

Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta
Katedra ekologie a životního prostředí



**Efektivita Moerickeho misek při odchyту hmyzu: Vliv
barvy pastí a parametrů okolního prostředí**

Michaela Hložková

Bakalářská práce
předložená
na Katedře ekologie a životního prostředí
Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

Jako součást požadavků
na získání titulu Bc. v oboru
Ekologie a ochrana životního prostředí

Vedoucí práce: Mgr. Monika Mazalová, Ph. D.

V Olomouci 2020

Hlošková M. 2020. Efektivita Moerickeho misek při odchytu hmyzu: Vliv barvy pastí a parametrů okolního prostředí. [bakalářská práce]. Olomouc: Katedra ekologie a ŽP PřF UP v Olomouci. 30 s. 2 přílohy. Česky.

Abstrakt

Hmyz představuje celosvětově nejrozmanitější a nejpočetnější skupinu známých organismů. Při studiu hmyzu je tedy důležité zvolit vhodné metody sběru vzhledem ke studované skupině. Metoda Moerickeho misek je dnes jednou z nejvyužívanějších metod při odchytu florikolního hmyzu. Existuje nespočet studií zaměřených na efektivitu odchytu miskami různých barev, avšak pokusy s expozicí různobarevných misek v prostředích, lišících se pestrostí potravní nabídky (přítomnost květů rostlin odlišných druhů a barev *versus* prostředí s dominancí kvetoucí rostliny jednoho druhu či převládající barvy) jsou dosud vzácné. Cílem bakalářské práce proto bylo kromě tématicky zaměřené úvodní rešerše vyhodnotit pomocí terénního experimentu použití různých barev misek v kvalitativně odlišných typech prostředí. Stanoviště expozice pastí se lišila především z hlediska počtu a pestrosti potravní nabídky, tj. dostupnosti květů různých barev v okolí, studován byl také vliv seče na úspěšnost odchytu. Použity byly misky bílé, fialové a žluté barvy. Efekt barvy misky byl sledován na zástupcích řádů odchyceného hmyzu. Užitím metod přímé ordinační analýzy jsem potvrdila preferenci Hemiptera vůči žluté barvě. Nejefektivnější barvou misek z hlediska záchytu řádů hmyzu byla miska bílé barvy, do které se chytalo nejvíce zástupců Hymenoptera, Coleoptera a Dermaptera. Motýli byli nejčastěji odchyťováni bílými, případně též fialovými miskami. U čmeláků jsem zjistila výraznou preferenci vůči fialovým miskám, pouze dva druhy (*Bombus lapidarius*, *Bombus lucorum*) preferovaly misky bílé. Se sečí byl spojen výrazný pokles abundancí většiny řádů hmyzu. Silný negativní efekt byl patrný zejména u motýlů a dvoukřídlých.

Klíčová slova: odchyťové metody, barevné preference, seč, opylovači, čmeláci (*Bombus* spp.), denní motýli (*Rhopalocera*), podhorské louky

Hlošková M. 2020. Efficiency of Moericke's traps for insect sampling: the effects of trap colour and environmental factors in traps vicinity [bachelor's thesis]. Olomouc: Department of Ecology and Environmental Sciences, Faculty of Science, Palacky University of Olomouc. 30 pp. 2 Appendices. Czech.

Abstract

Insects represent the most diverse and abundant group of known organisms. The choice of an appropriate sampling method is thus crucial when studying insects. Moericke traps are one of the most widely used method for sampling of flower visiting insects. There are countless studies on the effectiveness of pan traps of different colours, but studies with multicoloured pan traps exposed in environments differing in food supply heterogeneity (presence of flowers of different species and colours versus environments with flowering plants of one species or predominant colour) are still scarce. The aim of the bachelor's thesis was (i) to write an introductory research on the topic. (ii) to evaluate experimentally the sampling effect of differently coloured pan traps in qualitatively different types of environments (differing mainly in terms of number and variety of food supply, i.e. availability of flowers of different colours in the surroundings of each trap) and (iii) to assess the effect of mowing on the effectiveness of pan traps' sampling. The response of various orders of arthropods and species of butterflies and bumblebees to white, purple and yellow bowls was analysed. Using methods of direct ordination, I confirmed preference for yellow colour in Hemiptera. The most effective colour of the traps in terms of capturing insect taxa was white, which caught the highest number of representatives of Hymenoptera, Coleoptera and Dermaptera. Butterflies were most often caught in white or purple traps. I found a strong preference for purple within bumblebees, only two species (*Bombus lapidarius*, *Bombus lucorum*) preferring white. Mowing had a significant effect on decrease in the majority of insect taxa which was most pronounced on butterflies and Diptera.

Keywords: sampling methods, colour preference, mowing, pollinators, bumblebees (*Bombus* spp.), butterflies (Lepidoptera:Rhopalocera), foothill meadows

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Moniky Mazalové, Ph.D., a jen s použitím citovaných literárních pramenů.

V Olomouci dne 20.7.2020

.....

podpis

Obsah

Seznam tabulek.....	vii
Seznam obrázků.....	viii
Seznam příloh.....	ix
Poděkování.....	x
1. Úvod.....	1
1.1. Druhová bohatost, pokles druhové bohatosti a abundancí hmyzu.....	1
1.2. Metody sběru suchozemského hmyzu.....	2
2. Cíle práce.....	7
3. Metody.....	8
3.1. Charakteristika lokality.....	8
3.2. Design experimentu.....	9
3.3. Analýza dat.....	11
4. Výsledky.....	13
4.1. Faunistický souhrn.....	13
4.2. Vliv barvy misek.....	14
4.3. Vliv seče.....	16
5. Diskuze.....	19
5.1. Faunistické vyhodnocení.....	19
5.2. Vyhodnocení vlivu barvy misek.....	20
5.3. Vyhodnocení vlivu seče.....	22
6. Závěr.....	23
7. Seznam použité literatury.....	24
8. Přílohy.....	28

Seznam tabulek

Tabulka 1: Srovnání druhů čmeláků a motýlů odchytených jednotlivými barvami misek před a po seči.....	17
---	----

Seznam obrázků

Obrázek 1: Mapa lokality	8
Obrázek 2: Schéma rozmístění misek na transektech.....	10
Obrázek 3: Instalovaná past s Moerickeho miskou	11
Obrázek 4: Parciální RDA model efektu barvy misky na záchyt řádů hmyzu.....	14
Obrázek 5: Parciální RDA model efektu barvy misky na záchyt motýlů	15
Obrázek 6: Parciální RDA model efektu barvy misky na záchyt čmeláků.....	16
Obrázek 7: Početnost odchycených řádů hmyzu na transektu A před a po seči.....	16
Obrázek 8: Početnost odchycených řádů hmyzu na transektu B před a po seči	17

Seznam příloh

Příloha 1: Souhrnný přehled odchycených druhů čmeláků	28
Příloha 2: Souhrnný přehled odchycených druhů motýlů	29

Poděkování

Největší dík patří vedoucí mé bakalářské práce Mgr. Monice Mazalové, Ph.D. za její pomoc při založení terénního experimentu, determinaci motýlů a čmeláků, cenné rady při sepisování této práce, a především její neutuchající optimismus. Dále chci poděkovat RNDr. Tomáši Kurasovi Ph.D. za pomoc při analýze dat. A v neposlední řadě chci poděkovat svým rodičům a prarodičům. Svým rodičům děkuji za jejich trpělivost a podporu nejen při studiu. Svým prarodičům děkuji za stálou pozitivní energii a možnost mít komu si postěžovat.

1. Úvod

1.1. Druhá bohatost, pokles druhové bohatosti a abundancí hmyzu

Hmyz představuje celosvětově nejrozmanitější a nejpočetnější skupinu známých organismů. Tvoří přibližně 80 % všech druhů živočichů (Conrad et al. 2006). Je nezastupitelnou součástí většiny ekosystémů, poskytuje řadu důležitých ekosystémových služeb a tvoří významnou složku potravy mnoha živočichů. Očekávání jsou proto taková, že pokud dojde k výraznému velkoplošnému úbytku hmyzu, bude negativně ovlivněno nejen velké množství živočišných i rostlinných druhů, ale i řada ekosystémů (Noriega 2018, Rhodes 2019).

