



Projekt: Ochrana hnízdišť bekasiny otavní

Eusociální blanokřídlí (Hymenoptera: Formicidae, Polistinae, Vespinae, *Bombus*) vybraných rašelinných a podmáčených stanovišť v centrální části Českomoravské vrchoviny



Klára Bezděčková & Pavel Bezděčka

2015



Průzkum eusociálních blanokřídлых vybraných lokalit v centrální části Českomoravské vrchoviny byl financován Evropskou unií – Evropským fondem pro regionální rozvoj a Státním fondem životního prostředí ČR v rámci Operačního programu Životní prostředí při realizaci projektu Pobočky České společnosti ornitologické na Vysočině “Ochrana hnízdišť bekasiny otavní” (www.prirodavysociny.cz).

Řešitelé:

RNDr., Klára Bezděčková, Ph.D., e-mail: bezdeckova@muzeum.ji.cz

Bezděčka Pavel, e-mail: bezdecka@muzeum.ji.cz

Muzeum Vysočiny Jihlava, p.o., Masarykovo náměstí 55, 586 01 Jihlava

Obr. 1 (titulní strana): Pohled na lokalitu PP Hajnice, foto Klára Bezděčková.

Obsah

1 Úvod	4
2 Metodika	4
2.1 Metodika průzkumu	4
2.2 Charakteristika studovaných lokalit.....	6
3 Výsledky	17
3.1 Diverzita eusociálních blanokřídých na studovaných lokalitách.....	17
3.2 Epigeická aktivita mravenců	19
3.3 Komentář k významným druhům	21
3.4 Vyhodnocení vlivu realizovaných opatření na cílové druhy	24
4 Diskuze	25
5 Doporučení pro ochranu a management	26
6 Závěr	27
7 Literatura	29

1 Úvod

Informace o složení společenstev půdních bezobratlých jsou často využívány k bioindikačním účelům. V posledních letech se stále častěji ukazuje, že vedle tradičně studovaných skupin, k nimž patří např. pavouci nebo střevlíkovití brouci, mohou jako biologické indikátory velmi dobře sloužit i někteří zástupci blanokřídlých.

K neúčinnějším bioindikátorům patří mravenci (např. Majer et al. 2007; Touyama et al. 2002). Mravenci (Formicidae) jsou velmi různorodá a početná skupina hmyzu, vykazující mnoho typů vztahů s půdní biotou a obývající většinu suchozemských stanovišť naší planety (Folgarait 1998). Často obsazují vysoké trofické úrovně a specializované niky a pružně reagují na narušení prostředí (Majer 1983; Crist 2009). V současnosti jsou proto využíváni jako indikátory změn fauny vyvolaných lidskou činností, změn abiotických vlastností prostředí, úspěšnosti obnovování ekologických systémů a vlivu fragmentace stanovišť na bezobratlé (viz např. Folgarait 1998; Crist 2009). Skladba mravenčích společenstev travinných biotopů odráží důležité stanovištní charakteristiky dané lokality, např. narušení prostředí, sukcesní změny ap. (English et al. 2005). K vytvoření co možná nejkomplexnějšího obrazu studovaného území, tj. ke zjištění jeho momentálního stavu, rekonstrukci jeho historie a postižení trendů jeho budoucího vývoje, je proto velmi důležité zahrnovat i studium diverzity a struktury společenstev mravenců.

V posledních letech přibývají také práce, které poukazují na bioindikační potenciál dalších eusociálních blanokřídlých, zejména čmeláků (viz např. Sepp et al. 2003) a vos (viz např. Christie & Hochuli 2009).

V této zprávě předkládáme výsledky studia biodiverzity eusociálních blanokřídlých v období 2013–2014 na osmi vybraných rašeliništních lokalitách, na nichž bylo v posledních letech prokázáno hnízdění bekasiny otavní (*Gallinago gallinago*). V druhé polovině 20. století byla většina z nich narušena antropogenní činností související se snahou o intenzifikaci zemědělství a následně postižena expanzí konkurenčně zdatnými druhy bylin a zarůstáním náletovými dřevinami. Přes tyto negativní vlivy na nich však stále přežívá vedle bekasiny otavní i řada dalších vzácných a ohrožených druhů organismů.

V současné době realizuje Pobočka České společnosti ornitologické na Vysočině na těchto lokalitách projekt „Ochrana hnízdišť bekasiny otavní“, jehož hlavním cílem je péče o podmačené a rašelinné louky takovým způsobem, aby odpovídala životním nárokům tohoto druhu a také dalších syntopicky se vyskytujících chráněných, ohrožených a vzácných druhů. Náš výzkum byl součástí tohoto projektu a byl zaměřen především na inventarizaci eusociálních blanokřídlých žijících na území zájmových lokalit, na studium diverzity jejich společenstev a distribuci jejich aktivity.

2 Metodika

2.1 Metodika průzkumu

Výzkum probíhal na osmi rašeliništních lokalitách situovaných v centrální části Českomoravské vrchoviny (podrobnosti viz níže). Byl zaměřen na čeled' mravencovitých (Formicidae), dvě podčeledi vosovitých (Vespidae: Polistinae a Vespinae) a na čmeláky (rod *Bombus*). Terénní práce probíhaly v období květen až říjen 2013 a květen až říjen 2014 (každý rok sedm návštěv). Základní metodou byl odchyt jedinců do zemních pastí (ZP) na předem definovaných transektech a také aktivní vyhledávání zástupců jednotlivých druhů eusociálních blanokřídlých na těchto transektech. Vzhledem k existenci haplodiploidního rozmnožovacího systému a sterilních dělnic nelze při běžných inventarizačních průzkumech

eusociálních blanokřídlých určit s dostatečnou dávkou přesnosti efektivní velikost populace na lokalitě. Tu lze podle Wrighta (1933) vypočítat jako:

$$N_{e,hd} = \frac{4N_m N_f}{N_m + N_f},$$

kde N_f a N_m je počet rozmnožujících se samců a samic. Z počtu zaznamenaných jedinců, většinou dělnic, nebo hnízd je tedy prakticky nemožné získat vstupní údaje. Proto u inventarizačního průzkumu uvádíme pouze alternativní data (typu přítomen/nepřítomen) nebo používáme semikvantitativní škálu.

Inventarizační soupis druhů jsme provedli pro všechny studované skupiny. V případě mravenců jsme se vzhledem k jejich značnému bioindikačnímu potenciálu a také díky možnosti přesnějšího opakování a snadnější kvantifikace dat dané stacionárním způsobem jejich hnízdění věnovali i studiu distribuce epigeické aktivity jednotlivých druhů.

Formicidae

Základní metodou inventarizačního průzkumu fauny mravenců byl odchyt do zemních pastí a ruční sběr (vyhledávání hnízd), doplňkovými vyhledávání jednotlivých individuí, smyk a oklep vegetace, prosev stařiny a opadanky. Nalezené exempláře byly identifikovány na místě nebo v laboratoři. Při identifikaci byla používána kapesní lupa (lupy 10x a 30x zvětšující), binokulární mikroskop Olympus SZX7, max. zvětšení 150x. Informace obecného charakteru týkající se mravenců byly čerpány z publikací Seifert (1996, 2007), Czechowski et al. (2002, 2012), Bolton 1995 a vlastní poznatky autorů. Identifikace byla prováděna dle Seifert (1996, 2007) Radchenko & Elmes (2010) a Czechowski et al. (2012), taxonomie převzata z Bolton (2014).

Na každé lokalitě byly definovány tři biotopy – a) zachovalý (rašelinná louka), b) degradující (sukcesní zarůstání konkurenčně zdatnými druhy bylin) a c) zarůstající náletovými dřevinami. V každém z těchto biotopů byl vymezen jeden transekt o rozměrech 17 x 2 m (=34 m²), v němž byly instalovány čtyři zemní pasti (= celkem 12 pastí na každé lokalitě) a proveden aktivní průzkum myrmekofauny (= ruční sběr a doplňkové metody). Zemní pasti byly instalovány v linii přibližně pět metrů od sebe a naplněny 4% vodním roztokem formaldehydu. Interval výběru činil 4–8 týdnů. V roce 2013 byly zemní pasti instalovány od 29. 5. do 7. 11. a celková doba jejich expozice na jednotlivých lokalitách činila 125–162 dní, v roce 2014 byly pasti instalovány od 25. 4. do 5. 9. a celková doba jejich expozice na jednotlivých lokalitách činila 96–120 dní.

