

Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta
Katedra zoologie a ornitologická laboratoř



Meziroční změny habitatových preferencí
křečka polního

Barbora Machalová

Diplomová práce

předložená

na Katedře zoologie a ornitologické laboratoři

Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

jako součást požadavků

na získání titulu Mgr. v oboru

Zoologie

Vedoucí práce: Mgr. Jan Losík, Ph.D.

Olomouc 2015

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Jana Losíka, Ph.D., a jen s použitím uvedených literárních pramenů .

V Olomouci dne 25. 7. 2015

.....

vlastnoruční podpis

Machalová B. 2015: Meziroční změny habitatových preferencí křečka polního [diplomová práce]. Olomouc: Katedra zoologie a ornitologická laboratoř PřF UP v Olomouci. 48 s., 2 přílohy, česky.

Abstrakt

Během posledních dekad probíhá neustálý pokles v početnosti křečka polního (*Cricetus cricetus*). Tento pokles postupuje od západu Evropy a přechází i na východ. Možných příčin poklesu je několik. Nejčastější jsou úhyn během hibernace, predace či mechanizace v zemědělství. Ve své diplomové práci zkoumám habitatovou preferenci, vliv krajinných struktur na umístění norových systémů a preferenci plodin v okolí nor. Analyzovala jsem data za 12 let a výsledky jsem mezi sebou porovnála. Areál výzkumu se nachází v Olomouci. Praktickou část studia jsem prováděla v roce 2014, data z předcházejících let jsem získala ze starších studentských prací. Průměrně se každý rok našlo 37 norových systémů. Plodiny v areálu se během let různě obměňovaly a tak jsem vytvořila 7 základních kategorií plodin: léčivky, obilí, ostatní, tráva, úhor, vojtěška, zelenina. Kompoziční analýza ukázala, že největší preferenci během let měla vojtěška, dále bylo obilí, tráva, úhor, ostatní, léčivky a nejmenší preferenci měla zelenina. Preference plodin v okrscích bylo podobné. Nejvíce oblíbená byla vojtěška, pak obilí, úhor, tráva, ostatní, léčivky a nejméně oblíbená byla zelenina. Mnou zjištěné výsledky, vytvořené na základě počtu a umístění norových systémů se přibližně shodují s výsledky ostatních studií provedených v tomto areálu, při kterých bylo použito rozdílných metod, jako je telemetrie, nebo metoda zpětného odchytu. Uvedené prvky ve většině případů neměly žádný vliv na umístění norových systémů. Křeček při hledání nového stanoviště zřejmě klade největší nároky na dostatečný vegetační kryt.

Klíčová slova: křeček polní, norový systém, habitat, preference, krajinné prvky, kompoziční analýza, potrava

Machalová B. 2015: Annual changes in habitat preferences of the common hamster [diploma thesis]. Olomouc: Department of Zoology and Laboratory of Ornithology Science, Faculty of Science, Palacky University of Olomouc. 48 pp., 2 Appendices, in Czech.

Abstract

During the past decades, there is a constant decline in number of hamsters (*Cricetus cricetus*). This decline proceeds from Western Europe and is spreading to the East. We identify several possible causes of this decline. The most common are death during hibernation, predation and mechanization of agriculture processes. The topic of my thesis is to examine the habitat preferences of hamsters, the influence of landscape features on the location of their burrow systems and the preferences of crops in their home ranges. I analyzed, the mentioned features, from 12 year period and compared the annual results. The studied area is located in Olomouc city. I personally performed the practical part of my research in 2014, the data from previous years I gained from previous student works. Every year 37 burrows systems were found. Field crops in the study area variously rotated over the years and I divided them into 7 basic groups: medicinal plants, corn, other crop, grass, fallow field, alfalfa and vegetables. Compositional analysis showed that the greatest preference had the alfalfa cover over the years than was corn, grass, fallow field, other crop, medicinal plants and vegetables had the smallest preference. The presence of crops in the home ranges was similar. Alfalfa was grown most, then corn, fallow, grass, other crop, medicinal plants and vegetables. My results were based on the number and location of burrow systems and are similar with the results of other studies performed in this area, which used different research methods such as telemetry or live-trapping. These features had no effect, in most cases, on the location of burrow systems. Hamster has probably the biggest demands on adequate vegetation cover when it search of the new habitat.

Key words: the common hamster, burrow system, habitat, preference, landscape features, compositional analysis, food

Obsah

1	Úvod	1
1.1	Původ a rozšíření	1
1.2	Životní cyklus	3
1.3	Potrava a hibernace	4
1.4	Nory	6
1.5	Opatření na ochranu druhu.....	7
1.6	Stav v České Republice.....	10
1.7	Stav v okolních zemích	11
1.7.1	Slovensko.....	11
1.7.2	Rakousko	11
1.7.3	Německo.....	12
1.7.4	Polsko	12
1.8	Výběr biotopu.....	12
2	Cíle práce	14
3	Materiál a metody	15
3.1	Popis lokality.....	15
3.2	Mapování nor	16
3.3	Mapování plodin.....	17
3.4	Analýza dat	18
3.4.1	Srovnání nabídky biotopů a jejich využití pro umístění nor	18
3.4.2	Význam vybraných krajinných struktur pro lokalizaci nor.....	18
4	Výsledky.....	20
4.1	Výsledky mapování	20
4.1.1	Analýza preference plodin.....	20
4.1.2	Preference plodin v okolí nor	26
4.1.3	Vliv krajinných struktur na polohu norových systémů	30
5	Diskuse.....	31
6	Souhrn	36
7	Literatura	37
8	Přílohy.....	49
8.1	Příloha A: Mapy areálu 2003 až 2014	49
8.2	Příloha B: Počty norových systémů na plochu pro roky 2003 až 2014	55

Seznam tabulek

Tabulka 1 Preference plodin pro rok 2003. $P = 0,001$. 31 norových systémů.....	21
Tabulka 2 Preference plodin pro rok 2004. $P = 1$. 23 norových systémů.....	21
Tabulka 3 Preference plodin pro rok 2005. $P = 0,001$. 47 norových systémů.....	21
Tabulka 4 Preference plodin pro rok 2006. $P = 1$. 43 norových systémů.....	22
Tabulka 5 Preference plodin pro rok 2007. $P = 0,001$. 28 norových systémů.....	22
Tabulka 6 Preference plodin pro rok 2008. $P = 1$. 27 norových systémů.....	22
Tabulka 7 Preference plodin pro rok 2009. $P = 0,001$. 20 norových systémů.....	23
Tabulka 8 Preference plodin pro rok 2010. $P = 1$. 36 norových systémů.....	23
Tabulka 9 Preference plodin pro rok 2011. $P = 0,001$. 32 norových systémů.....	23
Tabulka 10 Preference plodin pro rok 2012. $P = 1$. 69 norových systémů.....	24
Tabulka 11 Preference plodin pro rok 2013. $P = 0,002$. 49 norových systémů.....	24
Tabulka 12 Preference plodin pro rok 2014. $P = 0,001$. 38 norových systémů.....	24
Tabulka 13 Preference plodin v okruhu pro rok 2005. $P = 0,001$	26
Tabulka 14 Preference plodin v okruhu pro rok 2006. $P = 0,001$	26
Tabulka 15 Preference plodin v okruhu pro rok 2007. $P = 0,001$	27
Tabulka 16 Preference plodin v okruhu pro rok 2008. $P = 0,001$	27
Tabulka 17 Preference plodin v okruhu pro rok 2009. $P = 0,001$	27
Tabulka 18 Preference plodin v okruhu pro rok 2010. $P = 0,001$	28
Tabulka 19 Preference plodin v okruhu pro rok 2011. $P = 0,001$	28
Tabulka 20 Preference plodin v okruhu pro rok 2012. $P = 0,001$	28
Tabulka 21 Preference plodin v okruhu pro rok 2013. $P = 0,001$	29
Tabulka 22 Preference plodin v okruhu pro rok 2014. $P = 0,001$	29
Tabulka 23 Hodnoty P v analýze vzdálenosti mezi norovými systémy a krajinnými strukturami.....	30

Seznam obrázků

Obr. 1 Křeček polní. Převzato z Monecke a Pévet 2011.....	1
Obr. 2 Rozšíření druhu. Převzato z http://maps.iucnredlist.org/map.html?id=5529	2
Obr. 3 Norový systém. 1. Vchod/východ, 2. Komora pro skladování potravy, 3. Komora pro vyprazdňování, 4. Hnízdní komora, 5. Úniková chodba, 6. Starší hnízdní komora, 7. Komůrka sloužící jako úkryt, 8. Výhrabky. Převzato z http://www.deutschewildtierstiftung.de/de/wissenslernen/wissen/feldhamster/feldhamster-bau/ upraveno Machalová 2015.....	7
Obr. 4 Mapa areálu s měnicími se hranicemi	15
Obr. 5 Nora křečka polního	16
Obr. 6 Graf znázorňuje nalezené norové systémy (sloupce) od roku 2003 do roku 2014 a velikost populace (linie) od roku 2003 do roku 2014.....	20
Obr. 7 Preference plodin od roku 2003 do roku 2014. Číslo 7 nejvyšší preference, číslo 1 nejnižší preference.....	25

Poděkování

Ráda bych poděkovala Mgr. Janu Losíkovi, Ph.D. za vedení diplomové práce, poskytnutí odborné literatury, hodnotné připomínky a rady během psaní práce, pomoc se zpracováním dat, čas a ochotu. Za cenné informace a pomoc také děkuji Mgr. Daně Bräuerové, Mgr. Ivaně Petrové a Bc. Orsolye Szabóové. Zvláštní poděkování patří mým rodičům, oběma za podporu a trpělivost.

1 Úvod

1.1 Původ a rozšíření

V České republice je 25 druhů hlodavců, z nichž je 9 chráněných a ohrožených. Podle stupně ohrožení v naší legislativě rozlišujeme ohrožené (2 druhy), silně ohrožené (5 druhů, mezi nimi i křeček polní) a kriticky ohrožené druhy (2 druhy) (Vyhláška č. 395/1992 Sb). Křeček polní *Cricetus cricetus* (Linnaeus, 1758) představuje se svou délkou od 20 do 30 cm a váhou pohybující se od 200 až do 650 g největší druh uvnitř čeledi Cricetidae. Barva kožichu sestává ze středně až světle hnědé na zádech a bocích, černého břicha, bílých pacek a čumáku s krémovými skvrnami na tvářích, krku a na končetinách z vnitřní strany (Weinhold 2008).



Obr. 1 Křeček polní. Převzato z Monecke a Pévet 2011

Křečci tvoří základní linii pro všechny čeledi myšovitých hlodavců. Hlodavci podobní křečkům existují již od oligocénu, (~ před 36 miliony let) avšak křečci s nynější anatomií jsou známi až od miocénu (~ před 24 miliony let). V současné době tvoří tito hlodavci až 2/3 všech moderních hlodavců (Weinhold & Kayser 2006). Dnešní křeček polní se vyvinul ve stepních biotopech během pleistocénu (~ před 1,8 miliony lety) a vyskytoval se po celé Evropě, je tedy adaptován na kontinentální klima. Fosilní pozůstatky byly nalezeny na jihu Anglie, severním Španělsku

na západě Francie i v Itálii (Kowalski 1967, Niethammer 1982, Pradel 1985, Nechay 2000). Podle fosilních záznamů se předpokládá, že potenciální glaciální refugia se nacházela na území dnešní Ukrajiny (Markova et al. 1995). Během doby ledové zasahoval přední okraj ledovce k severu Polska a na jih od něj zde žilo bohaté množství hlodavců včetně dvou druhů z čeledi Cricetidae (Nechay 2000).

Nynější rozšíření druhu je od Nizozemska až po hranice mezi Ruskem a Čínou. Klimatické podmínky jsou důležitým aspektem určujícím hranice rozšíření druhu. V oblastech, kde spadne, až 750 mm srážek za rok, ho nenajdeme. Optimální teplota je 8° až 9°C (Weinhold 1997). Vyskytuje se především v nížinných oblastech, málokdy je zastížen ve vyšších nadmořských výškách nad 500 m. Nevyskytuje se v horských oblastech avšak ani v pouštích, lesích či bažinách (Weinhold 2008). Těžiště areálu je ve stepní zóně Asie, avšak z této oblasti neexistuje mnoho informací, v jakých biotopech se tu vyskytuje. Nejvíce znalostí, které o křečkovci máme, pocházejí z Evropy.



Obr. 2 Rozšíření druhu. Převzato z <http://maps.iucnredlist.org/map.html?id=5529>

Ve východní části areálu bylo na základě různého zbarvení a rozměrů rozpoznáno celkem 7 poddruhů: *C.c. nehringi* – malý, s krátkým ocasem, výskyt od jižního Uralu k řece Dněpr. *C.c. rufescens* – světlejší zbarvení a střední velikost, centrální část distribuce ve východní části evropského Ruska. *C.c. tauricus* – podobný předešlému, ale ještě světlejší. Vyskytuje se mezi řekami Dněpr, Don a Krimem. *C.c. stavropolicus* – velký druh s tmavou srstí, který se vyskytuje na Kavkaze. *C.c. laticranius* – barevné schéma, je středem mezi dvěma předešlými druhy. Žije v blízkosti středního toku řeky Volhy. *C.c. tomensis* – malého vzrůstu se světlým žlutošedým zbarvením. Vyskytuje se v oblastech mezi řekami Ob a Jenisej.

C.c. fuscidorsis – vyskytuje se u pohoří Altaj a vyznačuje se monotónní hnědou či světle žlutou barvou na horní straně, bez okrového či pískového odstínu. Dnešní zvířata mají menší rozměry než ta, co žila během pleistocénu (Smirnov & Popov 1979). Na západní straně areálu je rozlišován poddruh *C.c. canescens* typický svou šedou srstí na hřbetě a méně výrazným černým zbarvením na břicho, celkově menší velikostí a většíma ušima (Nehring 1899 in Hussson 1959). Ve střední Evropě je nominální poddruh *C.c. cricetus* (Niethammer 1982, Grulich 1987).

1.2 Životní cyklus

Křeček polní je polygamní druh. Samci se snaží oplodnit co nejvíce samic a na výchově mláďat se nijak nepodílejí (Franceschini & Millesi 2001). V centrální Evropě začíná reprodukce nejčastěji od dubna a pokračuje do září. V západní Evropě se křeček začíná rozmnožovat později až v květnu a končí v polovině srpna (Berdyugin & Bolshakov 1998, Grulich 1986, Weindling 1996). Průměrně mívají samice dva, někdy i tři vrhy za jednu sezónu rozmnožování (Grulich 1986). Velikost vrhu je různá v rozmezí od 3 do 12 mláďat a poměr pohlaví bývá 1:1. Průměrně se však v jednom vrhu rodí 6 mláďat (Vohralík 1974).

Narozená mláďata jsou holá, slepá, uši jsou uzavřené a váží 3 až 5 g (Vohralík 1975). Vývoj je velmi rychlý. Za čtyři či pět dnů začne růst srst a již lze pozorovat typickou pigmentaci. Šestý den začínají přijímat normální potravu, i když hlavní stravu stále tvoří mléko. Ve věku 12 dnů se otevírají oči a uši a značně se zvyšuje pohyblivost (Weinhold 2008). Po třech týdnech jsou mláďata odstavena a mateřskou noru opouští dvacátého pátého dne života (Vohralík 1975). Rodinné vazby se rozdělí během 3 až 5 týdnů, během nichž se neustále zvyšuje agrese mezi mladými jedinci (Eibl-Eibesfeldt 1953). Matka odchází z domovské nory mezi prvními, aby si vyhledala jinou noru pro další vrh (Weinhold 1998, Kayser 2002). Samice dosahují pohlavní dospělosti kolem 2,5 měsíců věku (Vohralík 1974), zatímco samci po 2 měsících (Reznik-Schüller et al. 1974). Novější studie však uvádějí, že většina jedinců dosahuje pohlavní dospělosti až po první hibernaci. Průměrná délka života u tohoto druhu jsou až 2 roky (Losík et al. 2007).

Informace ze západní části areálu ukazují, že predace a neúspěšná hibernace jsou nejčastějšími příčinami úhynu. Úmrtí způsobená silniční dopravou a nemoci nemají takový význam (Kayser et al. 2003). Ve východní části svého rozšíření (Maďarsko,

Ukrajina, Kazachstán, Rusko) je považován za škůdce a není zde chráněn zákonem. Podléhá zde regulaci jak pomocí rodenticidů tak i lovem aby se zabránilo poškození plodin, ale i kvůli kožešině (Nechay 2000).

Křeček slouží jako kořist mnoha predátorům, jako jsou volně žijící lasicovité, kočkovité či psovitě šelmy (Grulich 1980). Při vysokých populačních hustotách představuje křeček dominantní složku potravy uvedených predátorů. Seznam všech příležitostných predátorů je podstatně delší a zahrnuje i domácí zvířata, jako psy a kočky (Weinhold 2008). Predační tlak je podporován současným monokulturním zemědělstvím, kdy dochází k velkoplošné ztrátě vegetačního krytu před zasetím a po sklizni plodin. V těchto obdobích také dochází k největším ztrátám.

Až 80 % jedinců z populace může zemřít během hibernace (Hříbková 2008). Hlavními důvody tak vysoké mortality během přezimování jsou vysoký věk, nedostatečné množství zásob, nemoci a také vyplavení během jarního tání sněhu. V moderním zemědělství následuje krátce po sklizni orba, což křečkovi značně znesnadňuje sehnat dostatečně velké množství zásob na zimu (Weinhold 2008).