V posledních desetiletích entomologové dokumentují znepokojivý pokles druhové bohatosti i abundancí hmyzu, nejen v lokálním, ale i globálním měřítku. Dochází také k nemalému úbytku dříve běžných druhů hmyzu (Conrad et al. 2006, Van Dyck et al. 2009, Montgomery et al. 2020). Mezi hlavní příčiny snižování druhové bohatosti a abundancí patří zejména ztráta přirozených habitatů a jejich fragmentace, chemické přípravky využívané v zemědělství a jeho intenzifikace, patogeny, znečištění, invazní druhy a změna klimatu (Kremen 1992, Potts et al. 2010, Sánchez-Bayo a Wyckhuys 2019).

Pokles diverzity a biomasy hmyzu je nejčastěji dokumentován na příkladu motýlů (Lepidoptera), blanokřídlých (Hymenoptera) a brouků (Coleoptera) u kterých je úbytek nejvíce patrný. Obdobný trend je však viditelný i u ostatních skupin (Carpaneto et al. 2007, Kosior et al. 2007, Potts et al. 2010). U hmyzu, který je vázán svým vývojovým cyklem na vodní prostředí, jsou nejvíce zasaženy vážky (Odonata), pošvatky (Plecoptera), chrostíci (Trichoptera) a jepice (Ephemeroptera) (Sánchez-Bayo a Wyckhuys 2019).

Jednou z nejvýrazněji zasažených skupin jsou opylovači, z nichž významnou část tvoří právě blanokřídlí a motýli. Opylovači tvoří klíčovou součást globální biodiverzity a poskytují životně důležité ekosystémové služby nejen planým rostlinám, ale i zemědělským plodinám (Potts et al. 2010). 67-96 % všech kvetoucích rostlin a přibližně 75 % zemědělsky využívaných plodin je opylováno živočichy, a to zejména hmyzem (Potts et al. 2010, Ollerton et al. 2011, Wardhaugh 2015). Opylovači tak ovlivňují reprodukční úspěšnost a populační strukturu jimi opylovaných rostlin. Ubývání opylovačů může mít za následek ztrátu opylovacích služeb a tím negativně ovlivnit udržování rozmanitosti divokých rostlin, způsobit širší ekosystémovou nestabilitu a mít negativní dopad na rostlinnou výrobu, produkci potravin a lidské blaho (Goulson 1999, Potts et al. 2010, Wardhaugh 2015).

Kromě významné role hmyzu v zajišťování ekosystémových služeb jako je opylování, rozklad organické hmoty a tím i zajišťování koloběhu živin apod. lze jeho význam spatřovat také v možnosti jeho využití při bioindikaci změn prostředí.

V okolním prostředí dochází k neustálým změnám enviromentálních charakteristik. Tyto změny však probíhají pomalu, a proto je obtížné je zachytit a následně vyhodnotit. Změny enviromentálních faktorů však reflektují početnosti některých citlivých, často specializovaných druhů (van Swaay et al. 2006, Brereton et al. 2010, Oliver et al. 2015), čímž dochází ke změně struktury společenstva daného prostředí.

Při studiu enviromentálních změn může tedy hmyz plnit roli bioindikátorů. Vzhledem ke své krátkověkosti a početnosti nejen na úrovni druhů, ale i abundancí jednotlivých druhů, jsou určité hmyzí taxony pro studium těchto změn ideální (Paoletti 1999, Rainio a Niemelä 2003, Maleque et al. 2009, Fartmann et al. 2012). Některé skupiny hmyzu mají predispozice citlivěji vnímat změny v prostředí kvůli využívání odlišných mikrostanovišť během svého vývojového cyklu či konzumaci specifického zdroje potravy. Mezi nejčastěji využívané skupiny patří motýli (Lepidoptera), brouci (Coleoptera), rovnokřídli (Orthoptera), některé taxony blanokřídlych (Hymenoptera), dvoukřídlych (Diptera) apod. Zástupci vodního hmyzu (např. larvy pošvatek či jepic) jsou často využívanými bioindikátory znečištění vodního prostředí z důvodu jejich vysoké citlivosti na změnu chemismu a znečištění vod (Cain et al. 1992, Hodkinson a Jackson 2005, Moura et al. 2019).

Skupiny hmyzu využívané k bioidentifikaci by měly být dobře prostudované taxonomicky i ekologicky a mít specifické nároky na prostředí (Rainio a Niemelä, 2003, Oliver et al. 2015). Hlavními výhodami výše jmenovaných skupin je jejich druhová bohatost a zastoupení ve většině terestrických společenstev, jsou intenzivně studované a jsou dobře známé jejich ekologické nároky i životní cykly. Další nutnou podmínkou k využívání bioindikační schopnosti hmyzu je existence propracovaných metod vzorkování daných taxonů.

1.2. Metody sběru suchozemského hmyzu

Vzhledem k variabilitě životních strategií hmyzu je třeba využívat vhodných metod sběru v závislosti na studovaných skupinách. Volba vhodné metody se odvíjí především od cíle daného výzkumu a skupiny hmyzu, který je předmětem studia.

K odchytu epigeického hmyzu lze využít individuálního sběru pomocí entomologické pinzety či exhaustoru. Podstatou je vyhledávání a následný odchyt jedinců. Tato metoda je vhodná v případech, kdy je velká pravděpodobnost, že nebudou fungovat odchyťová zařízení nebo není možný návrat na lokalitu (Niedobová a Řezníčková 2014). Další vhodnou metodou je použití

prosívadla, a to především u těch skupin hmyzu, které se vyskytují v hrabance, mechu, tlejícím dřevě, ptačích hnízdech apod. Následně je třeba z prosetého materiálu na dně pytle prosívadla vybrat pinzetou či exhaustorem chycené jedince. Při odchytu hmyzu, který vyhledává úkryt, například pod kameny, prkny nebo kůrou stromů, lze využít metody umělých úkrytů. Pokud poskytneme úkryt v podobě kusu dřeva, části kartonu apod., můžeme pod ním tyto skupiny hmyzu nalézat. Metoda umělého úkrytu se však využívá nejen u striktně epigeických skupin, ale například i při monitoringu housenek bekyně velkohlavé (*Lymantria dispar*), kdy se okolo kmene hostitelské dřeviny obmotá pytlovina, jež housenky chrání před případnými predátory, spoléhajícími se při vyhledávání kořisti na zrak, především ptáky (Schauff 2001). Další tradiční metodou odchytu epigeického hmyzu jsou zemní pasti, sloužící nejčastěji k odchytu střevlíkovitých (Carabidae), drabčičků (Staphylinidae), škvorů (Dermaptera) a larev páteříčků (Cantharidae). Existuje řada variant těchto pastí. Liší se tvarem, materiálem, velikostí, přítomností konzervační látky či přítomností návnady (Novák 1969, Schmidt et al. 2006, Seldon a Beggs 2010).

Při sběru létajícího a florikolního hmyzu lze využít velké množství metod. Existují i metody, u nichž není nezbytně nutný odchyt jedinců, jako je například sčítání jedinců na transektu. Této metody se využívá nejčastěji při monitoringu denních motýlů na konkrétní lokalitě, kdy v určitém časovém úseku procházíme stanovený transekt, linii vedenou napříč územím, a zaznamenáváme pozorované druhy. Obdobnou metodou je zig-zaging. Jedná se o časově standardizované systematické procházení plochy a zaznamenávání, případně sběr, všech jedinců cílové skupiny. U obou těchto metod můžeme využít motýlářské sítě k odchytu (především v případě problematicky determinovatelných druhů), případně pouze zaznamenávat výskyt jednotlivých jedinců (Jakubikova a Kadlec 2015). Základem konstrukce sítě k odchytu motýlů je kovový rám ze silného drátu, na němž je připevněn pytel z jemné a lehké tkaniny. Tuto metodu lze ovšem využít nejen k odchytu motýlů, ale i dalších zástupců létavého hmyzu (Mourek a Lišková 2010).