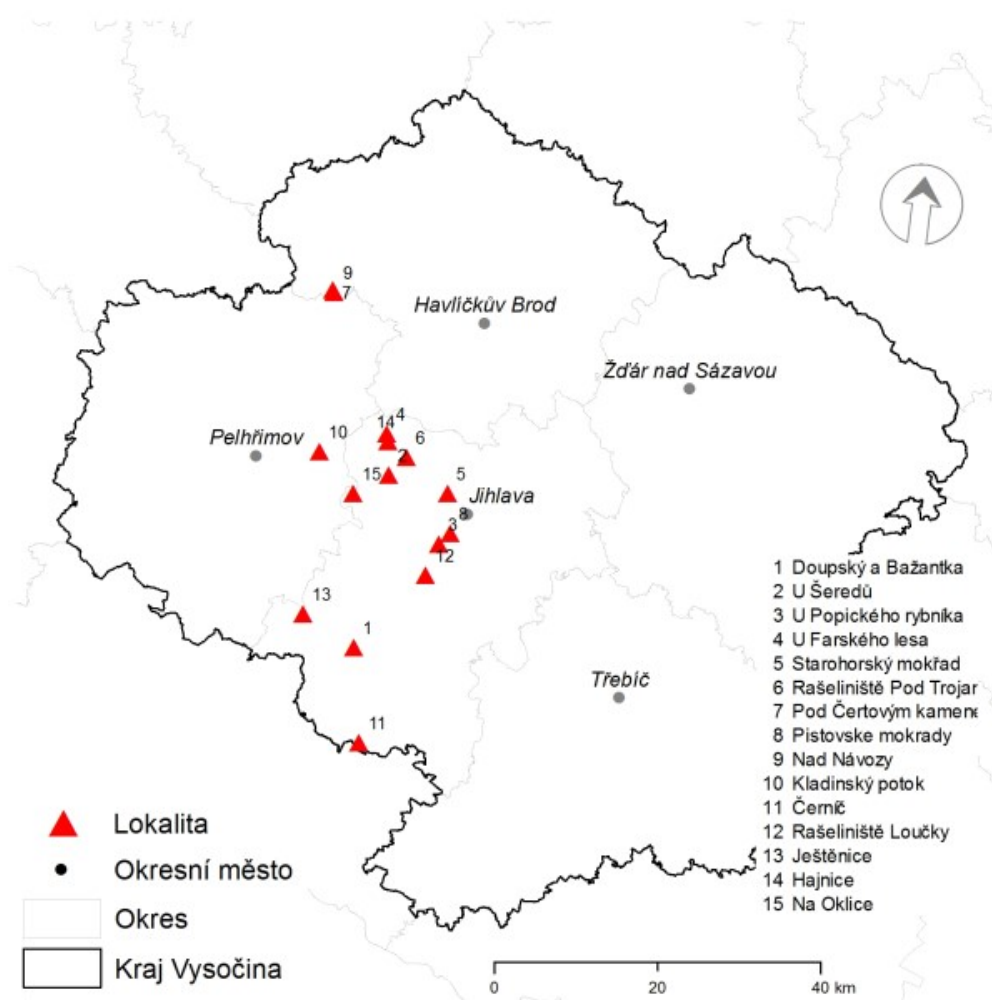
Při porovnávání počtu druhů mravenců a jejich epigeické aktivity byl použit Kruskal-Wallisův test (Statistica for Windows). Za trvale přítomné byly považovány druhy, u nichž byly v daném biotopu odchyceny dělnice. Vzhledem k různé době expozice zemních pastí na jednotlivých lokalitách byl při hodnocení epigeické aktivity nejprve celkový počet odchycených dělnic přepočten na průměrný denní odchyt (průměrný počet dělnic odchycených na jednotlivých biotopech každé lokality za jeden den) a teprve tyto hodnoty byly porovnávány.

Polistinae, Vespinae, *Bombus*

Hlavní metodou průzkumu fauny vos a čmeláků bylo vyhledávání jednotlivých individuí na ploše transektu (34 m²) a jejich odchyt sítíkou. Identifikace probíhala většinou na místě (lupy 10–30x zvětšující), většina odchycených jedinců byla po determinaci vypuštěna zpět do přírody. Informace obecného charakteru a nomenklatura byly čerpány z publikací Straka et al.

(2007) a Dvořák & Straka (2007), identifikace byla prováděna u čmeláků dle Wiliams (2010), u vos dle Dvořák & Roberts (2006).

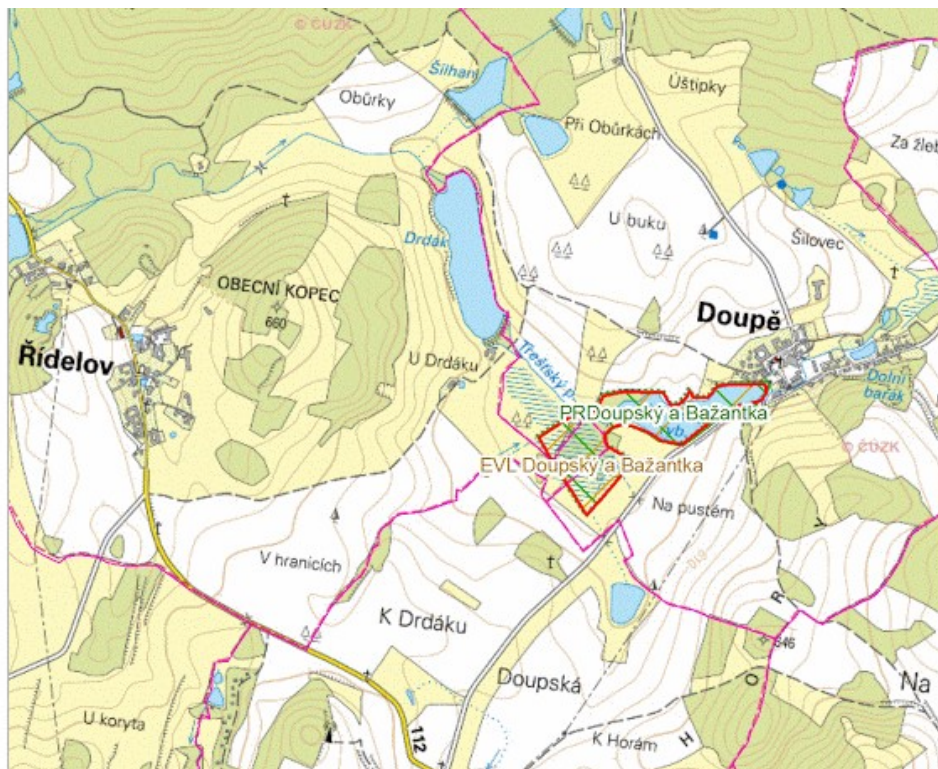
2.2 Charakteristika studovaných lokalit



Obr. 2: Poloha studovaných lokalit v rámci Kraje Vysočina.

PR Doupský a Bažantka

Lokalita se nachází v Kraji Vysočina, v okrese Jihlava, na katastrálním území obcí Řídelov a Doupě, na pravém břehu Třeštského potoka a na jeho toku. Průzkum byl zaměřen na rašeliniště Bažantka, které leží nad Doupským rybníkem. Jedná se o zbytek prameništěního, svahového a údolního rašeliniště.



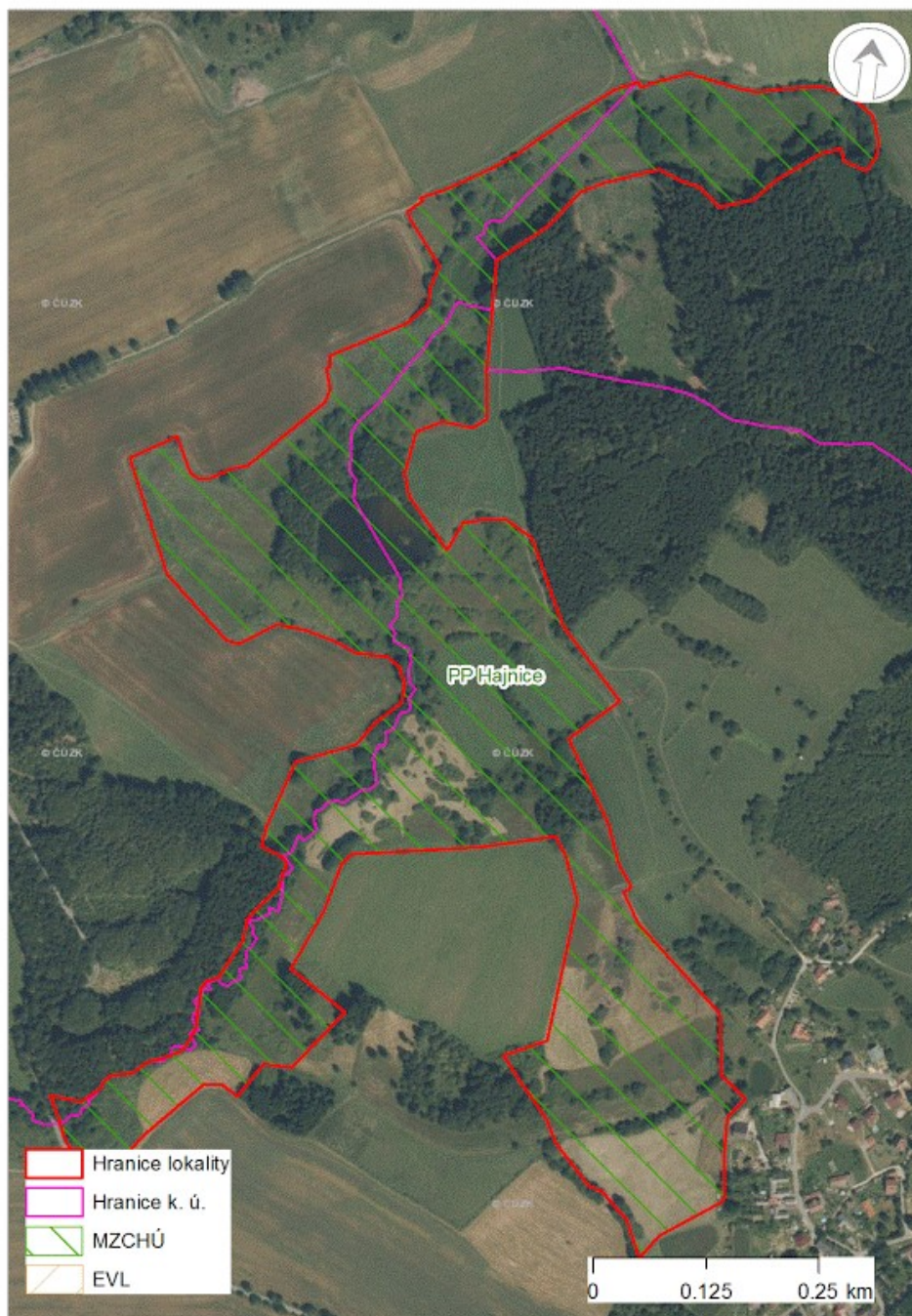
Obr. 3: Poloha PR Doupský a Bažantka.