Křečci investují především do vysoké reprodukce, aby tak vykompenzovali vysokou mortalitu, jak již bylo zmíněno dříve (Weinhold 2008). Nejnižší populační hustoty jsou brzy na jaře, poté s nástupem reprodukce početnost stoupá a maxima dosahuje v srpnu na konci období rozmnožování. V tomto období je populace složena ze všech věkových kategorií. Na podzim vzroste míra mortality a ta pokračuje i během hibernace (Grulich 1986). Křeček polní má i epidemiologický význam jakožto hostitel různých, závažných zoonóz, jako je tularemie, ricketiíza, salmonelóza, listeriíza, leptospiróza, nebo vzteklna (Pelz & Pilaski 1996). Hlavně v západní Evropě, kde žijí křečci v malých fragmentovaných populacích, mohou mít limitující faktory významný dopad.

1.3 Potrava a hibernace

Křeček polní je omnivorní, i když většinu potravy tvoří rostlinná biomasa. Živí se všemi částmi zelených rostlin, semeny a kořeny. Ověřenými plodinami, kterými se křečci živí jsou: vojtěška, fazole, jetel, vikev, hrách, řepa, oves, pšenice, ječmen, žito, řepka, kukuřice, cibule, mrkev, špenát, brambory, okurky, dýně, salát a různé divoce rostoucí byliny, včetně těch jedovatých (Müller 1960). Živočišná složka zastupuje až 13 % potravy, skládá se hlavně z žížal, plžů, různého hmyzu a občas i malých obratlovců.

Při vysokých populačních hustotách může dokonce docházet i ke kanibalismu (Gulich 1980).

Chování typické pro křečka je sbírání potravy do lících toreb a její přemísťování do nor, kde ji skladují ve zvláštních zásobárnách k tomu určených. Zásoby začnou tvořit na začátku podzimu, když si potřebují nashromáždit velké množství zásob pro nadcházející hibernaci. Během letního období uskladní jen malé množství potravy, protože se věnují hlavně reprodukci (Nechay et al. 1977). Křeček polní je schopen nashromáždit i několik kilogramů potravy. Existují zdokumentované případy, kdy bylo nalezeno až 65 kg směsi brambor, kukuřice a vličího bobu (Hamar et al. 1959). V těchto případech se jedná o rarity. Průměrně si křeček nashromáždí až 3 kg potravy (Seluga 1996).

Křeček hibernuje samostatně od října do dubna. Kolem hnízdních zimních nor, které jsou až 2 m hluboko, jsou rozmístěny zásobárny s potravou zajišťující přežití chladného období (Weinhold 2008). Křečci se během hibernace několikrát probouzejí a živí se ze svých nashromážděných zásob, někdy dokonce mohou noru na krátkou dobu opustit a vyjít na povrch. Křeček je tedy fakultativním hibernátorem (Kayser 1975). Jako první vstupují do hibernace nejstarší samci, následováni ostatními samci a samicemi a jako poslední hibernují mladí jedinci (Nechay 2000).

Nástup zimního spánku je řízen endogenně, ale synchronizace probíhá na základě fotoperiody. Od půlky května do půlky července je křeček obecně citlivější a hlavním signálem je krátká noc (Saboureau et al. 1999). V této době dochází k resetování vnitřních hodin. Vlivem gonadální regrese, ke které dochází na konci léta, končí reprodukční období a zvířata se chystají na přechod do zimního spánku (Monecke 2001). Fyziologicky jsou cirkadiální hodiny imitovány hormonem melatoninem, který se tvoří v epifyze během noci. Zimní noci jsou delší a proto je produkce melatoninu značně vyšší, než v létě (Pévet et al. 1990, Canguilhem et al. 1993). Kolem letního slunovratu melatonin v epifyze či v krvi zcela chybí, což pravděpodobně slouží jako vnitřní spoušť pro přechod mezi obdobím reprodukce a obdobím spánku (Vivien-Roels et al. 1992, Monecke 2001). Během hibernace nemají křečci žádné informace o skutečné délce dne, ale od poloviny listopadu do dubna jsou citliví na dlouhou fotoperiodu. Konec spánku je vyvolán vnitřním časovačem (Monecke 2004).

Během hibernace se tělesná teplota pohybuje od 4,5 do 7,5°C, přičemž běžná tělesná teplota je od 37,8 do 39,3°C, a frekvence dýchání se sníží na 2 až 13 nádechů

za minutu (Sludsky 1977). Pokles tělesné teploty trvá přibližně 22 hodin, zatímco vzestup teploty při probuzení je rychlejší, trvá kolem 17,5 hodin (Hříbková 2006). V laboratorních podmínkách bylo zjištěno, že nepřezimující křečci se dožívají nižšího věku až 2,5 let, zatímco ti co normálně hibernují, jsou schopni dožít se až 4 let (Szamos 1972). Při vysokých populačních hustotách se stává, že křečci nepřezimují a dochází tak k agresivním interakcím čímž se zvyšuje mortalita (Grulich 1975).

1.4 Nory

Nora křečka polního je důležitým elementem pro ochranu druhu, protože je to jediný záchytný bod dokazující přítomnost křečka na lokalitě. Dalším klíčem je trus, ten je však třeba důkladněji vyhledávat již ve výhrabcích nalezených nor (Rey et al. 2011). Nory jsou vyhrabávány do hlubokých vrstev půdy. Preferují hlavně černozemě, ale mohou vyhrabávat nory i v hnědozemích. Tyto půdy poskytují dobrou stabilitu, jsou velmi úrodné a dobře propustné (Weinhold 2008). Typická křeččí nora se skládá z jednoho diagonálního tunelu a dalších vertikálních tunelů. Průměr tunelů se pohybuje od 40 do 100 mm. Šířka závisí na věku a velikosti daného jedince. Délka tunelů je variabilní. Východů může být až 12 a jsou u nich ploché výhrabky. Východy jsou před hibernací ucpány hlínou a různou vegetací (Nechay 2000).

Hnízdní komora může být až 2 m hluboko pod zemí. Komory pro skladování potravních zásob se mohou nacházet v blízkosti hnízdní komory, nebo mohou být připojeny přímo na ni. Krátké a slepé tunely jsou používány jako latríny. Nejdelší tunel jaký byl, kdy zaznamenám, měřil 26,2 m (Grulich 1981). Složitost norového systému je závislá na stáří a zkušenosti křečka. Mladí jedinci si vyhrabávají nory blízko pod povrchem s jedním, nebo dvěma krátkými tunely. Později se norový systém stává složitější a komplexnější a zasahuje do větších hloubek (Eisentraut 1928). Během období kdy je křeček aktivní, využívá více norových systémů, které jsou na jeho území. Jsou používány na ochranu před různým nebezpečím a mohou být využívány i jedinci z blízkého okolí (Karaseva 1962, Weinhold 1998).

V závislosti na ročním období jsou nory obecně rozlišovány na zimní a letní. Zimní jsou využívány soliterně od září do května a zasahují do větších hloubek než ty letní. Jsou určeny k hibernaci a je zde několik komor se zásobou potravy. Letní nory jsou využívány jako úkryty při nepřízní počasí a k rozmnožování. Mají menší pedogeografické nároky než ty zimní a proto je můžeme najít i na méně vhodných

lokality, jako jsou písčité, nebo kamenité půdy, na krajích silnic či železnic, v zahradách a parcích (Weinhold 2008).



Obr. 3 Norový systém. 1. Vchod/východ, 2. Komora pro skladování potravy, 3. Komora pro vyprazdňování, 4. Hnízdní komora, 5. Úniková chodba, 6. Starší hnízdní komora, 7. Komůrka sloužící jako úkryt, 8. Výhrabky. Převzato z

<http://www.deutschewildtierstiftung.de/de/wissen-lernen/wissen/feldhamster/feldhamsterbau/> upraveno Machalová 2015

Během jara a léta mohou samci obývat až 10 nor a samice 4 nory za sebou (Kayser 2002). Křečci si nemusí pokaždé vyhrabávat novou noru, často používají již starší nory, které si vyhrabali buď sami, nebo jiný jedinec (Weinhold & Kayser 2006). Starší nory jsou složitější a většinou patří dospělým samicím s mláďaty nebo samcům. Proto hustota norových systémů nekoreluje s hustotou populace. Nejlepší odhad populace lze vyvodit z hustoty zimních nor na jaře. Od začátku léta se pro odhad populace používá metoda zpětného odchyty (Weinhold 2008).

1.5 Opatření na ochranu druhu

Křeček polní je uveden v Bernské úmluvě o ochraně evropské fauny a flóry a přírodních stanovišť v příloze II, jako zvláště chráněný živočišný druh. Je také zařazen v seznamu druhů s potřebou přísné ochrany v příloze IV, která je ve směrnici Rady 92/43/EHS z května roku 1992 o ochraně přírodních stanovišť, volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin. Největší snahy o zachování druhu jsou hlavně v západní části rozšíření (Francie, Belgie, Německo) a také ve střední Evropě a v Polsku. Zde je ohroženým druhem a někde je i na pokraji vyhynutí. Populace jsou malé a většinou nejsou dost vitální, aby se obnovily autonomně (Ziomek & Banaszek 2007). Naopak ve východní části jako je Maďarsko, Moldávie, Rusko, Kazachstán a Ukrajina, je

považován za škůdce, čímž dochází ke kontroverzní situaci. Lidé ve východoevropských státech nerozumí tomu, proč Bernská úmluva poskytuje ochranu pro druh, který je zde běžný (Nechay 2000). Pro zvýšení početnosti a zesílení ochrany hlavně v západní Evropě by bylo přínosné poskytnout zemědělcům odškodnění, pokud jim vzniknou škody na úrodě způsobené křečkem. Dalším způsobem je zachování určitých rostlinných kultur, které jsou pro přežití křečka důležité.

Křeček polní žije v blízkosti lidských sídel už po celá staletí. Obilná pole poskytují podobné podmínky, jako stepi a tak se staly vhodnou alternativou původního biotopu. Během posledních 50 let došlo k rychlým a výrazným změnám v zemědělství a taky ke značnému vývoji technologií, kterým křeček nemohl se svou strategií přežití konkurovat. Moderní monokulturní zemědělství zapřičiňuje ztrátu přirozeného prostředí a díky stavebním projektům také fragmentaci stanovišť (Losinger 2001, Schreiber 2001). Práce na poli, jako je obdělávání půdy, zpracování semen, sklizeň či používání pesticidů náhle mění charakter stanovišť. Všechny změny donutí většinu křečků k emigraci, aby našli nová, vhodnější stanoviště. Jsou tak ale vystaveni většímu tlaku predátorů, nemocí, jsou ohroženi silniční dopravou, a taky dochází k soutěži mezi samotnými jedinci, což vede ke ztrátám (Nechay 2000, Weinhold 2008).

Existují různá opatření pro zachování křečka polního na stanovišti, např. při sklizni je vhodné zanechat v poli pásy, které se sklídí o 2 – 3 týdny později. Naopak je nevhodné sklízet a orat zároveň, nebo orat ihned po sklizni. Dlouho trvající strniště na poli je pro křečka příznivé. Umožní tak hlavně samicím a mláďatům nashromáždit dostatečné množství potravy na zimu. Proto je vhodné zanechat toto strniště na poli co nejdéle je to možné a zpracování půdy nechat až na podzim, nebo až na jaro. Orba by neměla jít hlouběji než 30 cm. Dobré je občas nechat půdu na jeden až dva roky ladem, půda se tak zregeneruje a taky poskytne křečkům vhodné prostředí s dostatkem potravy a ochranou. Žádoucí je také v obdělávané oblasti vytvořit ochranné pásy, kde bude zemědělská činnost minimalizována a větší plochy rozdělit na menší a využít přitom různé druhy plodin. Důležitým aspektem je struktura celé oblasti, kde se křeček vyskytuje. Měla by zde být poskytnuta různorodá stanoviště pro migrující křečky čili zachování tradičního maloplošného zemědělství s různými sezónními plodinami (Weindling 1996).

Fragmentaci stanovišť a izolaci lze zmírnit migračními koridory, nebo průchody pro divoká zvířata, které propojí jednotlivé populace. Jako takové koridory mohou sloužit okraje polí a cest nebo boky živých plotů, které jsou široké od 10 do 20 m a roste

zde tráva, divoké byliny či vojtěška. V Nizozemí slouží jako migrační koridory obilná pole, která nejsou sklizena aspoň do října. V Německu a Francii existují pod dálnicemi tunely, neexistují však data, jež by ukazovala, že jsou tyto tunely používány křečkem polním (Mams 2000). Standardní velikost takovýchto podchodů pro malé terestrické obratlovce je šířka jeden metr, výška 0,7 metrů a délka bývá obecně 20 metrů. Ploty by měly ochraňovat zvířata před vstupem na komunikace, jak na povrchu, tak i v podzemí. Je třeba také brát ohledy na to, z jakého materiálu daný plot je. Drátěné pletivo, které se používá poměrně často, není tak vhodné jak by se mohlo zdát. Křeček i přesto, že je to semifosoriální savec je zdatným lezcem. Jsou známy případy, kdy při hledání potravy, vylezl po stonku kukuřice, nebo na lískový keř či dokonce na strom. Drátěná pletiva může křeček snadno přelézt, čímž však ztratí drahocennou energii. Při této činnosti je vystaven dravcům. Například v Německu tento problém vyřešily ploty z PVC zasahující 30 cm hluboko do půdy a 90 cm nad povrchem. V plotě byla umístěna jednosměrná kočičí dvířka, aby se malá zvířata mohla dostat ven z oploceného areálu (Weinhold 2008).

Na šíření křečka mělo příznivý vliv kácení lesů, rozšiřování zemědělských ploch, odvodňování a poté meliorace. Rozvoj zemědělství vedl k rozšíření areálu a ke zvyšování početnosti. Avšak používání rodenticidů, chytání kvůli kožešině a některé moderní prvky zemědělských technologií mohly být příčinou tohoto poklesu. Ničení trvalých kultur a snižování rozmanitosti zemědělské půdy jsou nejdůležitější faktory způsobující klesání početnosti populace (Nechay 2000).

Výsledky jednoho výzkumu ukázaly, že pro ochranu celé populace má největší význam ochrana samic (Ulbrich & Kayser 2004). Samice jsou během jedné sezóny schopny vyvést až tři vrhy. První vrh sezóny byl největší (Franceschini-Zink & Millesi 2008), ale výsledky jiné studie potvrdily, že druhý vrh v sezóně je pro populaci také rozhodující (La Haye et al. 2014). Důležité je i načasování ukončení hibernace. Samice, které se probudily dříve, měly delší sezónu a stihly tedy vyvést více vrhů i více mláďat (Franceschini-Zink & Millesi 2008). Samice totiž začínají s reprodukcí měsíc po probuzení z hibernace. Bylo dokázáno, že nízké okolní teploty a déle trvající sněhová pokrývka zapříčiní delší hibernaci, což způsobí zpoždění celého reprodukčního procesu (Hufnagl et al. 2011). Ochrana subadultů má také větší význam než ochrana samců nebo juvenilů (Ulbrich & Kayser 2004).

1.6 Stav v České Republice

Křeček polní je charakteristickým druhem naší zemědělské krajiny. Dříve se vyskytoval v nadmořských výškách od 650 do 770 m n. m. (Anděra & Beneš 2001). V současnosti se křečci nejvíce vyskytují v nadmořské výšce mezi 200 - 400 m n. m. (Anděra 2011). Křeček preferuje oblasti s jílovitými nebo sprašovými půdami, kde roční srážky nepřesahují 650 mm ročně a kde je sněhová pokrývka co nejkratší dobu. Tento druh nenajdeme v lesích. Dává přednost zemědělským půdám, kde se pěstují brambory, nejlépe v kombinaci s ječmenem či pšenicí (Anděra & Beneš 2001). Ještě v minulém století byl u nás poměrně hojný, zejména u Prahy, Hradce Králové, Chrudimi, Brna či Chomutova. Například právě u Brna byl zaznamenán počet až 63 nor na hektar (Grulich 1980). Od poloviny 20. století došlo k výrazným změnám ve výskytu křečka polního v České republice. Během 50. a 60. let se vyskytoval v nezalesněných nížinách a zasahoval až do podhorských oblastí. Během 70. let však došlo k výraznému poklesu populace a z některých míst dokonce zmizel úplně. Nyní je považován za ohrožený druh. V 90. letech došlo k částečné revitalizaci několika populací a nyní přežívá hlavně v nížinách v Česku, na Moravě a ve Slezsku (Anděra & Beneš 2001).

V roce 2010 udělal Anděra (2011) aktualizaci stavu výskytu hlodavců a křeček polní se vyskytuje podle jeho výsledků na 18,9 % z celkové rozlohy státu. Nynější stav bude pravděpodobně ještě o něco větší, jak vyplývá z dat z dotazníků. Na druhou stranu, například ze západní a střední Moravy a na hranici mezi Českem a Moravou je přítomnost křečka doložena pouze pomocí dotazníků.

Podle dotazníků zaslaných jednotlivým zemědělským sdružením a s konfrontací síťového mapování na internetovém serveru Biolib se na našem území v současnosti vyskytují dvě silné populace. Jedna je v Čechách, v nížinách kolem řeky Labe – Polabí a Poodří a další na Moravě – Moravská brána, Dyjskosvratecký, Dolnomoravský a Hornomoravský úval. Dříve byla jeho přítomnost zaznamenána i na Českomoravské vrchovině, nebo na jihu a západě Čech (Vohralík & Anděra 1976, Weinhold 2008, Víšková 2010). Z těchto oblastí a z mnoha dalších však vymizel. Je ale třeba brát v úvahu, že zatímco dotazník ze 70. let (Vohralík & Anděra 1976) pracoval i s více jak 1000 daty, tak novější dotazníková akce (Víšková 2010) pracuje jen se stovkami dat. Vysoká reprodukční schopnost kompenzuje vysokou mortalitu, a proto jsou populace v nížinách celkem stabilní (Losík et al. 2007). Hlavní oblasti výskytu se od sebe oddělují a dochází tak ke fragmentaci areálu. Vznikají malé populace, které snadno zanikají. Tyto populace jsou náchylnější k predaci a nepředvídatelným

událostem. Existuje tu možnost spojení moravské a české populace přes oblast Svitavska, kde byl výskyt zaznamenán. Pro potvrzení této domněnky by však bylo třeba podrobnějšího monitoringu (Višková 2010).

