

**Mendelova univerzita v Brně**

**Lesnická a dřevařská fakulta**

Ústav ochrany lesů a myslivosti



**Lesnická  
a dřevařská  
fakulta**

**Mravenci *Formica foreli* a konkurenční prostředí v superkolonii na lokalitě  
Štěměchy**

Diplomová práce

2014/2015

Autor: Bc. Kateřina Ošlejšková

Vedoucí práce: prof. Ing. Emanuel Kula, CSc.

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem práci: Mravenci *Formica foreli* a konkurenční prostředí v superkolonii na lokalitě Štěměchy zpracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b Zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle §60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladu spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně, dne: 7. 4. 2015.....

## **Poděkování**

Touto cestou bych chtěla poděkovat svému vedoucímu práce prof. Ing. Emanuelu Kulovi, CSc. z Lesnické fakulty Mendelovy univerzity v Brně, za veškerou pomoc, kterou mi poskytl při vypracování diplomové práce. Současně bych chtěla poděkovat RNDr. Kláře Bezděčkové, Ph.D., z Přírodovědného oddělení Muzea Vysočiny Jihlava za pomoc v praktické části výzkumu, za cenné rady při konzultacích a především za probuzení zájmu o tohle téma. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Petru Martinkovi za pomoc při zpracování statistických dat a Radkovi Šerému za obětavou pomoc při terénních pracích.

Děkuji

## **Abstrakt**

V diplomové práci jsou představeny výsledky studia mezidruhových vztahů druhu *Formica foreli* Bondroit, 1918 a dalších druhů mravenců na lokalitě Štěměchy. Mravenec *Formica foreli*, patřící do podrodu *Coptoformica*, je druh vyskytující se pouze na stabilních a biologicky hodnotných stanovištích. Na území České republiky se aktuálně vyskytuje pouze na šesti lokalitách. Studovaný komplex hnízd tohoto druhu nacházející se v kraji Vysočina obsahuje 654 hnízd a v současné době je největší polykalickou kolonií hnízd tohoto druhu v České republice.

Výsledky sběru pomocí zemních pastí, experimentů konfrontace dvou dělnic v umělé aréně a pozorování konkurenčních interakcí na návnadě ukázaly, že se na lokalitě nachází široké spektrum dalších druhů mravenců, což svědčí o dobré úživnosti stanoviště. Dále podpořily hypotézu, že druh *Formica foreli* má díky polykalickému charakteru hnízd nejvyšší místo v hierarchickém uspořádání celé lokality.

## **Klíčová slova**

*Formica foreli*, superkolonie, mezidruhové vztahy, konkurence, potravní vztahy, Štěměchy, ČR

## **Abstrakt**

In this diploma thesis, the results of *Formica foreli* Bondroit, 1918, and other ant species in the area of Štěměchy, interspecies relations study are presented. The ant *Formica foreli*, belonging to subgenus *Coptoformica*, is a species occurred only at stabil and biologicaly valuable sites. Nowadays it occurs only in the six locations on the territory of the Czech Republic. Investigated complex of nests, located in Vysočina region, contains 654 nests and at present it is the largest polycalic complex of the nests of this type in the Czech Republic.

Collection by ground traps results, confrontation of two worker ants in an artificial arena experiments and competitive interactions on the bait observation, demonstrated, that there is wide spectrum of other ant species in the area, which indicates of good trophy of the site. Further, the results promoted a hypothesis, that thanks to the polycalic nest

character, *Formica foreli* species occupies the supreme position in hierarchic organization of the whole area.

**Keywords**

*Formica foreli*, supercolony, interspecies relations, competition, food relations, Štěměchy, CZR

## OBSAH

1. Úvod .....	1
2. Literární přehled .....	3
2.1 Konkurenční chování mravenců .....	3
2.1.1 Konkurence .....	3
2.1.2 Faktory modifikující konkurenční interakce .....	6
2.2 Hierarchická struktura společenstev .....	9
2.3 Potravní biologie mravenců .....	11
2.4 Podrod <i>Coptoformica</i> .....	14
2.4.1 <i>Formica exsecta</i> .....	15
2.4.2 <i>Formica pressilabris</i> .....	17
2.4.3 <i>Formica foreli</i> .....	18
2.5 Druhy přítomné na lokalitě .....	21
2.5.1 Rod <i>Formica</i> Linnaeus, 1758 .....	21
2.5.2 Rod <i>Lasius</i> Fabricius, 1804 .....	23
2.5.3 Rod <i>Temnothorax</i> Mayr, 1861 .....	25
2.5.4 Rod <i>Camponotus</i> Mayr, 1861 .....	25
2.5.5 Rod <i>Myrmica</i> Latreille, 1804 .....	26
2.5.6 Rod <i>Tetramorium</i> Mayr, 1855 .....	28
3. Charakteristika studované lokality .....	29
4. Metodika sběru dat a jejich vyhodnocení .....	31
4.1 Druhové spektrum mravenců, epigeická aktivita a potravní teritorium .....	31
4.2 Interakce druhů .....	32
4.2.1 Interakce druhů v uzavřené aréně .....	32
4.2.2 Interakce konkurentů na návnadách .....	32
5. Výsledky .....	33
5.1 Druhové spektrum mravenců, epigeická aktivita a potravní teritorium .....	33
5.1.1 Seznam zaznamenaných druhů na lokalitě .....	33
5.1.2 Epigeická aktivita zjištěných druhů .....	35
5.2 Interakce druhů .....	41
5.2.1 Interakce druhů v umělé aréně .....	41
5.2.2 Interakce konkurentů na návnadách .....	44

<b>6. Diskuze.....</b>	<b>46</b>
<b>7. Závěr.....</b>	<b>52</b>
<b>8. Summary .....</b>	<b>54</b>
<b>9. Seznam literatury .....</b>	<b>55</b>
<b>10. Přílohy.....</b>	<b>63</b>

## 1. ÚVOD

Mravenci (Hymenoptera: Formicidae) jsou významnou složkou všech terestrických ekosystémů. V současné době je známo 15 759 validních druhů a poddruhů mravenců (AntWeb 2015), přičemž největší část se nachází v tropických deštných pralesích (Seifert 1996). Mravenci tvoří vrchol evoluce sociálního hmyzu a mají značný biologický význam. Například překupování půdy, její obohacení o minerály jako je dusík a fosfor, které půdě dodávají mravenci při vytváření hnízd na holé kamenité půdě, či rozšiřování semen a regulaci množství ostatních členovců (Seifert 1996). Proto jsou mravenci vhodnou skupinou k výzkumu sociobiologických, etoekologických a produkčně biologických otázek (Seifert 1996). Významné jsou především poznatky o složení společenstev mravenců, které jsou využívány k bioindikačním účelům (Bezděčka a Bezděčková 2011). K těmto účelům jsou doposud hlavně využívány druhy vyšších rostlin a z živočichů např. motýli, měkkýši a především obratlovci. Přitom mravenci jsou k posouzení biologické rozmanitosti velmi vhodné. Patří mezi nejhojnější druhy ze všech zvířat, tvoří téměř 10 % vší živočišné biomasy. Jsou natolik rozmanití, že pokryjí široké spektrum biotopů, ale zase ne tak, aby byli taxonomicky matoucí. Také je velmi snadný jejich sběr jako materiálu. Velkou výhodou jsou jejich hnízda, která lze nalézt v nejsušším i v nejvlhčejším ročním období (Agosti 2000).

Tato diplomová práce navazuje na poznatky z bakalářské práce Ekologie a struktura kolonie *Formica foreli* na lokalitě Štěměchy (Ošlejšková 2013b). Mravenci *Formica foreli* patří do podrodu *Coptoformica*. Tento podrod je v České republice i po celé střední Evropě vzácný a ohrožený. V našich podmínkách je výskyt *Formica foreli* vázán na zbytky historických pastvin. Může být tedy dobrým indikátorem zachovalých fragmentů naší krajiny. Ve své bakalářské práci jsem se zaměřila na poznání vnitrodruhových vztahů, na ověření superkoloniality komplexu. Významné jsou ale i vztahy mezidruhové. Mezi nejvýznamnější a nejčastější interakce patří například konkurence, predace, sociální parazitismus a xenobióza. Konkurence je zásadní u druhů se stejnými potravními a prostorovými nároky. U mnohých druhů mravenců tak dochází k nepřetržitému zabíjení konkurentů z důvodu hájení nebo rozšiřování teritoria a potravních možností (Seifert 1996). Některým těmto tématům se věnuje tato diplomová práce.



Cílem této diplomové práce bylo zjistit přítomnost dalších druhů mravenců na lokalitě Štěměchy, zkoumat jejich vztahy s druhem *Formica foreli* a rámcově doplnit závěry o vymezení potravních teritorií.

## 2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 2.1 KONKURENČNÍ CHOVÁNÍ MRAVENCŮ

#### 2.1.1 KONKURENCE

Konkurenci je možné definovat jako negativní interakce mezi jedinci nebo druhy, v závislosti na společném, omezeném zdroji, při kterých dochází k ovlivňování růstu populací obou zúčastněných stran. V základě se rozlišují dva druhy konkurence. Konkurence intraspecifická (konkurence mezi jedinci stejného druhu, neboli vnitrodruhová) a konkurence interspecifická (interakce mezi jedinci různých druhů – mezidruhová konkurence) (Hölldobler, Wilson 1990). Největšími konkurenty jsou nepochybně cizí kolonie stejného druhu (konkurence intraspecifická), a to díky stejným nárokům na využívání zdrojů (Seifert 1996). Proto je intraspecifická konkurence obvykle intenzivnější než interspecifická konkurence. Při vzniku konfliktů jsou zásadní dva typy zdrojů, a to je hnízdní prostor a potrava. (Andersen et al. 1991; Fellers 1987; Savolainen, Vepsäläinen 1988, Savolainen et al. 1989). Síla konkurence je u mezidruhových vztahů závislá na míře podobnosti ekologických nik a s tím spojeným využívání zdrojů. Největší agresivita je u druhů velmi příbuzných a morfologicky podobných (Seifert 1996). Seifert 1996 je nazývá dvojčata (zwilingsarten). Nejslabší konkurenční chování se vyskytuje u druhů systematicky vzdálených, a především u těch, které mají výrazné rozdílné tělesné proporce. Například rod *Formica* toleruje mnohem menší dělnice rodu *Leptothorax* Mayr, 1855, a oba druhy fungují zcela bez omezování druhé skupiny (Seifert 1996).

Existují tři hlavní druhy konkurence. Jde o konkurenci ostrou (interference), exploataci (neboli vykořisťování) a konkurenci zdánlivou. Tyto mechanismy fungují buď jako přímé interakce (např. ostrá konkurence), nebo působí nepřímo (vykořisťování a zdánlivá konkurence). Vyskytují se jak samostatně, tak v sebe mohou přecházet a prolínat se (Case, Gilpin 1974, Holway 1999). Hranice mezi nimi nemusí být vždy jasně rozpoznatelné, především pokud střety probíhají ritualizovaně (Case, Gilpin 1974, Holway 1999).

Interference (někdy označovaná též jako soutěživá konkurence) nastává ihned, kdy jedinci z jedné kolonie jsou omezováni při shánění potravy, rozšiřování teritoria nebo v přežití jiným druhem. Interference zahrnuje přímé, agresivní setkání mezi jedinci.

Toto agresivní chování zahrnuje kousání (nohy, tykadla), vyrazení proti sobě, bodání a vypouštění kyseliny mravenčí či jiné tekutiny (Parr, Gibb in Lach et al. 2010). Tento typ konkurence je velmi významný, jelikož může silně působit na vývoj populace, její plodnost a přežití a celkově na populační hustotu v dané oblasti. Ve velkém měřítku nebo na počátcích zakládání kolonií může mít interference za následek i vyhlazení populace (Gordon, Wagner 1997, Wiernasz, Cole 1995). Interspecifická konkurence je považována za jeden z nejzákladnějších procesů v ekologii druhů, který ovlivňuje jejich vývoj (Hölldobler, Wilson 1990).

K exploataci (neboli vykořisťování, či soutěžení přes zdroje) dochází nepřímo prostřednictvím sdíleného omezujícího zdroje (Parr, Gibb in Lach et al. 2010). Jde o nalezení a zpracování potenciálně limitujícího zdroje dříve, než ho může využít konkurent (Fellers 1987). Podle Roughgardena (1983) či Schoenera (1977, 1983) je interference obecně snadněji prokazatelná než exploatace. V některých případech mohou ale tyto dva druhy konkurence působit společně, kdy jedinci interferencí zabrání jiným druhům přístupu ke zdrojům, a ti je pak nemohou již využívat (Parr, Gibb in Lach et al. 2010).

Třetím druhem je konkurence zdánlivá. Tento typ konkurence se vyskytuje u druhů se stejnými predátory či jinými přirozenými nepřáteli. Při vyšším výskytu jednoho z druhů se zvýší i počet přirozených nepřátel, což může mít za následek vymizení zranitelnějšího druhu. Výskyt této formy konkurence je vzácný a u většiny druhů mravenců je velmi špatně prokazatelný (Parr, Gibb in Lach et al. 2010).

Interferenční konkurence je nejněsněji prokazatelná pomocí potravních návnad. Na základě této metody lze odlišit tři druhy chování mravenců. Jsou to oportunisté, extirpátoři a insinuátoři (Hölldobler, Wilson 1990; Wilson 1971). Oportunisté jsou druhy, které jsou schopny nalézt potravinové zdroje velmi rychle, často k návnadě přicházejí jako první jedinci. V přítomnosti agresivnějších dominantních druhů jsou plaší a z návnady rychle odcházejí. Extirpátoři jsou druhy, které zdroj hledají znatelně déle, ale při nalezení svou agresí rychle získají kontrolu nad zdrojem. Tyto druhy mají často dobře vyvinuté kasty vojáků (např. *Pheidole* spp.), které jsou schopny ovládat zachycený zdroj. Jako poslední typ chování při konkurenci jsou insinuátoři (našeptávači). Ti k návnadě vysílají pouze malé množství dělnic a díky malé velikosti těla se dostanou ke zdroji nepozorovaně před extirpátory (Parr, Gibb in Lach et al. 2010).

Základním projevem konkurence je vytváření teritorií. To lze pozorovat například u ostré konkurence, ke které dochází, pokud druh využívá své schopnosti zabránit ostatním druhům v získání zdroje. To probíhá prostřednictvím přímé agrese či nepřímo vytvářením teritorií (Fellers 1987). Teritorium je definováno jako území kolem hnízda, které všichni příslušníci roje považují za vlastní a podle toho jej využívají a chrání před jeho soupeři (Bezděčka 1982; Hölldobler, Wilson 1990). Pokud je do teritoria zahrnuto hnízdo, všechny jeho cesty i jeho trvalé zdroje potravy, což jsou například dřeviny či rostliny s koloniemi mšic, je toto území označováno jako absolutní teritorium. Mravenci si tohle teritorium střeží prakticky nepřetržitě (Levings, Traniello 1981; Hölldobler, Wilson 1990). Druhý typ teritoria lze nazývat jako prostorově-časové, které se týká pouze oblastí, ve kterých mravenci aktuálně navštěvují a využívají dočasné zdroje potravy, a to pouze po dobu jejich zpracování a transportu do hnízda (Levings, Traniello 1981; Hölldobler, Wilson 1990). Velmi silný teritoriální instinkt mají vyvinut například lesní mravenci (Bezděčka 1982). Velikost a tvar teritoria není vždy po celou dobu trvání populace stálý a mění se podle nabídky kořisti. Například Bezděčka (1982) zmiňuje populaci mravence *Formica polyctena* Foerster, 1850, která na lokalitě Pavlov (Loštice) v letech 1978–1979 zmenšila své teritorium až o polovinu, díky hromadnému výskytu housenek obaleče dubového (*Toxtrix viridiana* Linnaeus, 1758) na skupině dubů v blízkosti hnízda. Díky nadbytku atraktivní potravy došlo tedy ke specializaci pouze na tento druh a mravenci neměli tendenci navštěvovat vzdálenější zdroje potravy (Bonser et al. 1998). Podmínka vytvoření teritoria je, že přístup ke zdroji by měl přinést tak velký zisk, aby byl srovnatelný s vynaloženým úsilím k obraně této oblasti (Pereira et al. 2003). Největší teritoria jsou vytvářena polykalickými koloniemi mravenců, které mají neuvěřitelně velký potenciál na obhájení lokality před konkurenty. Naopak nejmenší teritoria vytvářejí populace, které jsou v raném stádiu vývinu a veškerou energii musí soustředit na vlastní reprodukci (Levings; Traniello 1981; Hölldobler, Wilson 1990).

Soužití druhů se stejnými požadavky je možné pouze komplementárním rozdělením ekologických nik v prostoru a čase (Vepsäläinen, Savolainen 1988). Tedy prostřednictvím rozdílných způsobů hledání a zpracování potravy, časovým posunem doby nejvyšší aktivity, odlišnou preferencí fyzikálních podmínek prostředí nebo vytvořením přesně ohraničených teritorií (Savolainen et al. 1989, Hunt 1974, Bernstein 1975).

### 2.1.2 FAKTORY MODIFIKUJÍCÍ KONKURENČNÍ INTERAKCE

Rozdíly ve výsledcích různých typů experimentů potvrzují, že výsledek konkurenčních interakcí je vysoce podmíněný, či dokonce závislý nejen na abiotických faktorech prostředí, jako jsou teplota, vlhkost, struktura či narušení stanoviště, ale i na biotických faktorech, jako jsou například parazitismus nebo velikost a složení zdrojů. Teplota a vlhkost jsou obvykle na sobě vzájemně závislé, takže většina studií zkoumá účinky změn teploty a vlhkosti současně. Podobně jako u rostlinných společenstev (Grime 1979) se i u společenstev mravenců může jednat o kompromis mezi tolerancí vůči stresu, disturbancí a konkurencí, přičemž konkurenční interakce budou nejintenzivnější v podmínkách s nejmenším stresem a narušením (Andersen 1995). U mravenců například snížení teploty v důsledku vegetativních a klimatických podmínek může představovat největší stres, a tedy nejméně konkurenční prostředí. Vysoké teploty (tzn. nad 35°C) mohou rovněž představovat stresující podmínky pro mnoho druhů, u nichž jsou behaviorálně dominantní jedinci aktivní v denní době, kdy teploty jsou pouze mírně vysoké (Bestelmeyer 2000). Na některých stanovištích mohou tyto teplotní extrémy vyústit v časové oddělení dob shánění potravy, a tak dochází i ke snížení příležitosti pro konkurenční interakce (Cerda et al. 1988). Naopak konkurence může nastat mezi druhy vyskytujícími se ve stejném prostoru, které se liší rozdílnou aktivitou (denní a noční rytmy) v případě, že změní svůj aktivní čas v přítomnosti nového zdroje potravy (Mercier, Dejean 1996). Tento vztah mezi teplotou prostředí a konkurenčními interakcemi může například vysvětlit neúspěch invazivních mravenců *Linepithema humile* Mayr, 1868 v napadání jinak vhodných stanovišť, na které byl tento druh zavlečen. Například v Austrálii původní zástupce rodu *Iridomyrmex* je schopen snášet vyšší teploty než *Linepithema humile*, a tak si je schopen udržet větší kontrolu nad potravními prostředky, a tím i nad teritoriem (Thomas, Holway 2005).

Výsledky konkurenčních interakcí může ovlivnit i struktura stanoviště. Na základě velikosti těla konkurenčně dominantních mravenců lze lehce určit, jaký vliv budou mít změny v komplexnosti stanoviště. Například u relativně velkých behaviorálně dominantních druhů může složitě stanoviště eliminovat konkurenční výhodu (Gibb 2005; Sarty et al. 2006) Velmi heterogenní mikrostanoviště poskytuje mnoho úkrytů pro jiné druhy, a tím snižuje dopad behaviorální dominance. Přírodní nebo antropogenní narušení často zjednodušuje strukturu stanoviště, a tím dochází k dalším změnám v konkurenčním

boji. Disturbancí zvýhodněné konkurenčně dominantní druhy mohou využít těchto jednoduchých stanovišť jako přístupových cest ke kolonizaci přírodních stanovišť (např. národních parků) (Gibb, Hochuli 2003). Tato stanoviště mohou být oslabena například požáry, narušením půdy intenzivním hospodařením (Folgarait et al. 2007) či fragmentací (tříštěním) biotopů. Heterogenita zdrojů také může velmi přispívat i k soužití mnoha druhů (Palmer 2003).

Na konkurenci má vliv i velikost potravních zdrojů. Malé rozptýlené zdroje podporují rychlé objevení a odnesení, zatímco velké nahloučené zdroje se získávají během delšího období. Při nadměrném množství potravy, kdy nejsou mravenci ničím omezováni, mnohdy dochází k užší specializaci na atraktivní zdroj potravy, který je v nadbytku (Bonser et al. 1998). Při konfrontaci více druhů na potravě se slabší druh může přesunout na zdroje potravy, které konkurent v danou chvíli preferuje méně (Vepsäläinen, Savolainen 1998). Pokud je zdroj potravy velmi kvalitní a v dané chvíli je potřebný, mohou dělnice slabší kolonie podstoupit riziko a o potravu bojovat (Nonacs, Dill 1990). Agresivní chování je tedy častější i přínosnější u velkých nebo velmi kvalitních zdrojů, kde se nachází větší počet dělnic (Bonser et al. 1998), než u malých zdrojů, na které jsou vysíláni jen jednotliví jedinci (Kaspari 1993, Gibb 2005, LeBrun 2005). Mravenci rodu *Leptothorax* (zmíněni již na začátku kapitoly) díky své nepatrné velikosti těla dokáží využít potravní zdroj ve stejnou chvíli, jako jiné, často dominantní druhy. Silnější druh je toleruje právě pro jejich malou velikost a malou početnost v kolonii, která pro silnější konkurenty nepředstavuje žádné riziko (Fellers 1987). Tito mravenci jsou označováni jako tzv. „našeptávači“ (insinulators – Wilson 1971 in Holway 1999).

Vliv na konkurenční interakce má parazitismus, zejména dvoukřídlí z čeledi Phoridae (Feener 1981). Parazitoidé snižují konkurenční úspěch jednotlivých druhů mravenců tak, že výsledek z konkurenčních interakcí se stává méně předvídatelný, a více druhů získá lepší přístup ke zdrojům (LeBrun 2005; LeBrun, Féner 2002; Philpott 2005b). Únik z parazitismu je často brán jako vysvětlení pro neuvěřitelný úspěch invazních druhů, jako je například *Solenopsis invicta* Buren, 1972, kdy tento druh nemusí dělat při objevování zdrojů kompromisy („discovery-dominance trade off“) (Porter et al. 1997). Přítomnost parazitoidů u zdrojů potravy může snížit výskyt konkurenčních setkání vyvoláním změny v chování hostitele spojené se zamezením parazitismu. Například druh *Solenopsis geminata* Fabricius, 1804 zaujme strnulý obranný postoj v reakci na svého parazitoida (Morrison 1999). Parazitoidé mohou také významně ovlivnit výsledek

konkurenčních interakcí, neboť mravenci musí dělit své aktivity mezi shánění potravy, konkurenční interakce a zamezení parazitismu. Například *Solenopsis richteri* Forel, 1909 odpovídá na přítomnost rodu *Pseudacteon* (Diptera) omezením potravních aktivit bez ohledu na velikost potravních zdrojů (Folgarait, Gilbert 1999).

## 2.2 HIERARCHICKÁ STRUKTURA SPOLEČENSTEV

Z důvodu rozličných strategií a vztahů mezi druhy byla snaha rozdělit společenstva do skupin s podobnými vlastnostmi. Například Pisarski a Vepsäläinen (1989) člení druhy společenstev do tří skupin. Toto rozdělení je závislé na sociální organizaci kolonií, hustotě dělnic hledajících potravu a jejich agresivitě. V této třístupňové lineární hierarchii jsou druhy submisivní (nejnižší pozice), jež jsou schopny bránit pouze svá hnízda, skupinu nad nimi tvoří druhy střetové tzv. „encounter species“, které brání nejen hnízdo, ale i jimi nalezené zdroje potravy, a nejvýše postavené jsou teritoriální druhy, které navíc chrání i přilehlé okolí, které považují za své teritorium (Pisarski, Vepsäläinen 1989). Teritoriální druhy mají největší vliv na druhy jiných úrovní, dokonce mohou ovlivnit i složení celé komunity (Hölldobler, Wilson 1990).

Hlavní faktory, které určují stav dané kolonie, jsou především chování a struktura kolonie. Ty se vzájemně prolínají a jsou obtížně oddělitelné. Pokud jsou u druhů podobné, závisí rozdělení hierarchie i na velikosti dělnic. Dalšími faktory, které ovlivňují strukturu společenstva, jsou počet královen v kolonii a celkový počet hnízd. Například vytvoření polydomních kolonií je většinou považováno za zvýšení ekologické dominance (Debout et al. 2007). Některé druhy *Formica* si vytvořením velkých polygynních kolonií zajistí vyšší postavení v hierarchii společenstva (Seifert in Lach 2010).

Většina evropských druhů mravenců patří do první skupiny submisivních druhů. Je zde zastoupena většina rodů a všechny podčeledi. Například druhy z rodu *Myrmica*, *Leptothorax* či druh *Formica fusca*. Tato skupina je velmi pestrá a také velmi variabilní ve způsobu chování. Zástupci těchto druhů obsazují různá stanoviště, mají rozličnou stavbu hnízd, velkou ekologickou plasticitu a také různý způsob získávání potravy. Jsou to druhy, které mají velikost těla od 2,3 do 7 mm a tvoří poměrně malé kolonie čítající desítky až několik tisíc jedinců. Dělnice se kontaktu s jinými koloniemi vyhýbají a k přímým střetům dochází pouze výjimečně. Proto mohou zakládat hnízda i v těsné blízkosti. Pokud dochází ke konfliktu, tak většinou výhradně uvnitř hnízda nebo při jeho ohrožení. Potravní teritoria druhů se většinou překrývají, ale mají rozdílný způsob hledání zdrojů nebo se specializují na jiný druh potravy. Například druh *Myrmica scabrinodis* vyhledává potravu především na povrchu půdy, zato druh *Formica fusca* nachází potravu hlavně v horních vrstvách vegetace. Kromě toho má význam i vnitřní hierarchie skupiny.



Například *Leptothorax acervorum* nebo *Formica fusca* vysílají pro potravu jednotlivé dělnice, čímž jsou omezeni v soutěživé konkurenci. Zato druhy *Myrmica ruginodis* nebo *Myrmica scabrinodis* na potravní zdroje vysílají velké množství dělnic a to jim umožňuje získat vyšší postavení ve skupině (Pisarski, Vepsäläinen 1989).

Druhá skupina není již tak druhově početná. Obsahuje především druhy poly- až eurytopní a poly- nebo dokonce pantofágní druhy. Do této skupiny lze zařadit například druhy *Tetramorium caespitum*, *Camponotus ligniperda*, *Prenolepis imparis* a *Lasius niger*. Velikost těla dělnic se pohybuje v rozmezí 2,5 až 14 mm. Tyto druhy si vytvářejí kolonie velké řádově až  $10^4$  jedinců. Oproti první skupině jsou více agresivní vůči konkurenčním koloniím, tudíž si hnízda zakládají ve větších vzdálenostech od svých nepřátel. Všechny potravní zdroje v blízkosti hnízda si dělnice příslušného hnízda patřičně hlídají, a tak vzniká jen úzký průchod mezi sousedními koloniemi, kde mohou vznikat konflikty. V této skupině je pravděpodobně hierarchické uspořádání ovlivněno především růstem (zráním) kolonie (Pisarski, Vepsäläinen 1989).

Třetí skupinou jsou druhy teritoriální. Je to poměrně soudržný (dobře uspořádaný) systém hnízd. Dělnice mají velikost těla v rozmezí 6 až 18 mm a tvoří kolonie, které čítají  $10^4$  až  $10^6$  jedinců. Všechny druhy jsou pantofágní a aktivní dravci. Ve střední a severní Evropě je několik druhů mravenců, kteří náleží do této skupiny (Pisarski, Vepsäläinen 1989). Patří sem například druhy *Formica exsecta* a *Formica foreli* (*Coptoformica*), kteří jsou velmi agresivní a teritoriální (Bezděčková, Bezděčka 2011; Seifert 2000), dále podrod *Formica* s. str., a druhy *Formica cinerea* a *Lasius fuliginosus* (Pisarski, Vepsäläinen 1989).

## 2.3 POTRAVNÍ BIOLOGIE MRAVENCŮ

Potravní strategie mravenců jsou velice rozmanité. Mezi střeoevropskými druhy mravenců nelze najít vyslovené potravní specialisty. I druhy preferující trofobiotický nebo zoofágní způsob života využívají vedle toho ještě jiné potravní zdroje (Seifert 1996). Převážně jsou mravenci považováni za omnivory (všežravce), kombinující predaci, sbírání mrtvých částí živočichů i využívající zdroje rostlinného původu (Stradling 1978). Tento nespecifický výběr je dán i různými potravními požadavky dospělých jedinců a larválních stádií. (Blüthgen, Feldhaar in Lach et al. 2010). Strava larev je zásadní pro růst a složení kukly, tudíž potřebují především potravu bohatou na proteiny a lipidy, zatímco dospělci potřebují potravu pouze jako zdroje energie. Za tímto účelem dospělci více vyhledávají potravu cukernatou. Výjimkou je královna, která má vyšší požadavky na příjem proteinů a lipidů z důvodu produkce vajíček (Nation 2002).

### Zoofágie

Mravenci, kteří by byli ryze zoofágní, jsou ve střední Evropě vzácní. Patří k nim někteří zástupci rodu *Ponera* a *Myrmicinae*. Svůj lov soustředí v půdě, hrabance nebo v dutinách mrtvého dřeva. Tyto druhy ale nejsou v našich ekosystémech nijak významné (Seifert 1996). V ČR jako predátoři bezobratlých jsou významné husté kolonie druhů rodů *Formica* a *Myrmica*. U druhů rodu *Formica*, které loví jak v hrabance, tak i v husté vegetaci a na otevřených plochách, bylo vyzpozorováno, že ulovily v travnatých oblastech severních Karpat až 40 % všech pavouků, much a cikád (Seifert 1996). Vliv mravenců rodu *Formica* se také projevuje v jehličnatých lesích, kde významně regulují lesní škůdce, jako jsou bekyně mniška (*Lymantria monacha* Hübner, 1808), bourec borový (*Dendrolimus pini* Linnaeus, 1758), pilatka smrková (*Pristiphora abietina* Christ, 1791) či ploskohřbetka smrková (*Cephalcia abietis* Linnaeus, 1758). V listnatých lesích mravenci rodu *Formica* významně regulují obaleče dubového (*Tortrix vididiana* Linnaeus, 1758), píďalku podzimní (*Operophtera brumata* Linnaeus, 1758) nebo paličatku březovou (*Cimbex femorata* Linnaeus, 1858) (cf. Hruška 1982).

## **Trofobióza**

Trofobióza značí výměnný vztah s producenty medovice. Medovice je kapalina, která je vylučována ze zažívacího traktu Hemiptera, konkrétněji mšic (*Aphidina*), červců (*Coccina*), cikád (*Cicadina*) a mer (*Psyllina*). Tyto druhy napichují vodivé cévy rostlin, ve kterých proudí asimiláty. Tato lýková šťáva je velmi bohatá na různé cukry, aminokyseliny, bílkoviny s krátkým řetězcem, minerální látky a vitamíny skupiny B. Mšice využijí při střevním trávení pouze část ve šťávě obsažených živin a zbytek vylučují v podobě medovice. Pro mšice to znamená pravděpodobně méně vynaložené energie než intenzivní zpracování malého množství rostlinných šťáv. Snahou mravenců je využít medovici mšic, která pro ně představuje významný energetický zdroj. Medovice obsahuje vysoký podíl cukrů a aminokyselin (cca 80–90 % cukry, 10–20 % aminokyseliny). Medovice je díky tak vysokému podílu cukrů pro mnoho druhů mravenců hlavním energetickým zdrojem a celkově jim umožňuje velké vynaložení energie při jejich způsobu života (Seifert 1996). Například lesní mravenci vyhledávají až 70 druhů mšic (Seifert 2007). Z průzkumů v Bavorsku bylo zjištěno, že z medovice může být získáno až 250 kJ/m<sup>2</sup>, zato z přinesené kořisti jen 96 kJ/m<sup>2</sup>. Ročně může velké hnízdo lesních mravenců získat cca 450–500 kg medovice. Mravenci se od jiných hmyzích konzumentů medovice liší přímou komunikací s producenty – mšicemi. Takové včely oproti mravencům pouze sají nebo olizují medovici. Mravenci ale dokáží u mšic typickými dotyky tykadel vyvolat na zadečku výtok medovice nebo mšice přímo vydávají signály, že chtějí být „podojeny“. Například charakteristickými pohyby zadečku či uvolněním kapičky medovice, která mravence přiláká. Myrmekofilní mšice mají často kolem análního otvoru věnec chloupků, který zachycuje vyloučené kapičky medovice tak dlouho, dokud je mravenec neodebere (Seifert 1996).

## **Přímé užívání rostlinných šťáv a nektaru**

Některé druhy mravenců mohou jako zdroj potravy užívat i rostlinné šťávy. Jsou to především druhy, které mají silná kusadla a mohou se prokousnout do vodivých svazků, odkud sají floémovou a xylemovou šťávu. Například druh *Camponotus ligniperda* Latreille, 1802 dokáže prokousnout kůru dřevin a přijímat šťávu z vodivého svazku. Tento výron šťávy co možná nejdéle udržuje olizováním a ohlodáváním okrajů hran. U lesních mravenců bylo pozorováno nakrojování mladých březových výhonků.

Některé druhy rodů *Myrmica*, *Lasius* či *Formica* požírají šťavnaté ovoce (maliny, jahody), ale to v celkové míře výživy není nijak významné v porovnání s přijímáním rostlinných šťáv (Seifert 1996). Dalším významným zdrojem tekuté potravy je přijímání extraflorálních nektárií, což je energeticky stejně významné jako přijímání medovice. Extraflorální nektária jsou umístěna na listech, stoncích nebo kolem květů a vyskytují se u celé řady rostlin (např. Seifert 1996; Oliviera, Freitas 2004). Tyto extraflorální nektária obsahují především sacharidy, dále aminokyseliny a stopové množství dalších sloučenin. Jsou vysoce variabilní v kvalitě a množství. Kromě výrazných preferencí pro některé cukry mravenci obecně dávají přednost nektarům, které obsahují více aminokyselin (Lanza et al. 1993). K extraflorálním nektáriím často přechází druhy mravenců, kterým je zabráněno v trofobióze. To platí například pro malé druhy, jako jsou *Plagiolepis* a *Leptothorax*. Jelikož jsou mravenci neúčinní opylovači, rostlina se snaží nektar uchránit pro lepší opylovače. Pouze některé druhy alpských rostlin se nechávají z důvodu nedostatku jiných opylovačů navštěvovat. Zato mimokvětní nektária rostliny vytvářejí záměrně, aby dlouhodobě vábily mravence a ti jim tak poskytovali ochranu před různým fytofágním hmyzem (Seifert 1996).

### **Myrmekochorie a granivorní mravenci**

Myrmekochorie je rozšiřování specificky přizpůsobených rostlinných semen mravenci (Seifert 1996). Je rozšířená především v severoamerických listnatých lesích, kde je 30–40 % všech bylin myrmekochorních (Seifert 2000). Semena těchto rostlin vytváří elaisom, což je bílý masitý přívěsný orgán, který je bohatý především na lipidy, ale také na bílkoviny a sacharidy (Fischer et al. 2008, Gammans et al. 2005). Semeno je mravenci transportováno do hnízda, kde je elaisom zkrmen larvami, a samotné nijak nepoškozené semeno je vyhozeno z hnízda ven. Proto se u hnízd lesních mravenců vyskytují často dobře vzrostlá rostlinná společenstva. Hlavními přenašeči jsou mravenci druhů rodů *Myrmica*, *Aphaenogaster*, *Formica* a *Lasius* (Seifert 2000).

Některé druhy mravenců na rozdíl od myrmekochorie semena rostlin požírají (Andersen 1991, Buckley 1982, Seifert 1996). Tyto druhy jsou běžné především na suchých a polosuchých stanovištích, kde jsou semena během období sucha uložena v komůrkách a mravencům poskytují mnohdy jediný zdroj potravy (Seifert 1996).