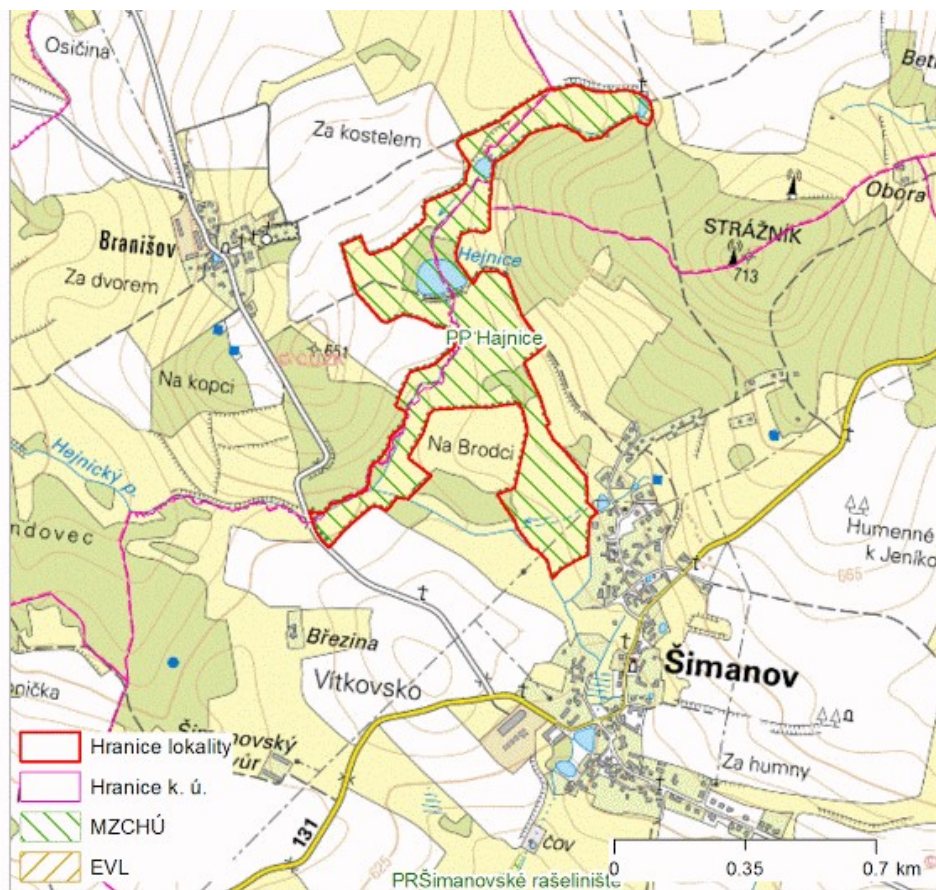
Obr. 4: Bližší vymezení PR Doupský a Bažantka.

PP Hajnice

Lokalita se nachází v Kraji Vysočina, v okrese Jihlava, na katastrálním území obcí Branišov u Jihlavy, Kalhov a Šimanov na Moravě, v okolí rybníka Hejnice. Jedná se o mozaiku vlhčích luk, smilkových travníků, kamenných snosů, křovinatých remízků, tůní, pramenišť a lučních lad.



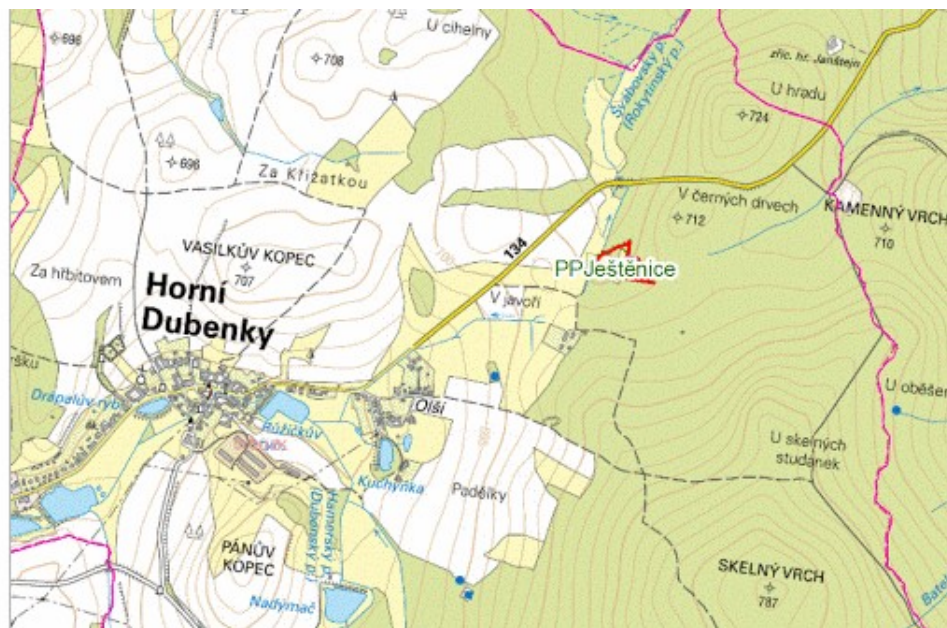
Obr. 5: Bližší vymezení PP Hajnice.



Obr. 6: Poloha PP Hajnice.

PP Ještěnice

Lokalita se nalézá v Kraji Vysočina, v okrese Jihlava, na katastrálním území Horní Dubenky. Jedná se o zachovalý zbytek prameništění rašelinné louky na okraji lesa.



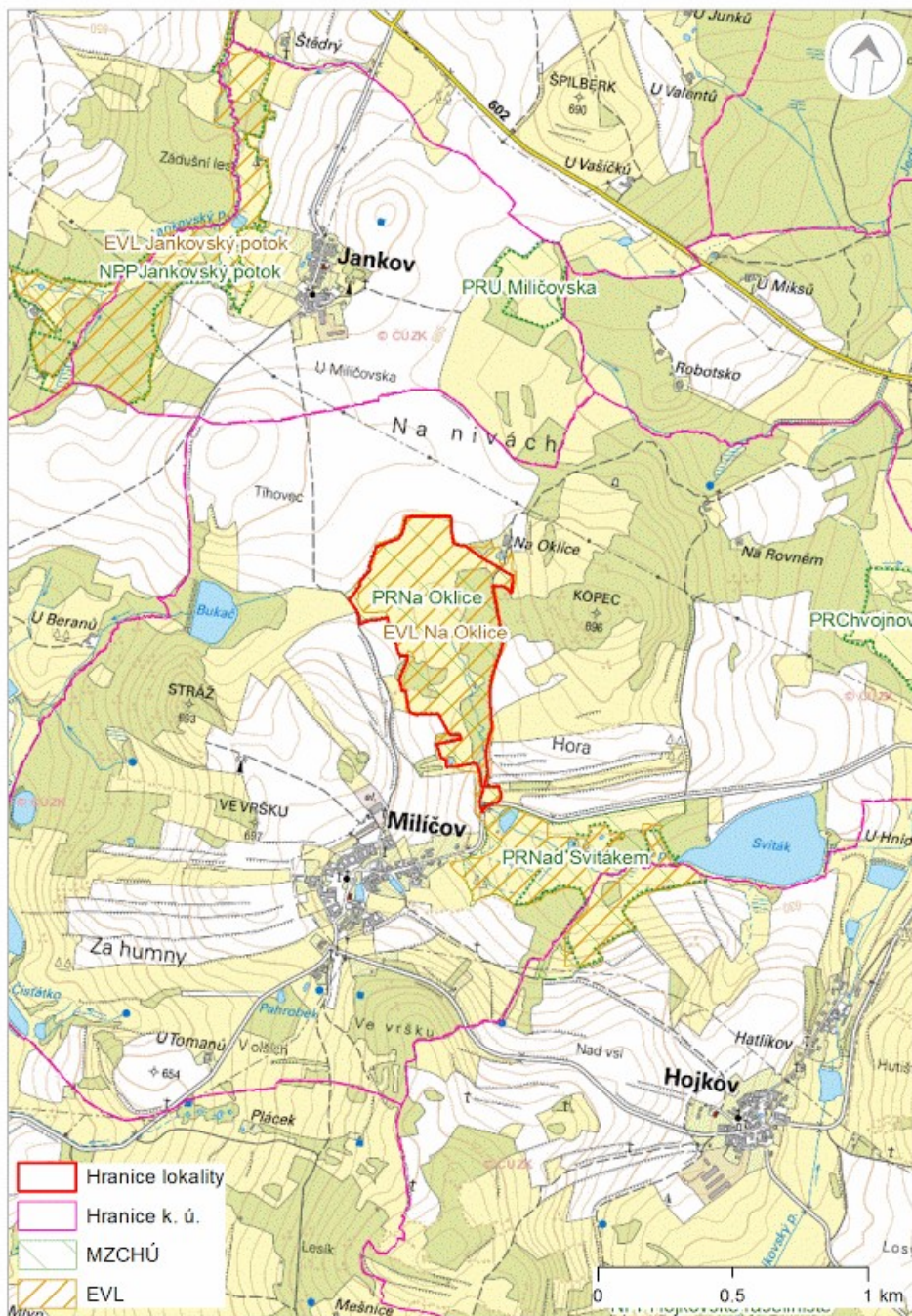
Obr. 7: Poloha PP Ještěnice.



Obr. 8: Bližší vymezení PP Ještěnice.

PR Na Oklice

Lokalita se nalézá v Kraji Vysočina, v okrese Jihlava, na katastrálním území Milíčov u Jihlavy. Jedná se o unikátní komplex zachovalých rašelinišť, ostricových luk a smilkových trávníků.



Obr. 9: Poloha PR Na Oklice.



Obr. 10: Bližší vymezení PR Na Oklice.

PP Rašeliniště Loučky

Lokalita se nalézá v Kraji Vysočina, v okrese Jihlava, na katastrálním území obce Loučky u Jihlavy, v údolí Loučského potoka. Jedná se o zbytek prameništěního svahového a údolního rašeliniště a zachovalé slatiniště.



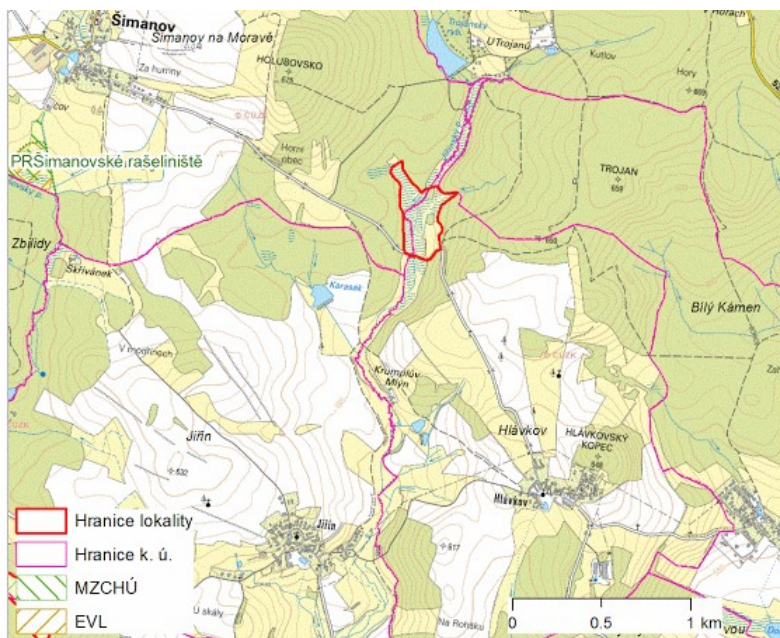
Obr. 11: Poloha PR Rašeliniště Loučky.



