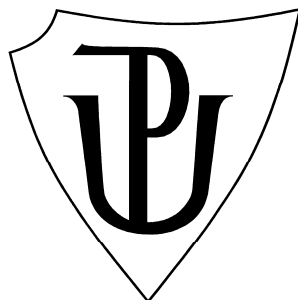


UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra ekologie a životního prostředí



**Velikost domovského okrsku křečka polního
stanovená telemetrickou metodou**

Ivana Petrová

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 přírody

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

Olomouc 2012

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 25.4.2012

.....

Podpis

Petrová I. 2012. Velikost domovského okrsku křečka polního stanovená telemetrickou metodou (diplomová práce). Olomouc: Katedra ekologie a ŽP PřF UP v Olomouci. 42 s., 2 přílohy.

Abstrakt

V posledních desetiletích došlo ke značnému populačnímu poklesu křečka polního (*Cricetus cricetus*) v západní Evropě. Pokles početnosti byl pozorován také ve střední Evropě včetně České republiky. Dnes jsou jeho početnosti tak nízké, že v mnoha evropských státech je křeček polní ohrožený a zákonem chráněný. Znalost jeho prostorového chování je nezbytná pro informovaný management. V diplomové práci jsem se pomocí radiotelemtrické metody zaměřila na odhad velikosti domovského okrsku, preferenci plodin, mortalitu a denní využívání nor. Výzkum proběhl v přírodní populaci křečka na periferii Olomouce od června do září 2011. Vysílačkami bylo označeno 7 křečků, u 4 (3 samci a 1 samice) z nich jsem získala dostatečné množství dat pro analýzu. Data potvrzují, že velikost domovského okrsku je větší u samců než u samic. Při použití metody minimálních konvexních polygonů s 95% pravděpodobností výskytu byla velikost domovského okrsku průměrně 2,63 ha pro samce, ale jen 0,27 ha pro samici. Vojtěška se pro křečka polního jeví jako preferovaná plodina jak z hlediska potravy, tak úkrytu. Nejčastější příčinou smrti byla predace (3 křečci ze 7), pouze jeden přežil až do konce studia v září. Výzkum denního využívání nor ukázal, že křečci využívají během roku několik nor. Nory si střídají a jejich počet roste s velikostí domovského okrsku. Získané údaje naznačují velké domovské okrsky u samců, vysoký predační tlak v populaci a vysokou flexibilitu ve využívání nor.

Klíčová slova: *Cricetus cricetus*, domovský okrsek, křeček polní, mortalita, nory preference plodin, radiotelemetrie

Petrová I. 2012. Home range size in the common hamster estimated by radiotracking (diploma thesis). Olomouc: Department of Ecology and Environmental Sciences, Faculty of Science, Palacky University Olomouc. 42 p. 2 Appendices.

Abstract

In the last decades, populations of the common hamster (*Cricetus cricetus*) in Western Europe suffered a severe decline. Decreases in numbers were also observed in central Europe, including the Czech Republic. At present, the numbers are so low that in many European states the common hamster is considered endangered and protected by law. Therefore, good knowledge of its movement and spatial behaviour is necessary for a well-informed management. In the present thesis, I focused on the estimation of home range size by radiotracking as well as on studying preference of crops, mortality and daytime use of the burrows. The research was conducted in a natural hamster population on the periphery of Olomouc from June to September 2011. In total, 7 individuals were tagged with transmitters but only for 4 of them I assembled enough data for analysis (3 males and 1 female). Males had higher sizes of home ranges than females. Using the method of minimum convex polygons with 95% probability, the average size of the home range was 2.63 ha for males but only 0.27 ha for the female. Hamsters clearly preferred alfalfa crop, providing both enough food and shelter. Mortality was high, with predation as the most frequent cause of death (3 hamsters out of 7). Only 1 individual has survived until the end of study in September. Hamsters use more than one burrow for daytime resting throughout the year, changing them frequently. Their numbers increase with the size of home range. Overall, the results show large home ranges in males, high predation pressure and great flexibility in the use of burrows for daytime resting.

Key words: burrows, common hamster, *Cricetus cricetus*, home range, mortality, preference of crops, radiotelemetry

Obsah

Seznam tabulek	viii
Seznam obrázků	ix
Poděkování.....	x
1 Úvod.....	1
1.1 Pokles populační početnosti	1
1.2 Výskyt a rozšíření křečka polního.....	2
1.3 Chování a hibernace	3
1.4 Rozmnožování a vývoj.....	4
1.5 Nory a jejich využívání	5
1.6 Potrava a preference plodin.....	6
1.7 Mortalita	6
2 Cíle práce	8
3 Materiál a metody	9
3.1 Popis lokality	9
3.2 Odchyťová metoda.....	10
3.3 Radiotelemetrie	11
3.4 Analýza telemetrických dat	13
3.4.1 Programové prostředky	13
3.4.2 Lokalizace	14
3.4.3 Velikost a analýza domovského okrsku.....	17
3.4.4 Preference plodin	18
3.4.5 Mortalita.....	19
4 Výsledky	20
4.1 Velikost domovského okrsku	20
4.2 Plodiny.....	22
4.3 Mortalita	25
4.4 Denní využívání nor	26
5 Diskuse.....	29
6 Souhrn	34
7 Literatura.....	35
8 Přílohy.....	43

8.1	Příloha A: Domovské okrsky	43
8.2	Příloha B: Křivky dat a plochy	45

Seznam tabulek

Tabulka 1 Identifikační čísla sledovaných jedinců a počet získaných měření.....	20
Tabulka 2 Velikost domovského okrsku v m ² . Použité zkratky: HM – metoda harmonického průměru, CE – metoda konfidenční elipsy, KHR – metoda jádrového vyhlazení, MCP – metoda minimálních konvexních polygonů. Číslo vyjadřuje procentuální pravděpodobnost výskytu jedince (50%, 75%, 95%)	21
Tabulka 3 Plodiny na lokalitě	21
Tabulka 4 Procentuální zastoupení plodin v domovském okrsku jedince 1	22
Tabulka 5 Procentuální zastoupení plodin v domovském okrsku jedince 4	22
Tabulka 6 Procentuální zastoupení plodin v domovském okrsku jedince 5	24
Tabulka 7 Procentuální zastoupení plodin v domovském okrsku jedince 6	24
Tabulka 8 Mortalita radiotelemetricky sledovaných jedinců křečka polního v průběhu studia	25
Tabulka 9 Počet domovských nor za celou dobu sledování a v jednotlivých měsících	27

Seznam obrázků

Obr. 1 Pohled na lokalitu v dubnu 2011. Převzato z www.chmi.cz	10
Obr. 2 Živolovné pasti z mřížovaného plechu umístěné u východu z nory.....	10
Obr. 3 Nasazování vysílačky s obojkem (vlevo) a jedinec s vysílačkou (vpravo)	11
Obr. 4 Přijímač RX-98 (vlevo) a kompletní vybavení pro telemetrii (vpravo)	12
Obr. 5 (a) Chybový polygon: 1 – plocha chybového polygonu, 2 – nejdelší diagonála chybového polygonu, 3 – poloměr chybového polygonu. (b) Chybová elipsa: 1 – plocha konfidenční elipsy, 2 – hlavní osa konfidenční elipsy, 3 – vedlejší osa konfidenční elipsy (podle Saltz a White 1990).....	16
Obr. 6 Rozmístění plodin na lokalitě v Olomouci-Holici v roce 2011	23
Obr. 7 Kroková křivka přežívání (a) sestavená podle Kaplan a Meiera pro křečky opatřené vysílačkami. Exponenciální pokles naznačuje, že jde o konstantní proces mortality, jak dokazuje také lineární závislost logaritmu počtu přežívajících jedinců na čase (b).	26
Obr. 8 Rozmístění norových systémů na lokalitě v roce 2011. Šipky naznačují přesuny jednotlivých křečků mezi svými domovskými norami. Oranžová – křeček 1, černá – křeček 2, červená – křeček 4, modrá – křeček 5, žlutá – křeček 6.....	27
Obr. 9 (a) Průměrný počet nor v jednotlivých měsících. (b) Počet domovských nor v závislosti na velikosti domovského okrsku.....	28

Poděkování

Ráda bych poděkovala především prof. MVDr. Emilu Tkadlecovi, CSc. za vedení celé diplomové práce, poskytnutí odborné literatury, vstřícnost, čas a ochotu. Mé poděkování patří také Mgr. Janu Losíkovi, PhD za pomoc se zpracováním dat, poskytnutí mapových podkladů a také za pomoc v terénu. Za terénní spolupráci děkuji také Bc. Martině Bendové. Zvláštní poděkování patří mým rodičům za trpělivost a podporu a zejména pak mému bratrovi RNDr. Janu Petrovi, PhD nejen za zajištění dopravy na studovanou lokalitu. Dále bych chtěla poděkovat Antonínu Zbořilovi za pomoc v terénu při hledání ztracených vysílačů a za poskytnutí mnoha technických informací.

1 Úvod

1.1 Pokles populační početnosti

Křeček polní, *Cricetus cricetus* (Linnaeus 1758), původně stepní a lesostepní druh v současné době obývající převážně zemědělskou krajinu, byl ještě donedávna považován za škůdce (Zejda et al. 2002). Proto byl ještě v první polovině 20. století v mnoha zemích huben pesticidy a také loven pro kožešinu (Nechay 2000). V německém Sasku se např. počet vykoupených křeččích kožešin pohyboval v 50. letech kolem milionu za rok (Seluga 1998). Nejvýznamnější populační exploze křečka byla zaznamenána na východním Slovensku v letech 1971 a 1972. Na ploše přes 200 000 ha byla zjištěna hustota až 500 jedinců/ha. Takovýto kalamitní stav způsoboval mimo jiné nedostatek potravy pro samotné křečky, kanibalismus nebo dočasnou synantropii, kdy jedinci začali osídlovat sklady, seníky, stohy, sýpky, kravíny a lidská obydlí (Grulich 1975b). Také z epidemiologického hlediska bylo nutné přemnožená zvířata likvidovat.

Během posledních desetiletí se situace změnila a ze zemědělského škůdce se stal vzácný, na mnoha místech ohrožený druh. Pokles početnosti je nejznatelnější ve státech západní Evropy, ohrožený je zejména v Belgii, Francii, Nizozemsku, Německu a Rakousku. Podle Bernské konvence (1979) patří křeček polní do kategorie silně ohrožený. Směrnice 92/43/EHS o ochraně přírodních stanovišť, volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin jej zařazuje do přílohy IV, tedy mezi druhy, které vyžadují přísnou ochranu. Křeček je také chráněn zákony jednotlivých zemí a připravují se pro něj záchranné programy a plány péče (Nechay 2000). Za možné příčiny poklesu početnosti se považují především změny hospodaření na zemědělských plochách, hluboká orba, využití těžké mechanizace, sklizeň ve velmi krátkém termínu, okamžitá podmítka strnišť, rozsáhlé používání umělých hnojiv a velkoplošné hospodaření (Zejda et al. 2002). Ulbrich a Kayser (2004) uvádějí také jako jednu z hlavních příčin úbytku křečka polního výstavbu silnic a dálnic.

Navzdory svému statusu v západní Evropě vytváří křeček polní na východě poměrně stabilnější a početnější populace. Hojný je např. v Rusku, Ukrajině, zemích bývalé Jugoslávie, Maďarsku, Kazachstánu, Moldávii. V těchto státech je ještě stále považován za zemědělského škůdce a je huben, v Maďarsku je loven pro kožešiny

(Nechay 2000). Přesto Rusin et al. (2011) upozorňují, že ačkoli je křeček označován jako hojný, jeho úbytek lze v současné době zaznamenat i v Ukrajině.

V České republice dochází v početnosti křečka ke značným výkyvům. Ačkoli dříve u nás také patřil mezi polní škůdce, v 70. a 80. letech 20. století začal být poměrně vzácný. Naproti tomu v 90. letech se jeho populační hustota zase zvýšila a v některých nížinách na Kolínsku, Královéhradecku a Břeclavsku dosáhla až charakteru přemnožených populací (Anděra a Beneš 2001). Křeček polní u nás patří mezi zvláště chráněné druhy živočichů. Jako ohrožený druh byl chráněn vyhláškou č. 395/1992 Sb. zákona 114/1992 o ochraně přírody a krajiny. Transpozicí evropské legislativy do českého právního systému ho vyhláška č. 175/2006 z této kategorie vyřadila a nově zařadila do kategorie silně ohrožený.

V západní Evropě jsou kvůli nízkým populačním hustotám možnosti demografického výzkumu jen omezené. České populace, které jsou v současnosti přece jen početnější, proto představují jakýsi referenční standard pro srovnávací genetické studie – např. při studiu genetické diverzity křečků v Nizozemsku (Smulders et al. 2003). Ačkoli výzkum u nás probíhá na několika místech, jsou naše znalosti o výskytu, rozšíření, populačních hustotách nebo prostorové aktivitě dosud ještě neúplné. Některá dostupná data jsou nepřesná nebo již v dnešní době zastaralá a proto je nutná jejich aktualizace a doplnění.

1.2 Výskyt a rozšíření křečka polního

Křeček polní je druh žijící původně na úrodných stepích, který se rozšířil do zemědělských oblastí, odlesněných ploch, ale i dříve zaplavovaných ploch, kde se v důsledku regulací snížila hladina podzemní vody. Při přemnožení žije i synantropně (Grulich 1986). V Čechách jsou těžištěm výskytu oblasti s nadmořskou výškou mezi 180 a 400 m, nad 400 m n. m. se vyskytuje pouze ostrůvkovitě. Na Moravě a ve Slezsku je to nejvíce ve výšce 160 až 300 m n. m. a jen málo nad 400 m n. m. Rozšíření křečka ovlivňují také klimatické faktory, jako např. teplota vzduchu. Na našem území je rozhodující izoterma průměrných teplot -3 °C v měsíci lednu (pouze nepatrná část obývá oblasti s -4 °C). Pro měsíc duben je to 7 °C , červen 15 °C a malá část i 14 °C . V říjnu je pak určující izoterma 7 °C . Plošný výskyt křečka se objevuje v nejteplejších oblastech, kde je průměrná celoroční teplota 8 až 9 °C , průměrné roční srážky nepřekračují 650 mm a sněhová pokrývka leží 50 dní

v roce. Křeček obývá prakticky celou řepařskou oblast a velkou část bramborářské oblasti. Lesy pro něj představují bariéru (Grulich 1975a).

Distribuce křečka je geograficky vymezená jako 45° až 55° s. š. (v Rusku až 60° s. š.) a 5° až 95° v. d. (Nechay 2000). V Evropě jsou jeho populace fragmentované, v posledních desetiletích hlavně z důvodu lidské aktivity. Například v Nizozemsku je v současnosti již poslední populace, u níž byla zjištěna velmi nízká genetická diverzita, a kde jsou zřejmě všichni jedinci odvozeni od stejné rodiny (Neumann a Jansman 2004, Smulders et al. 2003). V České republice se po roce 2000 křeček vyskytuje pouze v nížinách kolem velkých vodních toků, a to na Hané (Olomoucko, Prostějovsko, Přerovsko, Kroměřížsko), jižní Moravě (Břeclavsko, Hodonínsko, Znojensko), v oblasti Moravské brány (Opavsko), Polabí (Královéhradecko, Kladensko, Kolínsko, Kutná hora, Mladá Boleslav, Nymburk, Praha), Poohří a na Svitavsku (Víšková 2010, Tkadlec et al. 2012).

