

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra zoologie a ornitologická laboratoř



**Velikost domovského okrsku a denní  
využívání nor u křečka polního**

Orsolya Szabóová

Bakalářská práce

předložená

na Katedře zoologie a ornitologické laboratoři

Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

jako součást požadavků

na získání titulu Bc. v oboru

Systematická biologie a ekologie

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

Olomouc 2013



## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením prof. MVDr. Emila Tkadlece, CSc. a že jsem použila jen citované literární prameny.

V Olomouci dne 08.05.2013

.....

Podpis

SZABÓOVÁ O. 2013. Velikost domovského okrsku a denní využívání nor u křečka polního [bakalářská práce]. Olomouc: Katedra zoologie a ornitologická laboratoř PřF UP v Olomouci. 50 s. 1 příloha, česky.

#### Abstrakt

Populační početnosti křečka polního (*Cricetus cricetus*) v posledních desetiletích klesají v celé Evropě. Úspěšný populační management předpokládá dobré znalosti o jeho demografii a prostorovém chování. V předložené práci jsem se zabývala radiotelemetrickým odhadem jeho domovského okrsku v přírodní populaci na periferii Olomouc. Současně jsem si všímala překrývání domovských okrsků a denního využívání norových systémů. Na základě sledování 4 jedinců vybavených vysílačkou byla velikost domovského okrsku odhadnuta metodou minimálních konvexních polygonů pro pravděpodobnost 95 % na 1,26 ha u samců a 0,044 ha u jedné samice. Kernelové odhady udávají průměrnou velikost u 3 samců 0,90 ha a u samice 0,07 ha. Překrývání domovských okrsků jsem zjistila pouze u dospělého samce a samice, kteří tvořili pár, a u dospělého samce a juvenilního samce. Křečci v průběhu světlé části dne využívali v 1 až 5 domovských nor s průměrem 3,5 na jedince. U většiny jedinců střídání nor mělo charakter postupného přemísťování po lokalitě. Uvedené výsledky byly získány na malém počtu jedinců, který neumožňuje činění definitivních závěrů. Výsledky ale budou rozšířeny v průběhu diplomové práce.

Klíčová slova: *Cricetus cricetus*; domovský okrsek; prostorové chování; radiotelemetrie

SZABÓOVÁ O. 2013. Home range size and patterns of daily use of burrows in the common hamster [bachelor's thesis]. Olomouc: Department of Zoology and Laboratory of Ornithology Science, Faculty of Science, Palacky University of Olomouc. 50 pp. 1 Appendice, in Czech.

#### Abstract

Population numbers of the common hamster (*Cricetus cricetus*) have declined severely across Europe during the last decades. Successful population management assumes a good understanding of its demography and spatial behaviour. In the thesis I focused on estimation of its home range size by radiotracking in a natural population in the outskirts of Olomouc. At the same time I assessed home range overlap between individuals and described daytime use of burrow systems. Based on the monitoring of 4 individuals equipped with radio transmitter, mean home range size estimated by the minimum convex polygon method with 95% probability was 1.26 ha for males and 0.044 ha for one female. Kernel estimates indicated average size of 0.90 ha for the three males and 0.07 ha for the female. I found overlapping home ranges only in the case of adult male and female forming a pair, and adult male and a juvenile male. Hamsters used 1 to 5 burrows during daytime with an average of 3.5 burrows per individual. Most hamsters moved much over the site gradually changing the home burrows. Because the number of studied animals was low, the results do not allow making firm conclusions. However, the results are planned to be extended through research within the master thesis project.

Keywords: *Cricetus cricetus*; home range; radiotelemetry; spatial behaviour

## Obsah

Seznam tabulek .....	viii
Seznam obrázků .....	ix
Poděkování .....	x
Úvod .....	11
Pokles početnosti křečka polního .....	11
Genetická variabilita .....	13
Stav současné ochrany .....	15
Biologie druhu .....	17
Prostorová aktivita a chování .....	22
Cíle práce .....	24
Materiál a metody .....	25
Popis lokality .....	25
Radiotelemetrie .....	26
Analýza radiotelemetrických dat .....	28
Výsledky .....	32
Odchyty a průběh sledování .....	32
Velikost domovského okrsku .....	33
Denní využívání nor .....	36
Diskuse .....	40
Velikost domovských okrsků .....	40
Překrývání domovských okrsků .....	42
Denní využívání nor .....	42
Závěr .....	43
Souhrn .....	44

Literatura.....	45
Příloha A Vzhled lokality a přesuny křečků na studovaném území.....	51

## Seznam tabulek

Tabulka 1 Charakteristika radiotelemetricky sledovaných jedinců křečka polního v roce 2012.....	32
Tabulka 2: Velikosti domovského okrsku jedinců (ha) stanovené metodou minimálního konvexního polygonu (MCP) a kernelovou metodou. Pravděpodobnost 50 a 95 v % udává velikost domovského okrsku, při které je 50 a 95% pravděpodobnost výskytu křečka na dané ploše. ....	36



## Seznam obrázků

Obr. 1 Současné rozšíření křečka polního (převzato z <a href="http://www.iucnredlist.org">www.iucnredlist.org</a> ) .....	17
Obr. 2 Letecký snímek areálu v Olomouci-Holici. Oranžově je vyznačená studovaná plocha, žlutě zbytek haldy (převzato z <a href="http://www.geoportal.gov.cz">www.geoportal.gov.cz</a> , upraveno).....	25
Obr. 3 Domovské okrsky křečka 1 a 3 stanovené metodou 95% MCP a vynesené na letecký snímek studijní plochy. Šedé body vyznačují lokalizace křečka 1, bílé body vyznačují lokalizace křečka 3. ....	33
Obr. 4 Domovské okrsky křečků 2 a 4 stanovené metodou 95% MCP a vynesené na letecký snímek studijní plochy v areálu PřF Holice. Šedé body vyznačují lokalizace křečka 2, bílé body vyznačují lokalizace křečka 4.....	34
Obr. 5 Závislost velikosti odhadu domovského okrsku na zvolené pravděpodobnosti výskytu. U křečku 1–3 nejvzdálenější lokalizace považovat za odlehlé body. Pravděpodobnost 95 % je zde vhodnou volbou pro výpočet velikosti domovského okrsku metodou MCP. U křečka 4 roste velikost okrsku plynule a nejvzdálenější lokalizace nelze jednoznačně považovat za odlehlé body vhodné k vyloučení. Čísla nad grafem vyznačují číslo jedince.....	35
Obr. 6 Distribuce denního využívání nor v proporcích podle radiotelemetrických dat u jednotlivých křečků. Na ose $x$ jsou uvedeny norové systémy, v nich byl křeček lokalizován v průběhu sledování. Osa $y$ uvádí proporce lokalizací v jednotlivých norách z celkového počtu denních lokalizací. ....	37
Obr. 7 Sezónní změny průměrného počtu nor na jedince v průběhu sledování se střední chybou odhadu u křečka polního v populaci na periférii Olomouce. Modré body vyznačují počty zjištěné pomocí odchytů do živolovných pastí a radiotelemetrií, červené body vyznačují počty zjištěné pouze telemetrií. ....	38

## **Poděkování**

Mé poděkování patří především prof. MVDr. Emilu Tkadlecovi, CSc. za vedení celé bakalářské práce, poskytnutí množství rad a odborné literatury, vstřícnost, čas a ochotu. Chtěla bych poděkovat Mgr. Ivaně Petrové hlavně za pomoc v terénu a se zpracováním dat, za obrovskou trpělivost a také za poskytnutí mapových podkladů. Děkuji dále za terénní spolupráci a pomoc s GPS přístrojem Mgr. Janu Losíkovi, PhD a Bc. Martině Bendové za poskytnutí dat z její studie a z odchyťů. Děkuji svým přátelům za jejich lásku a podporu. Na konec bych chtěla poděkovat za poskytnutí možnosti studovat svým rodičům.

# Úvod

## *Pokles početnosti křečka polního*

V posledních třech desetiletích byl v Evropě pozorován pokles početnosti křečka polního, *Cricetus cricetus* (Linnaeus, 1758). Pokles o více než 99 % byl zaznamenaný v Belgii, Nizozemsku a přilehlé německé spolkové zemi Severní Porýní-Vestfálsko, což tvoří BNN region (La Haye et al. 2012). V zemích, jako je Francie, Belgie nebo Nizozemsko, je ohrožení křečka již tak vysoké, že je prakticky již vymřelým druhem (Ziomek a Banaszek 2007). V Nizozemsku křečci v přírodě vymizeli v roce 1999, posledních několik jedinců bylo odchyceno pro účel založení chovné populace. Od roku 2000 probíhá program na ochranu křečka, který zahrnuje mimo jejich chovu i zavedení křečkům přívětivého hospodaření v oblastech bývalých přírodních stanovišť v jižní části provincie Limburg. V roce 2002 byli první, v zajetí odchovaní křečci vypuštěni na bývalé stanoviště. Do roku 2011 tak bylo vypuštěno celkem 762 jedinců v sedmi různých základních oblastech. Způsob hospodaření ohleduplný ke křečkům se zdá být úspěšným řešením – počet nor se zvýšil z jedné v roce 2002 na více než 1200 do podzimu 2007. Nicméně prudký pokles populace v roce 2008 ukázal, že populace zůstává zranitelná (DCCNH 2011). Úspěšnost chovných programů a následného vypouštění zvířat je často nízká vzhledem k nízkému přežívání křečků a jsou potřebné další výzkumy k tomu, aby se mohlo dosáhnout zlepšení (Villemey et al. 2013).

Ve střední Evropě informace o populačních trendech dlouho chyběly. V posledních letech ale byly hlášeny poklesy abundance i redukce osídleného území ve většině středoevropských států. V Polsku se areál rozšíření křečka polního v posledních třiceti letech výrazně zmenšil a proces stále pokračuje. Dnes celá polská

populace, která propojovala západoevropské a východoevropské populace, je zcela izolována od populací v Německu a Bělorusku. Kontakt s českými populacemi je nejistý (Ziomek a Banaszek 2007). Rovněž v České republice došlo k podstatné redukci rozšíření. Křečci se zde stáhli z méně produktivních zemědělských oblastí v podhorských územích do optimálních nížinných oblastí podél velkých řek (Tkadlec et al. 2012). Na Ukrajině byl křeček dlouho pokládán za hojný druh. Do 70. let 19. staletí byl křeček rozšířený na většině území s výjimkou Karpat, Krymských hor a hustých lesů severní Ukrajiny. První údaje o poklesu početnosti se objevili na konci 19. staletí a v roce 2009 byl zařazen na červený seznam. Data ale nebyla dostačující k určení kategorie ochrany. Proto byl potřebný další výzkum, který ukázal, že areál rozšíření křečka se zredukoval převážně na lesostepní oblasti. Ve stepní oblasti, pokrývající 40 % území státu, téměř zcela vymizel nebo se stal extrémně vzácným. Kategorie ochrany se mění proto od zranitelné v lesostepní části a Krymu po kriticky ohrožený až vymřelý ve stepní zóně. Hlavní příčinou jsou změny v zemědělství, které jsou pro křečky nepříznivé, hlavně složení pěstovaných plodin (Rusin et al. 2011, Rusin et al. in press). V Maďarsku je křeček rozšířen kontinuálně na většině území a je zde stále považován za zemědělského škůdce. Jeho distribuce se ale v posledních desetiletích výrazně snížila. Klesající trend početnosti přetrvává od 70. let. Navzdory tomu a mezinárodní situaci žádné studie týkající se druhu nebyly prováděny, s výjimkou oficiálních posudků organizace pro ochranu rostlin (Nechay 2000). Na území Slovenské republiky je monitorování početnosti populace nepravidelné a údaje rovněž nejsou dostačující. Ve zprávě z 2005 se však uvádí rostoucí trend v početnosti (MESR 2005).

