrační systém
CMR	metoda capture mark recapture
IUCN	Mezinárodní svaz ochrany přírody (International Union for Conservation of Nature)
GB	gigabit
GLM	generalizovaný lineární model

Poděkování:

Velmi děkuji mému vedoucímu práce Mgr. Janu Losíkovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné připomínky, konzultace, ochotu a hlavně vstřícnost. Také velmi děkuji prof. MVDr. Emilu Tkadlecovi, CSc. za odbornou pomoc a konzultace. Lucii Dospivové za ochotu a terénní asistenci. Veliké děkuji patří Kateřině Španihelové a mé rodině, kteří vždy stáli po mém boku, bez kterých bych se k této práci nikdy nedostal.

1. Úvod

Křeček polní (*Cricetus cricetus*) je jediný recentně volně žijící původní zástupce rodu křeček (*Cricetus*) v Česku. Jedná se o hlodavce, rozšířeného od Belgie až po řeku Jenisej na Sibiři. Ačkoli pochází ze stepních oblastí, v dnešní kulturní krajině u nás obývá hlavně zemědělská pole. Před sto lety se jednalo o běžného zemědělského škůdce, v průběhu času však došlo k výraznému poklesu jeho početnosti, a to jak u nás, tak v ostatních Evropských zemích (Nechay 2000; Surov et.al. 2016).

Ve své práci se věnuji sezónní a denní aktivitě a chování křečka polního. Sledoval jsem přírodní příměstskou populaci v průběhu dvou sezón. Během druhé sezóny byl proveden výzkum vlivu výšky vegetace na aktivitu a chování. Výsledky této studie mohou přispět k praktické ochraně tohoto přísně chráněného druhu. Běžnou praxí je snaha šetrně vypudit křečka z míst kde mu může hrozit nebezpečí, například před plánovanou výstavbou. V takových případech se nejčastěji využívá předčasné odstranění veškeré vegetace, nebo skrývka zeminy (Zajíček 2020 ústně).

Tato práce navazuje na dlouhodobý výzkum vedený katedrou ekologie a životního prostředí Univerzity Palackého v Olomouci zabývající se přírodní populací křečka polního v přirozeném prostředí, který započal již v roce 2002. V rámci tohoto výzkumu se křečkem polním zabývalo již mnoho prací, na různá témata (Zifčák 2003; Zifčák 2005; Hříbková 2008; Havránek 2010; Dolínková 2010; Hauerland 2011; Bendová 2011; Petrová 2012; Bendová 2013; Szabóová 2013; Machalová 2013; Machová 2013; Kubátová 2014; Machová 2015; Stejskal 2015; Stejskal 2018; Zemanová 2018; Goldammer 2019; Vostrčilová 2020). Většina těchto prací pochází ze stejné lokality, během let se však postupně mění okolní podmínky. Například rozšíření zástavby, změna druhové skladby a změny v početnosti křečka polního (Bendová 2011; Machalová 2013). Tyto faktory se mohou odrazit na aktivitě a chování jedinců, proto se v rámci této práce zaměřím mimo jiné také na srovnání s daty z předchozích let.

1.1. Stav v Evropě a Česku

Výskyt křečka polního je vázaný na stepi, nebo na tzv. kulturní stepi. Mezi další faktory ovlivňující jeho výskyt můžeme zařadit vegetační zápoj sloužící jako zdroj potravy a úkrytu (Nechay 2000). Dále místní klima, úhrn srážek a výška hladiny spodní vody (Reiners et.al. 2011).

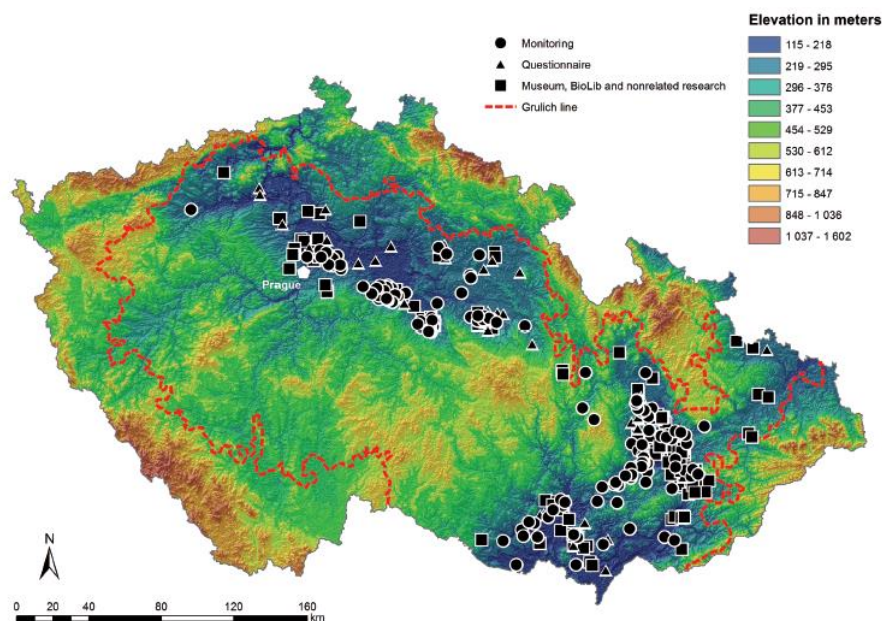
Hlavní oblastí rozšíření křečka polního je rozlehlá a úrodná euroasijská step. V Evropě se křeček vyskytuje v severovýchodní Francii, východní Belgii, jihovýchodním Nizozemí, středním Německu, Česku, severovýchodním Rakousku, jihozápadním Slovensku, Maďarsku, Rumunsku, Moldavsku, Ukrajině, jihovýchodním Polsku, jihozápadním Bělorusku a Rusku (viz obr. 1).



Obrázek 1: mapa rozšíření křečka polního v Evropě (zdroj: ©IUCN 2021)

Ačkoli se nachází v mnoha zemích, jeho Evropský výskyt je fragmentovaný (Surov et.al. 2016). První známky poklesu početnosti byly zaznamenány v západní Evropě, dnes jsou však na ústupu i středoevropské a východoevropské populace (Ziomek & Banaszczek 2007; Tkadlec et.al. 2012; Surov et.al. 2016). Nejnižší pokles byl zaznamenán v Maďarsku a Rumunsku (Surov et.al. 2016).

V Česku bylo rozšíření křečka zkoumáno před 46 lety (Grulich 1975; Vohralík & Anděra 1976) a 9 lety (Tkadlec et.al. 2012). Z posledního průzkumu je patrný značný úbytek v rozšíření oproti létům přechozím (viz obr. 2). Nadmořská hranice výskytu klesla na 400 m. n. m. a populace se staly více fragmentovanými. Příkladem mohou být Moravské a České populace, které jsou odděleny Svitavskou pahorkatinou.



Obrázek 2: Rozšíření křečka polního v ČR, červená linie znázorňuje rozšíření před 46 lety (zdroj: Tkadlec et.al. 2012)

1.2. Legislativní ochrana

Dle zákona o ochraně přírody a krajiny č. 114/1992 Sb., v platném znění a jeho prováděcí vyhlášky č. 395/1992 je křeček polní zařazen do seznamu zvláště chráněných druhů živočichů do kategorie „silně ohrožený druh“. Evropská směrnice č. 92/43/EEC „O ochraně přírodních stanovišť, volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin“, zahrnuje křečka polního v příloze IV – „druhy živočichů a rostlin v zájmu společnosti, které vyžadují přísnou ochranu“.

1.3. Ekologie křečka polního

Křeček polní žije soliterně v rámci svého teritoria, které si aktivně hájí před zástupci vlastního druhu, ale také druhů ostatních (Nechay 2000). Vůči případným vetřelcům se chová značně agresivně. Toto chování se projevuje výstražným postavením na zadní končetiny, natažením předních končetin, hlasitým prskáním, vrčením a skřípáním zuby (Anděra & Gaisler 2012). V tomto postavení setrvává, dokud vetřelec neustoupí. Pokud se vetřelec naopak přiblíží, křeček obvykle zaútočí. Během útoku často skáče a snaží se vetřelce co nejrychleji zahnat. Dokonce i na výrazně většího potenciálního predátora

obvykle náhle zaútočí, využije momentu překvapení a uteče. Na svých video záznamech z fotopastí jsem dokonce zaznamenal, jak křeček nahání dospělého zajíce.

V rámci svého teritoria má křeček vyhrabanou minimálně jednu noru. Má-li jich více, jen jedna slouží jako nora hlavní, ostatní slouží jako dočasný úkryt (Weinhold 2008). Jedná se o poměrně rozlehlý systém skládající se z několika tunelů a komor. Obecně platí, že čím je nora starší, tím je komplexnější. Zároveň samice mívají o něco komplexnější systém než samci (Nechay 2000). Nejdelší zaznamenaný norový systém byl dlouhý 26,2 metrů (Grulich 1981 in Weinhold 2008). Nora je obývána pouze jedním jedincem, vyjma matky s mladým potomstvem. Pokud není nora nová, má vícero vstupů. Hlavní vstup a jeho tunel má pozvolný spád, zbylé vstupy jsou komínovitého charakteru, tedy s vertikálním směrem tunelu, ústící do hlavního, či vedlejších tunelů. Hlavní tunel vedoucí od hlavního vstupu, napříč systémem, je ukončen zimovištní komorou. V její blízkosti se nachází další komory s konkrétní funkcí – např. zásobárna, latrína, odpadní komora atd. (Nechay 2000). Nory také můžeme rozčlenit na zimní a letní, mezi kterými křečci mohou sezónně migrovat. Zimní nory jsou obecně hlubší, se zimovištní komorou v hloubce dvou metrů. Letní nory slouží primárně k reprodukci (Weinhold 2008).

Počátek reprodukčního období se může lišit v závislosti na místě výskytu. Důvody, které počátek reprodukce ovlivňují nejsou zcela známy (Nechay 2000). Nechay uvádí pro reprodukční období červen-srpen na celý areál výskytu, duben-srpen pro střední Evropu a zmiňuje, že Grulich 1986 na Slovensku uvedl dokonce únor jako reprodukčně aktivní. Křeček je polygamní druh. Samci během námluv rozšiřují svá teritoria, do kterých zahrnují i nory samic. O tato rozšířená teritoria mezi sebou soupeří. Na výchově potomstva se však následně nepodílejí (Franceschini & Millesi 2001 in Weinhold 2008). Samice mají 2-3 vrhy ročně, se 3-12 mládřaty. Bývají březí 17–20 dní (Weinhold 2008). Mládřata se rodí holá, slepá a se zapečetěnými uši, váží 3-5 gramů (Vohralík 1975). Vývoj je však poměrně rychlý, již 4.-5. dne jim začíná růst srst se specifickým zbarvením, 6. dne pomalu začínají jíst pevnou stravu, 12. dne otevírají oči a uši (Weinhold 2008) a zhruba 25. dne se vydávají na povrch (Vohralík 1975). Mezi 3-5týdnem se postupně rozvolňuje rodinné pouto všech jedinců a narůstá vzájemná agrese. Jako první noru opouští obvykle matka (Weinhold 2008).

Potravu křečka polního tvoří převážně nejrůznější zelené části rostlin, mimo to má v oblibě také semena nebo podzemní části. Příležitostně nepohrdne ani hmyzem a drobnými obratlovci, živočišná složka potravy však dosahuje obvykle jen 10 až 13 % (Weinhold 2008). V případě převažující kukuřičné stravy může dojít k nedostatku vitamínu B3, což může mít za následek mateřský kanibalismus (Tissier 2016).

Křeček polní se teoreticky může dožít 10 let (Nechay 2000). Nicméně v přírodě se vzácně dožívají čtvrtého roku, kdy už mají obroušené stoličky (Vohralík 1975; Zemanová 2018), hůře se jim přijímá potrava a jsou náchylnější k zubním nemocem jako je paradentóza (Grulich 1988 in Nechay 2000). Mortalita křečka polního je poměrně vysoká, hlavně u mladých jedinců po opuštění rodných nor (Losík et. al. 2007). Dospělým jedincům je nejvyšším nebezpečím vyhladovění během hibernace, druhým největším je predace. Faktory jako jsou nemoci nebo srážka s vozidly jsou vedlejší (Kayser et. al. 2003). Mezi typické predátory patří tchoř tmavý (*Mustela putorius*), lasice kolčava (*Mustela nivalis*), lasice hranostaj (*Mustela erminea*), kuna skalní (*Martes foina*), jezevec lesní (*Meles meles*), liška obecná (*Vulpes vulpes*), pes domácí (*Canis lupus f. familiaris*), kočka domácí (*Felis silvestris f. catus*), výr velký (*Bubo bubo*), káně lesní (*Buteo buteo*), luňák červený (*Milvus milvus*) a luňák hnědý (*Milvus migrans*). Po sklizni loví mladé jedince také čáp bílý (*Ciconia ciconia*) a volavka popelavá (*Ardea cinerea*) (Weinhold 2008).