1.3 Chování a hibernace

Křeček polní je považován za soliterně žijící druh. K ostatním jedincům se chová agresivně, s výjimkou doby páření a příslušníků rodinného klanu. Vyznačuje se noční aktivitou, při zkracující se délce dne je však aktivní i přes den (Zeida et al. 2002). Každé zvíře má svou vlastní noru a teritorium, které si značí (Eibl-Eibesfeldt 1953). Výjimečný stav nastal v období populační exploze na východním Slovensku v letech 1971 a 1972, kdy byly v jediné noře zjištěny desítky dospělých křečků. V zimě se vzájemně zahřívají, ale také se zraňovali nebo i požírali (Grulich 1975b). Pachovými žlázami si křeček značí také vnitřek samotné nory a výrazné body jejím okolí (např. kameny, trsy trávy), což může mít význam i pro orientaci v terénu. Kromě pachových žláz používá ke značení teritoria také moč a výkaly. Před nepřítelem utíká, když je ale příliš blízko, tak ho zastráhuje nebo útočí. K boji mezi křečkami dochází z různých důvodů. Může to být setkání rivalů u samice, vyhánění cizího jedince z teritoria, napadení samce březí samicí nebo jen hra mezi mláďaty (Eibl-Eibesfeldt 1953).

Zásoby potravy na zimu si křeček ukládá v období od srpna do října (Górecki 1977). Množství zásob je různé. Podle Grulicha (1975b) to může být až 50 kg. Podle některých autorů křeček nashromáždí 10–15 kg potravy, novější studie však ukazují, že se mu to málokdy povede a množství zásob se pohybuje spíše kolem 1,5–2 kg (Endres 2004). Načasování hibernace je řízeno metabolicky nebo homeostaticky a

biologickými rytmy (Wassmer 1997). Při zimním spánku poklesne tělesná teplota až na 4 °C a dechová frekvence na 2 až 12 dechů za minutu. Tento stav trvá vždy několik dní, pak se křeček probouzí. Během této doby samci otvírají na zimu uzavřenou noru, aby získali kyslík, a konzumují zásoby. Samice nevětrají, jejich spánek je hlubší, méně často se probouzejí a zásoby konzumují až před jarním otevřením nory (Zejsa et al. 2002). Hibernace je proměnlivá. U některých jedinců lze pozorovat pravidelné krátké probouzení a u jiných naopak krátké upadání do zimního spánku a delší eutermii, což může být způsobeno také množstvím tukových zásob (Siutz a Millesi 2011). K hibernaci ovšem vůbec nemusí dojít. Bylo tomu tak v době masového přemnožení na východním Slovensku (1971–1972). Zima byla bez sněhu a křečci byli aktivní i při teplotách kolem –15 °C (Grulich 1986). Ze třiceti prověřených nor byly v listopadu a prosinci zásoby potravy nalezeny pouze ve čtyřech norách a křečci byli podvyživení. Zima bez sněhu jim tedy umožnila sbírat potravu i přes toto období (Grulich 1975b).

1.4 Rozmnožování a vývoj

Období reprodukce začíná obvykle v dubnu a končí v srpnu. Studie Monecke a Wollnik (2004) ukazuje, že pro začátek rozmnožování křečka polního je nezbytná fotoperioda 13 hodin světla. V polovině července zase přirozená fotoperioda indukuje gonadální regresi.

Počet vrhů u přezimujících samic je 2, někdy i 3 a plodnost takovéto samice za jedno rozmnožovací období je 18 až 30 mlád'at. Pokud se do rozmnožování zapojí i samice narozené v tomtéž roce, mívají pouze jeden vrh. Většina jedinců, zejména samci, ale pohlavně dospívá až po přezimování (Zejsa et al. 2002). To potvrzuje také Losík et al. (2007), který zjistil první reprodukci u samců až po jejich přezimování a u některých samic už v roce narození. Počet mlád'at v jednom vrhu je podle Eibl-Eibesfeldt (1953) 6 až 8. Vohralík (1974) uvádí počet mlád'at 4 až 10, Grulich (1975b) 6 až 12, výjimečně 18 a podle Stubbe a Stubbe (1998) je ve východní části areálu počet mlád'at křečka polního dokonce 13 až 21. Počet mlád'at je menší u mladých samic a před i po normální rozmnožovací sezóně (Nechay 2000).

V době páření samec vnikne na území samice. Pokud samice není v říji, tak na samce zaútočí. Pokud běhá v kruzích a samec ji nepřetržitě následuje, dojde k páření (Eibl-Eibesfeldt 1953). Délka březosti je nejčastěji 17–17,5 dne. Jestliže k páření dojde do 10 až 15 dnů po porodu, trvá březost 18–18,5 dne. Když páření

proběhne hned první až druhý den po porodu, prodlouží se doba březosti na 25–37 dní. K porodu dochází nejčastěji odpoledne. Samice pomáhá zuby mláďatům a membrány si dává do lícních toreb. Druhý až třetí den po porodu z hnízda některá mláďata „zmizí“, takže matka zřejmě slabší jedince odstraní. Samice jsou schopny adoptovat a vychovat také cizí mláďata stejného i jiného druhu (Vohralík 1974). Novorozený křeček váží 2–4 g. Ve 12 dnech je osrstěný, oči se mu otevírají ve věku 12 až 14 dnů. Ve 25 až 30 dnech je soběstačný a v okamžiku opuštění mateřské nory váží 120–130 g (Zejda et al. 2002). Jak uvádí Vohralík (1974), také v laboratorních podmínkách musela být mláďata od matky odebrána ve věku 30 dnů, protože ji obtěžovala a jedna samice dokonce dostala sepsi od rozkousaných bradavek.

1.5 Nory a jejich využívání

Křeček polní buduje rozsáhlé norové systémy. Stavba začíná vyhloubením šikmé chodby do hloubky 40 až 45 cm, kde křeček vytvoří hnízdní komoru, zásobárny a ve slepé uličce záchod. Z hnízdní komory pak vede kolmo vzhůru komín na povrch. Nory jsou dvojího typu: letní a zimní. Letní nory samců jsou jednoduché, zimní mají více chodeb, několik zásobáren a záchodů. Nory samic jsou složitější. Letní mají více hnízdních komor i chodeb a jsou dlouhé 2 až 3 m, zimní může být až 2 m hluboká a 4–5 m dlouhá. V závislosti na věku a pohlaví se liší i doba stavby zimní nory a tím i možnosti shromažďování zásob na zimu. Starší samci začínají budovat noru začátkem srpna, mladí samci o týden až dva později. Starší samice, které měly 1 vrh, dokončují stavbu začátkem září. Ty, které měly 2 vrhy, postaví zimní noru koncem září a mladé samice, které měly 1 vrh, až v říjnu. Letní nory jsou pouze dočasné a odráží, která plodina tam byla dříve (Zejda et al. 2002). Podle Stubbe a Stubbe (1998) trvá stavba zimní nory 5–6 dní a po ukončení hibernace se většina jedinců vrací do své původní letní nory, přičemž nejkonzervativnější jsou v tomto směru samice.

Ve svém domovském okrsku využívají křečci více nor, z toho jedna je hlavní a několik dalších je využíváno jako úkryt v případě nebezpečí (Karaseva a Shilayeva 1965, Górecki 1977). Stubbe a Stubbe (1998) to blíže specifikují na 1 domovskou noru a 1–4 úkrytové, vzdálené od sebe 5–100 m. Havránek (2010) zjistil metodou odchytu v průběhu čtyř let, že průměrný počet nor využívaných jedincem je 2,25. Naopak průměrný počet jedinců odchycených u jednoho norového systému byl 3,45.

Nechay (2000) uvádí, že nora může mít 1 až 12 východů. Průměr východu z nory je menší při větším počtu východů a roste s hmotností jedince, který danou noru obývá (Lisická et al. 2008). Pro stavbu nor preferuje křeček kvalitní zemědělské půdy s vysokým podílem jílu. Distribuce nor je tedy přímo závislá na kvalitě půdy (Weidling a Stubbe 1998). Vzhledem k hloubce nor musí být hladina podzemní vody do 120 cm (Grulich 1975a).

1.6 Potrava a preference plodin

Křeček polní se živí převážně rostlinnou potravou, jako je ozimá pšenice, vojtěška a další kulturní plodiny pěstované v okolí nory. Po sklizni obilovin stoupá v potravě podíl okopanin, brambor, řepy, také kukuřice a mrkve. Z pícnin křeček požívá jetel a vojtěšku včetně jejich kořenů a nepohrdne ani plevely, jako jsou např. kokoška pastuší tobolka, šťovík a ptačinec. Živí se také larvami brouků, žížalami, hmyzem (Zejda et al. 2002). Při vysokých populačních hustotách dochází i k myofagii, zejména svaloviny hrabošů, a kanibalismu (Grulich 1975b).

Jak již bylo zmíněno, křeček se živí mimo jiné rostlinami v okolí své nory. Tyto plodiny mu přinášejí nejen zdroj potravy, ale také vhodný úkryt před predátory. Preferencí plodin se zabývala řada autorů (např. Losinger 2002, Dolínková 2010) a tyto studie ukazují, že nejvhodnější plodinou pro křečka je vojtěška. Potravu si křeček nosí do nory a mimo noru ji požívá jen zřídka. K tomu používá lícni torby, které pojmu 20 až 40 g potravy (Zejda et al. 2002). Samice nosí zásoby pro sebe i pro mlád'ata (Eibl-Eibesfeldt 1953).

1.7 Mortalita

Křeček polní se dožívá výjimečně až 10 let, v přírodě ale nejvíce 4 roky (Nechay 2000). Příčinami mortality jsou nemoci, automobilová doprava, používání agrotechniky, hnojiv a biocidů, snížený výběr potravních zdrojů a predace (Zejda et al. 2002). Mortalita způsobená dopravními prostředky ale spíše odráží aktuální populační hustotu, pozoroval ji např. Grulich (1996). Také se uvádí, že rtuť dříve používaná v pesticidech a na moření osiva způsobovala vyšší mortalitu křečků během hibernace. Kayser et al. (2003a) provedli analýzu tkání a našli pouze velmi nízké koncentrace kovů, téměř na hranici detekce a nemající tedy na mortalitu žádný vliv.

Nejčastější příčinou mortality je predace. Při reintrodukci křečků v Německu bylo několik jedinců telemetricky sledováno a mortalita byla z 90% způsobena právě predací (Schaffrath a Weinhold 2011). Grulich (1980) uvádí jako predátory křečka dravé ptáky, sovy, lišky, tchoře, lasice, jezevce a také psy a kočky. Kayser et al. (2003b) studovala mortalitu křečků na dvou různých lokalitách v Německu a také tam byla predace nejčastější. Predátory byli liška obecná (*Vulpes vulpes*), lasice hranostaj (*Mustela erminea*) a příležitostně jezevec lesní (*Meles meles*) nebo pes domácí (*Canis lupus f. familiaris*), z ptáků luňák červený (*Milvus milvus*), luňák hnědý (*Milvus migrans*), káně lesní (*Buteo buteo*) a orel křiklavý (*Aquila pomarina*). Juvenilní křečky predovali také poštolka obecná (*Falco tinnunculus*), volavka popelavá (*Ardea cinerea*), vrána obecná (*Corvus corone*) a havran polní (*Corvus frugilegus*). Bihari et al. (2008) zmiňuje ještě orlíka krátkoprstého (*Circaetus gallicus*), jestřába lesního (*Accipiter gentilis*), motáka lužního (*Circus pygargus*), orla skalního (*Aquila chrysaetos*), orla mořského (*Haliaeetus albicilla*), orla stepního (*Aquila nipalensis*), sovu pálenou (*Tyto alba*), kalouse ušatého (*Asio otus*), výra velkého (*Bubo bubo*), čápa bílého (*Ciconia ciconia*), lasici kolčavu (*Mustela nivalis*), tchoře tmavého (*Mustela putorius*) a tchoře stepního (*Mustela eversmannii*). Predační tlak závisí hlavně na dostupnosti vegetačního krytu a nepřímo tak souvisí s obhospodařováním zemědělských ploch. Pro křečka je nejvýhodnější pozdní sklizeň, čímž se prodlouží doba trvání vegetačního krytu (Kayser et al. 2003b).

2 Cíle práce

Křeček polní je silně ohrožený druh a předpokladem k úspěšnosti ochrannářských opatření je dobrá znalost jeho prostorového chování. Cílem diplomové práce je tedy především určení velikosti domovského okrsku v přírodní populaci křečka polního v Olomouci-Holici radiotelemetrickou metodou a následné porovnání zjištěných hodnot s literárními údaji. Dalším cílem je vytvořit aktuální mapu rozmístění plodin pěstovaných na lokalitě, zjistit preferenci plodin a také zaznamenávat mortalitu dohledaných uhynulých jedinců. Zvláštní pozornost bude věnována dennímu využívání nor.

3 Materiál a metody

3.1 Popis lokality

Výzkumná lokalita se nachází na jižním okraji města Olomouce, v části Olomouc-Holice. Její nadmořská výška je 210 m n. m. a nachází se v areálu přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci. Výzkum křečka polního zde probíhá již od roku 2001 (Losík et al. 2007). Populace je zde dostatečně početná a má k dispozici relativně pestrou potravní nabídku. Výhodou také je, že se jedná o přírodní populaci. V roce 2011, kdy jsem prováděla sledování radiotelemetrickou metodou, probíhal na lokalitě i výzkum pomocí metody zpětného odchytu značkových jedinců do živolovných pastí a nově také pomocí metody automatické registrace jedinců. Všechny tyto metody se vzájemně vhodně doplňují.

Celá plocha je rozdělena na několik menších polí s různými plodinami, což vytváří mozaikovitý charakter lokality. V roce 2011 zde byla vojtěška, vikev, plochy s nízkou a vysokou trávou a ponechané ladem, případně později zorané. Na některých polích se pěstovala zelenina a léčivky, tyto však nebyly křečky příliš využívány. Součástí lokality je také kompost sloužící k rozkladu nejrůznějších organických zemědělských produktů (např. posekaná tráva, ale také zbytky zeleniny apod.).

Ze severní a západní strany areálu se z větší části nachází zastavěná plocha. Východní hranici tvoří železniční trať. Jeden z křečků, které jsem sledovala, nějakou dobu využíval noru nacházející se až za touto tratí a dokázal tedy i takovouto bariéru překonat. Z jižní strany se nachází pole, kde se v roce 2011 pěstovala kukuřice. Lokalita je součástí rovinatého, nížinného území v nivě řeky Moravy. Náleží k teplé klimatické oblasti, podloží tvoří kvartérní sedimenty pokryté vrstvou náplavových hlín. Toto území je tedy pro křečka ideální. Na ploše 25 ha kolísá početnost kolem hodnoty 60 jedinců a počet norových systémů kolem 40 (Bendová 2011).

Na jaře roku 2011 byla zahájena v části areálu stavba Centra regionu Haná pro biotechnologický a zemědělský výzkum. Tím došlo k zániku vojtěškového pole, na kterém se dříve křečci hojně vyskytovali, zároveň byla ale nová pole vojtěškou oseta. Celá lokalita je tedy nyní menší než v minulých letech (obr. 1).



Obr. 1 Pohled na lokalitu v dubnu 2011. Převzato z www.chmi.cz

3.2 Odchyťová metoda

Metoda zpětného odchyťu značkovaných jedinců do živolovných pastí je metoda často používaná ke stanovení různých parametrů populace. Zpětným odchyťem lze zjistit např. velikost populace, její věkovou strukturu, míru přežívání, ale také velikost, využití nebo prostorovou distribuci domovského okrsku. Odchyťová metoda musí předcházet telemetrickému studiu, jako tomu bylo i v tomto případě.