Jako příčiny poklesu početnosti v evropských populacích se nejčastěji uvádí intenzifikace zemědělství. Většinou se tím míní vyšší mechanizace vedoucí k hluboké orbě, ranější sklizeň plodin a tím také časnější zaorání strniště, používání velkého

množství agrochemikálií, přetváření struktury agrocenózy na velkoplošné monokultury, změna struktury plodin (zejména úbytek ploch s vojtěškou), zvětšení rozlohy oblastí, které jsou zalesněny nebo nechány ležet ladem a zvětšování zastavěných ploch a silniční sítě (Ziomek a Banaszek 2007). Skutečné příčiny a souvislosti jsou však nejasné a názory nejednotné.

### ***Genetická variabilita***

Informace o genetických zdrojích zranitelných a ohrožených populací a jejich možných efektech jsou nezbytné pro rozvíjení úspěšných plánů managementu ochrany, včetně chovu druhu v zajetí, hlavně v případě druhu s fragmentovaným areálem a malou schopností rozptylování. Malé populace jsou předmětem zvýšeného genetického driftu a intenzivnějších efektů hrdla láhve, zejména když tyto populace žijí v suboptimálních podmínkách podél hranice distribuce. Má to za následek náhodné nahromadění různých haplotypů v různých populacích (Neumann et al. 2004). V kombinaci se zvýšenou mírou izolace, tedy i silně omezeným tokem genů to vede neodvratně ke snížení genetické variability a životaschopnosti populací. Může se to ukázat v podobě kratší životnosti a menších vrhů, což je kritické z hlediska přežívání křečka (La Haye et al. 2012).

Křečci ve střední a západní Evropě patří převážně do dvou alopatrických genetických linií jižně a severozápadně od Karpat a Sudet. Jižní skupina, "Pannonia", se skládá z populací v Karpatské kotlině, tj. z České republiky, Maďarska, Polska, Rakouska, Slovenské republiky, Chorvatska, Srbska a Rumunska, zatímco druhou skupinu "Sever" tvoří křečci z Belgie, Nizozemska, Francie a Německa. Východní populace vykazují přechodné znaky (Weinhold 2008). Izolace linií je udržována kombinací geografických a ekologických bariér. Obě hlavní linie se dále štěpí. Severní

je rozdělena na vysoce polymorfní centrální německé a méně polymorfní západní populace (Neumann et al. 2005). Příčinou nízké variability je mnohonásobný efekt hrdle láhve. Efekt zakladatele vysvětluje i hvězdicovitou distribuci haplotypů. Ke kolonizaci a zúžení pravděpodobně došlo po posledním zalednění během posledních 10,000 let (Neumann et al. 2005). Populace Maďarska a České republiky jsou také odlišné. V porovnání se západními populacemi byla nejvíc odlišná populace křečků pocházející z jižní Moravy, což je zvláště zajímavé, protože se předpokládalo, že patří do stejného poddruhu jako křečci z Durynska a Sasko-Anhaltska. Zde ale existují doklady pro genetickou izolaci těchto křečků a je možné, že patří do jiné genetické linie (Neumann et al. 2004). Pozorovanou prostorovou strukturu nejlépe vysvětluje opakované rozšíření z různých glaciálních refugií, která se pravděpodobně nacházela na pláních Ukrajiny a jižního Ruska, které jsou klíčovými oblastmi pro rozšíření křečka polního (Neumann et al. 2005).

Západní populace vykazují velmi nízké hladiny diverzity ve srovnání s východními populacemi ze Saska-Anhaltska, Durynska a jižní Moravy. V roce 2011 se ukázalo, že populace BNN regionu ztratily podstatnou část své genetické variability. Nejnižší variabilitu mají nejohroženější populace v Belgii a Nizozemsku (La Haye et al. 2012). Výsledky studie naznačují typický ostrovní model distribuce bez současného toku genů mezi většinou oblastí a rozsáhlou genetickou diferenciací mezi populacemi. Mezi západními a východoněmeckými populacemi bylo možné prokázat úzké vztahy v nedávné minulosti (Neumann et al. 2004).

Ztráty genetické variability lze vysvětlit vymizením vzácných alel ze současných malých populací, inbreedingem, který snižuje heterozygotnost redistribucí genové rozmanitosti mezi homozygotními jedinci a populací a fixacemi různých alel v daných populacích, vedoucí ke snížení polymorfismu a k silné populační diferenciaci. I přes

toto rozlišení, celková genetická rozmanitost v těchto malých populacích není o mnoho menší než variabilita historické populace. Z hlediska celkové genetické variability či počtu alel není genetický rozdíl mezi historickou a současnou populací v množství, ale v distribuci této proměnlivosti v populacích (La Haye et al. 2012).

Ztráta variability není novým problémem – ze záznamů z 1905–1980 víme, že v té době se vedle normálního zbarvení vyskytovalo mnoho barevných variací. Bílá skvrna na hrudi byla často pozorována v západní oblasti distribuce. Byla ale vzácná ve východní části areálu rozšíření. Melanismus byl typický pro Durynsko, Baškirsko a Ukrajinu. Tito černí křečci vykazují bílé okraje ušních boltců, nohou a nosu. Zbarvení atypických melanistických křečků se mění od lehce tmavšího odstínu s občasnými pozůstatky normálního zbarvení až k intenzivní černé. Byli také zaznamenáni čistí albíni, dále bílí jedinci s tmavýma očima, žlutí (flavistická), strakatí jedinci a částeční albíni. Kromě toho byla popsána všechna přechodná zbarvení, jako je barva písková nebo kovově šedá. Pouze melanistické formy se mohou hromadit kvůli jejich dominantní dědičnosti. Na rozdíl od jiných barevných variant se zdá, že melanističtí křečci mají fitness a vitalitu podobnou normálně zbarveným jedincům. Početnost barevných variací se snižovala v průběhu celého sledovaného období. Pokles početnosti těchto variací může odrážet celkovou ztrátu genetické rozmanitosti v důsledku regresivního populačního vývoje nebo snížené frekvence alel (Kayser a Stubbe 2000).

### ***Stav současné ochrany***

Křeček polní je uveden v příloze II Bernské úmluvy a v příloze IV směrnice EU o ochraně evropských planě rostoucích rostlin, volně žijících živočichů a přírodních stanovišť (s výjimkou Maďarska, kde je to uvedeno v příloze V) jako druh málo dotčený s označením LC, tj. least concern (IUCN 2008). V důsledku toho musí členské

státy přijmout opatření k jeho udržení nebo obnovení příznivého stavu z hlediska ochrany. Stav „příznivý“ znamená, že:

1. populace se dlouhodobě sama udržuje a již nevykazuje známky pokračujícího poklesu,
2. jejich přirozený areál rozšíření se nezmenšuje a
3. existují, a budou pravděpodobně i nadále existovat, dostatečně velká stanoviště k dlouhodobému zachování jeho populací.

Členské státy s výjimkou Maďarska by proto měly přijmout nezbytná opatření k vytvoření obecné právní úpravy ochrany křečka a zejména zakázat následující (WSFI 2009):

1. úmyslné usmrcování nebo odchyt jakýmkoli způsobem,
2. úmyslné vyrušování, zvláště během rozmnožování, výchovy mláďat, přezimování a migrace,
3. poškození nebo zničení míst rozmnožování nebo míst odpočinku a
4. chov, prodej a přepravu jedinců z volné přírody.

V Maďarsku je zařazen do kategorie nebezpečný škůdce podle vyhlášky č. 5/1988 (IV.26) Ministerstva zemědělství (Nechay 2000). Drastický pokles abundance evropské populace však odůvodňuje přehodnocení tohoto ochranného statusu druhu. Není vyloučené, že vyhlášení křečka chráněným druhem se stane aktuálním v blízkém budoucnu (Bihari et al. 2007).

V České republice je křeček polní druhem zvláště chráněným v kategorii silně ohrožený druh. Zvláštní ochranná doporučení na zlepšení stavu tohoto druhu v západní Evropě jsou podrobně uvedeny v Stubbe a Stubbe (1998) a Nechay (2000). Ty se zaměřují na dotování speciálního managementu zemědělských stanovišť a



na minimalizaci používání pesticidů. V posledních několika letech byly provedeny reintrodukce ve Francii, Belgii a Nizozemsku. Sledování je nutné ve státech na východě areálu rozšíření k určení populačních trendů (IUCN 2008).

### ***Biologie druhu***

Křeček polní je hlodavec střední velikosti, zavalité stavby, s krátkými končetinami, s délkou těla 195–280 mm (Ujhelyi 2005) nebo až 340 mm (Anděra a Gaisler 2012) a s řídko ochlupeným, 27–62 mm dlouhým ocasem. Jeho jasně zbarvená srst je na vrchní straně načervenalá, na břišní straně černá, na lících a na bocích s bílými skvrny (Ujhelyi



Obr. 1 Současné rozšíření křečka polního (převzato z [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org))

2005). Jeho hmotnost je v rozmezí 140 až 400 g (Reichholf 1996), nebo až 600 g (Anděra a Gaisler 2012). Samci jsou větší než samice a v období rozmnožování u nich nacházíme zvětšené boční kožní žlázy (Anděra a Gaisler 2012), pomocí kterých si označují okolí vchodů svých nor.

Křeček má velký globální areál, sahající od západní Evropy, přes střední a

východní Evropu, Rusko a Kazachstán až daleko na východ k řece Jenisej. V Evropě se vyskytuje od Belgie, Nizozemska a severní Francie na západě až po Rusko na východě, a ze severního Německa, Polska a Ruska na severu po Bulharsko na jihu (IUCN 2008). V Rumunsku a na Ukrajině zasahuje k Černému moři (Anděra a Gaisler 2012). Vyskytuje se do nadmořské výšky 650 m (Nechay 2000).