Při sběru hmyzu z porostů bylin a nízkých keřů je efektivní metodou využití smýkací sítě. Má obdobnou konstrukci jako síť motýlářská, avšak s tím rozdílem, že se skládá z pytle dvouvrstevného, kde vnitřní část tvoří jemná síťovina a vnější část je tvořena pevnou šustákovinou, která chrání vnitřní síť před poškozením. Samotné smýkání pak provádíme máváním ve vegetaci, kdy opisujeme tvar „osmičky“ (Mourek a Lišková 2010). U hmyzu vázaného na větší rostliny jako jsou keře a stromy lze využít sklepávadla. Nejčastěji využívaným typem je konstrukce tzv. amerického sklepávadla, které tvoří rám ze dvou prutů ve tvaru písmene „X“ mezi jehož konci je natažena bílá pevná tkanina. Samotné sklepávání provádíme tak, že sklepávadlo umístíme pod větev a následně do větví udeříme. Vzniklými vibracemi dojde k vyrušení hmyzu, který následně padá na sklepávadlo (Novák 1969).

Sběr pohyblivého létajícího hmyzu lze tedy provádět přímým odchytem jedinců (viz výše popsané metody), nebo za využití pastí. I zde lze částečně využít individuálního sběru jedinců za pomoci pinzety, avšak použití této metody je u těchto mobilních skupin hmyzu náročné. K přímému odchytu létajícího hmyzu na květech lze využít i malé uzavíratelné nádoby, v případě nutnosti archivace jedinců k pozdější laboratorní determinaci. Jde o nádobku s narkotizačním médiem (octan etylnatý, kyanid draselný), tzv. smrtičku.

Při odchytu létajícího florikolního hmyzu lze využít také velké množství různých typů pastí, z nichž některé jsou specializované na určité skupiny hmyzu. U hmyzu s noční aktivitou, převážně nočních motýlů, se využívá světelných lapačů. Noční hmyz je atrahován světlem a lákán k lapači. Světelné lapače existují v mnoha různých řešeních, mohou využívat různého zdroje záření, běžně jsou tvořeny soustavou plexiskel, do nichž přilákaný hmyz narazí a následně padá do nádoby s usmrcujícím médiem (Jonason et al. 2014, Niedobová a Řezníčková 2014). Případně lze využít bílé plachty připevněné u zdroje světla, ze které je hmyz po jeho dosednutí nutné ručně posbírat za pomoci pinzety, či sklepnutím přímo do sběrné nádoby (Novák 1969).

Malaiseho past je vhodná k odchytu létajícího hmyzu jako jsou mouchy, včely, vosy, ale také plošnice či brouci. Past využívá tendence hmyzu létat ze zastíněného prostředí ke světlu. Past má tvar stanu z bílého monofilu. Z vrcholu stanu vede rukáv, který ústí do sběrné nádoby s konzervační kapalinou. Létající hmyz narazí na monofil, leze směrem k vrcholu stanu až do rukávu, kde následně padá do umístěné sběrné nádoby. Pasti lze ponechat instalované i po delší dobu, avšak v tomto případě je třeba zvolit vhodnou konzervační kapalinu stálejších vlastností. Pro zvýšení pravděpodobnosti odchytu konkrétních druhů lze využít feromonů (Ulyshen et al. 2005, Niedobová a Řezníčková 2014, Matthews a Matthews 2017).

Další metodou jsou leповé desky, které se využívají k odchytu hmyzu, jenž je atrahován barvou, nejčastěji žlutou. Často se tento typ pasti využívá k zneškodnění škůdců v ochraně rostlin. Past je tvořena destičkou (z kartonu, plastu apod.), na které je nanášena lepivá vrstva sloužící k vlastnímu zachycení hmyzu, který na past usedne. Jednou z nevýhod této metody je potřeba využití rozpouštědla (např. toluen, xylen, ethylacetát) pokud chceme hmyz odlepit, následně je třeba očistit i chycené jedince. Tato metoda je vhodná spíše k odchytu drobnějšího létavého hmyzu, nejčastěji mšic (Heize et al. 1992, Niedobová a Řezníčková 2014), naopak není vhodná k odchytu motýlů či chrostíků kvůli poškození jejich křehkých těl včetně barevných vzorů s determinačním významem (Schauff 2001).

K odchytu létavého hmyzu, zejména brouků, lze využít nárazových pastí. Nárazovou past může tvořit průhledná napnutá plachta mezi stromy, plní funkci pro hmyz neviditelné bariéry, a pod ní umístěné sběrné nádoby s konzervační kapalinou. Hmyz v letu narazí do bariéry a následně

padá do nádoby s konzervační kapalinou. U tohoto typu se předpokládá pouze krátkodobé využití. U nárazových pastí umístěvaných do korun stromů se počítá s jejich dlouhodobější expozicí. Tato past se skládá z trychtýře, jehož hrdlo ústí do sběrné nádoby s konzervační látkou. Do nálevky jsou umístěna plexiskla, zkřížená ve vzájemně kolmém postavení, nad nimi je poté připevněna stříška, zabráňující přílišnému ředění konzervačního média v případě srážek (Schauff 2001, Bouget et al. 2008, Sverdrup-Thygeson a Birkemoe 2009, Niedobová a Řezníčková 2014).

K odchytu dvoukřídlých, blanokřídlých a motýlů lze použít rovněž návnadových pastí. Využívá se specifická návnada, podle skupiny hmyzu, která je cílem odchytu. Odchytovým zařízením je nejčastěji válcovitá konstrukce potažená jemnou látkou, pod jejíž spodní část je umístěna návnada. Při odchytu výše uvedených taxonů se jako návnada využívá především kvasící ovoce, případně zkvašená povidla či jiné ovocné směsi. Tento typ pasti lze také využít k odchytu koprofágních brouků, kdy návnadu tvoří exkrementy, nekrofágy lze lákat na kadávery a krevsající dvoukřídlé na oxid uhličitý uvolňovaný z jeho pevné formy tzv. suchého ledu. Konkrétní motýly lze lákat na synteticky vyráběné feromony. U některých skupin tropických motýlů (např. ostruháci a velcí babočkovití motýli) představuje tato metoda jeden z mála úspěšných způsobů odchytu. (Gillies 1974, Sourakov a Emmel 1995, Hill et al. 2001)

Moerickeho misky (Moericke 1951) jsou dnes nejvyužívanější odchytovou metodou při studiu florikolního hmyzu, tj. zejména včel a dalších blanokřídlých (Monsevičius et al. 2004, Wilson et al. 2008, Droege et al. 2010, Bates et al. 2011, Heneberg a Bogusch 2014) a florikolních skupin dvoukřídlých Syrphidae (Laubertie et al. 2006, D'Amen et al. 2013, Power et al. 2016). V minulosti však byly opakovaně úspěšně použity i k vzorkování denních motýlů (Kuras et al. 2000, Kočíková et al. 2012, Bílá et al. 2013) či brouků (Leksono et al. 2005, Perlík 2017). Mezi jejich hlavní výhody patří vysoká efektivita odchytu florikolního hmyzu. Další výhodou je jejich nízká cena (Campbell a Hanula 2007). Metoda barevných misek bývala tradičně využívána také při vzorkování zemědělských škůdců a fytofágního hmyzu, nejčastěji mšic (Evans a Medler 1967, Boiteau 1990). Past tvoří miska zářivé barvy, nejčastěji žlutá, případně modrá, bílá, fialová či jiná (Wilson et al. 2008, Heneberg a Bogusch 2014, Power et al. 2016, Sircom 2018). Miska je naplněna vodným roztokem soli s malým množstvím detergentu, který narušuje povrchové napětí vody. Hmyz je k pasti přilákan inzerovanou barvou a po usednutí na domnělý květ klesá pod hladinu roztoku. Pasti lze umístit do výšky nebo je položit na povrch (Niedobová a Řezníčková 2014), z rešerše dostupných prací však nevyplývá jednoznačný závěr, zda je výhodnější umístit pasti do výšky, tedy připevnit na sloupky (Pollet a Grootaert 1987, Pollet 2001, Idris 2010, Tuell a Isaacs 2009) či pouze položit na zem (Monsevičius et al. 2004, Abrahamczyk et al. 2010, Droege et al. 2010).