V podvečerních hodinách před odchyťem byly k jednotlivým východům z nor na pozemku rozmístěny živolovné pasti (obr. 2). Tyto pasti fungují na principu nášlapného můstku. Sešlápnutím můstku uprostřed klece dojde k uvolnění pojistky a



Obr. 2 Živolovné pasti z mřížovaného plechu umístěné u východu z nory



Obr. 3 Nasazování vysílačky s obojkem (vlevo) a jedinec s vysílačkou (vpravo)

past se zavře. Rozměry této klece jsou $18 \times 40 \times 16$ cm. Jako návnada bylo použito zrní. Kontrola pastí proběhla vždy následující den ráno, aby chycení jedinci nebyli stresováni a příliš dlouho vystaveni slunci.

Křečci byli nejprve přemístěni z klece do uzavřené skleněné nádoby a pomocí hadříku napuštěného anestetikem byli narkotizováni. Takto uspaný jedinec byl identifikován podle podkožního čipu, byla zjištěna jeho hmotnost a délka těla, pohlaví a reprodukční kondice. Poprvé odchycení jedinci byli označeni čipem a vybraným jedincům byly nasazeny obojky s vysílačkami pro radiotelemetrické sledování (obr. 3). Po probuzení z narkózy se křečci vypustili u nory, u které byli chyceni.

3.3 Radiotelemetrie

Mezi nepřímé metody, při kterých nedochází k přímému kontaktu sledovaného zvířete a člověka, patří radiotelemetrie, která k lokalizaci jedince využívá rádiových vln. Jedinec má pomocí plastového obojku připevněnu vysílačku, která sestává z baterie, vysílače a prutové antény o délce asi 10 cm. Vysílač vysílá jednotlivé pulsy, čímž šetří baterii a nám umožňuje jeho odlišení od okolních zvuků. Každý vysílač je naladěn na jinou frekvenci, takže je možné od sebe rozlišit jednotlivé jedince. V našem případě se jednalo o frekvence mezi 150 a 152 MHz. Byly použity vysílačky TW-3 od britské firmy Biotrack, které váží 5 g a obsahují baterii typu 10-28 s životností 43 týdnů. Pro příjem signálu jsem používala přijímač RX-98 švédské firmy Televilt (obr. 4). Tyto přijímače poskytují možnost přesného naladění žádané



Obr. 4 Přijímač RX-98 (vlevo) a kompletní vybavení pro telemetrii (vpravo)

frekvence, jemného doladění a nastavení hlasitosti přijímaného signálu. Aktuální frekvence se zobrazuje na displeji. Přijímače jsou vybaveny reproduktorem, ale sílu signálu ukazují také pomocí diod, což je výhodné zejména při práci ve večerních a nočních hodinách. K určení směru přicházejícího signálu slouží směrová, tzv. Yagi anténa. U tohoto typu antén obecně platí, že čím více mají prvků, tím je lepší jejich směrovost. Já jsem používala čtyřprvkovou anténu rovněž od firmy Televilt. Tato anténa je vybavena rukojetí a její prvky se dají poskládat, takže je vhodná pro práci v terénu. K bližšímu dohledávání vysílačů pod zemí potom sloužila anténa typu ground-search od téže firmy.

Při odchycích během roku 2011 bylo vysílačkami označeno dohromady 7 křečků. Z důvodu vysoké mortality se konalo odchytů několik a dostatečné množství lokalizací se podařilo získat pro 4 jedince. První odchyt proběhl 10. 5. 2011. Vysílače byly nasazeny dvěma jedincům, přičemž oba tito křečci brzy nato uhynuli. Samec zřejmě z důvodu nemoci, protože v době odchytu měl tlusté přední končetiny, což bývá u drobných hlodavců příznakem některých onemocnění. Důvod smrti samice je neznámý, byla nalezena mrtvá vedle vchodu do své aktuálně využívané nory. Další odchyt tedy proběhl 31. 5. 2011, kdy byly vysílačky nasazeny dvěma samcům. Jeden z nich se ale během několika dnů ztratil a později se ukázalo, že se utopil v částečně nezakryté studni na pozemku. Další odchycený jedinec je dále označován jako křeček č. 1. Tomuto jedinci se jednou podařilo vysílačku si sundat, ale ihned při následující odchytové akci byl opět chycen, podle čipu identifikován a byla mu nasazena vysílačka nová a sběr dat mohl tedy pokračovat. 28. 6. 2011 dostali vysílačku křeček č. 4 a křeček č. 5, oba samci. Při odchytu 18. 8. 2011 byla vysílačkou označena ještě mladá samice, křeček č. 6. Vlastní měření probíhalo vždy

mezi 17:30 a 22:00, tedy v době největší aktivity křečka. V případě křečka č. 6, u něhož probíhalo měření až ve druhé polovině srpna a na začátku září, byla tato doba posunuta na 17:20 až 20:00. Intervaly mezi jednotlivými měřeními byly minimálně 15 minut. Kromě měření v době soumraku probíhalo u výše uvedených křečků také jejich průběžné vyhledávání během dopoledních nebo odpoledních hodin. Tím bylo zjištěno, kterou noru aktuálně využívají jako svoji domovskou noru. Denní měření probíhala také vždy po tom, co večerní měření odhalilo větší posun daného jedince od jeho původní nory.

K odhadu místa výskytu vysílačkou označeného jedince se používá tzv. triangulační metoda, založená na protínání úhlů ze směrů. Minimálně ze dvou, nejlépe však ze tří bodů s předem známými souřadnicemi je určen směr, ze kterého přichází nejsilnější signál. Pomocí buzoly je pak určen jeho azimut. Protnutím všech těchto úhlů získáme lokalizaci jedince, tedy tzv. fix. Nejpřesnější je, probíhají-li všechna měření současně, což bohužel v tomto případě nebylo možné. Pokud měření provádí pouze jedna osoba, může při jejím přemísťování mezi jednotlivými body dojít také k pohybu sledovaného jedince, což dělá lokalizaci nepřesnou.

3.4 Analýza telemetrických dat

3.4.1 Programové prostředky

Ke kvantitativnímu zpracování získaných dat slouží nejrůznější počítačové programy. V našem případě se jednalo o programy ArcView, LOAS a Biotas. Pro zaznamenání jednotlivých měření do tabulek a tvorbu grafů jsem využívala také MS Office, zejména Excel.

ArcView patří mezi geografické informační systémy (GIS) a je produktem společnosti Esri, Inc. Umožňuje prezentaci dat pomocí mapových výstupů, grafů nebo tabulek, a dokáže pracovat s formáty jako je .BMP, .DBF, .DFN, .DGN, .INFO, .SHP a další. ArcView GIS obsahuje základní balík, který je možné rozšířit ještě o další extenze (Zifčák 2005). Tento program jsem využívala zejména pro práci s mapovými podklady, zobrazování jednotlivých lokalizací a především při tvorbě aktualizované mapy plodin na pozemcích v areálu v Olomouci-Holici a analýze využívání plodin.

Program LOAS (Location Of A Signal) slouží ke zpracování telemetrických dat. Data se vkládají ve formě tabulky, která obsahuje skupiny jednotlivých měření,

jejich azimuty a souřadnice stanovišť, z nichž byl jedinec zaměřen. Z těchto údajů program vypočítá odhad lokalizace jedince a vytvoří chybové polygony (v případě biangulace) nebo chybové elipsy (při použití více směrů). LOAS také nabízí možnost vyhodnotit další charakteristiky výsledných lokalizací, např. plochu chybové elipsy, vzdálenost místa měření a odhadnuté lokalizace, varianci a kovarianci x a y (Zifčák 2005).

Biotas je statistický program a GIS vytvořený pro účely zpracování ekologických dat a zejména pak pro analýzu prostorových dat. Jeho funkce zahrnují různé odhady domovských okrsků, využití území a preferenci potravy, pohyb daných jedinců apod. Program umožňuje i statistické testování. Navazuje tak na program LOAS.

3.4.2 Lokalizace

Odhad jednotlivých lokalizací se dá zjistit různými způsoby podle počtu měření ve skupinách. Pro výpočet lokalizace dané dvěma směry se používá např. metoda nejlepší biangulace (best triangulation), která v případě více měření výsledek počítá z těch, které mezi sebou svírají úhel co nejbližší 90° . V případě měření ze tří směrů se nejčastěji používá metoda odhadu maximální věrohodnosti (maximum likelihood estimator). Tato metoda hledá minimální úhlovou chybu zjištěných měření a odhadnuté lokalizace. Zjišťuje tedy nejpravděpodobnější odhad lokalizace (Zifčák 2005). Dalšími metodami jsou např. aritmetický průměr, geometrický průměr nebo harmonický průměr.

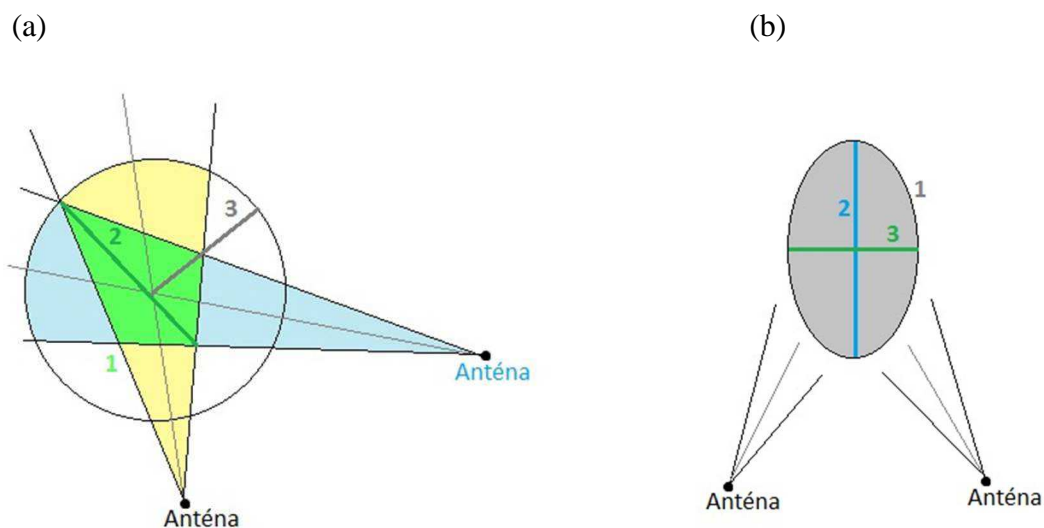
Lokalizace získané pro tuto studii byly měřeny nejčastěji ze tří směrů. Tyto byly vypočítány metodou odhadu maximální věrohodnosti. Zbývající lokalizace měřené ze dvou směrů byly dopočítány podle metody aritmetického průměru. Přesnost lokalizace závisí na přesnosti samotných měření a také na vlastnostech telemetrického zařízení (Nams a Boutin 1991). Je zřejmé, že pokud studii provádí pouze jedna osoba, není možné, aby byla všechna měření pro jeden fix provedena současně. Je velká pravděpodobnost, že při přesunu mezi jednotlivými stanovišti dojde také k pohybu sledovaného jedince a získaná lokalizace tak bude nepřesná. Tato chyba roste s časovou prodlevou mezi měřeními jednoho fixu, ale také s rychlostí pohybu sledovaného jedince. Je proto vhodné časovou prodlevu mezi měřeními minimalizovat (Schmutz a White 1990). Velikost této chyby nám

poskytuje informace o přesnosti získaných dat. Saltz a White (1990) uvádějí, že u lokalizací založených na triangulaci lze chyby měřit plošnými nebo délkovými metodami. Plošné znázorňují plochu kolem odhadovaného bodu lokalizace, která s danou pravděpodobností pokrývá skutečnou polohu vysílače. Délkové odhadují vzdálenost, která je s danou pravděpodobností větší nebo rovna Euklidovské vzdálenosti (ED) mezi odhadnutými (\hat{x} , \hat{y}) a skutečnými (x , y) lokalizacemi, tedy $ED = \sqrt{[(\hat{x} - x)^2 + (\hat{y} - y)^2]}$. V případě, že se zabýváme především využíváním území, jsou lepší plošné odhady, protože poskytují pravděpodobnost, s jakou se jedinec vyskytuje v určité plošce. Délkové odhady jsou zase lepší při sledování pohybu, rychlosti, vzdálenosti přemístění nebo velikosti domovského okrsku (Saltz a White 1990).

Pro odhad přesnosti lokalizací a velikosti chyb se používá několik metod. Podle metody *ad hoc* se lokalizace nachází někde uprostřed průsečíku několika směrů. Čím blíže se tyto azimuty protnou, tím se má za to, že je odhad přesnější. Tato metoda se v literatuře uvádí jen zřídka, ale je často používána pro hrubý odhad a vyloučení příliš nepřesných triangulací. Z výše uvedeného ale vyplývá, že se jedná o metodu silně subjektivní (Nams a Boutin 1991).

Metodu chybových polygonů představili poprvé Heezen a Tester (1967). Chybový polygon představuje průsečík oblouků, vytvořených konfidenčními intervaly dvou azimutů. Neexistuje přesná definice, ale mnoho biologů považuje za lokalizaci geometrický střed polygonu (Nams a Boutin 1991). Chyby jsou způsobeny kromě nepřesnosti vlastního měření i nepřesností telemetrického zařízení. Signál vysílače je registrován anténou stejně v rozsahu více úhlových stupňů, čímž vzniká standardní odchylka antény, tedy chybový oblouk. Opakovaným zaměřením signálu z místa se známou polohou se vypočítá hranice spolehlivosti a odvodí se 95% pravděpodobnost chybového oblouku. Chybový oblouk pak představuje zjištěný úhel ± 2 standardní odchylky. Velikost a tvar chybového polygonu je funkcí vzdálenosti mezi místem pozorování, vnitřního úhlu protnutých měření a chybového oblouku (Saltz a Alkon 1985). Podle Saltz a White (1990) poskytuje metoda chybového polygonu tyto způsoby odhadu chyby lokalizace (obr. 5a):

- podle plochy chybového polygonu
- podle velikosti nejdelší diagonály chybového polygonu, což je největší vzdálenost mezi dvěma vrcholy v chybovém polygonu



Obr. 5 (a) Chybový polygon: 1 – plocha chybového polygonu, 2 – nejdelší diagonála chybového polygonu, 3 – poloměr chybového polygonu. (b) Chybová elipsa: 1 – plocha konfidenční elipsy, 2 – hlavní osa konfidenční elipsy, 3 – vedlejší osa konfidenční elipsy (podle Saltz a White 1990)

- podle poloměru chybového polygonu, tedy vzdálenosti odhadnuté lokalizace a nejbližšího vrcholu polygonu
- podle průměrné hodnoty poloměrů chybového polygonu, tedy průměr všech čtyř vzdáleností mezi odhadnutou lokalizací a jednotlivými vrcholy.

Třetí metodou je chybový trojúhelník. Polygon je v tomto případě určen pouze body, ve kterých se azimuty protínají. Pracuje tedy pouze se třemi směry a neexistuje žádný doporučený způsob odhadu pravděpodobnosti přesné lokalizace v rámci vzniklého trojúhelníku (Nams a Boutin 1991).

Poslední metoda využívá odhad maximální věrohodnosti. Přestože je odhad maximální věrohodnosti složitější a dá se provádět pouze pomocí počítače, má tato metoda mnoho výhod, např. není tolik citlivá k odlehlým hodnotám, způsobeným odrazem signálu apod. Odhaduje chybu z každé skupiny měření. Pokud je chyba konstantní v čase a studovaném prostoru, je možné využít odhady z předchozích triangulací a použít pouze dva azimuty (Nams a Boutin 1991). Metoda, která používá odhad maximální věrohodnosti, je metoda chybové elipsy (obr. 5b). Velikost chyby odhaduje pomocí:

- plochy konfidenční elipsy
- hlavní osy konfidenční elipsy
- vedlejší osy konfidenční elipsy

- průměrné hodnoty délky obou os (Saltz a White 1990).