Křeček polní byl u nás chráněn vyhláškou č. 395/1992 Sb., kde byl zařazen pod kategorii chráněných druhů živočichů (Vyhláška č. 395/1992 Sb.). Díky druhému dodatku v Bernské konvekci byl v roce 2006 podle vyhlášky č. 175/2006 Sb. zákona č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny přeřazen do kategorie silně ohrožený druh (Vyhláška č. 175/2006 Sb.). Směrnice Rady 92/43/EHS o ochraně přírodních stanovišť, volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin z roku 1992 (Směrnice 92/43/EHS) chrání křečka po celé Evropské unii.

1.7 Stav v okolních zemích

1.7.1 Slovensko

Během 60. let minulého století se vyskytoval v nížinách hlavně na západě a východě státu. Tyto výskyty jsou pokračováním distribuce ostatních populací ze sousedních států: Maďarsko, Rakousko, Česká republika a Ukrajina. Během 70. let byl zde křeček veden jako škůdce. Na západě území bylo odchyceno do pastí 104 916 jedinců, v centru 3 099 a na východě 29 774 jedinců. Byla to největší populační exploze křečka polního, jaká kdy byla popsána po celém území rozšíření. Na konci 70. letech bylo deštivé počasí, došlo k poškození příkopů a kanalizace, zvýšení hladiny spodních vod a shromažďování vody na povrchu. Tato situace značně přispěla k poklesu početnosti křečků. V posledních 30. letech nezpůsobili křečci žádné výrazné škody. V současnosti probíhá soustavný výzkum populace, která má klesající trend (Grulich 1978, Nechay 2000).

1.7.2 Rakousko

Křeček se vyskytuje jen na severovýchodě státu. Populační exploze byla mezi lety 1949-1951, kdy bylo nalezeno až 2000 norových systémů na 700 ha. V roce 1966 bylo na 6 ha ječmene a jetele nalezeno 570 jedinců během jednoho měsíce (Schreier 1968). Od 70. let začínají početnosti klesat. Nyní má status ohroženého druhu a je chráněn zákonem (Bauer 1988). Je uveden v červeném seznamu a v závislosti na spolkové zemi může být klasifikován třemi různými způsoby: úplně chráněn, zvláště chráněn a striktně chráněn (Spitzenberger 2005). Neexistuje žádný oficiální plán pro zachování druhu ani pravidelné monitorování. Výzkum univerzity ve Vídni se zaměřuje zejména na městské populace ve čtvrtích na jihu města, kde je množství parků, hřbitovů a zahrad

(Franceschini & Millesi 2001, Hoffmann 2002). Předpokládá se, že populace ve Vídni jsou stabilní, ale data z ostatních oblastí jsou nedostatečná (Weinhold 2008).

1.7.3 Německo

Do 80. let 20. století byl poměrně rozšířený a byl proto hojně chytán do pastí jako škůdce a kvůli kožešině. Během let 1953 – 1966 bylo průměrně každým rokem uloveno 1 302 140 jedinců (Hubert 1968). Mezi 60. a 70. lety začaly populace klesat. Není však dost možné kvantifikovat pokles populace, protože data pocházející z různých spolkových zemí jsou velmi různorodá, pro výpočet nějaké konkrétní procentuální hodnoty poklesu by bylo třeba konzistentních dat. Ke konci 20. století všechny spolkové země aktualizovaly své znalosti o stavu populace a byl tak potvrzen pokles početnosti (Zimmermann 1995, Seluga 1998, Weinhold 1998). Nyní je zde veden, jako zvláště chráněný druh (Weinhold 2008).

1.7.4 Polsko

V Polsku byl křeček hojný mezi 50. a 60. lety. Od roku 1970 se začala populace postupně zmenšovat a tento pokles stále trvá. Dnes jsou polské populace izolovány od těch v Německu, České republice nebo v Bělorusku. Od roku 2004 je zde přísně chráněným druhem. Vyskytuje se zde jistě na 103 lokalitách a k tomu ještě snad na 146 dalších pochybných místech vyskytující se blízko aktivních míst. Nejvíce aktivních míst najdeme hlavně na jihu a jihovýchodě země. Ve středu a na západě státu jsou spíše sporné lokality. Na severu nejsou téměř žádné zaznamenané populace (Ziomek & Banaszek 2007).

1.8 Výběr biotopu

Obecně místa s dobrým vegetačním krytem vykazují vysokou diverzitu malých savců (Abramsky & Rosenzweig 1984, Kerley 1992). Živočich musí mít k habitatu přístup a musí zde najít podmínky potřebné pro přežívání, rozmnožování a výchovu mláďat. Je důležité, aby prostředí vykazovalo vhodné podmínky a to jak abiotické jako je teplota, vlhkost, pH, kvalita půdy atd. tak i biotické podmínky jako jsou kompetice, predace či nemoci. Živočich zde musí najít zdroje nutné k životu jako je potrava a úkryt. Pokud je dané stanoviště z hlediska faktorů příznivé a bohaté na zdroje je vysoce pravděpodobné, že se zde bude vyskytovat více jedinců stejného druhu. To však na druhou stranu může vést k intraspecifické kompetici.

Způsob jak zjistit, jestli je nějaké stanoviště vhodné pro určitý druh, je provést transplantační experiment. V tomto experimentu se zkoumaný živočich vypustí

do testovaného habitatu. Pokud zde bude přežívat a je schopný se úspěšně rozmnožovat, tak můžeme dojít k závěru, že živočich se zde dříve nevyskytoval, protože nebyl schopen se sem vlastními silami dostat nebo že k tomuto stanovišti neměl přístup. Pokud živočich není schopen zde přežívat, množit se a stanoviště opustí tak je to proto, že zde není dostatek zdrojů nebo je zde nějaký faktor, který nemůže být tolerován (McClary 2014).

Křeček je typickým druhem stepních biotopů. Hlavně na západě jeho rozšíření byly tyto biotopy přeměněny na zemědělskou půdu. Vyskytují se hlavně v nížinách s dostatkem slunečního záření. Preferuje hlavně trvalé porosty, jako jsou různé traviny, luskoviny, jetel nebo vojtěška, může žít i v obilných polích, ale také na nečekaných místech jako jsou příkopy a okraje silnic (Grulich 1975, Grulich 1978). Pokud dojde k přemnožení populace, jsou schopni se stahovat do zahrad a ovocných sadů či parků nebo do sklepů (Nechay 2000).

Různé druhy preferují různé podmínky a zdroje, vždy je tu alespoň mírná odlišnost. Například většina hlodavců z rodu *Microtus* vyhledává spíše vlhké habitaty, kde převažují jednoděložné rostliny (Palomo & Gisbert 2002). Naproti tomu křeček bavlníkový (*Sigmodon hispidus*) preferuje habitaty jak s jednoděložnými tak i s dvouděložnými rostlinami. To proto, že prostředí s dvouděložnými rostlinami ale i smíšené prostředí netvoří dostatečný zápoj a je tu tak větší riziko predace. Dvouděložné rostliny však poskytují proteiny, minerální látky, vápník a fosfor důležité pro laktaci. Jednoděložné jsou zase zdrojem karbohydrátů (Randolph & Cameron 2001, Cameron & Spencer 2008). Existuje i situace kdy jeden druh je schopen žít v několika rozdílných stanovištích. Při výzkumu norníka šedavého (*Clethrionomys rufocanus*) bylo zjištěno, že může žít jak v křovinách, tak i v lesích a stanoviště mohou být jak suchá tak i vlhká (Christensen & Hörnfeldt 2006). Podle jiné studie však preferuje plantáže a holiny (Saitoh & Nakatsu 1997). Tyto rozdílné preference mohou být způsobeny různými stupni kompetice s ostatními druhy hrabošů rodu *Microtus*, kteří se na lokalitě vyskytují sympatricky (Viitala 1977).

2 Cíle práce

Mezi cíle této diplomové práce patří:

- zjistit habitatové preference křečka polního
- popsat preferenci plodin v okolí kolem nor křečka polního
- vyhodnotit vliv vegetačního krytu a význam různých krajinných struktur na prostorovou distribuci nor křečka polního
- porovnání výsledků z let od roku 2003 do 2014

3 Materiál a metody

3.1 Popis lokality

Lokalita, kde probíhal výzkum, se nachází v areálu University Palackého na okraji města Olomouce v městské části Holice. Území patří do geomorfologické oblasti Západních Vněkarpatských sníženin konkrétně do Hornomoravského úvalu. Oblast se nachází v nivě řeky Moravy vzdálené odsud přibližně 650 m. Podloží tvoří několik metrů silná vrstva povodňových hlín překrytá kvartérním šterkem (Culek 1996, Bräeurová 2014). Oblast je rovinatá. Průměrné roční teploty se pohybují mezi 8 až 9°C. Průměrný roční srážkový úhrn je 500 až 600 mm a řadíme tak toto území do teplé klimatické oblasti T2. Převládá S a SZ proudění větrů, přičemž průměrná roční rychlost větrů je 4,7 m/s. Nadmořská výška je 210 m n. m. (Šafář et al. 2003).



Obr. 4 Mapa areálu s měnicími se hranicemi

Studium křečka polního zde probíhá již od roku 2002. Velikost populace kolísá kolem hustoty 60 jedinců. Průměrně je zde 40 norových systémů (Tkadlec 2011). Plocha je betonovými nebo polními cestami rozdělena na menší políčka a je tak využívána pro pěstování různých plodin za účelem výzkumu či zemědělství. Najdeme zde i včelí úly, genovou banku, skleníky a kompostárny. Na studijní ploše začala v roce 2011 výstavba Centra regionu Haná pro biotechnologický a zemědělský

výzkum a proto došlo ke zmenšení areálu z 25 ha na 22 ha (Bendová 2011, Bräuerová 2012).

3.2 Mapování nor

Pro zjišťování relativní populační hustoty a výskytu některých drobných savců se běžně používá metoda mapování nor. Např. monitoring hraboše polního (*Microtus arvalis*) je prováděn touto metodou (Zejda et al. 2000). Mapování má dvě fáze. První spočívá ve sbírání dat v terénu. Metoda je založena na průběžném procházení celého areálu v rozstupech ve vzdálenosti 10 až 15 m a vizuálním vyhledávání vchodů do nor. Mapování probíhá během sezóny od dubna do listopadu, kdy jsou vchody do nor otevřené a křečci mají povrchovou aktivitu (Havránek 2010, Bendová 2011). Pokud bylo ve vzdálenosti menší jak 6 m nalezeno více východů, byly všechny východy brány jako jeden norový systém a do GPS byla zaznamenána poloha přibližného středu mezi všemi východy. Ve druhé fázi jsou polohy norových systémů vyneseny pomocí geografického informačního systému (GIS) do leteckého snímku studijní plochy. Tato metoda se zde v areálu pro výzkum populace křečka polního používá již od roku 2002. Norové systémy ze starších let jsem našla v mapkách z prací studentů univerzity a pomocí systému GIS jsem je převedla do digitální podoby. Bohužel z let 2003 a 2004 se mi nepodařilo pořídit polohy nor, ale jen jejich počty.



Obr. 5 Nora křečka polního

I přesto, že se v areálu vyskytují různé druhy semifossoriálních hlodavců, tak nory křečků jsou snadno rozpoznatelné a možnost záměny s jiným druhem je zde malá. Typické znaky pro rozpoznání nory křečka jsou: velikost, která se pohybuje od 5 do 9,5 cm a větší hrudky zeminy tvořící relativně velké ploché výhrabky (s často odlišnou barvou než je okolní půda, neboť vyhloubená zemina pochází z hlubších půdních horizontů). Nory s podobnou velikostí má v našich podmínkách pouze hryzec vodní (*Arvicola terrestris*), jehož výhrabky však mají zcela jiný charakter (Lisická

et al. 2008). Polohy norových systémů byly zaznamenány pomocí GPS přístroje Mobile Mapper od firmy Thales Navigation, který dosahuje přesnosti až 50 cm. Pokud je přístroj používán ve vysoké, husté vegetaci, nebo při zatažené obloze, tak se jeho nepřesnost zvyšuje (Vorel et al. 2006).

3.3 Mapování plodin

Mapování plodin v areálu probíhalo během vegetační sezóny, kdy bylo možné rozeznat jednotlivé druhy rostlin na lokalitě. Areál jsem postupně prošla a do vytištěného satelitního snímku jsem si zaznamenala umístění jednotlivých plodin. Jednotlivá políčka jsem v programu GIS zastoupila polygony a vyznačila je do satelitního snímku. Podobu celého areálu z předchozích let jsem získala z map ve starších bakalářských nebo diplomových prací studentů univerzity, kteří se taktéž zabývali výzkumem křečka polního. Tyto mapky jsem převedla do digitální podoby pomocí GIS tak, aby bylo možné s nimi dále pracovat. Nejdříve jsem udělala detailní mapky se všemi plodinami a poté jsem pomocí nich udělala jednodušší mapky, kde jsem plodiny shrnula do méně typů tak, aby se v každém roce vyskytovaly stejné kategorie. Různé druhy a polohy jednotlivých plodin se během let více či méně obměňovaly. Vytvořila jsem 7 základních kategorií plodin: léčivky, obilí, ostatní, tráva, úhor, vojtěška a zelenina. U každé z těchto kategorií jsem s ohledem na nároky křečka pomocí číslic 1-3 charakterizovala jejich disturbanci, potravní nabídku a kryt. Číslice 3 vyjadřuje nejlepší podmínky, to znamená dostatečné množství potravy a krytu, a malou disturbanci jinými slovy, zde nedochází k častému orání.

Léčivky – rostou v trsech s malým zápojem, nenabízejí mnoho potravy ani krytu, a je zde malá disturbance. Řadila jsem zde levanduli, mátu peprnou, mateřídoušku, meduňku lékařskou, přesličku a ostropestřec.

Obilí – většinou jednoleté vysoké kultury poskytovaly dostatečný kryt i potravu, a disturbance byla velká. Řadila jsem zde ječmen, pšenici, kukuřici a vikev.

Ostatní – u této kategorie byly všechny charakteristiky obodovány číslicí 2, což vyjadřuje pomezí mezi dobrými a špatnými podmínkami. Bylo zde zahrnuto velké množství různých plodin: květiny, topinambur, rododendron, ale i skleníky a zastavěné plochy.

Tráva – různě vysoký trvalý travní porost na polích, který byl nechán ladem. Je zde málo potravy, málo disturbance a kryt je střední. Situace je tedy stejná,

jako u léčivek. Byly zde zahrnuty i křoviny vyskytující se kolem tratě, infekční pole, kompost a plochy se stromy.

Úhor – byl klasifikován jako oblast s vysokou disturbancí, střední nabídkou potravy a vysokým krytem. Zahrnula jsem zde amarant, hořčici, kmín, komonice, konopí a svazenko.

Vojtěška – je obecně považována za optimální plodinu pro výskyt křečka. Všechny její charakteristiky byly obodovány číslicí 3, což jsou nejlepší podmínky.

Zelenina – jednoleté rostliny s častou disturbancí a střední nabídkou potravy i krytem. Byly zde druhy jako brambory, česnek, dýně, kedluben, rajčata, salát a zelí.

3.4 Analýza dat

3.4.1 Srovnání nabídky biotopů a jejich využití pro umístění nor

K analýze využívání stanovišť jsem použila kompoziční analýzu. Srovnala jsem zastoupení norových systémů v jednotlivých plodinách s celkovým zastoupením plodin v areálu. Provedla jsem ji v doplňkovém balíčku The Adehabitat, který je součástí programu R (R Development Core Team 2010) využitím funkce `compna` (Calenge 2006). K této analýze bylo potřeba znát počet norových systémů v každé plodině v každém roce, tyto počty jsem porovnávala s velikostmi populace, které byly vytvořeny odhadem Jollyho a Sebera což je model pravděpodobnosti pro otevřené populace. Data pro analýzu se získávají metodou zpětného odchytu značkových jedinců, která je v tomto areálu při výzkumu běžně používána (Tkadlec & Losík 2011).

3.4.2 Význam vybraných krajinných struktur pro lokalizaci nor

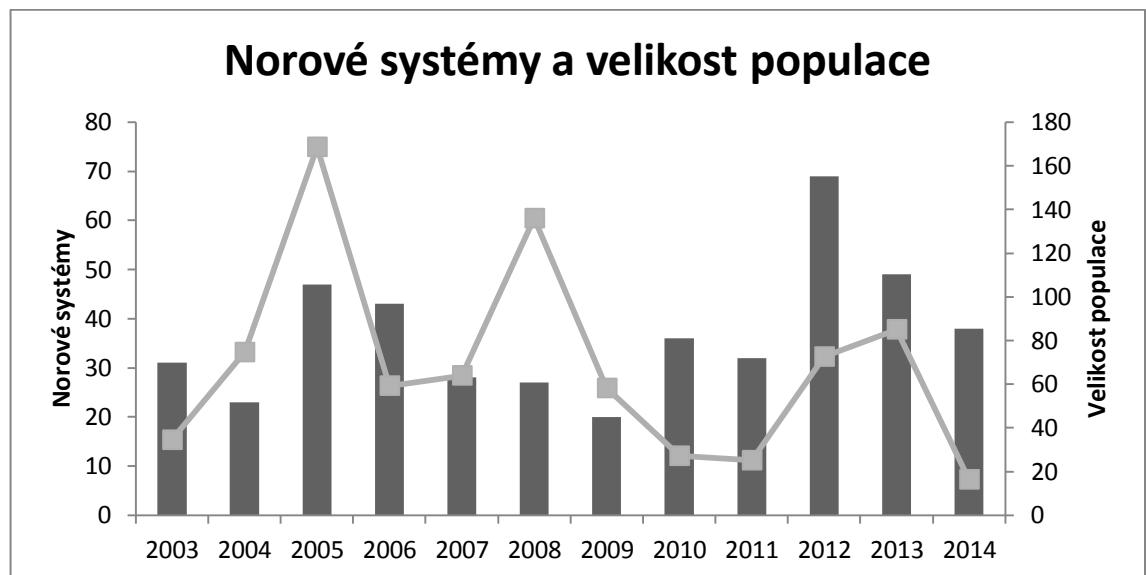
Ke zjištění vlivu různých krajinných prvků na rozmístění nor v areálu jsem pro každý rok, kde jsem měla polohu nor (od 2005 do 2014), jsem vygenerovala ještě náhodné body, jejichž počet odpovídal počtu nor v daném roce. Body byly vygenerovány tak, aby se vyskytovaly v areálu výzkumu. Poté jsem v GIS měřila nejkratší vzdálenosti mezi norami a krajinnými prvky a stejné měření jsem udělala i s náhodnými body. Získala jsem tak pro každý rok dvě sady měření. Krajinné prvky byly různého charakteru, buď přírodního, jako okraj políčka, a dřevinné porosty, nebo konstrukce vytvořené lidmi, jako budovy, silnice a železniční trať. Vzdálenosti jsem měřila na ortosnímčích z daného roku. Ortosnímky pocházejí od Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního (ČÚZK).