Moerickeho pasti tedy využívají barvy jako jednoho z lákadel, kterým atrahují hmyz rostliny. Oči florikolního hmyzu jsou uzpůsobené k rozlišování barev a umožňují mu tak rychlejší nalezení květu a následné potravy. Všechny skupiny hmyzu mají fotoreceptory pro zelenou (vlnová délka 490–560 nm), modrou (400–460 nm) a UV (325–370 nm), pouze u některých skupin lze nalézt také receptory pro barvu červenou. Tento receptor se však u hmyzu vyskytuje výjimečně, např. u vážek (Odonata) (Chittka 1996). Existuje evidence o barevných preferencích různých taxonů hmyzu (Aguiar a Sharkov 1997, Abrahamczyk et al. 2010, Chittka et al. 2014), stejně tak byla publikována řada studií o tzv. floral constancy (např. Waser 1986, Lewis 1989, Gegear a Lavery 2005). Především včely a čmeláci jsou schopni v daný okamžik efektivně získávat nektar či pyl z malého počtu různých typů květu, proto většina jedinců navštěvuje v danou dobu květy jedné případně dvou konkrétních druhů rostlin, zejména když se jedná o rostliny v daném místě a čase velmi hojně (Goulson 1999).

Lze konstatovat, že různé skupiny florikolního hmyzu jsou atrahovány různými barvami pastí, v závislosti na tom, jakou barvu mají květy, které daný hmyz vyhledává. Nejeefektivnější barvou pro odchyt blanokřídlých (Hymenoptera) se ukázala být barva žlutá, avšak u parazitoidů modrá a čmeláků fialová. Dvoukřídlí (Diptera) a mšice jsou lákány spíše světlými barvami (bílá, žlutá) (Aguiar a Sharkov 1997, Döring a Chittka 2007, Abrahamczyk et al. 2010, Goulson 2010). Potravní generalismus většiny druhů florikolního hmyzu však vyvolává přetrvávající diskuze nad volbou nejefektivnější barvy pastí určených k odchytu různých skupin hmyzu. Existuje nespočet studií zaměřených na efektivitu odchytu miskami různých barev (např. Campbell et al. 2007, Abrahamczyk et al. 2010, Grundel et al. 2011, Heneberg a Bogusch 2014), avšak pokusy s expozicí různobarevných misek v prostředích, lišících se pestrostí potravní nabídky (přítomnost květů rostlin odlišných druhů a barev versus prostředí s dominancí kvetoucí rostliny jednoho druhu či převládající barvy) jsou dosud vzácné (Saunders a Luck 2013, Perlík 2017).

Cílem předkládané bakalářské práce proto bylo experimentálně vyhodnotit vliv použití různých barev misek v kvalitativně odlišných typech otevřeného stanoviště, na strukturu hmyzu ve vzorcích. Kvalitu stanoviště představovala odlišná dostupnost květů různých barev v okolí misek. Experiment byl založen na trvalých travních porostech podhorských luk, dalším cílem proto bylo postihnout případné rozdíly v kvantitě i kvalitě vzorků před sečí a po jejím provedení a formulovat tak případná omezení pro použití uvedené metody v sezónně disturbovaném typu prostředí.

2. Cíle práce

- zpracovat úvodní rešerši na téma: metody sběru hmyzu, efektivita použití Moerickeho misek k vzorkování různých skupin hmyzu, vliv barvy misek a kvality prostředí.
- pomocí terénního experimentu vyhodnotit použití různých barev misek v kvalitativně odlišných typech prostředí (lišících se především z hlediska počtu a pestrosti potravní nabídky, tj. dostupnosti květů různých barev v okolí misky, studován byl také vliv seče na úspěšnost odchyty miskami různých barev).

3. Metody

3.1. Charakteristika lokality

Výzkum probíhal na podhorských loukách na území dnešní Přírodní památky Slunná stráň (vyhlášeno 5.12.2018) v podhůří Hrubého Jeseníku. Oblast se nachází v okrese Šumperk na katastrálním území Přemyslova (část obce Loučná nad Desnou) a Nových Losin (část obce Jindřichov).



Obrázek 1: Mapa lokality.

Nadmořská výška oblasti se pohybuje v rozmezí 730-830 m. n. m. Průměrná roční teplota vzduchu činí 6,5°C. Dlouhodobé roční srážkové úhrny v oblasti dosahují 800-1000 mm (Tolasz et al. 2007). Lokalita je tvořena polopřirozenými loukami a pastvinami. Jednotlivé plochy jsou od sebe odděleny soustavami travnatých mezí a remízků se vzrostlými stromy a keři. Management území představuje pravidelná každoroční seč, případně pastva skotu. Na území byly vybrány dvě plochy s odlišnou skladbou dominantních rostlin, na nichž byly instalovány Moerickeho misky.

Transekt A se nacházel na severovýchodním okraji Přírodní památky Slunná stráň (50.1121497N, 17.0617292E, viz. Obr. 1). Jde o jižně orientovaný svah s druhově pestrým lučním společenstvem svazu *Arrhenatherion*. Dominantními druhy jsou ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*) a trojštět žlutavý (*Trisetum flavescens*). Hojně jsou zastoupeny kvetoucí dvouděložné rostliny (*Leucanthemum vulgare*, *Campanula patula*, *Lychnis flos-cuculi*, *Knautia* spp., *Hypericum* sp. *Ranunculus acris*, *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus*, *Achillea*

millefolium, *Vicia* sp., *Hieracium* spp atd.). Po seči byla dominantním kvetoucím druhem pupava bezlodyžná (*Carlina acaulis*).

Transekt B se nacházel na západním okraji Přírodní památky Slunná stráň (50.1120992N, 17.0478161E, viz. Obr. 1). Jedná se o louku s výrazně chudší a částečně ruderalizovanou vegetací. Dominantními druhy travin jsou kostřava luční (*Festuca pratensis*), srha laločnatá (*Dactylis glomerata*) a bojínek luční (*Phleum pratense*). Hojně zastoupeny jsou také šťovíky (*Rumex* spp.) a čeled' miříkovité (*Apiaceae*), reprezentována nejpočetněji zastoupenými druhy: bršlice kozí noha (*Aegopodium podagraria*), kerblík lesní (*Anthriscus sylvestris*) a krabilice chlupatá (*Chaerophyllum hirsutum*). Kromě výše uvedených taxonů se zde v nižších abundancích nacházely některé další druhy dvouděložných rostlin, hojně především na transektu A (*Trifolium pratense*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus*, *Vicia* sp., *Hieracium* spp atd.).

3.2. Design experimentu

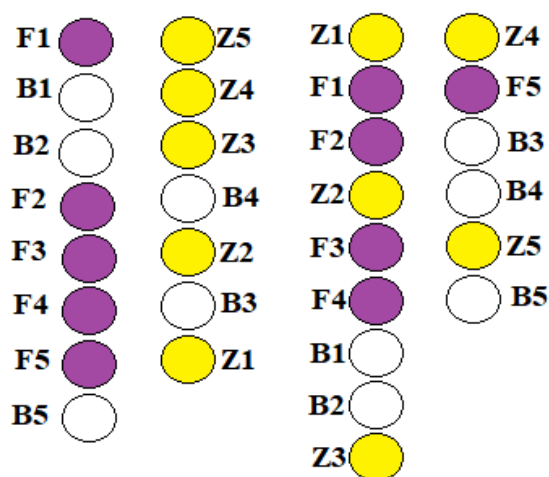
Pasti byly umístěny na vybrané plochy ve dvou liniích, vždy v odstupu alespoň 10 metrů tak, aby byla omezena vzájemná kompetice jednotlivých pastí (Droege et al. 2010). Na transektu A bylo instalováno 8 pastí v jedné a 7 pastí ve druhé linii, na transektu B 9 pastí v první a 6 pastí ve druhé linii. Linie byly zvoleny tak, aby byly pastí umístěny ve vegetačně si co možná nejpodobnějším porostu, který se měnil s pozicí na svahu. Celkově bylo umístěno 15 pastí na každou plochu, po 5 miskách každé barvy. Při každém výběru pastí byla náhodně změněna pozice každé z misek s cílem maximálního znáhodnění pozic různých barev. Na transektu A byly pastí umístěny lineárně s okrajem lesa, od něhož se nacházely přibližně 12 metrů. Na transektu B byly pastí instalovány ve stejné vzdálenosti od vzrostlého stromořadí, lemujícího silnici.