3.4.3 Velikost a analýza domovského okrsku

Domovský okrsek (home range) představuje území, které daný jedinec využívá během své normální aktivity k získávání potravy, párování a výchově mláďat (Burt 1943). Worton (1995) definuje domovský okrsek jako území, ve kterém se zvíře vyskytuje s určitou pravděpodobností, např. 95%. Velikost domovského okrsku závisí na roční době, pohlaví jedince, jeho velikosti, věku apod. K analýze tvaru, vnitřního uspořádání a velikosti domovského okrsku slouží řada metod. Harris et al. (1990) rozděluje tyto metody na statistické (pravděpodobnostní) a nestatistické. Statistické metody vyžadují nezávislost dat a větší počet lokalizací a patří mezi ně např. metoda konfidenční elipsy, harmonického průměru, jádrového vyhlazení (kernel home range) nebo shlukové analýzy. Nestatistické metody jsou oproti tomu robustní k počtu lokalizací i k jejich distribuci a patří sem metoda buněčných sítí a minimálních konvexních polygonů. V diplomové práci jsem k odhadu velikosti domovského okrsku použila více metod: (1) metodu minimálních konvexních polygonů, (2) konfidenční elipsy, (3) harmonického průměru a (4) metodu kernelového odhadu. Naposledy zmíněná metoda je také v literatuře nejčastěji používaná, hodí se proto k následnému porovnání dat s jinými studiemi.

Metoda minimálních konvexních polygonů (minimum convex polygon method, MCP) představuje jednu z nejjednodušších a nejpoužívanějších metod. Domovský okrsek vznikne propojením okrajových lokalizací. Tato metoda umožňuje snadné srovnání mezi různými studiemi a nevyžaduje příliš velký počet fixů. Její nevýhodou ale je, že celková velikost domovského okrsku může být ovlivněna odlehlými hodnotami. Může se tak stát, že odhadnutá plocha bude zahrnovat i místa, kde se jedinec ve skutečnosti nevyskytoval (Harris et al. 1990). Dá se tomu částečně zabránit výběrem $x\%$ nejbližších bodů k aritmetickému nebo geometrickému průměru všech koordinát x a y . Ostatní odlehlé hodnoty se odstraní (Zifčák 2005).

Metoda konfidenční elipsy (confidence ellipse, metoda Jennricha–Turnera) představuje kruhovou nebo elipsovitou pravděpodobnost výskytu daného jedince a předpokládá nezávislost lokalizací. Výpočtem aritmetického průměru bodů na hranici domovského okrsku je zjištěno jediné centrum aktivity. To může být ovlivněno odlehlými hodnotami, čímž se posune mimo skutečnou pozici (Dixon a

Chapman 1980). Tato metoda je schopna spočítat pravděpodobnostní elipsu, její maximální a minimální dosah, souřadnice středu nebo úhel jejího natočení (Böhmer 2003).

Metoda harmonického průměru (harmonic mean) na rozdíl od metody konfidenční elipsy počítá jedno i více center aktivity (Dixon a Chapman 1980). Plocha s lokalizacemi je překryta pravidelnou sítí. Podle počtu fixů a jejich vzdálenosti je pak vypočtena hodnota průsečíků síťových buněk. Stejně hodnoty jsou propojeny izoliniemi, které ohraničují procentuální využití daného území (Zifčák 2005). Kenward (1987) uvádí jako nevýhodu této metody obtížnost porovnávání jednotlivých studií, jelikož různé programy mohou používat jiný způsob výpočtu nebo jinou velikost buněk sítě. Metoda může také do domovského okrsku zahrnout místa, kde se jedinec ve skutečnosti nevyskytoval.

Metoda kernelového odhadu (kernel estimation) využívá jemnou mřížku a rozdělení pravděpodobnosti výskytu podle lokalizací. Často se používá k odhadu velikosti domovského okrsku, i když se ví málo o vlastnostech této metody. Domovský okrsek je v tomto případě určen pomocí metody nejmenších čtverců, která představuje funkci hustoty pravděpodobnosti. Vyhlazená hodnota v daném bodě se počítá jako vážený průměr hodnot okolních bodů. Váhy v těchto bodech se odvozují od rozdělení pravděpodobnosti se středem v daném bodě (Worton 1995). Výpočet má i volitelné parametry, jako jsou šířka pásma vyhlazení (tedy rozpětí kernelu, určující míru vyhlazení dané plochy), odhad hustoty utilizační distribuce, typ ohraničení hustoty pravděpodobností nebo rozlišení sítě (Zifčák 2005).

Příloha A ukazuje domovský okrsek jedince 1 vypočítaný metodou minimálních konvexních polygonů, domovský okrsek jedince 4 metodou harmonického průměru, domovský okrsek jedince 5 metodou jádrového vyhlazení a domovský okrsek jedince 6 metodou konfidenční elipsy.

3.4.4 Preference plodin

Mapa plodin byla vytvořena pomocí programu ArcView GIS. V této mapě lze rozlišit jednotlivé plodiny a zjistit rozlohy polí. Domovské okrsky, získané prostřednictvím programu Biotas, byly exportovány do mapových vrstev. Překrytím domovských okrsků a mapy plodin jsem získala nové vrstvy, zobrazující plochy domovských okrsků rozdělené na části podle plodin. V nich je opět možné zjistit

typy plodin a jejich rozlohu, a tedy i procentuální zastoupení těchto plodin v rámci domovského okrsku daného jedince.

3.4.5 Mortalita

Ze získaných dat o délce přežívání 7 sledovaných křečků jsem sestrojila křivku přežívání pomocí krokové funkce Kaplana a Meiera za pomoci balíku survival v programu R (R Development Core Team 2010). Okamžitá míra mortality d na den byla odhadnuta jako směrnice lineárního regresního modelu, v němž byl logaritmus počtu přežívajících jedinců závisle proměnnou a čas do úhynu ve dnech nezávisle proměnnou. Měsíční pravděpodobnost přežívání jsem vypočítala podle vzorce

$$p_{30} = e^{-d \times 30}$$

kde 30 je počet dnů v měsíci.

4 Výsledky

4.1 Velikost domovského okrsku

Radiotelemetrické sledování probíhalo nejdéle u křečka 1, pro kterého bylo získáno nejvíce fixů (tab. 1). Začátek sledování proběhl ještě u dalších tří jedinců, kteří ale z různých příčin uhynuli a množství dat potřebné k odhadu velikosti domovského okrsku se nepodařilo získat.

Odhadnutá velikost domovského okrsku se liší podle použité metody. Velikost využívaného území je menší u samic než u samců (např. Kupfernagel 2007). V této studii byla sledována pouze 1 samice (křeček 6), zbylí 3 jedinci byli všichni samci (tab. 2). Zjištěná velikost domovského okrsku u samců se pohybuje v rozmezí 1,82–3,83 ha podle metody minimálních konvexních polygonů s 95% pravděpodobností výskytu zvířete. V případě samice je to pouze 0,27 ha. Metoda jádrového vyhlazení udává hodnoty 2,47–3,68 ha pro samce a 0,37 ha pro samici. Zbývající dvě metody zahrnují do domovského okrsku podstatně větší území. Podle metody harmonického průměru jsou domovské okrsky samců velké 3,37–14,54 ha a domovský okrsek samice 1,41 ha. Metoda konfidenční elipsy zase velikosti odhaduje na 3,69–12,34 ha pro samce a 0,48 ha pro samici.

Oblast s 50% pravděpodobností výskytu neboli centrum aktivity je podle metody minimálních konvexních polygonů 0,36–0,72 ha u samců a 0,04 ha u samice. Metodou jádrového vyhlazení je to 0,32–0,67 ha u samců a 0,07 ha u samice, metodou harmonického průměru 0,56–0,66 ha u samců a 0,06 ha u samice a metodou konfidenční elipsy 0,85–2,85 ha pro samce a 0,11 pro samici.

Tabulka 1 Identifikační čísla sledovaných jedinců a počet získaných měření

Jedinec	Pohlaví	Číslo čipu	Počet fixů
1	♂	972000010029907	81
4	♂	972000010028593	49
5	♂	972000010016220	75
6	♀	972000010017307	58

Tabulka 2 Velikost domovského okrsku v m². Použité zkratky: HM – metoda harmonického průměru, CE – metoda konfidenční elipsy, KHR – metoda jádrového vyhlazení, MCP – metoda minimálních konvexních polygonů. Číslo vyjadřuje procentuální pravděpodobnost výskytu jedince (50%, 75%, 95%)

Metoda	1 ♂	4 ♂	5 ♂	6 ♀
HM50	6047,61	5605,58	6614,64	588,21
HM75	23796,07	13614,93	13211,23	1451,61
HM95	145409,35	44375,41	33722,43	14111,17
CE50	28554,79	8528,61	10351,69	1105,46
CE75	57109,79	17057,28	20703,46	2210,93
CE95	123412,05	36860,13	44739,39	4777,73
KHR50	3180,41	4374,78	6738,82	688,62
KHR75	7156,69	10018,90	16517,10	1541,59
KHR95	32992,48	24721,41	36788,36	3684,15
MCP50	7179,75	3583,93	5318,35	374,91
MCP95	38297,38	22276,03	18222,45	2748,99

Plocha domovského okrsku závisí také na množství nasbíraných dat. Se zvyšujícím se počtem fixů se mění tvar plochy domovského okrsku. To lze graficky znázornit pomocí křivky dat a plochy (data area curve). V okamžiku, kdy se křivka přiblíží asymptotě, domovský okrsek daného jedince se již nezvětšuje. Křivky dat a

Tabulka 3 Plodiny na lokalitě

Využití plochy	Rozloha (m ²)
Kompost	2395,4
Léčivky	10470,1
Nízká tráva č. 1	1385,8
Nízká tráva č. 2	2329,3
Nízká tráva č. 3	12552,1
Okrasné květiny	7447,2
Plevele, později oraná plocha	29040,5
Plocha bez vegetace č. 1	12434,0
Plocha bez vegetace č. 2	12191,6
Vikev č. 1	9946,8
Vikev č. 2	2042,9
Vojtěška č. 1	8876,1
Vojtěška č. 2	14529,6
Vojtěška č. 3	5036,7
Zelenina	32368,1

Tabulka 4 Procentuální zastoupení plodin v domovském okrsku jedince 1

Plodiny	% MCP95	% MCP50	% KHR95	% KHR50
Kompost	0,00	0,00	0,00	0,00
Léčivky	0,00	0,00	0,00	0,00
Nízká tráva	2,60	0,00	3,31	0,00
Okrasné květiny	0,00	0,00	0,15	0,00
Plevele, později oraná plocha	0,00	0,00	2,46	0,00
Plocha bez vegetace	29,14	2,79	11,71	0,00
Vikev	10,97	0,00	11,54	0,00
Vojtěška	55,43	97,21	67,21	100,00
Zelenina	1,86	0,00	3,62	0,00

plochy vypočítané programem Biotas jsou uvedeny v příloze B. Podle plochy zjištěné metodou minimálních konvexních polygonů byly domovské okrsky již

Tabulka 5 Procentuální zastoupení plodin v domovském okrsku jedince 4

Plodiny	% MCP95	% MCP50	% KHR95	% KHR50
Kompost	0,00	0,00	0,00	0,00
Léčivky	0,00	0,00	0,00	0,00
Nízká tráva	0,00	0,00	1,54	0,00
Okrasné květiny	0,00	0,00	0,00	0,00
Plevele, později oraná plocha	81,66	63,64	70,85	49,73
Plocha bez vegetace	0,00	0,00	4,64	0,00
Vikev	0,00	0,00	0,00	0,00
Vojtěška	18,34	36,36	22,97	50,27
Zelenina	0,00	0,00	0,00	0,00

relativně stabilizované. V příloze jsou uvedeny také grafy pro metodu harmonického průměru.

4.2 Plodiny

V roce 2011 obsahovala sledovaná plocha pole s léčivkami, okrasnými rostlinami, vikví, zeleninou, nízkou trávou, pole ponechané bez vegetace, pole porostlé na začátku sezóny plevelnými rostlinami a následně zorané, dále plochu pro kompost a celkem tři pole s vojtěškou (obr. 6). Rozlohy jednotlivých ploch ukazuje tab. 3.



Obr. 6 Rozmístění plodin na lokalitě v Olomouci-Holici v roce 2011

Tabulky 4, 5, 6 a 7 ukazují procentuální zastoupení jednotlivých plodin v domovských okrscích stanovených různými metodami. V rámci 95% domovského okrsku stanoveného metodou minimálních konvexních polygonů (MCP) tvořila u jedince č. 1 vojtěška 55,43 %, plocha bez vegetace 29,14 % a vikev 10,97 %. Nepatrnou část tvořila nízká tráva a zelenina. Výsledky metody kernelového odhadu (kernel home range, KHR) jsou podobné. Vojtěška tvořila 67,21 % plochy domovského okrsku, bez vegetace bylo 11,71 % a vikev tvořila 11,54 %. Z výše uvedeného vyplývá, že přes polovinu plochy domovského okrsku tohoto jedince tvořila vojtěška. Zaměříme-li se na 50% domovský okrsek, tedy centrum aktivity, pak v případě metody MCP tvořila vojtěška 97,21 % a v případě metody KHR dokonce celých 100 %.

Domovský okrsek (95%) jedince 4 se nacházel podle metody MCP z 81,66 % na ploše s plevelely a zoranou půdou a z 18,34 % ve vojtěšce. Metodou KHR to bylo ze 70,85 % na ploše s plevelely a zoranou půdou, z 22,97 % ve vojtěšce a méně také v nízké trávě a na ploše bez vegetace. Domovský okrsek (50%) tohoto křečka byl podle MCP tvořen z 63,64 % plochou s plevelely a zoranou půdou a 36,36 % vojtěškou. Podle KHR byla plocha s plevelely a plocha s vojtěškou zhruba stejně velké.

V domovském okrsku křečka 5 také převládala vojtěška. V 95% domovském okrsku podle MCP tvořila vojtěška 65,03 %, vikev 33,71 % a méně kompost a nízká tráva. Podle KHR tvořila vojtěška 54,20 %, vikev 29,62 % a méně kompost, léčivky,

Tabulka 6 Procentuální zastoupení plodin v domovském okrsku jedince 5

Plodiny	% MCP95	% MCP50	% KHR95	% KHR50
Kompost	1,20	0,00	6,78	0,00
Léčivky	0,00	0,00	1,60	0,00
Nízká tráva	0,06	0,00	1,54	0,00
Okrasné květiny	0,00	0,00	5,11	0,00
Plevele, později oraná plocha	0,00	0,00	0,00	0,00
Plocha bez vegetace	0,00	0,00	0,78	0,00
Vikev	33,71	15,08	29,62	5,46
Vojtěška	65,03	84,92	54,20	94,54
Zelenina	0,00	0,00	0,37	0,00

okrasné květiny, nízká tráva, zelenina a také plocha bez vegetace. Vojtěška tvořila z větší části také domovský okrsek s 50% pravděpodobností výskytu spočítaný oběma metodami. Samice 6, tedy jediná sledovaná samice, se po celou dobu pohybovala pouze ve vojtěškovém poli.