Jeho původním stanovištěm byly úrodné stepi a pastviny, odkud se úspěšně rozšířil do různých antropogenních stanovišť včetně luk, zemědělských polí (zejména obilí), okrajů polí a silnic a křovinatých oblastí ležících ladem na farmách. Stal se typickým druhem kulturní stepi. Ve východních částech jeho areálu se často objevuje v zahradách a sadech, v těsné blízkosti lidských osídlení. V této oblasti je hojnější na umělých stanovištích než na původních přírodních (IUCN 2008). Křečci se vyskytují ve většině jednoletých plodin, ale obiloviny a víceleté krmné plodiny jsou preferovány. Trvalé plodiny a směsi trav a luskovin jsou obzvláště důležité, protože nabízejí plynulejší dostupnost potravin, úkryt a méně rušení než obiloviny. Jsou přirozenými útočišti po zaorání ostatních stanovišť (WSFI 2009). Přednost dává územím s nízkými srážkami (do 600–650 mm/rok) a hlubšími hlinitými, jílovito-hlinitými či jílovito-písčitými půdami. Zcela nevyhovující jsou pro křečka mělké půdy se skalnatým podložím či vysokou hladinou spodní vody (Anděra a Gaisler 2012).

Stavba nor se mění v závislosti na ročním období, věku a pohlaví a na lokálních podmínkách, jako je mikrorelief krajiny a kvalita půdy (Stubbe a Stubbe 1998). Křeček vyhledává relativně hluboké, těžké a suché půdy, kde vyhrabává široce rozvětvené, několik metrů dlouhé norové systémy s obyvacími, zásobními a záchodovými komorami. Nory mohou mít jeden nebo více vchodů, ze kterých vedou chodby o průměru 6 až 8 cm do jednotlivých obytných komor. Chodby mohou vést mírně šikmo nebo být zcela kolmé – tyto tzv. padací chodby v nebezpečí umožňují rychlý únik

(Reichholf 1996). Kromě Altaje jsou nory v ostatních částech areálu uspořádány podle stejného základního plánu, ale vykazují i regionální rysy.

Nory sloužící k výchově mláďat jsou nejvíce propracované. Skládají se z 1–4 hnízdních komor 50 až 70 cm hlubokých. Celková délka takové nory je kolem 154–380 cm. Letní nory samců a ročních jedinců jsou jednodušší, hnízdní komora leží 40–45 cm hluboko a má průměrnou délku 27 cm a šířku 23 cm. Osamostatněná mláďata mají letní nory asi 100 cm dlouhé, s hnízdní komorou ležící v hloubce 30–35 cm. Nicméně, mladí křečci po opuštění rodné nory obvykle nehrabou novou, ale obsazují staré a neobydlené nory. Nově vyhrabané nory obvykle obsahují jednu hnízdní komoru.

Nory sloužící k přezimování leží hlouběji a dospělí samci je mírají nejkomplikovanější. Do jednoho, zřídka dvě obytných komor vedou 1 až 4 šikmé chodby dlouhé 30–125 cm. Kolem komory používané ke spaní jsou paprscitě rozmístěny komory pro skladování zásob, kterých může být až 7. Samice mají jednodušší nory, obvykle jen s jednou, 32–102 cm dlouhou šikmou chodbou, která vede do jediné, zřídka dvě obytných komor. Kolem nich jsou radiálně umístěny 1–3 zásobní komory pro skladování potravy. Zimní nory mladých jedinců jsou nejjednodušší. Mají přibližně 50 cm dlouhé chodby, jednu šikmou a jednu nebo dvě svislé. Obývací a zásobní komory jsou po jednom nebo v páru. V zimě (nebo i v průběhu aktivní sezóny, kdy je počasí nepříznivé) jsou chodby zatarasené pomocí jakési zátky ze směsi hlíny, exkrementů, malých kousků slámy a obilních plev. Někdy jsou letní nory využívány také k zimování (Stubbe a Stubbe 1998). Hnízdní komůrka bývá vystlána měkkým materiálem (suchá tráva, listí). Do zásobních komůrek kolem si odnáší potravu nacpanou do roztažitelných lících torb (Reichholf 1996). Hmotnost zásob na podzim je obvykle 5–8 kg (Anděra a Gaisler 2012), může však dosáhnout 15 (Reichholf 1996) až 17 kg (Ujhelyi 2005). Každou noru obývá jen jeden jedinec

s výjimkou matek s mláďaty (WSFI 2009).

Složení potravy a zimních zásob závisí na lokalitě. Tvoří je především zelené části rostlin a semena doplněná bezobratlými (hmyz a hmyzí larvy) a malými obratlovci (hraboši, myši, malí křečci, žáby, ještěrky, ptačí vejce nebo mláďata). Potrava živočišného původu může tvořit 10 až 15 % jídelníčku, zbytek se skládá hlavně ze pšenice a jiných obilovin, jetele, vojtěšky, bobu, řepky, řepy a bramborových hlíz. Při vysokých hustotách může být zemědělským škůdcem (Stubbe a Stubbe 1998, Nechay 2000, WSFI 2009) a způsobovat škody hlavně v obilninách, luštěninách, konopí a bramborách. Občas konzumuje i mršiny (Ujhelyi 2005) a při přemnožení může vykazovat kanibalismus (Grulich 1975).

Na rozdíl od jiných zimních spáčů mají promiskuitní systém páření (Hufnagl et al. 2011). Reprodukční aktivita křečka může být rozdílná v různých letech vlivem dosud nejasných podmínek. Hlavní rozmnožovací období trvá od začátku června do konce srpna v celém areálu rozšíření; pro střední Evropu je charakteristické období od dubna až do září. V letech populační exploze a příznivého počasí je možné, aby se křeček rozmnožoval v únoru nebo až v říjnu, ve výjimečných případech i v listopadu a prosinci.

Ohledně březosti druh vykazuje značnou plasticitu, s délkou trvání 15,5–17,5 dnů v případě normálního a až 25–37 dnů v případě poporodního páření. Samice totiž mohou zabřeznout už krátce po porodu (Nechay 2000). Tato adaptace umožňuje, aby se kojení jednoho vrhu a březost s následujícím vrhem překrývaly. Jde zde především o úsporu času, aby se maximalizoval reprodukční výstup v průběhu krátké aktivní sezóny. Tento znak však klade značné nároky na mateřské jedince (Hufnagl et al. 2011). Počet embryí je mezi 1 až 19, počet narozených mláďat většinou 4 až 10, v průměru 7,6 v laboratorních podmínkách. V terénu je průměrný počet (i mortalita) mláďat vyšší,

kolem 9,88–12,0. Normální velikost vrhu by měla být 8, protože to je počet bradavek samice. Ve výjimečném případě bylo nalezeno v jedné noře až 25 mlád'at. Za sezónu samice mohou odchovat až 3 vrhy, většinou však mají jen 2 vrhy (Nechay 2000).

Mlád'ata jsou při narození holá, slepá a velká jen 25 mm. Váží 5,9 g. Koncem prvního týdne, kdy se u nich objeví pigmentace a srst, měří 65 mm a váží 17,0 g. Na konci druhého týdne, kdy se jim otevírají oči a začnou objevovat rodnou noru a přijímat pevnou potravu, jsou velká 100 mm a váží 36,4 g. První vrhy opouštějí poprvé rodnou noru ve stáří 3 týdnů v půlce května. Tempo růstu se po téhle době zpomaluje a od října nebo listopadu do května se úplně zastavuje. Zvířata z prvního vrhu v tuto dobu měří 200–220 mm a váží 200–225 g. Jedinci z druhého vrhu měří 190–210 mm a a váží 180–200 g. V tuto dobu jsou již dospělí a zapojují se do reprodukce. Současně také pokračují v tělesném růstu. Ve věku 13–15 měsíců všichni křečci dosáhnou velikosti 245–265 mm a váhy 400–450 g (Stubbe a Stubbe 1998).

Mladé samice z prvního vrhu mohou dospět a rozmnožovat se už v roce narození. Samci a později narozené samice vstupují do reprodukce až po prvním přezimování. Samice mohou dospět za 1–1,5 měsíce, samci v laboratorních podmínkách dospívají za 2 měsíce. Mohou se dožít v extrémním případě až 10 let, normálně však kvůli opotřebovávání zubů dožívají maximálně 4 let. V zajetí křečci obvykle umírají ve věku 30 měsíců. V přírodě se tak populace nahrazují každým druhým rokem. Mortalita je vyšší u mladých jedinců (Nechay 2000).

Začátek hibernace závisí na věku a pohlaví jedince a na geografickém umístění regionu. Nejstarší samci se ukládají k zimnímu spánku jako první, starší samice je následují. Dříve ty, které měly jen jeden vrh, a později samice, které odchovaly více vrhů. Jako poslední zazimují mladí jedinci. Během hibernace poklesne tělesná teplota křečků na 4,5–7,5 °C, v Evropské části rozšíření až na 4,0–5,0 °C z původní teploty

37,8–39,3 °C. Frekvence dýchání klesá na 2–13 vdechů za minutu. Během zimního spánku se pravidelně probouzejí a krmí se ze zásob. Někdy křečci opouštějí své nory. Takové zimní větrání je prováděno zejména mladými zvířaty (Stubbe a Stubbe 1998). Na jaře se probouzejí ze zimního spánku v květnu a jsou aktivní až do konce října (WSFI 2009).

### ***Prostorová aktivita a chování***

V závislosti na zeměpisné oblasti začíná aktivní sezóna u křečka polního v březnu a začátkem května. Procesy, jako jsou růst, rozmnožování, línání nebo příprava na zimování (shromažďování tělesných tuků a zásob potravy) musí dokončit v průběhu 6–7 měsíců. Délku a načasování jednotlivých dějů ovlivňují i podmínky prostředí, např. sněhová pokrývka nebo zimní a jarní teplota (Hufnagl et al. 2011). Křečci žijící v blízkosti lidských sídel se na zimu často stěhují do podzemí budov, kde mohou nalézt potravu a zůstávají aktivní po celou zimu. S nástupem jara a příznivým počasím se pak vrací na přírodní stanoviště (Stubbe a Stubbe 1998). Většina křečků se po probouzení vrací do nory, kterou využívali loni, nebo obsadí prázdné. Nové nory jsou stavěny zřídka.

Křeček má soumráčnou a noční aktivitu. Při vyšších hustotách nebo koncem léta na málo vyrušovaných místech však může vykazovat i denní aktivitu. Ve dne se nevzdálí od nory na víc než 40–50 m. V noci tato vzdálenost může být 200 až 2000 m. Samice s mláďaty se také zdržuje v blízkosti nory.