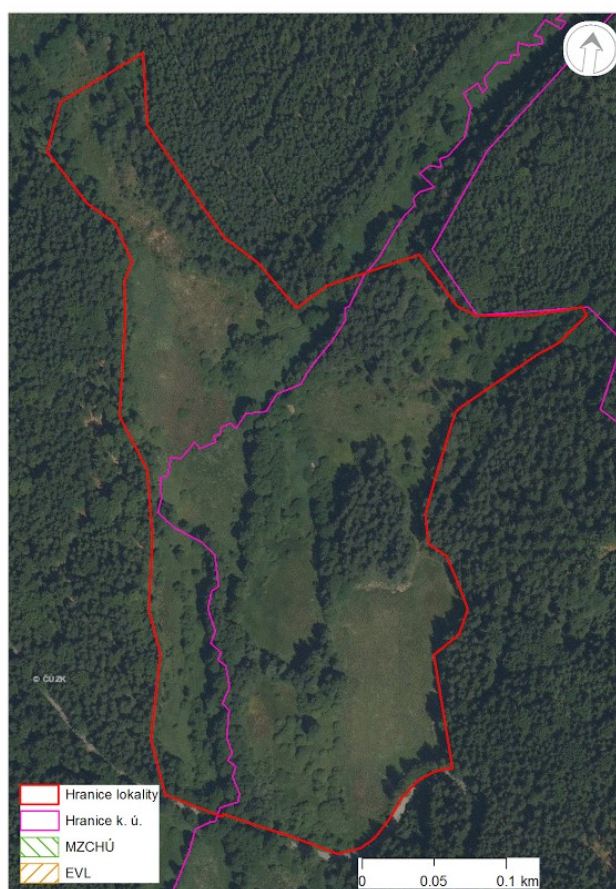
Obr. 12: Bližší vymezení PR Rašeliniště Loučky.

Rašeliniště Pod Trojanem

Lokalita se nalézá v Kraji Vysočina, v okrese Jihlava, na katastrálním území obcí Hlávkov a Šimanov na Moravě, v nivě Jiřínského potoka. Jedná se o zachovalé údolní rašeliniště, rašelinné, pcháčové, ostřicové a smilkové louky, tužebníková lada.



Obr. 13: Poloha rašeliniště Pod Trojanem.



Obr. 14: Bližší vymezení rašeliniště Pod Trojanem.

U Farského lesa (V Hati)

Lokalita se nalézá v Kraji Vysočina, v okrese Jihlava, na katastrálním území obce Branišov u Jihlavy, na prameništi pravostranného bezejmenného přítoku Hejnického potoka. Zahrnuje pastvinu, zarůstající pastevní lada, prameniště, ostricové mokřady a rašelinné louky.



Obr. 15: Poloha lokality U Farského lesa.



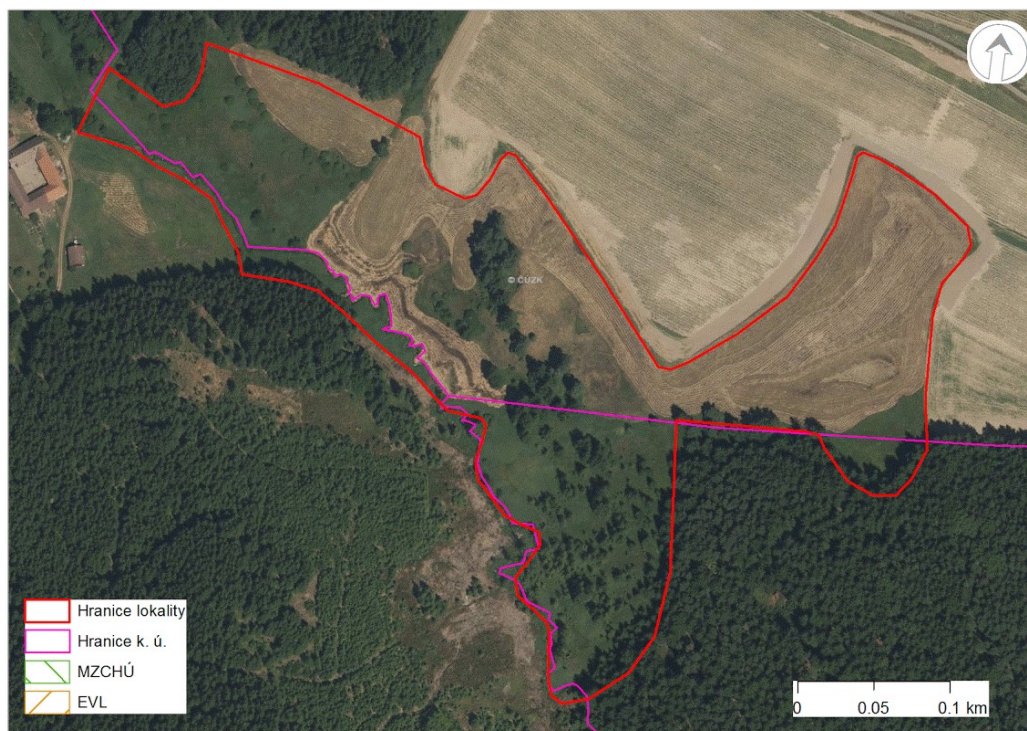
Obr. 16: Bližší vymezení lokality U Farského lesa.

U Šeredů

Lokalita se nachází v Kraji Vysočina, v okrese Jihlava, na katastrálním území obce Jiřín, na pravém břehu Maršovského potoka. Jedná se o svahové prameniště, ostricové mokřady a zarůstající rašelinné louky.



Obr. 17: Poloha lokality U Šeredů.



Obr. 18: Bližší vymezení lokality U Šeredů.

3 Výsledky

3.1 Diverzita eusociálních blanokřídlých na studovaných lokalitách

Na studovaných lokalitách jsme zaznamenali celkem 35 druhů eusociálních blanokřídlých. Nejvíce zastoupeni byli mravenci s celkovým počtem 16 druhů, z nichž u 15 byla prokázána trvalá přítomnost na lokalitách, dále čmeláci s celkem 11 druhy a nakonec vosy s osmi druhy. Podrobně viz Tab. 1.

Na všech studovaných lokalitách byla zjištěna přítomnost kriticky ohroženého mravence rašelinného (*Formica picea*). Převážná většina nalezených jedinců patřila ke kastě dělnic. Příležitostně byli nalézáni i pohlavní jedinci druhů *Myrmica rubra*, *Myrmica ruginodis*, *Myrmica scabrinodis*, *Lasius fuliginosus*, *Lasius mixtus* a *Lasius platythorax*. U pačmeláků (*Bombus bohemicus*, *Bombus campestris*, *Bombus norvegicus*) – sociálních parazitů – byly nalézány pouze samice.

Tab. 1: Přehled druhů eusociálních blanokřídlých zjištěných na studovaných lokalitách. Ohrožení: § = ohrožený druh podle Vyhlášky č. 395/1992 Sb., v platném znění, CR = kriticky ohrožený druh podle červeného seznamu ČR (Bezděčka 2005), s = nalezení pouze pohlavní jedinci.

Ohrožení	Taxon	Doupský a Bažantka	Hajnice	Ještěnice	Na Oklce	Rašeliníště Loučky	Rašeliníště Pod Trojanem	U Šeredů	U Farského lesa (V Hati)
	Formicidae								
	Myrmicinae								
	<i>Leptothorax muscorum</i> (Nylander, 1846)							+	
	<i>Myrmica rubra</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	+		+	
	<i>Myrmica ruginodis</i> Nylander, 1846	+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>Myrmica scabrinodis</i> Nylander, 1846	+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>Myrmica vandeli</i> Bondroit, 1920								+
	Formicinae								
	<i>Camponotus phallax</i> (Nylander, 1856)					+			
§	<i>Formica fusca</i> Linnaeus, 1758							+	
§	<i>Formica lemani</i> Bondroit, 1917			+					
§, CR	<i>Formica picea</i> Nylander, 1846	+	+	+	+	+	+	+	+
§	<i>Formica rufibarbis</i> Fabricius, 1793					+			
§	<i>Formica sanguinea</i> Latreille, 1798						+		
§	<i>Formica truncorum</i> Fabricius, 1804								+
	<i>Lasius fuliginosus</i> (Latreille, 1798)	s	s	s	s	s	s	s	s
	<i>Lasius mixtus</i> (Nylander, 1846)		+						
	<i>Lasius niger</i> (Linnaeus, 1758)					+			
	<i>Lasius platythorax</i> Seifert, 1991	+		+	+	+	+		+