Srovnáním hodnot naměřených mezi krajinnými strukturami a norami, nebo náhodnými body jsem vyhodnotila význam krajinných struktur na umístění nor. Toto srovnání jsem provedla v programu R, pomocí standardních statistických testů. Vygenerování náhodných bodů a měření vzdáleností jsem realizovala v programu Q GIS (QGIS Development Team 2014). Pro práci s daty jsem použila program Excel.

4 Výsledky

4.1 Výsledky mapování

Proměnlivost počtu norových systémů a velikost populace v areálu během 12 let je uvedena v grafu (Obr. 6). Porovnávala jsem tedy zastoupení norových systémů na studovaném území po dobu 12 let. Nejvíce norových systémů 69 bylo v roce 2012, nejméně 20 v roce 2009, průměrně bylo každý rok nalezeno 37 norových systémů. Velikost populace byla největší v roce 2005, kdy bylo na území skoro 170 jedinců, nejmenší byla populace v roce 2014, bylo zde jen 16 jedinců. Ve všech případech byly brány maximální velikosti populací v každém roce. Velikost populace byla vytvořena pomocí modelu Jollyho a Sebera. Z grafu je patrné, že počet norových systémů neodráží velikost populace. Jednotlivé hustoty nor na hektar pro každý rok jsou uvedeny v tabulkách v příloze B.



Obr. 6 Graf znázorňuje nalezené norové systémy (sloupce) od roku 2003 do roku 2014 a velikost populace (linie) od roku 2003 do roku 2014

4.1.1 Analýza preference plodin

Prostorová data jsem zpracovala v geografickém informačním systému QGIS. Pomocí tohoto systému jsem vytvořila mapky plodin a nor během 12 let (všechny mapky jsou v příloze). Byla jsem tak schopna zjistit rozlohu jednotlivých políček. Údaje o rozloze políček společně s počty norových systémů v nich jsem použila pro kompoziční analýzu (Aebischer et al. 1993), kterou jsem určila preferenci plodin pro jednotlivé roky. V každém roce bylo testováno 7 různých plodin. Výsledky kompoziční analýzy jsou uvedeny v následujících tabulkách (tabulka 1 až 12). Znaménko + znamená větší

preferenci plodiny v řádku oproti plodině ve sloupci a znaménko – je menší preference plodiny v řádku než ve sloupci. Triplet znamének značí statistický průkazný výsledek.

Tabulka 1 Preference plodin pro rok 2003. P = 0,001. 31 norových systémů

	vojtěška	tráva	obilí	léčivky	úhor	zelenina	ostatní
vojtěška	0	+++	+++	+	+++	+++	+++
tráva	---	0	+++	-	+++	+	+++
obilí	---	---	0	---	+++	-	-
léčivky	-	+	+++	0	+++	+++	+++
úhor	---	---	---	---	0	---	---
zelenina	---	-	+	---	+++	0	+
ostatní	---	---	+	---	+++	-	0

Největší preferenci má vojtěška, dále pak léčivky a tráva. Uprostřed stojí zelenina. Nejnižší preferenci mají úhor, obilí a ostatní.

Tabulka 2 Preference plodin pro rok 2004. P = 1. 23 norových systémů

	obilí	tráva	léčivky	vojtěška	úhor	ostatní	zelenina
obilí	0	+++	+++	+++	+++	+++	+++
tráva	---	0	+	-	+++	+++	+++
léčivky	---	-	0	-	+++	+++	+++
vojtěška	---	+	+	0	+++	+++	+++
úhor	---	---	---	---	0	---	---
ostatní	---	---	---	---	+++	0	+++
zelenina	---	---	---	---	+++	---	0

Nejvíce oblíbené v tomto roce je obilí, následováno vojtěškou a trávou. Na pomezí mezi oblíbenými a neoblíbenými plodinami stojí léčivky. Nejméně oblíbený je opět úhor, dále zelenina a ostatní.

Tabulka 3 Preference plodin pro rok 2005. P = 0,001. 47 norových systémů

	obilí	léčivky	zelenina	vojtěška	tráva	ostatní	úhor
obilí	0	+++	+	---	+	+++	+++
léčivky	---	0	-	---	---	---	---
zelenina	-	+	0	---	---	-	+
vojtěška	+++	+++	+++	0	+++	+++	+++
tráva	-	+++	+++	---	0	+++	+++
ostatní	---	+++	+	---	---	0	+
úhor	---	+++	-	---	---	-	0

Nejpreferovanější plodinou je opět vojtěška, dále obilí a tráva. Ostatní mají střední preferovanost. Mezi nepreferované plodiny patří léčivky, úhor a zelenina.

Tabulka 4 Preference pro rok 2006. P = 1. 43 norových systémů

	obilí	zelenina	vojtěška	tráva	léčivky	úhor	ostatní
obilí	0	+	-	+	+++	+++	+++
zelenina	-	0	---	+	+++	+++	+++
vojtěška	+	+++	0	+++	+++	+++	+++
tráva	-	-	---	0	+++	+	+
léčivky	---	---		---	0	---	---
úhor	---	---	---	-	+++	0	+++
ostatní	---	---	---	-	+++	---	0

Nejpreferovanější je opět vojtěška, dále obilí a poslední je zelenina. Tráva má střední preferovanost. Nejméně preferované jsou léčivky, dále ostatní a úhor.

Tabulka 5 Preference plodin pro rok 2007. P = 0,001. 28 norových systémů

	obilí	zelenina	vojtěška	úhor	tráva	ostatní	léčivky
obilí	0	+	---	---	+	-	+
zelenina	-	0	---	---	-	-	+
vojtěška	+++	+++	0	+	+++	+++	+++
úhor	+++	+++	-	0	+++	+++	+++
tráva	-	+	---	---	0	-	+
ostatní	+	+	---	---	+	0	+++
léčivky	-	-	---	---	-	---	0

Nejoblíbenější je v tomto roce vojtěška, následuje úhor a ostatní. Obilí má střední preferovanost. Nejméně oblíbené jsou léčivky, dále zelenina a tráva.

Tabulka 6 Preference plodin pro rok 2008. P = 1. 27 norových systémů

	obilí	vojtěška	úhor	tráva	léčivky	zelenina	ostatní
obilí	0	---	---	-	+	-	-
vojtěška	+++	0	+	+++	+++	+++	+++
úhor	+++	-	0	+++	+++	+++	+++
tráva	+	---	---	0	+	+	+
léčivky	-	---	---	---	0	---	---
zelenina	+	---	---	---	+++	0	---
ostatní	+	---	---	---	+++	+++	0

Nejoblíbenější je opět vojtěška, dále úhor a tráva. Ostatní mají střední preferovanost. Neoblíbené plodiny jsou léčivky, obilí a zelenina.

Tabulka 7 Preference plodin pro rok 2009. P = 0,001. 20 norových systémů

	vojtěška	tráva	ostatní	úhor	obilí	zelenina	léčivky
vojtěška	0	+++	+++	+++	+++	+++	+++
tráva	---	0	+	-	+	+	-
ostatní	---	-	0	-	-	+	-
úhor	---	+	+	0	+	+	
obilí	---	-	+	-	0	+++	+
zelenina	---	-	-	-	---	0	---
léčivky	---	+	+	-	+	+++	0

Nejpreferovanější plodinou je opět vojtěška, následuje úhor a léčivky. Na pomezí třech oblíbených a neoblíbených plodin stojí tráva. Nепreferované plodiny jsou zelenina, ostatní a obilí.

Tabulka 8 Preference plodin pro rok 2010. P = 1. 36 norových systémů

	vojtěška	tráva	ostatní	obilí	léčivky	zelenina	úhor
vojtěška	0	+++	+++	+	+++	+++	+++
tráva	---	0	---	---	---	+++	-
ostatní	---	+++	0	-	+++	+++	+++
obilí	-	+++	+	0	+++	+++	+++
léčivky	---	+++	---	---	0	+++	+++
zelenina	---	---	---	---	---	0	---
úhor	---	+	---	---	---	+++	0

Nejpreferovanější plodina je vojtěška, dále jsou oblíbené obilí a ostatní. Léčivky mají střední preferovanost. Nejnepreferovanější je zelenina, dále jsou tráva a úhor.

Tabulka 9 Preference plodin pro rok 2011. P = 0,001. 32 norových systémů

	tráva	zelenina	ostatní	úhor	obilí	vojtěška	léčivky
tráva	0	+	-	---	-	---	+
zelenina	-	0	---	---	---	---	---
ostatní	+	+++	0	---	---	---	+
úhor	+++	+++	+++	0	+	-	+++
obilí	+	+++	+++	-	0	-	+++
vojtěška	+++	+++	+++	+	+	0	+++
léčivky	-	+++	-	---	---	---	0

Nejpreferovanější je vojtěška následuje úhor a obilí. Ostatní mají střední preferovanost. Mezi nepreferované plodiny patří zelenina, léčivky a tráva.

Tabulka 10 Preference plodin pro rok 2012. P = 1. 69 norových systémů

	obilí	zelenina	vojtěška	úhor	tráva	ostatní	léčivky
obilí	0	+++	+	+	+++	+++	+++
zelenina	---	0	---	---	---	---	---
vojtěška	-	+++	0	+	+++	+++	+++
úhor	-	+++	-	0	+++	+	+++
tráva	---	+++	---	---	0	---	+
ostatní	---	+++	---	-	+++	0	+++
léčivky	---	+++	---	---	-	---	0

Nejoblíbenější plodinou je stejně jako v roce 2004 obilí, dále vojtěška a úhor. Na pomezí jsou ostatní. Nejméně oblíbená je stejně jako předcházejících třech letech zelenina, za ní jsou léčivky a tráva.

Tabulka 11 Preference plodin pro rok 2013. P = 0,002. 49 norových systémů

	tráva	obilí	zelenina	vojtěška	ostatní	úhor	léčivky
tráva	0	-	+++	---	+	+	+
obilí	+	0	+++	---	+++	+++	+
zelenina	---	---	0	---	---	---	-
vojtěška	+++	+++	+++	0	+++	+++	+++
ostatní	-	---	+++	---	0	-	+
úhor	-	---	+++	---	+	0	+
léčivky	-	-	+	---	-	-	0

Nejoblíbenější je vojtěška následuje obilí a tráva. Úhor má střední preferovanost. Nejméně oblíbená je opět zelenina dále léčivky a ostatní.

Tabulka 12 Preference plodin pro rok 2014. P = 0,001. 38 norových systémů

	léčivky	obilí	ostatní	tráva	úhor	vojtěška	zelenina
léčivky	0	---	---	---	-	---	-
obilí	+++	0	+	-	+	---	+++
ostatní	+++	-	0	---	-	---	+++
tráva	+++	+	+++	0	+	-	+++
úhor	+	-	+	-	0	---	+
vojtěška	+++	+++	+++	+	+++	0	+++
zelenina	+	---	---	---	-	---	0

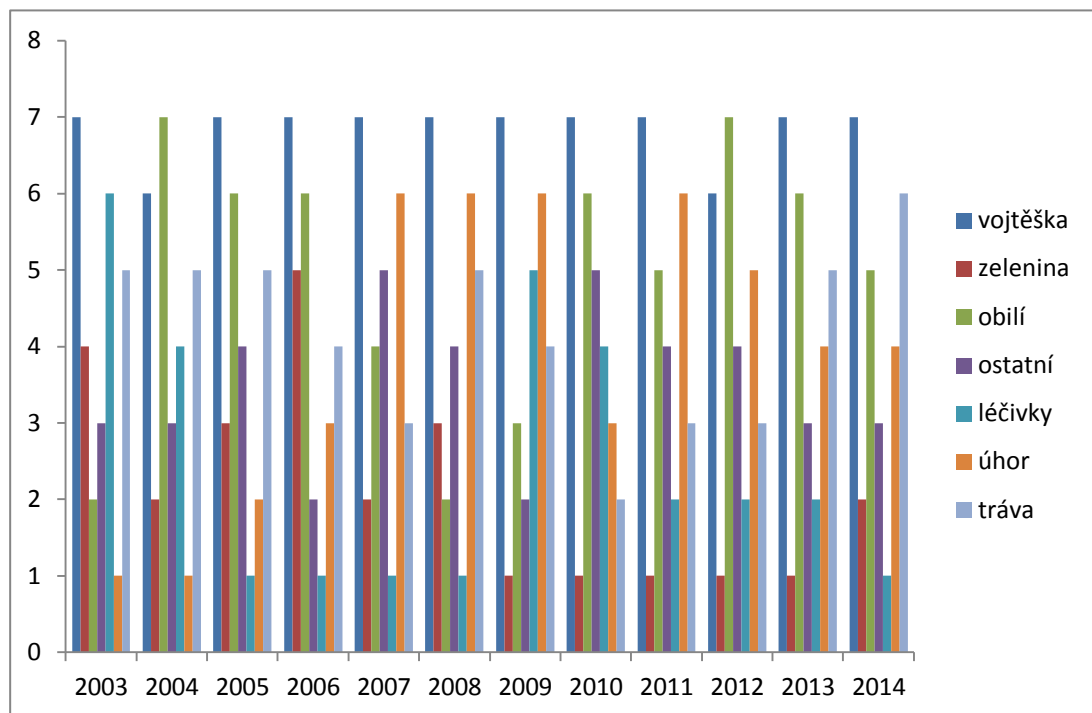
Nejpreferovanější je opět vojtěška, dále tráva a obilí. Na pomezí je úhor. Nепreferované plodiny jsou léčivky, zelenina a ostatní.

Z uvedených výsledků kompoziční analýzy vychází, že nejpreferovanější byla vojtěška (celkem desetkrát) a obilí (dvakrát). Mezi druhými nejoblíbenějšími plodinami

se objevily obilí a úhor (celkem čtyřikrát), vojtěška (dvakrát), a léčivky a tráva (každá jednou). Třetí nejpreferovanější byla tráva (pětkrát), ostatní a obilí (dvakrát), zelenina a úhor a léčivky (jednou). Na pomezí mezi třemi oblíbenými a třemi neoblíbenými plodinami se objevili ostatní (čtyřikrát), léčivky, tráva a úhor (dvakrát), zelenina a obilí (jednou). Jako nejméně preferované dominovaly léčivky a zelenina (obě pětkrát) a úhor (dvakrát). Druhé nejhorší byli zelenina a léčivky (tříkrát), obilí a ostatní (dvakrát) a úhor a tráva (jednou). Třetí nejméně preferované byli ostatní (čtyřikrát), tráva (tříkrát), úhor a zelenina (dvakrát), obilí (jednou).

Podle bodového hodnocení, které jsem plodinám udělila (disturbance, potrava, kryt) by nejpreferovanější měla být vojtěška (3,3,3) jako druhé nejpreferovanější by mělo být obilí (1,3,3), a nejméně oblíbenou plodinou by měla být zelenina (1,2,2). Pokud výsledky analýzy zkonfrontuji s tímto bodovým ohodnocením, tak se závěry shodují.

Meziročně se preference příliš neměnily, v naprosté většině byla preferována vojtěška. Pokud bylo nejpreferovanější obilí, což bylo jen dvakrát, tak druhá oblíbená byla vojtěška. Mezi nejméně preferovanými se střídá více plodin zelenina, léčivky a méně úhor. Analýza za celé období sledování potvrdila největší preferenci pro vojtěšku. Dále bylo obilí, tráva, ostatní, úhor, léčivky a zelenina ($p < 0,005$).



Obr. 7 Preference plodin od roku 2003 do roku 2014. Číslo 7 nejvyšší preference, číslo 1 nejnižší preference.

4.1.2 Preference plodin v okolí nor

Poloměr okruhů kolem nor byl 21 m. Byl spočítán z průměrné velikosti domovských okrsků vytvořených kernelovou metodou na stejné lokalitě. Nejvíce byla preferována vojtěška (sedmkrát), obilí (dvakrát) a úhor (jednou). Mezi druhé nejčastěji preferované plodiny patří obilí (čtyřikrát), úhor (třikrát), vojtěška (dvakrát) a tráva (jednou). Třetí nejvíce preferované plodiny byly zelenina, úhor, obilí, ostatní (dvakrát), vojtěška a tráva (jednou). Na pomezí mezi třemi nejvíce preferovanými a třemi nejméně preferovanými plodinami v okruzích jsou ostatní (čtyřikrát), tráva (třikrát), léčivky, úhor a obilí (jednou). Nejméně preferované plodiny byly zelenina (šestkrát), léčivky (dvakrát), úhor a ostatní (jednou). Druhé nejméně preferované plodiny byly léčivky (pětkrát), obilí, ostatní, tráva, úhor a zelenina (jednou). Mezi třetími nejméně preferovanými plodinami v okruzích byly tráva (čtyřikrát), ostatní a léčivky (dvakrát), úhor a zelenina (jednou). Analýza pro preferenci plodin v okolí kolem nor je provedena od roku 2005 až 2014. Roky 2003 a 2004 nemohly být pro tuto analýzu použity, jelikož nemám jejich přesné polohy jen počty v jednotlivých plodinách.