Moerickeho misky byly připevněny na dřevěné kolíky ve výšce 1 metru, z důvodu jejich lepší viditelnosti pro hmyz ve vysokém porostu. Byly použity plastové misky o průměru 15 cm v originálním bílém provedení, které byly dále obarveny multifunkční venkovní acetonovou barvou ve spreji (Maston One), odstíny RAL 4006 (Traffic purple) a RAL 1021 (Bright yellow). Zvolené odstíny reprezentovaly nejpodobnější vhodné barvy (vzhledem k materiálu a venkovnímu použití) převládajícím barevným odstínům květů rostlin na studovaných plochách. Misky byly naplněny konzervačním roztokem soli a detergentu.

Pasti byly instalovány na obě plochy 15. 6. 2018. Výběry na transektu A probíhaly od data instalace pastí do 7. 7. 2018. Z důvodu seče v odlišnou dobu na jednotlivých plochách byly pastí na transektu A 7. 7. odstraněny a po seči opět instalovány na původní místa, misky byly poté na transektu v období 31. 7. - 19. 8. Na transektu B byly pastí exponovány v období 15. 6. - 31. 7.,

příčemž vegetace zde byla posečena 4. 7. 2018. Pasti byly vybírány v tří denním intervalu. V případě nepříznivého počasí byl výběr posunut o den. Z důvodu zhoršených povětrnostních podmínek nebyl 21. 7. proveden výběr pastí, nejbližší výběr se proto konal 24. 7. Na transektu A bylo provedeno úhrnem sedm výběrů před sečí a šest výběrů po seči, na transektu B celkem šest výběrů před sečí a sedm výběrů po seči.

Při výběru pastí byl obsah každé z misek uložen do uzavíratelného sáčku, příslušně označen a následně uchován v mrazáku. Současně s výběry pastí byla měřena výška porostu u jednotlivých pastí, odhadnuta početnost květů na škále 0 (absence květů), 1 (1-10 ks), 2 (11-100 ks), 3 (101–1000 ks), 4 (více než 1000 ks) v okruhu 5 metrů od pasti a odhadnuto procentuální zastoupení barev květů. Po uskutečnění všech výběrů byl získaný materiál determinován v laboratoři. Do druhu byli určováni pouze zástupci tzv. Macrolepidoptera s denní aktivitou a čmeláků (*Bombus* spp.). Ostatní zástupci hmyzu či jiných odchycených bezobratlých byli zařazeni pouze do příslušného řádu a byla zaznamenána jejich početnost.



Obrázek 2: Schéma rozmístění misek na transektech A a B v období 15-18. 6. 2018 (první výběr pastí). Misky byly rozmístěny náhodně a jejich pozice se měnila po každém výběru



Obrázek 3: Instalovaná past s Moerickeho miskou na transektu A (MH, 5. 7. 2018).

3.3. Analýza dat

Pro analýzu efektu barvy misky na záchyt řádů hmyzu byl celkový model díky délce gradientu v druhových datech počítán jako parciální RDA. Do analýzy vstupovaly jako závislé proměnné logaritmované, standardizované a centrované početnosti řádů hmyzu a pavoukovci, vysvětlujícími proměnnými byly jednotlivé barvy misek (žlutá, bílá, fialová). Jako kovariáty byly na základě forward selekce vybrány následující proměnné: proporce bílých květů, fialových květů, žlutých květů a výška porostu. Permutace modelu byly nastaveny pro lineární transekt, Monte Carlo permutační test s 5000 opakováními. Pro analýzu efektu barvy misky na záchyt motýlů byl model také počítán jako parciální RDA. Závisle proměnné tvořily centrované nelogaritmované početnosti druhů, vysvětlujícími proměnnými byly jednotlivé barvy misek (žlutá, bílá, fialová). Permutace modelu byly nastaveny pro lineární transekt, Monte Carlo permutační test s 5000 opakováními. Efekt barvy misky na záchyt čmeláků byl analyzován stejným způsobem jako efekt barvy misky na záchyt motýlů, jediným rozdílem byly závisle proměnné, které tvořily logaritmované, standardizované a centrované početnosti druhů. Následně byly do grafických výstupů posledních dvou výše jmenovaných modelů pasivně vyneseny parametry prostředí

(květnatost a proporce barvy květů). Všechny uvedené analýzy byly provedeny v programu Canoco 5 for Windows.

4. Výsledky

4.1. Faunistický souhrn

Během terénního experimentu bylo za pomoci metody Moerickeho misek odchyceno celkem 22339 jedinců hmyzu a 81 pavoukoců. Výrazně nejpočetněji byl zastoupen řád dvoukřídlí (Diptera, 69 %), méně početní byli blanokřídlí (Hymenoptera, 13 %), polokřídlí (Hemiptera, 8 %), motýli (6 %) a brouci (Coleoptera, 4 %). Odchyceno bylo také několik zástupců řádů rovnokřídlí (Orthoptera), síťokřídlí (Neuroptera), srpice (Mecoptera) a škvoři (Dermaptera), ti však tvořili méně než 1 % ze všech odchycených jedinců hmyzu.

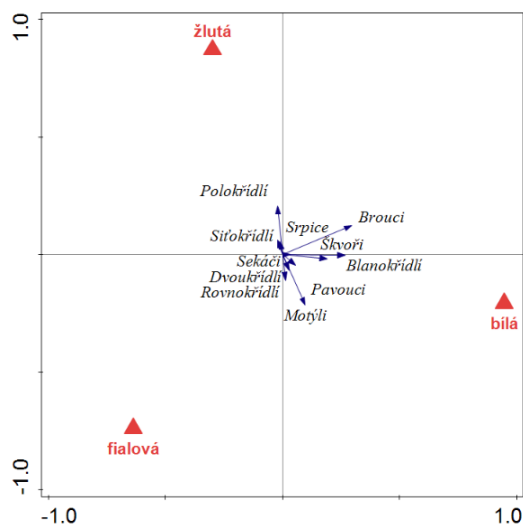
Během vzorkování bylo odchyceno celkem 363 jedinců čmeláků ve 14 druzích (Příloha 1). Nejpočetněji byly zastoupeny druhy: čmelák sorojský (*Bombus soroensis*, 33 % jedinců), čmelák širokolebý (*Bombus wurflenii*, 21 %) a čmelák hájový (*Bombus lucorum*, 20 %). I přesto, že jsou všechny druhy čmeláků, které se vyskytují na našem území chráněny zákonem (zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, v platném znění a prováděcí vyhláška č. 395/1992 Sb. ve znění pozdějších předpisů), jakožto druhy ohrožené, lze za nejcennější nálezy považovat právě jedince čmeláka sorojského a čmeláka širokolebého, kteří nadto byli ze všech odchycených druhů nejpočetnější a oba jsou zařazeni v červeném seznamu (Hejda et al. 2017). Čmelák sorojský je v červeném seznamu zařazen v kategorii téměř ohrožený (NT) a čmelák širokolebý jako zranitelný (VU) druh. Odchyceno bylo i několik jedinců čmeláka drobného (*Bombus jonellus*), který je rovněž řazen ve skupině zranitelných druhů.