## 2.4 PODROD *COPTOFORMICA*

Podrod *Coptoformica* je poměrně vzácný taxon. Pravděpodobně se jedná o monofyletickou skupinu, jejíž taxonomie je dosti nejasná (Seifert 2000). Do podrodu *Coptoformica* patří 13 taxonů, z nichž se sedm nachází i v Evropě (Dolek et al. 2008). V ČR z toho byly potvrzeny pouze tři druhy (*Formica exsecta* Nylander, 1846, *Formica foreli* a *Formica pressilabris* Nylander, 1846) (Bezděčková, Bezděčka 2011). Není však vyloučen výskyt ještě minimálně dvou dalších druhů, které byly zaznamenány v sousedních zemích, a to *Formica bruni* Kutter, 1967 a *Formica forsslundi* Lohmander, 1949 (Seifert 2000). Všechny druhy žijící u nás jsou velmi ohrožené a hrozí jim zánik způsobený ubýváním vhodných biotopů. To je způsobeno především sukcesním zarůstáním stanoviště nebo zalesňování jejich biotopů (Bezděčka, Bezděčková 2008). V některých evropských zemích je více zastoupen pouze druh *Formica exsecta*, který ale může nevhodným hospodařením radikálně ustoupit (Dolek et al. 2008).

Mravenci tohoto podrodu nejsou omezeni na určitý výškový stupeň, ale nachází se od nížin až po nejvyšší horské polohy. Na rozdíl od lesních mravenců neosidlují zastíněná stanoviště, protože druhy podrodu *Coptoformica* nejsou schopni zvyšovat hnízdní teplotu produkcí metabolického tepla nezávisle na teplotě prostředí (Seifert 2000). Budují si menší kupy z velmi jemného rostlinného materiálu skryté ve vysoké trávě lesních okrajů, pastvin a luk nebo mohou být rozmístěny podél cest v dlouhých řetězcích.

Všechny druhy podrodu *Coptoformica* jsou vzhledově podobné lesním mravencům (*Formica* s. str.). Jsou charakteristické několika znaky, mezi které patří: hluboce vykrojený zadní okraj hlavy, mandibuly s jedním až třemi prebasálními zuby, vykrojený zadní okraj petiolární šupiny a stálý poměr maximální délky skapu a maximálním šířky hlavy. Hluboké vykrojení zadního okraje hlavy (vznik tzv. occipitálních rohů) je důsledkem prodloužení mandibulárního svalstva, díky němuž je zvětšena kousací síla (Dietrich 1998). Tohle uzpůsobení je vysvětlováno jako adaptace pro stavbu hnízd z rostlinných materiálů (Seifert 2000). Dalším významným znakem této skupiny je sociálně parazitické zakládání kolonií u hostitelských druhů podrodu *Serviformica*.

První zmínku o výskytu druhů podrodu *Coptoformica* na území České republiky je možné zaznamenat v příspěvcích Š. Soudka (Soudek 1922a, b), které jsou již z první třetiny 20. století. Ucelené informace o lokalitách druhů podrodu *Coptoformica* lze nalézt

v Prodromu od M. Záleského (Záleský 1939), později doplněném Kratochvílem (Kratochvíl 1940). Další informace o druzích *Formica exsecta*, *Formica pressilabris*, a nověji i *Formica foreli* lze získat například z Šilhavý 1938; Záleský 1938a, 1938c; Lauterer 1968, 2003; Bezděčka 1996, 1999; Nenadál 2001; Bezděčková a Bezděčka 2009, 2011. Představu o historickém výskytu druhů tohoto podrodu je možné získat i studiem sbírkového materiálu, jehož soupis publikovali Bezděčková a Bezděčka (2011).

#### 2.4.1 *FORMICA EXSECTA*

Mravenec *Formica exsecta*, česky někdy nazývaný mravenec pastvinný, patří společně s ostatními druhy podrodu *Coptoformica* k našim nejvzácnějším mravencům (Bezděčková, Bezděčka 2011).

Tento druh je rozšířen od Skandinávie po střední Španělsko a od severozápadní Anglie po severovýchodní Čínu. Jeho vertikální rozšíření se pohybuje v rozmezí 300–2700 m n. m. s výraznou bimodalitou s velmi nízkou frekvencí od 800 m n. m. do 1200 m n. m. (Seifert 2000; Schultz, Seifert 2007). U nás byli mravenci druhu *Formica exsecta* zaznamenáni roztroušeně od jižních Čech po severovýchodní Moravu celkově na 37 lokalitách, aktuálně ale pouze na sedmi místech (Bezděčková, Bezděčka 2011) (Obr. 1).

Mravenec *Formica exsecta* je méně náročný na výběr stanoviště než ostatní druhy tohoto podrodu. Obývá různé otevřené nebo slabě zastíněné lokality, které se jeví jako stabilní. Většinou obývá polosuché až xerothermní trávníky, extenzivní, subalpinní a boreomontánní pastviny, lesní okraje a světliny, paseky, světlé lesy, vřesoviště a sušší okraje mokřadů (např. Seifert 1996, 2000, 2007; Czechowski et al. 2002; Bezděčka, Bezděčková 2008b; Stockan et al. 2010). Jako všechny druhy podrodu *Coptoformica* chybí v lesích s hustými korunami, na záplavami ohrožovaných loukách, na pláních s vysokými křovinami a bujných loukách (Seifert 1996).

Zpočátku monogynní kolonii zakládá samička sociálně paraziticky u druhů *Formica fusca* Linnaeus, 1758 nebo *Formica lemani* Bondroit, 1917, později přechází k polygynii a štěpení hnízd, což dá za vznik velkým polykalickým komplexům (např. Seifert 1996, 2000; Buschinger, Jochum 1999; Bliss et al. 2001; Czechowski et al. 2002). Konstrukce hnízda a jeho materiál je závislý na lokalitě, na které se nachází. Většinou buduje oblá

hnízda na minerálních půdách z jemného materiálu, zejména z úlomků trav. Budování podzemní a nadzemní části hnízda probíhá současně (Bliss et al. 2006).

Dělnice *Formica exsecta* mají tmavě hnědý zadeček a zbytek těla je červený s různě velkou tmavohnědou skvrnou na hlavě a hrudi. Zadní okraj hlavy mají silně proláklý, jako všechny druhy podrodu *Coptoformica*. Oči mají s výraznými odstávajícími chloupky, ochlupení těla je velmi variabilní (Stitz 1939; Novák, Sadil 1941; Collingwood 1979; Seifert 2000; Czechowski et al. 2002).

Významným způsobem získávání potravy u *Formica exsecta* je zoofágie, zejména predace a sběr uhynulých bezobratlých (Wesselinov, Horstmann 1968; Seifert 2000). Energie je získávána hlavně z látek získaných při trofobióze. Důležitými trofobionty jsou především mšice z čeledi Lachnidae (Seifert 2000).

Druh *Formica exsecta* je velmi agresivní a teritoriální vůči cizím jedincům téhož druhu (vnitrodruhové vztahy). To je pozorováno především u monogynních kolonií. U polygynních monodominálních kolonií je agresivní chování již méně časté a u polygynních polykalických kolonií se teritoriálně již nechovají (Pisarski 1982). Při syntopickém výskytu druhu *Formica exsecta* a lesních druhů mravenců jsou mravenci *Formica exsecta* následkem kompetitivní hierarchie vyloučeni z území, na němž se nalézá potravní areál lesních mravenců. Koexistence (společný výskyt) těchto druhů je tedy možná jen za předpokladu rozdílných potravních nik (Stockan et al. 2010). Zato některé druhy mohou být pro *Formica exsecta* kořistí. Byly pozorovány predace *Myrmica rubra* Linnaeus, 1758, *Lasius fuliginosus* Latreille, 1798, či *Formica fusca* (Bezděčka, Bezděčková, nepublikované údaje).

### 2.4.2 *FORMICA PRESSILABRIS*

Přestože jsou všechny druhy podrodu *Coptoformica* velmi vzácné, *Formica pressilabris* patří k těm nejvzácnějším vůbec. Ve starších pracích lze nalézt zmínky o výskytu z různých částí našeho území, ve sbírkách je však zastoupen jen málo (Bezděčková, Bezděčka 2011). V Červeném seznamu je *Formica pressilabris* veden jako ohrožený druh (Bezděčka 2005b), ale na základě výsledků výzkumu z let 2007–2011 je připravován návrh na přeřazení do kategorie kriticky ohrožený druh (Bezděčková, Bezděčka 2011).

V Evropě se tento druh vyskytuje v mírném pásu až po jih boreální zóny, v planárním až subaplinském stupni (Schultz, Seifert 2007). V České republice jsou zjištěna pouze tři historická stanoviště výskytu, a z toho jen jedno je potvrzeno i jako aktuální. Potvrzený výskyt je na lokalitě Soboňky u obce Rohatec v okrese Hodonín (Bezděčková, Bezděčka 2010b) (Obr. 2).

*Formica pressilabris* osídluje především oligotrofní stepní trávníky, jako jsou pastviny, horské louky, světliny v lesích či kontinentální stepi (Dlussky 1967; Collingwood 1979; Seifert 1996, 2000; Czechowski et al. 2002).

Stavba hnízd je velmi podobná jako u *Formica exsecta*. Hnízda jsou však menší, průměr běžné kupy uvádí Seifert (2000) do 40 cm. Na intenzivně pasených pastvinách ve Švýcarsku se může nadzemní část intenzivně zredukovat a podzemní část je vybudována v pevných kořenech trav (Seifert 2000). Může vytvářet velké polykalické systémy čítající až 100 hnízd (Seifert 1996).

Novou kolonii *Formica pressilabris* zakládá individuálně mladá oplodněná samička, nebo vzniká odštěpením od mateřské polygynní kolonie (Czechowski 1975). Předpokládá se, že mladé samičky zakládají nové kolonie jako dočasní sociální parazité podrodu *Serviformica* (Kutter 1957).

Dělnice *Formica pressilabris* jsou velmi podobné dělnicím *Formica foreli*. Dosahují však délky jen 4,2–6 mm. Oči mají s redukováním ochlupením, nebo zcela holé (Seifert 2000).

*Formica pressilabris* není příliš teritoriální druh (Dlussky 1967). U polykalických kolonií docházelo k časté výměně jedinců a nebyly pozorovány negativní vnitrodruhové vztahy (např. agrese) vůči jedincům ze vzdálených polygynních hnízd (Seifert 2000).



Mezidruhová agrese je také považována za nepravděpodobnou. Podle Bönsela (2007) je to dáno rozlišnými potravními strategiemi. Kutter (1957), Bönsel (2007) a Bezděčková, Bezděčka (2011) zaznamenali syntopický výskyt *Formica pressilabris* s dalšími druhy rodu *Formica*.

Hlavním potravním zdrojem *Formica pressilabris* je trofobióza s různými druhy mšic žijícími na bylinách a mladých výhoncích dřevin (Czechowski 1975). Tím dochází k minimalizování šance konfliktu při shánce potravy s jinými druhy *Formica*, které mšice navštěvují na starších stromech (Bönsel 2007). K predaci se *Formica pressilabris* uchylují jen u druhů, které mohou lehce přemoci, a to např. u housenky či žížaly (Czechowski 1975).

### 2.4.3 *FORMICA FORELI*

Patří mezi nejohroženější druhy podrodu *Coptoformica* (Seifert 2000). Protože dříve byl často zaměňován s *Formica pressilabris*, starší literaturní údaje se pravděpodobně týkají druhu *Formica foreli* (Bezděčková, Bezděčka 2011).

Tento vzácný druh je ojedinele k nalezení v západní a východní Evropě. Podle Seiferta (2000) tento submediteránní druh expandoval v teplých periodách na sever a po regionálním vyměření se rozdělil na izolované populace. Současný areál rozšíření zahrnuje území severního Španělska, severní Itálie, Švýcarska, Německa, Dánska, Švédska, Polska, České republiky, Slovenska, Turecka a Kavkazu (Schultz, Seifert 2007; Bezděčka, Bezděčková 2008; Dolek et al. 2008). V České republice se druh *Formica foreli* aktuálně nachází na šesti lokalitách, ačkoliv jeho výskyt byl dosud zaznamenán na jedenácti (Obr. 3). První nález *Formica foreli* pochází z Českomoravské vrchoviny. Zde se nalézají i tři nejperspektivnější kolonie tohoto druhu v ČR. Jsou to velké polykalické kolonie na lokalitách Štěměchy, Jemnice a Brťoví. Kolonie na lokalitě Štěměchy je s počtem 654 hnízd největší známou kolonií u nás. Na Brněnské vrchovině se nachází dvě malé populace na lokalitě Mokrý u Brna a Vavřinec-Veselice. Další žijící kolonie je na lokalitě Rohatec v Jihomoravské pánvi, která je složena pouze ze tří hnízd (Bezděčková, Bezděčka 2011).

*Formica foreli* je druh otevřených oligotrofních a xerothermních stanovišť hlavně na písku, na vápenci a dalších typech podloží (Seifert 2000, Czechowski et al. 2002).

V České republice byl výskyt zaznamenán především na historických pastvinách a trávnicích, v jednom případě i na opuštěném vojenském cvičišti (Bezděčková, Bezděčka 2011). Podle Bezděčky, Bezděčkové (2008) se mohou také nalézat na částečně ruderalizovaných lokalitách se skeletovitou půdou. Zato nebylo zaznamenáno rozrůstání kolonií na plochách sukcesně zarůstajících vyšší vegetací (Bezděčková, Bezděčka 2011).

Mravenci rodu *Formica foreli* staví podobná hnízda jako jiné druhy podrodu *Coptoformica*. Velikost se ale na jednotlivých lokalitách liší. Dolek et al. (2008) uvádějí na lokalitě v Bavorsku hnízda jen s menším průměrem základny než 48 cm. Zato při výzkumu na lokalitě Štěměchy v roce 2012 měla desetina hnízd větší průměr než 50 cm a čtyři hnízda měla průměr větší než 77 cm (Ošlejšková 2013a, 2013b). V roce 2008 byla při inventarizaci nalezena hnízda s průměrem větším než 110 cm. A to Bönsel a Busch (2003) nacházeli při výzkumu hnízda s průměrem větším než 160 cm. Na velmi horkých biotopech mohou tyto mravenci dokonce vytvářet zemní hnízda bez rostlinného pokryvu. Na pastvinách s intenzivní pastvou ovcí se *Formica foreli* chrání před sešlapem vytvořením podzemních komor uvnitř pevných kořenových balů rostlin (Seifert 2000). U hnízd vytvořených v poli mohou mravenci vytvářet nadzemní část i z půdy a kamínků (Bezděčka, Bezděčková 2009)

Mravenci druhu *Formica foreli* upřednostňují jako potravní vztah trofobiózu (Seifert 2000; Dolek et al. 2008). Významná je ale i predace a sběr poraněných nebo uhynulých bezobratlých, jako např. Dermaptera, Heteroptera, Homoptera, Coleoptera, Diptera, Lepidoptera, ostatní zástupci čeledi Formicidae. Dělnice jsou schopny účinného kolektivního lovu, což svědčí o vynikající komunikaci a kooperaci (Bezděčková, Bezděčka 2011).

Dělnice aktivují od dubna do září a hibernace probíhá v podzemní části hnízda, několik centimetrů pod povrchem. Aktivita za horkých letních dní kolem poledne a v časných odpoledních hodinách klesá (Seifert 2000). To bylo potvrzeno i při výzkumu na lokalitě Štěměchy v létě 2011, kdy počet dělnic v poledne byl do tří jedinců, kdežto v dopoledním a odpoledním měření byl průměrným počet 25 dělnic (Ošlejšková 2013a, 2013b). Podle údajů Bezděčkové, Bezděčky (2011) se pohlavní jedinci vyskytují v České republice od konce července do poloviny srpna. K demografickému složení populací *Formica foreli* je doposud velice málo informací, ale předpokládá se tendence k polygynii a k polykalii (Seifert 2000, Bezděčková, Bezděčka 2011).

*Formica foreli* je podle Bezděčkové, Bezděčky (2011) i Seiferta (2000) velmi agresivní a teritoriální druh vůči jiným druhům rodu *Formica* a *Lasius*. Bezděčková, Bezděčka (2011) zaznamenali na lokalitě Štěměchy poměr hnízd *Formica foreli* a jiných druhů 17:8. Ostatní hnízda patřila druhům *Myrmica sabuleti*, *Myrmica scabrinodis* a *Lasius flavus*. Hnízda silně teritoriálních druhů jako jsou *Formica sanguinea*, *Formica rufa* a *Formica truncorum* se nacházela na okraji lokality nebo mimo teritorium *Formica foreli*. Při setkání dělnic *Formica foreli* a *Formica sanguinea* došlo v minimálních případech k ritualizovanému či skutečnému útoku ze strany *Formica sanguinea*, ve většině případů se dělnice vyhnuly konfrontaci úplně (Bezděčková, Bezděčka 2011). Dále byly zaznamenány časté útoky na dělnice druhu *Formica pratensis*, *Formica sanguinea*, *Camponotus ligniperda* (Bezděčková, Bezděčka 2009).

## 2.5 DRUHY PŘÍTOMNÉ NA LOKALITĚ

### 2.5.1 ROD *FORMICA* LINNAEUS, 1758

Do rodu *Formica* patří 176 žijících druhů (Bolton 2011). Jsou rozlišovány čtyři podrody rodu *Formica*, a to *Serviformica*, *Formica* s. str., *Raptiformica* a *Coptoformica* (Seifert 2007). Kolonie mravenců tohoto rodu mohou být monogynní (přítomna je pouze jediná královna) i polygynní (kolonie obsahuje více královen). Hnízda mravenci přizpůsobují svému prostředí. Mohou být například jen jednoduchá zemní, ukrytá pod kameny nebo ukrytá v trsech trávy či s různě velkou hlinitou nebo rostlinnou kupou. Také mohou být založena v trouchnivějícím dřevě (Seifert 2007).

Nová kolonie vzniká mnohými způsoby. Jedním ze způsobů je, že oplodněná samička vnikne do hnízda téhož druhu nebo otročících mravenců. Dále pak může oplodněná samička založit kolonii sama, tzv. klaustrálně, což probíhá v ukrytém malém prostoru, kde je skryta a první dělnice vychovává sama. Dalším způsobem je, že nová kolonie vznikne rozdělením původní polygynní. Páření u rodu *Formica* je také rozmanité. Může probíhat jak v hnízdech, tak i při svatebních letech (Seifert 2007).

### ***FORMICA SANGUINEA* LATREILLE, 1798**

Patří do podrodu *Raptiformica*. Tento druh neosidluje zamokřená stanoviště a lokality blízko lidských sídel. Vyhledává suché až chudé trávníky, slunné lesy a jejich okraje (Seifert 1996). Prvotní založení kolonie samičkou je sociálně parazitické a dále přechází k polygynii a štěpení hnízd. Tento druh je velmi agresivní a teritoriální, především k druhům mravenců podrodu *Serviformica*. Podniká k nim loupeživé útoky a po delší době způsobí i jejich úplné vyplenění. Část uloupeného plodu využívá jako pomocné mravence. Jelikož uloupení plodu není preferencí, nazývá se příležitostným (fakultativním) otrokářstvím. Tyto loupeživé výpravy mají především funkci získávání potravy, dále pak vyhubení konkurentů a vedlejším efektem je získávání pomocných mravenců (Seifert 1996). Potravní strategií je hlavně zoofágie a trofobióza. Vytváří zemní hnízda, někdy i s nadzemní kupou z rostlinného materiálu. Často si vytváří zimní hnízda na chráněných místech (Seifert 1996).

### ***FORMICA PRATENSIS* RETZIUS, 1793**

Patří do podrodu *Formica* s. str. Vyskytuje se na suchých trávnících s keři či borovicemi a na lučních svazích poblíž lesíků. Pokud chybí konkurenční druh mravenců *Formica rufa*, mohou pronikat i do jehličnatých lesů. Zakládání kolonií je sociálně parazitické, většinou u druhu *Formica cunicularia*. V některých případech je možné vytvoření velmi početné polykalické superkolonie. Oproti jiným druhům odstraňuje na hlavních cestách půdní vegetaci, tím si usnadňuje lov v silně zarostlých prostorech. Hnízda vytváří s kupou z rostlinného materiálu (Seifert 1996).

### ***FORMICA CUNICULARIA* LATREILLE, 1798**

Tento druh patří do podrodu *Serviformica*. Obývá přednostně termofilní travnaté lokality, ruderalní suché nivy nebo svahy dopravních cest převážně na jílovitých půdách. Hnízda jsou monogynní, polydomní kolonie se nevyskytují. Druh je méně agresivní než *Formica rufibarbis*. Často slouží jako hostitel pro sociální parazity nebo jako potrava druhu *Formica fusca* (Seifert 1996).

### ***FORMICA FUSCA* LINNAEUS, 1758**

Patří do podrodu *Serviformica*. Tento druh se vyskytuje na exponovaných slunných lokalitách. Ekologická valence je však široká. Osidluje všechny suché, otevřené až mírně zastíněné lokality i v blízkosti lidských obydlí. Tento druh se nenachází na loukách s vysokou travní vegetací, v mokřinách a uvnitř uzavřených lesů. Hnízda jsou převážně zemní, méně v tlejícím dřevě. Výživa je převážně zoofágní, trofobiotická, méně i fytofágní. Mimo hnízdo není tento druh agresivní a vyhýbá se boji i s menšími druhy mravenců, jako jsou například rody *Lasius* a *Myrmica* (Seifert 1996). Jde o submisivní druh (Pisarski, Vepsäläinen 1989), který se ale dokáže velmi dobře pohybovat v teritoriu dominantních druhů, kde využívá jejich krátkých chviliek nepozornosti k ukořistění potravy (Seifert 1996).

### ***FORMICA RUFIBARBIS* FABRICIUS, 1793**

Tento druh patří do podrodu *Serviformica*. Osidluje termofilní písčité lokality s nízkou vegetací. Kolonii zakládá většinou jednotlivě s monogynními hnízdy. Staví si jednoduchá zemní hnízda s nadzemní kupkou. Je to druh více agresivní. Na jiné mravence útočí rychleji a sociálním parazitům se lépe brání (Seifert 1996).

#### **1.1.1 ROD *LASIUS* FABRICIUS, 1804**

V palearktické oblasti se nachází cca 60 druhů, které jsou sdruženy do 5 podrodů (*Lasius* s. str., *Cautolasius*, *Dendrolasius*, *Austrolasius*, *Chthonolasius*). Zakládání kolonií je většinou dočasně parazitické, v některých případech i nezávislé zakládání (Seifert 1996).

#### ***LASIUS ALIENUS* (FÖRSTER, 1850)**

Patří do podrodu *Lasius* s. str. a vyskytuje se především v teplých lokalitách. Vytváří husté populace na suchých a polosuchých trávnících a xerothermních světlých lesích. Hnízda vytváří většinou v zemi a pod kameny, výjimečně s nadzemní kupkou. Živí se hlavně trofobiózou s kořenovými a stromovými mšicemi. Je to submisivní druh, při vyrušení rychle prchá (Seifert 1996).

#### ***LASIUS NIGER* (LINNAEUS, 1758)**

Druh, který též patří do podrodu *Lasius* s. str. Je jedním z nejhojnějších druhů mravenců měst, parků, zahrad, luk a polí. Upřednostňuje mírně xerothermní až mesofilní lokality a vyhýbá se stinným lesům a bažinám. Hnízda si vytváří pod kmeny v zemi nebo ve ztrouchnivělém dřevě. Okolo hnízd vytváří ohrazené chlívečky s koloniemi mšic se zastřešenými chodbičkami. Při porušení hnízda je agresivní (Seifert 1996).

### ***LASIUS FLAVUS* (FABRICIUS, 1781)**

Patří do podrodu *Cautolasius*. Tento druh dosahuje ve střední Evropě největší známé biomasy (až 150 kg na hektar) a je značným překupitelem půdy. Upřednostňuje čerstvě uschlé až vlhké travnaté lokality. Živí se především trofobioticky. Chová si až 22 druhů kořenových mšic, které chrání při porušení hnízda nebo při přezimování (Seifert 1996).

### ***LASIUS MIXTUS* (NYLANDER, 1846)**

Tento druh patří do podrodu *Chthonolasius*. Nachází se hlavně na loukách, pastvinách a okrajích lesů. Je to dočasný sociální parazit druhu *Lasius niger*. Hnízda si vytváří většinou podzemní pod kameny, často i s kupkou (Seifert 1996).

### ***LASIUS UMBRATUS* (NYLANDER, 1846)**

Také patří do podrodu *Chthonolasius*. Osidluje otevřená území a lesíky různých struktur i oblasti ovlivněné člověkem. Chybí na stanovištích s extrémními podmínkami (velké sucho a zamokření). Vytváří monogynní hnízda, lze u něj pozorovat dočasný sociální parazitismus. Živí se především medovicí z kořenových mšic (Seifert 1996).

### ***LASIUS FULIGINOSUS* (LATREILLE, 1798)**

Tento druh náleží do podrodu *Dendrolasius*. Obývá různá lesní stanoviště, od listnatých a jehličnatých lesů, přes parky a osamělé stromy otevřené krajiny až po stromy v sídelních oblastech. Hnízda si vytváří ve stromech, často při bázi s houbou *Cladosporium myrmecophilum*. Vytváří početné polygynní a polykalické kolonie. Živí se převážně trofobioticky nebo zoofágií na stromech a křovinách. Silně si vyznačuje teritorium pomocí chemického značení, což konkurenční druhy rodů *Lasius* a *Formica* striktně dodržují (Seifert 1996).

### **1.1.2 ROD *TEMNOTHORAX* MAYR, 1861**

#### ***TEMNOTHORAX UNIFASCIATUS* (LATREILLE, 1798)**

Osidluje otevřené suché travnaté lokality. Vytváří hybridy s druhy *Temnothorax tuberointerruptus*, kteří jsou ale pravděpodobně neplodní. Hnízda vytváří monogynní s klaustrálním zakládáním kolonií (Seifert 1996).

#### ***TEMNOTHORAX TUBERUM* (FABRICIUS, 1775)**

Tento druh se vyskytuje na silně osluněných kamenitých lokalitách suchých až polosuchých trávníků. Hnízda si vytváří pod plochými kameny nebo po jejich stranách. Příležitostně vytváří polygynní hnízda (Seifert 1996).

### **1.1.3 ROD *CAMPONOTUS* MAYR, 1861**

#### ***CAMPONOTUS HERCULEANUS* (LINNAEUS, 1758)**

Podrod *Camponotus* s. str. Vyskytuje se především na lokalitách jehličnatých a smíšených lesů s vysokým podílem smrku. Pod hranicí 300 m n. m. se vyskytuje prakticky jen lokálně. Hnízda si vyhledává v živém i mrtvém dřevě. Hnízdní teritorium je mnohdy rozsáhlé. Může mít až 130 m<sup>2</sup> a zahrnovat až 13 stromů, které jsou spojeny tzv. podzemními spojovacími komunikacemi, které vedou podél silnějších kořenů (Seifert 1996).

#### ***CAMPONOTUS LIGNIPERDA* (LATREILLE, 1802)**

Podrod *Camponotus* s. str. Tento druh se vyskytuje především na silně osluněných místech listnatých a smíšených lesů, na suchých a polosuchých trávnících i mezích v kulturní krajině. Hnízda si vytváří ve kmenech do výše 3 metrů a s velkým podzemním prostorem. Mohou být i pouze podzemní hnízda. Výživa je trofobiotická, zoofágní. Je neobyčejně odvážný a za dusného počasí značně agresivní (Seifert 1996), hlídá si své zdroje potravy (Pisarski, Vepsäläinen 1989).



#### **1.1.4 ROD *MYRMICA* LATREILLE, 1804**

Velmi rozmanitý rod. Celkem obsahuje až 100 druhů, z toho v Evropě se nachází 17. Zakládání kolonií je hlavně semiklaustrální nebo přijetím ve stejnodruhovém hnízdě, u dvou druhů i sociálně parazitické. Živí se hlavně sháněním živočišné potravy nebo sáním rostlinných šťáv a sbíráním nektaru (Seifert 1996).

#### ***MYRMICA LOBICORNIS* NYLANDER, 1846**

Tento druh se vyskytuje v lesích, na pastvinách, loukách i horských pastvinách. Vyhýbá se extrémním případům suchých a zamokřených stanovišť. Většinou vytváří málo početná monogynní hnízda. Je to druh submisivní, není agresivní, konfliktům s jinými druhy se vyhýbá. Skrývá se a loví jednotlivě (Seifert 1996).

#### ***MYRMICA RUBRA* (LINNAEUS, 1758)**

Jeden z nejhojnějších a nejpočetnějších evropských druhů rodu *Myrmica*. Osidluje různé lokality od otevřených až po porostlé plochy v osídlených, zemědělských i přírodních oblastech. V lesích je vytlačován oligotermním druhem *Myrmica ruginodis*. Potravu shání převážně v křovinách a na stromech, kde pečuje i o kolonie mšic a červců. Občas vytváří obrovská hnízda s více než 20 000 dělnicemi a 600 samičkami. Početné polykalické kolonie jsou schopné uhájit zdroje potravy i proti agresivním druhům, jako jsou *Lasius niger* nebo *Lasius platythorax*. Při obraně hnízda je velmi agresivní (Seifert 1996).

#### ***MYRMICA RUGINODIS* NYLANDER, 1846**

Oligotermní druh, který patří k dominantám listnatých a jehličnatých lesů. Makrogynní samičky zakládají kolonii semiklaustrálně a produkují velké agresivní dělnice. Zato mikrogynní samičky po oplodnění vyhledají polygynní kolonii stejného druhu, která je přijme, a produkují menší a méně agresivní dělnice. Hlavním konkurentem tohoto druhu je mravenec *Myrmica rubra*, při setkání s ním dochází vždy k agresivnímu boji (Seifert 1996).

### ***MYRMICA RUGULOSA* NYLANDER, 1849**

Vyskytuje se na dobře osluněných místech, jako jsou například nízké trávníky, intenzivní pastviny, otevřené pobřežní oblasti velkých vod či okraje silnic. Zde je významný jako sběrač mrtvých či poraněných živočichů. Hnízda vytváří většinou polygynní, nejčastěji jako zemní hnízda nebo pod kameny. Mnohdy vytváří i polykalické kolonie. V mezidruhové hierarchii je většinou podřízený druh, který žije v teritoriích s agresivními druhy rodu *Lasius*. Díky svému submisivnímu chování dobře koexistuje s těmito agresivními druhy (Seifert 1996).

### ***MYRMICA SABULETI* MEINERT, 1861**

Výrazně teplomilný a suchomilný druh. Vyhýbá se silně zastíněným a vlhkým lokalitám a dále pak extrémně xerothermním plochám. Vyskytuje se na všech druzích polosuchých trávníků, lučních a stepních lokalitách. Vytváří i polygynní hnízda. Druh málo agresivní (Seifert 1996).

### ***MYRMICA SCABRINODIS* NYLANDER, 1846**

Tento druh obývá vlhčí trávníky s nízkou trávou nebo okrajové biotopy. Vyhýbá se souvislým lesům i loukám s vysokou vegetací. Tento druh není dominantní, ale při obraně hnízda může být agresivní (Seifert 1996).

### ***MYRMICA SCHENCKI* VIERECK, 1903**

Vyskytuje se na otevřených, bohatě osluněných, xerothermních místech s nízkou vegetací. Vyhýbá se eutrofizovaným lokalitám s vysokou vegetací. Málo agresivní, ale oproti jiným i větším druhům je velmi bojovný. Zoofág, který pravidelně loví i jiné mravence (Seifert 1996).

### ***LEPTOTHORAX GREDLERI* MAYR, 1855**

Druh poměrně euryekní, hlavní výskyt především v listnatých lesích. Hnízda si vytváří hlavně v zemi, ale také v mrtvém dřevě nebo dutých žaludech. Po podzimním rojení dochází k adopci oplodněných samiček, které posléze na jaře vedou velmi prudké boje o hnízdo. Výsledkem je jediná reprodukčně aktivní samička (Seifert 1996).

### **1.1.5 ROD *TETRAMORIUM* MAYR, 1855**

#### ***TETRAMORIUM* CF. *CAESPITUM* (LINNAEUS 1788)**

Osidluje otevřené xerothermní stanoviště všech druhů, dokonce i lidmi osídlené prostory. Vytváří monogynní hnízda, někdy velmi početná. Silně granivorní. Do hnízda vnáší široké spektrum semen, která slouží jako potrava pro larvy pohlavních kast. Ve vnitrodruhových vztazích je velmi agresivní a teritoriální (Seifert 1996). V mezidruhových vztazích se zařazuje k druhům střetovým, které brání hnízdo a zdroje potravy (Pisarski, Vepsäläinen 1989).

## 2. CHARAKTERISTIKA STUDOVANÉ LOKALITY

Studovaná lokalita, která se místně nazývá Vrchy nebo též Louka na vrchách (Bezděčková, Bezděčka 2009), se nachází v Kraji Vysočina, na katastrálním území Štěměchy (Obr. 54). Je to zbytek obecní pastviny, kde po více než 500 let probíhal téměř neměnný způsob hospodaření (Obr. 47). Vážnější změny ohrožující lokalitu a její biodiverzitu nastaly až ve druhé polovině 20. století, kdy postupně zanikla tradiční pastva dobytka. Vznikly zde skladovací plochy správy a údržby silnic, obecní hřiště, telekomunikační vysílač a vodojem. Tak se zachovala pouze malá část této pastviny, kde pracovníci ZO ČSOP Kněžice provádí pravidelné ruční kosení. Rozmanitost lokality zůstala v částečné míře zachována i přesto, že část zbylé plochy degradovala. Po floristické stránce je lokalita chudá na ohrožené druhy rostlin. Pokryvnost vytváří zachovalá rostlinná společenstva, která jsou typická pro tento region a typ stanovišť. V širokém regionu je málo tak vyvinutých stabilních společenstev (Křivan et al. 2009).

Jedná se o rovinu v nadmořské výšce 674–677 m v 5. vegetačním stupni (jedlobukový). Lokalita patří dle Quitta (1971) do klimatické oblasti MT3 (mírně teplá oblast) s krátkým, mírně až mírně chladným, mírně vlhkým létem. Zima je standardně dlouhá, s mírnými teplotami, suchá, s normálně dlouhým trváním sněhové pokrývky.

Půdním typem je tu kambizem kyselá. Geologický podklad je tvořen ze svorových rul, pararul až migmatitů s vložkami vápenců, erlanů, kvarcitů, grafitů a amfibolitů (geoportal.gov 2015).

Na lokalitě se vyskytují druhy rostlin typické pro tento region a typ stanovišť. Na lokalitě se vyskytuje široká škála vegetace, ačkoliv díky podobným přírodním podmínkám a obhospodařování není variabilita velká. Nejrozšířenějším typem rostlinného společenstva na lokalitě je *Campanulo rotundifoliae-Dianthetum deltoidis* (suché podhorské a horské smilkové trávníky), který je velmi dobře vyvinuté a druhově nejbohatší. Tvoří nízké, rozvolněné a květnaté trávníky na mělkých, výsušných půdách. Na této lokalitě zabírají velkou plochu, ačkoliv je toto společenstvo typické spíše jako maloplošné společenstvo mezí, okrajů cest a úvozů. Toto společenstvo se na lokalitě vyvíjelo pod vlivem pastvy a v posledních letech, kdy bylo od pastvy upuštěno, plochy podlehly degradaci spojené s absencí péče. Od suchých podhorských smilkových trávníků jsou plynulé přechody k ostatním vylišeným jednotkám. Většinou jde o

krátkostéblé, rozvolněné trávníky tradiční pastviny na acidofilním substrátu mělkých skeletovitých půd suchých až mezofilních stanovišť (Křivan et al. 2009). Okrajové části již bohužel podléhají degradaci. Projevuje se zde ústup citlivých druhů jako je například prstnatec májový (*Dactylorhiza majalis*), všivec lesní (*Pedicularis sylvatica*) a nástup statných dominant a expanzivních druhů (např. ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*), vratič obecný (*Tanacetum vulgare*), třtina křovištní (*Calamagrostis epigeios*), místy i působí ruderalizace. Působí nejen samovolné sukcesní změny, ale dochází k negativnímu ovlivnění ze sousedního pole, kde se používají hnojiva a chemie až do samého okraje. Velkou výhodou stanoviště je jeho vyvýšené postavení omezující zmíněnou kontaminaci hnojivem (Křivan et al. 2009).

Lokalita o velikosti 0,65 ha obsahuje přibližně 654 aktivních hnízd mravenců druhu *Formica foreli*. To představuje průměrnou hustotu kup 10,1 na 100 m<sup>2</sup>. V roce 2012 zde byly prováděny dyadické experimenty interakcí tohoto druhu a lokalita byla vyhodnocena jako superkolonie (Ošlejšková 2013a, 2013b).