Tabulka 7 Procentuální zastoupení plodin v domovském okrsku jedince 6

Plodiny	% MCP95	% MCP50	% KHR95	% KHR50
Kompost	0,00	0,00	0,00	0,00
Léčivky	0,00	0,00	0,00	0,00
Nízká tráva	0,06	0,00	0,00	0,00
Okrasné květiny	0,00	0,00	0,00	0,00
Plevele, později oraná plocha	0,00	0,00	2,50	0,00
Plocha bez vegetace	0,00	0,00	0,00	0,00
Vikev	0,00	0,00	0,00	0,00
Vojtěška	100,00	100,00	97,50	100,00
Zelenina	0,00	0,00	0,00	0,00

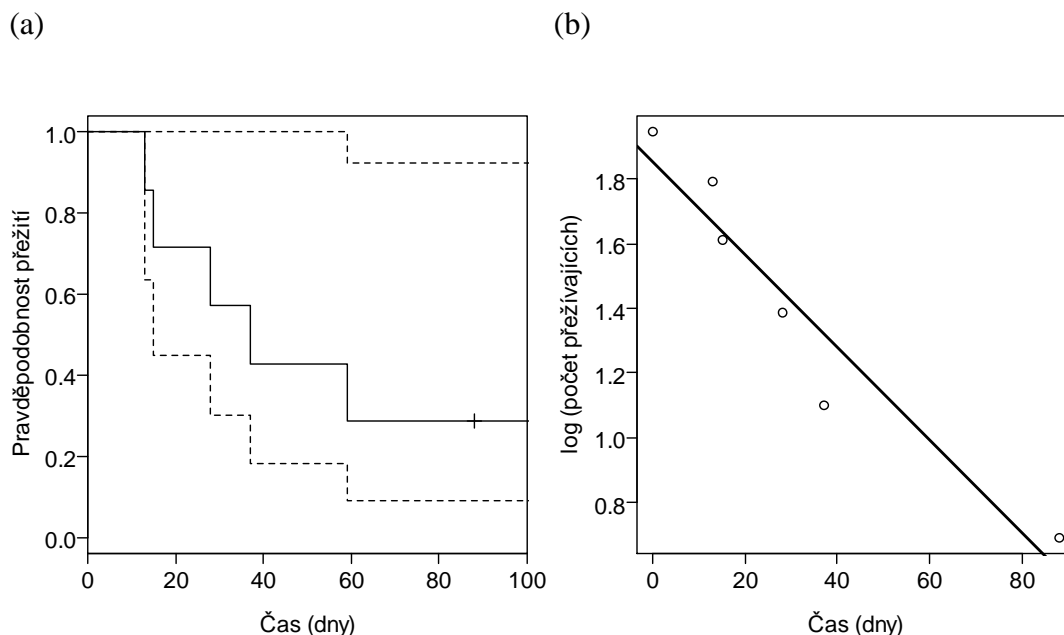
4.3 Mortalita

Celkem bylo vysílačkami označeno 7 jedinců. Pouze u jednoho z nich (křeček č. 5) došlo na konci sezóny k opětovnému odchytení a odstranění vysílačky. Všichni ostatní jedinci byli v průběhu sledování dohledáni mrtví. Příčiny mortality byly různé (tab. 8). V případě křečka 7 se pravděpodobně jednalo o úhyn v důsledku nemoci, čemuž nasvědčovaly ztlustlé obě přední končetiny už v době odchyty. U samice 2 se příčinu smrti nepodařilo zjistit. Tato samice byla nalezena mrtvá vedle své nory. Křeček 3 byl dohledán utopený ve studni v zadní části lokality. Tato špatně zakrytá studna byla v jedné rovině s okolním terénem a křeček do ní spadl. Vzhledem k tomu, že signál vysílačky byl uzavřený betonovými skružemi, povedlo se ho dohledat až po delší době. Vysílač ale vysílal bez problémů i z vody. Po zajištění vysílačky byla studna provizorně zakryta a uzavřena, aby k podobným nehodám již nemohlo dojít. V případě jedinců 1, 4 a 6 byla jako příčina smrti určena predace, pravděpodobně lasicovitými šelmami.

Graf na obr. 7 znázorňuje křivku přežívání. Z celkového počtu 7 křečků jich bylo v průběhu sledování 6 nalezeno mrtvých. Doba, po kterou byl daný jedinec až po jeho úhyn sledován a počet přežívajících jedinců vytváří graf, který naznačuje přibližně exponenciální průběh.

Tabulka 8 Mortalita radiotelemetricky sledovaných jedinců křečka polního v průběhu studia

Jedinec	Číslo čipu	Datum odchyty	Datum nálezu	Délka sledování (dny)	Příčina mortality
1 ♂	972000010029907	31.5.2011	15.9.2011	107	predace
2 ♀	972000010016734	10.5.2011	16.6.2011	37	?
3 ♂	972000010019383	31.5.2011	13.6.2011	13	utonutí
4 ♂	972000010028593	28.6.2011	26.7.2011	28	predace
6 ♀	972000010017307	18.8.2011	15.9.2011	28	predace
7 ♂	972000010028204	10.5.2011	25.5.2011	15	nemoc

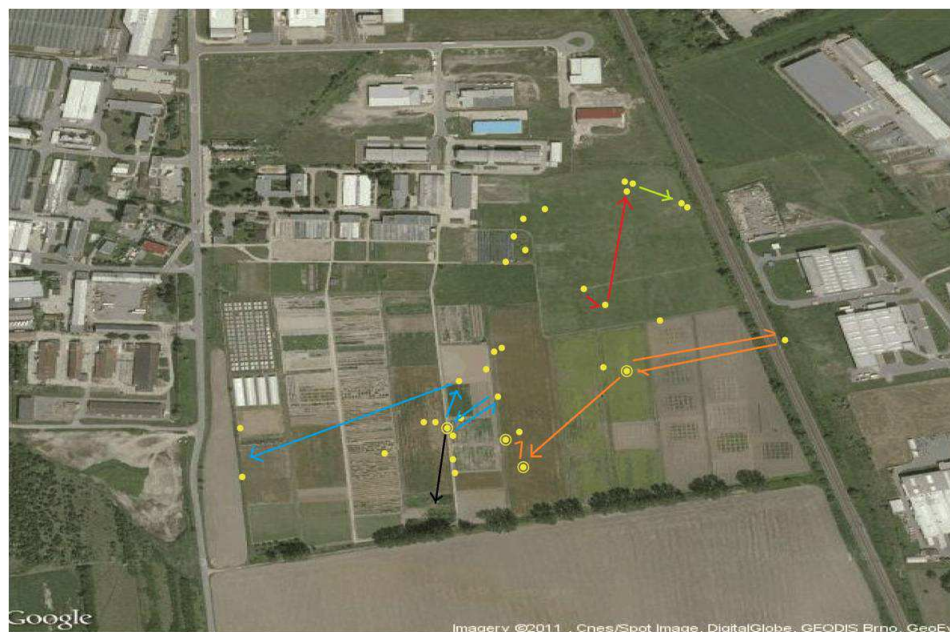


Obr. 7 Kroková křivka přežívání (a) sestřená podle Kaplan a Meiera pro křečky opatřené vysílačkami. Exponenciální pokles naznačuje, že jde o konstantní proces mortality, jak dokazuje také lineární závislost logaritmu počtu přežívajících jedinců na čase (b).

Křivka přežívání sestřená podle krokové funkce Kaplan a Meiera (obr. 7) naznačuje exponenciální pokles v počtu přežívajících jedinců, což je potvrzeno lineární závislostí logaritmu počtu přežívajících jedinců na čase sledování. To svědčí o konstantní okamžité míře mortality, která byla odhadnuta na $0,0143 \text{ den}^{-1}$ (95% CI 0,0203–0,0083). Z tohoto údaje lze odvodit měsíční pravděpodobnost přežívání $p_{30} = 0,651$. To je velmi nízká hodnota, při níž by 1 rok přežilo méně než 1 % jedinců.

4.4 Denní využívání nor

Z denního telemetrického sledování vyplývá, že křečci využívají větší počet norových systémů. Pozorovaní jedinci využívali po dobu výzkumu 2 až 4 domovské nory. Střídání těchto nor mělo spíše charakter postupného přemísťování jedinců než střídání s pravidelnými návraty do původních nor (obr. 8). Současně prováděnými metodami zpětného odchyty a automatické registrace jedinců na lokalitě bylo zjištěno, že např. po odstěhování křečka 5 byla ihned jeho původní nora obsazena jiným jedincem (Bendová, personální sdělení). Také z průběhu celého výzkumu v roce 2011 je zřejmé, že každý křeček v rámci svého domovského okrsku využíval



Obr. 8 Rozmístění norových systémů na lokalitě v roce 2011. Šipky naznačují přesuny jednotlivých křečků mezi svými domovskými norami. Oranžová – křeček 1, černá – křeček 2, červená – křeček 4, modrá – křeček 5, žlutá – křeček 6

alespoň jednu noru, kterou v jiném čase využíval jiný křeček. Jedinci si tedy domovské nory mezi sebou střídají.

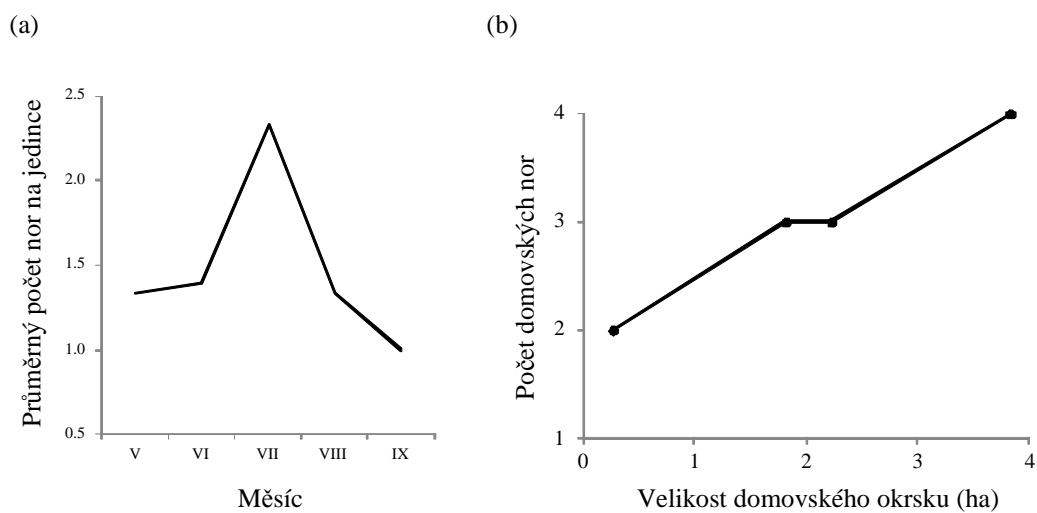
Rozdělením počtu využívaných norových systémů do jednotlivých měsíců od května do září (tab. 9) jsem došla k tomu, že největší počet nor křečci využívali v červenci. Také po vypočítání průměrného počtu nor na jedince v jednotlivých měsících je patrné, že střídání nor probíhalo nejvíce v červenci (obr. 9a).

Pro 4 jedince byly různými metodami vypočítány velikosti jejich domovských okrsků. V literatuře je nejčastěji uváděná metoda minimálních konvexních polygonů s 95% pravděpodobností výskytu jedince. Touto metodou byly domovské okrsky spočítány na 3,83 ha, 2,23 ha, 1,82 ha a 0,27 ha. V rámci svého

Tabulka 9 Počet domovských nor za celou dobu sledování a v jednotlivých měsících

Jedinec	Celkový počet nor	Počet nor				
		v květnu	v červnu	v červenci	v srpnu	v září
1 ♂	4	1	2	2	2	-
2 ♀	2	2	1	-	-	-
3 ♂	1	1	1	-	-	-
4 ♂	3	-	1	3	-	-
5 ♂	4	-	2	2	1	1
6 ♀	2	-	-	-	1	1

domovského okrsku tito jedinci využívali 4, 3, 3 a 2 nory. Můžeme tedy říci, že s rostoucí velikostí domovského okrsku roste i počet využívaných norových systémů (obr. 9b).



Obr. 9 (a) Průměrný počet nor v jednotlivých měsících. (b) Počet domovských nor v závislosti na velikosti domovského okrsku.

5 Diskuse

Vzhledem k poklesu početnosti křečka polního v nedávné době vzrostl zájem o výzkum jeho prostorového chování a demografie. Značná část našich znalostí pochází ze studia křečků v zajetí, je proto důležité věnovat pozornost i procesům v přírodních populacích. V předložené diplomové práci jsem se pomocí radiotelemetrické metody zabývala odhady domovských okrsků, mortalitou, preferencemi plodin a využíváním nor v průběhu dne. Zjistila jsem, že velikost domovského okrsku u samců se pohybuje kolem 2 až 4 ha. Dále jsem ve studované populaci zjistila vysoký predační tlak s velmi nízkým přežíváním, preferenci křečků pro vojtěšku a vysokou flexibilitu ve využívání nor v průběhu dne.

Radiotelemetrickým sledováním 4 jedinců jsem zjistila relativně velké domovské okrsky u samců. Pro analýzu domovského okrsku musí být zajištěn dostatečný počet lokalizací. Červinková (2011) uvádí, že je potřeba naměřit zhruba 80 fixů, přičemž ale záleží také na individuální aktivitě. Mně se podařilo získat u jednotlivých křečků 81, 49, 75 a 58 fixů. Podle datových křivek se to většinou ukazuje jako dostatečný počet. Sledování bylo zpočátku ztíženo především vysokou mortalitou označených jedinců. Odchyťových akcí proto během sezóny proběhlo několik. Celý terénní výzkum jsem prováděla sama, docházelo tedy k určitým časovým prodlevám při přemísťování mezi jednotlivými stanovišti měření. Tyto časové prodlevy jsem se však snažila udržet co nejmenší, aby se snížila pravděpodobnost, že se přesune také zaměřovaný jedinec. Naměřená data byla zpracována v programu LOAS, čímž se získaly souřadnice jednotlivých lokalizací. Tyto lokalizace byly pro zaměření ze tří směrů vypočítány metodou odhadu maximální věrohodnosti. V případě, že se jedince nepodařilo zaměřit ze tří směrů, ale pouze ze dvou, byla lokalizace vypočítána metodou aritmetického průměru. Pomocí programu Biotas byly zjištěny odhady velikosti domovských okrsků několika různými způsoby a program ArcView pak umožnil vše vynést do mapových vrstev.