Dále bylo odchyceno 1303 zástupců řádu motýli (Lepidoptera) z nichž 1006 bylo dále určeno do druhů (ostatní nebyli určováni vzhledem k příslušnosti mezi taxony s noční aktivitou, resp. Skupinu Microlepidoptera). Celkem bylo zaznamenáno 30 druhů motýlů (Příloha 2), z nichž nejhojnější byl kovolessklec gama (*Autographa gamma*, 37 %), zástupce čeledi Nocturnidae s denní aktivitou. Z denních motýlů (Rhopalocera) byly nejvíce zastoupeny vřetenušky (Zygaenidae, celkem 14 %): vřetenuška obecná (*Zygaena filipendulae*, 3 %), vřetenuška pětitečná (*Zygaena lonicerae*, 1 %), vřetenuška přehlížená (*Zygaena minos*, 6 %) a vřetenuška komonicová (*Zygaena viciae*, 4 %). Dalšími početnými druhy byli: okáč bojínkový (*Melanargia galathea*, 5 %), soumračník rezavý (*Ochlodes sylvanus*, 4 %), bělásek řepový (*Pieris rapae*, 3 %), okáč luční (*Maniola jurtina*, 3 %) a bělásek zelný (*Pieris brassicae*, 2 %). Také mezi zjištěnými druhy motýlů byly druhy zařazené v červeném seznamu, jedná se o jeden druh hodnocený jako zranitelný (VU): soumračník čárkovaný (*Hesperia comma*) a druhy hodnocené jako téměř ohrožené (NT): okáč

ječmínkový (*Lasiommata maera*), ohniváček modrolelý (*Lycaena hippothoe*), ohniváček celíkový (*Lycaena virgaurea*) a (Hejda et al. 2017).

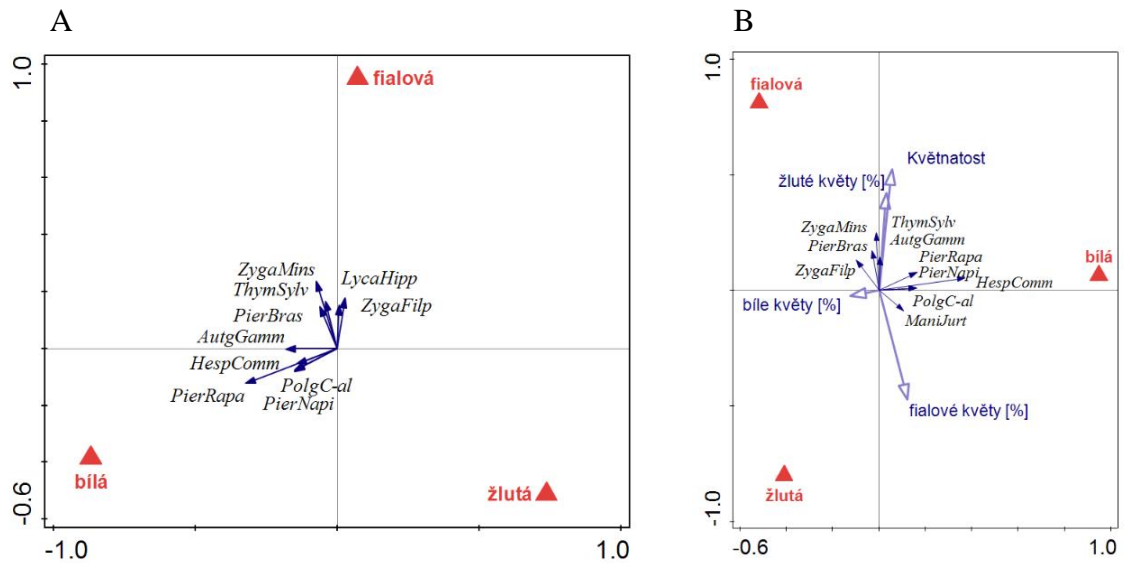
4.2. Vliv barvy misek

Data získaná při odchytu hmyzu metodou Moerickeho misek byla podrobena redundanční analýze (RDA). Model byl vyhodnocen jako průkazný na první ose (pseudo-F= 2.1, P=0.0038) i na všech kanonických osách (pseudo-F=3.3, P=0.0016) a vysvětluje 2.80 % variability v druhových datech. Nejefektivnější barvou misek z hlediska záchytu řádů hmyzu byla miska bílé barvy (pseudo-F=4.9, P= 0.0004), do které se chytalo nejvíce zástupců blanokřídlých, brouků a škvorů. Žluté misky byly efektivní při odchytu polokřídlých. Motýli preferovali bílou stejně jako fialovou barvu misky na úkor žluté (Obr.4).



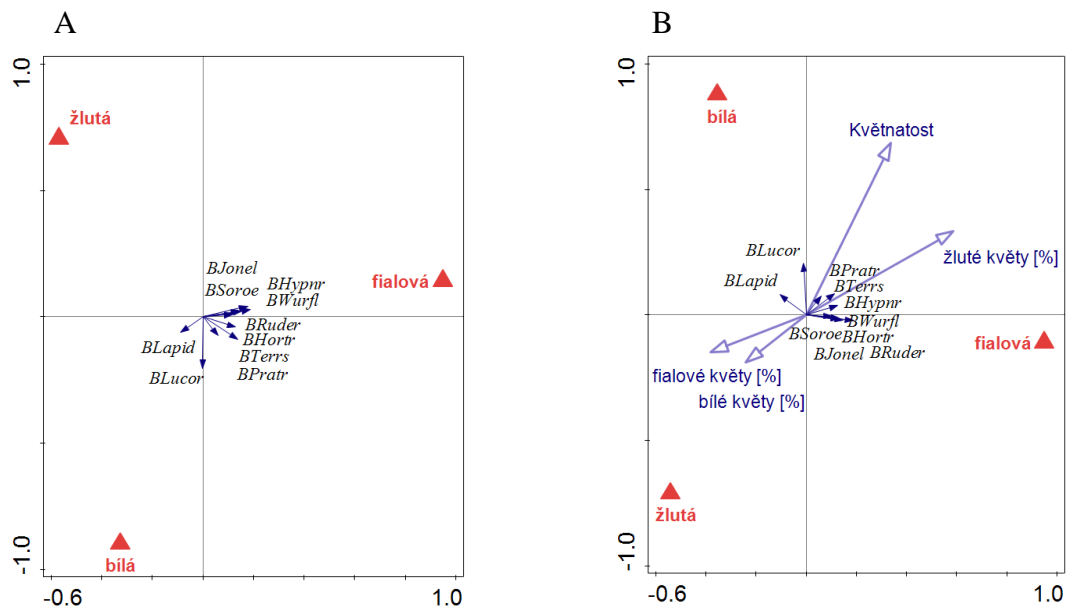
Obrázek 4: Parciální RDA model efektu barvy misky na záchyt řádů hmyzu. Druhová data zobrazeny jako modré šipky, barva pastí jako červené trojúhelníky

Pro analýzu efektu barvy misky na záchyt motýlů byl využit parciální RDA model a parciální RDA model s pasivně vnesenými parametry prostředí (květnatost, proporce barvy květů). Průkazně se lišily jen záchyty do bílých misek (pseudo-F=6.8, P=0.0192), fialové misky vykazovaly trend na hranici průkaznosti (pseudo-F=2.7, P=0.06099). Spektrum druhů odchycených miskami bílé a fialové barvy se vzájemně lišilo nejvíce, žlutá barva misek nebyla pro motýly atraktivní. Z RDA modelu s pasivně vnesenými parametry prostředí (květnatost a proporce barvy květů) vyplývá převaha květů žluté barvy a zjištění, že konkrétní barvy misek chytají konkrétní druhy motýlů i bez ohledu na zastoupení barev květů v okolí (Obr.5).



Obrázek 5: (A) Parciální RDA model a (B) parciální RDA model s pasivně vnesenými parametry prostředí (květnatost a proporce barvy květů) efektu barvy misky na záchyt motýlů. Do grafického výstupu modelu bylo vneseno jen 10 druhů motýlů s nejlepším fit. Jedná se o druhy: *Autographa gamma* (AutgGamm), *Hesperia comma* (HespComm), *Lycaena hippothoe* (LycaHipp), *Maniola jurtina* (ManiJurt), *Pieris brassicae* (PierBras), *Pieris napi* (PierNapi), *Pieris rapae* (PierRapa), *Polygonia c-album* (PolgC-al), *Thymelicus sylvestris* (ThymSylv), *Zygaena filipendulae* (ZygaFilp), *Zygaena minos* (ZygaMins).