Tabulka 13 Preference plodin v okruhu pro rok 2005. P = 0,001

	obilí	léčivky	zelenina	vojtěška	tráva	ostatní	úhor
obilí	0	+++	+++	-	+++	+++	+++
léčivky	---	0	-	---	-	-	+
zelenina	---	+	0	---	+	+	+++
vojtěška	+	+++	+++	0	+++	+++	+++
tráva	---	+	-	---	0	+	+++
ostatní	---	+	-	---	-	0	+
úhor	---	-	---	---	---	-	0

Nejvíce je preferována vojtěška po ní obilí a zelenina, nejméně oblíbené jsou úhor, léčivky a ostatní. Tráva má střední preferovanost.

Tabulka 14 Preference plodin v okruhu pro rok 2006. P = 0,001

	obilí	zelenina	vojtěška	tráva	léčivky	úhor	ostatní
obilí	0	+++	-	+++	+++	+++	+++
zelenina	---	0	---	+	+++	+++	+
vojtěška	+	+++	0	+++	+++	+++	+++
tráva	---	-	---	0	+	+	-
léčivky	---	---	---	-	0	-	---
úhor	---	---	---	-	+	0	---
ostatní	---	-	---	+	+++	+++	0

Nejvíce je preferována vojtěška, obilí a zelenina. Ostatní má střední preferovanost.

Nejméně oblíbené jsou léčivky dále úhor a tráva.

Tabulka 15 Preference plodin v okruhu pro rok 2007. P = 0,001

	obilí	zelenina	vojtěška	úhor	tráva	ostatní	léčivky
obilí	0	+++	-	+	+++	+	+++
zelenina	---	0	---	---	-	---	+
vojtěška	+	+++	0	+	+++	+++	+++
úhor	-	+++	-	0	+++	+	+++
tráva	---	+	---	---	0	---	+
ostatní	-	+++	---	-	+++	0	+++
léčivky	---	-	---	---	-	---	0

Nejvíce je oblíbená vojtěška, dále obilí a úhor. Ostatní má střední preferovanost.

Nejméně jsou preferované léčivky, zelenina a tráva.

Tabulka 16 Preference plodin v okruhu pro rok 2008. P = 0,001

	obilí	vojtěška	úhor	tráva	léčivky	zelenina	ostatní
obilí	0	-	-	+	+++	+++	+
vojtěška	+	0	+	+++	+++	+++	+++
úhor	+	-	0	+++	+++	+++	+
tráva	-	---	---	0	+	+	-
léčivky	---	---	---	-	0	+	-
zelenina	---	---	---	-	-	0	---
ostatní	-	---	-	+	+	+++	0

Nejvíce je preferována opět vojtěška, úhor a obilí. Na pomezí je ostatní. Nejmenší preferenci má zelenina, léčivky a tráva.

Tabulka 17 Preference plodin v okruhu pro rok 2009. P = 0,001

	vojtěška	tráva	ostatní	úhor	obilí	zelenina	léčivky
vojtěška	0	+++	+++	+++	+++	+++	+++
tráva	---	0	-	---	+	+	+
ostatní	---	+	0	-	+++	+++	+++
úhor	---	+++	+	0	+++	+++	+++
obilí	---	-	---	---	0	+	-
zelenina	---	-	---	---	-	0	---
léčivky	---	-	---	---	+	+++	0

Nejpreferovanější je vojtěška dále úhor a ostatní. Tráva má střední preferovanost.

Nejméně je preferována zelenina, obilí a léčivky.

Tabulka 18 Preference plodin v okruhu pro rok 2010. P = 0,001

	vojtěška	tráva	ostatní	obilí	léčivky	zelenina	úhor
vojtěška	0	+++	+++	+	+++	+++	+++
tráva	---	0	---	---	---	+	-
ostatní	---	+++	0	-	+++	+++	+++
obilí	-	+++	+	0	+++	+++	+++
léčivky	---	+++	---	---	0	+++	+
zelenina	---	-	---	---	---	0	-
úhor	---	+	---	---	-	+	0

Nejpreferovanější je vojtěška, poté obilí a ostatní. Na pomezí jsou léčivky. Nejmenší preferenci má zelenina, tráva a úhor.

Tabulka 19 Preference plodin v okruhu pro rok 2011. P = 0,001

	tráva	zelenina	ostatní	úhor	obilí	vojtěška	léčivky
tráva	0	+++	+	---	---	---	+
zelenina	---	0	---	---	---	---	---
ostatní	-	+++	0	---	---	---	+
úhor	+++	+++	+++	0	-	-	+++
obilí	+++	+++	+++	+	0	+	+++
vojtěška	+++	+++	+++	+	-	0	+++
léčivky	-	+++	-	---	---	---	0

Nejvíce je oblíbeno obilí dále vojtěška a úhor. Na pomezí stojí tráva. Nejméně je preferována zelenina, léčivky a ostatní.

Tabulka 20 Preference plodin v okruhu pro rok 2012. P = 0,001

	obilí	zelenina	vojtěška	úhor	tráva	ostatní	léčivky
obilí	0	+++	+	+	+++	+++	+++
zelenina	---	0	---	---	---	---	---
vojtěška	-	+++	0	-	+++	+++	+++
úhor	---	+++	+	0	+++	+++	+++
tráva	---	+++	---	---	0	-	+
ostatní	---	+++	---	---	+	0	+++
léčivky	---	+++	---	---	-	---	0

Nejpreferovanější je obilí dále úhor a vojtěška. Ostatní mají střední preferovanost. Nejméně je oblíbena zelenina po ní léčivky a tráva.

Tabulka 21 Preference plodin v okruhu pro rok 2013. P = 0,001

	tráva	obilí	zelenina	vojtěška	ostatní	úhor	léčivky
tráva	0	+	+++	-	+++	+++	+
obilí	-	0	+++	-	+++	+++	+++
zelenina	---	---	0	---	-	---	-
vojtěška	+	+	+++	0	+++	+++	+++
ostatní	---	---	+	---	0	-	-
úhor	---	---	+++	---	+	0	+
léčivky	-	---	+	---	+	-	0

Nejpreferovanější v okruzích je vojtěška, poté tráva a obilí. Na pomezí stojí úhor.

Nejmenší preferenci má zelenina za ní ostatní a léčivky.

Tabulka 22 Preference plodin v okruhu pro rok 2014. P = 0,001

	léčivky	obilí	ostatní	tráva	úhor	vojtěška	zelenina
léčivky	0	-	+	---	---	---	-
obilí	+	0	+++	-	---	-	+
ostatní	-	---	0	---	---	---	---
tráva	+++	+	+++	0	---	-	+
úhor	+++	+++	+++	+++	0	+++	+++
vojtěška	+++	+	+++	+	---	0	+++
zelenina	+	-	+++	-	---	---	0

Nejpreferovanější je úhor, vojtěška a tráva. Na pomezí je obilí. Nejmenší oblíbenost mají ostatní poté léčivky a zelenina.

Pořadí v jakém jsou plodiny preferovány v areálu a v okolí nor se většinou shodují. Jako nejvíce preferovanou plodinou napříč všemi zkoumanými roky je jednoznačně vojtěška. Jako druhé je obilí. Třetí preferovanou plodinou je tráva a na pomezí mezi třemi preferovanými a třemi nepreferovanými plodinami stojí úhor, ale co se týče preference plodin v okruzích tak třetí je naopak úhor a ve středu je tráva. V dalších případech se pořadí opět shodují, nejméně preferovanou plodinou je zelenina, za ní jsou léčivky a ostatní.

4.1.3 Vliv krajinných struktur na polohu norových systémů

Výsledky statistického testování (tabulka 23) neukázaly prokazatelné rozdíly mezi norovými systémy a náhodně vygenerovanými body. Jediné dva případy, kdy byl průkazný vliv krajinných struktur na polohu norových systémů, jsou v roce 2013 u okraje pole a silnice. Norové systémy, se na rozdíl od náhodných bodů, vyskytovaly blíže u okrajů polí i silnic.

Tabulka 23 Hodnoty P v analýze vzdálenosti mezi norovými systémy a krajinnými strukturami

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
okraj pole	0,78	0,81	0,81	1	0,74	0,87	0,68	0,64	0,007	0,92
silnice	1	0,86	1	1	1	1	1	1	0,03	0,58
železnice	1	1	1	1	1	1	1	0,86	0,77	0,98
dřeviny	1	1	1	1	1	1	1	1	0,82	0,74
budovy	1	1	1	1	1	1	1	1	0,07	0,19

5 Diskuse

Křeček polní je v Evropě a hlavně v její západní části ohroženým druhem a proto je v řadě zemí chráněn zákonem (v ČR Vyhláška č. 175/2006 Sb). Získání dalších poznatků jeho habitatových preferencí by mohlo přispět ke zdokonalení ochrany a zvýšení jeho populační početnosti. Předložená diplomová práce se snaží zjistit co nejvíce o těchto preferencích v rámci jedné lokality po dobu 12 let, dále zjistit preferenci habitatu v okolí kolem nor a také vliv různých krajinných prvků na polohu nor. Preference pro umístování nor je v souladu s preferencí v okolí kolem nor. Nejsilnější preferenci jako vegetační kryt má vojtěška. Krajinné prvky neměly žádný vliv na polohu nor.

Počty nor nebyly v souladu s velikostí populace. Příčinou by mohla být skutečnost, že jeden jedinec využívá více nor a jedinci si mezi sebou nory střídají. Samci jsou více aktivní, a proto mají větší domovské okrsky i více norových systémů (Petrová 2012). Některé norové systémy jsou rozsáhlé a tak mohlo dojít k vícenásobnému započítání nor. Některé nory také nemusely být používány po celou sezónu, mohlo dojít vlivem například sklizně a orby plodiny k jejich zničení a tak se musel křeček odstěhovat a vyhrabat si novou noru někde jinde. Tím došlo k nárůstu počtu zaznamenaných nor, jelikož se zaznamenávaly staré i nově vytvořené nory. Některé nory mohou být obnoveny a použity znovu i několik let po sobě. Rozmístění plodin se během let v areálu různě měnilo. Docházelo k situacím, kdy jeden rok bylo na určitém poli větší množství nor, další rok se zde však po vysazení jiné plodiny počet nor zmenšil. Ale nastala také opačná situace. Ke změně počtu nor však může dojít i bez změny plodiny na poli. Taková situace byla zaznamenána několikrát například u obilí, kde byl hojný počet nor, který se následný rok snížil na minimum (např. v roce 2006, 2008, 2009). Po porovnání map z jednotlivých let soudím, že počet nor na daném poli není ovlivněn počtem nor, který zde byl v minulém roce. Jediný případ, kdy mohla být ovlivněna distribuce nor v poli z minulého roku, je vojtěška. Ta se po většinu času studia nacházela na stejném místě. Pokud se poličko s vojtěškou přesunulo, křečci se poměrně rychle přestěhovali, i když tam v předcházejícím roce nebyla žádná nora.

Preferenci habitatu jsem zkoumala pomocí nalezených nor v různých typech vegetačního krytu. Podle některých studií se preference rozlišují ještě podle pohlaví a využívají se další metody jako je telemetrie, nebo odchyt do živolovných pastí.

Výhodou těchto individuálních metod je získání poznatků o jednotlivých jedincích. Odchytáváním jedinců však může dojít ke zkreslení dat, jelikož jedinec nemusí mít k noře, u které byl odchycen žádný vztah. Přínosem mé metody spočívající v počítání nalezených nor v různých vegetačních typech je sledování většiny populace. Nejvíce preferovaná z vegetačních krytů je dle mých výsledků vojtěška a to jak v rámci celého areálu, tak i v rámci nejbližšího okolí nor. Preferenci vojtěšky potvrzují i jiné práce z téže lokality (Dolínková 2010, Petrová 2012). Zifčák (2005) jako další nejvíce preferované uvádí obilí a vysokou trávu jelikož společně s vojtěškou tvořili jednu skupinu. Což se také shoduje s mými výsledky, jelikož obilí a tráva byly hned za vojtěškou dalšími preferovanými vegetačními typy. Stejně jako v mé práci byla i v těchto studiích použita kompoziční analýza (Zifčák 2005, Dolínková 2010) nebo procentuální vyjádření zastoupení plodin v domovských okresech (Petrová 2012). V Maďarsku na základě výzkumu byla potvrzena závislost křečka na přítomnosti vojtěšky. Vojtěška byla ve studii uvedena jako plodina s nejvyšším významem, protože zde byl zdroj populace, která se šířila do dalších plodin a po sklizni se zase vracela (Bihari & Arany 2001). Vojtěška je tedy stabilizující plodinou, která ve střednědobém měřítku napomáhá k zajištění existence populace.

Oblíbenost vojtěšky má svůj důvod. Křeček zde najde dost potravy a také dostatečný kryt před predátory, což potvrzují i další práce (Losinger 2002, Zifčák 2005, Dolínková 2010, Petrová 2012). Vojtěška není po seči zorána, proto může znova rychle vyrůst. Nory se tak zde mohou zachovat i několik let. Obvykle je vojtěška sečena třikrát za rok, zde v areálu je sečena pouze jedenkrát ročně (Valentová 2012). Obilí sice poskytuje dostatek potravy i úkryt, avšak jen do doby sklizení a orby. Mezi méně preferované kryty patří léčivky a nejmenší preferenci má zelenina. Obě tyto skupiny rostou v trsech a tvoří tak souvislý zápoj. Taktéž nabídka potravy není příliš vyhovující. Pro křečka je nejvýhodnější, když se vegetační kryt vytvoří brzy zjara a k následné sklizni a orbě dochází co nejpозději. V těchto podmínkách stihne druhá generace křečka polního dokončit svůj vývoj. Naopak v obilí dojde ve druhé generaci ke ztrátám, neboť v době jejího vývoje dochází ke sklizni plodiny. Je však nutné uvést, že v areálu se nevyskytují všechny plodiny, ve kterých je křeček schopen přežít. Na podzim patří mezi složky potravy i hlízy brambor a řepa, ve kterých by se také mohl vyskytovat (Gorecki & Grygielska 1975). Výsledky jsou tedy limitovány jen těmi plodinami, které se zde v areálu po dobu výzkumu vyskytovaly.

Vojtěška jako trvalá rostlina je vhodná i pro hraboše polního (*Microtus arvalis*). U něj tvoří zelené části rostlin až 97 % objemu potravy. Zbytek jsou podzemní zásobní orgány rostlin (Cudlin 2009). Hraboš ne vždy dokáže ve vojtěšce úspěšně přezimovat, což dokazují výrazné poklesy jeho početnosti během tohoto období (Heroldová et al. 2004), protože vojtěška v zimě poskytuje minimum zelené biomasy (Heroldová et al. 1998). Na rozdíl od hraboše, má křeček vytvořené zásoby a tak zde přežívá lépe. K poklesu zelených částí vojtěšky může nastat naopak při přemnožení hrabošů. Dojde k zaplevelení pole s vojtěškou, tím vzroste biomasa travin se semeny což je brzy následováno invazí granivorních myší (Zejda et al. 2002, Heroldová et al. 2005). To způsobí problémy křečkům, jednak ztratí zdroj potravy a kryt, a jednak musí konkurovat s dalšími druhy.

Ve světě byly provedeny výzkumy na biotopové preference u příbuzných druhů křečka polního. U některých bylo dosaženo podobných výsledků. Příbuzný druh křečík Eversmannův (*Allocricetulus eversmanni*) vyskytující se převážně na území Kazachstánu, preferuje podobná prostředí jako křeček polní. Vyhledává pastviny, zemědělsky využívané plochy, úhory a vyskytuje se i podél silnic. Podobně jako další druhy křečků se vyhýbá lesnatým porostům (Nechay 2000). Nejčastěji si vybírá pole s obilím, ale vyhledává i plantáže s melouny nebo tykvemi, které se u nás nepěstují (Tsytulina et al. 2008). Křeček Newtonův (*Mesocricetus newtoni*) zástupce jihovýchodní Evropy obývá podobná stanoviště jako křeček polní. Žije v zahradách, vinicích, ovocných sadech. Také se vyskytuje na obilných polích a ve vojtěšce (Peshev et al. 2004), rovněž jako u mého výzkumu pro křečka polního. Křeček Raddeův (*Mesocricetus raddei*) pocházející z Ruska a severního Kavkazu, vyhledává suché stepi s bylinami nebo pole s obilím. Na rozdíl od křečka polního preferuje i pásy dřevin mezi poli (Tsytulina 2008). Podle Miljutina (2011) je tento křeček silně herbivorní. V těchto ekotonech nalézá více druhů rostlin a také listů ze stromů, takže tu má pestrou skladbu potravy. Z uvedených příkladů vyplývá, že obilí je u různých druhů křečků poměrně oblíbené. Stejně jako v mém výzkumu pro křečka polního bylo obilí jednou z nejvíce preferovaných plodin.

I chemické složení potravy může mít vliv na výběr prostředí. Více aktivních nor a odchycených jedinců myšice křovinné (*Apodemus sylvaticus*) a myšice malooké (*Apodemus microps*) bylo v polích s pšenicí než s ječmenem. Vysvětlení preference myšic pro pšenici podává nutriční analýza semen. Ta ukázala, že pšenice se lépe tráví, protože má málo vlákniny a surových proteinů. Na druhou stranu obsahuje více cukru

a škrobu (Heroldová et al. 2008). Z mých dat nebylo možné obilí jemněji rozlišit na jednotlivé druhy obilovin. To může vysvětlit rozdíly ve využívání plodin. V budoucnu by bylo tedy lepší při studiu preferencí habitatu obilí více rozčlenit.