Z hlediska populační dynamiky je křeček typický r stratég, má značné reprodukční schopnosti, ale vysokou míru mortality. Nejnižší populační hustota bývá po skončení hibernačního období, během kterého mnoho jedinců umírá a nerodí se mladí (Kayser et. al. 2003). V oblastech, kde je křeček početný a přítomný na větší ploše dochází k periodickým fluktuacím jeho početnosti (Nechay 2000), s nepravidelnými přemnoženími po 5-7 letech (Nechay 1977 in Ziomek & Banasczek 2007). Právě v případech přemnožení může docházet k neobvyklým jevům jako je vynechání hibernace a společnému sdílení nor v zimních měsících (Grulich 1973).

1.4. Aktivita a chování křečka polního

Aktivita křečka polního se během roku značně mění. Jedná se o sezónního živočicha, který zimní období přečkává ve fázi hibernace. Zbytek roku tráví sháněním potravy nebo reprodukcí.

Do hibernace křečci upadají během října. Důležitou roli pro zahájení této fáze má fotoperioda dne, která ovlivňuje načasování endogenních cirkanuálních hodin (Saboureau et. al. 1999). Během hibernace klesá tělesná teplota na 8 °C (Waßmer & Wollnik 1997), občasně se křeček probouzí, aby se nažral a doplnil zásoby energie (Nechay 2000). Jedná se tedy o fakultativního pravého hibernanta. Z hibernace se křečci běžně probouzejí v dubnu, to se však může lišit v závislosti na zeměpisné poloze (Franceschini et.al. 2007). Křečci, kteří v laboratorních podmínkách nevstoupí do hibernace nejsou příliš ovlivněni (Canguilhem et. al. 1973 in Nechay 2000), ale dožívají se nižšího věku (Szamos 1972 in Nechay 2000). V přírodních podmínkách neupadají do hibernace pouze v případě přemnožení a nedostatku potravy (Grulich 1973).

Samci se z hibernace probouzejí dříve než samice (Monecke & Wollnik 2005), po probuzení samic začíná reprodukční sezóna, trvající až do srpna. Jedna sezóna zahrnuje obvykle dva vrhy, vzácně i tři (Nechay 2000). Reprodukční sezónu ukončuje redukce gonád vyvolána kratší fotoperiodou dne (Monecke & Wollnik 2005). Následně křečci tráví svůj aktivní čas tvorbou tukových a potravních zásob (Monecke & Wollnik 2005; Weinhold 2008). Jako první se k hibernaci schylují starší samci, následují dospělí jedinci a mladistvý jako poslední (Kalotás 1988 in Weinhold 2008).

V souvislosti s denní aktivitou je křeček polní živočich bimodální (Górecki 1977; Ziomek 2011 in Kaim 2013). Některými autory je uváděno, že se jedná o živočicha aktivního při soumraku a v noci (Górecki 1977), zatímco jinými je označován za druh s denní aktivitou (Ziomek 2011 in Kaim 2013 Schmelzer 2005 in Kaim 2013). Flamand et. al. (2019) zase u Vídeňské populace zaregistrovali nejvyšší aktivitu během rozbřesku a soumraku. Mé vlastní výsledky z roku 2018 byly různorodé (Goldammer 2019), zatímco například v jarních měsících byla pozorovaná aktivita soustředěna během rozbřesku a soumraku, během června se aktivita roztáhla do denních, ale i nočních hodin, což může souviset s potlačením melatoninu vlivem delší fotoperiody (Monecke & Wollnik 2005). Ziomek (2011 in Kaim 2013) odhaduje, že cirkadiánní aktivita se liší mezi věkovými třídami a také pohlavím. Dalším faktorem ovlivňujícím denní aktivitu může

být dle Niethammer (1982 in Kaim 2013) umělé osvětlení, dostupnost a typ potravy a riziko predace. Aktivitou křečka v umělých podmínkách se například věnovala studie F. Wollnik et. al. z roku 1991. V této studii bylo sledováno 5 jedinců po dobu 18 měsíců za přirozeného světelného režimu a byla měřena pohybová aktivita za pomoci běhacího kola pro křečky. Nejvyšší aktivita byla dosažena v období květen-červenec, nicméně se ve dvou sledovaných rocích poměrně liší. Zatímco v prvním roce byla aktivita rozvolněnější napříč celým dnem, krom hluboké noci, v roce druhém je aktivita zřetelně ranní až denní (Wollnik et. al. 1991). S. Monecke roku 2005 vydala studii, kde byla také sledována aktivita osmi jedinců v umělém prostředí, za přirozeného světelného režimu. Zde byla aktivita však mnohem více rozložena skrze den po celý rok, v období duben až střední červen byla aktivita dokonce rozložena přes celý den i noc (Monecke & Wollnik 2005).

Chování křečka polního není podloženo příliš mnoha studiemi. Nejčastěji používaná metoda pro sledování chování jedinců je Focal Animal Sampling, kde je jedinec určitou dobu sledován, během pozorování je zaznamenáno spatřené chování a po uplynutí stanovené doby se pozorovatel přesouvá k dalšímu jedinci (Altmann 1974). V roce 2015 bylo pozorováno chování populace 35 jedinců na Vídeňském hřbitově (Flamand et. al. 2019). V této studii byli jedinci sledováni přímo kameramanem ze vzdálenosti asi 6 metrů, každý po dobu 15 minut. Výsledky práce vypovídají o vysokém zastoupení chování typu „hledání potravy“ a nižšímu „ostrážitému“ chování. Právě ostrážité chování bylo, skrze rušné okolí, původně očekáváno vyšší (Flamand et. al. 2019). Tato práce tedy dokazuje určitý posun křečka v synantropismu a adaptaci (Flamand et. al. 2019). Z laboratorního prostředí pochází studie z roku 2005 (Ziomek et. al. 2009), kdy bylo pozorováno chování jedné dospělé samice a pěti juvenilních jedinců (tři samců a dvou samic). Sociální chování v této studii zastupovalo 6,4 % z celkových záznamů. Mezi nejčastější typy nesociálního chování byly „panáčkování“ – 28 %, „útěk“ – 45,4 % a „vokalizace“ – 15,7 %. Ziomek přirovnala chování křečka polního jako podobné k chování křečka zlatého (*Mesocricetus auratus*) (Ziomek et. al. 2009).

Aktivita a chování malých savců se může také měnit vlivem okolního vegetačního krytu (Jacob 2008). Právě vliv vegetace na populace hlodavců a naopak byl předmět mnoha studií, které tento vzájemný vliv potvrdily (Cassini & Galante 1992; Smit et. al. 2001; Valone & Sauter 2005; Jacob 2008; Hagenah et. al. 2009; Jiang et. al. 2011; Puan et. al. 2011; Nyusten et. al. 2014). Vegetační pokryv slouží malým hlodavcům jednak

jako kryt, ale také jako zdroj potravy (Jacob 2008). Je potvrzené, že ve vzrostlé vegetaci se zdržuje více hlodavců, jelikož jsou tak kryti před predátory (Cassini & Galante 1992; Valone & Sauter 2005; Hagenah et. al. 2009; Puan et. al. 2011). Nicméně starší vzrostlá vegetace již není tak nutričně bohatá a nenabízí tedy takové potravní možnosti jako vegetace čerstvě rostoucí (De Cauwer et. al. 2006). Bývá tedy časté, že mnoho hlodavců opouští bezpečnější kryt a vydávají se na méně chráněná místa za účelem sběru potravy (Cassini & Galante 1992), jelikož potrava v zarostlých oblastech bývá vyčerpanější (Smit et. al. 2001). Často užívanou metodou pro výzkum savcem vnímaného predáčního rizika je Giving Up Density, která je měřena pomocí uměle vytvořené cesty s omezeným množstvím potravy. Tato potrava je rozmístěna po cestě, tak aby vznikala i místa zcela bez potravy. Metoda předpokládá konec potravně-sběrné činnosti savce, vnímá-li potravu jako již energeticky nevýhodnou vzhledem k riziku predace a energii vydané (Brown 1988). Ve své práci vyhodnotím rozdíly v aktivitě a chování způsobené vlivem vegetace pomocí srovnání posečených a neposečených ploch, které byly sledovány fotopastmi.

2. Cíle práce

Za hlavní cíle si v této práci kladu následující body:

1. Popsat průběh denní aktivity volně žijících jedinců křečka polního v sezónách 2019 a 2020.
2. Srovnat data průběhu denní aktivity v těchto sezónách a dat z předchozích let.
3. Vyhodnotit sezonní změny v aktivitě během obou let, srovnat data mezi sebou a s předchozími roky.
4. Vyhodnotit typy chování v okolí nor a srovnat výsledky mezi sezónami 2018, 2019 a 2020.
5. Srovnat průběh aktivity a chování v závislosti na výšce porostu v okolí nor.

3. Materiál a metody

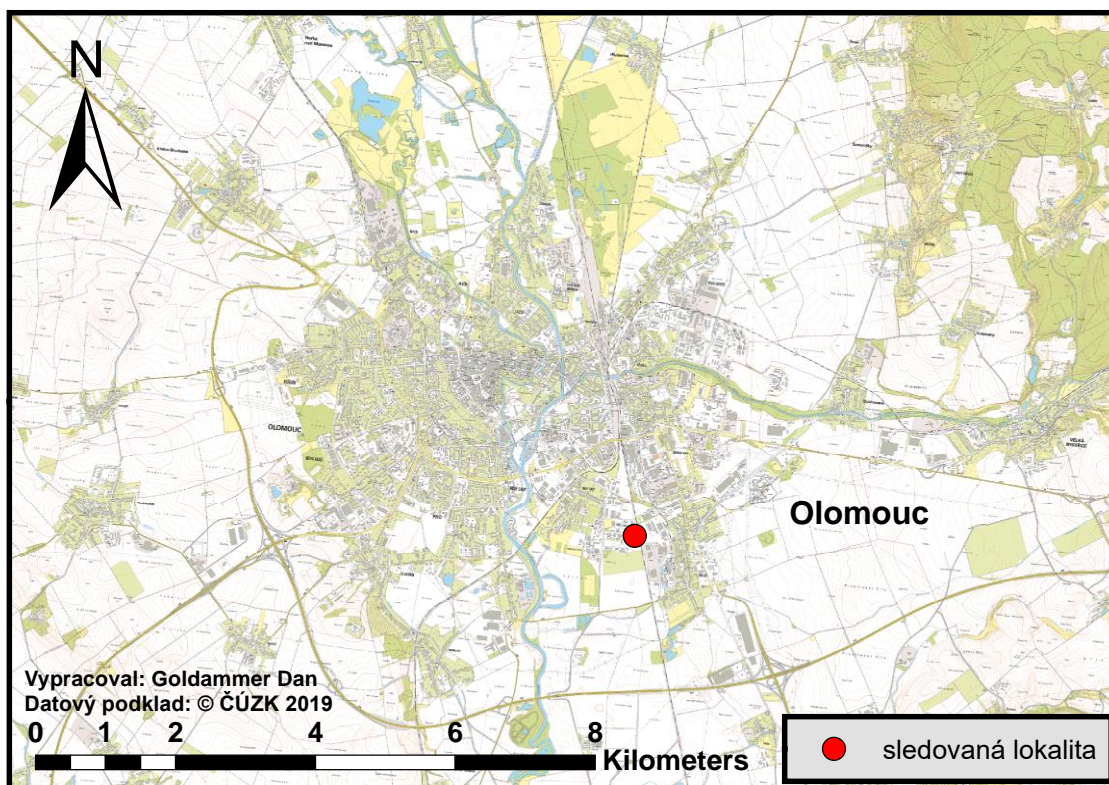
3.1. Popis lokality

Výzkum aktivity a chování jedinců divoké populace křečka polního probíhal na jižní periférii města Olomouce, ve vědeckotechnickém areálu Holice. V tomto areálu sídlí několik přírodovědných kateder Univerzity Palackého, včetně katedry ekologie a životního prostředí, a další výzkumná centra zemědělského typu.