Nejčastěji používanými metodami určení velikosti domovského okrsku jsou metoda harmonického průměru, konfidenční elipsy, jádrového vyhlazení a minimálních konvexních polygonů. Tyto metody jsou použity také ve studiích prováděných na stejné lokalitě v předchozích letech. Poslední zmíněná metoda, metoda minimálních konvexních polygonů, je navíc často používaná také

zahraničními autory, zabývajícími se domovskými okrsky. Kayser (2001) uvádí jako domovský okrsek s 95% pravděpodobností výskytu jedince 1,85 ha pro samce a 0,22 ha pro samice. Uvedené hodnoty jsou mediánem. Podle Kupfernagel (2003) je 95% domovský okrsek samce velký 0,33–4,12 ha a samice 0,01–0,57 ha. Tatáž autorka uvádí v roce 2007 95% hodnoty 3 ha pro samce a 0,35 ha pro samice a v roce 2008 jako 100% domovský okrsek 1,66–2,48 ha pro samce a 0,22–0,44 ha pro samice. Podle Losinger (2002) je domovský okrsek samce velký 2,978 ha a u samice je to 0,55 ha. Hodnoty, které jsem naměřila, jsou 1,82–3,83 ha pro samce a 0,27 ha pro samici a nejlépe tak odpovídají studii Kupfernagel z roku 2003. Velikosti domovských okrsků zjišťované v uplynulých letech přímo na lokalitě v Olomouci-Holici jsou nižší oproti současným velikostem, především u samců. Např. největší hodnota stanovená metodou minimálních konvexních polygonů s 95% pravděpodobností výskytu od Zifčáka (2005) je 0,27 ha u samců a 0,08 ha u samic. Červinková (2008) uvádí jako největší hodnotu 0,58 ha u samců a 0,25 ha u samic. Tyto odhady ovšem mohou být podhodnocené z důvodu nízkého počtu lokalizací, proto Červinková (2011) provedla následující měření s 80 lokalizacemi a velikosti domovských okrsků potom byly 1,85 ha pro samce a 0,27 ha pro samice. Nynější domovské okrsky jsou však ještě větší. To může být způsobeno nižší populační hustotou na lokalitě. Pro nízké hodnoty u křečka 6 existuje více možných vysvětlení. Tento jedinec byla samice a ty mají obecně menší domovský okrsek než samci. Byla narozená ještě v tomtéž roce a její sledování probíhalo až v srpnu a na začátku září. V té době se vyskytovala pouze ve vojtěškovém poli, které bylo ze stran obklopeno pouze zoraným polem. Vojtěška poskytovala úkryt i potravu a samice tedy neměla důvod se vzdalovat. Je proto možné, že hodnoty u samice 6 jsou nízké nejen z důvodu pohlaví, ale také z důvodu relativně pozdního období měření.

Ze zastoupení plodin na území domovského okrsku jasně vyplývá preference vojtěšky. Jedinec 1 měl ve vojtěšce více než polovinu svého domovského okrsku, ale ve větší míře využíval také plochu bez vegetace a vikev. Jedinec 4 preferoval sice plochu s plevely, která se později poorala, ale zhruba 20 % jeho domovského okrsku tvořila také vojtěška. Křeček 5 měl taktéž přes polovinu svého domovského okrsku ve vojtěšce a poměrně hojně navštěvoval i vikev. Jak již bylo uvedeno, samice 6 se pohybovala pouze ve vojtěšce. Preference této plodiny je tedy zřejmá. Dolínková (2010) uvádí ze stejné lokality značné rozdíly v potravní preferenci mezi

sledovanými jedinci. Jednoznačnou preferenci pozorovala pouze u tří jedinců a jednalo se o vysokou travu, obilniny a také vojtěšku. I ve světové literatuře se vojtěška uvádí jako křečkem preferovaná plodina (např. Losinger 2002). Kromě vojtěšky jsou u křečka polního oblíbené také obilniny (Stubbe et al. 1997, Losinger a Pöter 2008). Ty se však na lokalitě v Olomouci-Holici v roce 2011 vůbec nepěstovaly.

V průběhu sledování bylo celkem 6 křečků nalezeno mrtvých. Pouze u jednoho, křečka 5, došlo na podzim k opětovnému odchycení a byla mu sundána vysílačka. Jeden jedinec měl v době odchytu ztlustlé přední končetiny, což je příznakem různých onemocnění. Uhynul tedy pravděpodobně v důsledku nemoci. Jedinec označený 2 uhynul z neznámých příčin, jedinec 3 se utopil a v případě jedinců 1, 4 a 6 byla příčinou predace. Predace je považována za vůbec nejčastější příčinu mortality. Křečky se živí také řada vzácných karnivorních druhů (Bihari et al. 2008). Stubbe a Stubbe (1998) zaznamenali, že po úbytku křečka polního následoval úbytek tchoře tmavého a luňáka červeného. Tvoří tedy významný podíl v potravě některých karnivorů. V našem případě se jednalo pravděpodobně o lasicovité šelmy. Podle Kayser et al. (2003b) závisí mortalita přímo nebo nepřímo na pěstovaných plodinách a jejich sklizni. Ukazuje, že po posečení vegetačního krytu nápadně vzrostla mortalita křečků. Na lokalitě v Olomouci-Holici tento jev pozorován nebyl. Vojtěška na všech třech polích zůstala po celou dobu sledování neposečená, což bylo pro křečky výhodné. Pouze u jedince 4 došlo krátce po jeho odchytu na poli s množstvím různých plevelných rostlin k jejich posekání a následnému zorání celé plochy. Jedinec ovšem nadále v místě setrval a do nedalekého porostu vojtěšky se přemístil až asi po dvou týdnech. Neobvyklá byla příčina smrti křečka 3. Na málo používané části pozemku se nachází stará studna, využívaná v minulosti zřejmě k zavlažování polí. Její okraj je v jedné rovině s okolním terénem. Tato studna byla špatně zakrytá a sledovaný jedinec do ní spadl a utopil se. Také kvůli tomu, že signál vysílače byl v betonových skružích uzavřen, se zpočátku nedařilo jedince nalézt. Přesto vysílačka bez problémů vysílala i z vody. Křeček 3 nebyl jediným křečkem, který do této studny spadl. Mezi utopenými zvířaty byli kromě křečků také další drobní hlodavci a dokonce jeden pták. Vzhledem k tomu, že okolí bylo již zarostlé vegetací, mohla být studna nebezpečná i pro ostatní živočichy. Po zajištění vysílačky byla studna provizorně zakryta a zabezpečena.

Problematikou denního využívání norových systémů se dosud nikdo příliš nezabýval. Je známo, že křečci využívají více nor. Podle některých autorů je pouze jedna nora domovská a ostatní slouží jen jako úkryty (Stubbe a Stubbe 1998). V průběhu sledování jsem zjistila, že každý křeček měl 2 až 4 domovské nory, v nichž se vyskytoval během dne, tedy v době, kdy nebyl aktivní. Kupfernagel (2003) sledovala křečky, kteří využívali 1 až 6 nor, přičemž více nor využívali samci. Podle Kayser (2001) měli samci průměrně 9,6 nory a samice 3,6 nory. Vždy se jednalo o nory, které v daném domovském okrsku jedinec využíval současně. Moje data ale naznačují, že jen málokdy se jedinci vraceli do nory, kterou využívali původně. Výměna domovských nor připomínala spíše postupné přesouvání po lokalitě. Tomu odpovídá i zjištění, že počet využívaných nor roste s velikostí domovského okrsku. Když se jedinec přesune do jiné nory, zároveň se tím zvětší jeho domovský okrsek. Výše uvedené studie ukazují, že samci využívají větší počet nor než samice. S tím může také souviset to, že samci mají větší domovský okrsek. Také Kayser (2001) uvádí, že křečci v průběhu sezóny mnohokrát mění a rozšiřují své domovské okrsky. Jedinci si nory mezi sebou střídají. Je proto obtížné přesně stanovit jednoho „majitele“ dané nory, protože u jednoho norového systému se vystřídá více různých jedinců (Lisická et al. 2008). Podle Kayser (2002) dochází k největšímu střídání norových systémů v červenci. Data získaná na lokalitě v Olomouci-Holici během sezóny 2011 poukazují na totéž.

V práci jsem se zabývala radiotelemetrickým sledováním křečka polního. Získané výsledky naznačují relativně velké domovské okrsky u samců, což může souviset s nízkou početností populace. Radiotelemetrie ale kromě velikosti domovských okrsků může přinést celou řadu jiných velmi zajímavých výsledků, které se týkají mortality, stanovištních preferencí nebo využívání norových systémů. Potenciál této metody je proto obrovský. Velikost domovského okrsku je z hlediska prostorového chování klíčovým parametrem, který je na olomoucké lokalitě zkoumán již řadu let. Zcela nová je zde problematika střídání domovských nor. Bylo by proto vhodné ve výzkumu nadále pokračovat, protože správné pochopení prostorové aktivity silně ohroženého druhu může napomoci k jeho úspěšné ochraně.

Pokles početnosti je nejpatrnější v západní Evropě a nejvíce k němu přispěly pravděpodobně nové postupy v obhospodařování zemědělské půdy. Ve východní Evropě je oproti tomu křeček polní stále poměrně hojný. V České republice byl ještě donedávna huben jako zemědělský škůdce, dnes už je ale jako silně ohrožený druh pod zákonnou ochranou. Populace křečka polního v Olomouci-Holici je relativně stabilní, dostatečně početná a výzkum zde probíhá již od roku 2001. Na této lokalitě jsem v období od května do poloviny září 2011 zkoumala velikost domovského okrsku, preferenci plodin, mortalitu a denní využívání norových systémů, to vše pomocí telemetrické metody. Radiotelemetrie je poměrně časově náročná metoda, která navíc v případě sledování živočicha s noční aktivitou vyžaduje i měření v pozdních hodinách.

6 Souhrn

V diplomové práci jsem se zabývala telemetrickým sledováním křečka polního na lokalitě v Olomouci-Holici, především pak stanovením velikosti jeho domovského okrsku. Celkem jsem sledovala 7 jedinců, ale pouze u 4 jedinců se podařilo naměřit dostatečné množství lokalizací k výpočtu velikosti domovského okrsku. Během sledování jsem došla k těmto závěrům:

1. Velikost domovského okrsku stanovená metodou 95% minimálních konvexních polygonů pro samici byla 0,27 ha a pro samce průměrně 2,63 ha. Hodnota pro samce je vyšší než v minulých letech.
2. Mezi plodinami pěstovanými na lokalitě křečci preferovali vojtěšku.
3. Nejčastější příčinou mortality byla predace.
4. Křečci využívali 2 až 4 domovské nory. Střídání těchto nor mělo charakter postupného přemísťování jedinců po lokalitě.
5. Každý křeček v rámci svého domovského okrsku využíval alespoň jednu noru, kterou v jiném čase využíval jiný křeček.
6. Střídání nor probíhalo nejvíce v červenci.
7. Počet využívaných nor roste s velikostí domovského okrsku.

7 Literatura

ANDĚRA M, BENEŠ B. 2001. Atlas rozšíření savců v České republice – Předběžná verze IV. Hlodavci (RODENTIA) – část 1. křečkovití (*Cricetidae*), hrabošoviti (*Arvicolidae*), plchovití (*Gliridae*). Praha: Národní muzeum. 160 s.

ArcView GIS [počítačový program], verze 3.1, Environmental System Research Institut, Inc., www.esri.com

BENDO VÁ M. 2011. Vzorec návštěv u křečka polního [bakalářská práce]. Olomouc: Katedra zoologie a ornitologická laboratoř PřF UP v Olomouci. s. 1–49.

BIHARI Z, HORVÁTH M, LANSZKI J, HELTAI M. 2008. Biosystematics and Ecology Series No. 25, The Common Hamster (*Cricetus cricetus*): Perspectives on an endangered species. Austrian Academy Press, Vienna. s. 61–68.

Biotas [počítačový program], verze 1.03.1 Alpha. Ecological Software Solutions, Sacramento, USA. www.ecostats.com

BÖHMER T. 2003. Využití GIS při studii prostorového chování křečka polního. Ostrava: Semestrální projekt na Vysoké škole báňské – Technické univerzitě Ostrava, s. 1–35.

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

ČERVINKOVÁ J. 2008. Proměnlivost v prostorovém chování křečka polního [bakalářská práce]. Olomouc: Katedra geologie PřF UP v Olomouci. 32 s.

ČERVINKOVÁ J. 2011. Stanovení prostorového chování křečka polního telemetrickou metodou [diplomová práce]. Olomouc: Katedra geologie PřF UP v Olomouci. 48 s.

DIXON KR, CHAPMAN JA. 1980. Harmonic mean measure of animal activity areas. *Ecology*, 61:1040–1044.

DOLÍNKOVÁ K. 2010. Stanovištní preference křečka polního s využitím telemetrických dat [diplomová práce]. Olomouc: Katedra geologie PřF UP v Olomouci. s. 1–62.

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

ENDRES J. 2004. Feldhamster (*Cricetus cricetus*). *Ökoporträt*, 37: 1–4.

GORECKI A. 1977. Energy flow through the Common Hamster population. *Acta Theriol.* 22: 25–66.

GRULICH I. 1975a. Zum Verbreitungsgebiet der Art *Cricetus cricetus* (Mamm.) in der Tschechoslowakei. *Zoologické Listy*, 24: 197–222.

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

GRULICH I. 1980. Populationsdichte des Hamsters (*Cricetus cricetus*, Mamm). *Acta Sc. Nat. Brno*, 14(6): 1–44.

GRULICH I. 1986. The reproduction of *Cricetus cricetus* (Rodentia) in Czechoslovakia. *Acta Sc. Nat. Brno* 20(5–6): 1–56.

GRULICH I. 1987. Variability of *Cricetus cricetus* in Europe. *Acta Sc. Nat. Brno*, 21(7): 1–53.

GRULICH I. 1996. Der gegenwärtige Stand der Hamsterverbreitung (*Cricetus cricetus*) in Tschechien und Slowakei. *Säugetierkd. Inf.* 4 (20): 145–154.

HARRIS S, CRESSWELL WJ, FORDE PG, TREWHELLA WJ, WOOLARD T, WRAY S. 1990. Home range analysis using radio-tracking data – a review of problems and techniques particularly as applied to the study of mammals. *Mammal Review*, 20: 97–123.

HAVRÁNEK M. 2010. Demografie a využití norových systémů v přírodní populaci křečka polního [diplomová práce]. Olomouc: Katedra ekologie a životního prostředí PřF UP v Olomouci. 38 s.

HEEZEN KL, TESTER JR. 1967. Evaluation of radio-tracking by triangulation with a special reference to deer movements. *Journal of Wildlife Management*, 31: 124–141.

KARASEVA EV, SHILAYEVA LM. 1965. Stroenie nor obyknovennovo chomjaka v zavisimosti ot evo vozrasta i sezona goda. *Bull. MOIP, Biologii*. 70(6): 30–39.

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]. Halle-Wittenberg: Martin-Luther-Universität.

KAYSER A, VOIGT F, STUBBE M. 2003a. Metal Concentrations in Tissues of Common Hamsters (*Cricetus cricetus* [L.]) from an Agricultural Area in Germany. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* (2003) 70: 509–512.

KAYSER A, WEINHOLD U, STUBBE M. 2003b. Mortality factors of the common hamster *Cricetus cricetus* at two sites in Germany. *Acta Theriologica* 48 (1): 47–57.

KENWARD R. 1987. *Wildlife Radio Tagging*. London: Academic press. s. 1–222.

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.

LISICKÁ L, LOSÍK J, KADLČÍKOVÁ R, TKADLEC E. 2008. Determinants of above-ground burrow architecture in the Common Hamster. Biosystematics and Ecology Series No. 25, The Common Hamster (*Cricetus cricetus*): Perspectives on an endangered species. Austrian Academy Press, Vienna. s. 37–44.

LOAS [počítačový program], verze 3.03. Ecological Software Solutions, Sacramento, USA. www.ecostats.com

LOSÍK J, LISICKÁ L, HŘÍBKOVÁ J, TKADLEC E. 2007. Demografická struktura a procesy v přírodní populaci křečka polního (*Cricetus cricetus*) na Olomoucku. Lynx (Praha), n. s. 38: 21–29.

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.

LOSINGER I, PÖTER J. 2008. Biosystematics and Ecology Series No. 25, The Common Hamster (*Cricetus cricetus*): Perspectives on an endangered species. Austrian Academy Press, Vienna. s. 11–25.

MONECKE S, WOLLNIK F. 2004. European Hamsters (*Cricetus cricetus*) Show a Transient Phase of Insensitivity to Long Photoperiods after Gonadal Regression. *Biology of Reproduction* 70, 1438–1443.

NAMS VO, BOUTIN S. 1991. What is wrong with error polygons? *Journal of Wildlife Management*, 55: 172–176.