Mimo období rozmnožování je křeček samotářské, teritoriální a agresivní zvíře. Domovské okrsky samců v období rozmnožování se vůbec nepřekrývají a svá teritoria silně brání před konkurenty. Při setkání se samci mohou navzájem vážně zranit. Chování samic je méně teritoriální. V době výchovy mláďat se jejich domovské okrsky

mohou překrývat až z 50 % (Stubbe a Stubbe 1998). Rodinná pouta se rozpadávají za 3 až 5 týdnů. Vnitrodruhová agresivita stále stoupá a mláďata se následně oddělí a osamostatní (Eibl-Eibesfeld 1953). Matka odejde z nory většinou jako první a usadí se v jiné noře k výchově následujícího vrhu (Weinhöld 1998).

Pokud při setkání s predátorem nemá křeček šanci na únik, útočí hlasitými skřípavými zvuky, nebo se snaží vyskočit co nejvýš a kousnout protivníka. Před útokem se staví na zadní nohy a ukazuje černé břicho, pravděpodobně jako varování (Stubbe a Stubbe 1998).

Křečci využívají více nor v prostoru svého domovského okrsku, z nichž je jedna hlavní, označovaná jako domovská nora. Několik dalších je využíváno jako úkryt v případě nebezpečí. Stubbe a Stubbe (1998) uvádí 1 domovskou noru a 1–4 úkrytové nory vzdálené od sebe 5 až 100 m. Podzemní struktura nory se ve většině případů nedá odhadnout z nadzemních znaků, což znamená, že nejde klasifikovat, o jaký typ nory se jedná. Právě identifikace nor nedospělých jedinců, rozmnožujících se jedinců a zimních nor poskytuje cenné informace o stavu populace. Nory jsou podle výzkumů využívány stavitelem jen omezenou dobu. Poté jsou obsazovány jinými jedinci, jelikož výstavba nové nory je energeticky velice náročná. Nory ležící dostatečně hluboko na to, aby nebyly zničeny, jsou takto využívány léta, což dokazují i archeologické nálezy (Resetaritz 2005) a výsledky předchozích studií, kde některé nory byly využívány 5 až 6 let po sobě (Havránek 2006, 2010).

# Cíle práce

K základním cílům předložené bakalářské práce patří

1. odhad velikosti domovských okrsků metodou radiotelemetrického sledování jedinců v přírodní populaci na periférii Olomouc dvěma nejpoužívanějšími metodami, metodou nejmenších konvexních polygonů a kernelovou metodou,
2. popsání překrývání domovských okrsků mezi jedinci a
3. získání prvních poznatků o využívání norových systémů v průběhu dne.



# Materiál a metody

## *Popis lokality*

Studium proběhlo v areálu PřF UP v Olomouci-Holici od května do srpna 2012. Má rozlohu kolem 25 ha a je zde od roku 2001 nepřetržitě sledovaná přírodní populace křečka polního. Studijní plocha se nachází v nadmořské výšce 209 metrů a její podklad tvoří nivní sediment: hlína, písek a šterk ([www.geologicke-mapy.cz](http://www.geologicke-mapy.cz)). Areál je zemědělsky využívaný k pěstování obilnin, léčivek (levandule, meduňka, máta, šalvěj) a dalších hospodářsky významných rostlin (vojtěška, konopí, řepka, svazenka); nacházejí se zde včelí úly a skleníky. Od dubna 2010 na pozemku také probíhala výstavba nového



Obr. 2 Letecký snímek areálu v Olomouci-Holici. Oranžově je vyznačená studovaná plocha, žlutě zbytek haldy (převzato z [www.geoportal.gov.cz](http://www.geoportal.gov.cz), upraveno)

vědecko-výzkumného areálu, včetně dopravní a technické infrastruktury. V důsledku těchto stavebních prací se plocha využívaná křečky zmenšila na asi 22 ha. Současně na studijní ploše vznikla poměrně rozsáhlá, asi 4 m vysoká halda navezené zeminy, která byla křečky aktivně využívána. Příčinou vysokého osídlení haldy byla pravděpodobně absence agrotechnických zásahů, pestrá struktura rostlin, hlavně vysokých plevelů, které poskytovaly dobré úkrytové možnosti, a blízkost další vhodné vegetace (plochy zaseté svazenkou, vikví a konopí). Na konci 2012 byla halda částečně zlikvidována.

### ***Radiotelemetrie***

Radiotelemetrie může být využita pro sběr dat pro simultánní odhad přežívání, rozmnožování, domácí rozsahu velikosti, a výběru zdrojů členy populace. Tradiční přístup k radiotelemetrické sledování zahrnuje připevnění radiotransmitteru o velmi vysoké frekvenci (VHF) na zvířata ve formě obojku nebo štítku, který má zabudovaný napájecí zdroj a anténu. Impulsní rádiové signály přijaté radiovým přijímačem jsou pak používány k odhadu polohy zvířete. Jednotlivá zvířata jsou odlišována podle specifické frekvence vysílačky, které nesou. Odhady polohy je možné získat pomocí "homing-in"-přiblížením se ke zvířeti použitím ruční směrové antény a přijímače, nebo triangulací alespoň dvou směrových azimutů zaznamenaných na známém místě vzdáleném od zvířete (Millsaugh 2001).

V areálu Univerzity Palackého v Holicích probíhá pravidelný odchyt a monitorování křečků jako součást více studií. Na místních polích od začátku aktivní sezóny byly sledovány a označovány všechny objevené vstupy do nor. Jedinci, které jsem sledovala, byli odchyceni v květnu až červenci do živolovných pastí, které jsme rozmístili po areálu k ústím nor, kde se křečci pohybují s největší pravděpodobností. K odchytu byly použity oboustranné kovové nášlapné sklopce hranolového tvaru

o rozměrech  $62 \times 19 \times 19$ ,  $41 \times 16 \times 18$  a  $40 \times 15 \times 19$  cm. Jako návnadu jsme použili obilné zrno nebo ovesné vločky nasypané na nášlapnou plošinu a do prostoru pasti. Pojistka nastražené pasti se uvolní, když zvíře při přechodu šlápne na střední plošinu a dvířka se zaklapnou. Pasti byly nastraženy večer a kontrolovány brzo ráno, aby odchytení křečci byli vystaveni co nejmenšímu stresu. Chycená zvířata byla narkotizována pomocí Halotanu. Po usnutí byl každý jedinec očipován a zaznamenána jeho velikost, hmotnost, pohlaví a místo odchytu (číslo nory).

Z odchytů byli vybráni větší, silnější jedinci, kterým byl kolem krku připevněn obojek s vysílačkou. Ke studiu byl použit transmitter značky TW-3 od anglické firmy Biotrack Ltd. vážící 20 g. Jedná se o malý obojek opatřený vysílačkou, která má vnitřní proužkový spínač s vnějším magnetem. Tento proužek se nachází souběžně s napájením. Pokud je transmitter vypnutý, nespotřebovává žádnou energii. Po odstranění přilepeného magnetu se proužek uvolní, kontakty se dotknou a přístroj začíná vysílat pulsy. Vysílačku je možné vypnout opětovným nasazením magnetu a je dobré se pomocí přijímače přesvědčit, že přestal pulsovat. Dosah vysílaček je 2–4 km. Pokud se křeček nachází v noře, je tato vzdálenost snížena na asi 150 m. Celkově šlo o 5 jedinců, z nichž každý byl vybaven vysílačkou s odlišnou frekvencí. Jednotlivé transmittory byly nastaveny na frekvence 151,094; 151,122; 151,144; 151,352; a 151,374 MHz.

Při vyhledávání jedinců a určování jejich polohy jsem využívala k příjmu signálu čtyřprvkové směrové antény Y-4FL a přijímače RX-98E od švédské firmy Televilt (teď Followit AB) pracující v pásmu 150–152 MHz a přijímače Sika od firmy Biotrack Ltd. pracující v pásmu 148–152 MHz. Vchody nor a body využívané při triangulaci jako kontrolní stanoviště byly zaznamenány pomocí GPS přístroje Mobile Mapper od firmy Thales Navigation, který dosahuje přesnosti až 50 cm.

Měření bylo zahájeno 31. května 2012. Nejprve šlo jen o sběr dat týkajících se

denního využívání nor. Lokalizace zvířat probíhala téměř každý den s výjimkou několika málo dnů a dnů odchytů, kdy odchyt a uspání křečka bránilo zvířeti, aby si vybral noru ke spaní sám. Během denních hodin, většinou ráno nebo dopoledne, jsem vyhledala označená zvířata a zaznamenala číslo nory, u které byl signál nejsilnější. Většina nor měla jen jeden vchod, spornější bylo určování na haldě z navezené zeminy, kde jsem za noru považovala několik nejbližších vchodů. Množství získaných dat záviselo na tom, jak dlouho byl jedinec sledovaný.

Po označení více jedinců obojkem jsme od 26. června 2012 prováděli i měření domovského okrsku, dvakrát do týdne kolem doby večerní aktivity křečků 17:30–21:00 h. Pracovaly jsme metodou triangulace, tj. protínání úhlů – ze stabilních bodů vybraných v terénu jsme po zachycení signálu zapisovaly pomocí busoly úhel, ve kterém byl signál nejsilnější. Jednalo se o měření minimálně ze dvou míst v jednom okamžiku, což je minimum pro odhad polohy zvířete. Většinou však byly získány 3 až 4 azimuty najednou. Mezi dvěma měřeními stejného jedince uplynulo nejméně 15 min. Kromě posledního jedince, který si sundal obojek, bylo pro každé zvíře získáno víc než 50 fixů, které jsme použili ke statistickým výpočtům. Měření bylo ukončeno 26. července 2012. Zvířata ale byla nadále sledována až do 30. srpna 2012, kdy jim byly vysílačky odejmuty. Některá z nich byla chycena ještě začátkem září během posledních odchytů.

### ***Analýza radiotelemetrických dat***

Údaje polohy a pohybu zvířat (lokalizace) použité pro analýzu domovského okrsku byly získány na zvířatech sledovaných pomocí VHF obojků. Vstupní data z měření byla zpracována pomocí programů LOAS, BIOTAS, ArcView, R a MS Office, zejména Excel.

Ze zaznamenaných azimutů a koordinát kontrolních stanic byli pomocí programu LOAS získány odhady polohy jednotlivých jedinců v určitém čase. LOAS je software od firmy Ecological Software Solutions LLC určený pro výpočet polohy v radiotelemetrických studiích. Umožňuje otevření, mapování a analýzu více než jedné sady azimutů současně pomocí uživatelského rozhraní GIS. Program pracuje s tabulkou dat, do které se vkládají souřadnice  $x$  a  $y$  míst, ze kterých bylo zvíře zaměřeno a azimuty těchto měření a má možnost importovat data ze souboru. K získání fixu může zpracovat 2 nebo více azimutů a vytvořit v případě biangulace chybové polygony a v případě více než 2 azimutů chybové elipsy. Výstupní možnosti zahrnují odhad polohy, úhly mezi azimuty, vzdálenosti mezi odhadovanou polohou a místem měření, velikost chybového polygonu nebo elipsy, varianci a kovarianci  $x$  a  $y$  atd.