### **3. METODIKA SBĚRU DAT A JEJICH VYHODNOCENÍ**

#### **3.1 DRUHOVÉ SPEKTRUM MRAVENCŮ, EPIGEICKÁ AKTIVITA A POTRAVNÍ TERITORIUM**

Druhové spektrum mravenců na lokalitě, jejich epigeická aktivita a potravní teritorium byly zjišťovány pomocí zemních pastí. Lokalita se nachází na travnatém úseku mezi lesem a poli, tudíž byly zemní pasti umístěny tak, aby vystihovaly diferencované podmínky v okolí superkolonie. První skupina 24 zemních pastí byla umístěna na západní okraj kolonie, kde se travnatý úsek stýká s polem. Pasti byly umístěny po obvodu kolonie do dvou řad, které kopírovaly tvar pastviny. Jedna řada ležela přímo na hranici (označeno jako Linie 1), druhá ve vzdálenosti dvou metrů do pole (Linie 2). Druhá skupina 12 zemních pastí se nacházela v severní části lokality (mimo hlavní území kolonie), kde travinný úsek navazuje přes cestu na les. Zde bylo umístěno šest pastí podél cesty a šest pastí přímo k lesu (sektor Louka). Pro kontrolu byly umístěny tři pasti i do středu kolonie (sektor Střed). Vzdálenost mezi pastmi byla přibližně čtyři metry a vzdálenost pastí od hnízd byla minimálně pět metrů (Obr. 55).

Jako pasti byly použity skleněné nádoby o objemu 175 ml naplněné zhruba do poloviny 8% kyselinou octovou s funkcí konzervačního roztoku. Skleničky byly zahloubeny do země tak, že jejich okraj se nacházel v rovině s povrchem půdy, a byly zakryty průhledným plastovým víčkem (Obr. 48, 49). Pasti byly vybírány ve čtrnáctidenních intervalech během části sezóny od 23. 5. 2014 do 25. 8. 2014. Obsah pastí byl posléze promyt pod vodou a zalit 70% roztokem ethanolu. Poté byli jednotliví zástupci druhů mravenců determinováni a spočítáni pro další zpracování ve statickém programu.

Data byla zpracována v programu Statistica 12 (StatSoft CR s. r. o.) nejdříve pomocí PCA testu. Dále pak po vyloučení normálního rozdělení (Shapiro–Wilkův test) byl proveden Kruskal–Wallis test vícenásobného porovnání. V grafech byly pro lepší přehlednost použity průměrné počty jedinců.

## 2.6 INTERAKCE DRUHŮ

### 2.6.1 INTERAKCE DRUHŮ V UZAVŘENÉ ARÉNĚ

Přímo na lokalitě byly zkoumány střety teritoriálních i neteritoriálních druhů v uzavřených Petriho miskách. Byl vždy odchycen jeden heterospecifický pár dělnic (tzn. dělnice druhu *Formica foreli* a jiný druh přítomný na lokalitě) do plastového kelímku a umístěn do Petriho misky o průměru devět centimetrů (Obr. 50). Po dobu pěti minut byly zaznamenány interakce mezi těmito druhy. Byl sledován počet kontaktů, iniciátor konfliktu, bojové taktiky jedinců, zvláštnosti v chování, výsledek konfliktu. Celkově bylo provedeno 52 pozorování a nebyli použiti stejní jedinci. Mezi jednotlivými pozorováními byly misky vytírány 70% ethanolem, aby nedošlo k ovlivnění chování mravenců vyvolané poplachovými feromony a obranými chemikáliemi bojujících mravenců.

Výsledky pozorování byly zpracovány v programu Statistica 12 (StatSoft CR s. r. o.). Byl proveden Shapiro–Wilkův test na ověření normality, dále pak byla provedena analýza Mann–Whitney U test.

### 2.6.2 INTERAKCE KONKURENTŮ NA NÁVNADÁCH

Pro sledování reakcí mravenců při setkání s konkurentem byly na lokalitu pokládány návnady. Byl použit med a sardinky (Obr. 51). Jelikož je lokalita hustě pokryta hnízdy druhu *Formica foreli* a jen místy se nachází hnízda jiných druhů, byly tácky s návnadou nejdříve umístovány do blízkosti těchto cizích hnízd. A to z důvodu větší pravděpodobnosti setkání konkurenčních druhů mravenců. Dále pak byly návnady umístovány dle pravděpodobných teritorií vyzorovaných z výsledků odchytů do zemních pastí. Návnady byly umístěny ve dnech 28. 8. a 29. 8. 2014 vždy po dobu tří hodin v dopoledních i v odpoledních hodinách. Pohyb na návnadách byl kontrolován pravidelně po 10 minutách (metodika dle Petráková 2009).

### 3. VÝSLEDKY

#### 3.1 DRUHOVÉ SPEKTRUM MRAVENCŮ, EPIGEICKÁ AKTIVITA A POTRAVNÍ TERITORIUM

##### 3.1.1 SEZNAM ZAZNAMENANÝCH DRUHŮ NA LOKALITĚ

Celkem byl zjištěn výskyt 25 druhů mravenců. Bylo determinováno 28 804 jedinců druhu *Formica foreli* a 4 373 jedinců ostatních druhů (4293 dělnic, 4 okřídlené samičky, 75 odkřídlených samiček a 1 samec).

Celkem bylo nalezeno 23 hnízd jiných druhů mravenců. Osm hnízd náleželo druhu *Lasius flavus*, čtyři hnízda byla nalezena u druhů *Lasius niger* a *Formica fusca*, dvě hnízda patřila druhům *Formica sanguinea* a *Myrmica scabrinodis* a po jednom hnízdě bylo na lokalitě nalezeno u druhů *Formica cunicularia*, *Formica rufibarbis* a *Leptothorax cf. gredleri* (Obr. 56).

Dále byly do vyhodnocení zahrnuty tři hlavní sběry zemních pastí v datech 13. 6., 9. 7. a 24. 7. 2014

Druh *Formica foreli* značně převládal svým zastoupením nad počty jiných druhů. V hodnocených vzorcích bylo přítomno celkem 26 635 jedinců. Jako druhý nejpočetnější druh byl na lokalitě *Myrmica scabrinodis* v počtu 1 112 jedinců a jako třetí nejpočetnější druh byl *Formica sanguinea* v počtu 899 jedinců (Obr. 57–60). Dále se nad 100 kusů ve sběru vyskytovaly druhy *Myrmica sabuleti*, *Myrmica rugulosa*, *Formica fusca*, *Myrmica ruginodis*, *Lasius niger* a *Myrmica schencki* (Tab. 1).

*Myrmica lobicornis* Nylander, 1846

*Myrmica rubra* (Linnaeus, 1758)

*Myrmica ruginodis* Nylander, 1846

*Myrmica rugulosa* Nylander, 1849

*Myrmica sabuleti* Meinert, 1861



*Myrmica schencki* Viereck, 1903

*Myrmica scabrinodis* Nylander, 1846

*Leptothorax gredleri* Mayr, 1855

*Temnothorax unifasciatus* (Latreille, 1798)

*Temnothorax tuberum* (Fabricius, 1775)

*Tetramorium* cf. *caespitum* (Linnaeus, 1758)

*Camponotus herculeanus* (Linnaeus, 1758)

*Camponotus ligniperda* (Latreille, 1802)

*Lasius alienus* (Förster, 1850)

*Lasius flavus* (Fabricius, 1781)

*Lasius fuliginosus* (Latreille, 1798)

*Lasius mixtus* (Nylander, 1846)

*Lasius niger* (Linnaeus, 1758)

*Lasius umbratus* (Nylander, 1846)

*Formica cunicularia* Latreille, 1798

*Formica foreli* Bondroit, 1918

*Formica fusca* Linnaeus, 1758

*Formica pratensis* Retzius, 1783

*Formica rufibarbis* Fabricius, 1793

*Formica sanguinea* Latreille, 1798

### 3.1.1 EPIGEICKÁ AKTIVITA ZJIŠTĚNÝCH DRUHŮ

#### Pasti I. (Uložení od 13.6. do 9.7. 2014)

V první etapě (13. 6.–9. 7. 2014) bylo na lokalitě do zemních pastí odchyceno 20 druhů mravenců (z celkem 25 zjištěných na lokalitě za celou dobu) (Obr. 4). V první etapě sběru vykazovaly v sektoru Louka nejvyšší epigeickou aktivitu druhy *Formica sanguinea*, *Myrmica scabrinodis* a *Myrmica sabuleti*. Oproti tomu v sektorech Linie 1, Linie 2 a Střed se nejvíce vyskytoval druh *Formica foreli* (Obr. 57).

Na sesbíraném materiálu byla primárně provedena metoda PCA analýzy (analýza hlavních komponent) s úmyslem odlišit druhy s možnými diferencemi abundance výskytu v jednotlivých vylišených sektorech. Pomocí této analýzy byl na základě epigeické aktivity jednotlivých druhů mravenců odlišen sektor Louka od ostatních sektorů (Linie 1, Linie 2, Střed). Epigeická aktivita druhu *Formica foreli* byla nejvyšší v sektorech Linie 1, Linie 2 a Střed. V sektoru Louka byla nejvyšší epigeická aktivita zaznamenána především u druhů *Myrmica scabrinodis*, *Myrmica sabuleti*, *Formica sanguinea* a popřípadě i *Myrmica rugulosa*. *Formica foreli* se v tomto sektoru vyskytuje jen ojediněle. Nejvyšší závislost projevují pasti č. 34, 36 a 37. Pasti č. 30, 31, 32, 33, které se nalézají na okraji teritoria, nevykazují již tak velký rozdíl. Nachází se v nich vyšší počet druhu *Formica foreli* (nad pět dělnic) a druh *Myrmica scabrinodis* ustupuje (Obr. 5, 6, 7, 8). Těchto pět druhů bylo dále testováno Shapiro–Wilkovým testem, kde byla zjištěna nenormálnost dat ( $p$  hodnota nižší než 0,05 při hladině významnosti  $\alpha=0,95$ ). Proto bylo nadále použito Kruskal–Wallisova neparametrického testu. V pastech nebyly nalezeny druhy *Leptothorax gredleri*, *Formica pratensis*, *Lasius alienus*, *Lasius mixtus* a *Lasius umbratus* (Obr. 5).

Dle provedeného vícenásobného porovnání (Kruskal–Wallis test) lze na hladině významnosti  $\alpha=0,95$  říci, že byla prokázána statisticky signifikantní odchylka pouze v abundanci druhu *Formica foreli* v pastech mezi Linii 1 a pastech sektoru Louka. Odchyt na Linii 1 byl signifikantně vyšší (Kruskal–Wallis test:  $H(3, N=39)=16,54969$   $p=0,000337$ ) (Obr. 10). Totéž ukazuje i graf srovnání průměrných dat (Obr. 10)

Při porovnání nejpočetnějších druhů byl na Linii 1 (Obr. 11) potvrzen signifikantní rozdíl (Kruskal–Wallis test:  $H(8, N=108)=55,30403$   $p=,0000$ ). Provedením testu vícenásobného porovnání byl stanoven rozdíl vždy mezi druhem *Formica foreli* a druhem *Myrmica sabuleti* (Dunnův test:  $p<0,002745$ ), *Myrmica schencki* ( $p<0,001295$ ), *Formica sanguinea* ( $p<0,000131$ ), *Myrmica ruginodis* ( $p<0,000041$ ) a *Lasius niger* ( $p<0,000041$ ). Srovnání hlavních druhů v Linii 2 se taktéž statisticky lišilo (Kruskal–Wallis test:  $H(8, N=49,00059)$   $p=0,0000$ ) (Obr. 12). Počet druhu *Formica foreli* v pastech byl signifikantně vyšší než u druhů *Myrmica scabrinodis* (Dunnův test:  $p<0,007808$ ), *Myrmica rugulosa* ( $p<0,001410$ ), *Formica sanguinea* ( $p<0,000855$ ), *Myrmica schencki* ( $p<0,000795$ ), *Lasius niger* ( $p<0,000403$ ) a *Myrmica ruginodis* ( $p<0,000368$ ). Signifikantní rozdíl v sektoru Louka (Kruskal–Wallis test:  $H(8, N=27,38177)$   $p=0,0006$ ) byl mezi druhy *Formica foreli* a *Myrmica ruginodis* (Dunnův test:  $p<0,004058$ ) a mezi druhy *Myrmica scabrinodis* a *Myrmica ruginodis* ( $p<0,039848$ ) (Obr. 13).

## **Pasti II. (Uložení od 9. 7. do 24. 7. 2014)**

Ve druhé etapě sběru zemních pastí bylo determinováno celkem 22 druhů mravenců z 25 celkových nalezených za celé období. V této druhé etapě vykazovaly v sektoru Louka nejvyšší epigeickou aktivitu druhy *Myrmica scabrinodis* a *Formica sanguinea*. V ostatních sektorech byl nejvíce dominantní druh *Formica foreli* (Obr. 58).

PCA analýza jednotlivých pastí odlišila na základě druhů a jejich početnosti sektor Louka. Významnou závislost prokazovaly především pasti č. 33, 34 a 36, ve kterých převažoval druh *Myrmica scabrinodis*, a druh *Formica foreli* se zde nacházel jen v minimálních počtech. Pasti č. 38, 32, 35 a 21 již tak vysokou závislost dat neprokazovaly (Obr. 15, 16). V pastech č. 31 a 22 se nevyskytoval druh *Myrmica scabrinodis*. PCA analýza prokázala při průměrných počtech silnou negativní korelaci mezi sektorem Louka a ostatními sektory. Epigeická aktivita druhu *Formica foreli* byla zaznamenána nejvíce v sektorech Linie 1, Linie 2 a Střed. Zato sektor Louka se odlišoval nízkým výskytem druhu *Formica foreli* a vysokou epigeickou aktivitou druhů *Formica sanguinea*, *Myrmica scabrinodis*, v menší míře i druhu *Lasius niger*. (Obr. 17, 18). V tomto sběru nebyly v pastech nalezeny druhy *Camponotus herculeanus*, *Camponotus ligniperda* a *Lasius alienus* (Obr. 14).

Statisticky signifikantní odchylka v početnosti byla prokázána u druhu *Formica foreli* v pastech mezi sektorem Louka a Linií 1 (Kruskal–Wallis test:  $H(3, N=39)=16,92972$   $p=0,000289$ ), kdy početnost druhu byla vyšší na Linii 1 (Obr. 19). Dále byla signifikantní statistická odlišnost prokázána u druhu *Formica sanguinea* mezi Linií 1 a sektorem Louka (Kruskal–Wallis test:  $H(3, N=39)=13,37894$   $p=0,040093$ ). (Obr. 20) Tyto rozdíly ukazuje i graf průměrných počtů v jednotlivých sektorech (Obr. 21).

Z porovnání nejpočetnějších druhů na lokalitě ve výběru pastí 9. 7.–24. 7. 2014 v Linii 1 byla prokázána statistická diference (Kruskal–Wallis test:  $H(8, N=108)=67,68368$   $p=0,0000$ ). Při provedení testu vícenásobného porovnání (Dunnův test) byl zjištěn signifikantní rozdíl epigeické aktivity v sektoru Linie 1 mezi druhem *Formica foreli* a druhy *Myrmica schencki* ( $p<0,000932$ ), *Myrmica sabuleti* ( $p<0,000307$ ), *Formica sanguinea* ( $p<0,000053$ ), *Myrmica rugulosa* ( $p<0,000016$ ) a *Lasius niger* ( $p<0,000016$ ) (Obr. 22). V Linii 2 byl zjištěn signifikantní rozdíl (Kruskal–Wallis test:  $H(8, N=108)=39,55172$   $p=0,000$ ) druhu *Formica foreli* s druhem *Formica sanguinea* ( $p<0,030510$ ), *Myrmica schencki* ( $p<0,011281$ ) a *Lasius niger* ( $p<0,003899$ ). Ve všech případech byla prokázána vyšší epigeická aktivita druhu *Formica foreli* (Obr. 23). V sektoru Louka byla prokázána signifikantní statistická odchylka (Kruskal–Wallis test:  $H(8, N=108)=24,09129$   $p=0,0022$ ) mezi druhem *Formica foreli* a *Myrmica rugulosa*, kde se více vyskytoval druh *Formica foreli* ( $p<0,011423$ ). Dále pak mezi druhem *Myrmica rugulosa* a *Myrmica scabrinodis* ( $p<0,012160$ ), kde byla epigeická aktivita vyšší u druhu *Myrmica scabrinodis* (Obr. 24).

### **Pastí III. (Uložení od 24. 7. do 9. 8. 2014)**

V posledním sběru zemních pastí bylo determinováno celkem 23 druhů mravenců z 25 celkových. V tomto sběru byl hodnocen menší počet pastí. 13 pastí bylo zničeno vyplavením přívalovými dešti nebo byly vyhrabány zvěří. V této etapě byla prokázána v sektoru Louka významná epigeická aktivita druhů *Formica sanguinea* a *Myrmica scabrinodis*. Druh *Formica foreli* se vyskytoval nejvíce v sektorech Linie 1, Linie 2 a Střed (Obr. 59).

Při zpracování jednotlivých pastí PCA analýzou byl odlišen sektor Louka, kde se vysoká závislost projevila především v pastech č. 33, 36 a 37. V tomto sektoru měly

nejvyšší epigeickou aktivitu druhy *Myrmica scabrinodis*, *Formica sanguinea* a *Myrmica ruginodis*. Pasti č. 32, 35 a 22 vykazovaly částečné druhové složení a početnost jedinců typické jak pro sektor Louka, tak i pro ostatní vylišené sektory. Druh *Formica foreli* se v těchto pastech vyskytoval v počtu nad 10 kusů. (Obr. 26, 27). Při projekci průměrných hodnot byla prokázána negativní korelace opět mezi sektorem Louka a dalšími sektory (Linie 1, Linie 2, Střed). Epigeická aktivita druhu *Formica foreli* byla zaznamenána především v sektorech Linie 1, Linie 2 a Střed. V sektoru Louka se oproti tomu druh *Formica foreli* vyskytoval minimálně a vysokou epigeickou aktivitu zde vykazovaly druhy *Myrmica scabrinodis*, *Formica sanguinea*, *Myrmica sabuleti* a *Myrmica ruginodis* (Obr. 28, 29). V pastech nebyly nalezeny druhy *Temnothorax unifasciatus* a *Formica pratensis* (Obr. 25).

V tomto pozorování nebyla prokázána statisticky významná odchylka u druhu *Formica foreli* mezi jakýmkoli vymezenými sektory (Kruskal–Wallis test:  $H(3, N=39)=2,488840$   $p$  nad 0,05).

Statisticky významná diference byla prokázána u druhu *Myrmica scabrinodis* mezi Linií 2 a sektorem Louka (Kruskal–Wallis test:  $H(3, N=39)=11,50825$   $p=0,047083$ ) (Obr. 30). Dále byla statisticky významná diference prokázána i u druhu *Formica sanguinea* (Kruskal–Wallis test:  $H(3, N=39)=32,40759$   $p=0,0000$ ), a to mezi Linií 1 a sektorem Louka (Dunnův test:  $p<0,000738$ ) a mezi Linií 2 a sektorem Louka ( $p<0,000738$ ) (Obr. 31). Významný rozdíl v četnosti hlavních druhů je znatelný i z grafu (Obr. 32).

Statisticky signifikantní odlišnost byla při porovnání nejpočetnějších druhů na lokalitě prokázána pouze v sektoru Louka (Kruskal–Wallis test:  $H(8, N=102)=33,80486$   $p=0,0000$ ). Pomocí testu vícenásobného porovnání byl zjištěn signifikantní rozdíl mezi druhem *Formica foreli* a *Myrmica rugulosa* (Dunnův test  $p<0,001312$ ), kdy větší zastoupení měl druh *Formica foreli*. Dále byla signifikantní odchylka mezi druhy *Myrmica scabrinodis* a *Myrmica rugulosa* ( $p<0,035981$ ), kde převažoval druh *Myrmica scabrinodis*. Poslední významný rozdíl byl mezi druhy *Formica sanguinea* a *Myrmica rugulosa* ( $p<0,001031$ ), kde větší zastoupení měl druh *Formica sanguinea*. (Obr. 33)

### **Souhrn za celé šetřené období (13. 6.–9. 8. 2014)**

Shrnuty byly 3 hlavní výběry zemních pastí od 13. 6. do 9. 8. 2014 (Obr. 34). Druh *Formica foreli* vykazoval nejvyšší epigeickou aktivitu v sektoru Linie 1, Linie 2 a Střed. V sektoru Louka byla nejvyšší epigeická aktivita zaznamenána u druhů *Formica sanguinea*, *Myrmica scabrinodis* a *Myrmica sabuleti* (Obr. 60).

Provedená PCA analýza pro jednotlivé pasti za celé období jasně odlišuje do jedné skupiny sektor Linie 1 Linie 2 a Střed a do druhé sektor Louka. V sektoru Louka vysokou závislost vykazují pasti č. 33, 36, 37 (Obr. 35, 36). Při PCA analýze s průměrnými hodnotami zaznamenaných jedinců je v sektoru Louka znatelná vyšší epigeická aktivita u druhů *Formica sanguinea*, *Myrmica scabrinodis* a *Myrmica sabuleti*. V ostatních sektorech byla aktivita těchto druhů zaznamenána jen velmi málo. Druh *Formica foreli* oproti tomu vykazoval nejvyšší epigeickou aktivitu v sektorech Linie 1, Linie 2 a Střed (Obr. 37, 38).

Signifikantní rozdíl v rozložení druhu *Formica foreli* potvrzuje i test vícenásobného porovnání (Kruskal–Wallis test:  $H(3, N=39)=36,08669$   $p=0,0000$ ), kde na hladině významnosti  $\alpha=0,95$  lze tvrdit, že byla nalezena statisticky významná odchylka mezi abundancí druhu *Formica foreli* v pastech na Línii 1 a pastech v sektoru Louka (Dunnův test:  $p<0,000003$ ). Dále byl zjištěn i významný rozdíl mezi Linií 2 a sektorem Louka (Dunnův test:  $p<0,009766$ ). Epigeická aktivita v Línii 1 a Línii 2 byla signifikantně vyšší než v sektoru Louka (Obr. 39). Také byl prokázán signifikantní rozdíl na lokalitě v abundanci druhu *Myrmica scabrinodis* (Kruskal–Wallis test:  $H(3, N=39)=12,70045$   $p=0,0053$ ) mezi Linií 2 a sektorem Louka (Dunnův test:  $p<0,047083$ ) a mezi sektorem Louka a sektorem Střed ( $p<0,032641$ ). Signifikantně vyšší byla početnost druhů v sektoru Louka (Obr. 40). V datech za celou sezónu Kruskal–Wallis test ( $H(3, N=39)=21,97247$   $p=0,0001$ ) vyhodnotil signifikantní diferenci v abundanci druhu *Formica sanguinea*, a to mezi Linií 1 a sektorem Louka (Dunnův test:  $p=0,000474$ ) a mezi Linií 2 a sektorem Louka ( $p=0,0004292$ ). V pastech v sektoru Louka byl odchyt signifikantně vyšší. (Obr. 41, 42).

Při srovnání nejpočetnějších druhů pomocí Kruskal–Wallisova neparametrického testu byl zjištěn v Línii 1 signifikantní rozdíl ( $H(8, N=108)=65,94171$   $p=0,0000$ ). Provedením testu vícenásobného porovnání byl stanoven rozdíl vždy mezi druhem *Formica foreli* a *Myrmica rugulosa* (Dunnův test:  $p<0,003899$ ), *Myrmica ruginodis*

( $p < 0,001716$ ), *Myrmica sabuleti* ( $p < 0,000409$ ), *Myrmica schencki* ( $p < 0,000123$ ), *Formica sanguinea* ( $p < 0,00000$ ) a *Lasius niger* ( $p < 0,0000$ ). Také byl zaznamenán signifikantní rozdíl v početnosti druhu *Myrmica scabrinodis* a druhu *Formica sanguinea* (Dunnův test:  $p < 0,012009$ ) a *Lasius niger* ( $p < 0,002707$ ). Dále byl významný rozdíl mezi druhem *Formica sanguinea* a druhem *Formica fusca* ( $p < 0,00872$ ) (Obr. 43). Neparametrická analýza v Linii 2 zaznamenala signifikantní rozdíl vždy mezi druhem *Formica foreli* a druhy (Kruskal–Wallis test:  $H(8, N=108)=50,26240$   $p=0,0000$ ) *Myrmica scabrinodis* ( $p < 0,015770$ ), *Myrmica sabuleti* ( $p < 0,006107$ ), *Myrmica ruginodis* ( $p < 0,001092$ ), *Myrmica rugulosa* ( $p < 0,001045$ ) a *Lasius niger* ( $p < 0,000001$ ) (Obr. 44). Při provedení analýzy v sektoru Louka (Kruskal–Wallis test:  $H(8, N=108)=28,54105$   $p=0,0004$ ) byl zjištěn významný rozdíl mezi druhy *Formica foreli* a *Lasius niger* (Dunnův test:  $p < 0,044173$ ). Druh *Myrmica scabrinodis* se signifikantně lišil od druhů *Myrmica rugulosa* ( $p < 0,033891$ ) a *Lasius niger* ( $p < 0,021625$ ) (Obr. 45).

## 1.1 INTERAKCE DRUHŮ

### 1.1.1 INTERAKCE DRUHŮ V UMĚLÉ ARÉNĚ

#### *Formica foreli* vs. *Formica fusca*

Mravenci *Formica fusca* byli odebíráni pro pokusy především po okraji teritoria *Formica foreli*. Vně teritoria byli nalezeni pouze v jednom případě. V jedné čtvrtině pokusů (z celkových 14) nebyly pozorovány žádné známky přímého boje ani agrese. Dělnice se pohybovaly v umělé aréně kolem sebe a nejevily zájem o jakýkoli střet. V polovině případů se mravenci snažili vyhnout vzájemnému kontaktu, ale po chvíli vždy došlo ke střetu tykadly a odskočení opačným směrem. Při dalším přiblížení následovalo odehnání dělnice *Formica fusca* ze strany *Formica foreli*. V jednom případě *Formica foreli* hrozila rozevřenými kusadly. K přímému boji ale nedošlo. Ve zbylé čtvrtině případů docházelo k silnějším negativním interakcím. Hned zpočátku dělnice kolem sebe rychle nekoordinovaně běhaly a po střetu tykadly nebo pádu jedné dělnice z víčka na druhou obě trhaně uskočily na opačné strany. Poté dělnice *Formica foreli* se vztyčenými tykadly a rozevřenými kusadly hrozila dělnici *Formica fusca*. To se opakovalo hned několikrát v pozorovaném intervalu. V jenom případě dělnice *Formica foreli* ihned po prvním kontaktu zaútočila a zakousla se do nohy třetího páru. K oddělení ale nedošlo (Obr. 50).

Interakce mezi jedinci *Formica foreli* a *Formica fusca* byly otestovány pomocí neparametrického Mann–Whitneyova U testu. Byl zjištěn signifikantní rozdíl mezi konflikty těchto druhů (Mann–Whitney:  $p=0,0077$ , při hladině významnosti  $\alpha 0,95$ ), kdy výrazně převládaly negativní interakce ze strany druhu *Formica foreli*.

#### *Formica foreli* vs. *Lasius flavus*

Druh *Lasius flavus* byl odebírán z hnízd, která byla v bezprostřední blízkosti mravenišť druhu *Formica foreli*. Dělnice druhu *Lasius flavus* se nepohybovaly po povrchu hnízda, jejich aktivita nebyla zaznamenána ani v blízkém okolí. K odebrání dělnice pro pokus proto muselo být narušeno jejich hnízdo.



V jedné třetině pozorování z celkových devíti se dělnice snažily udržovat vzájemný odstup. Chodily okolo sebe a nevykazovaly žádné známky agrese. Pouze jednou z těchto tří pozorování došlo ke střetu, kdy dělnice druhu *Lasius flavus* spadla na druhou dělnici. Ihned uskočily na opačné strany a zase se vyhýbaly vzájemnému kontaktu. V další třetině případů se nejprve dělnice od sebe držely dál, ale po chvíli došlo ke vzájemnému střetu, kdy hrozily otevřenými kusadly a vzájemně se odháněly. V poslední třetině pozorování po prvním kontaktu, což bylo ihned po uložení obou dělnic do Petriho misky, došlo k intenzivnímu konfliktu. Střet prvotně vyvolala dělnice druhu *Lasius flavus* a druhé dělnici se snažila zakousnout do noh nebo tykadel. Po zakousnutí většinou do třetího páru nohou se *Formica foreli* snažila v jednom případě nejprve útok opětovat, po chvíli ze sevření kusadel vymanit. V druhém případě, kdy dělnice druhu *Lasius flavus* byla zakouslá do končetiny dělnice *Formica foreli*, se dělnice *Formica foreli* bránila pomocí sekretu, který druhou dělnici plně paralyzoval. Ta zůstala zakouslá, ale byla zkroucená a strnulá (Obr. 52). Po odejmutí horního víčka Petriho misky se dělnice *Lasius flavus* druhé dělnici již vyhýbala a rychle se snažila dostat co nejdále od dělnice druhu *Formica foreli*.

Nebyl zjištěn signifikantní rozdíl mezi konflikty (Mann–Whitney:  $p=0,627207$ )

### ***Formica foreli* vs. *Lasius niger***

Dělnice druhu *Lasius niger* byly odebírány především ze skupiny tří hnízd u kraje kolonie *Formica foreli*. Nejbližší hnízdo druhu *Formica foreli* bylo až čtyři metry daleko. Dělnice *Formica foreli* se v této oblasti oproti okolí pohybovaly jen výjimečně.

Při pozorování tohoto heterospecifického páru se ve čtyřech z celkových sedmi provedených pokusů dělnice nejdříve od sebe distancovaly. Po kontaktu, který byl rychlý a většinou náhodný, dělnice odskočily na opačné strany a dále se pohybovaly tak, aby na sebe již nenarazily. Ve zbylých pozorováních došlo ke vzájemnému boji, kde měl jasně navrch druh *Lasius niger*. Po uložení do Petriho misky dělnice druhu *Lasius niger* ihned zaútočila na druhou dělnici *Formica foreli*, která se snažila ze sevření kusadel dostat útekem. V jednom případě se dělnice ze sevření nedostala po celou dobu pozorování, jelikož ji *Lasius niger* paralyzoval sekretem z anální žlázy. Dělnice *Formica foreli* se svíjela a trhavě pohybovala a následně celkově strnula. V ostatních případech se po prvním intenzivním konfliktu dělnice *Lasius niger* krátkou chvílí čistila a posléze se již

kontaktem obě dělnice vyhýbaly. V jiných případech dělnice *Lasius niger* po prvním kontaktu opět znovu zaútočila na druhou dělnici a ze sevření kusadel ji již nepustila.

Nebyl zjištěn signifikantní rozdíl mezi negativními interakcemi (Mann–Whitney:  $p=0,141721$ ).

### ***Formica foreli* vs. *Myrmica scabrinodis***

Dělnice *Myrmica scabrinodis* byly odebírány pro pokusy v umělé aréně prakticky z celé lokality. Byly sbírány z povrchu hnízd i mimo ně.

V případě těchto dvou druhů se všech osm setkání obešlo bez jakýchkoliv interakcí ze strany druhu *Myrmica scabrinodis*. Pohyb dělnic byl klidný a v polovině pozorování nedošlo k žádnému kontaktu. V druhé polovině se cca po třech minutách setkaly tak, že dělnice *Formica foreli* vylezla na dělnici *Myrmica scabrinodis* a znehybnila ji. Ta zůstala v klidu stát a klidně se začala pohybovat, až za cca 15 vteřin co *Formica foreli* slezla dolů. Jen v jednom případě po takovémto kontaktu dělnice *Myrmica scabrinodis* při dalším setkání s *Formica foreli* rychle utíkala na druhou stranu.

Byl zjištěn signifikantní rozdíl mezi negativními interakcemi (Mann–Whitney:  $p=0,031598$ ), kdy druh *Myrmica scabrinodis* neprojevil žádnou agresi vůči druhu *Formica foreli*.

### ***Formica foreli* vs. *Leptothorax gredleri***

Druh *Leptothorax gredleri* byl odebírán pro pokusy z oblasti kolem pasti č. 33 a od hrany plotu vodárny. V jednom případě se prakticky neseťkaly, a nedošlo tak k žádným viditelným interakcím. Dělnice *Formica foreli*, která má větší stavbu těla, ve zbylých dvou pozorováních přes *Leptothorax gredleri* přeběhla či se zastavila na druhé dělnici a po chvíli zase pokračovala dál v cestě. Nejevily žádné známky agrese, *Leptothorax gredleri* reagoval jen zastavením a příkrčením, než *Formica foreli* zase odešla.

### 1.1.2 INTERAKCE KONKURENTŮ NA NÁVNADÁCH

Potravní návnady byly nejdříve umístěny mezi nalezená hnízda cizích druhů mravenců, kde byla velká pravděpodobnost setkání konkurujících druhů. Po první prakticky neúspěšné sérii byly tácky přemístěny buď blíže k hnízdu, nebo do jiné části lokality. Mravenci druhu *Formica foreli* navštěvovali návnady vždy a ve velkém počtu. Ostatní druhy mravenců se sice často pohybovaly v okolí návnad, ale jen v pěti případech z celkových 12 pokusů se dostaly na návnadu nebo se o to aspoň pokusily. Dále jsou popsány jen pokusy, kde došlo k interakcím rozdílných druhů mravenců.

#### **Potravní návnady umístěné k pasti č. 32 dne 28. 8. 2014 (9:00–12:00)**

V blízkém okolí těchto uložených návnad se vyskytovala hnízda druhu *Formica cunicularia* a *Formica fusca*. Asi po 20 minutách se na tácek se sardinkami dostaly dvě dělnice *Formica foreli* a v okolí se pohybovalo asi 10 jedinců druhu *Myrmica scabrinodis*. Dělnice *Formica foreli* se snažily návnadu rybiček odnést rychle do hnízda. Během toho, co se snažily návnadu odtáhnout, na tácek chodily po jednom kusu dělnice *Myrmica scabrinodis*, které kousek návnady vždy ukously a odnesly pryč. Ve větším počtu na návnadu nevstupovaly, dělnice *Formica foreli* byly vždy v převaze. Asi po 90 minutách na návnadu rybiček, kde bylo zrovna osm jedinců druhu *Formica foreli*, přilezla dělnice druhu *Formica fusca*. *Formica foreli* ihned konkurenční dělnici odehnala. Ta se snažila ještě dvakrát vrátit, ale ihned byla znovu zahrnána. Po dvou hodinách od umístění návnady se na tácku s rybičkami krmila dělnice druhu *Formica fusca*. Do minuty přišla dělnice *Formica foreli* a druhou dělnici odehnala. Ta se po 20 minutách dostala na skoro prázdnou návnadu medu, kde si jí dělnice druhu *Formica foreli* již nevyšimaly.

#### **Potravní návnady umístěné k pasti č. 23 dne 28. 8. 2014 (9:00–14:00)**

Od položení návnady trvalo dělnicím druhu *Formica foreli* pouze 15 minut, než návnadu objevily a začaly zpracovávat. Především se vyskytovaly na návnadě rybiček, okolo které chodily i dělnice *Formica fusca*. Po dvou hodinách uložení návnady se na rybičkách nacházely čtyři dělnice *Formica foreli* a na medu jen jedna dělnice *Formica*

*fusca*. Po dalších 10 minutách se jedna dělnice *Formica foreli* přesunula na návnadu medu, kde byly dvě dělnice *Formica fusca*, a krmily se společně bez jakékoli známky agrese. Před druhou hodinou odpolední návnady obsadily dělnice *Formica foreli* a celou návnadu zpracovaly.

**Potravní návnady umístěné do bezprostřední blízkosti hnízda druhu *Lasius flavus* dne 29. 8. 2014 (12:00–16:00)**

Nejprve byly návnady umístěny k patě hnízda druhu *Lasius flavus*. Jelikož na návnadu přicházely jen dělnice druhu *Formica foreli*, byla návnada po hodině přesunuta přímo do hnízda druhu *Lasius flavus*. Ani po tomhle přesunutí se nic nezměnilo a na návnadách byly po celou dobu pozorovány jen dělnice druhu *Formica foreli*. Dělnice *Lasius flavus* se nevyskytovaly jak na návnadách, tak ani na povrchu hnízda.