V České republice se s podobným způsobem života vyznačuje sysel obecný (*Spermophilus citellus*). Je to druh zemní veverky, taktéž žijící v norách v sekundárních biotopech. Na rozdíl od křečka si vybírá stanoviště s nízkým vegetačním krytem. Je totiž aktivní ve dne. Někteří jedinci stojí na stráži a hlídají ostatní jedince před predátory. Mladé výhonky obsahují hodně dusíku a aminokyselin, což je pro ně výhodnější potrava. Jeho hlavní složkou potravy je řebříček. Tato preference je vysvětlena především přítomností medicínsky významných látek (Leššová 2010). Řebříček je součástí těchto nízkých trávníků, takže jeho vliv na křečka nelze posoudit. Preference příbuzného druhu sysla dlouhoocasého (*Spermophilus undulatus*) pro habitaty s nízkým či středním vegetačním krytem naznačuje, že výběr habitatu mohou určovat spíše půdní podmínky a predace než dostupnost potravy. (Karels et al. 2000). To potvrzuje i jiná studie, která uvádí signifikantní preferenci pro černoze. Podle studie se sysel dlouhoocasý vyhýbá půdám obsahující jílu a štěrku (Řičánková et al. 2006). Na lokalitě, kde probíhala moje studie křečka polního, je homogenní fluvizem, takže preferenci půdy zde nešlo zkoumat. Dle Weinholda (2008) však křeček také nejvíce preferuje černoze, které jsou dobře propustné, poskytují dobrou stabilitu a jsou úrodné.

Dále jsem u každé plodiny bodově hodnotila číslicemi 1 až 3, jakou poskytuje potravu, kryt a jakou má disturbanci. Dle těchto hodnot jsem očekávala největší preferenci vojtěšky (3,3,3), dále obilí (3,3,1) a nejméně vyhledávaná by měla být zelenina (2,2,1). Výsledky kompoziční analýzy za celé studované období se s mými předpoklady shodují. Na základě porovnání hodnot mezi plodinami se domnívám, že největší důraz při výběru habitatu, je kladen na dostatečný kryt. U vojtěšky a obilí má hodnotu 3, poskytují tedy dostatečný zápoj. U trávy, která je v pořadí preference třetí má kryt hodnotu 2. Další kritérium by mohla být disturbance. Zatímco disturbance u vojtěšky a trávy je malá (hodnota 3) tak u obilí je naopak velká. Vojtěška i obilí poskytují na rozdíl od trávy dostatečné množství potravy. Zelenina, která dopadla jako nejméně vyhovující má velkou disturbanci a nezajišťuje dostatečné množství krytu ani potravy což koresponduje s výsledky analýzy i mým očekáváním.

Důležitost vegetačního krytu jako klíčového prvku při výběru stanoviště potvrzuje i studie Kayserová a kolektiv (2003). Ti uvádí jako hlavní příčinu úhynu

predaci, ke které dochází nejvíce při nízkém vegetačním krytu. Důležité pro přežití populace je tedy načasování sklizně. Ke sklizni a orbě, které vedou ke ztrátě krytu, a potravy by nemělo dojít před tím, než křeček začne hibernovat. Výsledky studie Ulbrichové a Kayserové (2004) potvrdily, že nejvíce jedinců přežije, dojde-li ke sklizni co nejpozději na podzim. Sklizeň před první půlkou srpna má silně negativní dopad na přežití juvenilů a počet úspěšně odchovaných mláďat z druhých vrhů. Velmi pozdní, odložená, případně žádná sklizeň dává dospělým a subadultním samicím možnost založit druhý vrh (La Haye et al. 2014).

V části mé studie je i sledování vlivu krajinných prvků na polohu nor. Krajinné prvky neměly významný vliv na polohu nor, kromě dvou případů v roce 2013, kdy měl podle analýzy vliv okraj pole a silnice. Norové systémy se nacházeli blízko těchto prvků. Tato problematika nebyla u křečka studována a můžeme tak srovnávat jen s jinými druhy. Podobného měření bylo použito i při výzkumu jezevce lesního (*Meles meles*). Jezevci si vybírali místa s dostatkem potravy, s dobrým vegetačním krytem a vyhýbali se přítomnosti člověka (Myslajek et al. 2012). Podobné výsledky byly zjištěny také u mývala severního (*Procyon lotor*). Jeho doupata se vyskytovala u polí a v ekotonech (Henner et al. 2004).

Poznatky o udržení populace zároveň s mými poznatky o habitatových preferencích by mohly být aplikovány a pomoci tak navýšit početnosti druhu. Krajinné prvky nemají v zásadě žádný vliv na norové systémy, takže v tomto případě není třeba zavádět nějaká opatření. Nejdůležitější pro křečka je mít dostatečný kryt, potravu a co nejméně narušení což poskytuje vojtěška. Za celé období sledování je jen málo případů, kdy velikost plochy vojtěšky tvořila více jak 2 % z celkové plochy polí. V roce 2012 tvořila 2 %, v 2013 až 3,2 % a nejvíce v roce 2011, kdy tvořila 12 % z celkové plochy. V ostatních letech byl podíl vojtěšky vždy menší než 2 %. To je vzhledem k velikosti celého areálu velmi malá oblast. Vhodným řešením by mohlo být zvětšení nabídky vojtěšky mezi polí, aby došlo ke stabilizaci populace. Z výsledků vyplývá, že křeček dobře reaguje na změnu plodin. Nad očekávání rychle mění polohy norových systémů podle momentální nabídky.

6 Souhrn

V předložené diplomové práci jsem se zabývala habitatovou preferencí křečka polního v populaci na okraji Olomouce v rámci areálu i v okolí nor. Zkoumala jsem vliv krajinných prvků na umístění nor. Dospěla jsem k následujícím výsledkům:

1. Za celé období bylo nalezeno 443 norových systémů z toho 141 v obilí, 105 ve vojtěšce, 76 v trávě, 74 v úhoru, 20 v zelenině, 15 v léčivkách a 12 v ostatních typech vegetace.
2. Nejpreferovanější pro umístování nor i zastoupení v okolí nor byla vojtěška, následovaná obilím.
3. Krajinné prvky neměly vliv na polohu nor.
4. Počty nor neodrážely velikost populace.
5. Pro podporu populace navrhuji zvýšení podílu vojtěšky.
6. Křeček polní je schopen přizpůsobit se aktuální nabídce různých vegetačních typů a rychle střídat polohu norových systémů.

7 Literatura

Abramsky Z. & Rosenzweig M. L. 1984: Tilman's predicted productivity-diversity relationship shown by desert rodents. *Nature*, 309, 150-151.

Aebischer N. J., Robertson P. A., Kenward R. E. 1993: Compositional analysis of habitat use from animal radio-tracking data. *Ecology* 74: 1313-1325 p.

Anděra M. 2011: Current distributional status of rodents in the Czech Republic (Rodentia) – Aktuální stav poznání výskytu hlodavců v České republice (Rodentia). *Praha. Lynx*. 42: 5-82 p.

Anděra M. & Beneš B. 2001: Atlas rozšíření savců v České republice. Předběžná verze. IV. Hlodavci (*Rodentia*) – část 1. Křečkovití (*Cricetidae*), hrabošovití (*Arvicolidae*), plchovití (*Gliridae*) [Atlas of the Mammals of the Czech Republic. A Provisional Version. IV. Rodents (*Rodentia*) – Part 1. Hamsters (*Cricetidae*), Voles (*Arvicolidae*), Dormice (*Gliridae*)]. Národní muzeum, Praha, 156 pp (in Czech, with a summary in English).

Bauer K. (ed.) 1988: Rote Liste der gefährdeten Vögel und Säugetiere Österreichs - Öst. Ges. f. Vogelkunde, 58 pp.

Bendová M. 2011: Vzorec návštěv u křečka polního [bakalářská práce]. Olomouc: Katedra zoologie a ornitologická laboratoř Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci. 60 s.

Berdyugin K. I. & Bolshakov V. N. 1998: The Common hamster (*Cricetus cricetus*, L.) in the eastern part of the area - In: Stubbe, M., Stubbe, A. (Hrsg.): Ökologie und Schutz des Feldhamsters. *Wiss. Beitr. Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg*: 43-81.

Bihari Z. & Arany I. 2001: Metapopulation structure of the Common Hamster (*Cricetus cricetus*) in agricultural habitats. – In: Beiträge zu Ökologie und Schutz des Feldhamsters (*Cricetus cricetus*), *Jb. Nass. Ver. Naturkde Bd. 122*: 217-223.

Bräuerová D. 2012: Demografie křečka polního v populaci na periferii Olomouce [bakalářská práce]. Olomouc: Katedra zoologie a ornitologická laboratoř Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci. 41 s.

- Bräuerová D. 2014: Demografické parametry a maticový model pro populační dynamiku křečka polního [diplomová práce]. Olomouc: Katedra zoologie a ornitologická laboratoř PřF UP v Olomouci. 49 s., česky.
- Calenge C. 2006: The package adehabitat for the R software: a tool for the analysis of space and habitat use by animals. *Ecological Modelling*, 197, 516-519
- Cameron G. N. & Spencer S. R. 2008: Mechanisms of Habitat Selection by the Hispid Cotton Rat (*Sigmodon hispidus*). *Journal of Mammalogy*: February 2008, Vol. 89, No. 1, pp. 126-131.
- Canguilhem B., Masson-Pevet M., Vivien-Roels B., Pevet P. 1993: Photoperiodic control of reproduction and hibernation in the European hamster (*Cricetus cricetus*) : morphological and functional analysis. – In: Carey, C.; Florant, G.L., Wunder, B.a., Hartwitz, B. (eds.) : Life in the cold: Ecological, physiological and molecular mechanism. Westview Press, Boulder: 201-206.
- Cudlin O. 2009: Potravní preference hrabošů a biodiverzita drobných zemních savců na vlhkých orchidejových loukách (Rodentia: Arvicolinae), *Lynx*, n. s. Praha, 40: 15-27.
- Culek M. (ed.) 1996: Biogeografické členění České republiky. Enigma, Praha.
- Dolínková K. 2010: Stanovištní preference křečka polního s využitím telemetrických dat [diplomová práce]. Olomouc: Katedra geologie Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci. 62 s.
- Eibl-Eibesfeldt I. 1953: Zur Ethologie des Hamsters (*Cricetus cricetus* L.). - *Z. Tierpsychol.* 10: 204-254.
- Eisentraut M. 1928: Über die Baue und den Winterschlaf des Hamsters (*Cricetus cricetus* L.). - *Z. Säugetierkd.* 3: 172-208.
- Franceschini C. & Millesi E. 2001: Der Feldhamster (*Cricetus cricetus*) in einer Wiener Wohnanlage. - In: Beiträge zu Ökologie und Schutz des Feldhamsters (*Cricetus cricetus*), *Jb. Nass. Ver. Naturkde* Bd. 122: 151-161.
- Franceschini-Zink C. & Millesi E. 2008: Reproductive performance in feral common hamsters, *Zoology* 111: 76-83.

- Gorecki A. & Grygielska M. 1975: Consumption and Utilization of Natural Foods by the Common Hamster – *Acta Theriol.*, 20 : 18. 237-246.
- Grulich I. 1975: Populační exploze křečka polního (*Cricetus cricetus* L.) – na východním Slovensku v roce 1971. *Zprávy ÚKZÚZ* 16(9): 15–23 p.
- Grulich I. 1978: Standorte des Hamsters (*Cricetus cricetus* L. Rodentia, Mammalia) in der Ostslowakei - *Acta Sc. Nat. Brno*, 12 : 1. 1-42.
- Grulich I. 1980: Populationsdichte des Hamsters (*Cricetus cricetus*, Mamm) - *Acta Sc. Nat. Brno*, 14 : 6. 1-44.
- Grulich I. 1981: Die Baue des Hamsters (*Cricetus cricetus*, Rodentia, Mammalia) – *Folia Zool.(Brno)*, 30 : 2. 99-116.
- 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.
- Havránek M. 2010: Demografie a využití norových systémů v přírodní populaci křečka polního [bakalářská práce]. Olomouc: Katedra ekologie a životního prostředí Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci. 48 s.
- Henner Ch. M., Chamberlain M. J., Leopold B. D., Burger L. W. JR. 2004: A multi-resolution assessment of raccoon den selection, *Journal of Wildlife Management*, 68(1):179-187.
- Heroldová M., Zejda J., Homolka M. 1998: Struktura společenstev savců v okolí jaderné elektrárny Dukovany (Structure of mammal communities in the vicinity of the Dukovany power plant). *Acta Sci. Nat. Mus. Moraviae Occ. Třebíč* 36, 1–15 (in Czech with a summary in English).
- Heroldová M., Zejda J., Zapletal M., Obdržálková D., Jánová E., Bryja J., Tkadlec E. 2004: Importance of winter rape for small rodents, *Plant Soil Environ.*, 50, (4): 175-181.

- Heroldová M., Jánová E., Bryja J., Tkadlec E. 2005: Set-aside plots – source of small mammal pests?, *Folia Zool.*, 54(4):337-350.
- Heroldová M., Tkadlec E., Bryja J., Zejda J. 2008: Wheat or barley? Feeding preferences affect distribution of three rodent species in agricultural landscape. *Applied Animal Behaviour Science* 110: 354-362.
- Hoffmann I. E. 2002: Erfassung von Vorkommen des Europäischen Ziesels im Süden Wiens mit begleitender Aufnahme des Feldhamsters. - Municipal Department for Environmental Protection, MA22-3827/2002.
- Hříbková J. 2006: Hibernace a mortalita křečka polního (*Cricetus cricetus* L.). Bakalářská práce. Olomouc: Katedra botaniky PřF UP v Olomouci. 38 s.
- Hříbková J. 2008: Mortalita křečka polního v průběhu hibernace. Diplomová práce. Olomouc: Katedra botaniky PřF UP v Olomouci. 39 s. 3. přílohy, 5 tabulek, 10 obrázků, česky
- Hubert K. 1968: Erfahrungen mit der Hamsterbekämpfung in den Bezirken Halle und Magdeburg.- *Hercynia N. F.* 5 (2): 181-192.
- Hufnagl S., Franceschini-Zink C., Millesi E. 2011: Seasonal constraints and reproductive performance in fiale Common hamster (*Cricetus cricetus*), *Mammalian Biology*, 76: 124-128.
- Christensen P. & Hörnfeldt B. 2006: Habitat preferences of *Clethrionomys rufocanus* in boreal Sweden. *Landscape Ecol.* 21:185–194.
- Karaseva E. V. 1962: A study of the peculiarities of territory utilization by the hamster in the Altai territory carried out with the use of labelling. *Zool. Zh.*, 41:2. 275 285.
- Karels T. J., Byrom A. E., Boonstra R., Krebs, C. J. 2000: The interactive effects of food and predators on reproduction and overwinter survival of arctic ground squirrels. *J. Anim. Ecol.* 69, 235–247.
- Kayser Ch. 1975: Le cycle annuel du métabolisme de base des hibernants - *Rev. suisse Zool.*, 82: 65-76.

- Kayser A. 2002: Populationsökologische Studien zum Feldhamster *Cricetus cricetus* (L., 1758) in Sachsen-Anhalt. – Dissertation, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.
- Kayser A., Weinhold U., Stubbe M. 2003: Mortality factors of the common hamster *Cricetus cricetus* at two sites in Germany. – Acta Theriol. 48 (1): 47-57.
- Kerley G. I. H. 1992: Ecological correlates of small mammal community structure in the semi-arid Karoo, South Africa. Journal Zoolgy., London, 227, 17-27.
- Kowalski K. 1967: *Lagurus lagurus* (Pallas, 1773) and *Cricetus cricetus* (Linnaeus, 1758) (Rodentia, Mammalia) in the Pleistocene of England - Acta Zoologica Cracoviensia, 12 : 6. pp.111-122.
- La Haye M. J. J., Swinnen K. R. R., Kuiters A. T., Leirs H., Siepel H. 2014: Modelling population dynamics of the Common hamster (*Cricetus cricetus*): Timing of harvest as a critical aspect in the conservation of a highly endangered rodent, Biological Conservation 180: 53-61.
- Leššová H. 2010: Potravní ekologie a prostorová struktura populace sysla obecného v přírodní populaci na Vyškovsku [diplomová práce]. Olomouc: Katedra ekologie a životního prostředí PřF UP v Olomouci. 64 s. 6 příloh, česky.
- 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.
- Losík J., Lisická L., Hříbková J., Tkadlec E. 2007: Demografická struktura a procesy v přírodní populaci křečka polního (*Cricetus cricetus*) na Olomoucku. Demographic structure and processes in a natural population of the Common Hamster (*Cricetus cricetus*) in the Olomouc region (Czech Republic). Praha. Lynx (N.S.) 38: 21-29 p.
- Losinger I. 2001: First results of the conservation plan for the Common Hamster (*Cricetus cricetus*) in the Alsace. - In: Beiträge zu Ökologie und Schutz des Feldhamsters (*Cricetus cricetus*), Jb. Nass. Ver. Naturkde Bd. 122: 191-201.

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.

Markova A. K., Smirnov N. G., Kozharinov A. V., Kazantseva N. E., Simakova A. N., Kitaev L. M. 1995: Late Pleistocene distribution and diversity of mammals in northern Eurasia (paleofauna database). *Paleontologia I Evolució*, 28–29, 5–143.

MAMS (2000) : Merkblatt für den Amphibienschutz an Straßen. – Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (Hrg.)