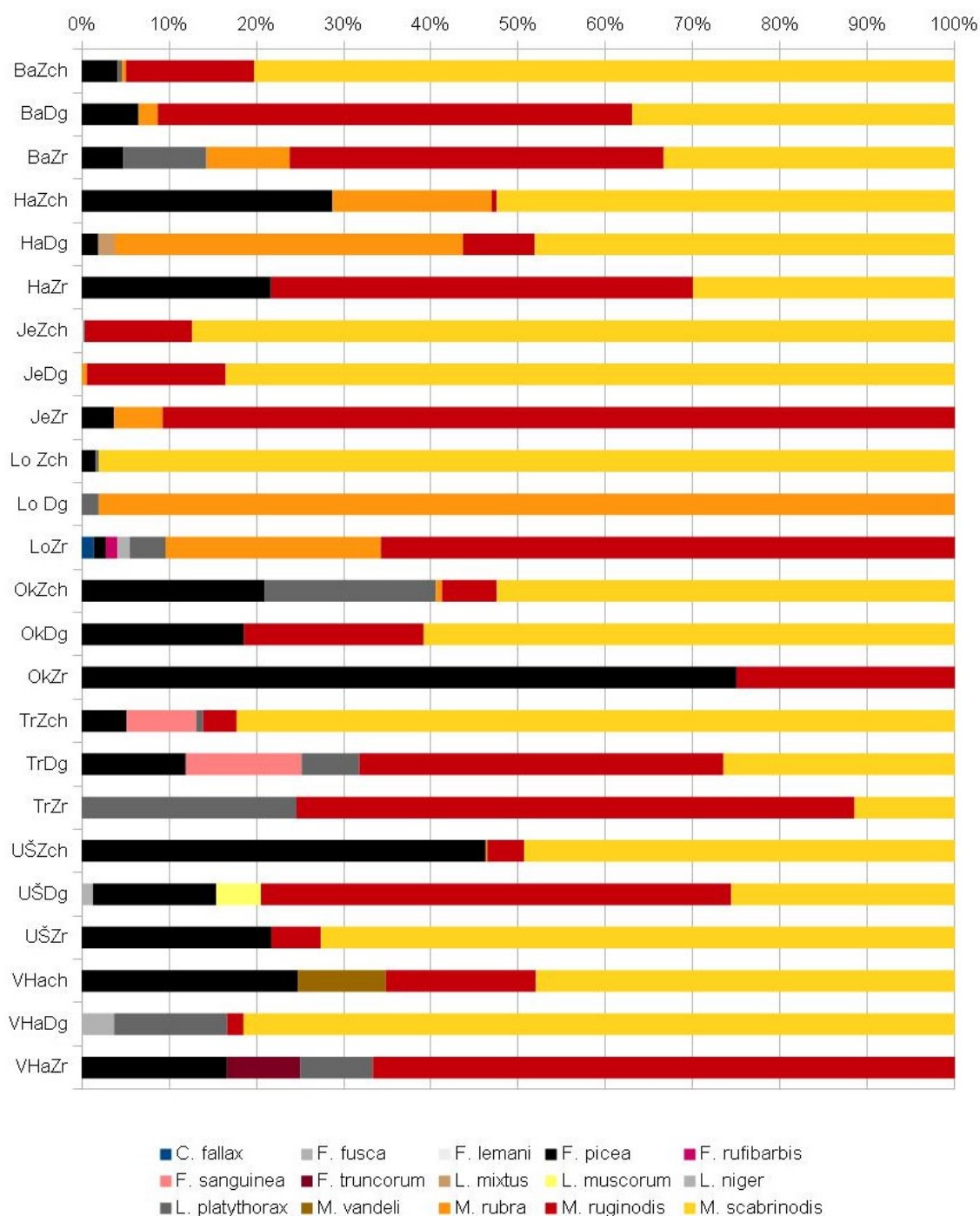
Ohrožení	Taxon	Doupský a Bažantka	Hajnice	Jestěnice	Na Oklice	Rašeliniště Loučky	Rašeliniště Pod Trojanem	U Šeredů	U Farského lesa (V Hafi)
	Vespidae								
	Polistinae								
	<i>Polistes biglumis</i> (Linnaeus, 1758)				+				+
	<i>Polistes nimpha</i> (Christ, 1791)	+	+			+			
	Vespinae								
	<i>Dolichovespula norwegica</i> (Fabricius, 1781)		+		+	+	+		
	<i>Dolichovespula sylvestris</i> (Scopoli, 1763)	+			+				+
	<i>Vespula germanica</i> (Fabricius, 1793)	+	+	+	+	+	+	+	+
	<i>Vespula vulgaris</i> (Linnaeus, 1758)				+			+	
	<i>Vespula rufa</i> (Linnaeus, 1758)		+		+				
	<i>Vespa germanica</i> Linnaeus, 1758	+			+				+
	Apidae								
	Apinae								
§	<i>Bombus hortorum</i> (Linnaeus, 1761)				+	+			
§	<i>Bombus hypnorum</i> (Linnaeus, 1758)	+	+			+			+
§	<i>Bombus jonellus</i> (Kirby, 1802)	+				+			+
§	<i>Bombus lapidarius</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	+	+	+	+
§	<i>Bombus lucorum</i> (Linnaeus, 1761)			+	+	+	+		+
§	<i>Bombus pascuorum</i> (Scopoli, 1763)	+	+		+	+		+	+
§	<i>Bombus pratorum</i> (Linnaeus, 1761)	+	+		+				+
§	<i>Bombus terrestris</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	+	+	+	+
§	<i>Bombus bohemicus</i> (Seidl, 1837)			s	s	s	s		s
§	<i>Bombus campestris</i> (Panzer, 1801)	s	s		s			s	s
§	<i>Bombus norvegicus</i> Sparre-Schneider, 1918						s		s



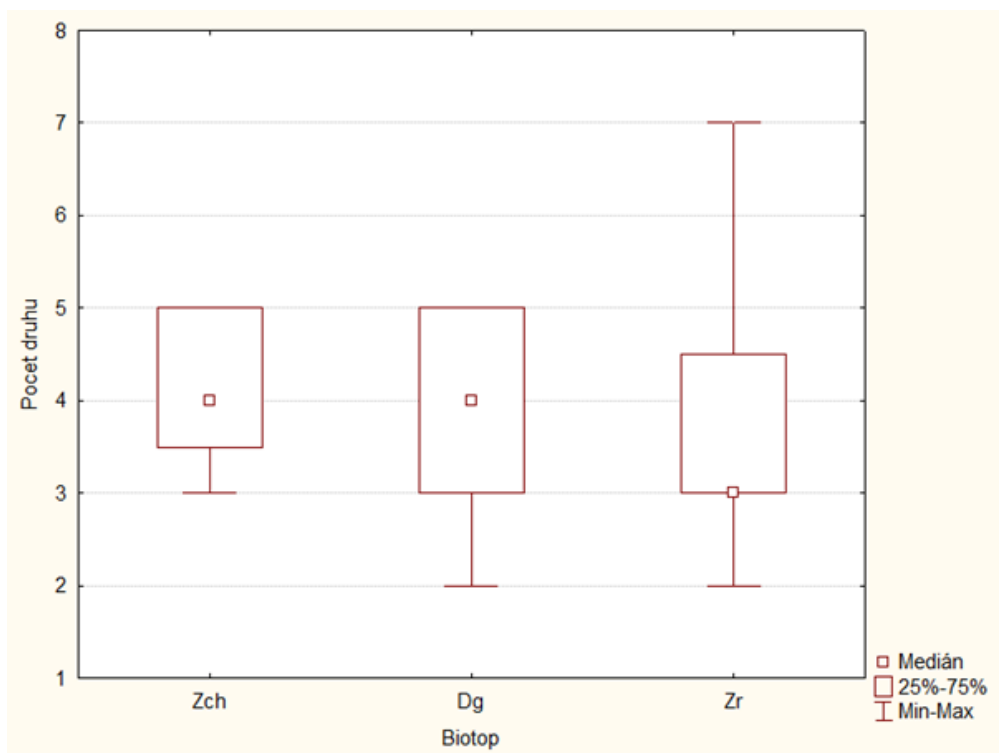
Obr. 19: Mravenec rašelinný (*Formica picea*), foto Klára Bezděčková.

3.2 Epigeická aktivita mravenců

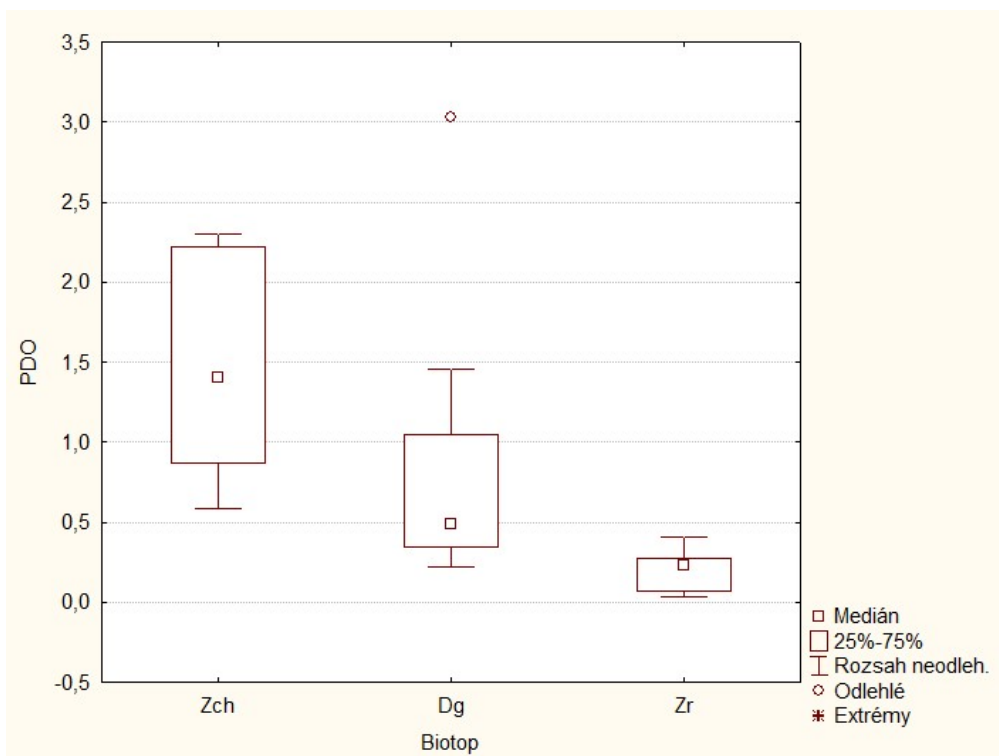
Za roky 2013 a 2014 bylo odchyceno do zemních pastí celkem 5016 dělnic mravenců. V jednotlivých transektech jsme zaznamenali trvalou přítomnost dvou až sedmi druhů. V počtech druhů nebyly mezi jednotlivými typy biotopů zjištěny signifikantní rozdíly (Kruskal-Wallis, $p = 0,32$), epigeická aktivita mravenců však byla výrazně vyšší na zachovalých plochách než na plochách zarostlých (Kruskal-Wallis, $p = 0,0009$).



Obr. 20: Rozložení epigeické aktivity mravenců na studovaných lokalitách.



Obr. 21: Srovnání počtu druhů mravenců zjištěných v jednotlivých typech biotopů.
Zch – zachovalý biotop; Dg – degradující biotop; Zr – zarůstající biotop.