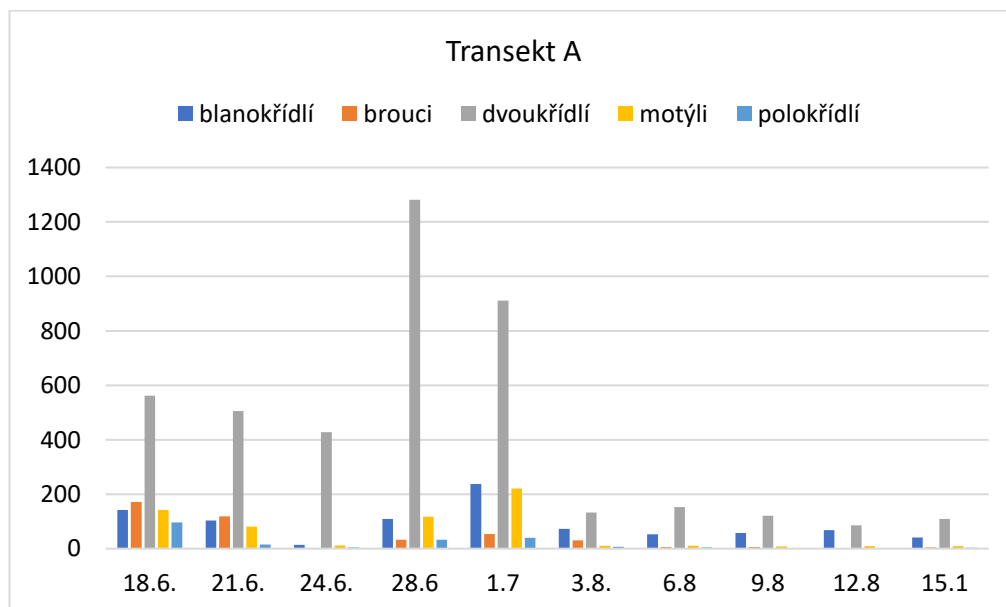
Pro analýzu efektu barvy misky na záchyt čmeláků byl využit parciální RDA model a parciální RDA model s pasivně vnesenými parametry prostředí (květnatost, proporce barvy květů). Z modelu vyplývá zřejmá preference fialové barvy u většiny čmeláků, pouze druhy čmelák skalní (*Bombus lapidarius*) a čmelák hájový (*Bombus lucorum*) preferovaly misky bílé. Z grafického výstupu modelu RDA s pasivně vnesenými parametry prostředí je zřejmé, že většina druhů čmeláků se chytala přednostně do fialových misek, ale ty byly náhodou umístěny v prostředí, kde byla obecně největší květnatost, za niž byly zodpovědné především květy žluté barvy (Obr. 6).



Obrázek 6: (A) Parciální RDA model a (B) parciální RDA model s pasivně vnesenými parametry prostředí (květnatost, proporce barvy květů) efektu barvy misky na záchyt čmeláků. Do grafického výstupu modelu bylo vyneseno jen 10 druhů čmeláků s nejlepším fit. Jedná se o druhy: *Bombus hortorum* (BHortr), *B. hypnorum* (BHypnr), *B. jonellus* (BJonel), *B. lapidarius* (BLapid), *B. lucorum* (BLucor), *B. pratorum* (BPratr), *B. ruderarius* (BRuder), *B. soroensis* (BSoroe), *B. terrestris* (BTerr), *B. wurflenii* (BWurfl).

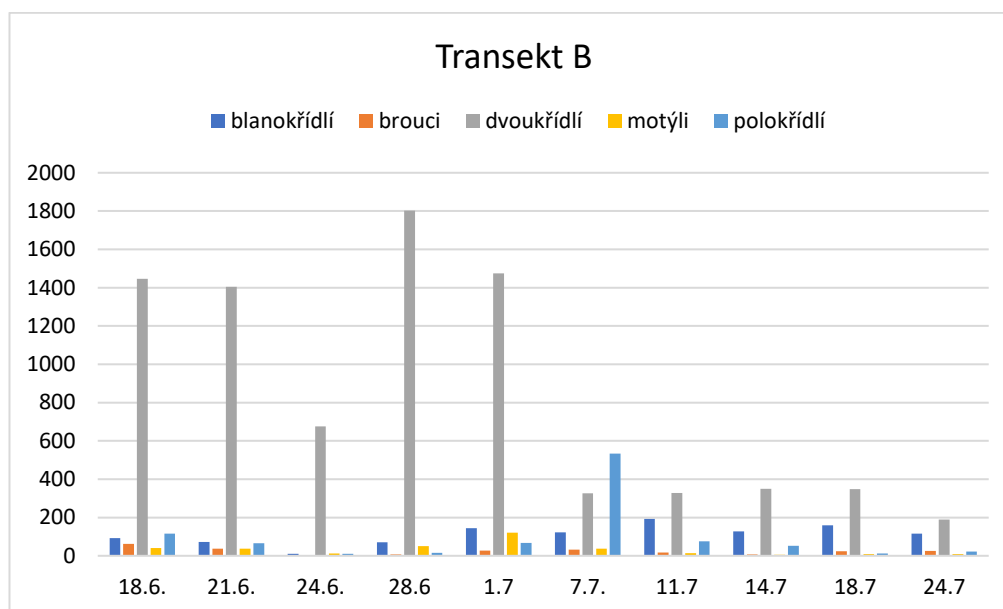
4.3. Vliv seče

Na transektu A došlo vlivem seče ke snížení abundancí všech řádů hmyzu. Nejvýraznější úbytky byly zaznamenány u dvoukřídlých a motýlů (Obr.7).



Obrázek 7: Početnost odchycených řádů hmyzu na transektu A. Zobrazeno je pět výběrů před sečí a pět po seči. Do grafu je vyneseno pět nejpočetnějších řádů. První výběr po seči se konal 3.8.

Na transektu B došlo k výraznějšímu poklesu abundancí pouze u dvoukřídlých a motýlů. U blanokřídlých byl naopak po seči zaznamenán nárůst v počtu odchycených jedinců. Nárůst byl také zaznamenán u polokřídlých při prvním výběru provedeném po seči (7.7.). Na odchyt brouků neměla, seč výrazný vliv. (Obr. 8)



Obrázek 8: Početnost odchycených řádů hmyzu na transektu B. Zobrazeno je pět výběrů před sečí a pět po seči. Do grafu je vyneseno pět nejpočetnějších řádů. První výběr po seči se konal 7.7.

Na obou transektech jsem dále 24.6. zaznamenala snížení počtu odchycených jedinců hmyzu oproti předchozím výběrům, velmi pravděpodobně šlo o důsledek snížení denních teplot a častých dešťových přeháněk.