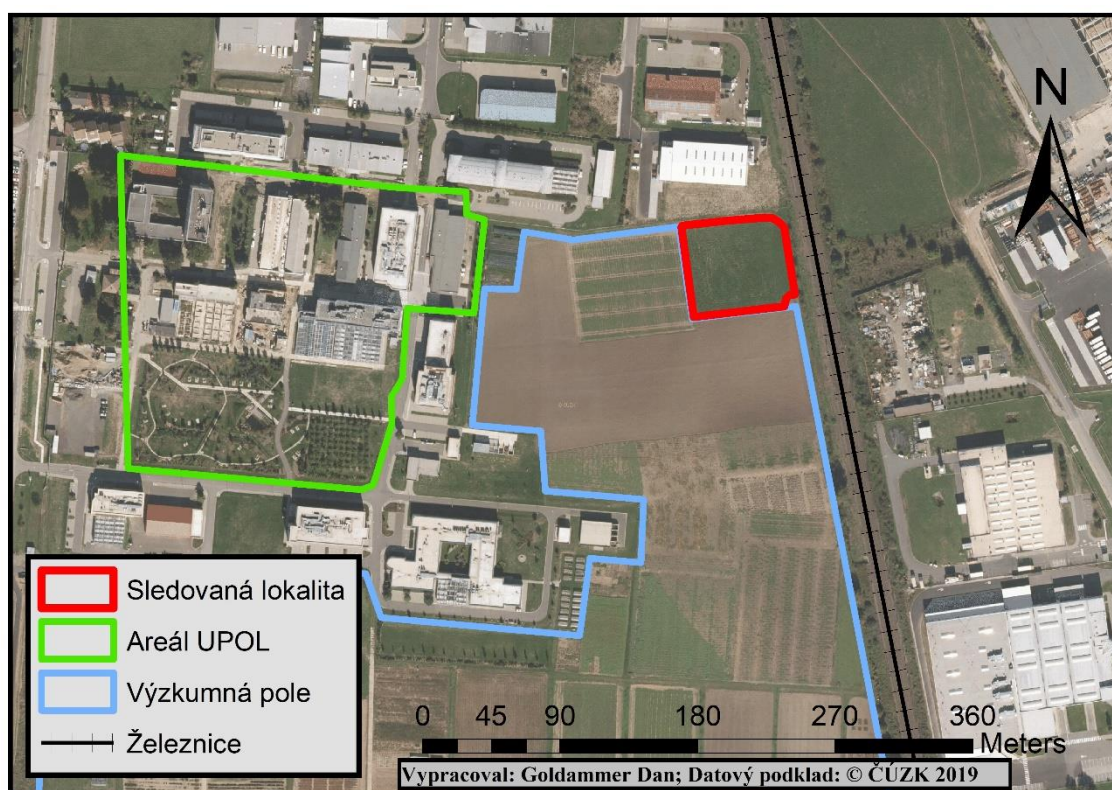
Zájmová plocha má velikost 0,4 ha. Nachází se v nadmořské výšce 210 metrů, umístěna je v rovinné nivní krajině řeky Moravy, na souřadnicích 49.5756367 N, 17.2853981 E. Podklad je zde tvořen hnědými půdami s podzoly na terasových uloženinách.

V rámci areálu leží pole na okraji výzkumných polí výzkumných center. Tato plocha je vyhrazena pro potřeby katedry ekologie a životního prostředí, tedy pro dlouhodobý monitoring populace křečka polního a hraboše polního (*Microtus arvalis*). Před lety zde byla vysazena tolíce vojtěška (*Medicago sativa*), postupně však bylo pole spontánně obsazeno plevelem a travinami. Plocha je sečena jednou ročně.

Lokalita se nachází na rozhraní předměstské průmyslové zóny a zemědělské krajiny. Před deseti lety se zemědělská pole táhla i dále na sever, postupně však zástavba dosáhla kraje lokality dlouhodobého výzkumu. Imigrační zdroje křeččích jedinců se tedy nacházejí pouze jižním směrem, případně na středně velkém poli za železnicí na východě.



Obrázek 3: Sledovaná lokalita v rámci města Olomouce (převzato z Goldammer 2019)



Obrázek 4: Sledovaná lokalita v rámci výzkumných polí vědecko-technického parku Holice (převzato z Goldammer 2019)

3.2. Způsoby sběru dat

Tato práce zahrnuje data ze dvou sezón. Sezónu 2019 jsem započal 11.5., ukončil 30.10. Sezónu 2020 jsem započal 15.4., ukončil 24.10. Pouze v sezóně 2020 byl první odchyt křečků realizován až v červnu z důvodu pandemie Covid19. Sběr dat se skládal ze tří částí: odchyt jedinců metodou CMR (capture-mark-recapture), monitoring fotopastmi, monitoring ARS (automatickým registračním systémem). V sezóně 2020 jsem také zahrnul výzkum vlivu délky porostu na aktivitu a chování.

Odchyt jedinců metodou CMR

Vzhledem k omezenému počtu techniky bylo nejprve zapotřebí zjistit, na které nory se vyplatí monitorovací techniku instalovat. Tento průzkum byl zajištěn odchylem metodou CMR. Během odchytů byl křečkům zaveden čip, aby ARS zaznamenal a rozpoznal průchozí jedince. Během sezóny 2019 bylo průběžně nalezeno celkem 25 norových systémů, během sezóny 2020 jich bylo 37.

Odchyty pomocí živolovných pastí byly prováděny každý měsíc, po dobu tří dnů. Během těchto odchytů byly fotopasti vypnuty, aby nebyly zahlceny záběry křečků běžajících v pastech a aby nedošlo k ovlivnění monitoringu sezónní aktivity nastraženou návnadou. Jako návnada byla použita hrst slunečnicových semínek. Večer před prvním dnem odchytu bylo pole vždy důkladně prohledáno a každý nový norový systém byl pojmenován a zaznamenán do plánu. Ke každé noře byla umístěna minimálně jedna živolovná past s návnadou. V letních měsících bylo živolovných pastí umísťováno více, pro případ přítomnosti mláďat. Pasti jsme otevírali pouze na noc, aby chycení jedinci nebyli vystaveni přílišnému stresu, popřípadě horkým letním dnům. Každé ráno byly pasti kontrolovány a uzavírány.

Chycené jedince jsme nechali přeběhnout z kovové pasti do skleněné nádoby, která umožňovala použít čtečku čipů k identifikaci jedince. Byl-li jedinec v tomto měsíci již chycen, byl na místě hned vypuštěn. Pokud byl v daném měsíci chycen poprvé, byl narkotiky uspán, zapsal se jeho kód, kód nory na které byl odchycen, dále byl změřen, zvážen, zaznamenali jsme jeho reprodukční stav a následně byl po probuzení opět vypuštěn. Měřena byla délka jedince od čumáku po řitní otvor, délka holeně a délka chodidla. Zaznamenaná data mohou posloužit demografickým výzkumům.

Jedincům, které čtečka čipů neidentifikovala byl navíc vpíchnut čip a odebrán vzorek DNA. Kód čipu byl přilepen do deníku záznamů a na ampuli se vzorkem DNA. Čip byl vpíchnut pod kůži na zadní straně krku, kde je kůže volnější. Vpíchnutí a vsunutí čipu bylo provedeno pomocí speciální jednorázové sterilní jehly. Odběr vzorku DNA byl proveden odstříhnutím konce ušního boltce ohněm sterilizovanými nůžkami. Vzorek byl následně zakonzervován ve fixační tekutině a předán k odeslání na další výzkumy.

Pravidelná, měsíční frekvence odchyťů zvyšovala zastoupení očipovaných jedinců v populaci (včetně mláďat) a vyšší efektivitu ARS. Také jsme díky odchyťům měli přehled o aktivitě nor pro management techniky.

Monitoring fotopastmi

Fotopasti byly umístovány na speciální, polohovatelné stojany před nory, které byly během odchyťů vyhodnoceny jako neaktivnější. Záběr kamery mířil na vstup nory a blízké okolí z vyššího, sklopeného úhlu. Celkem bylo použito 7 fotopastí v sezóně 2019 i 2020.

Fotopasti byly nastaveny na videozáznam o délce 60 sekund, interval opětovného sepnutí kamery byl nastaven na 30 sekund. Intenzita pohybového spínače byla nastavena na střední citlivost. Byla použita střední kvalita videa (480 p). Data byla ukládána na paměťové karty o velikosti 29 GB, nebo 8 GB. Výměna paměťových karet byla prováděna každý týden. Spolu s kartami byly vyměněny i tužkové baterie, energetický zdroj fotopastí. Toto konkrétní nastavení bylo zvoleno jako kompromis mezi kvalitou dat a rizikem rychlého zahlcení paměti.

Monitoring ARS

Automatický registrační systém byl také umístěn na vstupy nor, které byly během odchyťů vyhodnocené jako více aktivní. Skládá se ze tří dílů, prvním je řídicí jednotka s pamětí, druhou je akumulátor a třetí je kruhová anténa. Akumulátor a anténa jsou samostatně propojeny dráty k řídicí jednotce. Ke vstupu nory byla připevněna pouze anténa, řídicí jednotka a akumulátor byly maskovány o kousek dál v nepromokavém igelitovém obalu. V sezóně 2019 byly instalovány 4 ARS a v sezóně 2020 3 ARS.

ARS zaznamenává pouze očipované jedince, kteří přímo projdou obručí antény. Obruč byla tedy umístována tak, ať lícuje se vstupem do nory a není možné ji obejít. Při průchodu jedince ARS zaznamená kód čipu, čas a datum. Interval mezi sepnutími byl

nastaven na tři vteřiny. Údržba ARS není tak náročná jako je u fotopastí. Akumulátory byly vyměněny jednou měsíčně, data byla stáhnuta jednou za tři měsíce. Ke stažení dat je však potřeba staršího typu konektoru DB9, který je možné nalézt na starších počítačích, anebo mít redukci DB9 na USB.

Vliv porostu

V sezóně 2020 byl také proveden výzkum vlivu výšky porostu na aktivitu a chování křečka polního. Výzkum byl zahájen 28.6.2020 posečením vegetace kolem tří nor. Tyto tři nory, včetně posečeného prostoru, byly sledovány fotopastmi s nastavenou vysokou citlivostí spínače. Pro porovnání byly také aktivní tři fotopasti sledující tři nory v neposečené, vysoké vegetaci. Ze získaných dat vyhodnotím rozdíl v aktivitě a chování mezi dvěma typy vegetace.

Křovinořezem posečená plocha byla kruhového tvaru o poloměru 4 metrů se vstupem do nory jako středem. Seč proběhla na co nejmenší délku jak jen bylo možné v intervalu asi 3 týdnů. Vysečená biomasa byla z pole odvezena. Vegetace ve zbytku pole se ponechala růst až do konce sezóny, běžně dosáhla výšky 110–130 cm.

3.3. Zpracování a analýza dat

Data z fotopastí

Videa z fotopastí byla shlédnuta a promazána od nežádoucího obsahu. Záznamy zachycující zástupce obratlovců byly ponechány a znovu, pečlivěji shlédnuty. Do programu Excel se zapsal datum a čas záznamu, kód sledované nory (včetně souřadnic a přítomnosti či nepřítomnosti vysekané plochy v sezóně 2020), počet zaznamenaných jedinců, věk (juvenil/dospělec) a živočišný druh o který se jedná. Byl-li na záběru křeček polní, binárně se zapsalo zda se objevil, či neobjevil daný typ chování. Sledovanými typy chování bylo čichání, příjem potravy, užití nory, péče o srst, značkování, hrabání, panáčkování, strnutí, naslouchání a běh. Poslední čtyři typy jsou projevy ostražitého chování, které hraje roli při vyhodnocování změn typů chování na otevřeném poli, v posečené vegetaci.

Data z ARS

Záznamy z ARS byly staženy do počítače, převedeny do excelu a poté byly zbaveny nežádoucích dat. Ponechal se kód řídicí jednotky, kód registrovaného čipu, datum a čas záznamu. Následně se podle dat z odchytů dopsal věk a pohlaví registrovaného jedince.

Statistická analýza

Pro vizualizaci průběhu aktivity byly vytvořeny aktogramy pomocí knihovny StreamMetabolism (Sefick 2016) v programu R verze 3.6. 2 (R Development Team 2020). S použitím balíčku mgcv (Wood 2006) byla v programu R dále provedena analýza nokturnality za využití generalizovaných aditivních modelů. Jako globální test analýzy nokturnality byla použita míra výskytu denní aktivity během roku pomocí generalizovaného lineárního modelu. Pro vyhodnocení vlivu seče na aktivitu byl využit zobecněný aditivní mixovaný model, jako náhodná proměnná zde byly využity nory. Pro upřesnění výsledků byl testován vliv sezonality a výšky vegetace (seče) na aktivitu denní, ale také noční.

4. Výsledky

Během sezóny 2019 a 2020 bylo pořízeno dohromady 2331 záznamů křečka polního pomocí fotopastí a ARS. Z toho bylo 1397 záznamů pořízeno pouze fotopastmi a 934 záznamů bylo pořízeno pouze ARS. Dále bylo fotopastmi pořízeno dalších 495 záznamů jiných obratlovců, nejčastěji zástupců čeledi *Muridae*.

4.1. Sezóna 2019

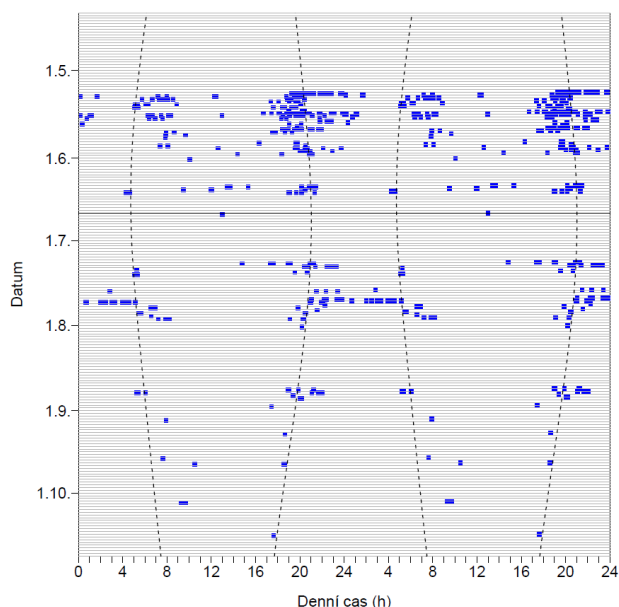
Během roku 2019 bylo pořízeno 1449 záznamů křečka polního a 68 záznamů dalších obratlovců. První záznam byl pořízen 11.5.2019, poslední záznam 19.10.2019. Záznamy posloužily pro vyhodnocení aktivity a chování přírodní populace křečka polního. 934 záznamů křečka bylo pořízeno ARS, fotopastmi 515 záznamů. Mezi další registrované obratlovce patří bažant obecný (*Phasianus colchicus*), ježek západní (*Erinaceus europaeus*), kočka domácí (*Felis silvestris* f. *catus*), koroptev polní (*Perdix perdix*), křepelka polní (*Coturnix coturnix*), lasice kolčava (*Mustela nivalis*), zástupci čeledi *Muridae*, srnec obecný (*Capreolus capreolus*), straka obecná (*Pica pica*), vrána šedá (*Corvus cornix*), zajíc polní (*Lepus europaeus*).