K vizualizaci výsledků a tvorbě map z lokalizací získaných v programu LOAS byly použity programy ArcView GIS a Biotas. ArcView slouží především k tvorbě map, grafů či tabulek. Biotas je statistický a GIS program pro analýzu prostorových a časových dat v ekologii. Jeho funkce zahrnují metody analýzy domovských okrsků, využívání stanoviště/území, pohybů, nejbližších sousedů, prostorové testy náhodnosti a další ([www.ecostats.com](http://www.ecostats.com)). Ortofotomapa areálu sloužící jako podklad byla převzata z [www.geoportal.gov.cz](http://www.geoportal.gov.cz).

K vypočítání velikosti domovského okrsku byl použit program R (R Core Team 2013) a balíček adehabitatHR (Calenge 2011) obsahující metody pro analýzu domovského okrsku, ze kterých byly vybrány metody MCP (minimum convex polygon) a metoda kernelová.

Metoda MCP je nejrozšířenější metodou používanou k odhadování velikosti domovských okrsků a je založena na vypočítání nejmenšího mnohoúhelníku, který obsahuje všechny lokalizace daného zvířete. Tento mnohoúhelník je považován

za domovský okrsek, který je definováno jako areál využívaný zvířetem v průběhu normálních aktivit, jako jsou hledání potravy, rozmnožování a péče o mláďata (Burt 1943). Velikost domovského okrsku se automaticky počítá pomocí funkce `mcp`.

Metoda obvykle jako první krok před samotným odhadem odstraní malé procento nejodlehlejších dat, nejvzdálenějších od centroidu lokalizací. Jedinec totiž může podniknout občas větší přesuny ven z domovského okrsku, a taková lokalizace nemůže být považována za normální aktivitu. Můžeme vypočítat velikost domovského okrsku pro různé % pravděpodobnosti přítomnosti křečka v domovském okrsku dané velikosti pomocí funkce `mcp.area`. Když se zviditelní velikost domovského okrsku v závislosti na pravděpodobnosti, se kterým bylo počítáno, lze z grafu odhadnout, kolik procent dat je rozumné považovat za extrémní lokalizaci a odstranit. Vyloučení příliš velkého počtu dat však naznačuje, že se nejedná o neobvyklé chování zvířete, ale o nedostatek vstupních dat. V takovém případě je nutné považovat tato pozorování za součást domovského okrsku sledovaného jedince. V našem případě jsem analyzovala grafy čtyř jedinců.

Kernelová metoda je založena na distribuci využití (utilization distribution, UD), což je bivariátní funkce udávající hustotu pravděpodobnosti, že zvíře je nalezeno na určitém místě v souladu se svými zeměpisnými souřadnicemi. Bivariátní kernelová funkce je umístěna na každou relokaci a následovně jsou její hodnoty průměrovány. Pomocí tohoto modelu lze definovat domácí okrsek jako minimální oblasti, ve které zvíře se s nějakou určitou pravděpodobností nachází. Kernelová metoda byla doporučena mnoha autory pro odhad distribuce využití. Výběr kernelové funkce nemá velký vliv na výsledky. I když Epachenikovův kernel je o něco účinnější, bivariátní normální kernel je stále obvyklou volbou a je i základní volbou v `adehabitatHR`. Kernelová očekávaná UD daného bodu  $x$  se vypočítá pomocí:

$$\frac{1}{nh^2} = \sum K \left[ \frac{1}{h} (x - x_i) \right]$$

kde  $h$  je vyhlazující parametr,  $n$  je počet lokalizací a  $x_i$  je  $i$ -tá relokalizace jedince/vzorku. Vyhlazující parametr  $h$  udává „šířku/rozpětí“ kernelu vzhledem k bodům.

# Výsledky

## *Odchyty a průběh sledování*

Při prvním odchyty dne 28. května 2012 byl vybaven vysílačkou pouze jeden dospělý samec (křeček 1). Ten byl sledovaný do 29. srpna, kdy jako jediný z označených jedinců uhynul, patrně následkem zranění při orbě pozemku. Druhý dospělý samec (křeček 2) dostal vysílačku dne 26. června 2012. Jediná sledovaná samice (křeček 3) dostala obojek s transmittrem při odchyty dne 10. července 2012. Tito křečci se úspěšně dožili konce studia a 30. srpna 2012 jim byly vysílačky odejmuty. Při posledním odchyty 17. července 2012 jsme vybavili obojkem dva juvenilní samce, jeden z nich však sundal obojek ve stejný den a jeho vysílačka byla nalezena následující den v porostu. Zbývající jedinec (křeček 4) se do 10. srpna zdržoval ve stejné noře, pak před stěhováním si sundal obojek a noru uzavřel. Transmitttr byl později vykopán. U žádného jedince nedošlo ke ztrátě signálu.

Tabulka 1 Charakteristika radiotelemetricky sledovaných jedinců křečka polního v roce 2012

Křeček	Číslo čipu	Frekvence	Hmotnost [g]	Délka [cm]	Délka sledování	Počet fixů	Počet lokalizací
1 ♂	10029330	151,144	450	27,5	31.5. – 29.7.	50	45
2 ♂	10017643	151,374	420	25,0	27.6. – 30.8.	54	39
3 ♀	10029541	151,094	380	23,5	11.7. – 30.8.	54	30
4 ♂	10027777	151,122	250	18,5	20.7. – 10.8.	50	12
5 ♂	10028657	151,352	260	19,5	–	–	–



### ***Velikost domovského okrsku***

Odhady velikostí domovských okrsků ukázaly, že křečci se pohybují na území značně přesahující 1 ha. Průměrná velikost okrsku zjištěná u čtyř křečků metodou 95% MCP byla 1,26 ha (SE 0,710). Kernelovou metodou byl získán průměr 0,692 ha (SE 0,376). Nejmenší domovský okrsek o velikosti 0,04 ha stanovený metodou 95% MCP měla samice (křeček 3, obr. 3). Odpovídající kernelový odhad byl 0,07 ha. Naopak největší domovský okrsek stanovený metodou 95% MCP patřil dospělému samci (křeček 2, obr. 4) s rozlohou 2,82 ha. Odhad kernelovou metodou vedl k velikosti 1,68 ha. Průměrná velikost domovského okrsku dospělých samců (křeček 1 a 2) byla významně větší než velikost domovského okrsku dospělé samice, křeček 3 ( $t = 6,92, p = 0,048$ ).

Počet získaných fixů nebyl u žádného jedince nižší než 50. Vhodnost volby 95% pravděpodobnosti pro výpočet domovského okrsku testuje obr. 5. Z něho vyplývá, že až



Obr. 3 Domovské okrsky křečka 1 a 3 stanovené metodou 95% MCP a vynesené na letecký snímek studijní plochy. Šedé body vyznačují lokalizace křečka 1, bílé body vyznačují lokalizace křečka 3.

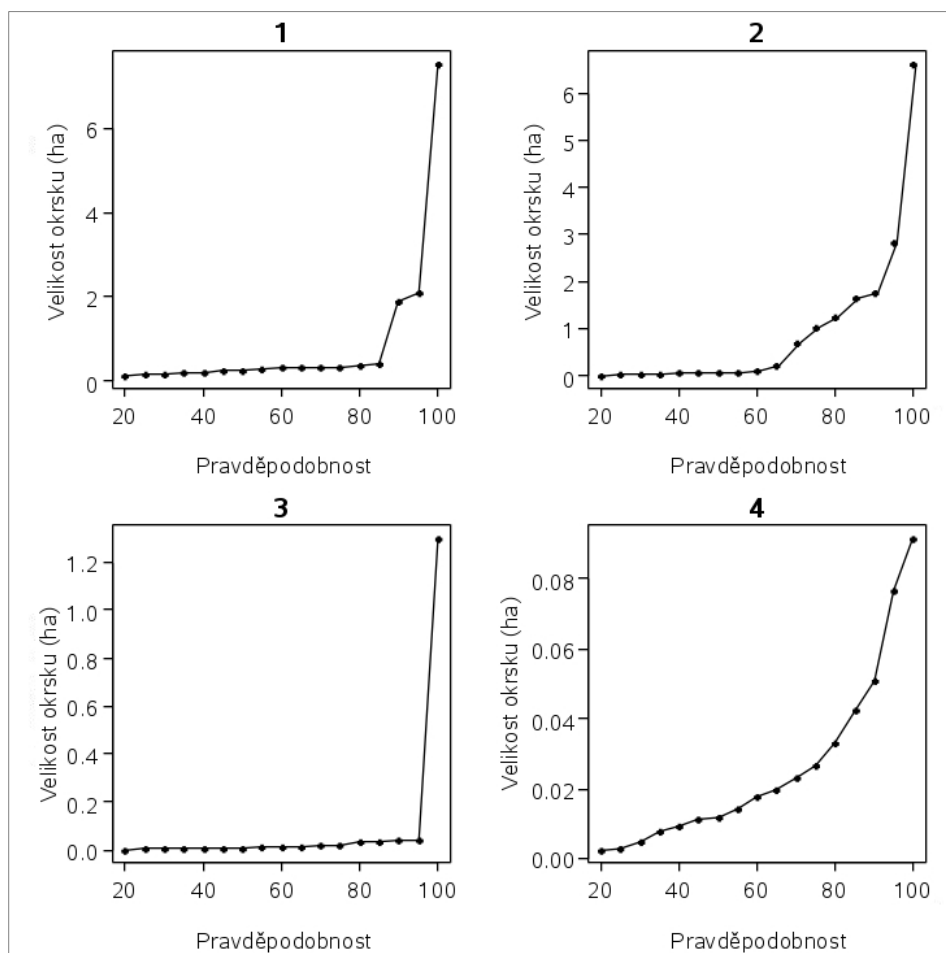


Obr. 4 Domovské okrsky křečků 2 a 4 stanovené metodou 95% MCP a vynesené na letecký snímek studijní plochy v areálu PíF Holice. Šedé body vyznačují lokalizace křečka 2, bílé body vyznačují lokalizace křečka 4.

na křečka 4 byla 95% MCP vhodná, neboť vede k odstranění relativně odlehlých lokalizací, které neúměrně navyšovaly velikost okrsku.

U křečka 4 nevedla rostoucí pravděpodobnost výskytu k asymptotické velikosti okrsku a nejvzdálenější lokalizace tak nelze jednoznačně přiřadit k odlehlým bodům. Odhady domovských okrsků pro pravděpodobnosti 50 a 95 % jsou souhrnně uvedeny v tab. 2.