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. 2004. Polymorphic microsatellites for the analysis of endangered common hamster populations (*Cricetus cricetus* L.). *Conservation Genetics* 5: 127–130.

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

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

RUSIN M, MISHTA A, BANASZEK A. 2011. Distribution of *Cricetus cricetus* in Ukraine. From fundamental research to population management: Refining conservation strategies for the european hamster. 18th meeting of the International Hamster Workgroup, Strasbourg, France.

SALTZ D, ALKON UP. 1985. A simple computer – aided method for estimating radiolocation error. *Journal of Wildlife Management*, 58: 181–184.

SALTZ D, WHITE GC. 1990. Comparison of different measures of the error in simulated radio-telemetry locations. *Journal of Wildlife Management*, 54: 169–174.

SELUGA K. 1998. Vorkommen und Bestandssituation des Feldhamsters in Sachsen-Anhalt – Historischer Abriß, Situation und Schlußfolgerungen für den Artenschutz. *Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg*, Heft 1. 21–25.

SCHAFFRATH J, WEINHOLD U. 2011. Behaviour, habitat use, mortality and population ecology of reintroduced common hamsters (*Cricetus cricetus*) in intensively used agricultural areas in Northern Baden-Württemberg, Germany. From fundamental research to population management: Refining conservation strategies for the european hamster. 18th meeting of the International Hamster Workgroup, Strasbourg, France.

SCHMUTZ AJ, WHITE GC. 1990. Error in telemetry studies: Effects of animal movement on triangulation. *Journal of Wildlife Management*, 54: 506–510.

SINIFF DB, TESTER JR. 1965. Computer analysis of animal movement data obtained by telemetry. *Bioscience*, 15: 104–108.

SIUTZ C, MILLESI E. 2011. Calculating body fat content by applying morphometrics in common hamsters. From fundamental research to population management: Refining conservation strategies for the european hamster. 18th meeting of the International Hamster Workgroup, Strasbourg, France.

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

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

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

STUBBE M, SELUGA K, WEIDLING A. 1997. Der Feldhamster – hochgradig gefährdet. Bestandssituation und Ökologie des Feldhamsters *Cricetus cricetus* (L. 1758). Tiere im Konflikt 5. Halle/Saale: Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. 60 s.

TKADLEC E, HEROLDOVÁ M, VÍŠKOVÁ V, BEDNÁŘ M, ZEJDA J. 2012. Distribution of the common hamster in the Czech Republic after 2000: retreating to optimum lowland habitats. *Folia Zoologica* (in press).

ULBRICH K, KAYSER A. 2004. A risk analysis for the common hamster (*Cricetus cricetus*). *Biological Conservation* 117: 263–270.

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

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

Vyhláška č. 395/1992 Sb. Ministerstva životního prostředí České republiky ze dne 11. června 1992, kterou se provádějí některá ustanovení zákona České národní rady č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.

WASSMER T. 1997. Die zeitliche Organisation des Winterschlafs beim Europäischen Feldhamster (*Cricetus cricetus* L.) [Dissertation]. Konstanz: Universität Konstanz. 211 s.

WEIDLING A, STUBBE M. 1998. Feldhamstervorkommen in Abhängigkeit vom Boden. Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg, Heft 1. 18–21.

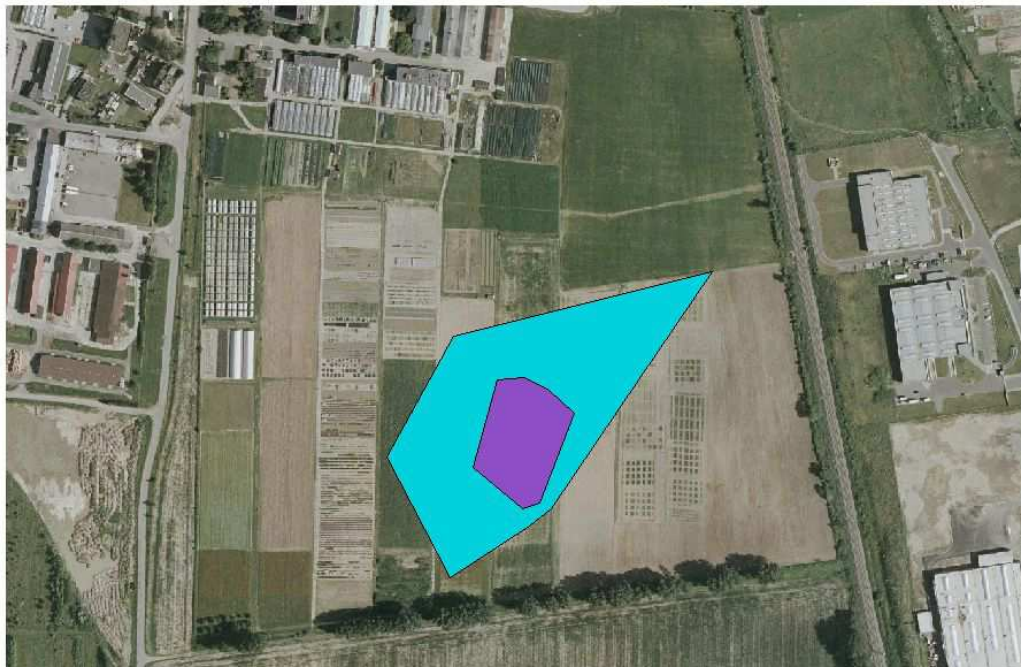
WORTON BJ. 1995. Using Monte carlo simulation to evaluate kernel-based home range estimators. Journal of Wildlife Management, 59: 794–800.

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

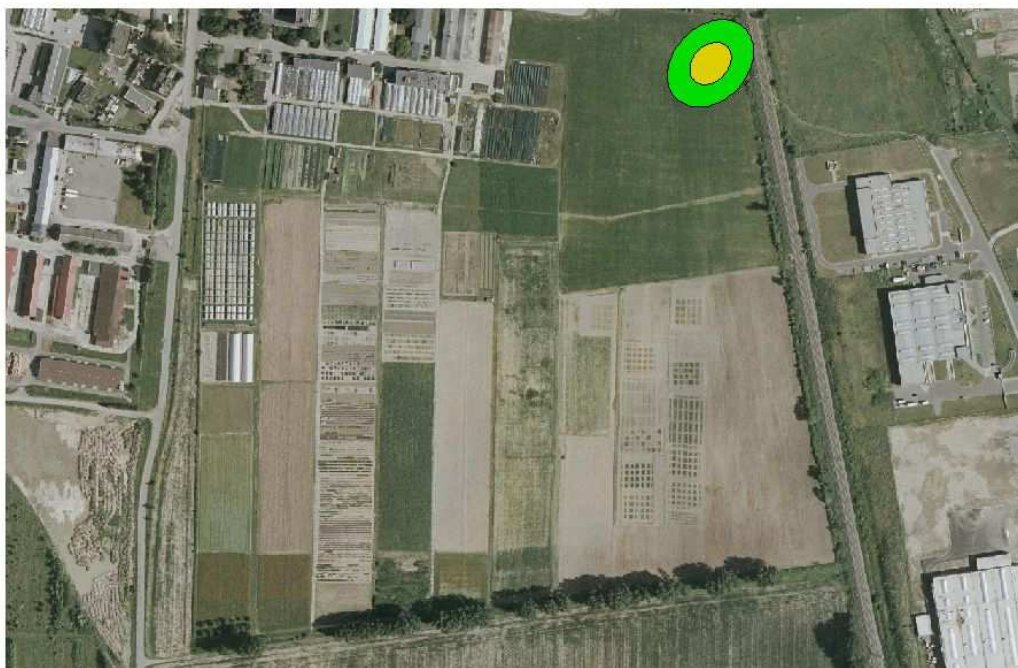
ZIFČÁK P. 2005. Prostorová aktivita křečka polního (*Cricetus cricetus*) [diplomová práce]. Olomouc: Katedra ekologie a životního prostředí PřF UP v Olomouci. s. 1–64.

8 Přílohy

8.1 Příloha A: Domovské okrsky



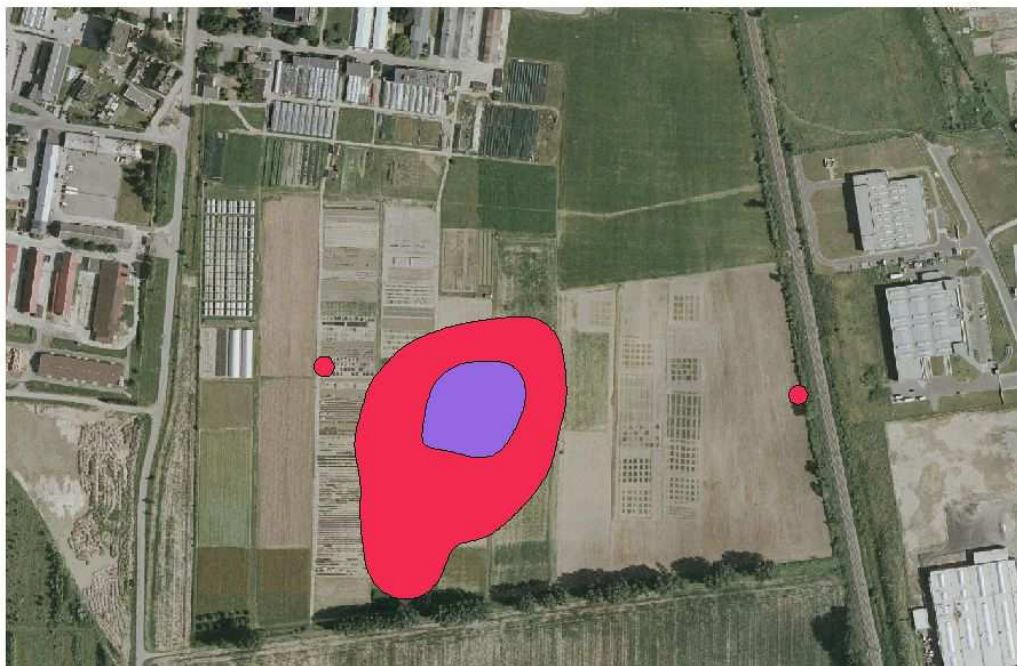
Domovský okrsek jedince 1 vypočítaný metodou minimálních konvexních polygonů s 95% a 50% pravděpodobností výskytu



Domovský okrsek jedince 6 vypočítaný metodou konfidenční elipsy s 95% a 50% pravděpodobností výskytu

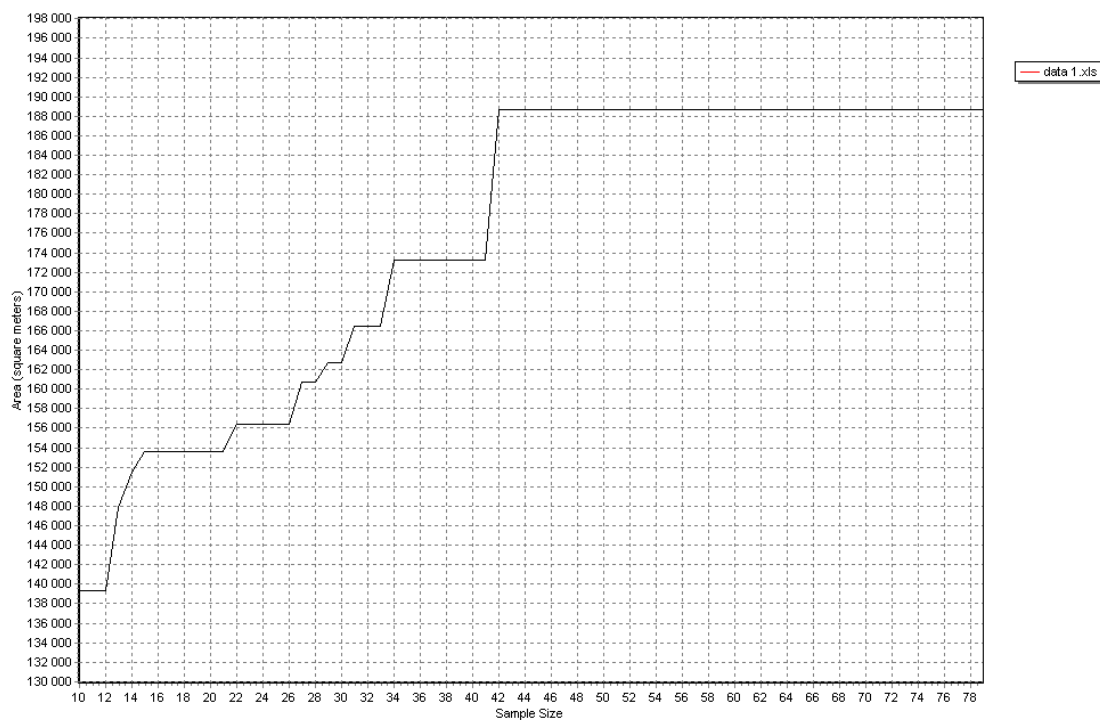


Domovský okrsek jedince 4 vypočítaný metódou harmonického průměru s 95% a 50% pravděpodobností výskytu

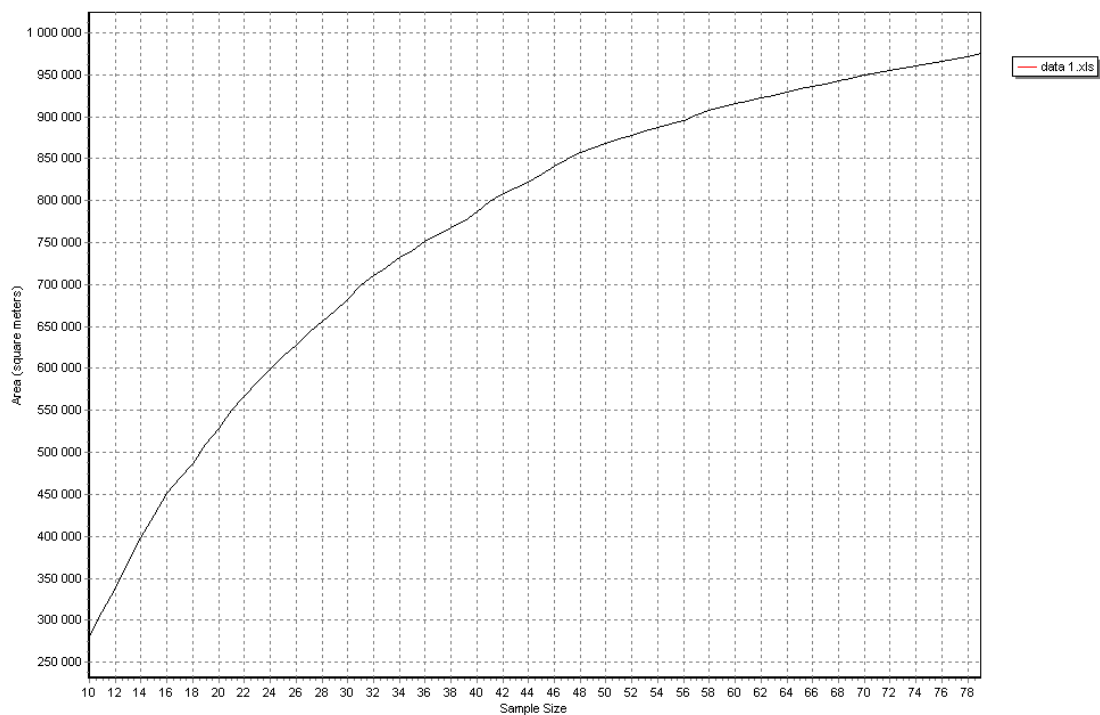


Domovský okrsek jedince 5 vypočítaný metódou jádrového vyhlazení s 95% a 50% pravděpodobností výskytu