4.1.1. Aktivita 2019

Aktivita v roce 2019 byla vyhodnocena ze záznamů fotopastí a ARS pomocí aktogramů. Aktogramy jsou grafy znázorňující minuty, ve kterých byli křečci zaznamenáni a jejich aktivita tak byla potvrzena. Osa x v aktogramu představuje denní čas. 24 hodinový formát je duplikován pro vyšší přehlednost nočních hodin. Osa y v aktogramu představuje dny v roce. Modré tečky v samotném aktogramu představují časy záznamů, neboli aktivní minuty jedinců. Vertikální přerušované čáry představují východ a západ slunce. Silnější černá horizontální čára mezi 6. a 7. měsícem představuje slunovrat (viz obr. 5).

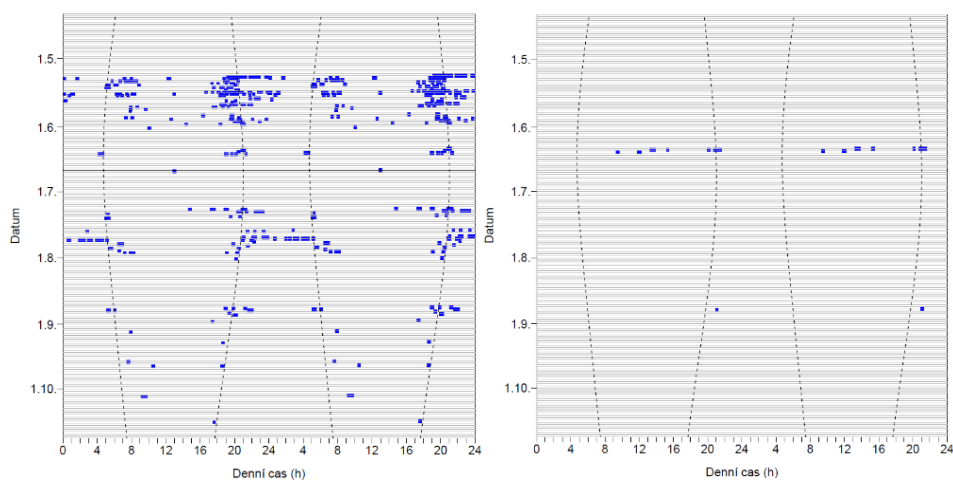
Fotopasti

515 záznamů pořízených fotopastmi zachycují nejvyšší aktivitu v květnu, v době před západem slunce. Večerní aktivita dominuje po celý rok, nicméně v době května a července je znatelná také aktivita noční a ranní (viz obr. 5).



Obrázek 5: aktogram fotopastí 2019; všechny záznamy; modré tečky znázorňují aktivní minuty, černé vertikální přerušované čáry znázorňují východ a západ slunce

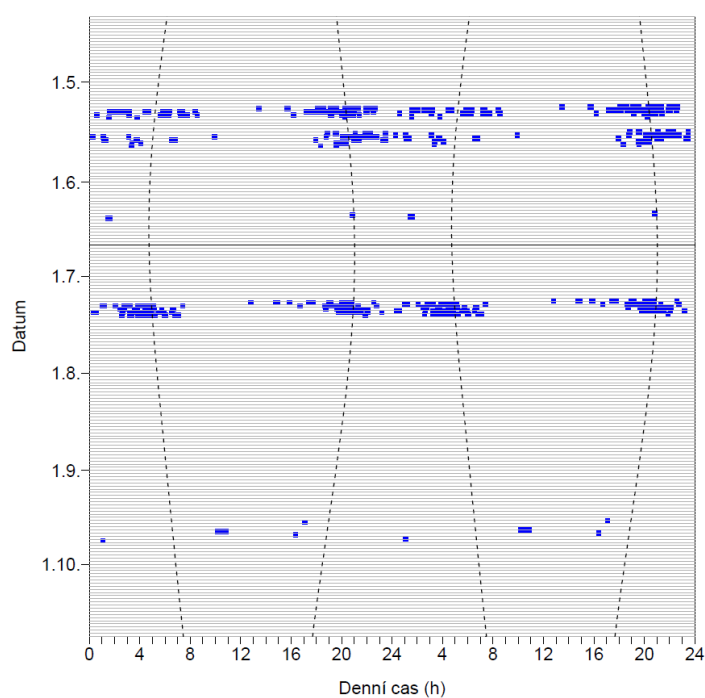
Záznamy pořízené fotopastmi byly roztříděny dle věku registrovaných jedinců na dospělé a juvenilny. Záznamů mladých jedinců nebylo mnoho, je však patrná denní až večerní aktivita během dvou dnů měsíce června. Jeden záznam juvenilního jedince byl také zachycen po setmění během srpna. (viz obr. 6).



Obrázek 6: aktogramy fotopastí 2019; vlevo dospělci, vpravo juvenilové

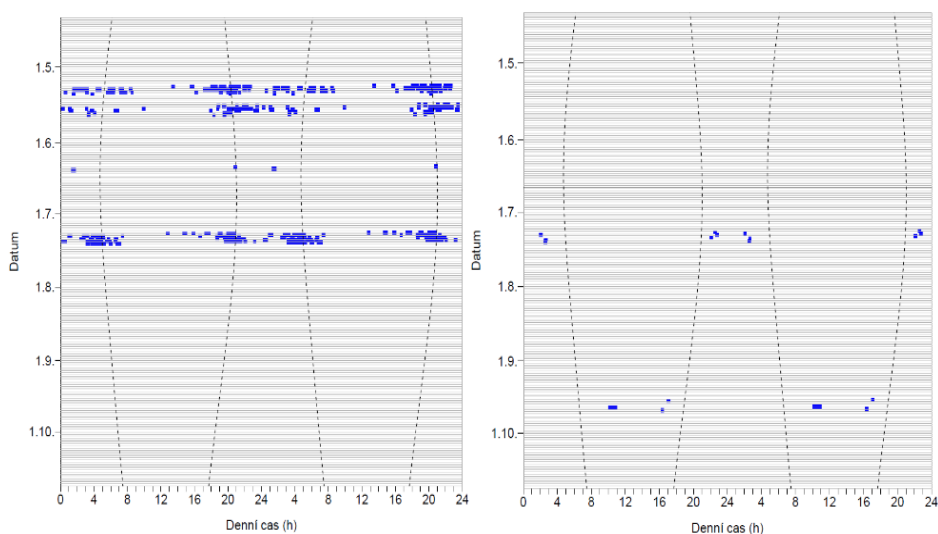
ARS

934 záznamů pořízených ARS zachycuje rozprostřenou celodenní aktivitu, v období května a července. I přesto, je však aktivita nejhustěji rozložena právě v době kolem úsvitu a soumraku. Další záznamy byly zachyceny také v červnu a září, nejsou však moc početné (viz obr. 7).



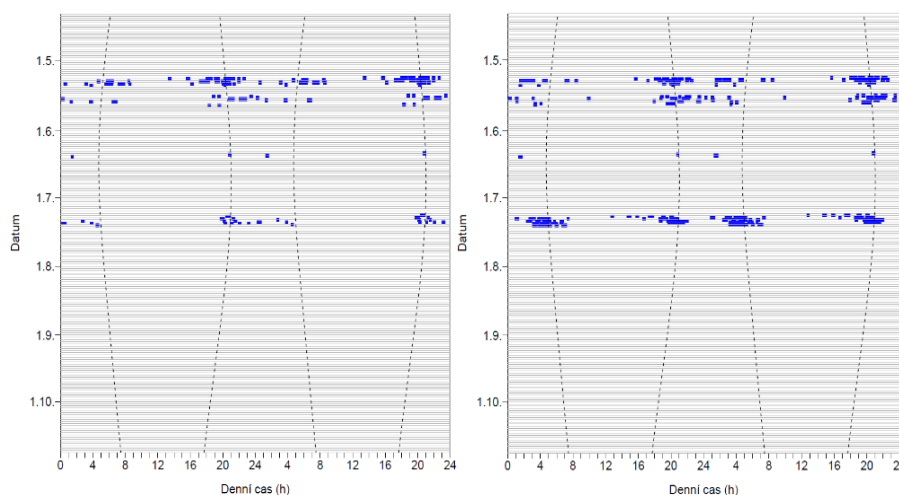
Obrázek 7: aktogram ARS 2019; všechny záznamy

Také data ARS byla roztržena dle věku. Aktogram juvenilů nám ukazuje noční aktivitu mláďat v červenci. Naopak denní aktivita byla registrována v září (viz obr. 8).



Obrázek 8: aktogramy ARS 2019; vlevo dospělci, vpravo juvenilové

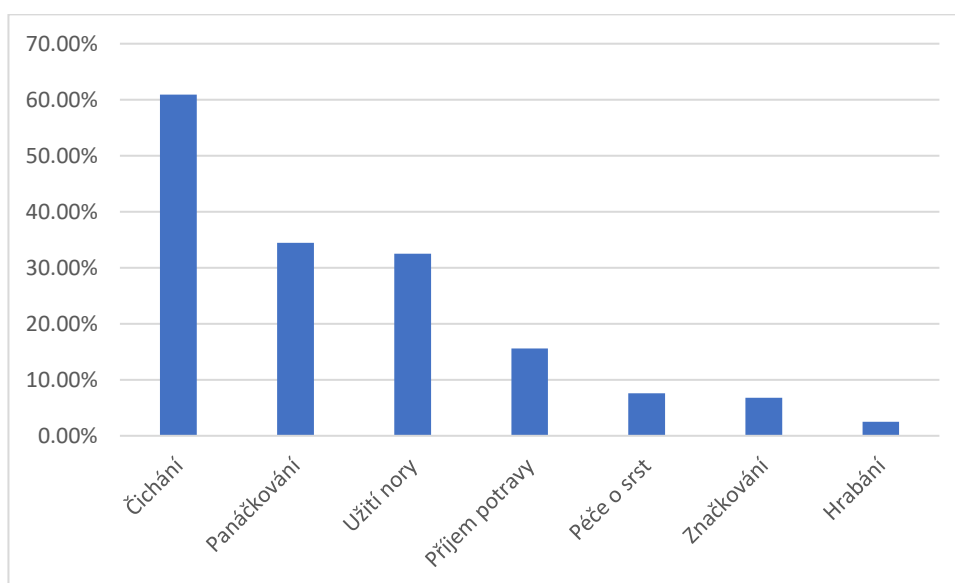
Záznamy ARS bylo možné roztrždit také podle pohlaví. V tomto případě se aktivita samců a samic poměrně shoduje. Záznamy zahrnují především měsíc květen a červenec (viz obr. 9).



Obrázek 9: aktogramy ARS 2019; vlevo dospělí samci, vpravo dospělé samice

4.1.2. Chování 2019

Nejčastěji zaznamenaným typem chování bylo čichání, které se vyskytlo v 60,89 % záznamech z fotopastí. Dále bylo v 34,44 % zaznamenáno panáčkování, 32,49 % užití nory, 15,56 % příjem potravy, 7,59 % péče o srst, 6,81 % značkování a 2,53 % hrabání (viz obr. 10). Dále byl zachycen jeden záznam kopulace a jeden záznam, na kterém křeček útočí a zahání dospělého zajíce polního.