**Potravní návnady umístěné k hnízdům druhu *Lasius niger* dne 29. 8. 2014 (12:00–16:00)**

Ačkoliv byla návnada umístěna do bezprostřední blízkosti hnízda druhu *Lasius niger*, takřka ihned návnadu obsadily dělnice druhu *Formica foreli*. Dělnice druhu *Lasius niger* se pohybovaly jen v okolí, a pokud se chtěly dostat přímo na návnadu, dělnice *Formica foreli* je vyhnaly rychlými výpady. Tak to probíhalo po celou dobu umístění návnady. Na návnadě bylo průměrně devět dělnic druhu *Formica foreli* a okolo se neustále pohybovaly dvě dělnice druhu *Lasius niger*.

**Potravní návnady umístěné u pasti č. 33 dne 29. 8. 2014 (13:00–17:00)**

Na návnady cca po 20 minutách přišly dělnice druhu *Formica foreli*. V okolí chodily i jiné druhy mravenců, ale nejevily o návnadu sebemenší zájem. V okolí návnady byly zpozorovány druhy *Formica cunicularia* a *Formica fusca*.

## 2. DISKUZE

Kolonie *Formica foreli* na lokalitě Štětěchy je s počtem 654 hnízd největší známou polykalickou kolonií tohoto druhu mravenců na území České republiky. Je to zároveň i jedna z největších známých superkolonií tohoto druhu vůbec (Bezděčková, Bezděčka 2009). I přes vysokou hustotu hnízd *Formica foreli* (10,1 hnízd/100 m<sup>2</sup>) bylo na lokalitě Štětěchy nalezeno dalších 24 druhů mravenců, což činí (i s *Formica foreli*) 23 % z celkového počtu 111 druhů mravenců, známých z území České republiky (Bezděčka, Bezděčková, 2011). V letech 2008–2009, kdy na lokalitě Štětěchy prováděli myrmekologický výzkum Bezděčková, Bezděčka (2009) bylo zjištěno pouze 19 druhů mravenců. Navíc byly při výzkumu v rámci této diplomové práce nalezeny druhy *Myrmica lobicornis*, *Myrmica rubra*, *Myrmica rugulosa*, *Temnothorax tuberum* a *Camponotus herculeanus*. Největší rozdíl byl zaznamenán u rodu *Lasius*, kde se zvýšil počet dvou druhů *Lasius flavus* a *Lasius niger* o další čtyři, a to *Lasius alienus*, *Lasius fuliginosus*, *Lasius mixtus* a *Lasius umbratus*. Zato oproti rokům 2008–2009 v tomto výzkumu nebyly nalezeny druhy *Myrmica gallienii* Bondroit, 1920, *Leptothorax muscorum* (Nylander, 1846), *Formica cinerea* Mayr, 1853 a *Formica truncorum* Fabricius, 1804. Tento rozdíl je způsoben pravděpodobně tím, že Bezděčková, Bezděčka (2009) zaměřili svůj výzkum pouze na plochu bývalé pastviny, zatímco do této práce byl zahrnut i okraj pole a lesa. Společenstvo mravenců na studovaném území je tedy ve srovnání s jinými lokalitami na Českomoravské vrchovině relativně pestré. Například na území národní přírodní památky Švařec, kde prováděla inventarizační průzkum Tichá (nyní Bezděčková 2005), bylo nalezeno 18 druhů, na vybraných lokalitách národního parku Podyjí nacházel Bezděčka (1999) kolem 20 druhů mravenců.

Na lokalitě bylo nalezeno 11 druhů patřících do podčeledi Myrmicinae a 14 druhů patřících do podčeledi Formicinae. Z toho patřilo pět druhů zákonem chráněnému rodu *Formica* (Tab. 1). Složení zdejší myrmekofauny odpovídá danému charakteru lokality. Vyskytují se tu druhy osidlující především otevřené trávníky bez vysoké vegetace. Nejsou zde zastoupeny druhy typické pro lesní společenstva, maximálně se vyskytují euryekní druhy obývající i lesní lemy nebo slunné lesy.

Nejvyšší epigeickou aktivitu (po *Formica foreli*) vykazoval druh *Myrmica scabrinodis*, což je dle Seiferta (1996) luční druh mravence. Třetím nejpočetnějším

druhem byl mravenec *Formica sanguinea*, který je zařazován mezi eurypotentní druhy (nemá vyhraněné nároky na prostředí), vyhýbající se pouze silně vlhkým lokalitám (Seifert 1996). Dále se zde poměrně často vyskytoval teplomilný druh *Myrmica sabuleti*, který se také vyhýbá především silně zastíněným a vlhkým půdám. Tyto tři druhy se vyskytovaly především v sektoru Louka, který je situován severně přes polní cestu mimo hlavní teritorium superkolonie *Formica foreli* (Obr. 57–60). V tomto sektoru se nacházelo pouze 11 hnízd druhu *Formica foreli* a byla převážně seskupena při kraji cesty, která tyto dva sektory oddělovala. Při srovnání s výsledky Bezděčkové, Bezděčky (2011) nebo Ošlejškové (2013) je zřejmé, že *Formica foreli* nemá vážný důvod k plnému obsazení i tohoto sektoru, ačkoliv se jeví jako vyhovující. Díky slabému obsazení této horní louky druhem *Formica foreli* zde mohou setrvávat výše zmíněné druhy, které patří mezi tři nejpočetnější hned po druhu *Formica foreli* (Obr. 34, 57–60). PCA analýza potvrdila významný rozdíl ve výskytu druhů a jejich početnosti mezi sektorem Louka a ostatními sektory nalézajícími se v superkolonii. Jak v jednotlivých výběrech, tak i v celkovém zhodnocení (Obr. 5–8, 15–18, 26–29, 35–38). Tuto závislost potvrdily především druhy *Myrmica scabrinodis*, *Formica sanguinea* a *Myrmica sabuleti* pro sektor Louka a *Formica foreli* pro ostatní sektory. Tato závislost druhů na sektoru byla znatelná především v pastech č. 36, 37, 38 (Obr. 35). Zde se vyskytovalo jen několik jedinců druhu *Formica foreli* a převažovaly zde druhy *Myrmica scabrinodis*, *Formica sanguinea* a *Myrmica sabuleti*. Past č. 32 zaznamenala vysokou epigeickou aktivitu jak druhů typických pro tento sektor, tak i druhu *Formica foreli*, který dominoval především v ostatních sektorech studované lokality (sektor Střed, Linie 1, Linie 2). Nejspíše tudy *Formica foreli* pronikal na horní louku, jelikož v pastech č. 30, 31, 33 a 34, které jsou umístěny také podél cesty, je zastoupení druhu *Formica foreli* minimální. Ačkoliv se druh *Myrmica scabrinodis* nacházel po celé lokalitě, zde byla jeho epigeická aktivita výrazně vyšší než u druhu *Formica foreli*. Vzhledem k tomu, že *Myrmica scabrinodis* preferuje vlhká stanoviště (Bezděčka, Bezděčková 2011), směřuje zřejmě jeho těžiště výskytu do vlhčích trávníků. Naopak druh *Formica sanguinea* byl vázán pouze na sektor Louka a v ostatních sektorech se vyskytl maximálně v počtu do pěti dělnic. Dle Seiferta (1996) je tento druh velmi agresivní a teritoriální. Proto je nejspíše jeho aktivita omezena na tento sektor mimo teritorium druhu *Formica foreli*.

Poměrně hojně zde byly nalézány i druhy *Myrmica rugulosa*, *Lasius niger* a *Myrmica schencki*. Početný byl i druh *Myrmica ruginodis*, u kterého byla epigeická aktivita

zaznamenána především u okrajů lesů, což odpovídá tvrzení Seiferta (1996), že jde o oligotermní druh, vyskytující se v jehličnatých lesích. Jeho epigeická aktivita byla ale také zaznamenána podél hrany kolonie *Formica foreli*, což byla silně exponovaná místa. Sem nejspíše pronikal pro zdroje potravy z přiléhajících lesů. Epigeická aktivita druhu *Myrmica ruginodis* vykazovala opačný trend než u druhu *Myrmica rugulosa*. Největší rozdíl lze vidět u pastí sektoru Linie 1 a sektoru Louka, kdy druh *Myrmica rugulosa* je zaznamenán pouze v prvním výběru a *Myrmica ruginodis* nebyl nalezen vůbec (13.6.–9.7. 2014) (Tab. 2, 3). Dle Seiferta (1996) druh *Myrmica rugulosa* dobře koexistuje s agresivními druhy. Lze tedy předpokládat, že změna aktivity v průběhu sezóny pravděpodobně souvisí jen se změnami rozložení potravních zdrojů.

Epigeická aktivita druhu *Lasius niger* byla soustředěna především v okolí pastí č. 30, 31 a 32, kde se v blízkosti nacházela i čtyři zemní hnízda tohoto druhu (Obr. 56). Jeden jedinec pronikl až k pasti č. 36. Jelikož se v okruhu cca 50 metrů nevyskytuje hnízdo tohoto druhu, lze předpokládat, že se jednalo o zbloudilou dělnici pátrající po potravě. V blízkém okolí zaznamenaných hnízd druhu *Lasius niger* nebyla nalezena hnízda druhu *Formica foreli*. Nejbližší hnízdo se nacházelo až pět metrů daleko a dělnice druhu *Formica foreli* se v blízkosti těchto hnízd pohybovaly v menší hustotě, než tomu bylo na zbytku lokality. Dělnice druhu *Lasius niger* se přitom zdržovaly především na hnízdech. Z mapy ostatních druhů (Obr. 56) a sběru pomocí zemních pastí (Obr. 46), které vypovídají o epigeické aktivitě, lze usuzovat, že druh *Lasius niger* na této lokalitě obývá pouze malé prostory mezi územími jiných dominantních druhů. Stejný případ pozorovali i Pisarski a Vepsäläinen (1989) na ostrově Jöskar, kde druh *Lasius niger* obýval několik malých plošek mezi dominantními druhy vyšší hierarchické úrovně.

Druh *Myrmica schencki*, který dle Seiferta (1996) obývá otevřené silně osluněné lokality s nízkou vegetací, se na lokalitě Štětmechy nacházel po celém prostoru. Nejen v sektoru Louka blíže u lesa, ale dokonce i přímo ve středu kolonie *Formica foreli* (Tab. 2, 3). Seifert (1996) uvádí, že je málo agresivní, ale proti ostatním druhům velmi bojovný. Nejspíše díky jinému rozložení aktivit nebo odlišným potravním preferencím není *Myrmica schencki* pro druh *Formica foreli* významným konkurentem, a tak je jeho rozšíření možné i v jádru kolonie *Formica foreli*.

Hojně byl v zemních pastech zachycen i druh *Formica fusca*, který se i v prvním sběru (13. 6. – 9. 7. 2014) dostal přímo do středu kolonie v počtu dvou dělnic. Tento druh je dle

Seiferta (1996) poměrně teplomilný, avšak eurypotentní. Jeho epigeická aktivita byla zaznamenána v průběhu celého období na celé ploše (Obr. 46). Dle Seiferta (1996) nebo Pisarskiho a Vepsäläinena (1989) jde o druh, který je zcela bezkonfliktní a bojům i s menšími druhy mravenců se vyhýbá. Ačkoliv byl v porovnání s ostatními druhy početnější, ve srovnání s *Formica foreli* byla jeho početnost prakticky bezvýznamná. *Formica fusca* tvoří jen malé kolonie a dělnice shání potravu individuálně, proto je jejich postavení v hierarchii společenstev na nejnižší úrovni (Pisarski, Vepsäläinen 1989).

Zemní pasti umístěné přímo do středu kolonie druhu *Formica foreli* obsahovaly výrazně méně druhů než zemní pasti v jiných sektorech. Podle očekávání zde dominoval druh *Formica foreli*. Tento druh byl však vysoce dominantní i v sektoru Linie 1 a Linie 2, která je umístěna dva metry od hrany lokality (Obr. 39). To ukazuje, že hranice teritoria superkolonie zasahuje ještě nejméně dva metry do přiléhajícího pole. Při terénním pozorování byl zaznamenán četný výskyt druhu *Formica foreli* na rostlinách, které navštěvovaly mšice (Obr. 53). To pozoroval i Bezděčka (osobní sdělení), který je sledoval na rostlinách kukuřice i několik metrů daleko v poli. Dolek et al. (2008) uvádí medovici mšic jako důležitý zdroj obživy tohoto druhu. I Seifert (2000) označuje jako hlavní zdroj obživy pro velké polykalické kolonie *Formica foreli* v Brandeburdu navštěvování mšic na borovicích a břízách. Na lokalitě Štěměchy byl ale *Formica foreli* pozorován pouze na nižší vegetaci, na stromech nebyl zaznamenán. Bezděčková, Bezděčka (2009) pozorovali vedle trofobiózy i značnou predaci a sběr poraněných či uhynulých bezobratlých.

Jak bylo již zmíněno výše, druh *Formica foreli* výrazně behaviorálně dominuje na ploše výčnělku bývalé pastviny do okolních polí. Jiné druhy mravenců se zde sice vyskytují, ale jejich epigeická aktivita není tak vysoká. Jedná se nejspíše o submisivní druhy. *Tetramorium* cf. *caespitum*, který se prakticky nachází pouze v tomto sektoru (Tab. 2, 3, Obr. 46), je dle Seiferta (1996) poměrně agresivní druh, který si brání hnízdo a zdroje potravy. Možnost jeho výskytu přímo v superkolonii je pravděpodobně díky specializaci na kořenové mšice a sání kořenových šťáv, čímž není přímým konkurentem druhu *Formica foreli*. Za zmínku stojí i druh *Temnothorax unifasciatus*, který se přímo ve středu kolonie nacházel pouze na začátku sezóny (Tab. 3). V dalších výběrech zemních pastí byl nalezen už jen po okraji a jen po jednom kuse. Tento druh díky své malé velikosti těla a kradnému chování může sbírat zbytky potravin od dominantního druhu a zároveň



tak získá i ochranu před mravenci, kteří pro ně mohou být silnými nepřáteli (Vepsäläinen, Pisarski 1982; Seifert 2007).

Na lokalitě bylo zaznamenáno osm hnízd druhu *Lasius flavus*, které byly v těsné blízkosti hnízdům druhu *Formica foreli* (Obr. 56). Jeho aktivita na hnízdech nebo v okolí nebyla vůbec zaznamenána, i v zemních pastech se vyskytoval jen v počtech do čtyř dělnic na sektor v jednom výběru. Dle Seiferta (1996) je nejvýznamnějším přenašečem půdy, který je velmi náchylný na dusíkaté hnojení. Aktivita tohoto druhu je především v zemi, kde si i opatruje obrovské počty kořenových mšic. Proto lze usuzovat, že pro druh *Formica foreli*, který navštěvuje mšice na povrchu vegetace, není významným konkurentem.

Ačkoliv bylo na lokalitě Štětěchy nalezeno 24 dalších druhů mravenců, druh *Formica foreli* je na lokalitě signifikantně dominantní. Přítomnost ostatních druhů pro něj tedy nepředstavuje významnou konkurenci. Vytvořením polykalické superkolonie si vymohl první místo v hierarchickém uspořádání této lokality. Při pozorování mezidruhových vztahů se dělnice většinou nepohybovaly jednotlivě, ale ve skupinkách. To jim dávalo patřičnou výhodu nad druhy, které se pohybovaly samostatně (Seifert 1996). Významnými konkurenty druhu *Formica foreli* jsou mravenci rodu *Formica* s. str., *Coptoformica* nebo druh *Formica sanguinea*. Také Dlussky (1964) nebo Seifert (2000) uvádí, že *Formica foreli* je velmi agresivní a teritoriální vůči jiným teritoriálním druhům rodu *Formica* a *Lasius*. Druhy rodu *Coptoformica* na lokalitě nebyly nalezeny a druhy *Formica pratensis* (*Formica* s. str.) a *Formica sanguinea* byly zaznamenány jen mimo hlavní jádro superkolonie *Formica foreli* (Obr. 61–64). Kutter (1975) a Bönsel (2007) zaznamenali podobný případ, kdy se *Formica pressilabris* syntopicky vyskytoval s dalšími druhy rodu *Formica*. Bönsel (2007) považoval vzhledem k odlišným potravním strategiím mezidruhové konflikty za nepravděpodobné. Po celé sledované období nebylo zaznamenáno střetnutí těchto dvou druhů. Zato Bezděčková, Bezděčka (2011) pozorovali na lokalitě Štětěchy setkání jednotlivých dělnic *Formica foreli* a *Formica sanguinea*. Mravenci se snažili vyhnout jakékoliv interakci, ale v několika případech došlo k ritualizovanému či skutečnému útoku ze strany *Formica sanguinea*.

Behaviorální dominance se běžně stanovuje pomocí interspecifických interakcí na potravních návnadách. Na lokalitě bylo umístěno celkem 12 sérií těchto návnad

v různém čase i dnech. Návnadu vždy objevil druh *Formica foreli* a pouze v pěti případech se v okolí nebo přímo na návnadě objevil i jiný druh mravenců. Při snaze druhu *Formica fusca* nebo *Lasius niger* dostat se na návnadu vykazoval *Formica foreli* agresivní chování, které způsobilo, že druhý mravenec na návnadu ani nevstoupil, nebo ji neprodleně opustil. To je dle Bestelmeyera (2000) nebo Cerdy et al. (1997) považováno za projev behaviorální dominance. V několika dalších pokusech umístění návnad je opět ihned obsadily dělnice *Formica foreli* a v okolí se pohybovaly druhy *Formica cunicularia* a *Formica fusca*, které nejevily o návnady sebemenší zájem. Hölldobler a Wilson (1990) uvádí, že toto chování může být způsobeno reakcí na feromony, kterými si mravenci označují svou kořist. Dále byl pozorován případ, kdy se v okolí obsazené návnady druhem *Formica foreli* pohybovalo cca 10 dělnic druhu *Myrmica scabrinodis*. Mezitím, co se dělnice *Formica foreli* snažily návnadu zpracovat, *Myrmica scabrinodis* po jednom jedinci vstupoval na návnadu a kousek si jí odnášel. Když ve stejném případě chtěla na návnadu vstoupit dělnice *Formica fusca*, dělnice *Formica foreli* ji ihned odehnala rychlými výpady. Toto rozdílné chování k odlišným druhům mravenců bylo potvrzeno i pomocí konfrontace dělnic v uzavřených Petriho miskách. V pokusech s dělnicí *Myrmica scabrinodis* se *Formica foreli* chovala klidně a nedocházelo k agresivním projevům od žádné z dělnic. V polovině případů jen dělnice *Formica foreli* druhou dělnici na cca 15 vteřin fixovala k zemi, ale po ustoupení se dělnice *Myrmica scabrinodis* zase v klidu pohybovala. Oproti tomu dělnice *Formica foreli* a *Formica fusca* při konfrontaci v Petriho miskách ihned po umístění kolem sebe rychle nekoordinovaně běhaly a zpočátku se jakémukoliv střetu snažily vyhnout. To ale v polovině případů skončilo zastrašováním rozevřenými kusadly a vztyčenými tykadly ze strany *Formica foreli* a v druhé polovině případů došlo i k napadení dělnice *Formica fusca*.

Byl také zaznamenán útok dělnic *Formica foreli* na hnízda druhu *Lasius flavus*, která byla odkryta, či nějak narušena při myrmekologickém průzkumu. Při pokusech v Petriho miskách se dělnice zprvu snažily kontaktu vyhnout, ale ve třetině případů nakonec došlo k útoku ze strany dělnice *Lasius flavus*, která nakonec byla dělnicí *Formica foreli* odehnána nebo paralyzována. Stejně projevy byly sledovány i u druhu *Lasius niger*, který je dle Seiferta (1996) při porušení hnízda velmi agresivní. I Pisarski a Vepsäläinen (1989) uvádí, že *Lasius niger* je druh, který se dominantním druhům mravenců sice vyhýbá, ale při ohrožení hnízda se agresivně brání.

### 3. ZÁVĚR

V práci byly shrnuty poznatky o mezidruhové konkurenci mravenců a jejich uspořádání v hierarchii na lokalitě Štěměchy, na níž se nachází superkolonie druhu *Formica foreli*.

Při terénním výzkumu bylo zjištěno, že i přes přítomnost velké polykalické superkolonie druhu *Formica foreli* je lokalita Štěměchy bohatá na jiné druhy mravenců. Bylo nalezeno celkem 24 dalších druhů, což vypovídá o velké úživnosti této lokality.

Druh *Formica foreli* výrazně početně i behaviorálně dominuje na ploše bývalé pastviny, kde díky polykalickému uspořádání brání nejen hnízda a zdroje potravy, ale také dokáže obhájit celé své potravní teritorium. Díky tak velké hustotě hnízd má dominantní postavení v mezidruhových vztazích. Přímě v teritoriu *Formica foreli* se nachází jen druhy submisivní, potravně jinak specializované či neaktivní na povrchu, které nejsou pro druh *Formica foreli* významnými konkurenty. Ačkoliv tyto submisivní druhy mají potravní výběr omezený, zdá se pro ně být výhodné soužití s touto superkolonií, která je chrání před pro ně jinak nebezpečnými druhy mravenců. Na lokalitě byl zaznamenán pouze jeden druh, který by mohl být pro *Formica foreli* významným konkurentem. Tento druh *Formica sanguinea* se ale vyskytoval především na louce severně od hlavní kolonie *Formica foreli*, kde měl pravděpodobně větší příležitost k získání potravních zdrojů, a s druhem *Formica foreli* nepřicházel často do kontaktu. Na lokalitě se vyskytují i druhy, které jsou agresivní při ochraně hnízda či potravy. Jejich výskyt na lokalitě v těsné blízkosti superkolonie je pravděpodobně možný díky jejich malé početnosti nebo jejich uzpůsobení pro život v blízkosti této kolonie. Hlavním faktorem, který to umožňuje je zřejmě jiná potravní preference, kdy se například druh *Lasius flavus* orientuje na kořenové mšice, zatímco druh *Formica foreli* navštěvuje mšice na vegetaci.

Výsledky myrmekologického průzkumu lokality Štěměchy, kde se nalézají největší polykalická superkolonie mravenců druhu *Formica foreli*, potvrzují závěry nastíněné již v bakalářské práci (Ošlejšková 2013b), že se jedná se o území vysoké biologické hodnoty se stabilními společenstvy rostlin, jehož vznik byl podmíněn pastvou. Druh *Formica foreli* se zde nachází jako stabilní kolonie, pro kterou se jeví jako limitující pouze sukcesní zarůstání vysokou vegetací, například třtinou křovištní (*Calamagrostis epigeios*).

Nejen pro mravence, ale i pro typická společenstva rostlin, která se zde zachovala po mnoho let, je zásadní zajištění správného managementu na lokalitě. Tím je například pravidelné kosení, které je zde prováděno v současné době, nebo pastva dobytka, která na lokalitě probíhala v minulých letech. Za zvážení stojí návrat původní pastvy do této lokality.

#### 4. SUMMARY

In this master thesis, the findings about *Formica foreli* Bondroit, 1918 interspecies relations and other ant species in the area of Štěměchy were summarized. The ant *Formica foreli*, belonging to subgenus *Coptoformica*, is a species which can be found only in the stabil and biologicaly valuable sites. The area of Štěměchy is one of the six places in the Czech Republic, where this species can be found. This area, which lies in the Vysočina region, is historically a pasture, where an uniform way of management was realized for a long time and, therefore the stable grasslands typical for this region were kept. Explored complex contains 654 *Formica foreli* nests and nowadays it is the largest polycalic colony of this species in the Czech Republic.

Despite the occurrence of *Formica foreli* supercolony, other 24 ant species were registered in the area. This indicates very good nutritional properties of the area. *Formica foreli* species considerably predominates on the former pasture land, where it has a great potential to keep the territory thanks to its polycalic organization. Directly in the area can be found the submissive, diferently food-specialized or inactive on the ground species as well (eg. *Myrmica schencki*, *Tetramorium* cf. *caespitum*, *Temnothorax unifasciatus*), yet they are not significant competitors for *Formica foreli* species. The only of significant competitor was registered the *Formica sanguinea*. This species was found mainly on a meadow situated to the north of the major *Formica foreli* colony, where they probably had better opportunity to gain food sources. There can also be found species aggressive during nest protection. Their occurence in the immediate proximity of the supercolony is probably possible because of their low quantity or adaptation to the life in this colony. For instance *Lasius flavus* species is oriented to the root aphids, whereas *Formica foreli* visits aphids on the vegetation.

The result of this myrmecologic research in the area of Štěměchy, where the largest polycalic supercolony of *Formica foreli* ant species is found, confirms, that it is very valuable area with high biological potential with stable associations which have been developing for long time.

## 5. SEZNAM LITERATURY

- ANDERSEN A. N. 1995: A classification of Australian ant communities, based on functional groups which parallel plant lifeforms in relation to stress and disturbance. *Journal of Biogeography* 22: 15–29.
- ANDERSEN A. N., BLUM M. S., JONES T. H. 1991: Venom alkaloids in *Monomorium rothsteini* Forel repel other ants – is this the secret to success by *Monomorium* in Australian ant communities? *Oecologia* 88: 157–160
- BESTELMEYER B. T. 2000: The trade-off between thermal tolerance and behavioural dominance in a subtropical South American ant community. *Journal of Animal Ecology* 69: 998–1009.
- BERNSTEIN R. A. 1975: Foraging strategies of ants in response to variable food density. *Ecology*, 56: 213–219.
- BEZDĚČKA P. 1982: Biologie lesních mravenců a inventarizace jejich hnízd. – Metodická příručka Akce Formica č.1, Příručka ochrany přírody: 31 s.
- BEZDĚČKA P. 1985: Závěrečná zpráva o inventarizačním průzkumu mravenců (Hymenoptera, Formicidae) SPR Mohelenská step. Depon AOPK Brno, 32 s
- BEZDĚČKA P. 1999: Mravenci (Formicidae) Národního parku Podyjí. *Thayensia (Znojmo)* 2: 74–89.
- BEZDĚČKA P. 2005b: Formicoidea (mravenci). – Pp. 384–386. In: Farkač J., Král D, Škorpík M. (eds): Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí. Red list of threatened species in the Czech Republic. Invertebrates. – Praha. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 760 s.
- BEZDĚČKA P., BEZDĚČKOVÁ K. 2008: Současný stav populací mravenců podrodu *Coptoformica* v České Republice. *Acta rer. Natural.*, 5: 253–258.
- BEZDĚČKA P., BEZDĚČKOVÁ K. 2011: Mravenci ve sbírkách českých, moravských a slezských muzeí: Ants in the collections of Czech, Moravian and Silesian museums. Jihlava: Muzeum Vysočiny Jihlava, 2011, 147 s.

- BEZDĚČKOVÁ K., BEZDĚČKA P. 2009: Největší polykalická kolonie *Formica foreli* (Hymenoptera: Formicidae) v České Republice. The largest polycalic colony of *Formica foreli* (Hymenoptera: Formicidae) in the Czech Republic. – Acta Rerum Naturalium, 7: 121–126.
- BEZDĚČKOVÁ K., BEZDĚČKA P. 2010b: *Formica pressilabris* (Hymenoptera: Formicidae) – confirmed occurrence in the Czech Republic. – Acta Musei Moraviae, Scientiae Biologicae 95(2): 29–35.
- BEZDĚČKOVÁ K., BEZDĚČKA P. 2011: Ohrožené nelesní druhy mravenců rodu *Formica*: *Formica picea*, *Formica exsecta*, *Formica foreli*, *Formica pressilabris* = Endangered non-forest *Formica* ants: *Formica picea*, *Formica exsecta*, *Formica foreli*, *Formica pressilabris*. – Muzeum Vysočiny Jihlava, 2011, 161 s.
- BLISS P., KATZERKE A., MORITZ R. F. A. 2001: *Formica exsecta* Nationalpark. – Entomologische Nachrichten und Berichte 44 (4): 283–284.
- BLISS P., KATZERKE A., NEUMANN P. 2006: The role of molehills and grasses for filial nest founding in the wood ant *Formica exsecta* (Hymenoptera: Formicidae). – Sociobiology 47: 903–913.
- BLÜTHGEN N., FELDHAAR H. 2010 Food and Shelter: How Resources Influence Ant Ecology 115–136 str. In: LACH L., PARR C. L., ABBOTT K. L. (Eds): Ant Ecology. Oxford: Oxford university Press. 402 s.
- BOLTON B. 2011: Family: Formicidae: Taxonomic history. – AntWeb. www.antweb.org [20.11.2011]
- BONSER, R., WRIGHT, P. J., BAMENT, S., CHUKWU, U. O. 1998: Optimal patch use by foraging workers of *Lasius fuliginosus*, *L. niger* and *Myrmica ruginodis*. Ecological Entomology 23: 15–21.
- BÖNSEL A. 2007: Nest turnover in a colony of *Formica pressilabris* Nylander, 1846 as related to habitat quality (Hymenoptera: Formicidae). – Opuscula Zoologica Fluminensia 222:1–12.
- BÖNSEL A., BUSCH T. 2003: Beschreibung des bislang grössten Vorkommens von *Formica (Coptoformica) foreli*. – Ameisenschutz aktuell, 17(3): 74–83.

- BUSCHINGER A., JOCHUM C. 1999: Natur aus zweiter Hand: Ameisen im UNESCO–Welterbe Grube Messel bei Darmstadt. 13: 4: 8–90.
- CASE T. J., GILPIN M. R. 1974: Interference Competition and Niche Theory. Proceedings of the National Academy of Sciences USA, 71: 3073–3077.
- CERDÁ X., CROS S. 1997: Thermal disruption of transitive hierarchies in Mediterranean ant communities. Journal of Animal Ecology 66, 363–74.
- CERDÁ X., MANZANEDA A. 1988: The role of competition by dominants and temperature in the foraging of subordinate species in Mediterranean ant communities. Oecologia 117: 404–12.
- COLLINGWOOD C. A. 1979: The Formicidae of Fennoscandia and Denmark. – Fauna Entomologica Scandinavia 8: 174 s.
- CZECHOWSKI W. 1975: Bionomics of *Formica pressilabris* (Hymenoptera: Formicidae). – Annales Zoologici 33: 103–133.
- CZECHOWSKI W., RADCHENKO A., CZECHOWSKA W. 2002: The ants (Hymenoptera, Formicidae) of Poland. – Mus. and Inst. of Zool. PAS Warszawa, 200 s.
- DEBOUT G., SCHATZ B., ELIAS M., MCKEY D. 2007: Polydomy in ants: what we know, what we think we know, and what remains to be done. Biological Journal of the Linnean Society 90, 319–48.
- DIETRICH C. 1998: Plünderung eines *Formica lemani*-Volkes durch *Formica exsecta* (Hymenoptera: Formicidae) am Göller (Österreich: Niederösterreich) mit einer funktionellen Deutung des Beißverhaltens der *Formica exsecta* - Gruppe.– Myrmecologische Nachrichten 2: 19–34.
- DLUSSKY G. 1964: Muravi podroba *Coptoformica* roda *Formica* (Hymenoptera, Formicidae) SSSR. – Zoologicheskyy Zhurnal 43: 1026–1040.
- DLUSSKY G. M. 1967: Muravi podroba *Coptoformica* roda *Formica* (Hymenoptera, Formicidae) SSSR. – Zoologicheskyy Zhurnal 43: 1026–1040.
- DOLEK M. et al. 2008: Ecology, colony structure, and conservation biology of *Formica* (*Coptoformica*) *foreli* BONDROIT, 1918 in Bavaria, Germany (Hymenoptera:



Formicidae). *Myrmecological news / Österreichische Gesellschaft für Entomofaunistik*. 2008, 11: 49–52.

FELLERS J.H. 1987: Interference and exploitation in a guild of woodland ants. *Ecology* 68: 1466–78.

FISCHER R. C.; RICHTER A.; HADACEK F., MAYER V. 2008: Chemical differences between seeds and elaiosomes indicate an adaptation to nutritional needs of ants. *Oecologia* 155: 539–47.

FOLGARAIT P. J., GILBERT L. E. 1999: Phorid parasitoids affect foraging activity of *Solenopsis richteri* under different availability of food in Argentina. *Ecological Entomology* 24: 163–73.

GAMMANS N., BULLOCK J. M., SCHONROGGE K. 2005: Ant benefits in a seed dispersal mutualism. *Oecologia* 146: 43–9.

GIBB H. 2005: The effect of a dominant ant, *Iridomyrmex purpureus*, on resource use by ant assemblages depends on microhabitat and resource type. *Austral Ecology* 30: 856–67.

GINN H., HOCHULI D. F. 2003: Colonisation by a dominant ant facilitated by anthropogenic disturbance: effects on ant assemblage composition, biomass and resource use. *Oikos* 103: 469–78.

GORDON D. M., WAGNER D. 1997: Neighbourhood density and reproductive potential in harvester ants. *Oecologia* 109: 556–560.

GRIME J. P. 1979: *Plant Strategies, Vegetation Processes, and Ecosystem Properties*. John Wiley, Chichester, UK.

HÖLLDOBLER B., WILSON E. O. 1990: *The ants*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 732 str.

HOLWAY D. A. 1999: Competitive mechanism underlying the displacement of native ants by the invasive Argentine ant. *Ecology*, 80 (1): 238–251.

HRUŠKA J. 1982: Akce *Formica* – Metodická příručka č.2. Ochrana a racionální využití mravenců rodu *Formica*. – OV ČSOP, Prachatice, 38 str.

- HUNT J. H. 1974: Temporal activity patterns in two competing ant species (Hymenoptera: Formicidae). *Psyche*, 81: 237–241.
- KASPARI M. 1993: Removal of seeds from neotropical frugivore droppings – ant responses to seed number. *Oecologia* 95: 81–8.
- KŘIVAN V., JELÍNEK A., LYSÁK F., 2009: Zajištění péče o lokalitu mravence *Formica foreli* v obci Štěměchy. Závěrečná zpráva k projektu v rámci programu Podpora NNO, Příloha č. 1 k závěrečné zprávě – výsledky průzkumů. Nepublikováno, 18 s.
- KUTTER H. 1957: Myrmecologische Beobachtungen. – *Biologisches Centralblatt* 37: 429–437.
- LANZA J., VARGO E. L., PULIM S., CHANG Y. Z. 1993: Preferences of the fire ants *Solenopsis invicta* and *S. geminata* (Hymenoptera: Formicidae) for amino acid and sugar components of extrafloral nectars. *Environmental Entomology* 22: 411–7.
- LEBRUN E. G. 2005: Who is the top dog in ant communities? Resources, parasitoids, and multiple competitive hierarchies. *Oecologia* 142: 643–52.
- LEBRUN E. G., FEENER D. H. 2002: Linked indirect effects in ant-phorid interactions: impacts on ant assemblage structure. *Oecologia* 133: 599–607.
- LEVINGS, S. C., TRANIELLO, J. F. A. 1981: Territoriality, nest dispersion and community structure in ants. *Psyche*, 88: 265–319.
- MERCIER J. L., DEJEAN A. 1996: Ritualized behaviour during competition for food between two Formicinae. *Insectes Sociaux* 43: 17–29.
- MORRISON L. W. 1999: Indirect effects of phorid fly parasitoids on the mechanisms of interspecific competition among ants. *Oecologia* 121: 113–22.
- NATION J. L. 2002: *Insect Physiology and Biochemistry*. CRC Press, Boca Raton.
- NONACS, P., DILL, L. M. 1990: Mortality risk vs. food quality trade-offs in a common currency: ant patch preferences. *Ecology*, 71 (5): 1886–1892.
- NOVÁK V., SADIL J. 1941: Klíč k určování mravenců střední Evropy se zvláštním zřetelem k mravenčí zvířeně Čech a Moravy. – *Entomologické listy (Folia entomologica)* 4: 65–115.

OLIVIERA P. S., FREITAS A. V. L. 2004: Ant–plant–herbivore interactions in the Neotropical cerrado savanna. *Naturwissenschaften* 91: 559–70.

OŠLEJŠKOVÁ K. 2013a: Ekologie a struktura druhu *Formica foreli* (Hymenoptera: Formicidae) na lokalitě Štěměchy. 166 str. In: Zoologické dny Brno 2013: Sborník abstraktů z konference 7.–8. února 2013. Brno: Ústav biologie obratlovců AV ČR, 2013, 166 s.

OŠLEJŠKOVÁ K. 2013b: Ekologie a struktura kolonie *Formica foreli* na lokalitě Štěměchy, Bakalářská práce, ÚOLM LDF Mendelu, Brno, 49 s.

PALMER T. M. 2003: Spatial habitat heterogeneity influences competition and coexistence in an African acacia ant gild. *Ecology* 84: 2843

PARR C. L., GIBB H. 2010 Competition and the Role of Dominant Ants, 77–96 str. In: LACH L., PARR C. L., ABBOTT K. L. (Eds): *Ant Ecology*. Oxford: Oxford university Press. 402 s.