Velikost domovské okrsku závisela rovněž na ochotě jedince měnit domovskou noru. Křeček 1 byl dospělý samec, udržující velký areál- začátkem sezóny se zdržoval v blízkosti haldy a samic, které její okolí osídlovaly. Skokové zvětšení domácího okrsku naznačuje dvě vzdálené, nové nory, které využíval v červenci. Ze všech sledovaných jedinců vykazoval největší aktivitu, mnohdy i v průběhu dne a pohyboval se na větší vzdálenosti, najednou 300 až 400 m. V červenci se přestěhoval a střídal dvě nory v obilí



Obr. 5 Závislost velikosti odhadu domovského okrsku na zvolené pravděpodobnosti výskytu. U křečku 1–3 nejvzdálenější lokalizace považovat za odlehlé body. Pravděpodobnost 95 % je zde vhodnou volbou pro výpočet velikosti domovského okrsku metodou MCP. U křečka 4 roste velikost okrsku plynule a nejvzdálenější lokalizace nelze jednoznačně považovat za odlehlé body vhodné k vyloučení. Čísla nad grafem vyznačují číslo jedince.

mimo studovaný areál, ale pravidelně se vracel k hromadě a k předešlým norám. Kvůli nedostatku fixů z okolí nejvzdálenější nory je jeho areál podhodnocený.

Křeček 2 byl dospělý samec, který se stěhoval jen při vyrušení, bydlel postupně ve třech norách, které nestřídal. První nora se nacházela v hořčici, zanikla v průběhu sklizně. Odtud se přestěhoval na pár dnů k železničním kolejím, a pak do poslední nory na oploceném poli s ječmenem, kde zůstal až do konce sezóny. Během stěhování se přesunul na 150 až 250 m.

Křeček 3 byla samice, která se v období rozmnožování nestěhovala, pohybovala se jen na poli kolem své nory. Její domovský okrsek se téměř zcela překrýval s okrskem

Tabulka 2: Velikosti domovského okrsku jedinců (ha) stanovené metodou minimálního konvexního polygonu (MCP) a kernelovou metodou. Pravděpodobnost 50 a 95 v % udává velikost domovského okrsku, při které je 50 a 95% pravděpodobnost výskytu křečka na dané ploše.

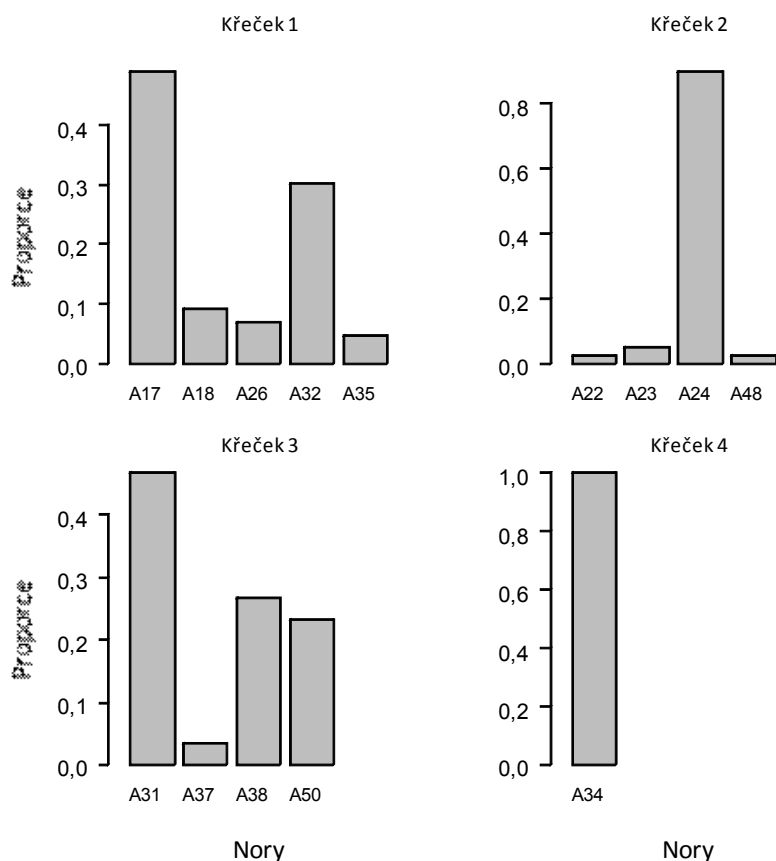
Pravděpodobnost (%)	Metoda MCP	Kernelová metoda
Křeček 1		
50	0,2544	0,0752
95	2,1185	0,8775
Křeček 2		
50	0,0829	0,1845
95	2,8195	1,6788
Křeček 3		
50	0,0093	0,0098
95	0,0435	0,0688
Křeček 4		
50	0,0120	0,0285
95	0,0767	0,1444

samec 1. Poslední bod jejího grafu (obr. 5) naznačuje migraci do vzdálenější, nové nory v srpnu, pravděpodobně po odstavení posledního vrhu, kdy se začala připravovat na zimování. Největší vzdálenosti mezi dvěma norami byly 100 až 150 m.

Jedinec 4 byl letošní, subadultní samec, který po osamostatnění postupně zkoumal své okolí. Jeho nora se nacházela na poli s ječmenem, takže jídlo i úkryt měl zabezpečený. Zajímavé je, že jeho domovský okrsek se téměř zcela překrýval s okrskem staršího samce, křečka 2. Postupně podnikal delší výpravy a po sundání vysílačky se přestěhoval do neznámé nory.

### ***Denní využívání nor***

Sledování křečci využívali v průběhu dohromady 14 různých nor a osídlovali odlišné části areálu. Samec 1 a samice 3 využívali západní část areálu, ostatní jedinci východní část. Pomocí odchyť do živolovných pastí byly zastiženi ještě u dalších 6 nor.



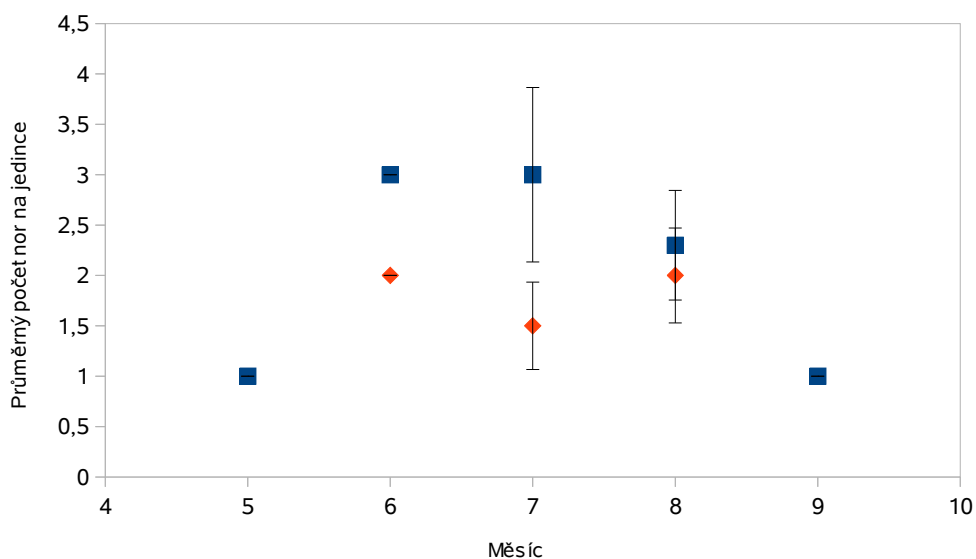
Obr. 6 Distribuce denního využívání nor v proporcích podle radiotelemetrických dat u jednotlivých křečků. Na ose x jsou uvedeny norové systémy, v nich byl křeček lokalizován v průběhu sledování. Osa y uvádí proporce lokalizací v jednotlivých norách z celkového počtu denních lokalizací.

Křeček 1 využíval přes den 5 nor (obr. 6). Nora A26 na rozmezí ploch se svazenkou a vikví a A27 v její blízkosti na západ od hromady společně se samicí 3.

V norách A12 na západním úpatí haldy (28. 05. 2012), A20 na vrchu haldy (25. 06. 2012, 17. 07. 2012) a A27 v sousedství A26 byl zaznamenán jen při odchtech. Lokalizovaný pomocí vysílačky byl v norách A17 (21 dnů), A18 (4 dny), A26 (3 dny), A32 (13 dnů) a A35 (2 dny). Uhynul v blízkosti nory A32 při sklizni a následné orbě pole. Nory A32 a A35 osídloval v červenci, z dat odchytů je však zřejmé, že se vracel k haldě a okolním norám.

Křeček 2 využíval 7 nor, z toho A24 v oploceném poli obilí ve východní části areálu společně se samcem č. 4. U nor A21 na jižním kraji pole s vojtěškou u železničních kolejí (25. 06. 2012), A29 asi o 30 m blíž ke kolejím (17. 07. 2012) a A28 na východním okraji pole s konopí a komonící, blízko A24 (10. 08. 2012) byl zaznamenaný jen při odchycích. Poprvé byl lokalizován v noře A22 uprostřed pole s kvetoucí hořčicí (27. 06. 2012), která byla následující den zničena při sklizni a následné orbě. Pole po sklizni zůstala ležet ladem. Přesunul se do nory A23 za plotem, vedle železničních kolejí (28. 06. 2012), do vysoké trávy, okolí mu však evidentně nevyhovovalo, daleko od potravy a blízko pásu keřů a stromů. Na místě v průběhu odchytů se chytlo více lasiček, což naznačuje, že predátoři se tam pohybovali frekventovaně. Po dvou dnech se přestěhoval do nory A24, kde zůstal až do konce sezóny (35 dnů), až na jednu návštěvu nory A48 na západním okraji pole s vojtěškou u kolejí (09. 08. 2012).

Křeček 3 byl jedinou samicí ve vzorku se 6 norami. Během období rozmnožování



Obr. 7 Sezónní změny průměrného počtu nor na jedince v průběhu sledování se střední chybou odhadu u křečka polního v populaci na periférii Olomouce. Modré body vyznačují počty zjištěné pomocí odchytů do živolovných pastí a radiotelemetrií, červené body vyznačují počty zjištěné pouze telemetrií.

využívala hlavně noru A31 (14 dnů) na kraji pole se svazenkou vedle hromádky a byla odchycena při vchodech nor A26 a A27 v blízkém okolí. Na začátku srpna se přestěhovala do vzdálenějších nor na poli s konopí a komonicí, postupně se přesouvala do nory A37 (1 den), A38 (8 dnů) a usadila se v noře A50 (7 dnů), kde byla odchycená i začátkem září.

Křeček 4 byl osamostatněný mladý samec, který byl u nory A24 na poli s obilím spolu se samcem č. 2 odchycený jen raz (17. 07. 2012). Osídloval však noru A34 (12 dnů) v těsné blízkosti předešlé. Tuto noru opustil 10. srpna 2012. a sundal si vysílačku, takže nebylo možné sledovat jeho další pohyby a zjistit, které nory využíval ještě.