Obrázek 10: proporce typů chování v roce 2019

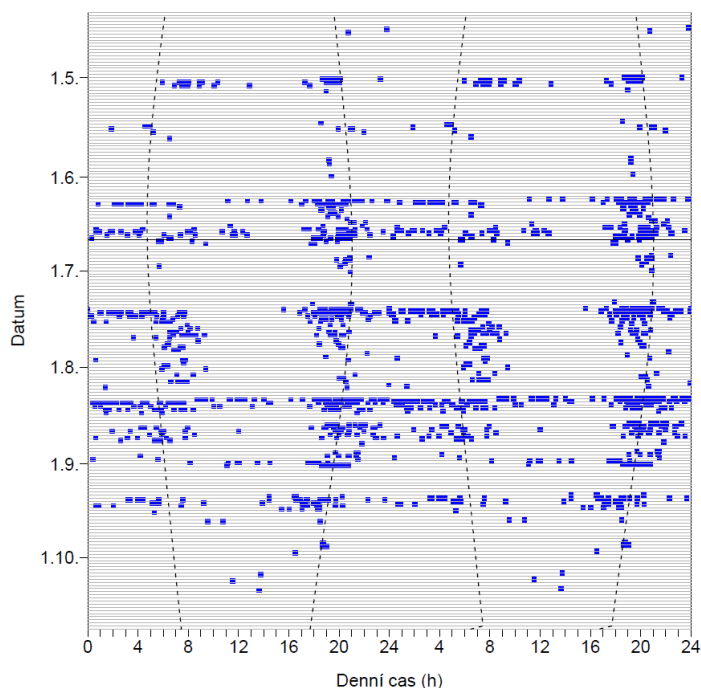
4.2. Sezóna 2020

Během druhého roku této studie bylo pořízeno celkem 882 záznamů křečka polního a 427 záznamů dalších obratlovců. Všechny tyto záznamy byly pořízeny pomocí fotopastí. ARS byl v tomto roce sice využit, nezaznamenal však žádná data. Mezi další registrované obratlovce patří bažant obecný (*Phasianus colchicus*), holub hřivnáč (*Columba palumbus*), ještěrka obecná (*Lacerta agilis*), kočka domácí (*Felis silvestris* f. *catus*), koroptev polní (*Perdix perdix*), křepelka polní (*Coturnix coturnix*), lasice kolčava (*Mustela nivalis*), liška obecná (*Vulpes vulpes*), zástupci čeledi *Muridae*, srnec obecný (*Capreolus capreolus*), straka obecná (*Pica pica*), vrána šedá (*Corvus cornix*), zajíc polní (*Lepus europaeus*).

4.2.1. Aktivita 2020

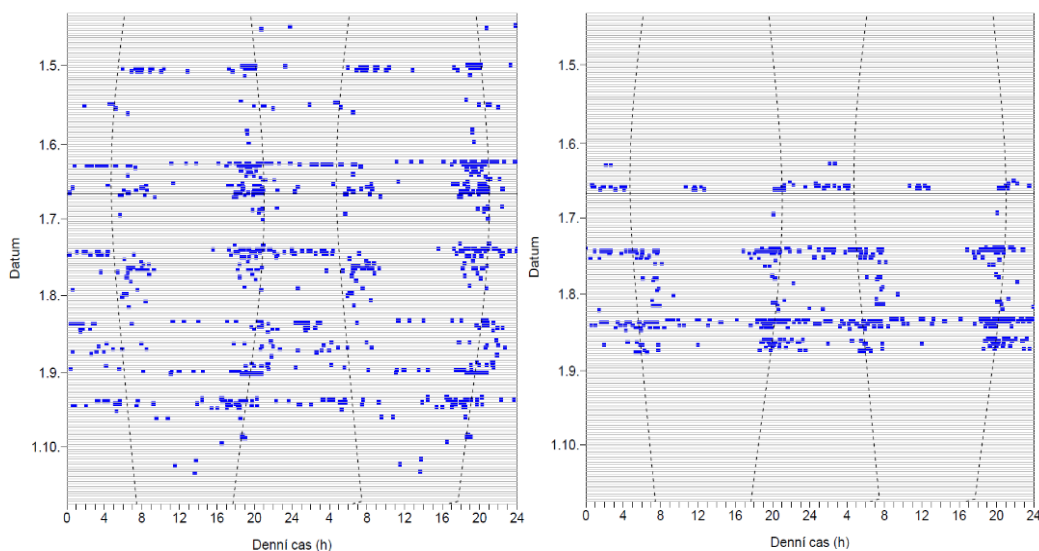
Fotopasti

Aktivita zachycená v roce 2020 pomocí fotopastí zahrnuje celé období křeččí aktivity. Po celý rok je aktivita nejsoustředěnější před soumrakem, nicméně v červnu, červenci a srpnu je patrná i noční až ranní aktivita. Denní aktivita je nejzřetelnější v květnu, červnu a srpnu (viz obr. 11).



Obrázek 11: aktogram fotopastí 2020; všechny záznamy

Aktivita juvenilních jedinců je v sezóně 2020 rozptýlena převážně ve večerních až ranních hodinách. Během dne je soustředěna pouze uprostřed června a uprostřed srpna. Nejpočetnější jsou záznamy v půli června, dále v půli července a půli srpna (viz obr. 12)



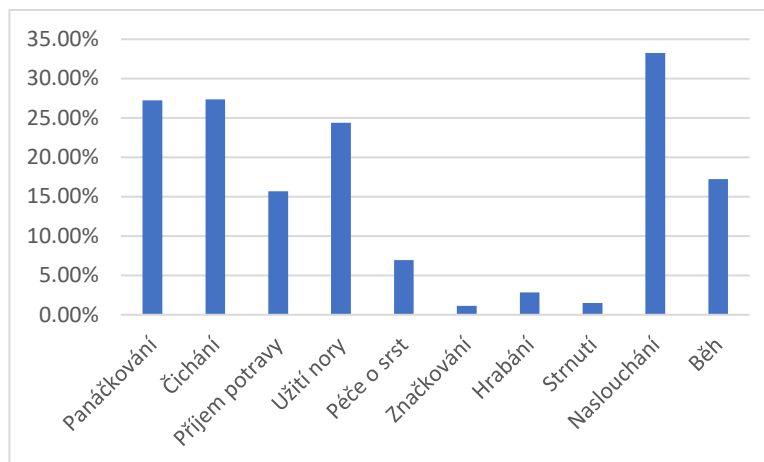
Obrázek 12: aktogram fotopastí 2020; vlevo dospělci, vpravo juvenilové

4.2.2. Chování 2020

V roce 2020 byly oproti roku 2019 přidány tři nové typy chování, kterými jsou strnutí, naslouchání a běh, které jsou projevem ostražitého chování. Nejčastějším typem chování bylo naslouchání, které se vyskytlo v 33,26 % záznamů. Dále čichání s 27,36 %, panáčkování s 27,24 %, užití nory s 24,40 %, běh s 17,25 %, příjem potravy 15,68 %, péče o srst s 6,93 %, hrabání s 2,84 %, strnutí s 1,48 % a značkování s 1,14 % (viz obr. 13). Ostražité chování se projevilo na 44 % záznamů.

Dalším registrovaným projevem byla například společná hra juvenilních jedinců zaznamenaná na 4 videích. Na 7 videích pak byla pozorována ostražitost křečka vůči fotopasti, projevující se hlavně strnutím a pozorováním neznámého objektu. Na jednom z těchto záznamů je zřetelné, jak se křeček lekl tichého zvuku sepnutí nahrávání pasti. Dalším neobvyklým chováním byl zaznamenaný podivný úskok dospělého jedince z 29.6., který stál na zadních, předklonil se, stočil se tak, že měl hlavu pod levou přední nohou a nakonec z této pozice vyskočil a ve vzduchu se opět srovnal, dopad byl však poměrně neohrabaný. 22.8. byl zaznamenaný juvenilní jedinec prchající před dospělcem, který ho pronásledoval. Dále je na 22 záznamech z 15.9.-16.9. velmi dobře vidět jedince,

který si přímo před fotopastí začal hrabat novou noru. Hrabání velmi často přerušoval panáčkovaním a naslouchání zda se neblíží potenciální hrozba.



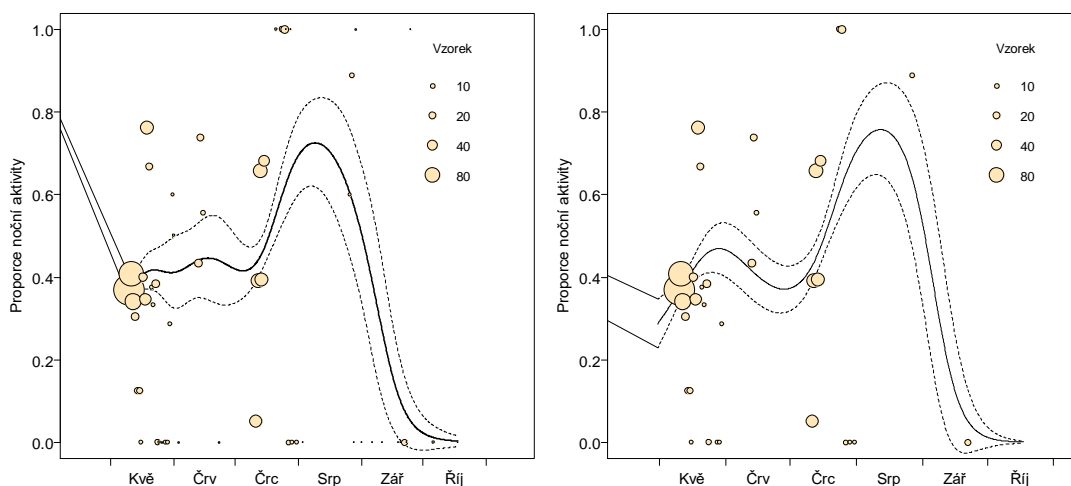
Obrázek 13: Proporce typů chování v roce 2020

4.3. Proporce noční aktivity

Proporce noční aktivity představuje poměr aktivních minut v době mezi západem a východem slunce s aktivními minutami v denní době.

Sezóna 2019

Na grafu (viz obr. 14) můžeme vidět značnou proměnlivost nokturnality napříč celou sezónou. Levý graf zahrnuje veškerá data, zatímco pro pravý graf byla použita data ze dnů s více jak pěti aktivními minutami, pro redukci vzorkovací chyby. Nejvyšší proporce nokturnality se vyskytovala v srpnu a květnu. Zdrojová data jsou v grafu zřetelná jako oranžová kola, přičemž velikost kol představuje velikost vzorku. Je tedy patrné, že vzorek byl největší právě v květnu.

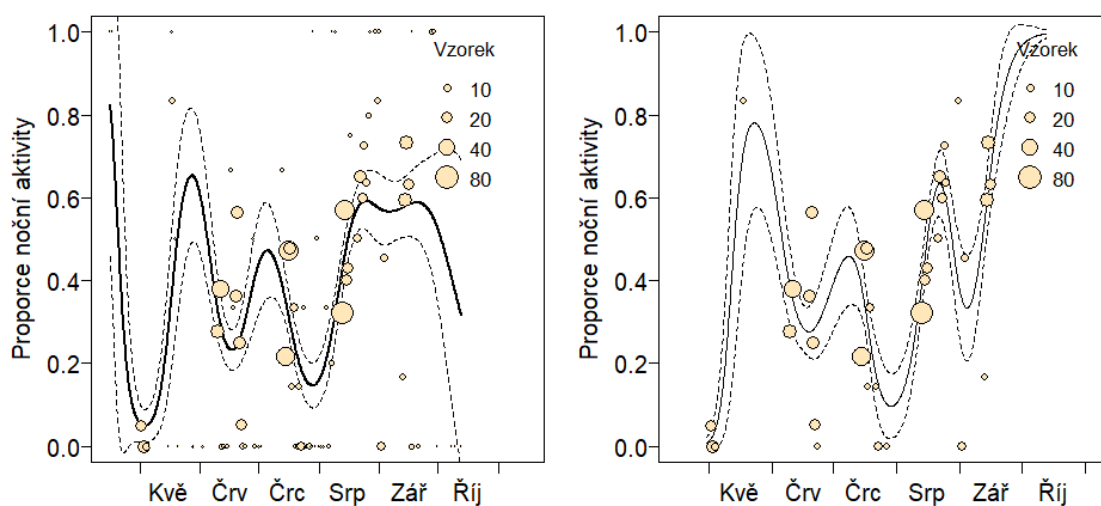


Obrázek 14: proporce noční aktivity 2019; vlevo všechna data, vpravo dny s 5 a více aktivními minutami

Pro zjištění proporce noční a denní aktivity byl také využit generalizovaný lineární model. Výsledné meze spolehlivosti 0,56 - 0,61 (0,59 v průměru) nezahrnují hodnotu 0,5. V roce 2019 tedy celkem převažovala denní aktivita nad aktivitou noční.

Sezóna 2020

Proporce noční aktivity v roce 2020 byla největší na přelomu května a června. Dále pak v červenci a konci září (viz obr. 15). Pravý graf opět obsahuje pouze data ze dnů s více jak pěti aktivními minutami.