Obr. 22: Srovnání epigeické aktivity mravenců zjištěných v jednotlivých typech biotopů.
PDO – průměrný denní odchyt; Zch – zachovalý biotop; Dg – degradující biotop; Zr – zarůstající biotop.

3.3 Komentář k významným druhům

Mravenci (Formicidae)

Na studovaných lokalitách jsme zjistili výskyt 16 druhů mravenců, u 15 z nich jsme zaznamenali trvalou přítomnost na lokalitě (tj. výskyt dělnic). Níže uvádíme komentář k ochranářsky významným druhům, tj. ke zvláště chráněným druhům rodu *Formica*, k zástupcům rodu *Myrmica*, jež jsou potenciálními hostiteli evropsky chráněných modrásků rodu *Phengaris*.

***Myrmica rubra* (Linnaeus, 1758)**

Běžný mravenec, typický především na lukách a v zahradách. Hnízdí v zemních kupkách, pod kameny, v mrtvém dřevě apod. Potenciální hostitel modrásků rodu *Phengaris*.

***Myrmica ruginodis* Nylander, 1846**

Běžný mravenec, vyskytuje se spíše a vlhkých zastíněných biotopech, především v lesích a v hájích. Hnízdí v zemních kupkách, pod kameny, v mrtvém dřevě apod. Potenciální hostitel modrásků rodu *Phengaris*.

***Myrmica scabrinodis* Nylander, 1846**

Mesotopní druh vázaný na otevřené polohy, s těžištěm výskytu na vlhkých loukách a pastvinách. V našich podmínkách se často vyskytuje na rašeliništích a rašelinných loukách, setkat se s ním však můžeme i v zatrávněných světlých sadech i v urbanizovaném prostředí. Potenciální hostitel modrásků rodu *Phengaris*.

***Formica (Serviformica) fusca* Linnaeus, 1758**

Běžný mravenec osídlující otevřené až mírně zastíněné lokality. Eurytopní, ale dosti teplomilný druh. V České republice figuruje ve smyslu zákona 114/1992 Sb. v seznamu zvláště chráněných živočichů v kategorii ohrožený druh.

***Formica (Serviformica) lemni* Bondroit, 1917**

Podobné ekologické nároky jako předchozí druh, avšak mnohem chladnomilnější, vyskytuje se proto ve vyšších nebo inverzních polohách. V České republice figuruje ve smyslu zákona 114/1992 Sb. v seznamu zvláště chráněných živočichů v kategorii ohrožený druh.

***Formica (Serviformica) picea* Nylander, 1846 – mravenec rašelinný**

V Evropě silně tyrfofilní druh, vázaný v planárním až montánním stupni výhradně na rašeliništní biotopy. Vzhledem k izolovanosti stanovišť má jeho výskyt lokální charakter. V současné době je mravenec rašelinný všude v Evropě ohrožen zánikem a fragmentací habitatů, především jejich sukcesním zarůstáním, odvoňováním, eutrofizací, těžbou rašeliny a zalesňováním. Na studované lokalitě je *F. picea* z ochranářského hlediska bezpochyby nejvýznamnějším druhem mravenců, resp. eusociálních blanokřídlých. V České republice patří ve smyslu zákona 114/1992 Sb. v platném znění ke zvláště chráněným druhům živočichů v kategorii ohrožený druh a v červeném seznamu mravenců je zařazen do kategorie kriticky ohrožený druh (cf. Bezděčka 2005).

***Formica (Serviformica) rufibarbis* Fabricius, 1793**

Na vhodných stanovištích planárního a kolinného stupně poměrně běžný druh. Teplomilný, proto se vyskytuje spíše na řídkých krátkostébelných trávnících a zásadně mimo lesní porosty. V České republice patří ve smyslu zákona č. 114/1992 Sb. v platném znění ke zvláště chráněným druhům živočichů v kategorii ohrožený druh.

***Formica (Raptiformica) sanguinea* Latreille, 1798**

Eurypotentní druh, vyskytující se na širokém spektru biotopů. V České republice figuruje ve smyslu zákona 114/1992 Sb. v seznamu zvláště chráněných živočichů v kategorii ohrožený druh.

***Formica (Formica s. str.) truncorum* Fabricius, 1804**

Lesní mravenec rozšířený od nížin po horské polohy. Buduje kupkovitá až kupovitá hnízda z jehličí opřená o pařez, kmen či kameny, často i v kamenných sutích a to ve světlých lesích, na okrajích lesů, při lesních cestách a na pasekách. Převážně monogynní druh, ve stálých a vhodných podmínkách může být polygynní a polydomní a může zde vytvářet komplexy až o desítkách hnízd. V České republice figuruje ve smyslu zákona 114/1992 Sb. v seznamu zvláště chráněných živočichů v kategorii ohrožený druh.



Obr. 23: *Formica sanguinea* (dělnice), foto: Klára Bezděčková.



Obr. 24: *Formica fusca* (dělnice), foto: Klára Bezděčková.

Vosy (Polistinae a Vespinae)

Na lokalitě jsme zaznamenali výskyt osmi druhů společenských vos (čeleď Vespidae), z nichž dva patřili vosíkům (podčeleď Polistinae) a šest vosám (podčeleď Vespinae). Vesměs se jednalo o druhy běžné, žádný z nich nepatří mezi zvláště chráněné ani faunisticky významné druhy. Zatímco oba druhy vosíků (rod *Polistes*) preferují otevřené biotopy, všechny zastižené druhy vos (rody *Dolichovespula* a *Vespula*) preferují lesní porosty.



Obr. 25: Hnízdo vosíka *Polistes biglumis*, foto: Pavel Bezděčka.

Čmeláci (*Bombus*)

Na lokalitě jsme zjistili výskyt 11 druhů čmeláků, vesměs ve velmi malém počtu jedinců. K významnějším druhům lokality patří *Bombus hortorum*, *B. hypnorum*, *B. jonellus* a *B. pratorum*, jejichž počty se v naší krajině v současnosti snižují. Nejpočetněji byly zastoupeny druhy *B. terrestris* a *B. lapidarius*. Všechny nalezené druhy rodu *Bombus* patří mezi zvláště chráněné druhy živočichů, zařazené do kategorie ohrožený druh.

Bombus hortorum (Linnaeus, 1761)

Obývá světlejší lesy a lesní okraje s přilehlými loukami, zahradami a parky, vyžaduje alespoň křoviny, otevřené plochy neosidluje. V České republice je rozšířen od nížin po nižší polohy hor.

Bombus hypnorum (Linnaeus, 1758)

Obývá lesy včetně horských smrčín, lesní okraje, parky, zahrady. V České republice je místy hojný, v posledních desetiletích se rozšířil i do nížin a zvláště do parků a zahrad městských aglomerací; v současnosti je však patrný mírný ústup.

Bombus jonellus (Kirby, 1802)

Typický druh horských smrčín a rašelinišť, hnízdí ve starých ptačích nebo veverčích hnízdech, příležitostně v zemi pod mechem a v myších norách. V České republice se vyskytuje lokálně, v horách.

Bombus pratorum (Linnaeus, 1761)

Obývá vlhké biotopy, světlé lesy, louky a pastviny. Podhorský a horský lesní druh pronikající do zahrad a na vlhké otevřená stanoviště. V posledních letech se šíří i do nižších poloh. V České republice je hojnější ve středních a vyšších polohách, spíše chladnomilný, nevyskytuje se v otevřených biotopech nížin a teplých oblastí; v nižších polohách obvykle ve vlhkých lesích.



Obr. 26: Pačmelák *Bombus bohemicus*, foto: Klára Bezděčková.

3.4 Vyhodnocení vlivu realizovaných opatření na cílové druhy

Fauna eusociálních blanokřídlých obývajících studované lokality zahrnuje 17 druhů náležících ve smyslu Zákona 114/1992 Sb. v platném znění ke zvláště chráněným druhům živočichů v kategorii ohrožený druh. Je to všech šest zjištěných druhů mravenců rodu *Formica* a všech 11 čmeláků rodu *Bombus*. Z ochrannářského hlediska je zdaleka nejčinnějším druhem, jehož výskyt byl na těchto lokalitách zaznamenán, habitatový specialista mravenec rašelinný (Obr. 11 a 19), figurující zároveň v červeném seznamu bezobratlých jako kriticky ohrožený druh (Bezděčka 20005).

Cílem projektu „Ochrana hnízdišť bekasiny otavní“, je péče o podmačené a rašelinné louky takovým způsobem, aby odpovídala životním nárokům chráněných, ohrožených a

vzácných druhů organismů. Základem je sečení luk a prořezávky náletových dřevin. Pokud se podaří tento typ managementu zavést a dlouhodobě udržet, lze předpokládat zvýšení kvality a rozlohy biotopů vhodných pro přežívání mravence rašelinného a také jiných tyrfofilních druhů živočichů s podobnými ekologickými nároky. Vzhledem k tomu, že dosud nebyla studována schopnost regenerace populací mravence rašelinného, realizace projektu by mohla posloužit jako modelová situace pro výzkum této problematiky.

Realizovaná opatření mohou ovlivňovat velikost a dostupnost zdrojů také u ostatních druhů zvláště chráněných druhů eusociálních blanokřídlých. Redukce náletových dřevin může znamenat dočasné snížení dostupnosti potravy jak pro mravence (trofobióza), tak pro čmeláky. U mravenců bude schopnost vyrovnat se s touto situací zřejmě záviset na konkrétním umístění hnízd a také na přizpůsobivosti jednotlivých druhů. To se může částečně dotknout i mravence rašelinného, nicméně pokud budou dřeviny odstraňovány s rozvahou, převáží zřejmě pozitivní efekt – prosvětlení lokalit. V případě čmeláků by vzhledem k jejich mobilitě a dostatečným potravním zdrojům v okolí neměla představovat problém.