PEREIRA, H. M., BERGMAN, A., ROUGHGARDEN, J. 2003: Socially Stable Territories: The Negotiation of Space by Interacting Foragers. *American naturalist*, 161: 143–152.

PETŘÁKOVÁ L. 2009: Interakce mezi *Liometopum microcephalum* (Formicidae) a jinými dominantními mravenci se sympatrickým výskytem, Diplomová práce, ÚBZ PřF MU, Brno, 76 s.

PHILPOTT S. M. 2005b: Trait-mediated effects of parasitic phorid flies (Diptera: Phoridae) on ant (Hymenoptera: Formicidae) competition and resource access in coffee agro-ecosystems. *Environmental Entomology* 34: 1089–94.

PISARSKI B. 1982: Structure et organisation des sociétés de fourmis de l'espèce *Formica (Coptoformica) exsecta* Nyl. (Hymenoptera, Formicidae). – *Memorabilia Zoologica* 38: 1–281.

PISARSKI B., VEPSÄLÄINEN K. 1989: Competition hierarchies in ant communities (Hymenoptera, Formicidae). *Annales Zoologici*, 42 (13): 321–329.

- PORTER S. D., WILLIAMS, D. F., PATTERSON R. F., FOWLER H. G. 1997: Intercontinental differences in the abundance of *Solenopsis* fire ants (Hymenoptera: Formicidae): an escape from natural enemies? *Environmental Entomology* 26: 373–84.
- QUITT E. 1971: Klimatické oblasti Československa. Academia, *Studia Geographica* 16, GÚ ČSAV v Brně, 73 s.
- ROUGHGARDEN J. 1983: Competition and theory in community ecology. *American Naturalist* 122: 583–601.
- SARTY M., ABBOTT K. L., LESTER P. J. 2006: Habitat complexity facilitates coexistence in a tropical ant community. *Oecologia* 149: 465–73.
- SAVOLAINEN R., VEPSÄLÄINEN K. 1988: A competition hierarchy among boreal ants: impact on resource partitioning and community structure. *Oikos* 51: 135–155.
- SAVOLAINEN R., VEPSÄLÄINEN K., WUORENRINNE H. 1989: Ant assemblages in the taiga biome – testing the role of territorial wood ants. *Oecologie* 81: 481–486.
- SCHOENER T. W. 1977: Competition and the niche. In C. Gans, and D.w. Tinkle, eds. *Biology of the Reptilian*. Academic Press, new York. 36–136.
- SCHOENER T. W. 1983: Field experiments on interspecific competition. *American Naturalist* 122: 240–248.
- SCHULTZ R., SEIFERT B. 2007: The distribution of the subgenus *Coptoformica* Mueller, 1923 (Hymenoptera: Formicidae) in the Palearctic region. – *Myrmecol. News* 10: 11–18.
- SEIFERT, B. 1996: Ameisen beobachten, bestimmen. Naturbuch Verlag, Augsburg, 351 s.
- SEIFERT B. 2000: A taxonomic revision of the ant subgenus *Coptoformica* Müller, 1923 (Hymenoptera: Formicidae). *Zoosystema*, 22: 517–568.
- SEIFERT B. 2007: Die Ameisen Mittel- und Nordeuropas. Lutra Verlag- und Vertriebsgesellschaft, Tauer, 368 s.

STEINER F.M., SCHLICK-STEINER B.C., BUSCHINGER A. 2002: First rekord of unicolonial polyeny in *Tetramorium* cf. *caespitum* (Hymenoptera Formicidae). *Insectes Sociaux*, 50: 98–99.

STITZ H. 1939: Ameisen oder Formicidae. *Die Tierwelt Deutschlands* 37. – G. Fischer, Jena, 428s.

STRADLING D. J. 1978: Food and feeding habits of ants. In M.V. Brian, ed. *Production Ecology of Ants and Termites*, str 81–106. Cambridge University Press, Cambridge.

THOMAS M. L., HOLWAY D. A. 2005: Condition-specific competition between invasive Argentine ants and Australian *Iridomyrmex*. *Journal of Animal Ecology* 74: 532–42.

TICHÁ K. 2005: Inventarizační průzkum mravenců (Hymenoptera: Formicidae) NPR Švařec. *Acta Rerum Naturalium*, 1: 127–130.

WESSELINOFF G., HORSTMANN K. 1968: Vergleichende quantitative Untersuchungen über die Beute der Ameisenarten *Formica polyctena* und *Coptoformica exsecta*. *Waldhygiene* 7: 220–222.

WIERNASZ D. C., COLE B. J. 1995: Spatial-distribution of *Pogonomyrmex occidentalis* recruitment, mortality and overdispersion. *Journal of Animal Ecology* 64, 36, 519–527.

WILSON E. O. 1971: *The Insect Societies*. The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, MA.

Antweb.org - 24.3.2015

Geoportal.gov.cz - 15.2.2015

## **6. PŘÍLOHY**

Tab. 1: Seznam druhů a četnost výskytu mravenců determinovaných ze zemních pastí během celého období na lokalitě Štěměchy

	Druh	Sektor				Celkem
		Linie 1	Linie 2	Louka	Střed	
<i>Formicinae</i>	<i>F. foreli</i>	18855	6275	648	857	26635
	<i>F. sanguinea</i>	2	6	888	3	899
	<i>F. fusca</i>	198	63	65	2	328
	<i>L. niger</i>	0	21	108	0	129
	<i>F. cunicularia</i>	20	6	41	5	72
	<i>L. mixtus</i>	2	1	25	0	28
	<i>F. rufibarbis</i>	1	0	24	0	25
	<i>L. flavus</i>	7	1	2	0	10
	<i>L. fuliginosus</i>	2	0	8	0	10
	<i>C. ligniperda</i>	0	1	8	0	9
	<i>L. umbratus</i>	2	1	5	0	8
	<i>C. herculeanus</i>	0	1	3	0	4
	<i>F. pratensis</i>	0	0	1	0	1
	<i>L. alienus</i>	0	0	0	1	1
<i>Myrmicinae</i>	<i>M. scabrinodis</i>	322	92	698	0	1112
	<i>M. sabuleti</i>	40	61	317	0	418
	<i>M. rugulosa</i>	179	91	60	0	330
	<i>M. ruginodis</i>	90	70	128	0	288
	<i>M. schencki</i>	18	5	59	41	123
	<i>M. lobicornis</i>	19	2	6	33	60
	<i>M. rubra</i>	19	16	5	0	40
	<i>T. cf. caespitum</i>	1	0	1	18	20
	<i>T. unifasciatus</i>	2	1	0	9	12
	<i>L. gredleri</i>	4	0	2	0	6
	<i>T. tuberum</i>	3	0	2	0	5

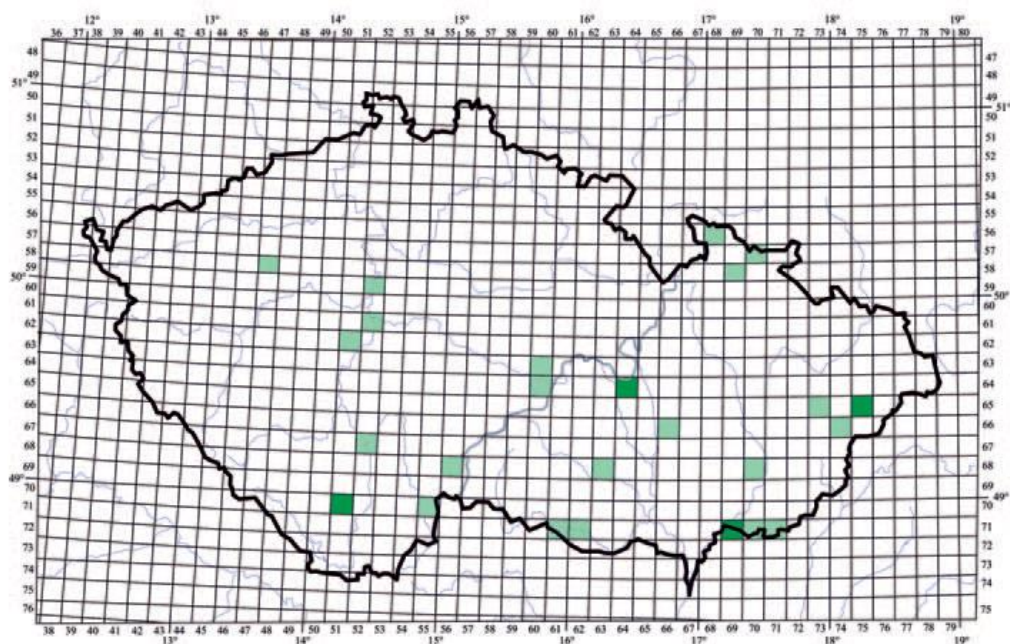
Tab. 2: Zaznamenané druhy mravenců v jednotlivých výběrech

1 LINIE	13.6.– 9.7.	9.7.– 24.7.	24.7.– 9.8.	2 LINIE	13.6.– 9.7.	9.7.– 24.7.	24.7.– 9.8.
<i>F. foreli</i>	6142	8803	3910	<i>F. foreli</i>	2207	3256	812
<i>M. scabrinodis</i>	183	88	51	<i>M. scabrinodis</i>	41	47	4
<i>F. fusca</i>	55	120	23	<i>M. rugulosa</i>	38	19	34
<i>M. rugulosa</i>	179	0	0	<i>M. ruginodis</i>	14	53	3
<i>M. ruginodis</i>	0	62	28	<i>F. fusca</i>	26	35	2
<i>M. sabuleti</i>	22	7	11	<i>M. sabuleti</i>	38	22	1
<i>F. cunicularia</i>	17	3	0	<i>L. niger</i>	21	0	0
<i>M. lobicornis</i>	18	1	0	<i>M. rubra</i>	14	2	0
<i>M. rubra</i>	12	4	3	<i>F. cunicularia</i>	6	0	0
<i>M. schencki</i>	4	10	4	<i>F. sanguinea</i>	4	2	0
<i>L. flavus</i>	2	1	4	<i>M. schencki</i>	3	1	1
<i>L. gredleri</i>	0	4	0	<i>M. lobicornis</i>	0	2	0
<i>T. tuberum</i>	1	2	0	<i>T. unifasciatus</i>	0	1	0
<i>T. unifasciatus</i>	1	1	0	<i>C. herkuleanus</i>	1	0	0
<i>F. sanguinea</i>	1	1	0	<i>C. ligniperda</i>	1	0	0
<i>L. fuliginosus</i>	1	1	0	<i>L. flavus</i>	0	1	0
<i>L. mixtus</i>	0	1	1	<i>L. mixtus</i>	0	1	0
<i>L. umbratus</i>	0	1	1	<i>L. umbratus</i>	0	1	0
<i>T.cf.caespitum</i>	0	1	0	<i>T.cf.caespitum</i>	0	0	0
<i>F. rufibarbis</i>	0	1	0	<i>T. tuberum</i>	0	0	0
<i>C. herkuleanus</i>	0	0	0	<i>L. gredleri</i>	0	0	0
<i>C. ligniperda</i>	0	0	0	<i>F. pratensis</i>	0	0	0
<i>F. pratensis</i>	0	0	0	<i>F. rufibarbis</i>	0	0	0
<i>L. alienus</i>	0	0	0	<i>L. alienus</i>	0	0	0
<i>L. niger</i>	0	0	0	<i>L. fuliginosus</i>	0	0	0

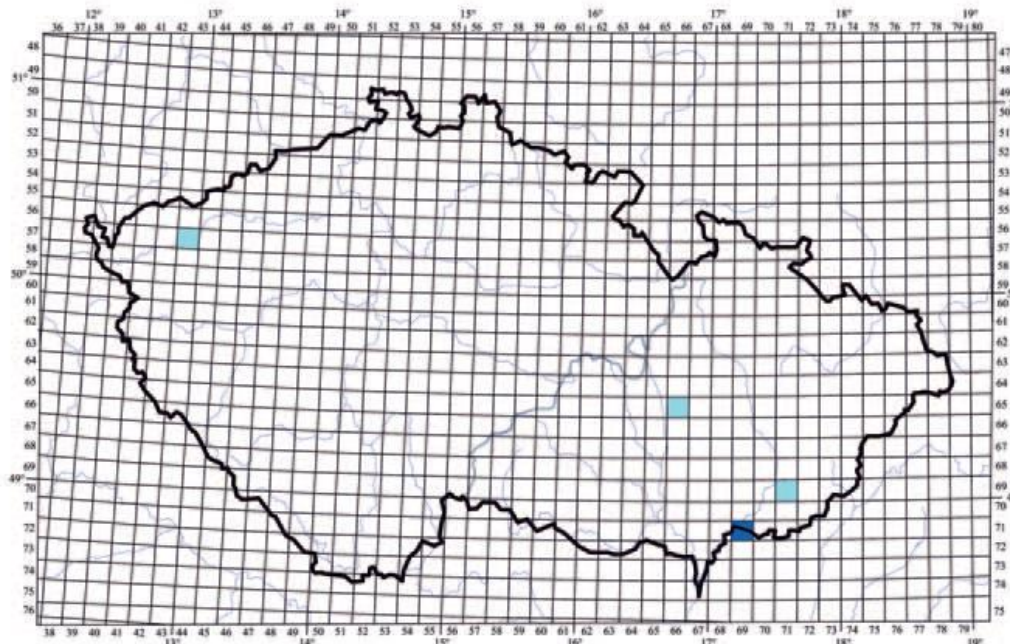


Tab. 3: Zaznamenané druhy mravenců v jednotlivých výběrech

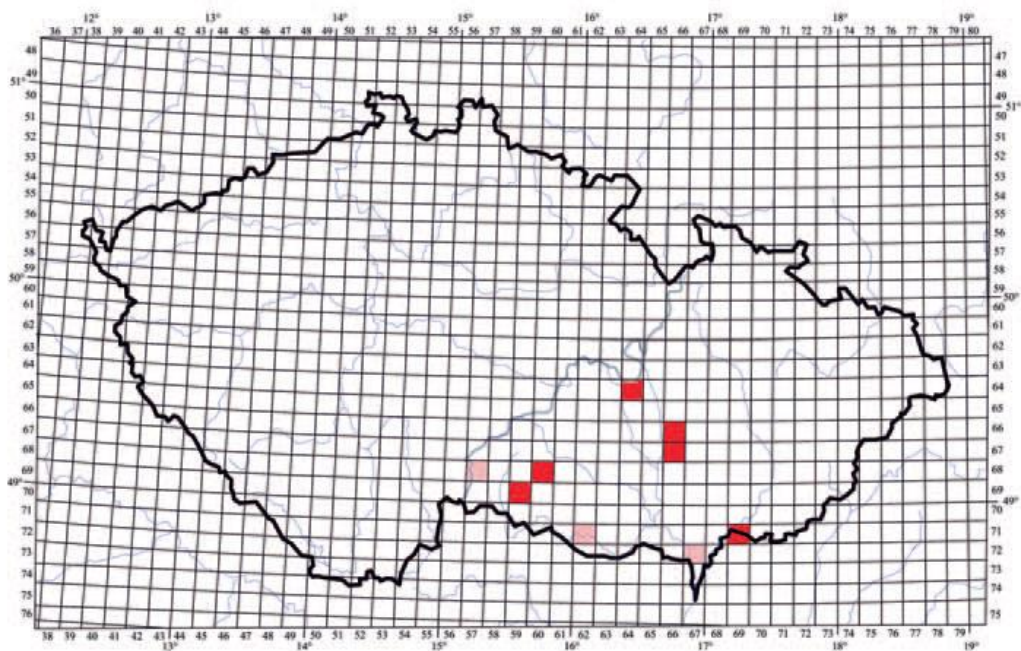
LOUKA	13.6.– 9.7.	9.7.– 24.7.	24.7.– 9.8.	STŘED	13.6.– 9.7.	9.7.– 24.7.	24.7.– 9.8.
<i>F. foreli</i>	470	116	62	<i>F. foreli</i>	556	162	139
<i>F. sanguinea</i>	97	630	161	<i>M. schencki</i>	19	6	16
<i>M. scabrinodis</i>	251	278	169	<i>M. lobicornis</i>	17	16	0
<i>M. sabuleti</i>	180	23	114	<i>T.cf.caespitum</i>	10	5	3
<i>M. ruginodis</i>	0	41	87	<i>T. unifasciatus</i>	9	0	0
<i>L. niger</i>	28	61	19	<i>F. cunicularia</i>	2	3	0
<i>F. fusca</i>	29	20	16	<i>F. sanguinea</i>	0	3	0
<i>M. rugulosa</i>	60	0	0	<i>F. fusca</i>	2	0	0
<i>M. schencki</i>	18	31	10	<i>L. alienus</i>	0	0	1
<i>F. cunicularia</i>	24	7	10	<i>M. rubra</i>	0	0	0
<i>L. mixtus</i>	0	23	2	<i>M. ruginodis</i>	0	0	0
<i>F. rufibarbis</i>	3	9	12	<i>M. rugulosa</i>	0	0	0
<i>C. ligniperda</i>	4	0	4	<i>M. sabuleti</i>	0	0	0
<i>L. fuliginosus</i>	2	6	0	<i>M. scabrinodis</i>	0	0	0
<i>M. lobicornis</i>	3	0	3	<i>T. tuberum</i>	0	0	0
<i>M. rubra</i>	5	0	0	<i>L. gredleri</i>	0	0	0
<i>L. umbratus</i>	0	5	0	<i>C. herkuleanus</i>	0	0	0
<i>C. herkuleanus</i>	1	0	2	<i>C. ligniperda</i>	0	0	0
<i>T. tuberum</i>	1	0	1	<i>F. pratensis</i>	0	0	0
<i>L. gredleri</i>	0	1	1	<i>F. rufibarbis</i>	0	0	0
<i>L. flavus</i>	0	0	2	<i>L. flavus</i>	0	0	0
<i>T.cf.caespitum</i>	0	0	1	<i>L. fuliginosus</i>	0	0	0
<i>F. pratensis</i>	0	1	0	<i>L. mixtus</i>	0	0	0
<i>T. unifasciatus</i>	0	0	0	<i>L. niger</i>	0	0	0
<i>L. alienus</i>	0	0	0	<i>L. umbratus</i>	0	0	0



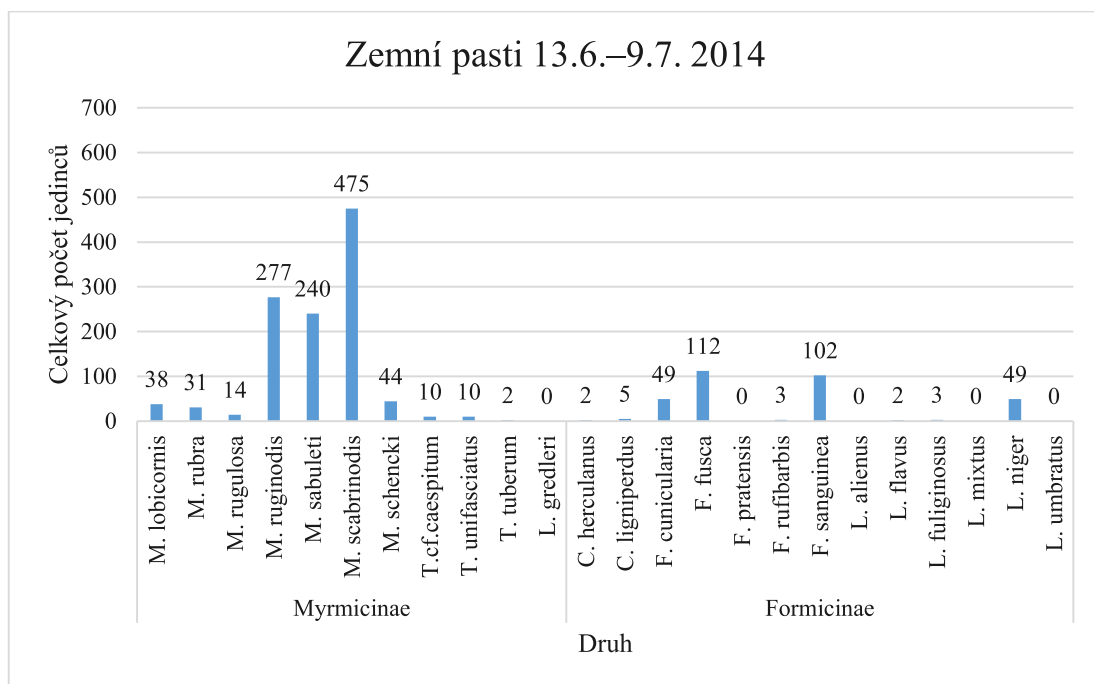
Obr. 1: Výskyt *Formica exsecta* v České republice. Tmavé čtverce – aktuální výskyt, světlé čtverce – historický výskyt (zdroj Bezděčková, Bezděčka 2011)



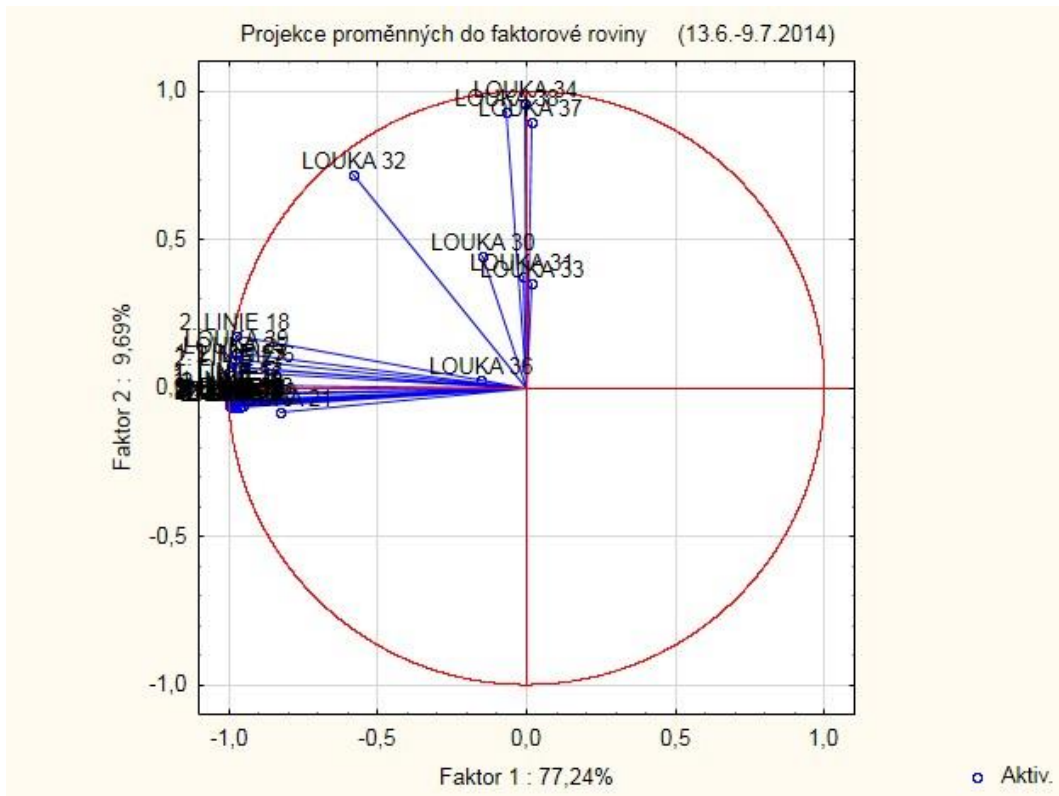
Obr. 2: Výskyt *Formica pressilabris* v České republice. Tmavý čtverec – současný výskyt, světlé čtverce – historický výskyt (zdroj Bezděčková, Bezděčka 2011)



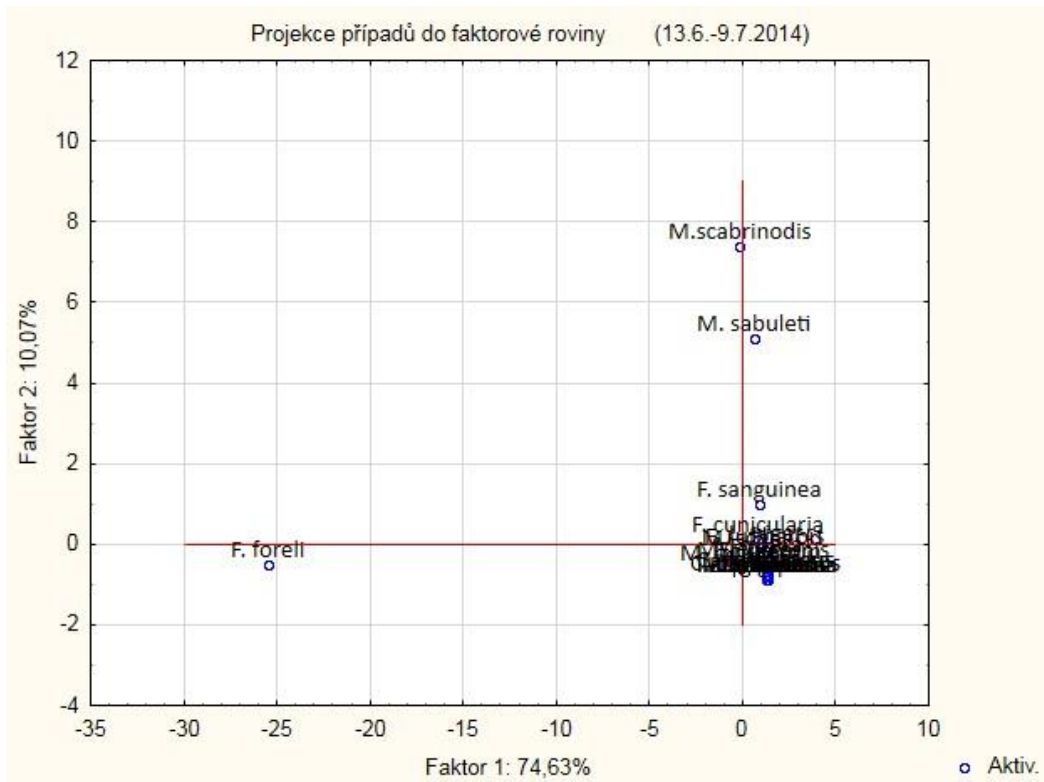
Obr. 3. Výskyt *Formica foreli* v České republice. Tmavé čtverce – současný výskyt, světlé čtverce – historický výskyt (zdroj Bezděčková, Bezděčka 2011)



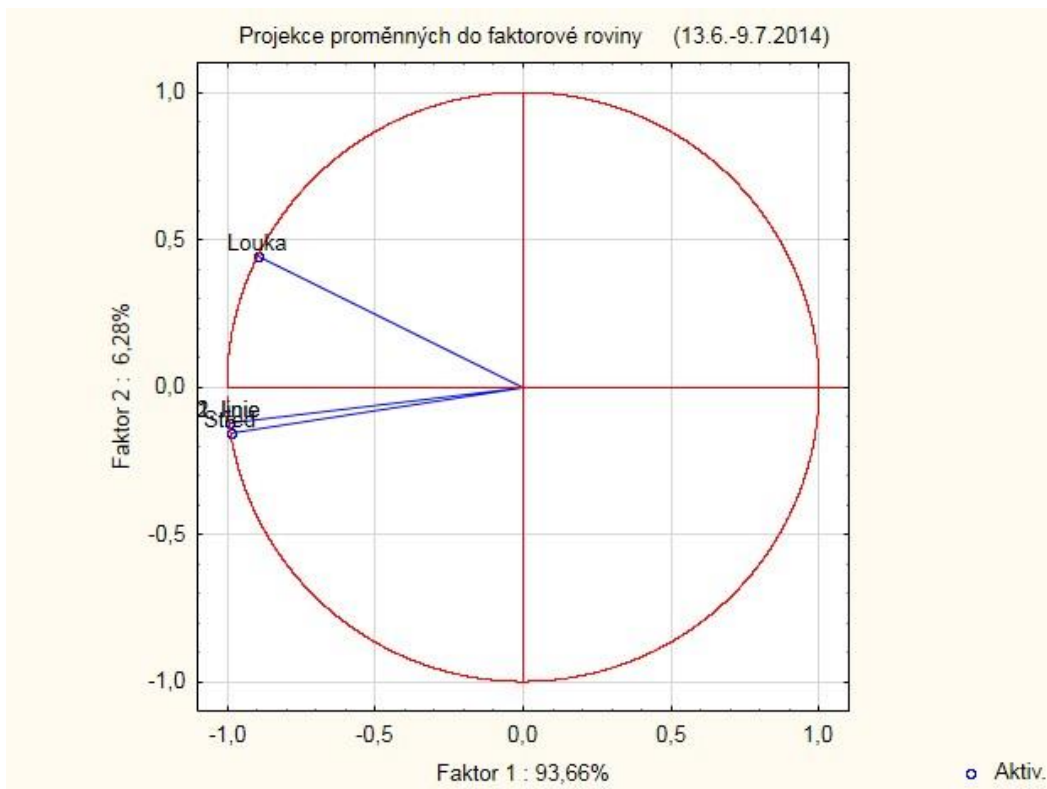
Obr. 4: Četnost výskytu druhů mravenců v zemních pastech na lokalitě Štěměchy



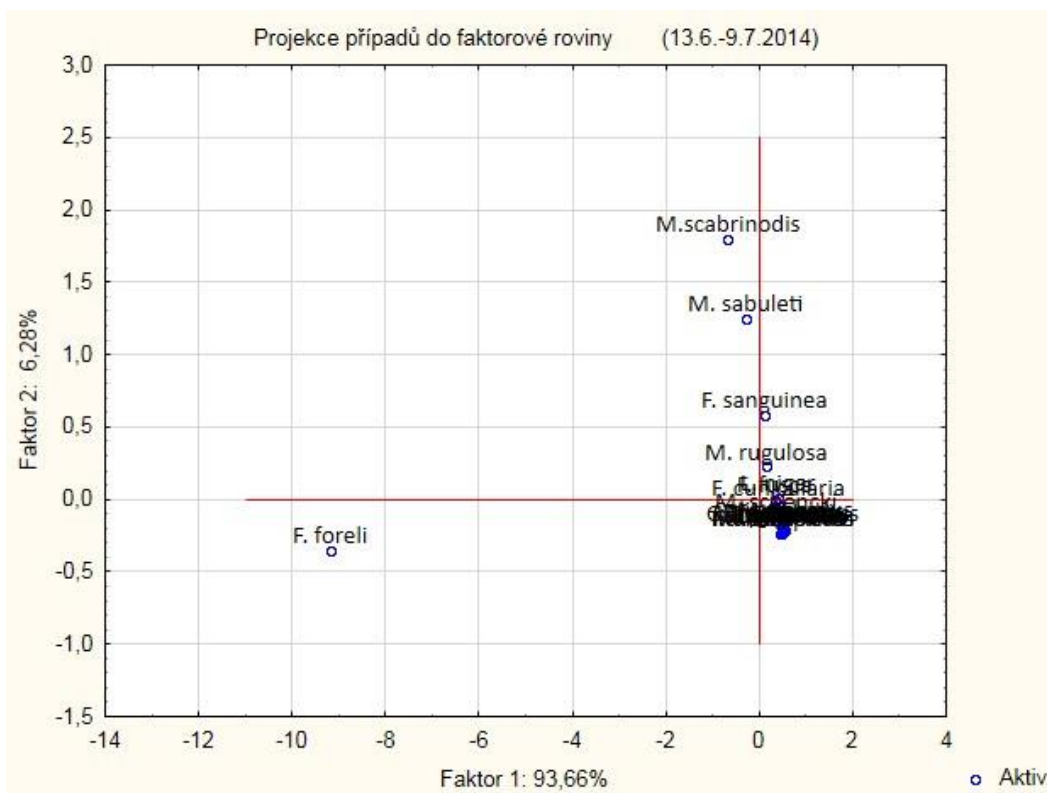
Obr. 5: PCA analýza dat jednotlivých pastí (13.6.–9.7.2014)



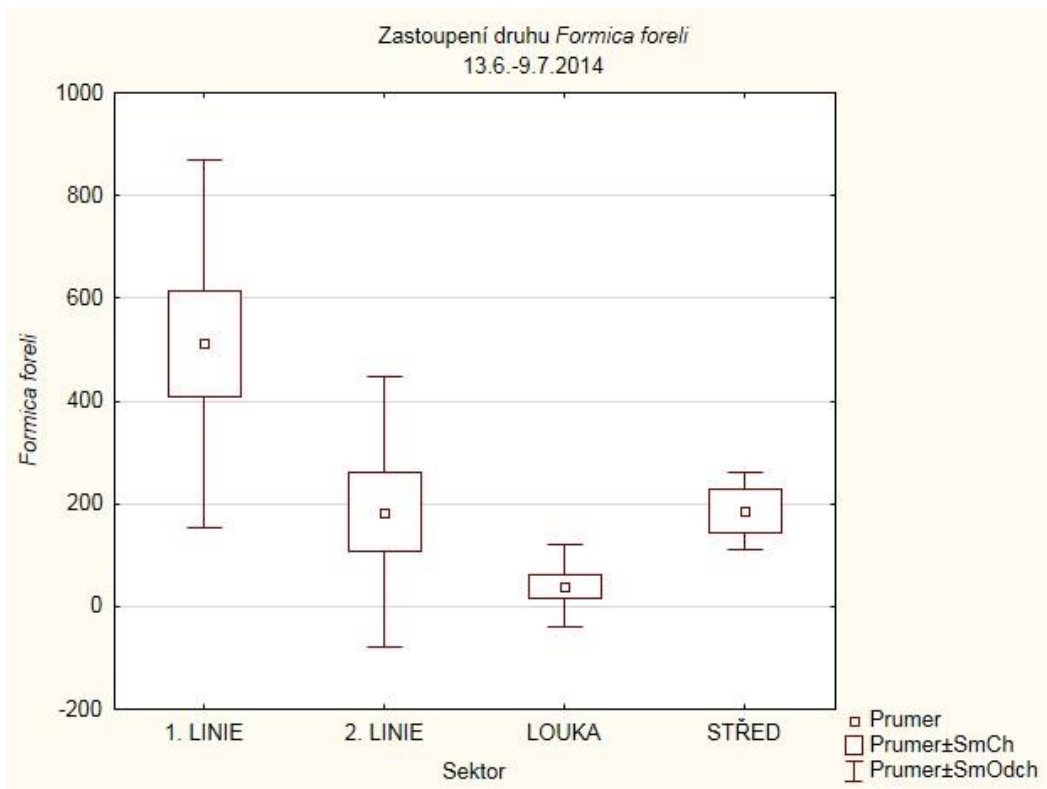
Obr. 6: PCA analýza dat jednotlivých pastí (13.6.–9.7.2014)



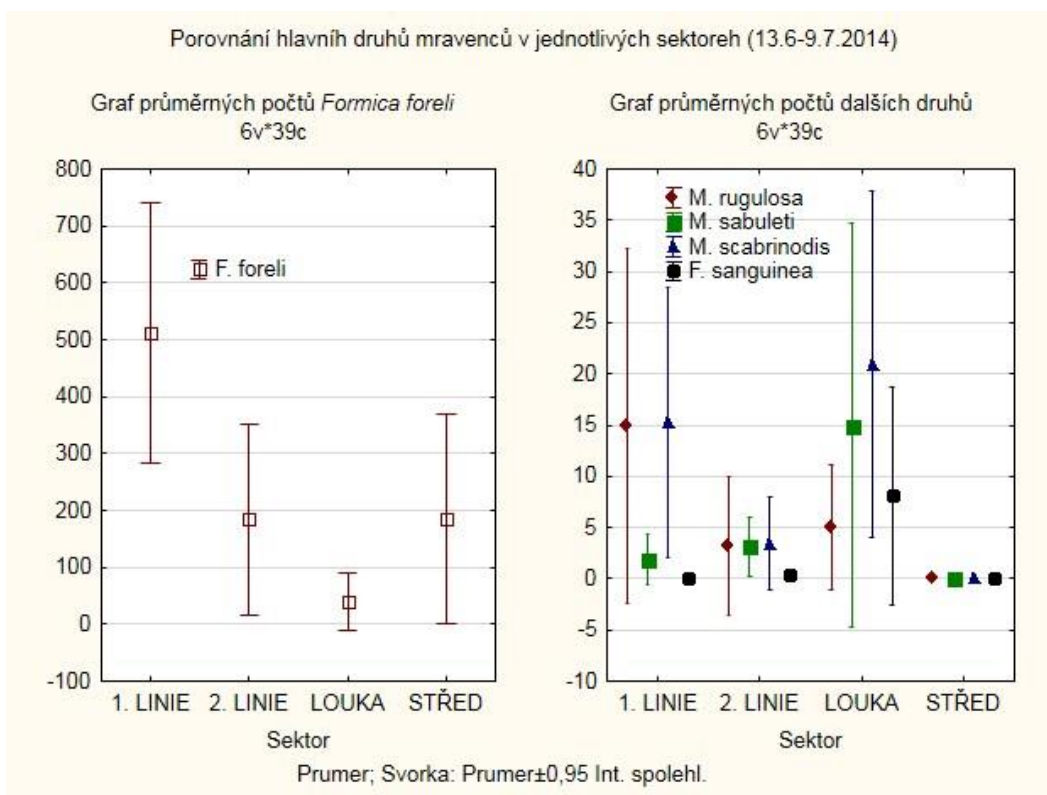
Obr. 7 PCA analýza z průměrných dat v jednotlivých sektorech (13.6.–9.7.2014)