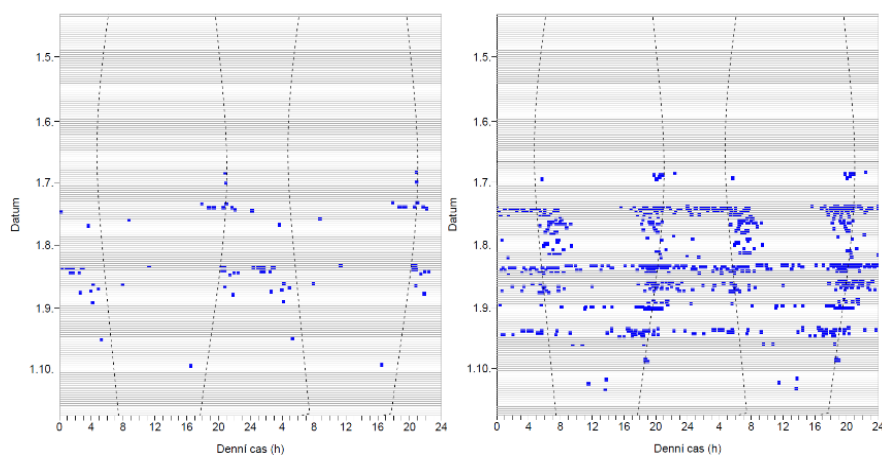
Obrázek 15: proporce noční aktivity 2020; vlevo všechna data, vpravo dny s 5 a více aktivními minutami

Meze spolehlivosti v generalizovaném lineárním modelu pro rok 2020 vycházejí 0,59 – 0,65 (0,62 v průměru). Nezahrnují tedy hodnotu 0,5, což opět znamená vyšší proporci denní aktivity, než aktivity noční.

4.4. Vliv výšky vegetace na aktivitu a chování

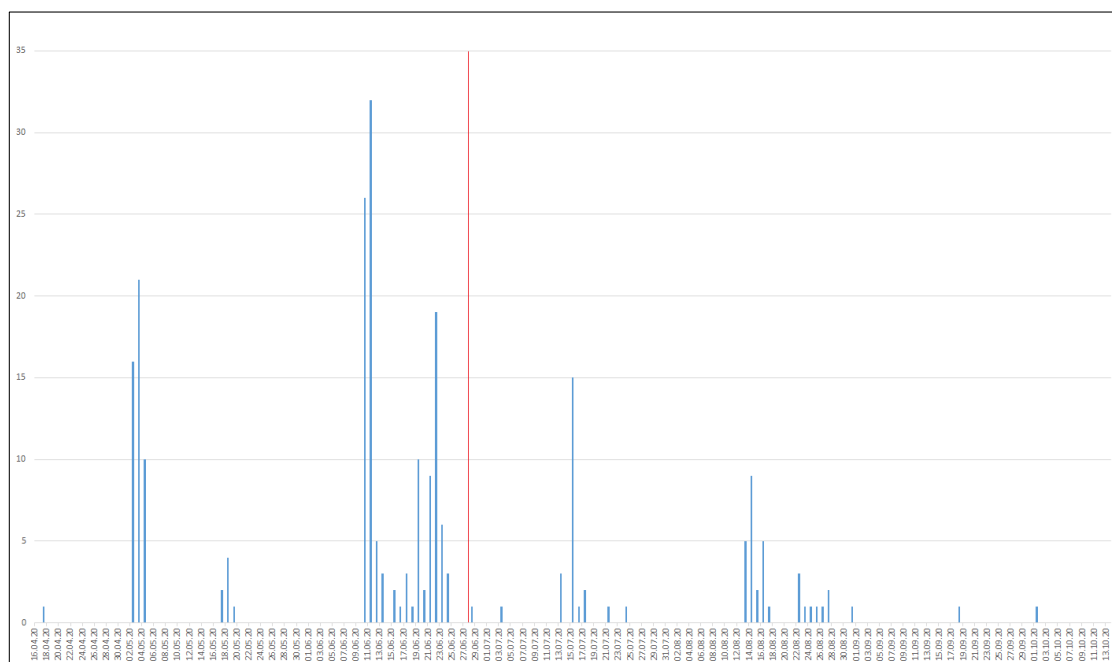
Aktivita

Aktivita byla na posečených lokalitách znatelně nižší, mimo to se téměř výhradně vyskytovala ve večerních – nočních hodinách oproti lokalitám neposečeným, kde byla aktivita výrazně vyšší a rozprostřena napříč celým dnem, krom července, kde se aktivita soustřeďuje od soumraku, přes noc, až po úsvit (viz obr. 16).



Obrázek 16: srovnání aktivity na posečených (vlevo) a neposečených (vpravo) plochách od 28.6.2020

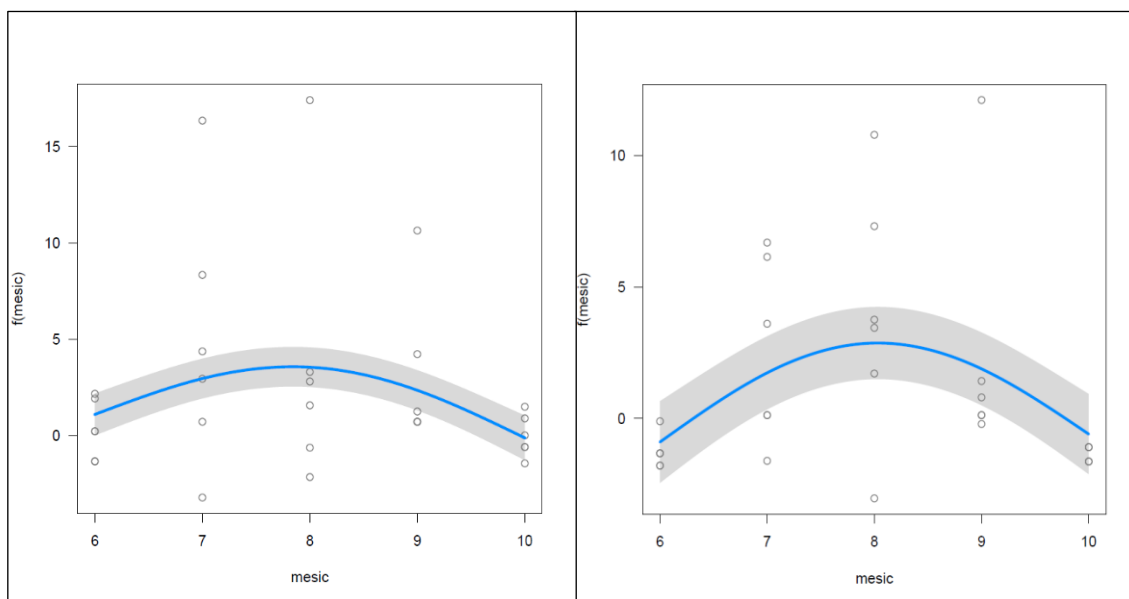
První seč značně ovlivnila aktivitu jedinců na sledovaných lokalitách. V době, kdy sledované lokality nebyly posečené byla aktivita znatelně vyšší, po první seči však prudce klesla a vyskytovala se již spíše vzácně (viz obr. 17).



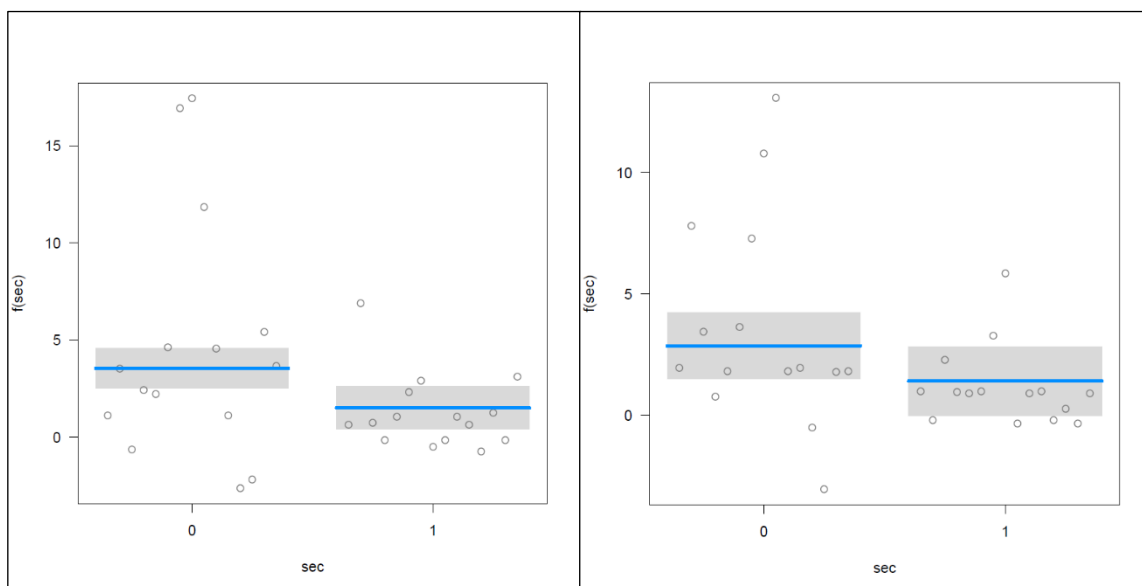
Obrázek 17: srovnání aktivity na posečených norách před první sečí a po ní; modré sloupce znázorňují počet záznamů v daný den, červená linie znázorňuje den první seče

Sezónní změny aktivity a vliv výšky vegetace

Pro vyhodnocení vlivu seče na aktivitu jedinců byl použit zobecněný aditivní mixovaný model. Nejvyšší sezónní noční i denní aktivita byla zaznamenána uprostřed sezóny, během srpna (viz obr. 18). Intenzita aktivity byla vždy vyšší na neposečených plochách (viz obr. 19). V rámci denní aktivity vyšel jako signifikantní vliv sezonality (p value = $<0,001$) i vliv seče (p value = $0,01311$). V rámci aktivity noční vyšel signifikantní pouze vliv sezonality (p value = $<0,001$).



Obrázek 18: sezónní změny denní (vlevo) a noční (vpravo) aktivity

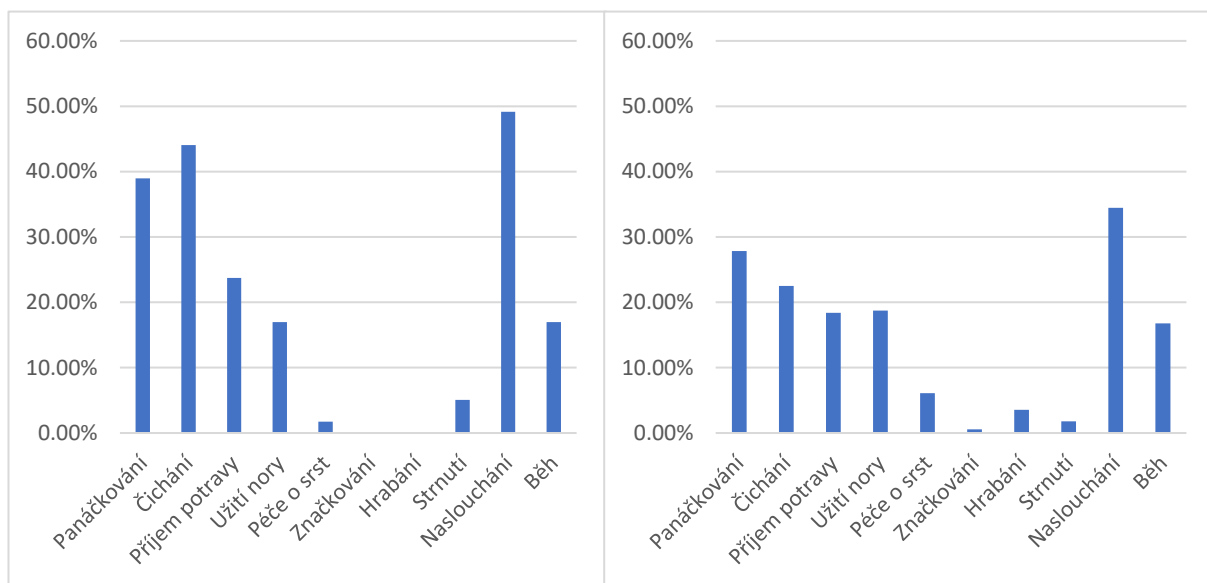


Obrázek 19: srovnání intenzity aktivity na posečených (1) a neposečených (0) plochách.

Chování

Na vysečených plochách bylo nejčastějším typem chování naslouchání, které se vyskytlo v 49,15 % záznamů. Dále čichání s 44,07 %, panáčkování s 38,98 %, příjem potravy s 23,73 %, užití nory s 16,95 %, běh s 16,95 %, strnutí s 5,08 % a péče o srst s 1,72 %. Značkování ani hrabání nebylo na vysečených plochách zaznamenáno (viz obr. 20). Ostražitě chování se vyskytlo v 58 % záznamů.

Na nevysečených plochách bylo nejčastějším typem chování naslouchání s výskytem v 34,46 % záznamů. Dále panáčkování s 27,86 %, čichání s 22,50 %, užití nory s 18,75 %, příjem potravy s 18,39 %, běh s 16,79 %, péče o srst s 6,07 %, hrabání s 3,57 %, strnutí s 1,79 % a značkování s 0,54 % (viz obr. 20). Ostražité chování se vyskytlo v 45 % záznamů.



Obrázek 20: srovnání typů chování na vysečených (vlevo) a nevysečených plochách (vpravo) od data první seče (28.6.)

4.5. Technické problémy

Během výzkumu došlo k několika technickým problémům a chybám. V průběhu obou sezón, při odchycích křečků, občas z neznámého důvodu čtečka čipů nereagovala na čip pod kůží křeččích jedinců. Tato chyba měla za následek dvojité očipování jednoho jedince, nicméně v průběhu dalších měsíců se podařilo tyto jedince znovu odchytit, zaznamenat oba čipy a následně při vyhodnocování dat sloučit oba kódy.