4 Diskuze

Na studovaných lokalitách jsme zaznamenali výskyt celkem 35 druhů eusociálních blanokřídlých. Z tohoto počtu činí 16 druhů zástupci čeledi Formicidae (ca 14 % z celkového počtu 111 druhů mravenců žijících na území ČR – viz Bezděčka & Bezděčková 2011), 11 druhů rodu *Bombus* (ca 29 % z celkového počtu 38 druhů čmeláků žijících na území ČR, viz Macek et al. 2010) a osm eusociálních zástupců čeledi Vespidae (ca 47 % z celkového počtu 17 druhů žijících na území ČR viz Macek et al. 2010). Fauna eusociálních blanokřídlých studovaných území tedy není nijak výjimečně bohatá, její složení však plně odpovídá charakteru studovaných lokalit. Vysoký je podíl zvláště chráněných druhů (ve smyslu Zákona 114/1992 Sb. v platném znění) k nimž patří celkem 17 (téměř 49 %) nalezených druhů. Jedná se o šest druhů mravenců rodu *Formica* a 11 druhů čmeláků rodu *Bombus*.

Výskyt jednotlivých druhů vos a čmeláků byl zjištěn obvykle na základě přítomnosti dělnic (případně samic pačmeláků) v blízkosti zdrojů potravy, tzn., že nelze posoudit, zda na lokalitě sídlily i jejich kolonie. V případě mravenců jsme většinou dohledali i hnízda jednotlivých druhů.

Jádro společenstev mravenců na studovaných lokalitách tvoří populace druhu *Myrmica ruginodis*, na zachovalejších místech i *Myrmica scabrinodis*. Výskyt těchto druhů je na mokřadních biotopech u nás (např. Bezděčka & Bezděčková 2011; Bezděčková & Bezděčka 2010, 2011 a nepubl. údaje) i v dalších evropských zemích (např. Dlusskij 2001; Marko et al. 2004; Petal 1961, 1963, 1964) typický. To je pravděpodobně dáno jejich vysokou tolerancí vůči příležitostným vzestupům vodní hladiny (Marko et al. 2004).

Na všech lokalitách jsme zjistili výskyt mravence rašelinného – *Formica picea*. Tento druh je jedním z mála skutečně tyrfofilních mravenců žijících v Evropě (Seifert 2004). Vzhledem k izolovanosti a mimořádné zranitelnosti rašeliništních biotopů je v mnoha zemích včetně České republiky výrazně ohrožen fragmentací a zánikem stanovišť (Fowles & Hurford 2006; Bezděčková & Bezděčka 2011). Na území studovaných lokalit je mravenec rašelinný jednoznačně nejohroženějším druhem eusociálních blanokřídlých. Na lokalitách Doupský a Bažantka, Ještěnice, Na Oklice a Rašeliniště Loučky byl jeho výskyt zaznamenán již dříve (viz Bezděčková & Bezděčka 2011). Současné potvrzení přítomnosti tohoto druhu, byť nejsou jeho populace pravděpodobně nikterak silné, výrazně přispívá k nadregionálnímu významu studovaných lokalit.

Na lokalitě V Hatích byl poprvé na Českomoravské vrchovině zaznamenán výskyt druhu *Myrmica vandeli*. Jedná se o vzácně nalézáný druh, u něž je předpokládána afiliace s druhem *M. scabrinodis* a diskutuje se o možnosti sociálního parazitismu. Zajímavá je přítomnost teplomilného druhu *F. rufibarbis* spolu s druhem *F. picea* na lokalitě Rašeliníště Loučky, svědčící o pestrých mikroklimatických podmínkách tohoto území.

Epigeická aktivita mravenců se ve sledovaných biotopech lišila. V počtech druhů zjištěných v jednotlivých typech biotopů nebyly sice zjištěny signifikantní rozdíly, avšak průměrný počet denních odchytů byl výrazně vyšší na zachovalých plochách než na plochách zarostlých. I když byly v zarostlých částech odchytávány jak druhy nelesní (přicházející sem zřejmě ze sousedních otevřených ploch za potravou, medovicí mšic na dřevinách), tak ubikvisti a druhy lesní, celkový počet jedinců byl dosti nízký. To je pravděpodobně dáno ústupem, tj. přesunem hnízd na otevřená místa, nelesních druhů ze zarostlých ploch a dosud nekompletní kolonizací druhy lesními, případně i nižší nabídkou prostorů k hnízdění a/nebo nižší úživností zarostlých ploch. Lze předpokládat, že pokud by zarůstání lokalit pokračovalo, časem by odtud zcela vymizely druhy vázané na otevřené biotopy, k nimž patří *M. scabrinodis*, *M. vandeli*, *F. rufibarbis* a také vzácný habitatový specialista *F. picea*.

Výsledky našeho průzkumu ukazují, že studované lokality hostí společenstvo mravenců typické pro nelesní otevřená rašeliníště. Přítomnost vzácného a ohroženého mravence rašelinného, vázaného v Evropě téměř výlučně na rašeliníšní biotopy (viz níže), svědčí o tom, že lokality stále poskytují podmínky pro přežívání ekologicky náročných druhů. Průzkum myrmekofauny byl omezen pouze na plochy transektů. Je proto pravděpodobné, že rozsáhlejší průzkumy lokalit by mohly odhalit přítomnost dalších druhů mravenců, např. *Leptothorax acervorum*, *Lasius flavus*, případně i *Camponotus herculeanus* nebo některé druhy lesních mravenců (*Formica* s. str.). Ukázalo se také, že ačkoliv se počet druhů mravenců ve společenstvu nemusí výrazně měnit, epigeická aktivita mravenců může být (ve středoevropských podmínkách) dobrým indikátorem změn krajiny.

Pokud je nám známo, na studovaných lokalitách nebyl dosud proveden průzkum eusociálních blanokřídlých. Dosavadní výzkumy, které proběhly na lokalitách Doupský a Bažantka, Ještěnice, Na Oklice a Rašeliníště Loučky, byly zaměřeny na zjištění výskytu mravence rašelinného (Bezděčková & Bezděčka 2007, 2011). Ten se nám podařilo potvrdit na všech uvedených lokalitách.

5 Doporučení pro ochranu a management

Jak už bylo uvedeno, nejohroženějším druhem eusociálních blanokřídlých, jehož aktuální výskyt jsme na všech studovaných lokalitách zjistili, je mravenec rašelinný – *Formica picea*. Zásadní faktor ohrožující populace tohoto druhu je mizení a fragmentace vhodných biotopů. Základním opatřením na jeho ochranu by proto mělo být udržování, případně rozšiřování jeho stanovišť. Garancí ochrany mravence rašelinného v maloplošných zvláště chráněných územích bude zahrnutí tohoto druhu do plánů péče mezi nejvýznamnější předměty ochrany. Mravenec rašelinný je svým výskytem vázaný na nelesní rašeliníšní biotopy, proto je důležité udržet otevřený charakter ploch, a pokud bude třeba, obnovit jej. Management by měl proto spočívat především v opakované likvidaci náletových dřevin a vysoké vegetace. Jako vhodný způsob realizace se jeví kosení ruční sekačkou a křovinořezem. Při jeho realizaci je však nutné dbát na to, aby nebyla poškozena hnízda mravence rašelinného. *F. picea* často vytváří polykalické kolonie s hnízdy ostrůvkovitě rozmístěnými na lokalitě. Je tedy typickým příkladem druhu, jehož populace může být při neopatrném chování (manipulace s technikou, pálení hmoty či její ponechání na lokalitě atd.) nenávratně zničena. Při sečení je nutné jednotlivá hnízda obsékat, v žádném případě nesmí být seřezávány buly osídlené mravenci.

Součástí managementu by proto mělo být i informování příslušných úřadů o přítomnosti mravence rašelinného na uvedených lokalitách a také osob, které zde pracují, o způsobu vyhledávání jeho hnízd a o přiměřeném způsobu práce.

Vhodným managementem může být i extenzivní pastva ovčí případně pastva ovčí s několika kusy koz. Nesmí však být příliš intenzivní, poněvadž pasoucí se zvířata mohou mechanicky ničit hnízda mravenců. Intenzivní pastva může také likvidovat potravní zdroje mravenců spálením a sešlapem rostlin napadených mšicemi.

Optimální termín pro realizaci managementu je období srpen–září, tedy v době po zakuklení/vylíhnutí pohlavních jedinců (tzn. potravní zdroje zůstanou zachovány dostatečně dlouho) a zároveň v době, kdy se mravenci mohou aktivně přizpůsobovat změnám podmínek (nikoli tedy těsně před hibernací).

Aby bylo možno hodnotit účinnost realizovaných opatření, je třeba populace *F. picea* pravidelně monitorovat. Monitoring by měl být zahájen co nejdříve po revitalizaci, aby měla sesbíraná data co největší výpovědní hodnotu. Probíhat by měl každoročně (alespoň v prvních letech po jeho zahájení), od července do září, na předem vytyčených trvalých monitorovacích plochách, jejichž GPS souřadnice budou zaznamenány do leteckého snímku lokality. Základní metodou monitoringu tohoto typu je vizuální vyhledávání hnízd, zaznamenávání jejich počtu a přesné polohy a také zaznamenávání hnízd ostatních mravenců, případně dalších významných faktorů.

Vzhledem k velmi malému povědomí veřejnosti o existenci mravence rašelinného je také důležitá osvěta na všech úrovních. Informace o významu tohoto druhu by měly být šířeny všemi dostupnými způsoby, tj. prostřednictvím informačních letáků, příspěvků v médiích, popularizačních přednášek apod. V případě vlastníků pozemků se jeví jako velmi žádoucí osobní jednání, při nichž jim dostane ujištění, že přítomnost mravence rašelinného na lokalitě pro ně nepředstavuje žádné zásadní riziko či omezení.

Ostatní druhy eusociálních blanokřídlých, které byly zaznamenány na studovaných lokalitách, jsou poměrně běžné a nemají natolik vyhraněné ekologické nároky, aby bylo nutné zavádět speciální opatření na jejich ochranu.

6 Závěr

V období 2013–2014 jsme na osmi rašelinistních lokalitách v centrální části Českomoravské vrchoviny studovali biodiverzitu fauny eusociálních blanokřídlých. Náš výzkum byl součástí projektu „Ochrana hnízdišť bekasiny otavní“, jehož hlavním cílem je péče o podmáčené a rašelinné louky takovým způsobem, aby odpovídala životním nárokům tohoto druhu a také dalších syntopicky se vyskytujících chráněných, ohrožených a vzácných druhů. Výzkum proto probíhal na lokalitách, na nichž bylo v posledních letech prokázáno hnízdění bekasiny otavní (*Gallinago gallinago*). Konkrétně šlo o lokality Doupský a Bažantka, Hajnice, Ještěnice, Na Oklice, Rašelinistě Loučky, rašelinistě Pod Trojanem, U Farského lesa a U Šeredů. V druhé polovině 20. století byla většina z nich narušena antropogenní činností související se snahou o intenzifikaci zemědělství a následně postižena expanzí konkurenčně zdatnými druhy bylin a zarůstáním náletovými dřevinami. Přes tyto negativní vlivy na nich však stále přežívá vedle bekasiny otavní i řada dalších vzácných a ohrožených druhů organismů.