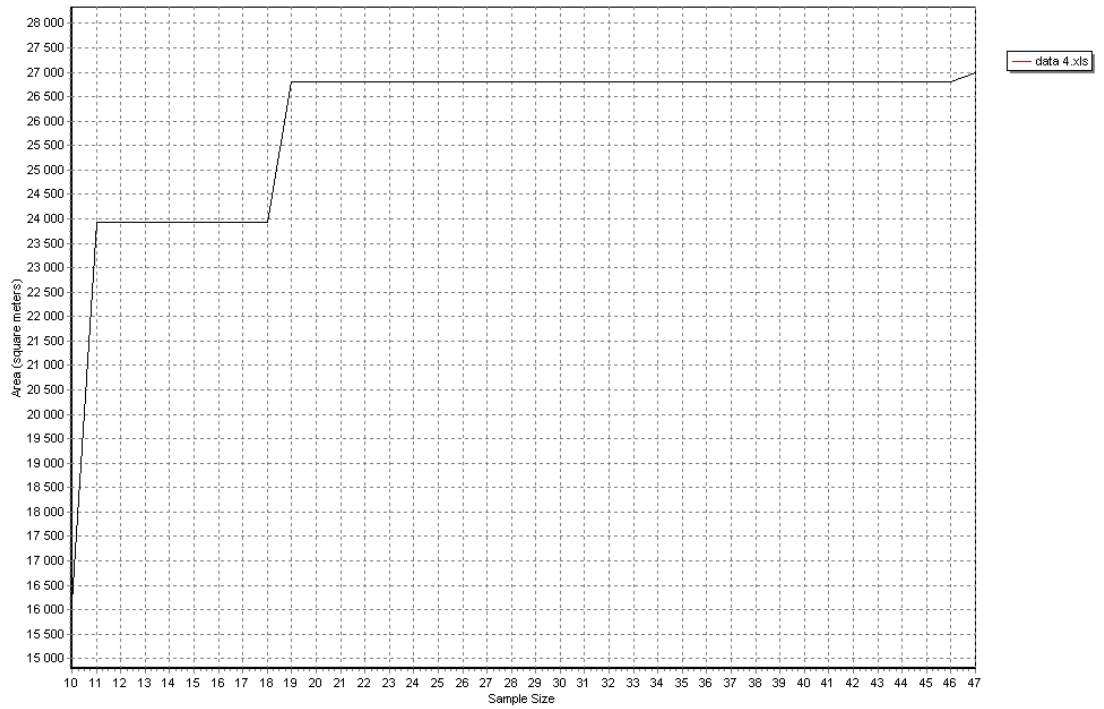
8.2 Příloha B: Křivky dat a plochy



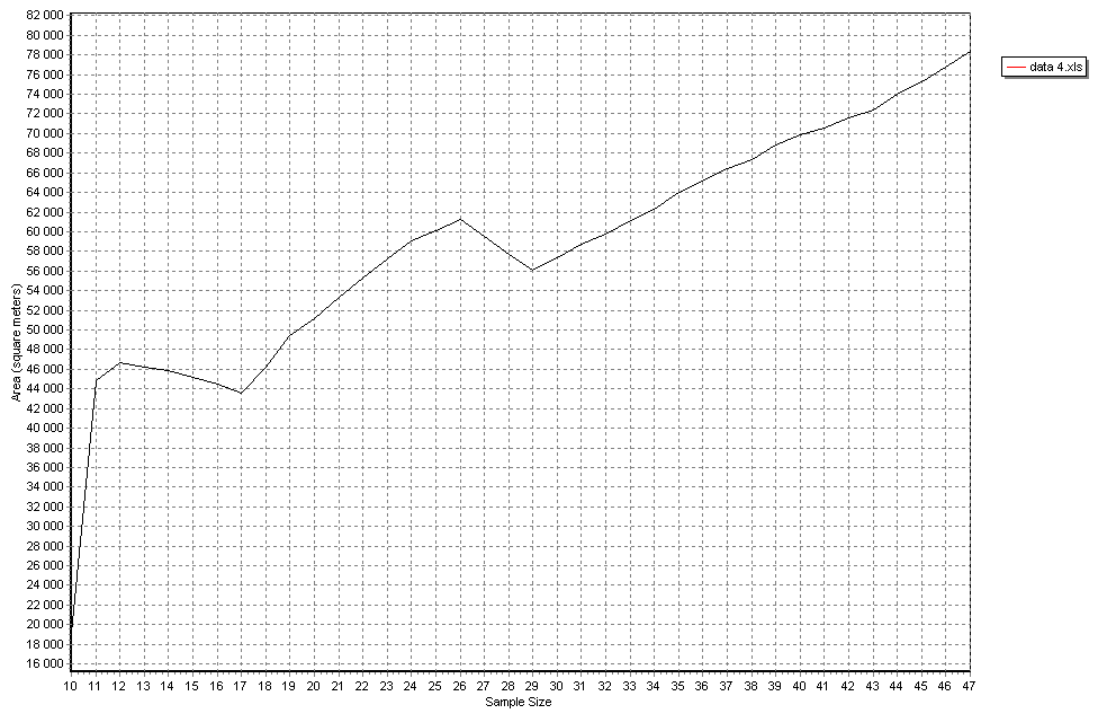
Metoda minimálních konvexních polygonů, jedinec 1



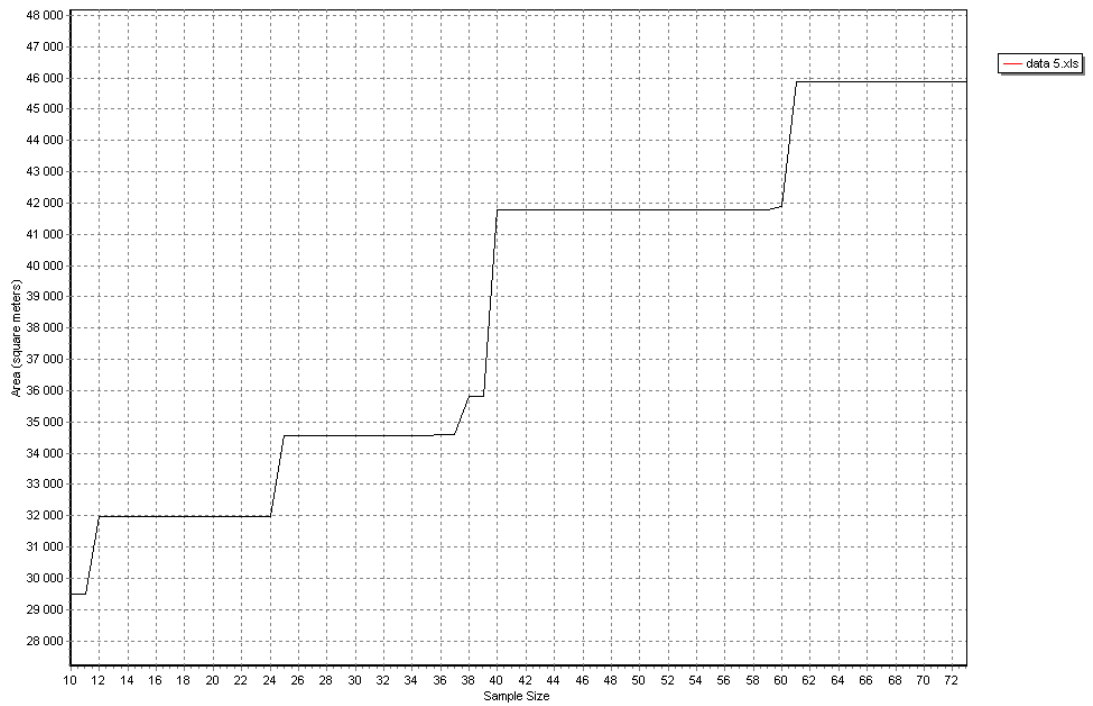
Metoda harmonického průměru, jedinec 1



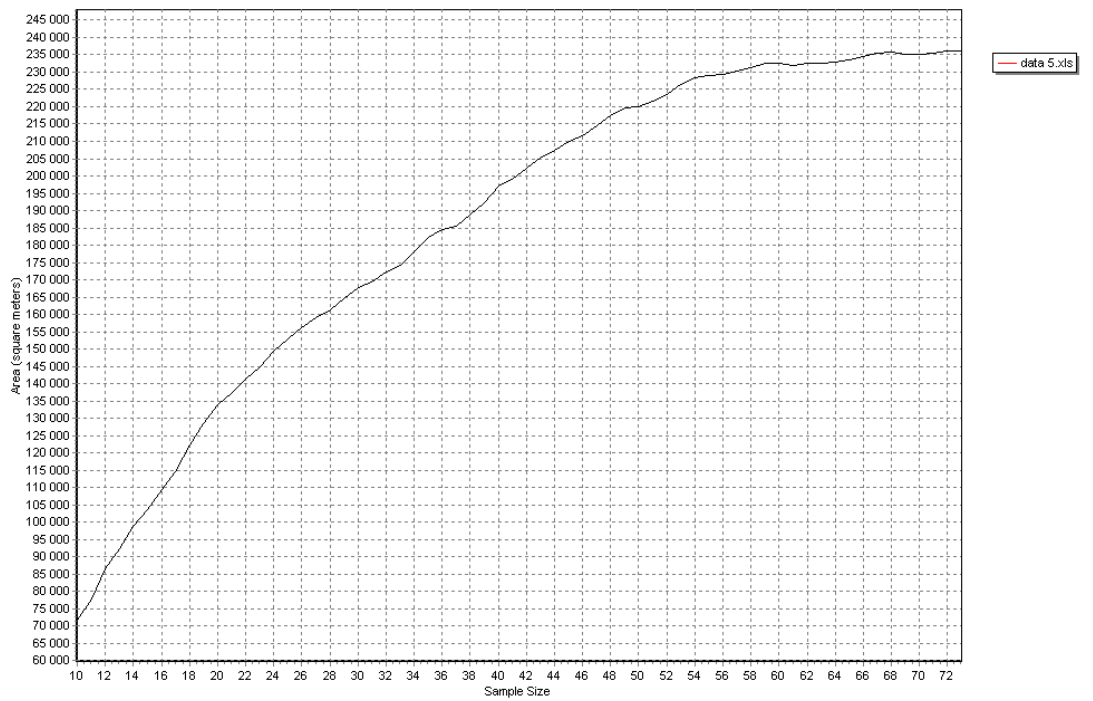
Metoda minimálních konvexních polygonů, jedinec 4



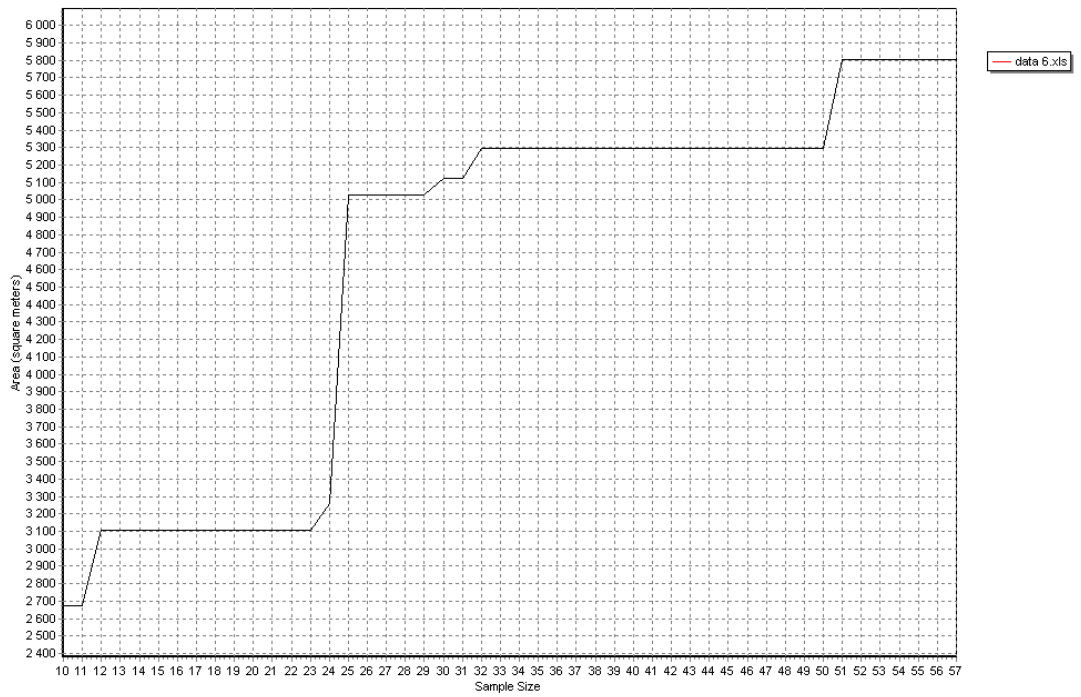
Metoda harmonického průměru, jedinec 4



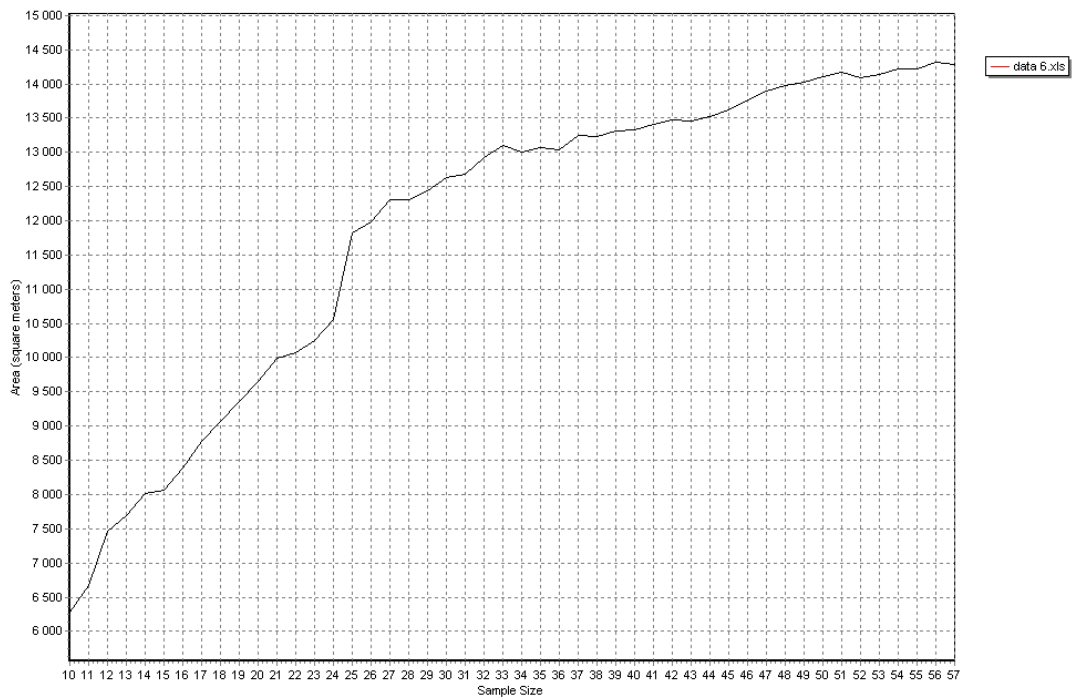
Metoda minimálních konvexních polygonů, jedinec 5



Metoda harmonického průměru, jedinec 5



Metoda minimálních konvexních polygonů, jedinec 6



Metoda harmonického průměru, jedinec 6