V sezóně 2019 čtyři ze sedmi fotopastí pravidelně obnovovali své nastavení do továrního. Tyto restarty znemožňovaly použití pořízených dat skrze chybné datum, čas a formát záznamu (fotografie). V sezóně 2018 (Goldammer 2019) se tento problém vyskytl u některých fotopastí stejného typu. Tehdy pomohla aktualizace softwaru, v sezóně 2019 však nejnovější aktualizace nepomohly ani v jednom případě. Ke konci sezóny byly nakonec využity pouze tři ze sedmi fotopastí, které byly staršího typu. V sezóně 2019

dále nefungovala 1 ze 4 použitých jednotek ARS. Důvod této nefunkčnosti není znám, zprovoznit ji se již nepodařilo.

V sezóně 2020 byly čtyři vadné fotopasti nahrazeny novými fotopastmi staršího typu. V provozu bylo tedy nejprve sedm fotopastí, v polovině sezóny však jedna z nejstarších fotopastí přestala fungovat, opravit ji se již nepodařilo. Všechny, tedy tři, ARS byly tuto sezónu zcela nefunkční. Důvod nefunkčnosti není znám. Jediná data, která tyto ARS obsahovaly byly čtyři záznamy ze současné sezóny. I tyto čtyři záznamy však obsahovaly chybu a nebyly použity.

5. Diskuse

V této práci byla sledována přírodní populace křečka polního po dobu dvou sezón za pomoci fotopastí a automatického registračního systému. Na stejné lokalitě proběhlo již několik výzkumů zkoumající aktivitu křečka polního, své výsledky mohou tedy porovnat se svými předchůdci (Bendová 2011; Bendová 2013; Machová 2013; Kubátová 2014; Machová 2015; Stejskal 2015; Stejskal 2018; Goldammer 2019).

Oproti sezóně 2018 (Goldammer 2019) byl počet záznamů v obou sledovaných sezónách nižší. Tento faktor zapříčinily technické problémy popsané v kapitole 4.5. Ačkoli v sezóně 2020 nefungovala ani jedna jednotka ARS a záznamů bylo celkově méně, výsledky z tohoto roku jsou příznivější díky větší pokryvnosti dat širokého časového období. Zatímco fotopasti mohou sepnout jednou za 90 sekund, jednotka ARS je schopna sepnout každé 3 vteřiny. To může mít za následek velký počet záznamů, které jsou však ze stejné doby. A právě pro naše účely je více žádoucí větší rozptyl dat. Dalším faktorem, který velmi ovlivňuje zisk dat technikou je samotná obydlí nory, jelikož se stává že křečci své nory v sezóně obměňují. Například matky při opouštění mláďat, které noru posléze také opouštějí (Weinhold 2008).

Zdánlivá výhoda kapacity paměti jednotek ARS a jejich nižší potřeba údržby se ukázala spíše negativní, jelikož dlouho trvalo než byla odhalena porucha u těchto jednotek. V sezóně 2019 tak byla vyřazena 1 jednotka a v sezóně 2020 tak byly vyřazeny všechny použité jednotky. Oproti tomu fotopasti vyžadují týdenní údržbu, jejich vadnost tedy byla vždy brzy odhalena. I přesto však v sezóně 2019 byly vyřazeny 4 ze 7 fotopastí vlivem neúspěšné opravy vad.

Výdrž fotopastí závisela na několika faktorech. Jednak na velikosti použité paměťové karty, na kapacitě a kvalitě tužkových baterií, ale také na počtu sepnutí fotopastí. Nejvíce rušivým faktorem spínající nahrávání fotopastí byl pohyb travin ve větru, schopný spouštět past celé hodiny. Dále pak malé druhy hlodavců jako je například hraboš polní, který mnohdy past spouštěl hodinu v kuse. Větší druhy polních živočichů, jako je křepelka polní nebo zajíc polní spínaly past méně často a spíše jednorázově.

Výsledky této práce ukazují, že se denní aktivita během roku velmi mění. Nejaktivnější částí dne se nejčastěji ukázala doba kolem úsvitu a soumraku. Z předchozích let se výsledky shodují v letech 2016 (Stejskal 2017) a 2018 (Goldammer

2019). V letech 2012 (Machová 2013), 2013 (Kubátová 2014; Machová 2015) a 2014 (Machová 2015; Stejskal 2015) byla nejvyšší aktivita zaznamenána pouze při soumraku. Bendová v roce 2012 zaznamenala nejvyšší aktivitu v noci (Bendová 2013). Rok 2012 je zde zmíněn dvakrát, neboť Bendová, která využívala pouze jednotek ARS, a Machová, která využívala pouze fotopastí, dospěly k rozdílným výsledkům.

V mé práci se aurorální a krepuskulární aktivita ve větší či menší míře objevuje během celé sezóny v obou sledovaných rocích. Proměnlivý je však výskyt noční a denní aktivity. Zajímavé je, že pokud se vyskytla denní aktivita, spolu s ní se v dané době vyskytovala i aktivita noční. Tento jev se nachází i v dřívějších pracích (Bendová 2011; Bendová 2013; Machová 2013; Kubátová 2014; Machová 2015; Stejskal 2015; Stejskal 2018). Ze všech současných i předchozích sezón existují tři výjimky, kdy se vyskytla denní aktivita, bez přítomnosti aktivity noční. První se nachází na přelomu srpna a září v sezóně 2018 (Goldammer 2019), tyto záznamy pochází od juvenilních jedinců. Druhá se nachází v červnu roku 2019 (tato práce), tyto záznamy také pochází od juvenilních jedinců. Třetí se nachází na přelomu dubna a května v sezóně 2020 (tato práce), kde je patrný pouze jeden noční záznam.

V sezóně 2019 byl neaktivnější měsíc květen a v sezóně 2020 jím byl srpen. Obdobný výsledek jako v roce 2020 se vyskytl i v letech 2012 a 2013 (Bendová 2013; Kubátová 2014; Machová 2015). Ve většině předchozích let byl však neaktivnější červen (Bendová 2013; Machová 2013; Machová 2015; Stejskal 2015; Stejskal 2017; Goldammer 2019). Vysoká aktivita těchto měsíců je nejspíše způsobena juvenilními jedinci z 1. a 2. vrhu, kteří v tuto dobu vylézají na povrch. Ojedinělý výsledek neaktivnějšího měsíce roku 2019 je pravděpodobně ovlivněn nižším počtem funkční sledovací techniky. Wollnik ve své studii z roku 1991 sledovala aktivitu křečka polního v umělých podmínkách za pomoci běhací kola. Aktivita byla rozložena napříč celým rokem v denních hodinách s nejvyšší aktivitou v květnu, červnu a červenci. Jeden jedinec vykazoval vysokou aktivitu také v listopadu a prosinci (Wollnik 1991). Obdobnou studii jako měla Wollnik vyhotovila také Monecke, jejíž výsledky jsou mnohem více roztroušeny celým rokem a 24 hodinovým cyklem. Nicméně zvýšená aktivita může být zpozorována v prosinci, lednu, květnu a červnu (Monecke 2005). Mé výsledky se s těmito dvěma studiemi shodují pouze v rámci zvýšené aktivity v letních měsících. Například rozložení denní aktivity je zcela odlišené.

Aktivita juvenilních jedinců se v sezóně 2019 projevovala jako noční, ale také denní, zatímco v sezóně 2020 se vyskytovala napříč celým denním cyklem, s nejvyšší koncentrací v době soumraku. V sezóně 2016 (Stejskal 2017) a 2018 (Goldammer 2019) působila denní aktivita juvenilních jedinců poměrně chaoticky s časovou proměnlivostí a s vyšším zastoupením denní aktivity.

Pomocí fotopastí bylo sledováno chování jedinců křečka v okolí monitorovaných nor. V sezóně 2019 bylo sledováno 7 typů chování, přičemž nejčastějším zaznamenaným typem bylo čichání vyskytující se v 60,89 % záznamů. V sezóně 2020 byly přidány další 3 typy chování představující ostražitě chování. Nejčastějším typem bylo naslouchání, které se vyskytovalo v 33,26 % záznamů. Naproti tomu čichání, které bylo v předchozí sezóně tak časté, se v této sezóně ukázalo jako druhé nejčastější, s mnohem menším zastoupením 27,36 %. Důvodem tak rozdílného výsledku je pravděpodobně skutečnost, že velká část záznamů z fotopastí v roce 2019 je z měsíce května, který spadá do reprodukčního období, během kterého samci často cestují mezi samičimi norami a čichem rozeznávají přítomnost dalších jedinců, kteří místo označovali (Ziomek 2009). V této spojitosti je však zajímavé, že není příliš velký rozdíl v aktivitě péče o srst, u které by se dalo očekávat, že se v reprodukčním období bude vyskytovat častěji než obvykle (Machová 2015). Některé typy chování se často vyskytovaly společně, například příjem potravy a užití nory, kdy bylo patrné, jak křeček pojídá části rostlin a následně na krátkou chvíli zaleze do nory, aby uskladnil potravu nasbíranou v lících torbách. Dalším příkladem společného výskytu chování je panáčkování a naslouchání, jelikož při každém panáčkování křeček zároveň napjatě poslouchá okolí.

Pro lepší představu o sezónní aktivitě byla modelována proporce noční aktivity. V sezóně 2019 měla proporce dvě maxima, a to na konci května a v srpnu. Převažovala aktivita denní (GLM = 0,59). V sezóně 2020 měla zdrojová data větší rozptyl a proporce vyšla se třemi maximy, a to opět na konci května, v červenci a v srpnu. Opět převažovala denní aktivita (GLM = 0,62). Výsledky proporce noční aktivity jsou si tedy v obou sezónách podobné, ale proti dřívějším sezónám se liší. V sezóně 2012 byla noční aktivita nejvyšší v červnu, srpnu a září (Bendová 2013), v sezóně 2014 na začátku května a konci června (Stejskal 2015), v sezóně 2016 v dubnu, červnu a srpnu a v sezóně 2017 v dubnu a červnu (Stejskal 2017).

V sezóně 2020 byl proveden výzkum vlivu výšky vegetace na aktivitu a chování. Bylo zjištěno, že po prvním vysečení vegetace v okolí tří nor prudce klesla aktivita oproti třem kontrolním norám, kde vegetace kosena nebyla. Byl testován vliv sezonality a výšky vegetace (seče) na denní a noční aktivitu pomocí zobecněného aditivního mixovaného modelu. Zatímco sezonalita byla prokázána jako silně signifikantní jak pro denní, tak noční aktivitu, výška porostu (vliv seče) se ukázala jako signifikantní pouze pro aktivitu denní. I když výsledek nebyl pro noční aktivitu signifikantní, i v tomto případě byl patrný pokles aktivity. Z výsledků není zcela jasné, co se s křečky obývající obsekané nory stalo. Náhlý pokles aktivity nasvědčuje opuštění sledované nory, nicméně z pravidelných odchytů víme, že všechny sledované nory patřily samicím a v době seče již měly pravděpodobně vyvedené mladé potomky, kteří musejí být hlídání svou matkou jinak jim hrozí vysoké nebezpečí predace (Nechay 2000; Weinhold 2008), je tedy nepravděpodobné, že by se matka s potomstvem přestěhovali, nebo že by se přestěhovala pouze matka a potomstvo ponechala osudu. Fotopasti nezaznamenaly žádnou událost, která by napomohla tuto otázku vysvětlit. Pokles aktivity na plochách s nižší vegetací byl zaznamenán také u jiných menších hlodavců (Smit et. al. 2001; Valone & Sauter 2005; Jacob 2008; Hagenah et. al. 2009). Jako vysvětlení tohoto jevu je nejčastěji uváděno zvýšení rizika predace na otevřených plochách (Brown 1988; Cassini & Galante 1992; Jacob 2008). V nočních hodinách byla aktivita křečků na holé ploše nižší než v krytu vegetace, nicméně pod rouškou tmy se těmito lokalitám již nevyhýbali v tak velké míře. Bylo srovnáno i zastoupení chování na lokalitách posečených a kontrolních. Byl předpokládán a vyšší výskyt ostražitého chování a příjmu potravy na posečených lokalitách. V obou případech tomu tak je. Zatímco rozdíl mezi typy lokalit je v ostražitém chování o 13 %, v příjmu potravy to je o 5,34 %. Rozdíl příjmu potravy byl však očekáván vyšší, protože je běžné, že se hlodavci na takové plošky chodívají nažrat (Cassini & Galante 1992; Jacob 2008) Největší rozdíl byl zaznamenán u čichání, které vzrostlo o 21,57 % na posečených plochách, dále naslouchání o 14,69 % a panáčkování o 11,13 %. Překvapivý je pouze nepatrný nárůst běhání (zahrnuje i útěk) o 0,16 %.