Průměrný počet nor na jednoho křečka za sezónu byl tedy podle telemetrických dat 3,5 nor, spolu s daty zodchytů 5. Průměrný počet nor na jednoho jedince za měsíc se měnil v průběhu sezóny podle období (obr. 1), nejvíc nor byl využíván pod v červnu. Průměrný počet nor bez dat z odchytů byl pro samce 3,33 a pro samici 4, spolu s odchyty pro samce 5,66 a pro samici 6.

# Diskuse

Ačkoliv populace křečka polního jsou na ústupu v celé Evropě a jemu proto věnována v posledních letech velká pozornost, jsme dosud relativně málo informováni o jeho prostorovém chování (Weinhold 2008). V předložené bakalářské práci jsem se proto zabývala odhady velikosti domovských okrsků radiotelemetrickou metodou a způsobem, jak křečci využívají norové systémy v průběhu dne. Zjistila jsem, že velikost domovských okrsků u samců je 1,26 ha, což bylo podstatně více než domovský okrsek samice (0,044 ha). Překrývání domovských okrsků jsem pozorovala jen mezi pohlavími anebo dospělcem a juvenilním jedincem. Denní lokalizace ukázaly, že křečci přebývají přes den v různých norových systémech, které jsou součástí jejich domovských okrsků. Získané poznatky doplňují informace o prostorovém chování a přináší nová data o využívání norových systémů v bílé části dne.

## ***Velikost domovských okrsků***

Zjistila jsem, že velikost domovských okrsků se pohybuje u samců kolem 1 ha, zatímco u samice byl domovský okrsek podstatně menší. Toto je v souladu s tím, co uvádí Stubbe a Stubbe (1998), který dále specifikuje velikosti u březích samic na 0,060 ha, u rozmnožujících se samic 0,048 ha a u samic žijících se svými mláďaty asi 0,042 ha. Když se mláďata osamostatní, mladé samice mají domovské okrsky velké 0,21 ha a samci 0,25 ha. Velikost závislá na pohlaví věku a na populační hustotě.

Zahraniční autoři uvádějí různé hodnoty naměřené u různých populací. Kayser (2001) uvádí, že křečci v průběhu sezóny mnohokrát mění a rozšiřují své domovské okrsky a udává hodnoty mediánů 1,85 ha pro samce a 0,22 ha pro samice při 95 % pravděpodobnosti. Kupfernagel uvádí v roce 2003 s 95 % pravděpodobností velikosti



0,33–4,12 ha pro samce a 0,01–0,57 ha pro samice, v roce 2007 3 ha pro samce a 0,35 ha pro samice a v roce 2008 jako 100% domovský okrsek 1,66–2,48 ha u samců a 0,22–0,44 ha u samic. Podle Losinger (2002) je domovský okrsek samce velký 2,978 ha a u samice je to 0,55 ha. Průměrná velikost domovského okrsku v německých populacích byla odhadnuta metodou minimálních konvexních polygonů se 100% pravděpodobností výskytu na 1,7 ha pro samce a 0,44 ha pro samice (Weinhöld 1998).

První odhady domovských okrsků metodou MCP s 100% pravděpodobností ze studované lokality pocházejí z let 2003 a 2004. Jsou to průměrné velikosti 0,06 ha pro samce a 0,03 ha pro samice (Zifčák 2005). V roce 2007 byla zjištěna průměrná velikost okrsků 0,58 ha pro samce a 0,22 ha pro samice (Červinková 2008). Stejná autorka ve své práci pokračovala a v roce 2011 metodou MCP s 95 % pravděpodobností odhadla domovské okrsky na 1,13 ha pro samce a 0,27 ha pro samici. Poslední údaje pocházejí od Petrové (2012) a udávají velikosti odhadnuté metodou MCP s 95 % pravděpodobností 2,63 ha pro samce a 0,27 ha pro samice. Mé odhady se u samice blíží nejvíce k Zifčákovým a u samců k hodnotám Červinkové v roce 2011.

Velikost domovského okrsku je silně závislá na populační hustotě. Získaná data mohou naznačovat vyšší hustotu samic na lokalitě, ale jelikož ve vzorku byla jen jedna samice, může být její hodnota vychýlená. Velikost odhadu je také závislá na použité metodě. Odhad velikosti daného okrsku jednou metodou mohl být až 2,4 násobně větší než plocha odhadnutá druhou metodou. U malých okrsků kernelová metoda odhadla větší hodnoty než metoda MCP, u větších okrsků je situace opačná. Velikost rozdílů mezi odhady závisí na parametru vyhlazení použitém u kernelové metody a na hodnotě pravděpodobnosti u MCP metody. Jednou z příčin pozorovaných rozdílů může být, že domovský okrsek vypočítaný se 100% nebo 95% pravděpodobností je silně citlivý k odlehlým lokalizacím a může poskytnout nadhodnocený výsledek (Zifčák 2005).

Běžným problémem je také, že MCP zahrnuje i vnitřní prostor, který jedinec vůbec nevyužíval, protože ignoruje vnitřní strukturu domovského okrsku. Je to hlavní argument proti používání této metody (Powell 2000).

### ***Překrývání domovských okrsků***

Prostorová analýza okrsků ukázala, že k překrývání došlo v případě křečků 1 a 3, resp. 2 a 4. V prvním případě se jedná o úplné překrývání okrsků dospělého samce a samice. Z odchyťových dat víme, že oba jedinci navštěvovali nory A26 a A27. Zajímavější je ale úplné překrývání okrsků v druhém případě, kdy šlo o dospělého a juvenilního samce. Vysvětlením jevu může být, že dospělý křeček 2 v době osamostatnění křečka 4 již nebyl v reprodukčním stavu a osídloval místo hojně na potravu. Je také možné, že mladý samec byl jeho potomkem a tak byl tolerován. Po době asi 2 týdnů se však křeček 4 přestěhoval do jiné nory z neznámých příčin. Domovské okrsky dospělých samců se vůbec nepřekrývaly, což je v souladu s literaturou (Stubbe a Stubbe 1998).

### ***Denní využívání nor***

Údajů o denním využívání nor je málo. Existují záznamy o počtech, nikoliv však o využívání nor během dne, jako je střídání a délka pobytu v nich. Lze tedy srovnávat počty nor, které se na sledované lokalitě podle radiotelemetrických dat pohybovaly mezi 1 a 5. Počet nor užívaných samic byl 4, průměrný počet nor užívaných samci 3,33. V případě využití i dat z odchytů byli počty vyšší: 6 pro samici a průměrný počet nor pro samce 5,67. Údaje z předcházejících studií ze stejné lokality udávají z roku 2002 (odchyty) průměrný počet využívaných nor pro samice 1,4 a pro samce 1,2 nor, z 2003 pro samice 3,75 a pro samce 2,5 (radiotelemetrie i odchty), z roku 2004 pro samice 1,1 a samce 1 (Zifčák 2005), z roku 2009 2,03 pro samice a 2,55 pro samce (Havránek

2010). To je rozmezí 1,1-3,75 u a 1-2,55 u samců. Weinhold (1997) uvádí 5 nor pro samce a 2 pro samice, Kayser (2002) ještě vyšší počty: 9,6 pro samce a 3,6 pro samice. Mnou získané počty jsou v případě samice vyšší, u samců je to podobné již známým hodnotám. Jak to uvádí Weinhold (2008), křečci využívali více nor. Podle Kayserové (2002) dochází k největšímu střídání norových systémů v červenci, což se nepotvrdilo.

Délka pobytu v jedné noře byla 1–14 dnů u samice a 1–35 dnů u samců. Samice strávila v průměru v jedné noře 7,5 dnů, samci 9,4. Překvapivě nejdéle zůstával ve stejné noře křeček 2, jeden z dospělých samců. Střídání nor u většiny jedinců mělo charakter postupného přesouvání své domovské nory s výjimkou křečka 1. Tento dospělý samec preferoval dvě nory, ale nepobýval v nich bez přestávky a vracel se i k předešlým norám. Pohyboval se tak pravděpodobně v celém svém domovském okrsku.

## ***Závěr***

Studium přineslo zajímavé výsledky, ze kterých se však z důvodu malého vzorku nedají odvodit všeobecné závěry, jak ohledně populace, tak druhu. Je nutné označit větší počet zvířat, aby pohlaví a věkové kategorie byly zastoupeny více jedinci, protože ve vzorku byla jen jedna samice a jeden subadult. Jejich data teda není s čím srovnávat. Také by bylo potřebné získat více fixů od jednotlivých křečků, protože v případě dvou samců byly okrsky podhodnocené. U sledování denního využívání nor by bylo dobré lokalizovat zvířata víckrát během dne, aby se zjistilo, zda opouštějí nebo střídají nory i v tuhle dobu a aby bylo získáno více přesnějších dat. Ty by umožnily lepší analýzu a možná i pochopení tohoto chování.

# Souhrn

V předložené bakalářské práci jsem se zabývala radiotelemetrickým studiem prostorového chování v přirozené populaci křečka polního na lokalitě v Olomouci-Holici. Studium bylo zaměřeno na měření velikosti domovských okrsků a denní využívání nor u 4 jedinců. K odhadům byla použita metoda nejmenšího konvexního polygonu a metoda kernelová. Během studia jsem došla k následujícím závěrům:

1. Velikost domovského okrsku stanovená metodou 95% minimálních konvexních polygonů pro samici byla 0,044 ha a pro samce průměrně 1,26 ha. Hodnoty jsou nižší než v předcházejících letech, jsou však v souladu s literaturou.
2. Domovský okrsek každého křečka se překrýval s okrskem jiného jedince. Jednalo se o překrývání okrsků dospělého samce a samice a okrsků dospělého a juvenilního samce.
3. Počet využívaných domovských nor bylo 1 až 5, průměrný počet nor pro jedince bylo 3,5. U většiny jedinců střídání nor mělo charakter postupného přemísťování po lokalitě. Střídání nor probíhalo nejvíce v červnu a srpnu.

# Literatura

ANDĚRA M., GAISLER J. 2012. Savci České republiky – popis, rozšíření, ekologie, ochrana. Praha: Academia.

BANASZEK A., ZIOMEK J., JADWISZCZAK K.A. and RATKIEWICZ M. (2007). The distribution and the level of genetic diversity of the common hamster, *Cricetus cricetus* in Poland. – 15th Meeting of the International Hamster Workgroup 2007, Kerkrade NL, Abstract book.

BIHARI Z., CSORBA G. and HELTAI M., ed. 2007. Magyarország emlőseinek atlasza. Budapest: Kossuth Kiadó.

Biotrack Ltd. Official website [online]. [cit. 25. 03. 2013]. Dostupné z:

<http://www.biotrack.co.uk/>

BURT W.H. 1943. Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of Mammalogy*, 24: 346–352.