McClary M. 2014: Habitat selection. Retrieved from <http://www.eoearth.org/view/article/153227>

Miljutin A. 2011: Trends of specialisation in rodents: the hamsters, subfamily Cricetinae (Cricetidae, Rodentia, Mammalia). *Acta Zoologica Lituanica*, 21:3, 192-206

Monecke S. 2001: The two physiological identities of the Common Hamster (*Cricetus cricetus* L.) – a race against the time of year. - In: Beiträge zu Ökologie und Schutz des Feldhamsters (*Cricetus cricetus*), Jb. Nass. Ver. Naturkde Bd. 122: 209-215.

Monecke S. 2004: Saisonale Rhythmen und ihre Synchronisation beim Europäischen Feldhamster (*Cricetus cricetus*). – Diss. Univ. Stuttgart.

Monecke S., Pévet P. 2011: From fundamental research to population management: Refining conservation strategies for the European Hamster [*Cricetus cricetus* L.]. 18th meeting of the international hamster workgroup, October 14-17, Strasbourg, France. 64pp.

Müller K. R. 1960: Der Hamster und seine Bekämpfung. - Flugblatt Nr. 30, Biol. Zentralanst. Der DAL zu Berlin.

Myslajek R. W., Nowak S., Jedrzejska B. 2012: Distribution, characteristics and use of shelters by the Eurasian badger *Meles meles* along an altitudinal gradient in the Western Carpathians, S Poland. *Folia Zool.* 61(2): 152-160 p.

Nehring A. 1899: Einige Varietäten des gemeinen Hamsters (*Cricetus vulgaris* Desm.). Sitz.-Ber. Gesellsch. naturf. Freunde Berlin 1899, Nr. 1, pp. 1-3. In Husson A. M. 1959: On the systematic position of the Western Hamster, *Cricetus cricetus canescens* Nehring (Mammalia: Rodentia), *Bijdragen tot de Dierkunde*, 29: 1, 187-201.

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.

Nechay G., Hamar M., Grulich I. 1977: The Common Hamster (*Cricetus cricetus* L.) : a Review -EPPO Bull. 7 : 2. pp. 255-276.

Niethammer J. 1982: *Cricetus cricetus* (Linnaeus, 1758) - Hamster (Feldhamster). - In: Niethammer, J., Krapp, F. (Hrsg.): *Handbuch der Säugetiere Europas*, Bd. 2/I, Rodentia II: 7-28. Wiesbaden.

Palomo L. J. & Gisbert J. 2002: *Atlas De Los Mamíferos Terrestres De España*. Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza-SECEM-SECEMU.

Pelz H. J. & Pilaski J. 1996: Säugetiere als Überträger von Krankheiten. – Schriftenreihe Landschaftspf l. u. Naturschutz 46, Bonn- Bad Godesberg: 159-172.

Peshev C., Peshev D., Popov V. 2004: *Fauna Bulgarica*. Vol. 27. Mammalia. Sofia, BAS, 632 p. (In Bulgarian, English summary).

Petrová I. 2012: Velikost domovského okrsku křečka polního stanovené telemetrickou metodou [diplomová práce]. Olomouc: Katedra ekologie a životního prostředí Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci. 58 s

Pradel A. 1981. *Cricetus cricetus* (Linnaeus 1758) (Rodentia, Mammalia) from the Pleistocene-Holocene Deposits of Saspowska Cave (Ojcow, Southern Poland) - *Acta Zool. Cracov.*, 25 : 12. 293-306.

Pradel A. 1985: Morphology of the hamster *Cricetus cricetus* (Linnaeus, 1758) from Poland with some remarks on the evolution of this species - *Acta Zool. Cracov.* 29 : 3. 29-52.

- QGIS Development Team. 2014: Quantum GIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>.
- R Development Core Team. 2010: R: a language and environment for statistical computing. Vienna (Austria): R Foundation for Statistical Computing
- Randolph J. C. & Cameron G. N. 2001: Consequences of diet choice by a small generalist herbivore. *Ecological Monographs* 71:117-136.
- Rey R., Eidenschenck J., Aubry P., Challengé C. 2011: Tools for the improvement of the burrows diagnosis in the field. Available at: <http://www.oncfs.gouv.fr/spip.php?page=recherche&recherche=tools>
- Reznik-Schüller H., Reznik G., Mohr U. 1974: The European hamster (*Cricetus cricetus* L.) as an experimental animal: Breeding methods and observations of their behaviour in the laboratory. - *Z. Versuchstierk.* 16: 48-58.
- Ruzic A. 1977: Study of the population dynamics of common hamster (*Cricetus cricetus* L.) in Vojvodina – *Plant Protection (Beograd)* 28 : 289-300.
- Řičánková V., Fric Z., Chlachula J., Šťastná P., Faltýnková A., Zemek F. 2006: Habitat requirements of the long-tailed ground squirrel (*Spermophilus undulatus*) in the southern Altai, *Journal of Zoology*, 270, 1-8.
- Saboureau M., Masson-Pévet M., Canguilhem B., Pévet P. 1999: Circannual reproductive rhythm in the European hamster (*Cricetus cricetus*): Demonstration of the existence of an annual phase of sensitivity to short photoperiod. *J Pineal Res* 26: 9-16.
- Saitoh T. and Nakatsu A. 1997: The impact of forestry plantations on the small rodent community of Hokkaido, Japan. *Mammal Study* 22: 27–38.
- Seluga K. 1996: Untersuchungen zu Bestandssituation und Ökologie des Feldhamsters, *Cricetus cricetus* L., 1758, in den östlichen Bundesländern Deutschlands. - unveröff. Diplomarbeit Univ. Halle-Wittenberg.
- Seluga K. 1998: Vorkommen und Bestandssituation des Feldhamsters in Sachsen-Anhalt. –*Naturschutz Landschaftspfl. Brandenb.* 7 (1) : 21-25.

Schreier O. 1968: Die Bekämpfung der Hamsterplage - Pflanzenarzt (Wien), 21 : 5.69-71.

Schreiber R. 2001: Feldhamster in Bayern – Bestandstrends und geplantes Artenhilfskonzept. - In: Beiträge zu Ökologie und Schutz des Feldhamsters (*Cricetus cricetus*), Jb. Nass. Ver. Naturkde Bd. 122: 207-209.

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

Sludsky A. A. (ed.) 1977: Mammals of Kazakhstan - ½ Rodents. -, Alma-Ata, 268p.

Smirnov N. G. & Popov B. V. 1979: (Historico-ecological analysis of the secular and geographic variability of the common hamster in the Urals.) – Population ecology and variability of animals (Sverdlovsk) 122: 21-47.

Spitzenberger F. 2005: Rote Liste der Säugetiere Österreichs. 45 -62 in: Rote Listen gefährdeter Tiere Österreichs. Böhlau, Wien, Köln, Weimar, 406 pp.

Szamos V. 1972: Growth and development of *Cricetus cricetus* L. - Vest. Zool. 4 : pp. 86-89.

Šafář J., Hudec K., Janoška M., Laštůvka Z., Petruš J., Ptáček P., Rybka V., Řehánek T., Vysoudil M. 2003: Chráněná území ČR – Olomoucko, svazek VI. Praha. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a EkoCentrum Brno. 36 pp.

Tkadlec E. 2011: Sociální chování a demografie křečka polního (závěrečná práce). Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. 20 s.

Tkadlec E. & Losík J. 2011: Základní metody populační ekologie. Verze 1. Olomouc: Katedra ekologie a životního prostředí, Univerzita Palackého v Olomouci.

Tsytsulina K. 2008: *Mesocricetus raddei*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 14 July 2015.

Tsytsulina K., Formozov N., Sheftel B. 2008: *Allocricetulus evermanni*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 14 July 2015.

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

Valentová J. 2012: Agrotechnika vojtěšky. Pěstování rostlin pro 4. Ročník agropodnikání. Gymnázium, střední odborová škola, střední odborné učiliště a vyšší odborná škola, Hořice.

Víšková V. 2010: Rozšíření křečka polního v České republice [bakalářská práce]. Olomouc: Katedra ekologie a životního prostředí Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci. 40 s.

Vuitala J. 1977: Social organisation in cyclic subarctic populations of the voles *Clethrionomys rufocanus* (Sund.) and *Microtus agrestis* (L.). *Ann. Zool. Fenn.* 14: 53–93.

Vivien-Roels B., Pevet P., Masson-Pevet M., Canguilhem B. 1992: Seasonal variations in the daily rhythm of pineal gland and/or circulating melatonin and 5-Methoxytryptophol concentrations in the European hamster, *Cricetus cricetus*. – *General Comp. Endokr in.* 86: 239- 247.

Vohralík V. 1974: Biology of the reproduction of the common hamster, *Cricetus cricetus* (L.). - *Vestn. ceskoslov. spol. zool.* 38: 228-240.

Vohralík V. 1975: Postnatal development of the common hamster *Cricetus cricetus* (L.) in captivity. - *Rozpr. ceskoslov. Akad. ved.* 85 (9) : 1-48.

Vohralík V. & Anděra M. 1976: Rozšíření křečka polního *Cricetus cricetus* (L.) v Československu. *Lynx.* 13: 85–97.

Vorel A., John F., Hamšíková L. 2006: Metodika monitoringu populace bobra evropského v České republice. The European Beaver population monitoring status in the Czech Republic. *Praha. Příroda.* 25: 75-94 p.

Vyhláška č. 175/2006 Sb. Ministerstva životního prostředí České republiky ze dne 14. dubna 2006, kterou se mění vyhláška č. 395/1992 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.

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.

Weindling A. 1996: Zur Ökologie des Feldhamsters *Cricetus cricetus* L., 1758 im Nordharzvorland - Halle (Saale), Martin-Luther Univ., 120 pp.

Weinhold U. 1997: Der Feldhamster – ein schützenswerter Schädling. - Natur u. Museum 127 (12) : 445-453.

Weinhold U. 1998: Zur Verbreitung und Ökologie des Feldhamsters (*Cricetus cricetus* L. 1758) in Baden-Württemberg, unter besonderer Berücksichtigung der räumlichen Organisation auf intensiv genutzten landwirtschaftlichen Flächen im Raum Mannheim-Heidelberg. - Diss. Univ. Heidelberg.

Weinhold U. 2008: Draft European action plan for the conservation of the common hamster (*Cricetus cricetus*, L. 1758). Second version. Strasbourg: Council of Europe, Convention on the conservation of European wildlife and natural habitats, Standing Committee. 36 p.

Weinhold U. & Kayser A. 2006: Der Feldhamster. – Die Neue Brehm-Bücherei Bd. 625. Westarp Wissenschaften, Hohenwarsleben.

Zejda J., Zapletal M., Obdržálková D., Pikula J., Heroldová M., Beklová M., Pikula J. ml. 2000: Křeček polní (*Cricetus cricetus* L.) v ČR – škůdce v zemědělství nebo objekt ochrany? *Rostlinolékař*. 2: 21-23 s.

Zejda J., Zapletal M., Pikula J., Obdržálková D., Heroldová M., Hubálek Z. 2002: Hlodavci v zemědělské a lesnické praxi. Agrospoj, Praha.

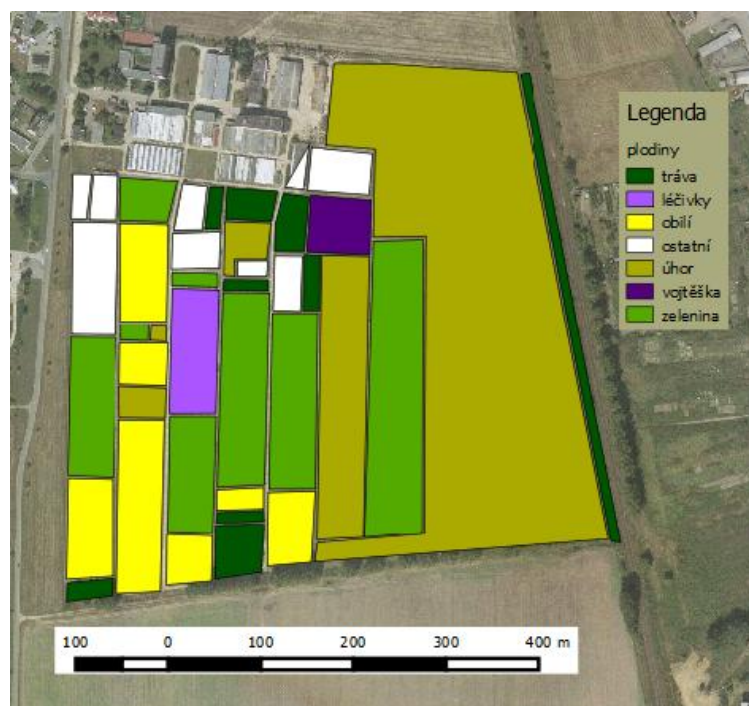
Zifčák P. 2005: Prostorová aktivita křečka polního (*Cricetus cricetus*) [diplomová práce]. Olomouc: Katedra ekologie a životního prostředí Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci. 65s.

Zimmermann W. 1995: Der Feldhamster (*Cricetus cricetus*) in Thüringen – Bestandsentwicklung und gegenwärtige Situation. – Landschaftspf. I. U. Naturschutz Thür. 32 (4): 95-100.

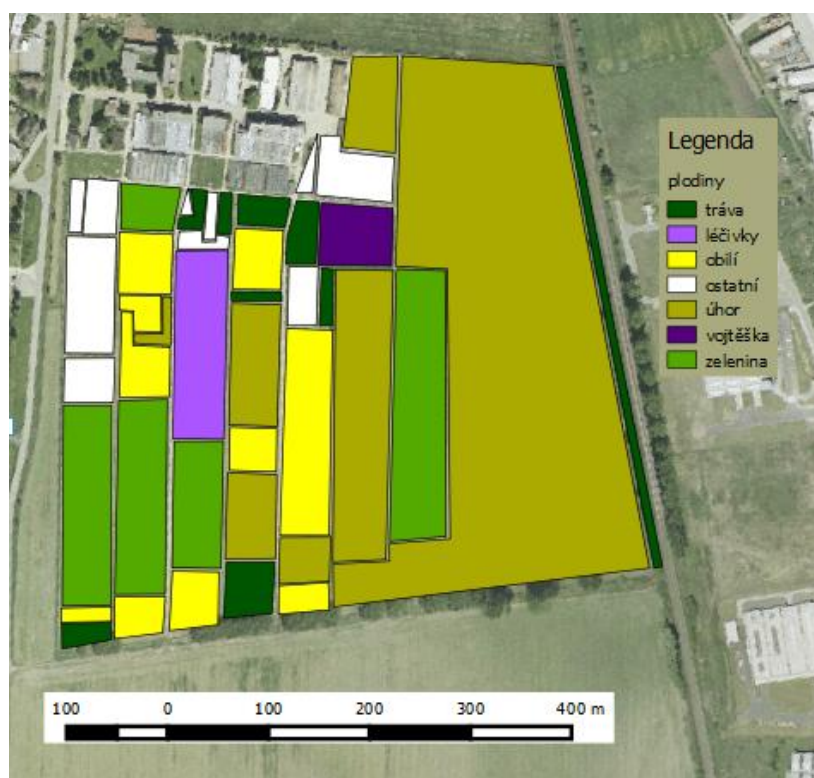
Ziomek J. & Banaszek A. 2007: The common hamster, *Cricetus cricetus* in Poland: status and current range. - Folia Zool. – 56(3): 235–242.