Během sledovaných roků bylo fotopastmi zpozorováno několik dalších obratlovců, kteří mohli mít na populaci křečka polního vliv. Potenciálním predátorem registrovaným v sezóně 2019 byla kočka domácí a lasice kolčava. V sezóně 2020 přibyla ještě liška obecná. Zatímco lasice kolčava může ohrozit nehlídaná mláďata, kočka a liška jsou hrozbou i pro dospělé křečky (Weinhold 2008). Bylo pořízeno několik záběrů těchto

predátorů při lovu, nicméně nikdy nebylo poznat koho přesně loví a žádný záznam nepotvrdil ulovení křečka. V sezóně 2020 byli predátoři v 57 % registrováni na posečených plochách. Dříve byl v letech 2013 a 2014 byl zaznamenán navíc k mnou registrovaným predátorům také tchoř stepní (Machová 2015) a v roce 2012 i kuna skalní (Machová 2013). V letech 2016 a 2017 byla registrována lasice kolčava, tchoř stepní a kočka domácí (Stejskal 2018).

6. Závěr

Má práce se zabývala monitoringem aktivity a chování jedinců přírodní populace křečka polního. Jelikož se jedná o silně ohrožený druh s klesajícím trendem výskytu, jehož aktivita a chování bylo sledováno hlavně v umělých podmínkách, je tato práce jistě přínosnou v oblasti plánovací a praktické ochrany přírody.

Výsledky této práce ukazují značnou sezónní proměnlivost aktivity s nejvyšším zastoupením denní aktivity v době úsvitu a soumraku. V průběhu sezóny se však denní aktivita mění. Stejně výsledky se objevily v sezóně 2016 a 2018. V letech 2012-2014 byly výsledky poměrně rozdílné.

Výzkum vlivu výšky vegetace na aktivitu křečků prokázal snížení aktivity na místech s nízkou vegetací, zvláště v denních hodinách. Tento výsledek je vhodné podpořit déle trvajícím výzkumem, nicméně naznačuje, že úpravy vegetačního krytu by bylo možné využít v ochranářské praxi, např. při prevenci výskytu křečka na plochách ohrožených výstavbou.

7. Zdroje

- ALTMANN, Jeanne. 1974: Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour*, 49.3-4: 227-266.
- ANDĚRA M. & GAISLER J. 2012: Savci ČR, Mammals of the Czech Republic. Academia, Praha, s. 138-139.
- BENDOVÁ M. 2011: Vzorec návštěv u křečka polního. Olomouc. Bakalářská práce (Bc.). Univerzita Palackého v Olomouci. Přírodovědecká fakulta.
- BENDOVÁ M. 2013: Cirkadiánní aktivita křečka polního v přírodní populaci. Olomouc. Diplomová práce (Mgr.). Univerzita Palackého v Olomouci. Přírodovědecká fakulta.
- BROWN, Joel S. 1988: Patch use as an indicator of habitat preference, predation risk, and competition. *Behavioral ecology and sociobiology*, 22.1: 37-47.
- CASSINI, M. H.; GALANTE, M. L. 1992: Foraging under predation risk in the wild guinea pig: the effect of vegetation height on habitat utilization. In: *Annales Zoologici Fennici*. Finnish Zoological Publishing Board, formed by the Finnish Academy of Sciences, Societas Biologica Fennica Vanamo, Societas pro Fauna et Flora Fennica, and Societas Scientiarum Fennica. p. 285-290.
- DE CAUWER, Benny, et al. 2006: Dry matter yield and herbage quality of field margin vegetation as a function of vegetation development and management regime. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*, 54.1: 37-60.
- DOLÍNKOVÁ K. 2010: Stanovištní preference křečka polního s využitím telemetrických dat. Olomouc. Diplomová práce (Mgr.). Univerzita Palackého v Olomouci. Přírodovědecká fakulta.
- FLAMAND, Anna, et al. 2019: Hamsters in the city: A study on the behaviour of a population of common hamsters (*Cricetus cricetus*) in urban environment. *PloS one*, 14.11: e0225347.
- FRANCESCHINI, Claudia, et al. 2007: Seasonal changes in cortisol and progesterone secretion in Common hamsters. *General and Comparative Endocrinology*, 152.1: 14-21.
- GOLDAMMER D. 2019: Aktivita a chování křečka polního. Olomouc. Bakalářská práce (Bc.). Univerzita Palackého v Olomouci. Přírodovědecká fakulta.

- GÓRECKI, Andrzej. 1977: Energy flow through the common hamster population. *Acta Theriologica*, 22.2: 25-66.
- GRULICH I. 1973: Přemnožení křečka na východním Slovensku v r. 1971, *Vesmír* 52(11): s. 323-327.
- GRULICH I. 1975: Zum Verbreitungsgebiet der Art *Cricetus cricetus* (Mamm.) in der Tschechoslowakei. *Zool. Listy* 24: 197–222.
- HAGENAH, Nicole; PRINS, Herbert HT; OLFF, Han. 2009: Effects of large herbivores on murid rodents in a South African savanna. *Journal of Tropical Ecology*, 483-492.
- HAUERLAND L. 2011: Sezónní změny v cirkadiánní aktivitě křečka polního. Olomouc. Diplomová práce (Mgr.). Univerzita Palackého v Olomouci. Přírodovědecká fakulta.
- HAVRÁNEK M. 2010: Demografie a využití norových systémů v přírodní populaci křečka polního. Olomouc. Diplomová práce (Mgr.). Univerzita Palackého v Olomouci. Přírodovědecká fakulta.
- HŘÍBKOVÁ J. 2008: Mortalita křečka polního v průběhu hibernace. Olomouc. Diplomová práce (Mgr.). Univerzita Palackého v Olomouci. Přírodovědecká fakulta.
- JACOB, Jens. 2008: Response of small rodents to manipulations of vegetation height in agro - ecosystems. *Integrative Zoology*, 3.1: 3-10.
- JIANG, G., et al. 2011: Effects of ENSO-linked climate and vegetation on population dynamics of sympatric rodent species in semiarid grasslands of Inner Mongolia, China. *Canadian Journal of Zoology*, 89.8: 678-691.
- KAIM, Iwona; HEDRZAK, Magdalena; ZIEWACZ, Lukasz. 2013: Daily activity pattern of the common hamster (*Cricetus cricetus*) at two localities situated in urban and rural areas. *Zoologica Poloniae*, 58.3-4: 59.
- KAYSER, Anja; WEINHOLD, Ulrich; STUBBE, Michael. 2003: Mortality factors of the common hamster *Cricetus cricetus* at two sites in Germany. *Acta Theriologica*, 48.1: 47-57.
- KUBÁTOVÁ M. 2014: Vliv počasí na aktivitu křečka polního. Olomouc. Bakalářská práce (Bc.). Univerzita Palackého v Olomouci. Přírodovědecká fakulta.

- LOSÍK J., et al. 2007: Demografická struktura a procesy v přírodní populaci křečka polního (*Cricetus cricetus*) na Olomoucku. *Lynx. Praha*, 38: 21-29.
- MACHALOVÁ B. 2013: Habitatové preference u křečka polního. Olomouc. Bakalářská práce (Bc.). Univerzita Palackého v Olomouci. Přírodovědecká fakulta.
- MACHOVÁ K. 2013: Využití fotopastí při výzkumu drobných savců. Olomouc. Bakalářská práce (Bc.). Univerzita Palackého v Olomouci. Přírodovědecká fakulta.
- MACHOVÁ K. 2015: Nadzemní aktivita křečka polního. Olomouc. Diplomová práce (Mgr.). Univerzita Palackého v Olomouci. Přírodovědecká fakulta.
- MONCKE, Stefanie; WOLLNIK, Franziska. 2005: Seasonal variations in circadian rhythms coincide with a phase of sensitivity to short photoperiods in the European hamster. *Journal of Comparative Physiology B*, 175.3: 167-183.
- NECHAY, Gábor, et al. 2000: *Status of hamsters Cricetus cricetus, Cricetus migratorius, Mesocricetus newtoni, and other hamster species in Europe*. Council of Europe.
- NYSTUEN, Kristin O., et al. 2014: Rodent population dynamics affect seedling recruitment in alpine habitats. *Journal of Vegetation Science*, 25.4: 1004-1014.
- PETROVÁ I. 2012: Velikost domovského okrsku křečka polního stanovená telemetrickou metodou. Olomouc. Diplomová práce (Mgr.). Univerzita Palackého v Olomouci. Přírodovědecká fakulta.
- PUAN, C. L., et al. 2011: Understanding of relationships between ground cover and rat abundances: An integrative approach for management of the oil palm agroecosystem. *Crop Protection*, 30.10: 1263-1268.
- R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- URL <https://www.R-project.org/>.
- REINERS, TOBIAS E.; GOTTSCHALK, THOMAS K.; ENCARNA, JORGEA. 2011: Potential versus realized distribution-Habitat suitability modelling for the Common hamster (*Cricetus cricetus*) in Hesse (Germany). *Säugetierkundliche Informationen*, 8.2011: 51-61.

- SABOUREAU, M., et al. 1999: Circannual reproductive rhythm in the European hamster (*Cricetus cricetus*): demonstration of the existence of an annual phase of sensitivity to short photoperiod. *Journal of pineal research*, 26.1: 9-16.
- SEFICK S. Jr. (2016). Stream Metabolism-A package for calculating single station metabolism from diurnal Oxygen curves R package version 1.1.2.
- URL <https://github.com/ssefick/StreamMetabolism>
- SMIT, R., et al. 2001: Effects of introduction and exclusion of large herbivores on small rodent communities. *Plant Ecology*, 155.1: 119-127.
- STEJSKAL M. 2015: Cirkadiánní aktivita křečka polního v přírodní populaci. Olomouc. Bakalářská práce (Bc.). Univerzita Palackého v Olomouci. Přírodovědecká fakulta.
- STEJSKAL M. 2017: Sezónní variabilita prostorového chování křečka polního s využitím fotopastí. Olomouc. Diplomová práce (Mgr.). Univerzita Palackého v Olomouci. Přírodovědecká fakulta.
- SUROV, Alexey, et al. 2016: Dramatic global decrease in the range and reproduction rate of the European hamster *Cricetus cricetus*. *Endangered species research*, 31: 119-145.
- SZABÓOVÁ O. 2013: Velikost domovského okrsku a využívání nor u křečka polního. Olomouc. Bakalářská práce (Bc.). Univerzita Palackého v Olomouci. Přírodovědecká fakulta.
- TISSIER, Mathilde L., et al. 2016: How maize monoculture and increasing winter rainfall have brought the hibernating European hamster to the verge of extinction. *Scientific Reports*, 6.1: 1-9.
- TKADLEC, Emil, et al. 2012: Distribution of the common hamster in the Czech Republic after 2000: retreating to optimum lowland habitats. *Journal of Vertebrate Biology*, 61.3-4: 246-253.
- VALONE, T. J.; SAUTER, P. 2005: Effects of long-term cattle enclosure on vegetation and rodents at a desertified arid grassland site. *Journal of Arid Environments*, 61.1: 161-170.
- 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 křečka polního *Cricetus cricetus* (L.) v Československu [Distribution of the common hamster, *Cricetus cricetus* (L.) in Czechoslovakia]. *Lynx* (Praha), n. s. 13: 56–65 p.

VOSTRČILOVÁ K. 2020: Vývoj a přežívání mláďat v přírodní populaci křečka polního (*Cricetus cricetus*). Olomouc. Bakalářská práce (Bc.). Univerzita Palackého v Olomouci. Přírodovědecká fakulta.

Vyhláška č. 175/2006 Sb., Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 395/1992 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů.

WAßMER, Thomas; WOLLNIK, Franziska 1997: Timing of torpor bouts during hibernation in European hamsters (*Cricetus cricetus* L.). *Journal of Comparative Physiology B*, 167.4: 270-279.

WEINHOLD, Ulrich. 2008: Draft European action plan for the conservation of the common hamster (*Cricetus cricetus* L., 1758). In: *Convention on the conservation of European wildlife and natural habitats, 28th Meeting of the Standing Committee, Strasbourg, France*.

WOLLNIK, Franziska; BREIT, Alexandra; REINKE, Dagmar. 1991: Seasonal change in the temporal organization of wheel-running activity of the European hamster, *Cricetus cricetus*.

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

ZEMANOVÁ L. 2018: Určování věku jedinců v přírodní populaci křečka polního. Olomouc. Diplomová práce (Mgr.). Univerzita Palackého v Olomouci. Přírodovědecká fakulta.

ZIFČÁK P. 2003: Prostorová aktivita křečka polního (*Cricetus cricetus*). Olomouc. Bakalářská práce (Bc.). Univerzita Palackého v Olomouci. Přírodovědecká fakulta.

ZIFČÁK P. 2005: Prostorová aktivita křečka polního (*Cricetus cricetus*). Olomouc. Diplomová práce (Mgr.). Univerzita Palackého v Olomouci. Přírodovědecká fakulta.

ZIOMEK, Joanna; BANASZEK, Agata. 2007: The common hamster, *Cricetus cricetus* in Poland: status and current range. *FOLIA ZOOLOGICA-PRAHA*, 56.3: 235.

ZIOMEK, Joanna; ZGRABCZYŃSKA, Ewa; PORADZISZ, Adrianna. 2009: The behaviour of the common hamster (*Cricetus cricetus*) under zoo conditions. *Der Zoologische Garten*, 78.4: 221-231.