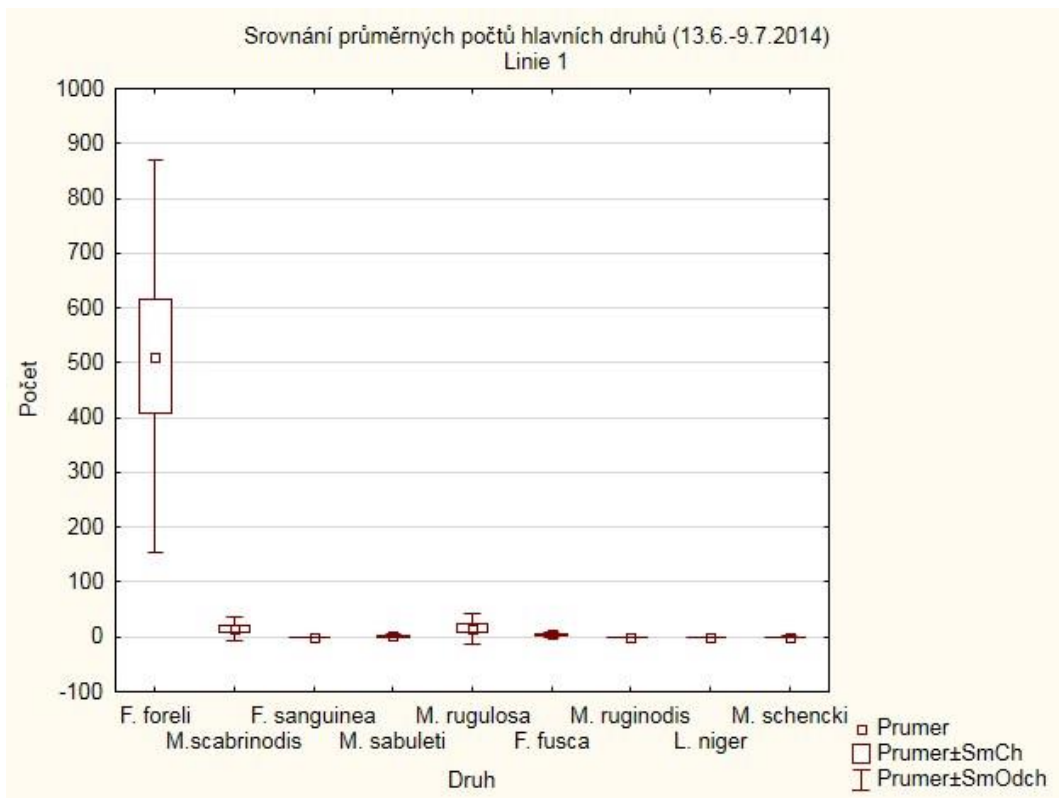
Obr. 8: PCA analýza z průměrných dat v jednotlivých sektorech (13.6.–9.7.2014)



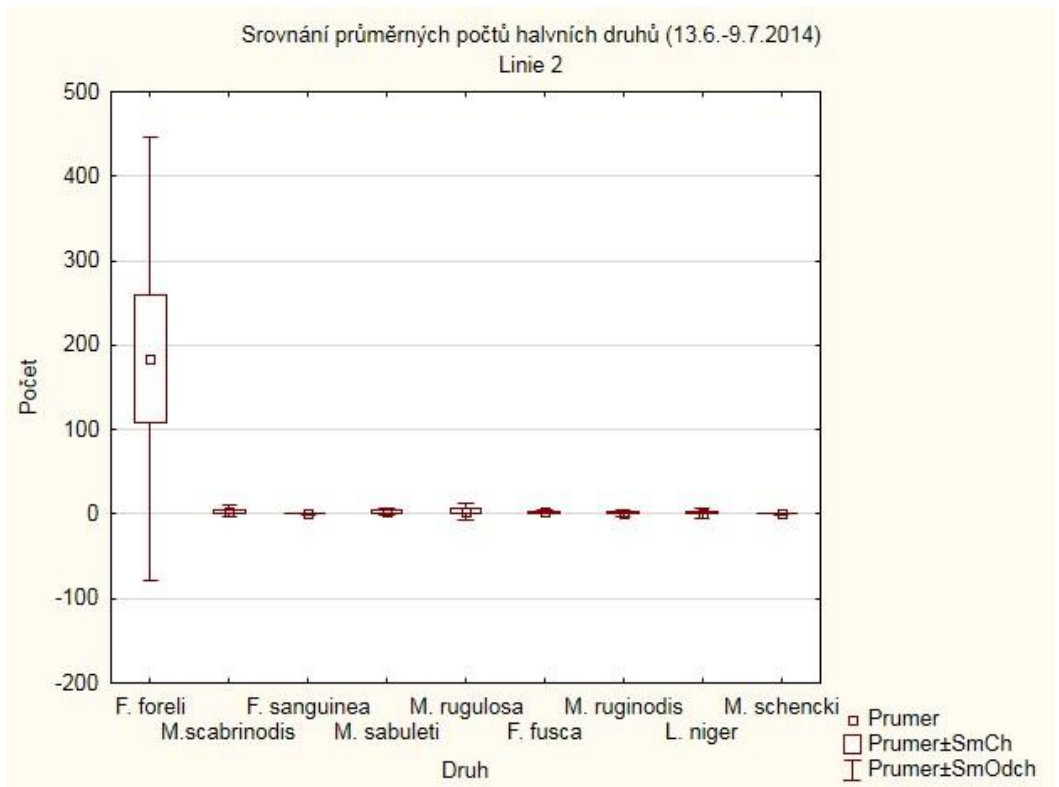
Obr. 9: Četnost výskytu druhu *Formica foreli* v rámci jednotlivých sektorů (Kruskal–Wallis test 13.6.–9.7.2014)



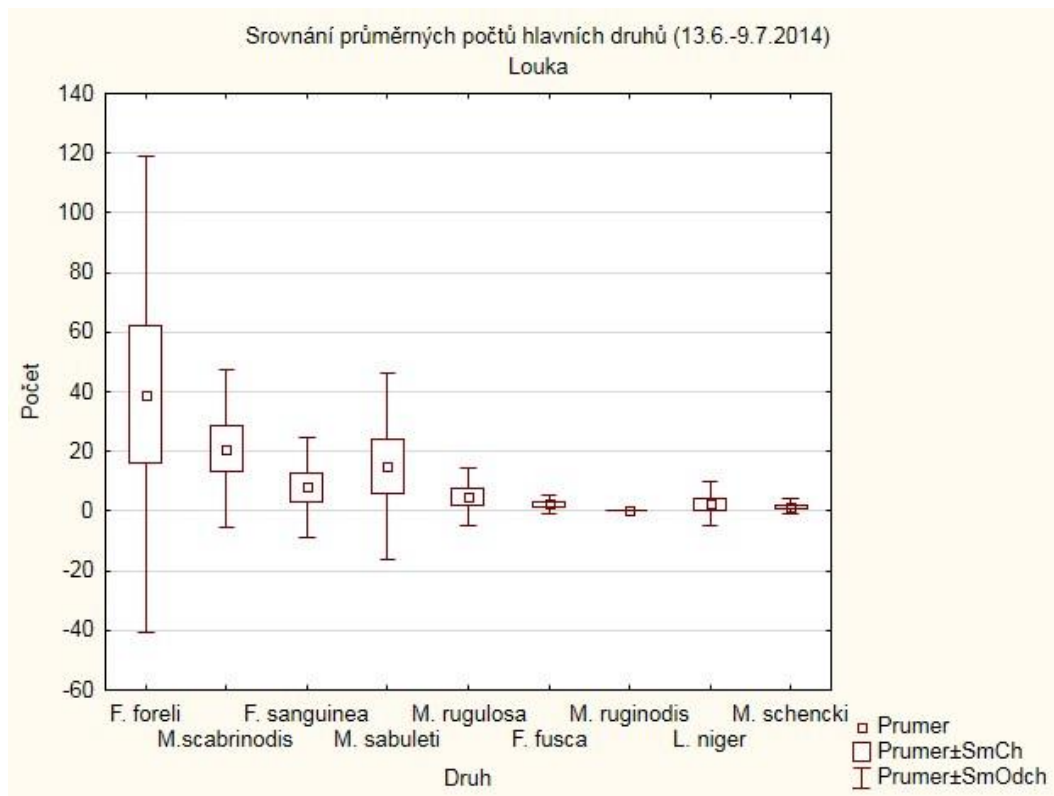
Obr. 10: Četnost výskytu hlavních druhů mravenců zachycených v zemních pastech (13.6.–9.7.2014)



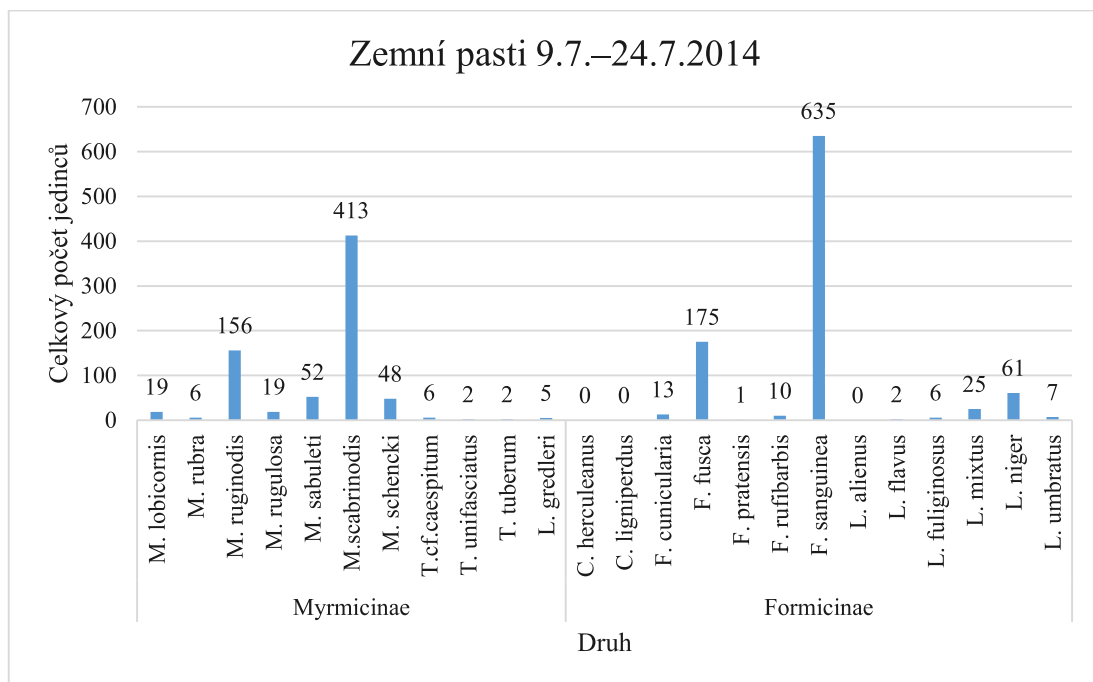
Obr. 11: Epigeická aktivita hlavních druhů mravenců v sektoru Linie 1 (13.6.–9.7.2014)



Obr. 12: Epigeická aktivita hlavních druhů mravenců v sektoru Linie 2 (13.6.–9.7.2014)

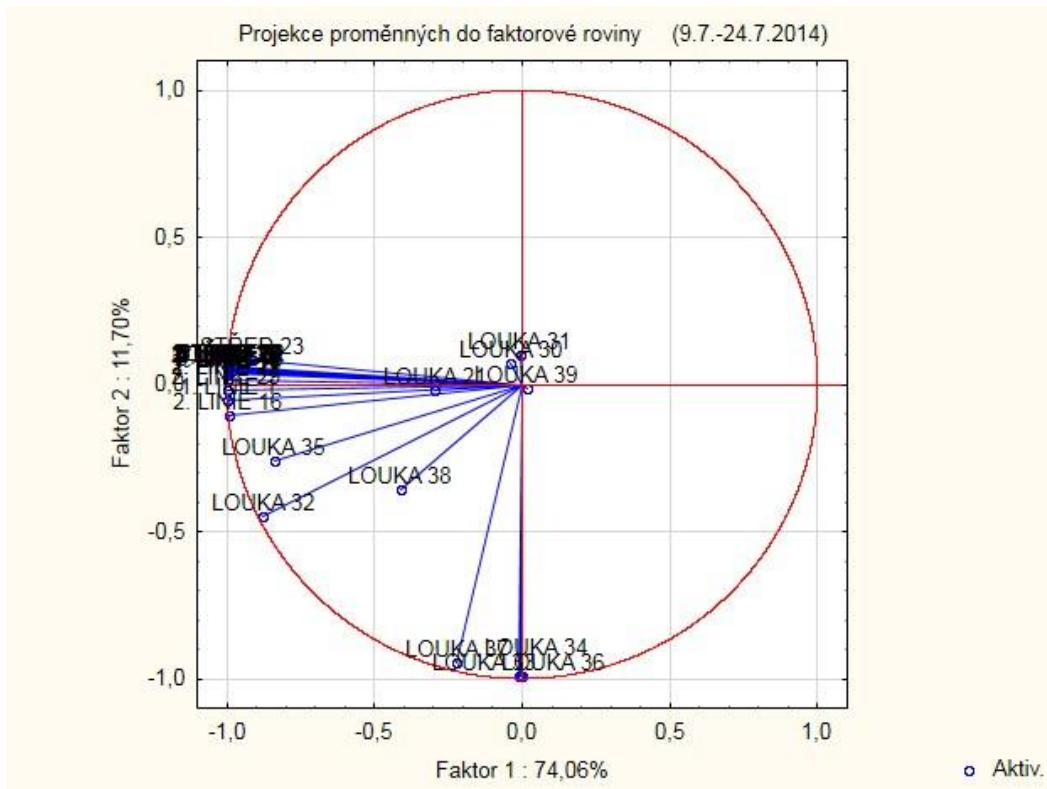


Obr. 13: Epigeická aktivita hlavních druhů mravenců v sektoru Louka (13.6.–9.7.2014)

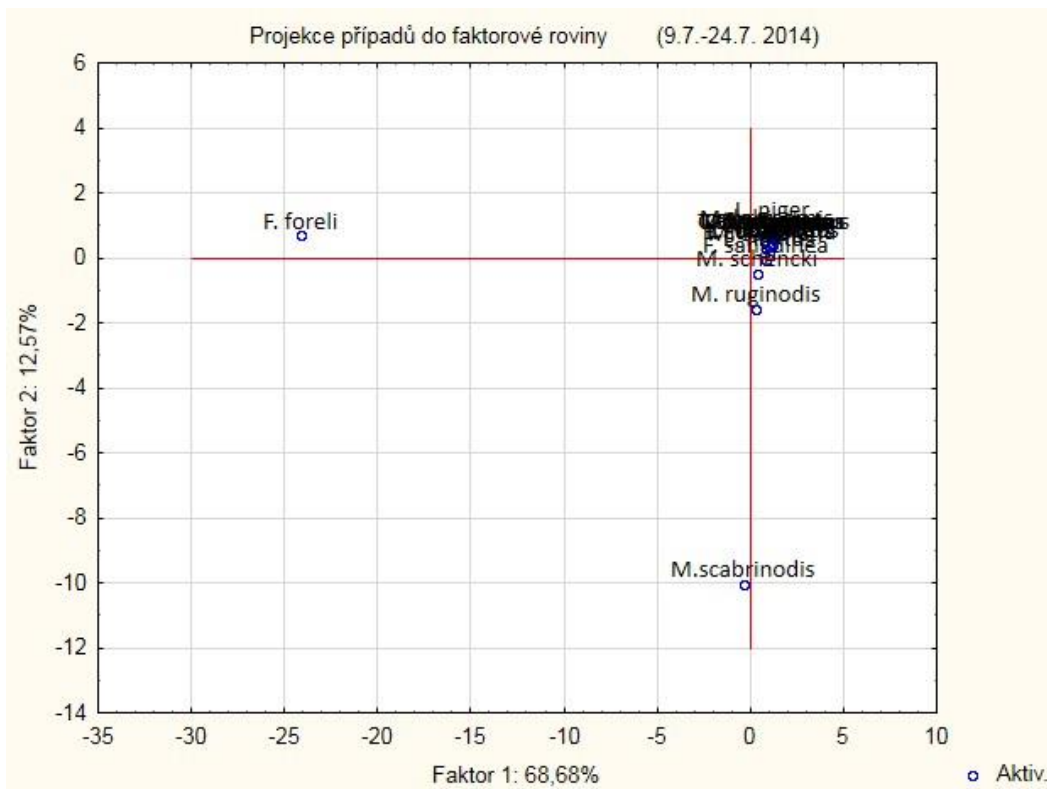


Obr. 14: Četnost výskytu druhů mravenců v zemních pastech na lokalitě Štěměchy

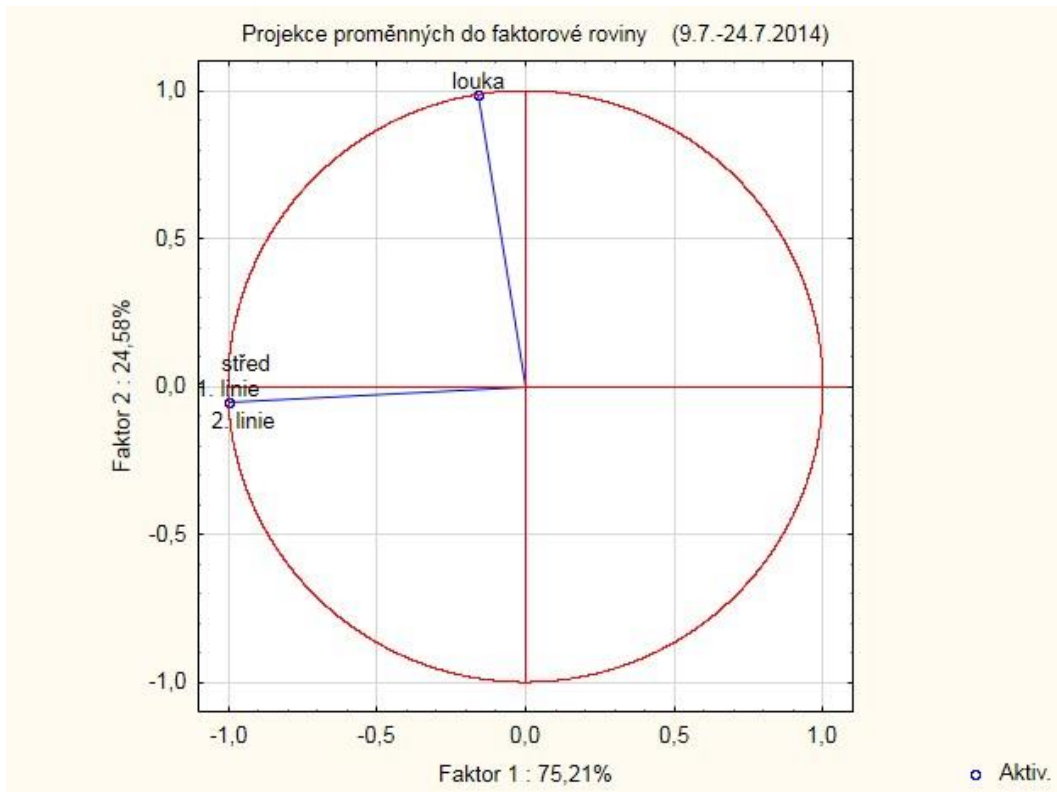




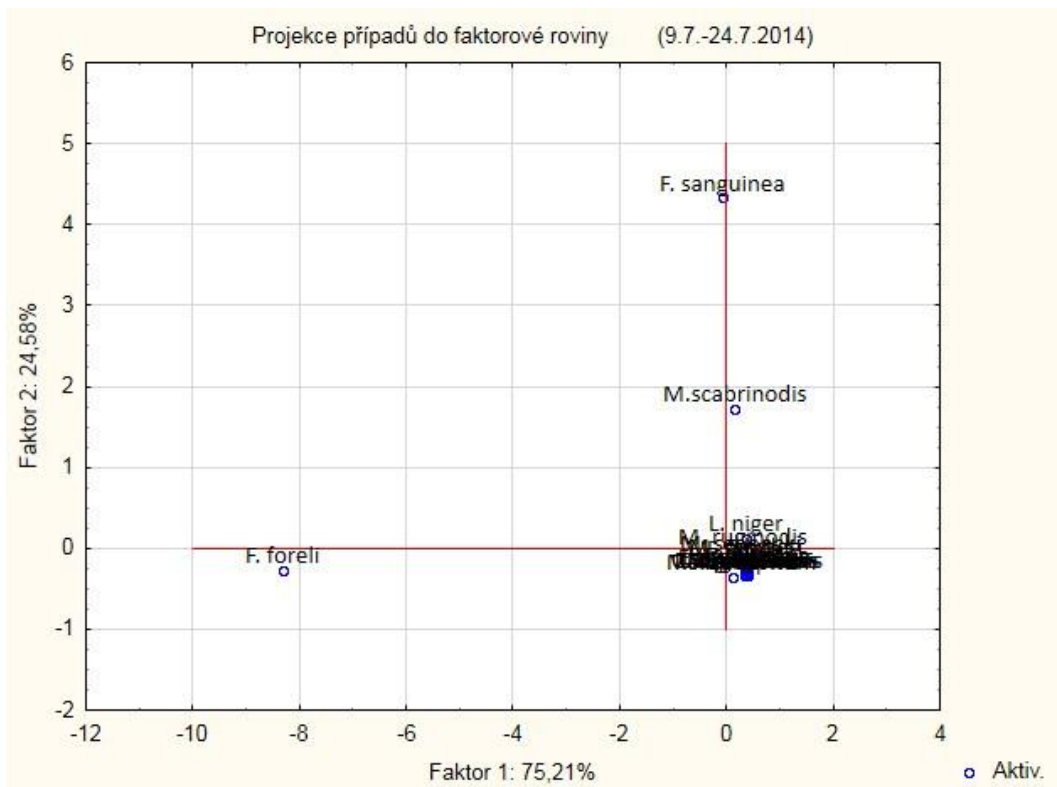
Obr. 15: PCA analýza dat jednotlivých pastí (9.7.–24.7.2014)



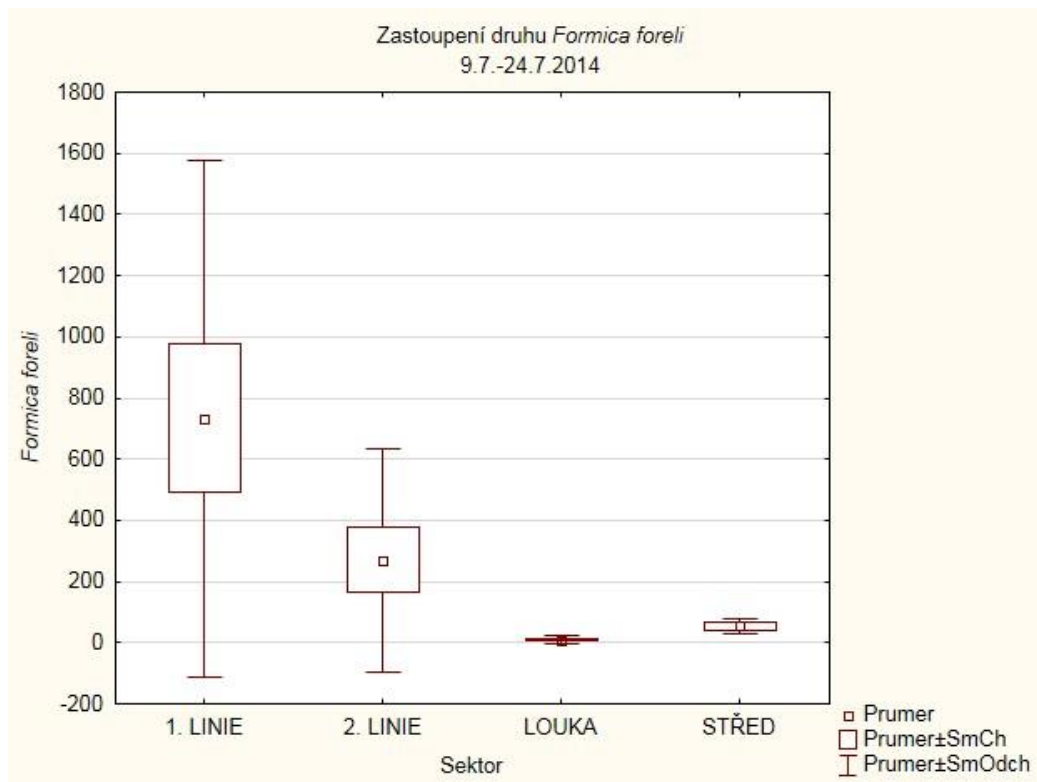
Obr. 16: PCA analýza dat jednotlivých pastí (9.7.–24.7.2014)



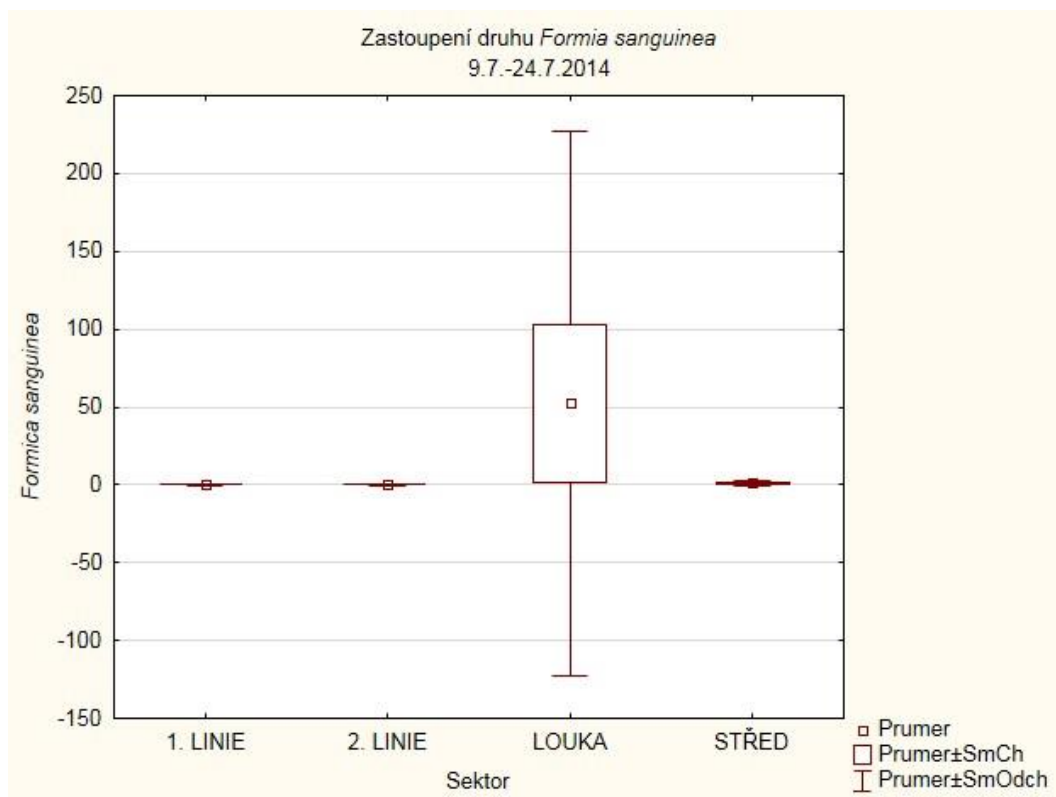
Obr. 17: PCA analýza z průměrných dat v jednotlivých sektorech (9.7.–24.7.2014)



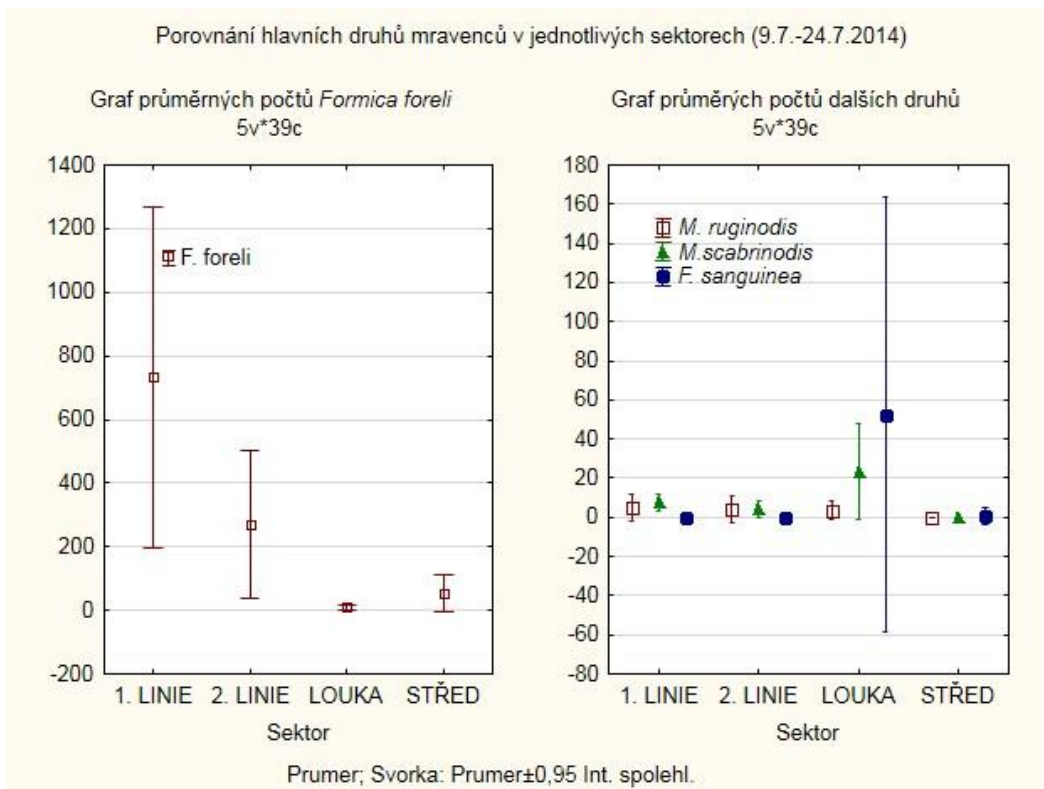
Obr. 18: PCA analýza z průměrných dat v jednotlivých sektorech (9.7.–24.7.2014)



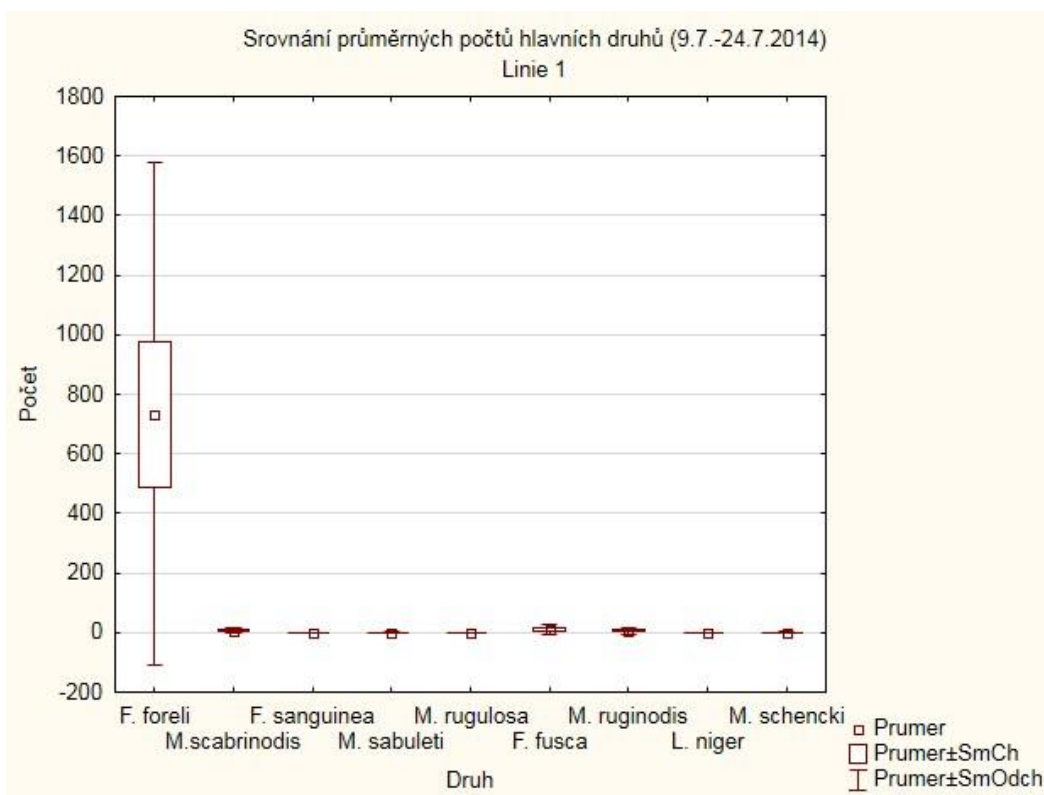
Obr. 19: Četnost výskytu druhu *Formica foreli* v rámci jednotlivých sektorů (Kruskal–Wallis test 9.7.–24.7.2014)



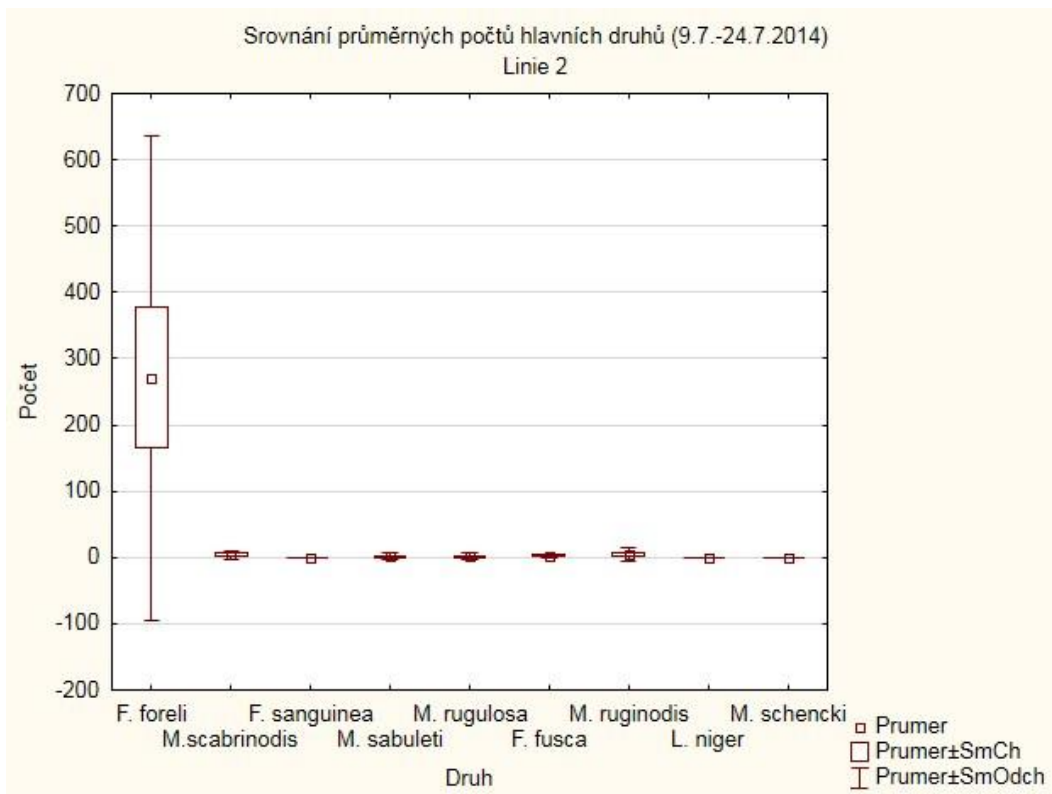
Obr. 20: Četnost výskytu druhu *Formica sanguinea* v rámci jednotlivých sektorů (Kruskal–Wallis test 9.7.–24.7.2014)