8 Přílohy

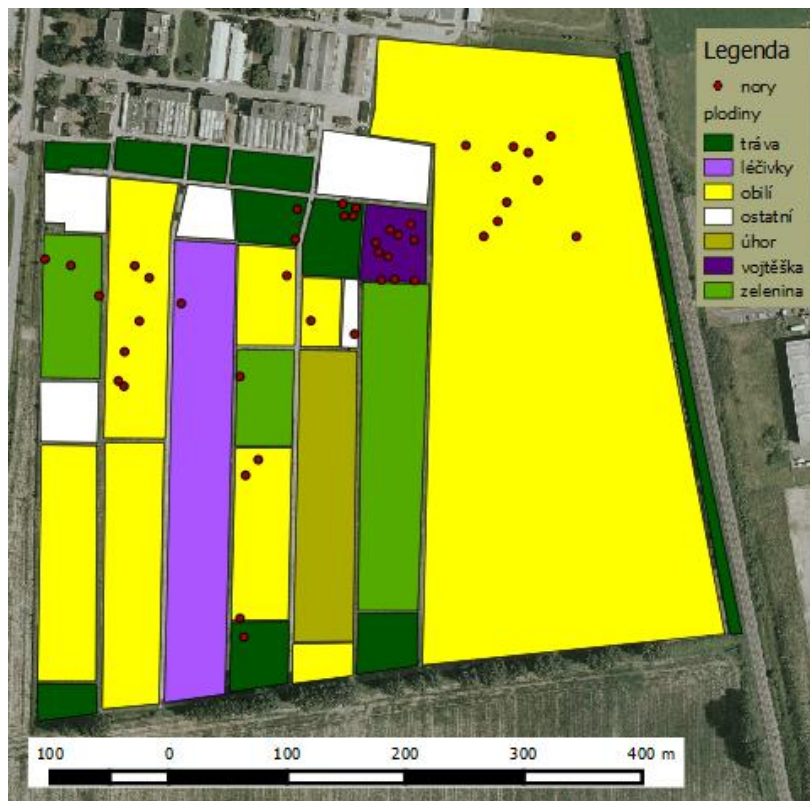
8.1 Příloha A: Mapy areálu 2003 až 2014



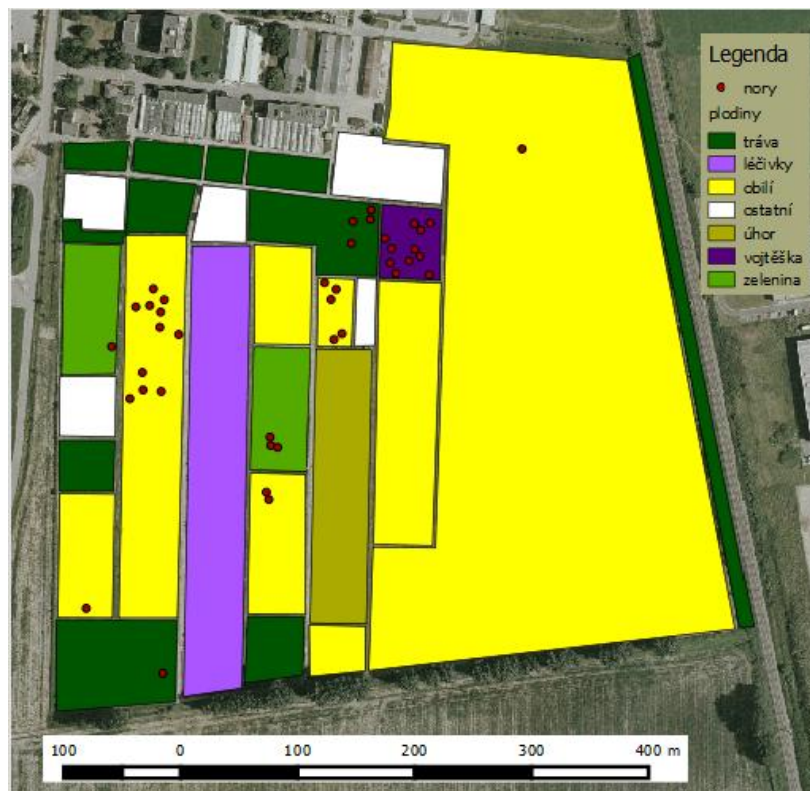
Mapa plodin v areálu v roce 2003



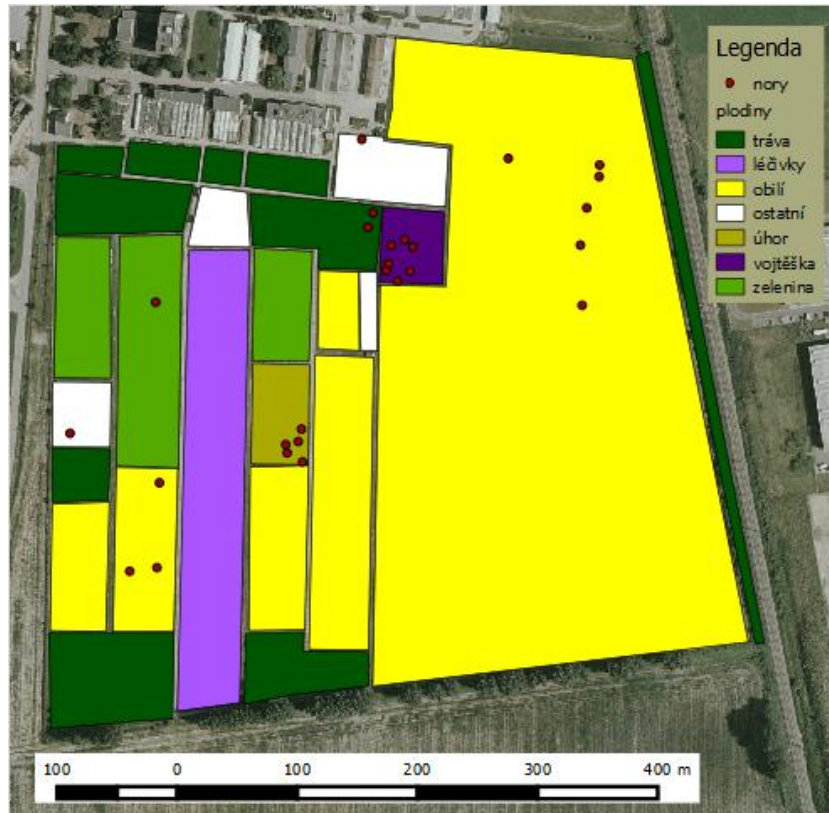
Mapa plodin v areálu v roce 2004



Mapa plodin a norových systémů v areálu v roce 2005



Mapa plodin a norových systémů v areálu v roce 2006



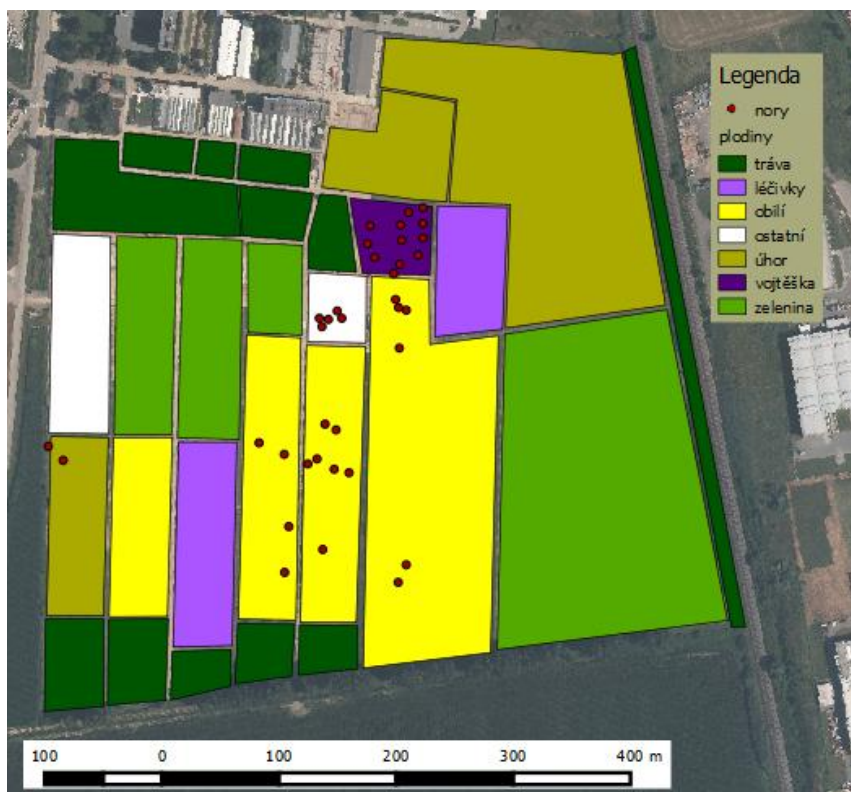
Mapa plodin a norových systémů v areálu v roce 2007



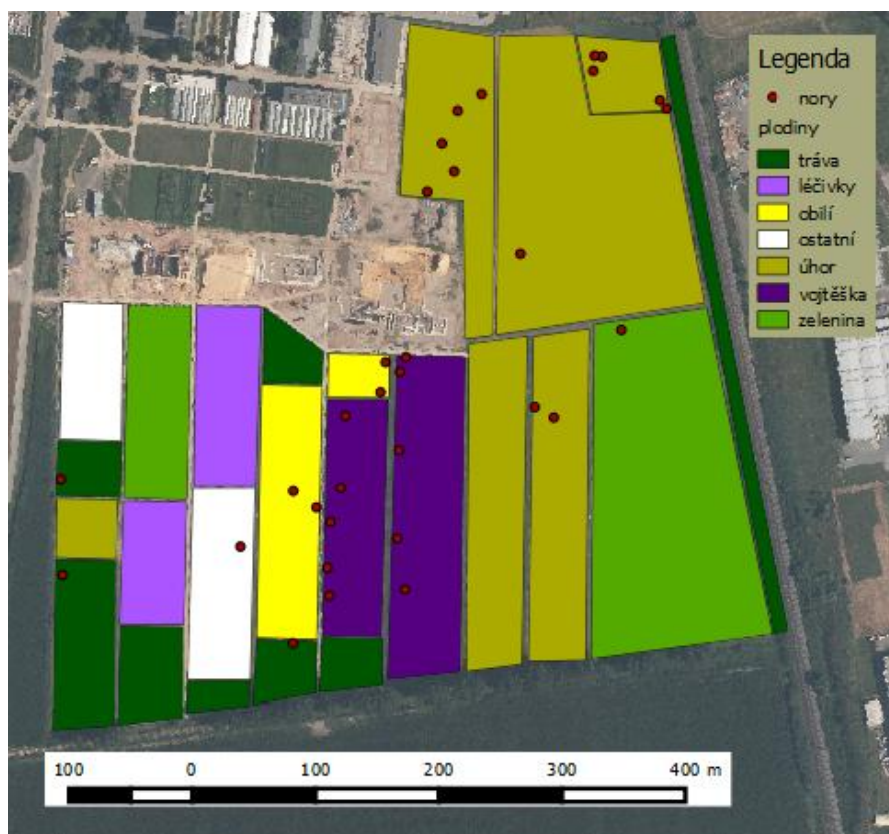
Mapa plodin a norových systémů v areálu v roce 2008



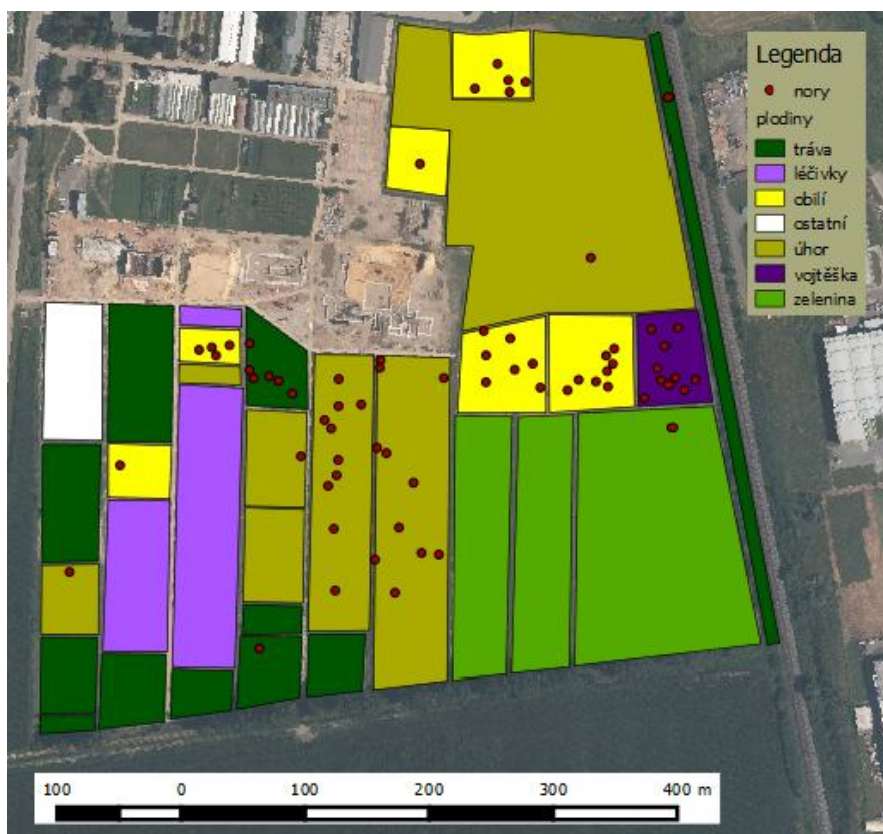
Mapa plodin a norových systémů v areálu v roce 2009



Mapa plodin a norových systémů v areálu v roce 2010



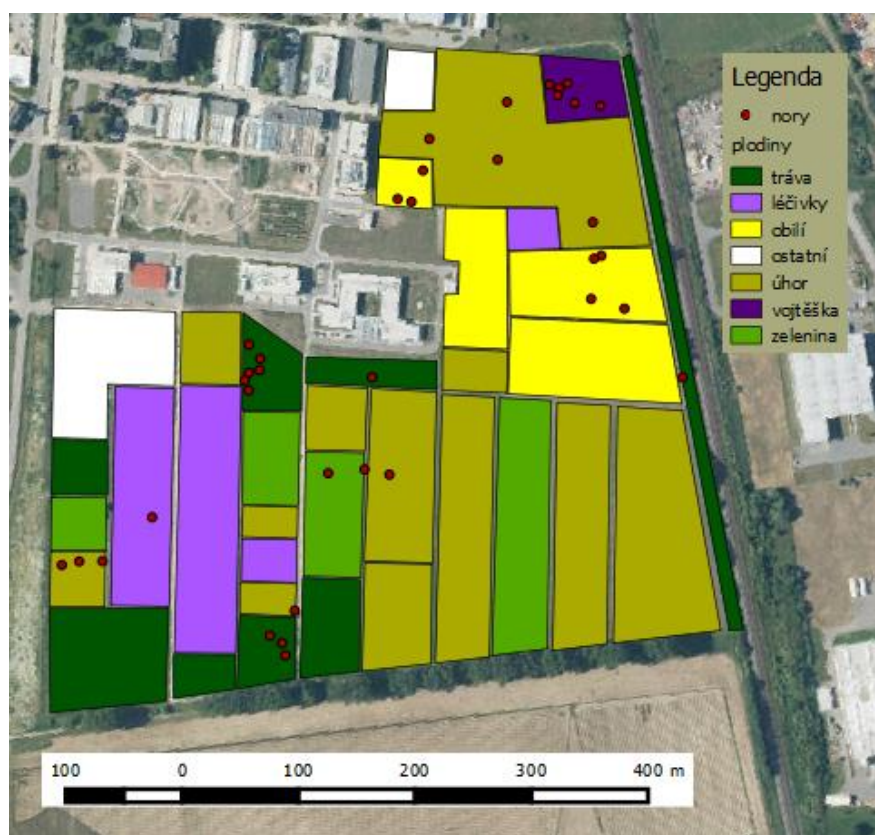
Mapa plodin a norových systémů v areálu v roce 2011



Mapa plodin a norových systémů v areálu v roce 2012



Mapa plodin a norových systémů v areálu v roce 2013



Mapa plodin a norových systémů v areálu v roce 2014

8.2 Příloha B: Počty norových systémů na plochu pro roky 2003 až 2014

Počet norových systémů (=NS) na hektar pro rok 2003

plodina	počet NS	plocha (ha)	NS/ha
vojtěška	10	0,4039	24,7586036
tráva	6	1,4922	4,0209087
léčivky	5	0,6748	7,4096028
zelenina	5	5,5364	0,9031139
obilí	2	2,937	0,6809670
úhor	2	11,3706	0,1758922
ostatní	1	1,735	0,5763689

Počet norových systémů (=NS) na hektar pro rok 2004

plodina	počet NS	plocha (ha)	NS/ha
obilí	19	2,8086	6,7649363
tráva	2	1,2687	1,5764168
léčivky	1	0,9519	1,0505305
vojtěška	1	0,4244	2,3562677

Počet norových systémů (=NS) na hektar pro rok 2005

plodina	počet NS	plocha (ha)	NS/ha
obilí	21	15,4169	1,3621415
vojtěška	10	0,3311	30,2023558
tráva	10	2,1735	4,6008742
zelenina	4	2,4709	1,6188433
léčivky	1	1,9856	0,5036261
ostatní	1	1,2505	0,7996801

Počet norových systémů (=NS) na hektar pro rok 2006

plodina	počet NS	plocha (ha)	NS/ha
obilí	21	16,0758	1,3063113
vojtěška	11	0,315	34,9206349
tráva	7	3,204	2,1847690
zelenina	4	1,0323	3,8748426

Počet norových systémů (=NS) na hektar pro rok 2007

plodina	počet NS	plocha (ha)	NS/ha
obilí	9	15,9296	0,5649859
vojtěška	7	0,3193	21,9229565
úhor	5	0,3982	12,5565043
tráva	4	3,4845	1,1479409
ostatní	2	1,0456	1,9127774
zelenina	1	1,9929	0,5017813

Počet norových systémů (=NS) na hektar pro rok 2008

plodina	počet NS	plocha (ha)	NS/ha
úhor	10	1,1816	8,4631009
obilí	6	14,9044	0,4025657
vojtěška	6	0,3013	19,9137073
tráva	5	3,8914	1,2848846

Počet norových systémů (=NS) na hektar pro rok 2009

plodina	počet NS	plocha (ha)	NS/ha
vojtěška	10	0,4436	22,5428314
úhor	5	9,4253	0,5304871
tráva	2	2,9376	0,6808279
ostatní	1	2,3509	0,4253690
obilí	1	1,8792	0,5321413
zelenina	1	6,5875	0,1518027

Počet norových systémů (=NS) na hektar pro rok 2010

plodina	počet NS	plocha (ha)	NS/ha
obilí	17	6,2999	2,6984555
vojtěška	12	0,3903	30,7455803
ostatní	5	1,1362	4,4006337
úhor	2	5,0718	0,3943373

Počet norových systémů (=NS) na hektar pro rok 2011

plodina	počet NS	plocha (ha)	NS/ha
úhor	13	7,2581	1,7911024
vojtěška	10	2,3711	4,2174518
obilí	4	1,1589	3,4515489
tráva	3	2,5046	1,1977961
zelenina	1	4,0192	0,2488057
ostatní	1	1,3158	0,7599939

Počet norových systémů (=NS) na hektar pro rok 2012

plodina	počet NS	plocha (ha)	NS/ha
obilí	26	1,9394	13,4062081
úhor	24	7,663	3,1319327
vojtěška	10	0,395	25,3164557
tráva	8	3,1954	2,5035989
zelenina	1	4,4088	0,2268191

Počet norových systémů (=NS) na hektar pro rok 2013

plodina	počet NS	plocha (ha)	NS/ha
tráva	16	8,5096	1,8802294
vojtěška	12	0,632	18,9873418
obilí	8	1,3635	5,8672534
léčivky	7	3,5797	1,9554711
úhor	3	1,5006	1,9992003
zelenina	2	3,0821	0,6489082
ostatní	1	1,0684	0,9359790

Počet norových systémů (=NS) na hektar pro rok 2014

plodina	počet NS	plocha (ha)	NS/ha
tráva	13	3,0291	4,2917038
úhor	10	8,3682	1,1950001
obilí	7	2,5116	2,7870680
vojtěška	6	0,353	16,9971671
léčivky	1	2,4728	0,4043999
zelenina	1	2,1255	0,4704775