Na studovaných lokalitách jsme zaznamenali výskyt celkem 35 druhů eusociálních blanokřídlých. Z tohoto počtu činí 16 druhů mravenci, 11 druhů čmeláci a osm druhů vosy. Fauna eusociálních blanokřídlých tedy není nijak výjimečně bohatá, její složení však plně odpovídá charakteru lokalit. Vysoký je však podíl zvláště chráněných druhů, k nimž patří celkem 17 (tj. téměř polovina) druhů.

Ochranářsky nejcenějším druhem eusociálních blanokřídlých, žijícím na studovaných lokalitách, je kriticky ohrožený habitatový specialista mravenec rašelinný. V Evropě je tento druh silně tyrfofilní, v planárním až montánním stupni vázaný výhradně na rašeliništní biotopy. V současné době jsou evropské populace mravence rašelinného významně ohroženy zánikem a tříštěním stanovišť, především jejich sukcesním zarůstáním, odvodňováním, eutrofizací, těžbou rašeliny a zalesňováním. Výskyt mravence rašelinného byl na lokalitách Doupský a Bažantka, Ještěnice, Na Oklice a Rašeliniště Loučky zaznamenán již v minulosti. Současné potvrzení jeho přítomnosti výrazně přispívá k nadregionálnímu významu studovaných lokalit.

Pokud budou lokality vhodným způsobem obhospodařovány, zvýší se i kvalita a rozloha biotopů vhodných pro přežívání mravence rašelinného, případně ostatních tyrfofilních druhů živočichů s podobnými ekologickými nároky. Základním opatřením na ochranu mravence rašelinného by mělo být udržování, případně rozšiřování vhodných stanovišť a v maloplošných zvláště chráněných územích by měl být tento druh zahrnut do plánu péče mezi nejvýznamnější předměty ochrany. Jako velmi žádoucí se jeví i zvýšení informovanosti veřejnosti o významu mravence rašelinného.



Obr. 27: Pohled do hnízda mravence rašelinného, foto: Klára Bezděčková.

7 Literatura

- Bezděčka P. 2005: Formicoidea (mravenci). Pp. 384–387. In: Farkač J., Král D. et Škorpík M. (eds.): Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí. Red list of threatened species in the Czech Republic. Invertebrates. Prague, Agency for Nature Conservation and Landscape Protection of the Czech Republic, 760 pp (in Czech and English).
- Bezděčková K. & Bezděčka P. 2007: *Formica picea* Nylander, 1846 (Hymenoptera: Formicidae) v centrální části Českomoravské vrchoviny. *Formica picea* Nylander, 1846 (Hymenoptera: Formicidae) in the central part of Bohemian-Moravian Highlands. – Acta rerum naturalium 3: 23–28.
- Bezděčková K. & Bezděčka P. 2010: Nové nálezy mravence rašelinného – *Formica picea* na Českomoravské vrchovině. New findings of the black bog ant – *Formica picea* in the Bohemian-Moravian Highlands (the Czech Republic). Acta Rerum Naturalium.
- Bezděčková K. & Bezděčka P. 2011: Ohrožené nelesní druhy mravenců rodu *Formica*. *Formica picea*, *Formica exsecta*, *Formica foreli* a *Formica pressilabris*. Endangered onforest *Formica* ants. *Formica picea*, *Formica exsecta*, *Formica foreli* and *Formica pressilabris*. – Muzeum Vysočiny Jihlava, 161 pp
- Bolton B. 1995: A new general catalogue of the ants of the world. Harvard Univ. Press, Cambridge – London, 504 pp.
- Bolton B. 2014: Bolton World Catalog Ants. Dostupné <http://www.antweb.org/page.do?name=world>. Přístup. 14. 11. 2014.
- Crist T. O. 2009: Biodiversity, species interactions, and functional roles of ants (Hymenoptera: Formicidae) in fragmented landscapes: a review. Myrmecological News 10: 3–13.
- Czechowski W., Radchenko A. & Czechowska W. 2002: The ants (Hymenoptera, Formicidae) of Poland. Museum and Institut for zoology PAS. Warszawa. 200 pp.
- Czechowski W., Radchenko A., Czechowska W. & Vepsäläinen K. 2012: The ants of Poland with reference to the myrmecofauna of Europe. Museum and Institute of Zoology of the Polish Academy of Sciences and Natura optima dux Foundation, 496 pp.
- Dlusskij G. M. 2001: Struktura komplexa muravev (Hymenoptera, Formicidae) verchovogo bolota. [Structure of ant community (Hymenoptera, Formicidae) from an oligotrophic peat bog]. – Zoologičeskij Žurnal 80: 976–985.
- Dvořák L. & Roberts S. P. M. 2006: Key to the paper and social wasps of Central Europe (Hymenoptera: Vespidae). Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae 46: 221–244.
- Dvořák L. & Straka J. 2007: Vespoidea: Vespidae (vosovití). Pp. 171–189. In: Bogusch P., Straka J., Kment P. (eds.): Annotated checklist of the Aculeata (Hymenoptera) of the Czech Republic and Slovakia. Komentovaný seznam žahadlových blanokřídlých (Hymenoptera: Aculeata) České republiky a Slovenska. Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae, Supplementum 11: 1-300 (in English and Czech).
- English T., Steiner F. M. & Schlick-Steiner B. C. 2005: Fine-scale grassland assemblage analysis in Central Europe: ants tell story that plants (Hymenoptera: Formicidae; Spermatophyta). Myrmecologische Nachrichten 7: 61–67.
- Folgarait P.J., 1998. Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. Biodiv. Conserv. 7: 1221–1244.
- Fowles A. P. & Hurford C. 1996: A monitoring programme for the bog ant *Formica candida* (=transcaucasica) on Cors Goch Llanllwch SSSI, Carmarthenshire. – CCW Natural science report No. 96/5/4. 12 pp. Dostupné <http://www.ccw.gov.uk/pdf/Formica%20candida%201996%20monitoring%20.pdf>. Přístup 14. 11. 2014.
- Christie F. J. and Hochuli D. F. 2009: Responses of wasp communities to urbanization: effects on community resilience and species diversity. Journal of Insect Conservation. 13: 213–221.

- Maes D., Van Dyck H., Vanreusel W. & Cortens J. 2003: Ant communities of Flemish (north Belgium) wet heathlands, a declining habitat in Europe. In: *European Journal of Entomology* 100 (4): 545–555.
- Macek J., Straka J., Bogusch P., Dvořák L., Bezděčka P. & Tyrner P. 2010: Blanokřídli České republiky I. – žahadloví. Academia, Praha, 520 pp.
- Majer J. D. 1983. Ants: bio-indicators of minesite rehabilitation, land-use, and land conservation. *Environmental Management* 7:375–385.
- Majer J. D., Orabi G. & Bisevac L. 2007: Ants (Hymenoptera: Formicidae) pass the bioindicator scorecard. *Myrmecological News* 10: 69–76.
- Marko B., Kiss K. & Gallé L. 2004: Mosaic structure of ant communities (Hymenoptera: Formicidae) in Eastern Carpathian marshes: regional versus local scales. – *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 50 (2): 77–95.
- Petal J. 1961. Materialy do znajomosci mrówek (Formicidae) Lubelszczyzny. (I–IV). – *Fragmenta Faunistica* (Warsaw) 9:135–151. [1961-12-15]
- Petal J. M. 1963: Materialy do znajomosci mrowek (Formicidae, Hymenoptera) Lubelszczyzny(V–VI)V. Mrowki torfowisk okolic Wytyczna. – *Fragmenta faunistica* 10: 463–472.
- Petal J. M. 1964 ("1963"): Fauna mrówek projektowanego rezerwatu torfowiskowego Rakowskie Bagno k. Frampola (woj. lubelskie). – *Annales Universitatis Mariae Curie-Sklodowska (C)*18: 143–173.
- Radchenko A. G. & Elmes G. W. 2010: *Myrmica* ants (Hymenoptera: Formicidae) of the Old World. *Fauna. Mundi*, vol. 3. – *Natura optima dux* Foundation, Warszawa, 789 pp.
- Seifert B. 1996: Ameisen beobachten, bestimmen. Naturbuch Verlag, Augsburg, 352 pp.
- Seifert B. 2004: The "Black Bog Ant" *Formica picea* Nylander, 1846 – a species different from *Formica candida* Smith, 1878 (Hymenoptera: Formicidae) *Myrmecologische Nachrichten* 6: 29–38.
- Seifert B. 2007: Die Ameisen Mittel- und Nordeuropas. Lutra Verlags – und Vertriebsgesellschaft, 368 pp.
- Sepp K., Mikk M., Mänd M. & Truu J. 2003: Bumblebee communities as an indicator for landscape monitoring in the agri-environmental programme. *Landscape and Urban Planning* 67:73–183.
- Straka J., Bogusch P. & Přidal A. 2007: Apoidea: Apiformes (včely). Pp. 241-299. In: Bogusch P., Straka J., Kment P. (eds.): Annotated checklist of the Aculeata (Hymenoptera) of the Czech Republic and Slovakia. Komentovaný seznam žahadlových blanokřídлых (Hymenoptera: Aculeata) České republiky a Slovenska. *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae, Supplementum* 11: 1–300 (in English and Czech).
- Touyama Y., Yamamoto T. & Nakagoshi N. 2002: Are ants useful bioindicator? – the relationship between ant species richness and soil macrofaunal richness, in Hiroshima prefecture. *Edaphologia* 70: 33–36.
- Williams P. 2010: Bumblebee ID. Find British species by colour pattern. Dostupné z http://www.nhm.ac.uk/research-curation/research/projects/bombus/key_british_colour_info.html. Přístup 14. 11. 2014.
- Wright S. 1933: Inbreeding and homozygosis. *Proceedings of the National Academy of Sciences of USA*. 19: 411–420.