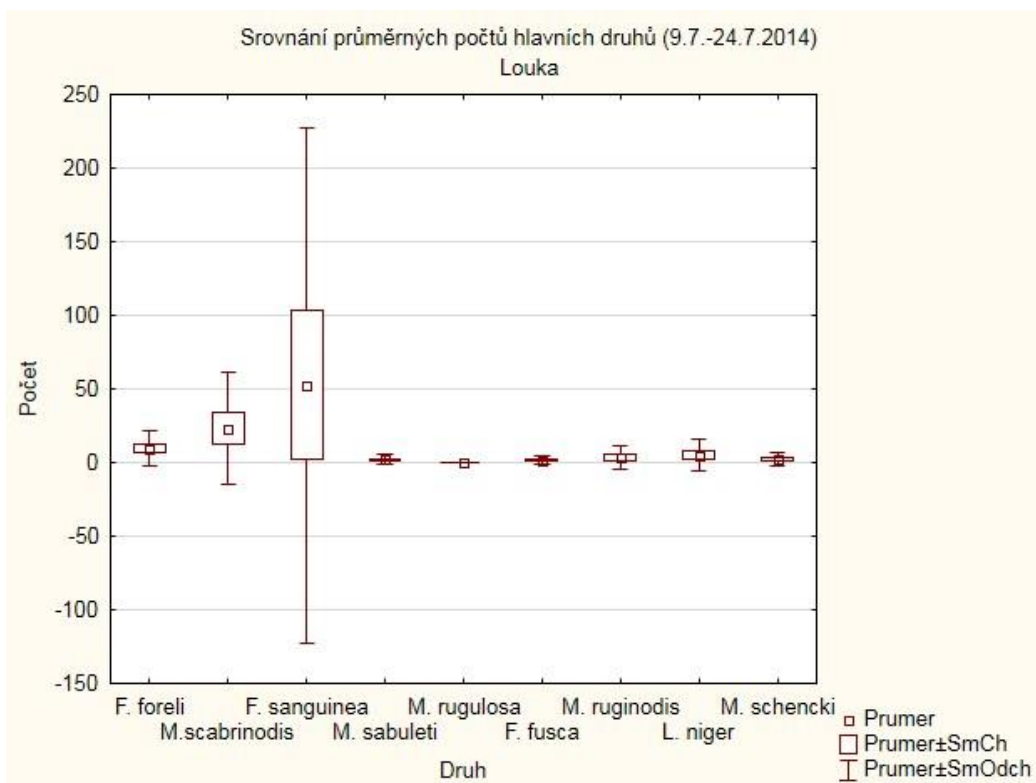
Obr. 21: Četnost výskytu hlavních druhů mravenců zachycených v zemních pastech (9.7.-24.7.2014)



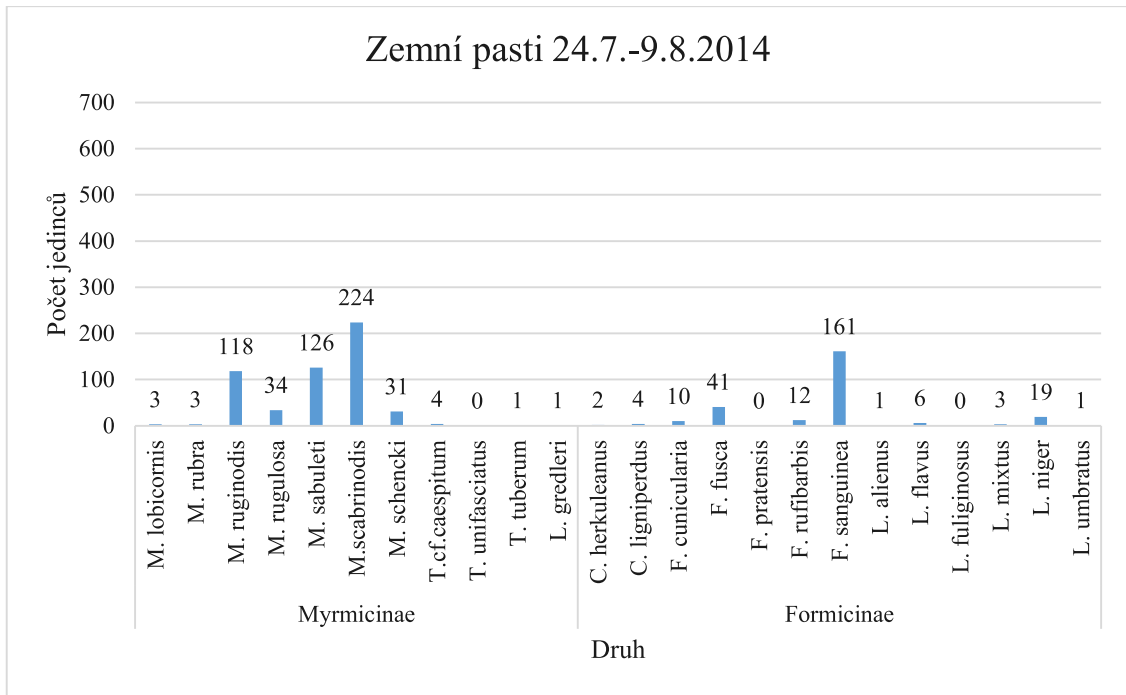
Obr. 22: Epigeická aktivita hlavních druhů mravenců v sektoru Linie 1 (9.7.-24.7.2014)



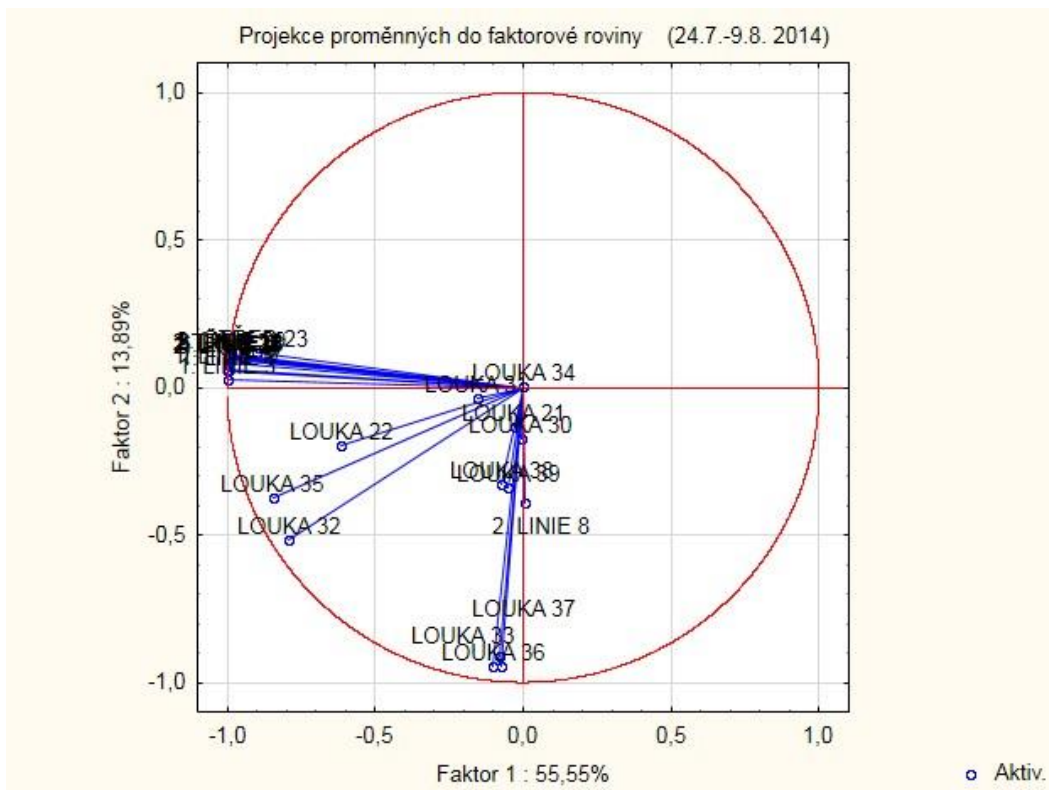
Obr. 23: Epigeická aktivita hlavních druhů mravenců v sektoru Linie 2 (9.7.–24.7.2014)



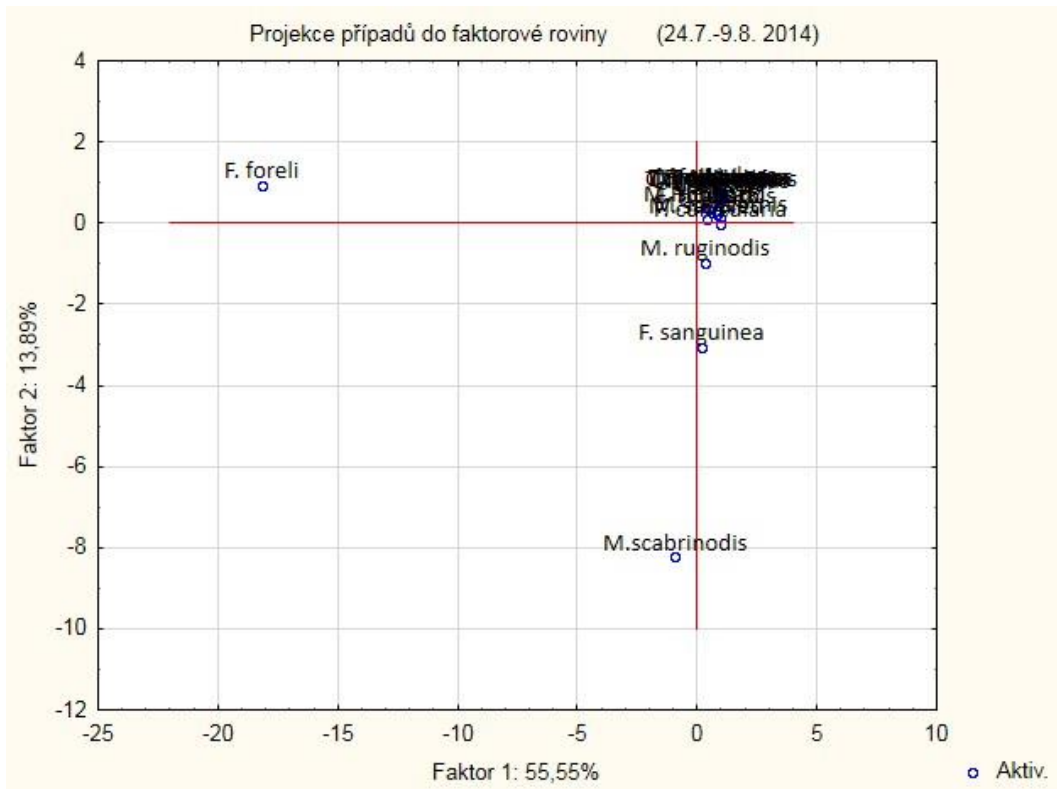
Obr. 24: Epigeická aktivita hlavních druhů mravenců v sektoru Louka (9.7.–24.7.2014)



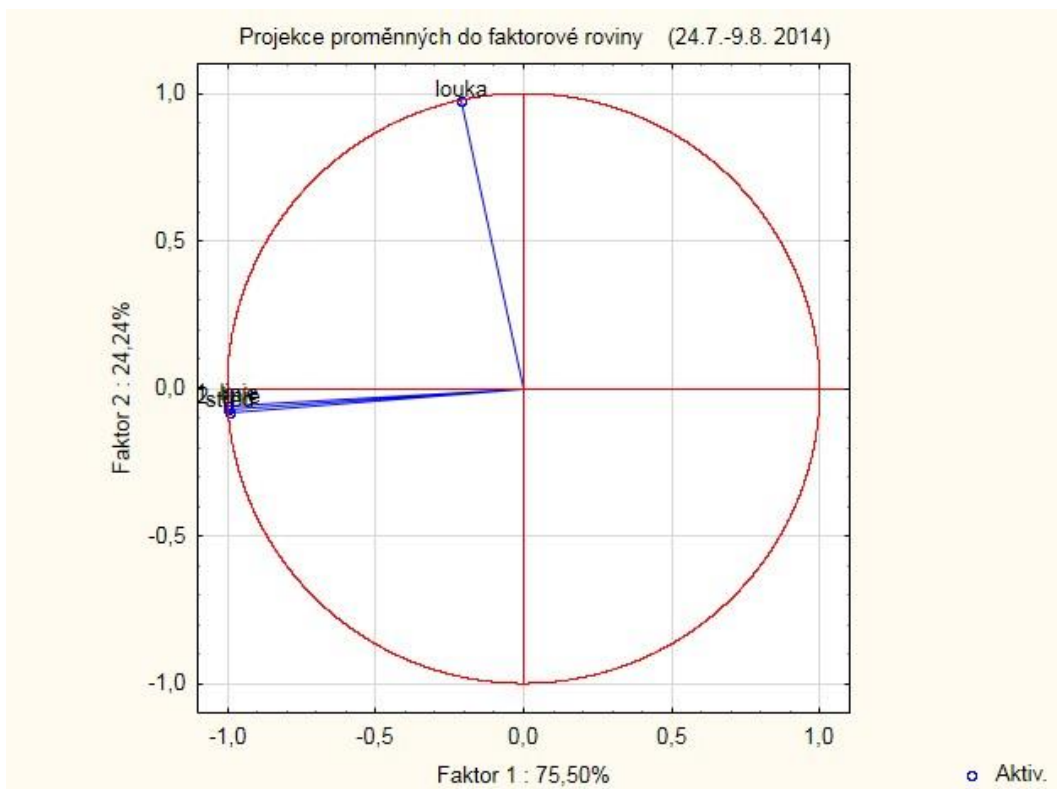
Obr. 25: Četnost výskytu zaznamenaných druhů mravenců v zemních pastech na lokalitě Štěměchy



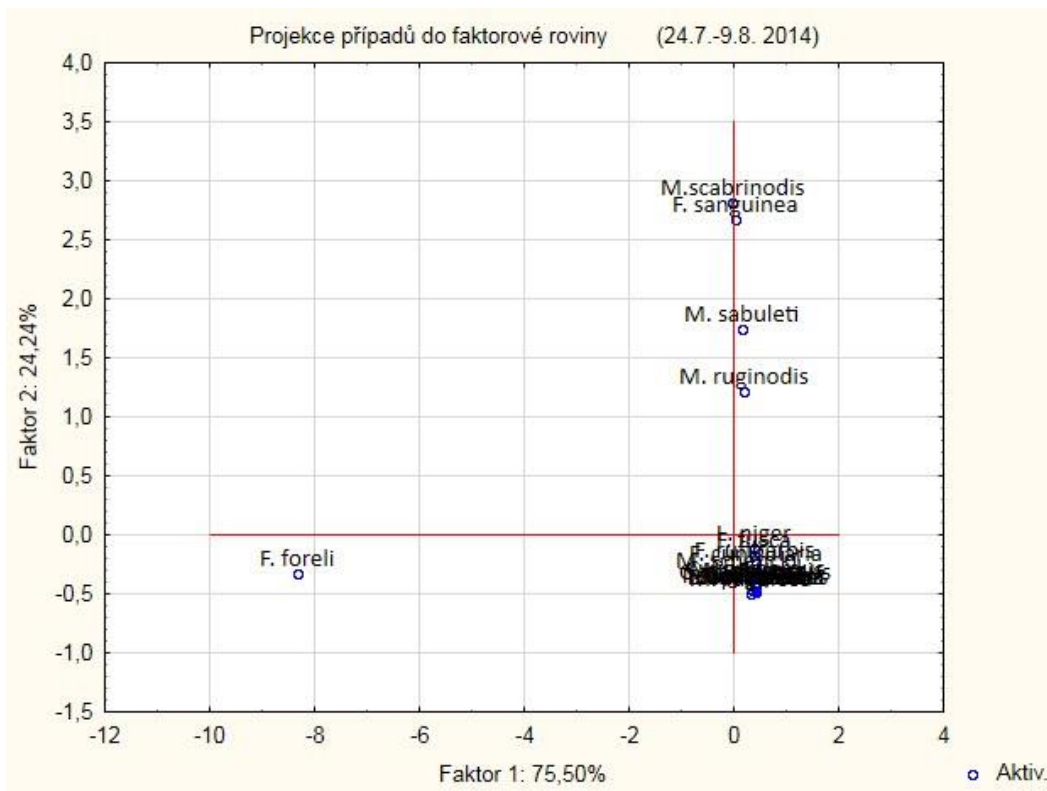
Obr. 26: PCA analýza dat jednotlivých pastí (24.7.–9.8.2014)



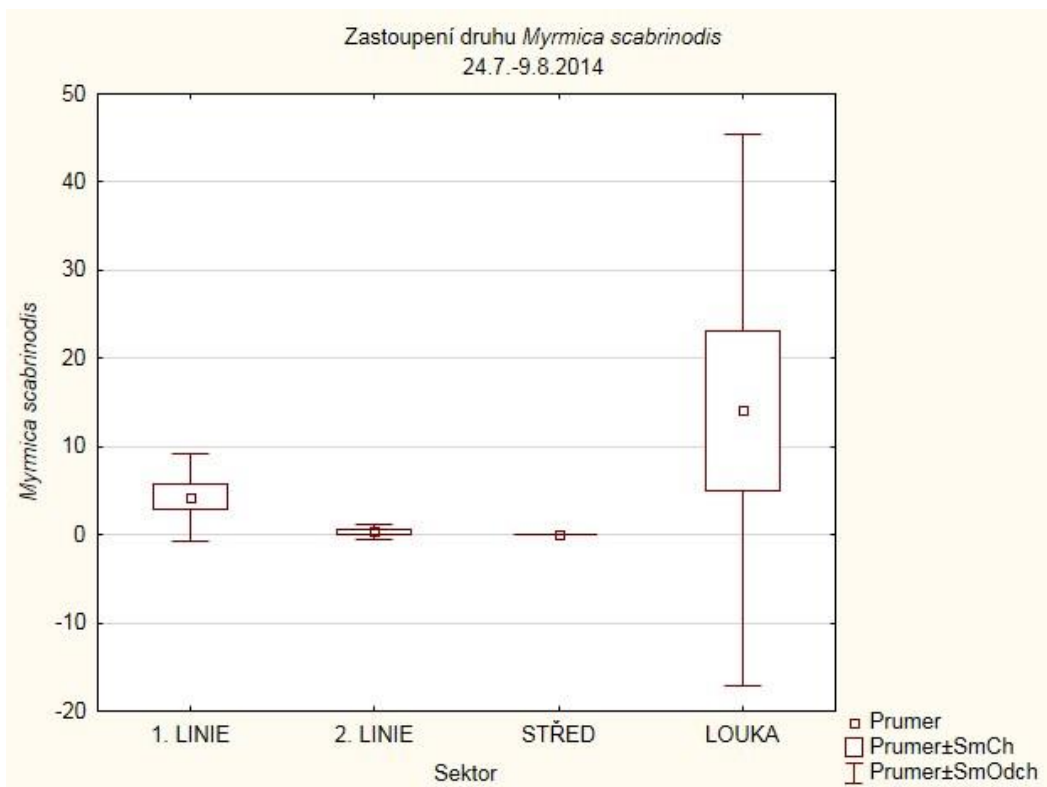
Obr. 27: PCA analýza dat jednotlivých pastí (24.7.–9.8.2014)



Obr. 28: PCA analýza z průměrných dat v jednotlivých sektorech (24.7.–9.8.2014)

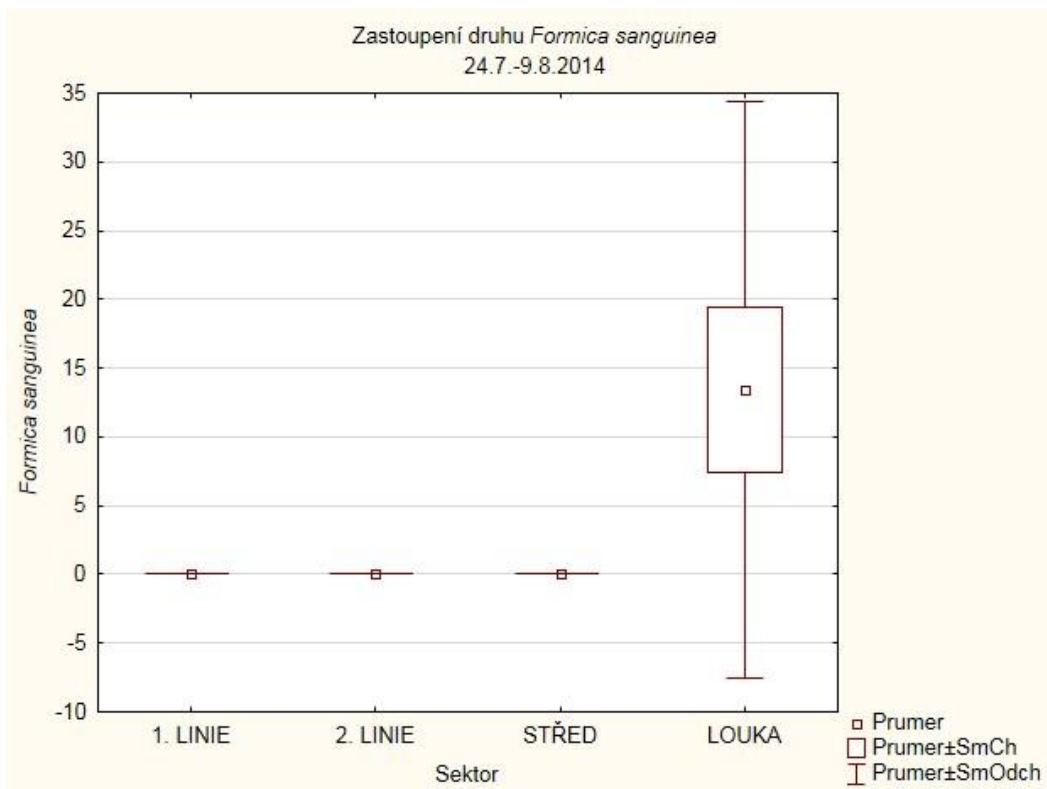


Obr. 29: PCA analýza z průměrných dat v jednotlivých sektorech (24.7.–9.8.2014)

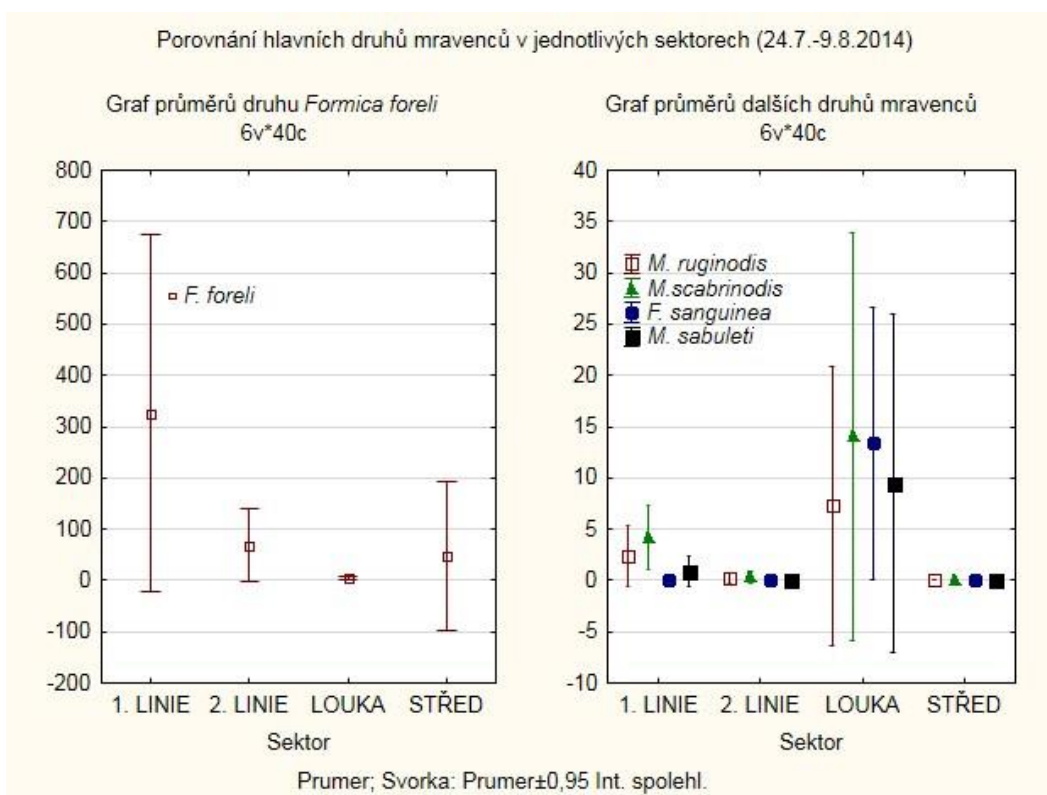


Obr. 30: Rozložení počtu jedinců druhu *Myrmica scabrinodis* v rámci jednotlivých sektorů (Kruskal–Wallis test 24.7.–9.8.2014)

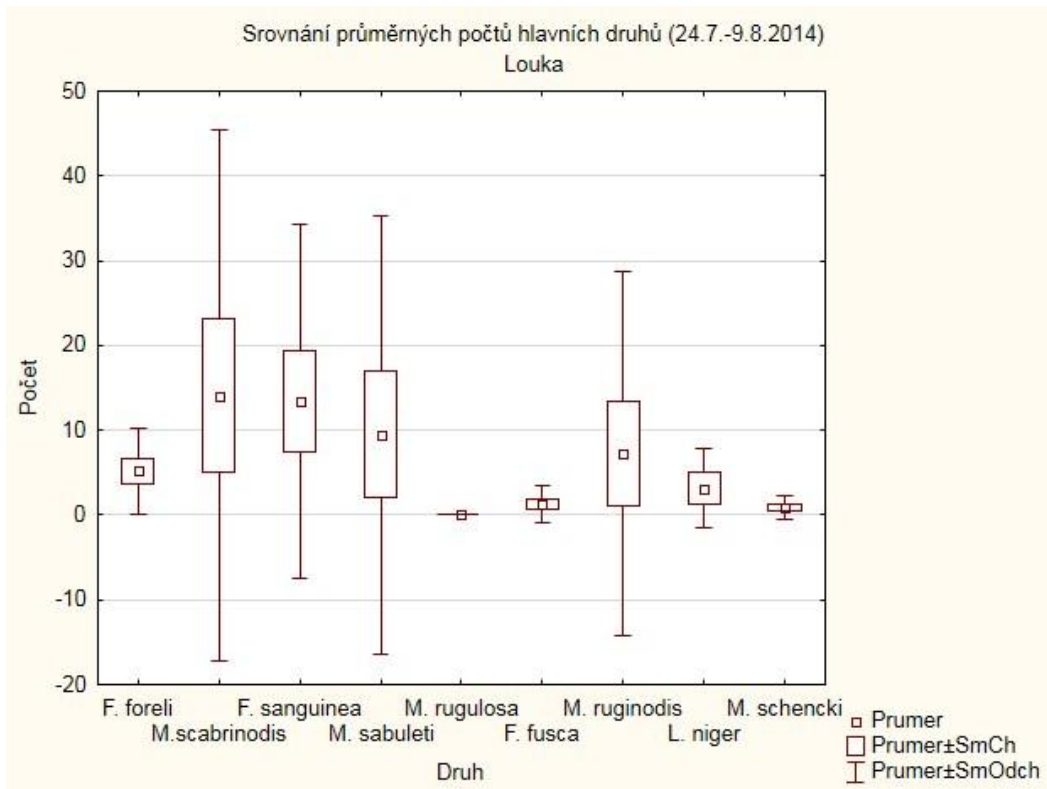




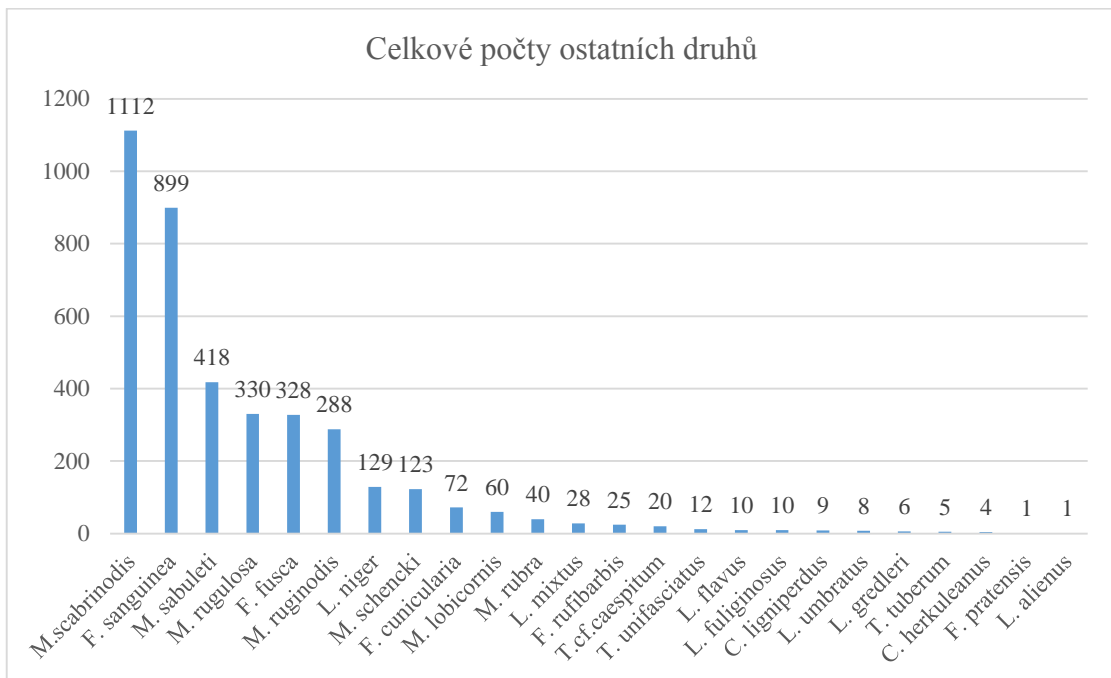
Obr. 31: Četnost výskytu druhu *Formica sanguinea* v rámci jednotlivých sektorů (Kruskal–Wallis test 24.7.–9.8.2014)



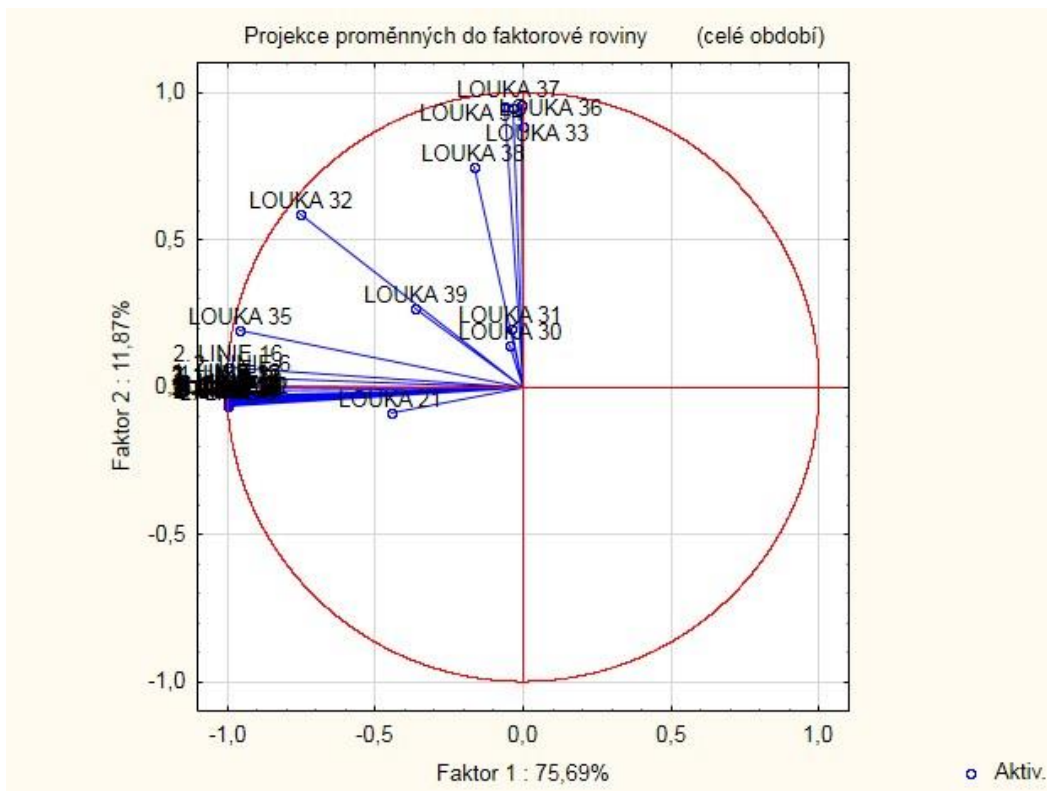
Obr. 32: Četnost výskytu hlavních druhů mravenců zachycených v zemních pastech (24.7.–9.8.2014)



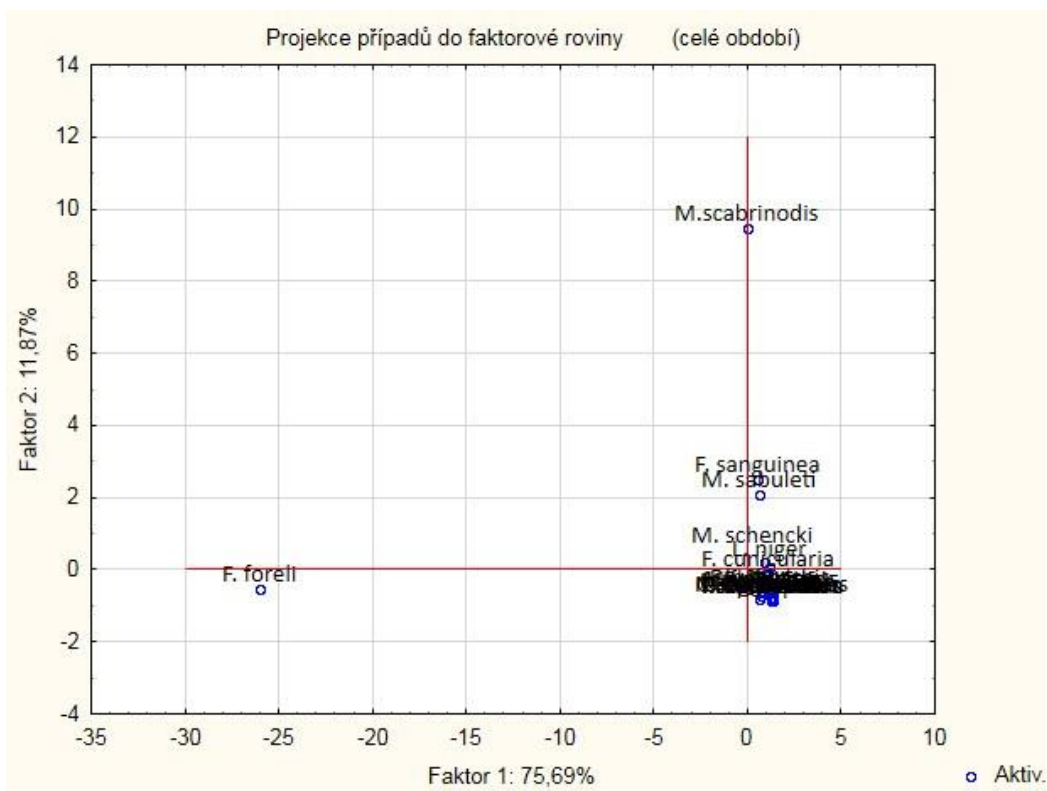
Obr. 33: Epigeická aktivita hlavních druhů mravenců v sektoru Louka (24.7.–9.8.2014)