CALENGE C. 2011. Home range estimation in R: the adehabitatHR package. Dostupné z: <http://www.r-project.org/>

ČERVINKOVÁ J. 2008. Proměnlivost v prostorovém chování křečka polního [bakalářská práce]. Olomouc: Univerzita Palackého, PřF. 32 s.

ČERVINKOVÁ J. 2011. Stanovení prostorového chování křečka polního telemetrickou metodou [diplomová práce]. Olomouc: Univerzita Palackého, PřF. 48 s.

[DCCNH] Directorate of Culture and Cultural and Natural Heritage 2011. Implementation of Recommendation No. 136 (2008) on improving the conservation of the Common hamster (*Cricetus cricetus*) in Europe: Report by the governments. Strasbourg: Convention on the conservation of European wildlife and natural habitats. Standing Committee. 31st meeting, Strasbourg, 29 November – 2 December 2011.

Ecological Software Solutions LLC official website [online]. Last update 03. 11. 2012 [cit. 25.03.2013]. Dostupné z: <http://www.ecostats.com>

EIBL-EIBESFELDT, I. (1953): Zur Ethologie des Hamsters (*Cricetus cricetus* L.). - Z. Tierpsychol. 10: 204-254.

Followit AB official website [online]. 1999-2013. [cit. 25. 03. 2013]. Dostupné z: <http://wildlife.followit.se/>

GRULICH I. 1975b. Populační exploze křečka polního (*Cricetus cricetus* L.) – na východním Slovensku v roce 1971. Zprávy ÚKZÚZ 16(9): 15–23.

HAVRÁNEK M. 2006. Využití norových systémů v přírodní populaci křečka polního (*Cricetus cricetus* L.) [bakalářská práce]. Olomouc, Univerzita Palackého, PřF.

HAVRÁNEK M. 2010. Demografie a využití norových systémů v přírodní populaci křečka polního (*Cricetus cricetus* L.) [diplomová práce]. Olomouc, Univerzita Palackého, PřF.

HUFNAGL S., FRANCESHINI-ZINK C. and MILLESI E. 2011. Seasonal constraints and reproductive performance in female Common hamsters (*Cricetus cricetus*). Mammalian Biology 76 (2): 124-128.

[IUCN] INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE 2008.

*Cricetus cricetus*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species [online].

Version 2012.2 [cit. 25. 02. 2013]. Dostupné z: [www.iucnreslist.org](http://www.iucnreslist.org)

KAYSER A. 2001. Aspekte der Raum- und Baunutzung beim Feldhamster.

Jahrbücher des nassauischen Vereins für Naturkunde 122: 149–151.

KAYSER A. 2002. Populationsökologische Studien zum Feldhamster *Cricetus cricetus* (L., 1758) in Sachsen-Anhalt. – Dissertation, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.

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

KUPFERNAGEL C. 2003. Raumnutzung umgesetzter Feldhamster *Cricetus cricetus* (Linnaeus, 1758) auf eine Ausgleichsfläche bei Braunschweig. Braunschweiger Naturkundliche Schriften 6 (4): 875–887.

KUPFERNAGEL C. 2007. Populationsdynamik und Habitatnutzung des Feldhamsters (*Cricetus cricetus*) in Südost-Niedersachsen. Ökologie, Umsiedlung und Schutz [Dissertation]. Braunschweig: Technische Universität Carolo-Wilhelmina. 115 s.

KUPFERNAGEL C. 2008. Movements in translocated common hamsters (*Cricetus cricetus*). Biosystematics and Ecology Series No. 25, The Common Hamster (*Cricetus cricetus*): Perspectives on an endangered species. Austrian Academy Press, Vienna. s. 27–36.

LA HAYE M.J.J. , NEUMANN K. and KOELEWIJN H.P 2012. Strong decline of gene diversity in local populations of the highly endangered Common hamster (*Cricetus cricetus*) in the western part of its European range. Conservation Genetics 13: 311–322.

LOSINGER I. 2002. La préservation des habitats du Grand Hamster (*Cricetus cricetus*) : exemple des conventions de gestion de parcelles agricoles. Rapport scientifique 2001- septembre 2002.

[MESR] Ministry of Environment of the Slovak Republic 2005. Convention on the conservation of European wildlife and natural habitats, general report 2001-2004. Slovak Republic, October 2005.

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

NEUMANN K., JANSMAN H., KAYSER A., MAAK S. and GATTERMANN R. 2004. Multiple bottlenecks in threatened western European populations of the common hamster *Cricetus cricetus* (L.). *Conservation Genetics* 5(2): 181–193.

NEUMANN K., MICHAUX J.R., MAAK S., JANSMAN H., KAYSER A., MUNDT G. and 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.

PETROVÁ I. 2012. Velikost domovského okrsku křečka polního stanovená telemetrickou metodou [diplomová práce]. Olomouc, Univerzita Palackého, PřF. 42 s.

POWELL, R. A. 2000. Animal home ranges and territories and home range estimators. p. 65–110. In: *Research Techniques in Animal Ecology: Controversies and Consequences*. L. Boitani and T. Fuller (eds.). Columbia University Press, New York.

R Core Team 2013. R: A language and environment for statistical computing. R



Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Dostupné z: <http://www.R-project.org/>.

REICHHOLF J. 1996. Cicavce. Ikar, Bratislava. s: 90–91.

RESETARITZ A., 13th Meeting of the International Hamsterworkgroup, 14.-17. October 2005, Illmitz/Vienna, Austria

RUSIN M., MISHTA A., BANASZEK A. 2011. Distribution of *Cricetus cricetus* in Ukraine. Proceedings of the 18th Meeting of the International Hamster Workgroup, Strasbourg, France.

RUSIN M., BANASZEK A. and MISHTA A.V. [in press]. The common hamster (*Cricetus cricetus*) in Ukraine: evidence for population decline. Folia Zoologica

STUBBE M., STUBBE A., eds. 1998. Ökologie und Schutz des Feldhamsters. Halle/Saale: Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Wissenschaftliche Beiträge. s. 1–480.

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

UJHELYI P. 2005. Élővilág enciklopédia I. - A Kárpát-medence állatai. Kossuth Kiadó, Budapest. s: 476-477.

VILLEMMEY A., BESNARD A., GRANDADAM J. and EIDENSCHENCK J. 2013.

Testing restocking methods for an endangered species: Effects of predator exclusion and vegetation cover on common hamster (*Cricetus cricetus*) survival and reproduction. *Biological Conservation* 158: 147–154.

WEINHÖLD U. 1998. Zur Verbreitung und Ökologie des Feldhamsters (*Cricetus cricetus* L. 1758) in Baden-Württemberg, unter besonderer Berücksichtigung der räumlichen Organisation auf intensiv genutzten landwirtschaftlichen Flächen im Raum Mannheim-Heidelberg. Ruprecht – Karls – Universität Heidelberg, s. 1-159.

WEINHOLD U. 2008. Draft European Action Plan For the conservation of the Common hamster (*Cricetus cricetus*, L. 1758). Strasbourg: Convention on the conservation of European wildlife and natural habitats. Standing Committee. 28th meeting, Strasbourg, 24–27 November 2008.

[WSFI] WILDLIFE AND SUSTAINABLE FARMING INITIATIVE 2009. How species conservation can be supported through rural development programmes. Fact sheet for hamster, *Cricetus cricetus*. s. 93-100.

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

ZIFČÁK P. 2005 Prostorová aktivita křečka polního (*Cricetus cricetus*) [diplomová práce]. Olomouc: Univerzita Palackého, PřF. s. 1-61.

## Příloha A Vzhled lokality a přesuny křečků na studovaném území



Pohled na lokalitu Olomouc-Holice v květnu 2012. Převzato z [www.chmi.cz](http://www.chmi.cz)



Schéma pohybů a střídání nor u křečka 1. Jednosměrná šipka značí přesun, oboustranná šipka návštěvu nory. Bílé šipky značí radiotelemetrická data, žlutá data z odchyťů. Ve čtverci jsou vyznačené blízké nory na haldě.

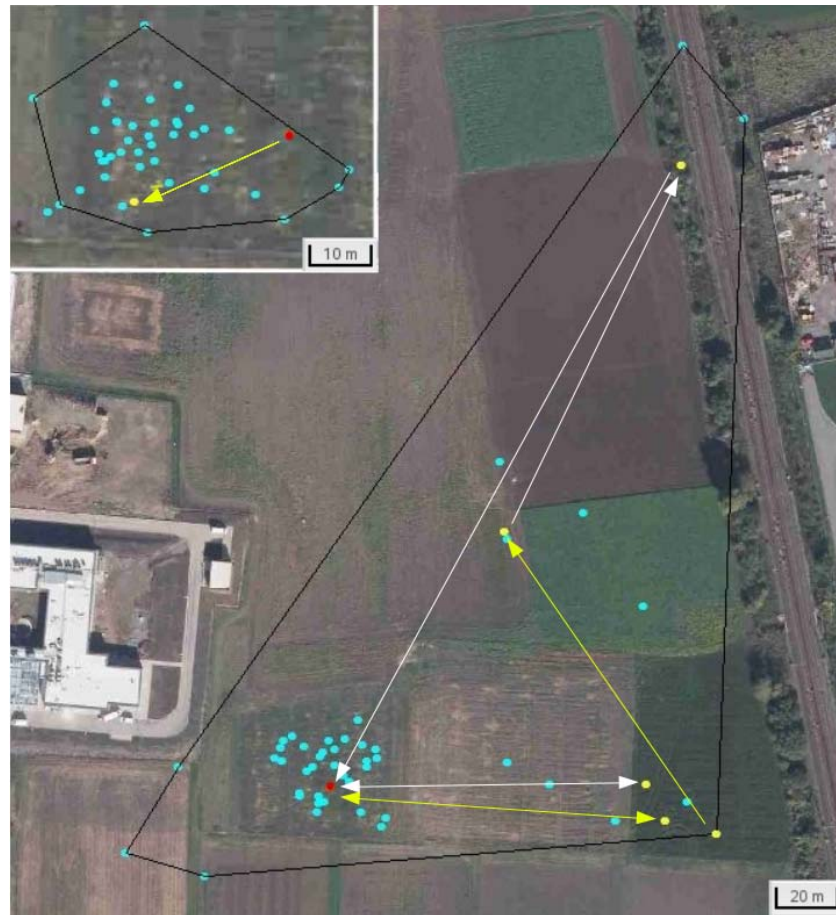


Schéma pohybů a střídání nor u křečka 2 a 4 (menší obraz v rohu). Jednosměrná šipka značí přesun, oboustranná šipka návštěvu nory. Bílé šipky značí radiotelemetrická data, žlutá data z odchyťů. Červeně je vyznačena nora A24



Schéma pohybů a střídání nor u křečka 3. Jednosměrná šipka značí přesun, oboustranná šipka návštěvu nory. Bílé šipky značí radiotelemetrická data, žlutá data z odchyťů.