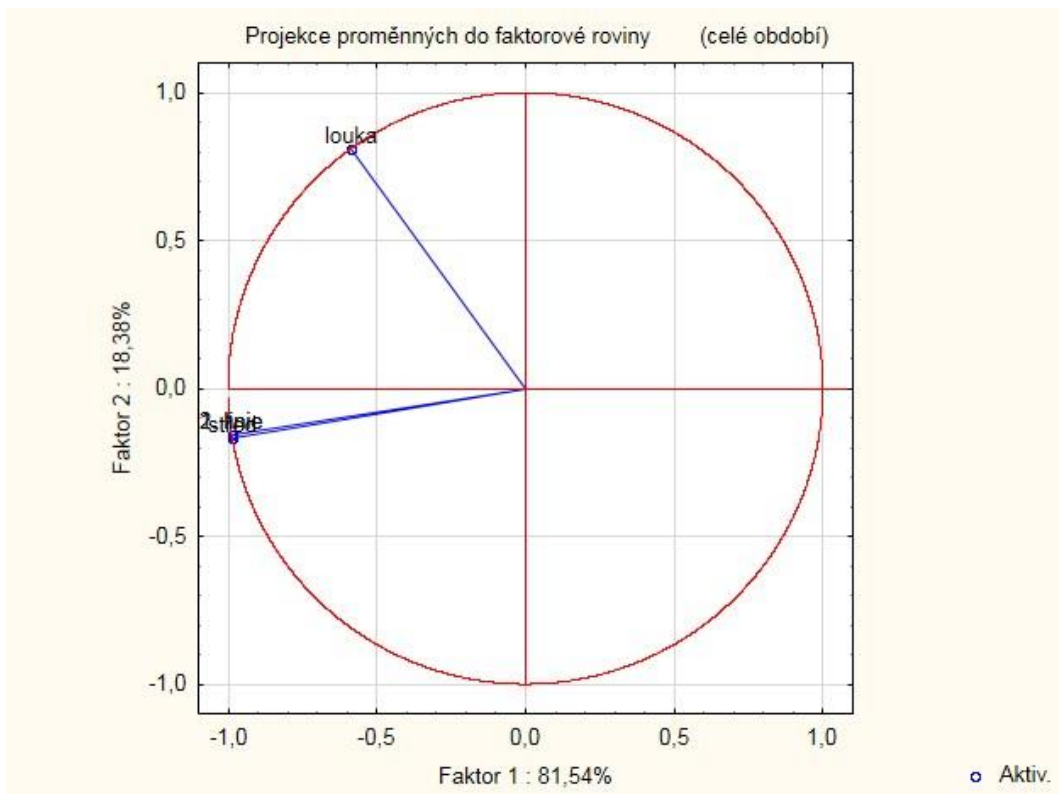
Obr. 34: Celkový počet zaznamenaných druhů na lokalitě Štěměchy (celé období)



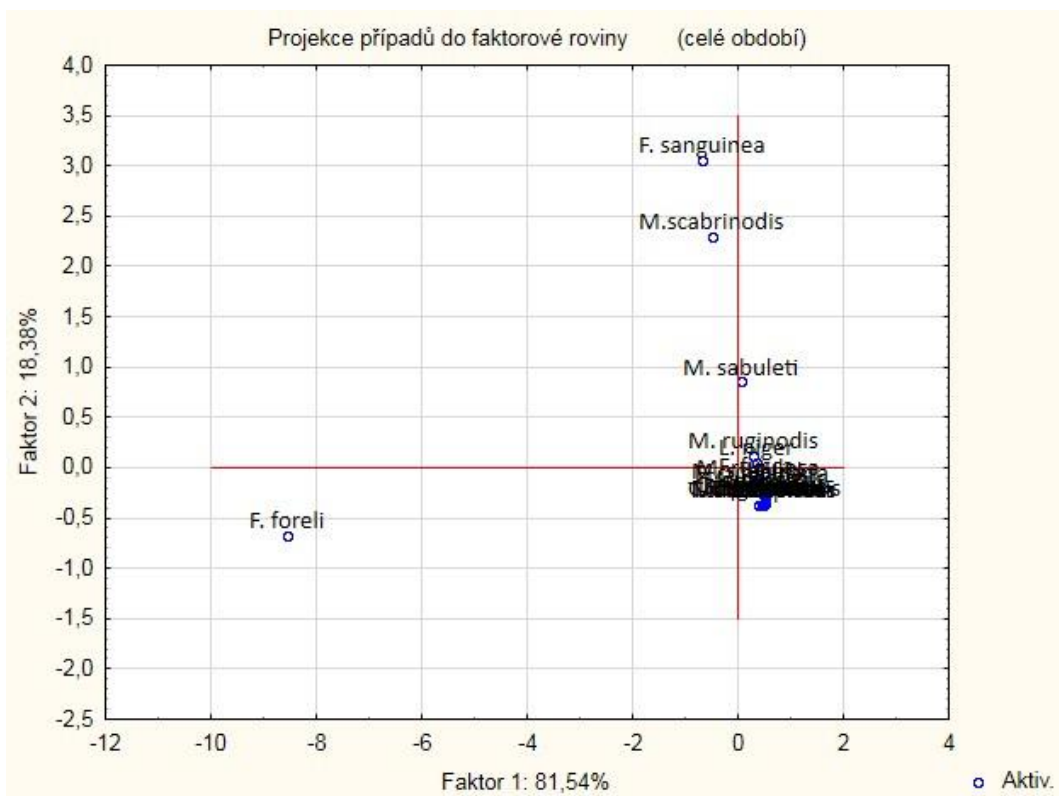
Obr. 35: PCA analýza dat jednotlivých pastí za celé období



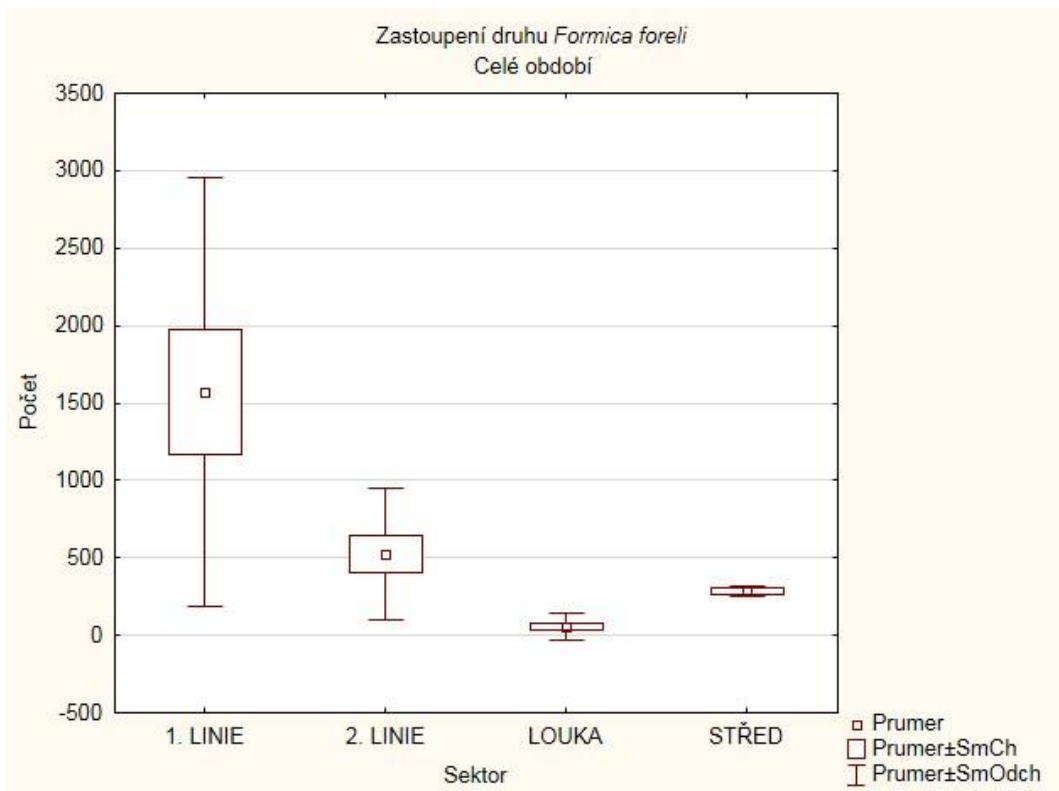
Obr. 36: PCA analýza dat jednotlivých pastí za celé období



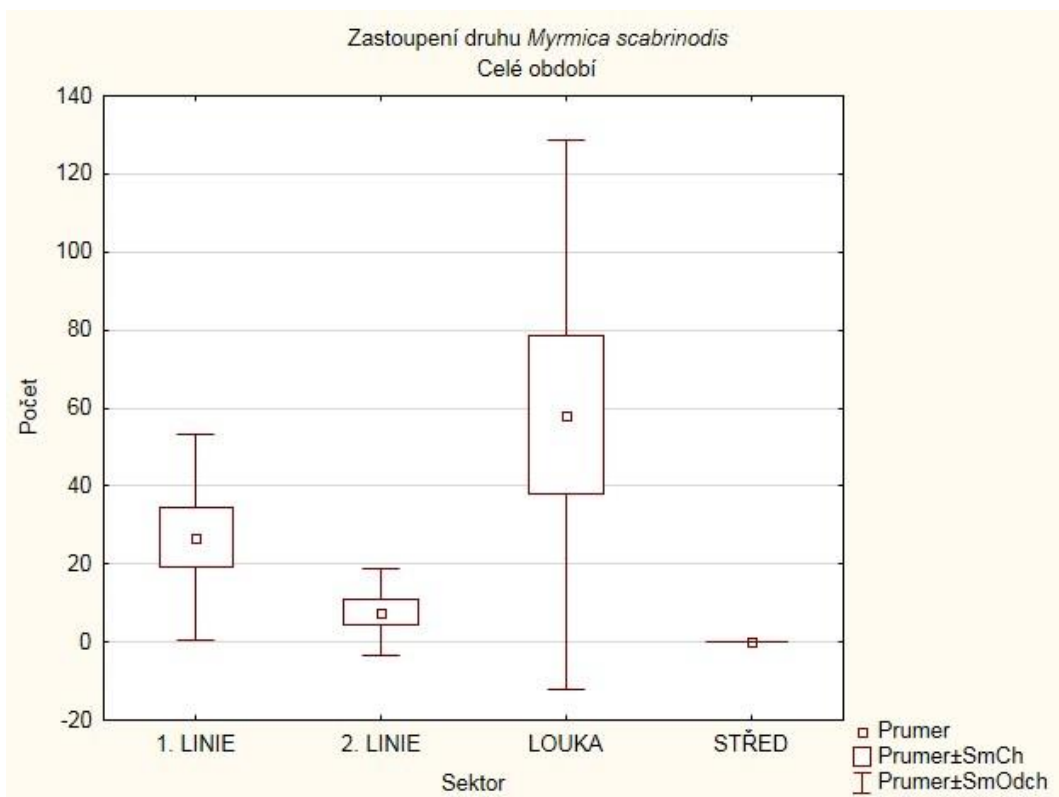
Obr. 37: PCA analýza z průměrných dat v jednotlivých sektorech za celé období



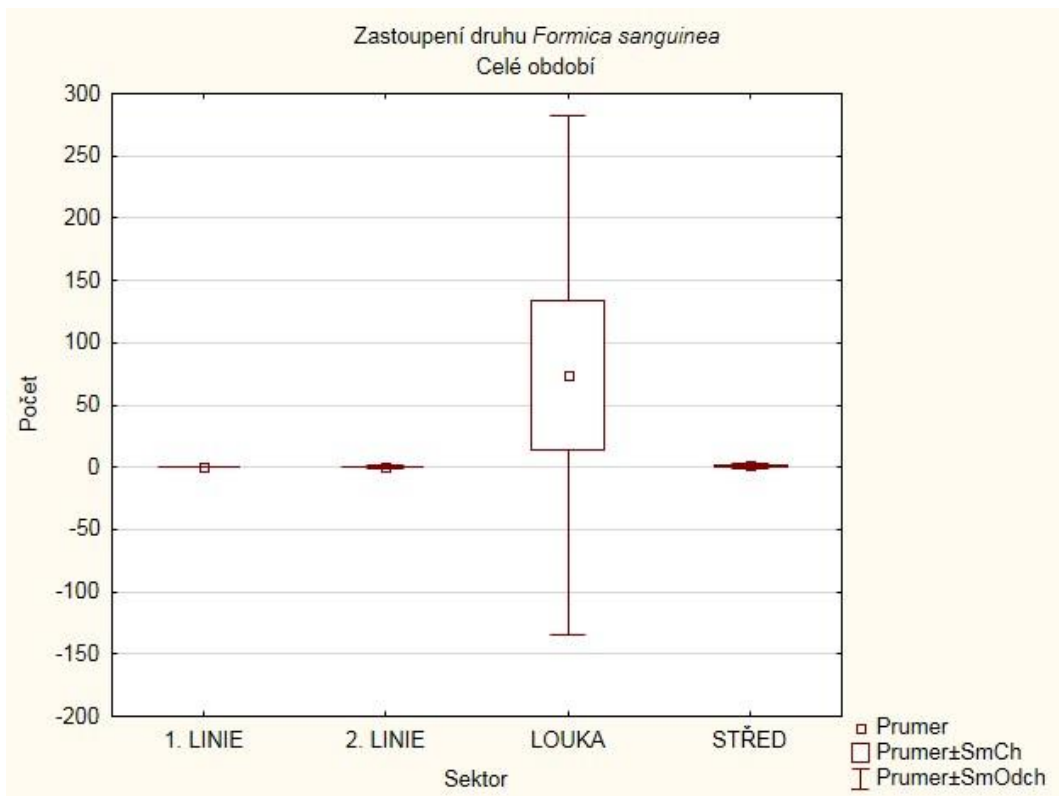
Obr. 38: PCA analýza z průměrných dat v jednotlivých sektorech za celé období



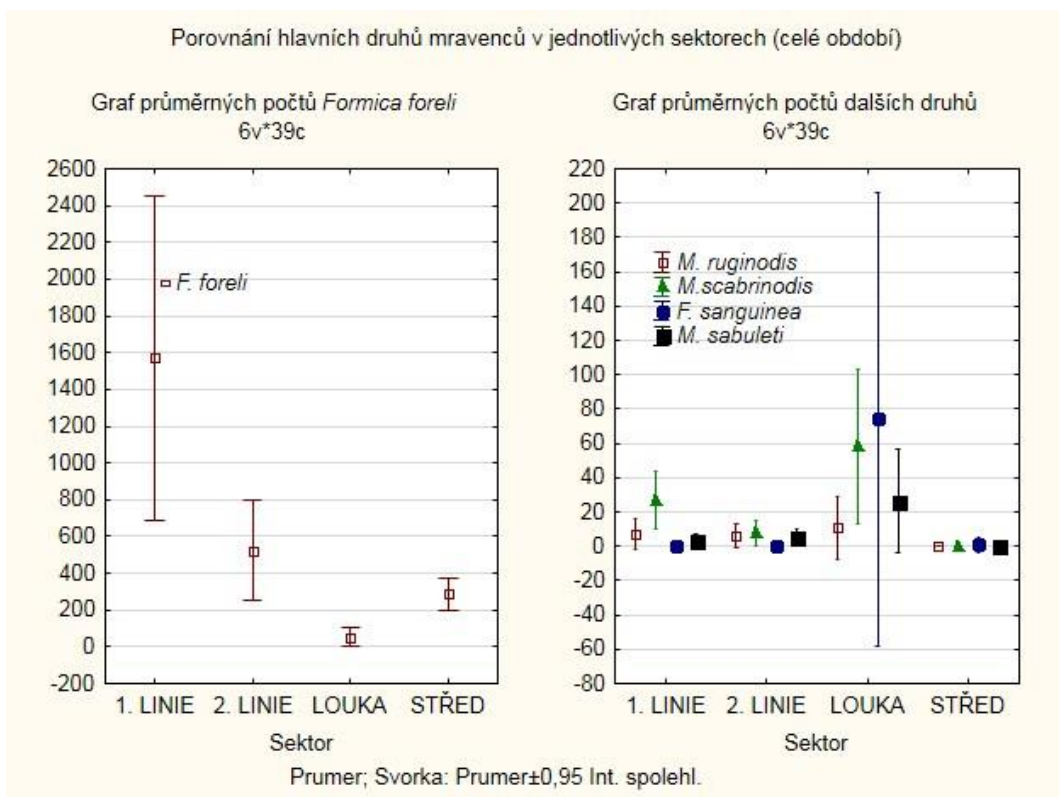
Obr. 39: Četnost výskytu druhu *Formica foreli* v rámci jednotlivých sektorů (Kruskal–Wallis test – celé období)



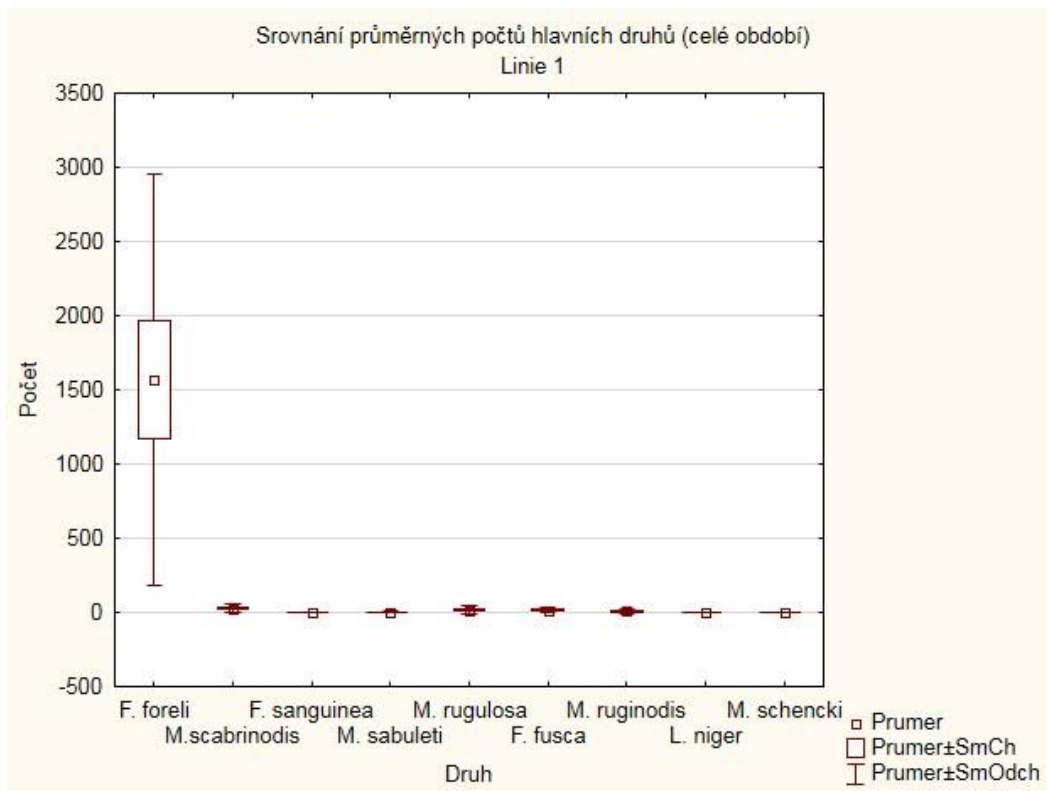
Obr. 40: Četnost výskytu jedinců druhu *Myrmica scabrinodis* v rámci jednotlivých sektorů (Kruskal–Wallis test – celé období)



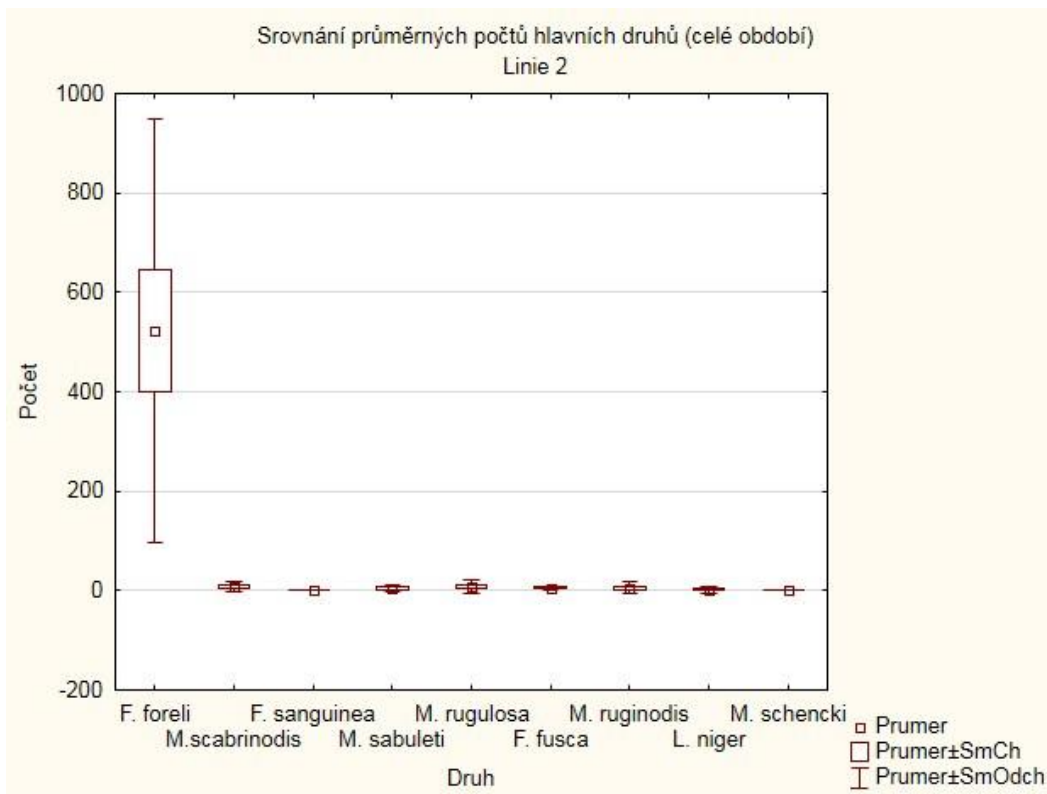
Obr. 41: Četnost výskytu druhu *Formica sanguinea* v rámci jednotlivých sektorů (Kruskal–Wallis test za celé období)



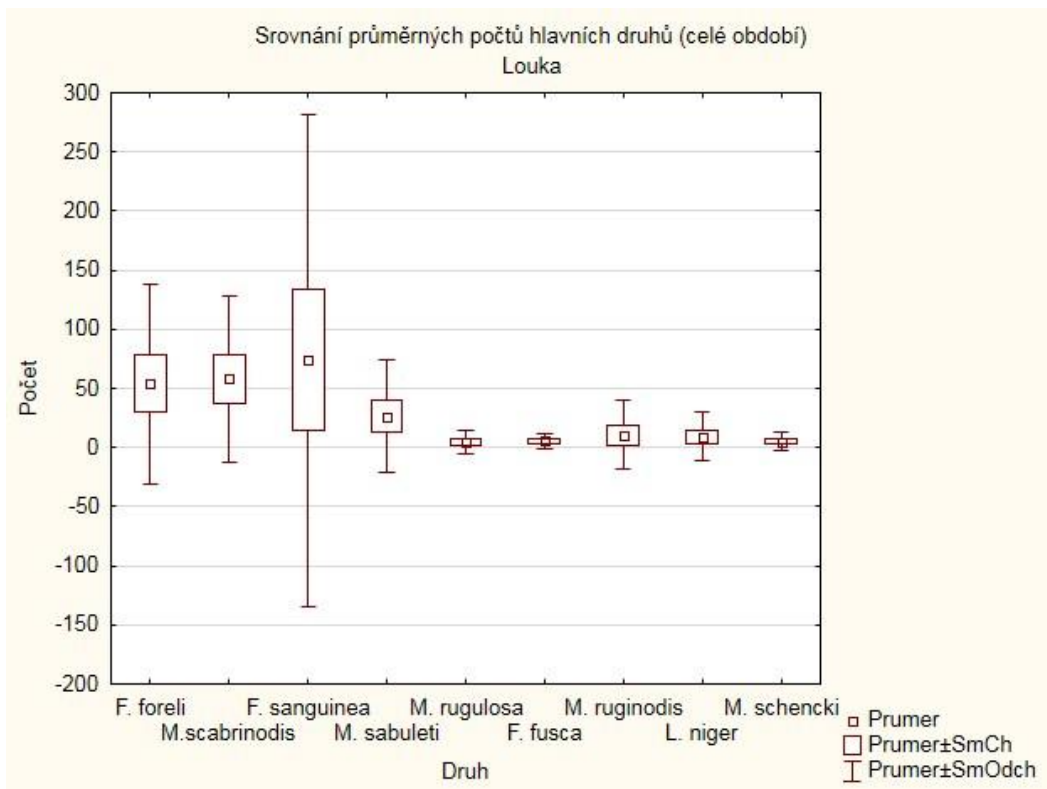
Obr. 42: Četnost výskytu hlavních druhů mravenců zachycených v zemních pastech (celé období)



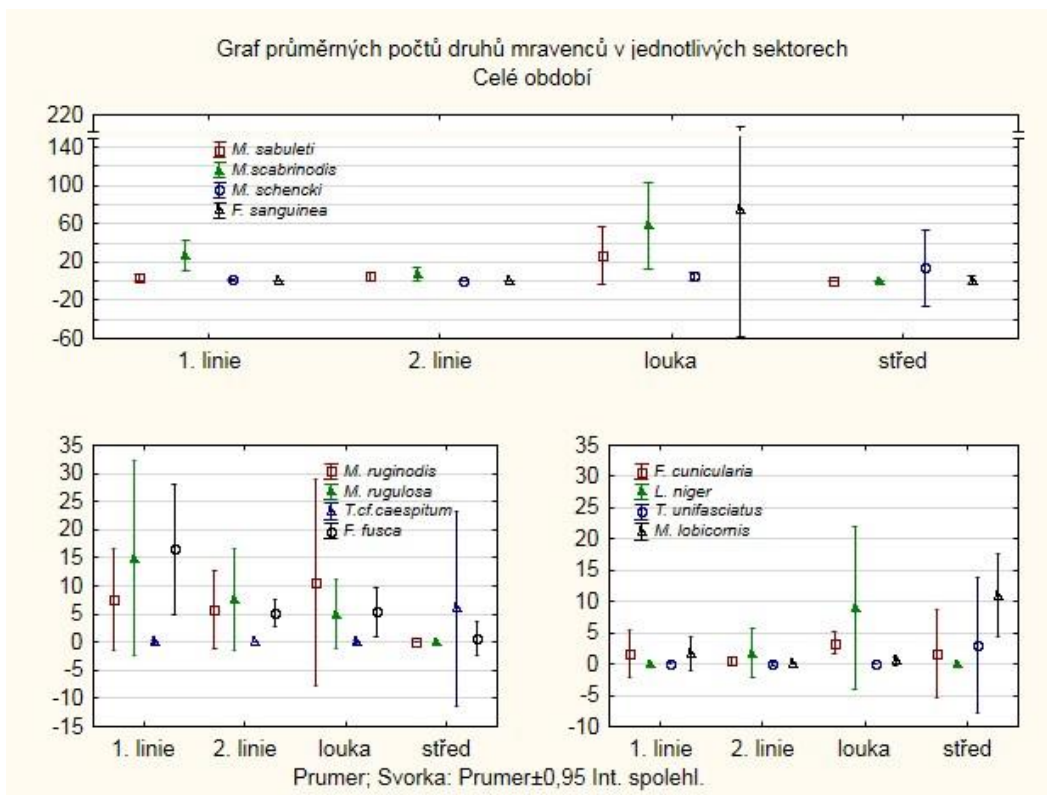
Obr. 43: Epigeická aktivita hlavních druhů mravenců v sektoru Linie 1 v celém období



Obr. 44: Epigeická aktivita hlavních druhů mravenců v sektoru Linie 2 v celém období



Obr. 45: Epigeická aktivita hlavních druhů mravenců v sektoru Louka v celém sledovaném období



Obr. 46: Epigeická aktivita početnějších druhů mravenců na lokalitě Štětěmchy





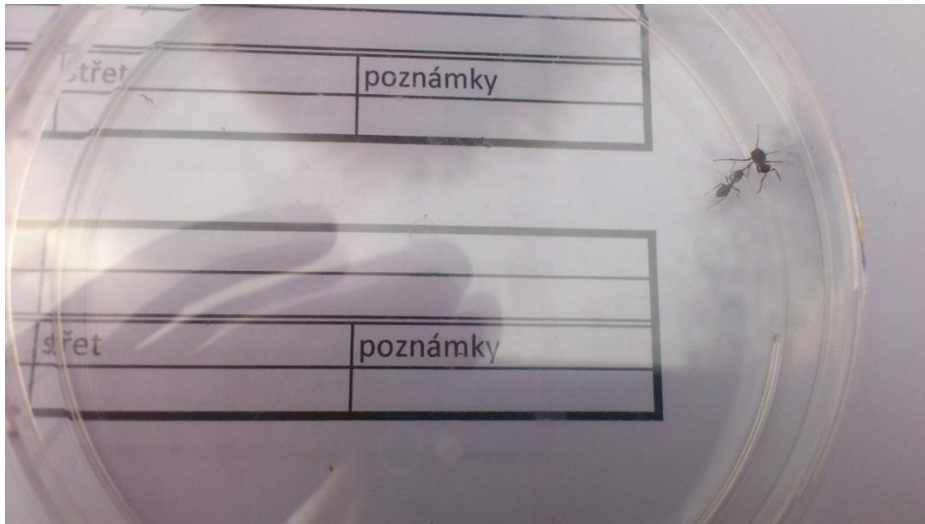
Obr. 47: Lokalita Štěměchy – pohled na hranici pastvina - pole



Obr. 48: Umístění zemních pastí



Obr. 49: Umístění zemních pastí



Obr. 54: Konfrontace dělnice *Formica foreli* a *Formica fusca* v umělé aréně



Obr. 55: Potravní návnady k pozorování mezidruhové interakce konkurentů

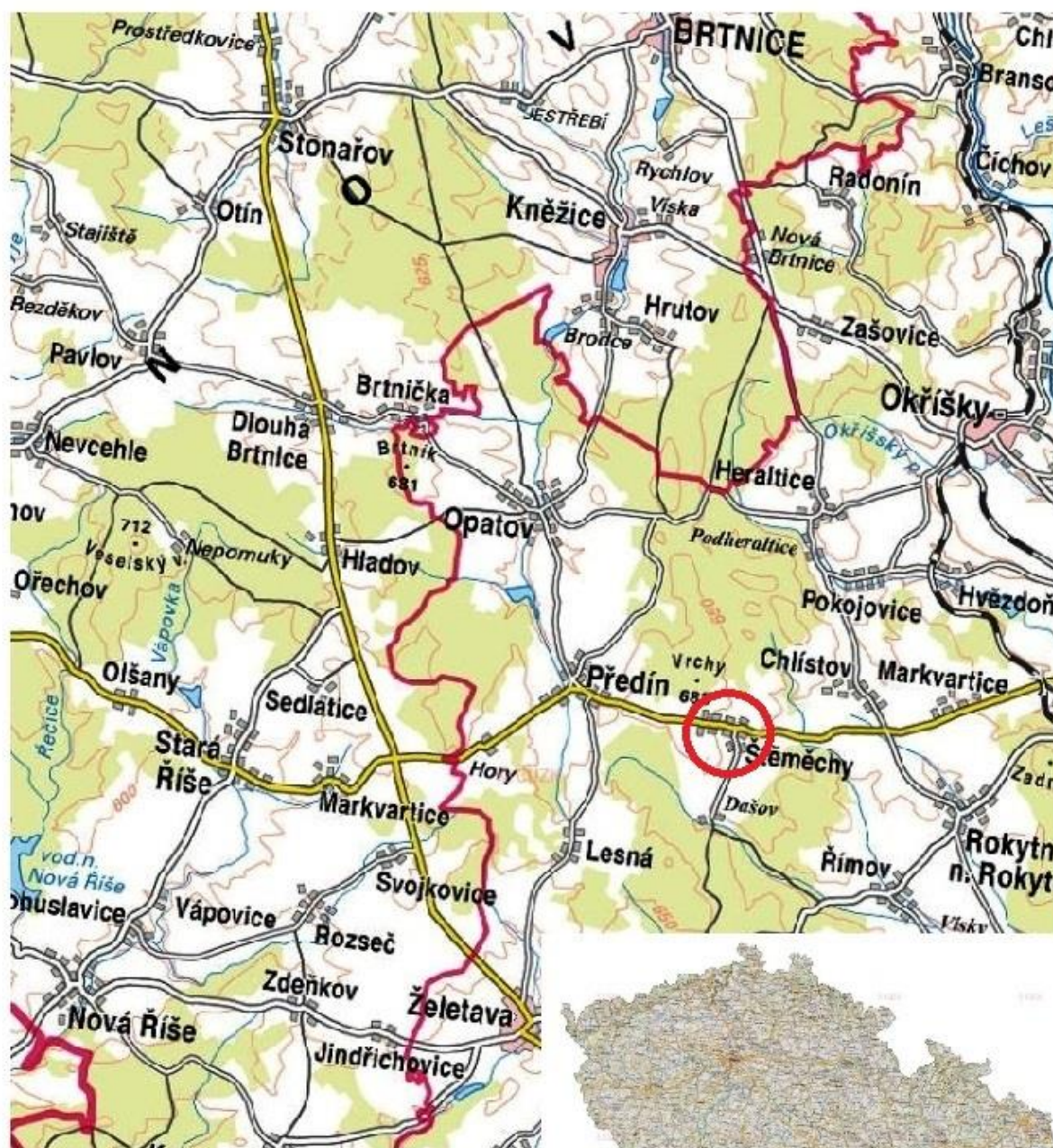


Obr. 56: Střet dělnic *Formica foreli* a *Lasius flavus*



Obr. 57: *Formica foreli* na vegetaci při navštěvování mšic

## Širší územní vztahy - lokalita Štěměchy



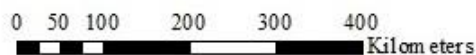
Zdroj: [geoportal.cuzk.cz](http://geoportal.cuzk.cz)

Legenda:



lokalita Štěměchy

měřítko 1:100 000



Vypracovala: Kateřina Ošlejšková

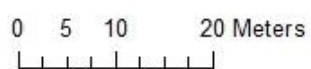
Obr. 58: Umístění lokality Štěměchy

# Rozmístění zemních pastí na lokalitě Štěměchy



Zdroj: [geoportal.cuzk.cz](http://geoportal.cuzk.cz)

měřítko 1:700



Vypracovala: Kateřina Ošlejšková

## Legenda

- 1\_linie
- 2\_linie
- střed
- louka

Obr. 59: Rozmístění zemních pastí

# Hnízda ostatních druhů na lokalitě Štěměchy



Zdroj: [geoportal.cuzk.cz](http://geoportal.cuzk.cz)

měřítko 1:700

0 5 10 20 Meters  
|-----|-----|-----|-----|

Vypracovala: Kateřina Ošlejšková

## Legenda

- *Leptothorax cf. gredleri*
- *Formica cunicularia*
- *Formica fusca*
- *Formica sanguinea*
- *Formica rufibarbis*
- *Lasius niger*
- *Lasius flavus*
- *Myrmica scabrinodis*

Obr. 60: Zaznamenaná hnízda ostatních druhů mravenců

# Rozložení druhů v zemních pastech na lokalitě Štěměchy (13.6.-9.7.2014)



Zdroj: geoportal.cuzk.cz

1:600

0 4,5 9 18 Meters

Vypracovala: Kateřina Ošlejšková

Obr. 61: Epigeická aktivita druhů v jednotlivých zemních pastech (13.6.–9.7.2014)

# Rozložení druhů v zemních pastech na lokalitě Štěměchy (9.7.-24.7.2014)



Zdroj: geoportal.cuzk.cz

1:600

0 5 10 20 Meters

Vypracovala: Kateřina Ošlejšková

Obr. 62: Epigeická aktivita druhů v jednotlivých zemních pastech (9.7.–24.7.2014)



# Rozložení druhů v zemních pastech na lokalitě Štěmechy (24.7.-9.8.2014)



Zdroj: geoportal.cuzk.cz

1:600

0 5 10 20 Meters



Vypracovala: Kateřina Ošlejšková

Obr. 63: Epigeická aktivita druhů v jednotlivých zemních pastech (24.7.–9.8.2014)

# Rozložení druhů v zemních pastech na lokalitě Štěměchy (celé období)



Zdroj: [geoportal.cuzk.cz](http://geoportal.cuzk.cz)

1:600

0 5 10 20 Meters



Vypracovala: Kateřina Ošlejšková

Obr. 64: Epigeická aktivita druhů v jednotlivých zemních pastech (celé období)