Po seči došlo k výraznému snížení odchytu téměř všech druhů motýlů miskami nezávisle na barvě. Většina druhů, které byly odchyťávány před sečí, se po jejím uskutečnění vyskytovaly už jen v nízkých abundancích, případně již miskami nebyly zachyceny vůbec. Stejně jako u motýlů byl i u čmeláků zaznamenán výrazný rozdíl v počtu odchycených jedinců pastmi před a po seči. Čmeláci byli odchyťováni pastmi stejné barvy jako před sečí (Tab.1)

Tabulka 1: Srovnání druhů čmeláků a motýlů odchycených jednotlivými barvami misek před a po seči

Čmeláci	Před sečí			Po seči		
	bílá	fialová	žlutá	bílá	fialová	žlutá
<i>Bombus hortorum</i>	3	7	4	1	3	1
<i>Bombus lapidarius</i>	6	1	3	0	1	1
<i>Bombus lucorum</i>	36	19	11	4	2	1
<i>Bombus pascuorum</i>	4	4	6	6	3	2
<i>Bombus ruderarius</i>	0	2	0	0	3	0

<i>Bombus soroeensis</i>	40	36	18	6	10	8
<i>Bombus terrestris</i>	3	4	0	4	0	1
<i>Bombus wurflenii</i>	10	27	12	13	15	1
Celkem čmeláků	102	100	54	34	37	15
Motýli						
<i>Aglais urticae</i>	3	4	4	0	0	0
<i>Apantopus hyperanthus</i>	6	3	3	0	0	0
<i>Autographa gamma</i>	207	126	98	36	7	5
<i>Hesperia comma</i>	1	0	0	3	1	1
<i>Inachis io</i>	2	6	4	0	1	0
<i>Lasiommata maera</i>	5	2	1	0	0	0
<i>Lycaena hippothoe</i>	2	10	2	0	0	0
<i>Maniola jurtina</i>	12	2	8	3	2	7
<i>Melanargia galathea</i>	25	25	13	0	0	0
<i>Melitea athalia</i>	6	1	4	0	0	1
<i>Ochlodes sylvanus</i>	7	19	16	3	3	1
<i>Pieris brassicae</i>	8	15	2	3	1	0
<i>Pieris napi</i>	3	2	0	1	0	0
<i>Pieris rapae</i>	35	3	0	5	0	1
<i>Thymelicus lineola</i>	2	7	3	1	1	1
<i>Thymelicus sylvestris</i>	3	9	0	0	1	0
<i>Zygaena filipendulae</i>	8	23	10	0	0	1
<i>Zygaena lonicerae</i>	2	7	3	0	0	0
<i>Zygaena minos</i>	24	47	7	0	0	0
<i>Zygaena viciae</i>	11	17	22	0	0	0
Celkem motýlů	372	328	200	55	17	18

Pozn.: Do tabulky byly pro přehlednost zaneseny pouze druhy, u nichž bylo odchyceno pět a více jedinců.

5. Diskuze

Cílem bakalářské práce bylo experimentálně vyhodnotit vliv použití různých barev misek v kvalitativně odlišných typech otevřeného stanoviště na strukturu hmyzu ve vzorcích. Kvalitu stanoviště představovala odlišná dostupnost květů různých barev v okolí misek. Dalším cílem proto bylo postihnout případné rozdíly v kvantitě i kvalitě vzorků před sečí a po jejím provedení a formulovat tak případná omezení pro použití uvedené metody v sezónně disturbovaném typu prostředí.

5.1. Faunistické vyhodnocení

Během terénního experimentu bylo za pomoci metody Moerickeho misek odchyceno celkem 22339 jedinců hmyzu. Nejpočetněji byl zastoupen řád dvoukřídlí (Diptera, 69 %), méně početní byli blanokřídlí (Hymenoptera, 13 %), polokřídlí (Hemiptera, 8 %), motýli (6 %) a brouci (Coleoptera, 4 %). Převážná část florikolního hmyzu a opylovačů patří právě do výše zmíněných řádů. Odchyceno bylo také 81 jedinců pavoukoců, kteří se ve vzorku ocitli pravděpodobně z důvodu hledání úkrytu či potencionální kořisti, kterou může tvořit právě hmyz navštěvující květy (Wardhaugh 2015). Ačkoli byla metoda Moerickeho misek v minulosti úspěšně využita při odchytu rovnokřídých (Orthoptera) (Rada et al. 2014), tvořili zástupci tohoto řádu pouze 0,02 % z odchyceného hmyzu i přestože byli na lokalitě poměrně početní. Jejich nízké zastoupení ve vzorku má pravděpodobně souvislost s umístěním pastí ve výšce, jelikož s výškou ztrácí pasti schopnost odchyvat hmyz pohybující se převážně po povrchu, ztrácí tedy funkci padacích pastí, které se při odchytu rovnokřídých touto metodou využívá (Gardiner et al. 2005).

Během vzorkování bylo odchyceno celkem 363 jedinců čmeláků ve 14 druzích (Příloha 1). Nejpočetněji byly zastoupeny druhy: čmelák sorojský (*Bombus soroensis*, 33 % jedinců) a čmelák širokolebý (*Bombus wurflenii*, 21 %). Toto zjištění koresponduje s výsledky výzkumu, který probíhal na lokalitě v letech 2009 a 2010 (Mazalová et al. 2010), kdy při použití Moerickeho misek bylo během dvou vegetačních sezon odchyceno dvojnásobné množství čmeláků, avšak zastoupení a abundance jednotlivých druhů jsou téměř shodné. Jediným výraznějším rozdílem je nárůst výskytu čmeláka hájového (*Bombus lucorum*, 21 %), který ve výše jmenované studii tvořil pouze 9,32 % odchycených jedinců, jde tedy o nárůst téměř o 11,7 %. Přestože jsou všechny druhy čmeláků na našem území chráněny zákonem (zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, v platném znění a prováděcí vyhláška č. 395/1992 Sb. ve znění pozdějších předpisů.) jako druhy ohrožené, lze za nejcennější nálezy považovat na lokalitě dominantní druhy, čmeláka sorojského,

kteřý je v červeném seznamu zařazen v kategorii téměř ohrožený (NT) a čmeláka širokolebého, který je klasifikován jako zranitelný (VU) druh. Odchyceno bylo také několik jedinců čmeláka drobného (*Bombus jonellus*), který je rovněž na červeném seznamu řazen ve skupině zranitelných druhů (Hejda et al. 2017).

Dále jsem odchytla 1303 zástupců řádu motýli (Lepidoptera) z nichž 1006 bylo dále určeno do druhů. Celkem jsem zaznamenala výskyt 30 druhů motýlů (Příloha 2). Nejpočetnějším druhem byl kovolessklec gama (*Autographa gamma*, 37 %), zástupce čeledi Noctuidae s denní aktivitou. Z denních motýlů (Rhopalocera) byly nejvíce zastoupeny vřetenušky (*Zygaenidae*, celkem 14 %): vřetenuška přehlížená (*Zygaena minos*, 6 %), vřetenuška komonicová (*Zygaena viciae*, 4 %), vřetenuška obecná (*Zygaena filipendulae*, 3 %) a vřetenuška pětitečná (*Zygaena lonicerae*, 1 %). Jejich hojné zastoupení na lokalitě má pravděpodobně souvislost s výskytem chrastavce (*Knautia spp.*), který patří mezi preferované živné rostliny dospělců (Macek et al. 2015). Méně početní byli jedinci okáče bojínkového (*Melanargia galathea*, 5 %), soumračníka rezavého (*Ochlodes sylvanus*, 4 %), běláška řepového (*Pieris rapae*, 3 %), okáče lučního (*Maniola jurtina*, 3 %) a běláška zelného (*Pieris brassicae*, 2 %). Zastoupení jednotlivých druhů se však liší od četností zaznamenaných při odchycích uskutečněných na tomto území v minulých letech (Kašák a Mazalová 2010). Tento rozdílný výsledek souvisí s největší pravděpodobností s tzv. sampling effort. Při výše zmiňované studii byl odchyt prováděn ve dvou sezonách, bylo využito většího počtu odchytových misek (celkem 80), které byly rozmístěny v heterogennějším území, byl tedy předpoklad odchytu většího počtu jedinců, a tedy i jednotlivých druhů. Také mezi mnou zjištěnými druhy motýlů byly druhy zařazené v červeném seznamu, jedná se o soumračníka čárkovaného (*Hesperia comma*), který je hodnocený jako zranitelný (VU) a tři druhy hodnocené jako téměř ohrožené (NT): okáč ječmínkový (*Lasiommata maera*), ohniváček modrolehý (*Lycaena hippothoe*) a ohniváček celíkový (*Lycaena virgaurea*) (Hejda et al. 2017).

5.2. Vyhodnocení vlivu barvy misek

Z výsledků analýzy efektu barvy misky na záchyt hmyzu lze vyčíst preference barev u některých řádů. Řád polokřídli (Hemiptera), jehož součástí jsou i mšice, byl nejčastěji odchytáván miskami žluté barvy. Toto zjištění souhlasí se studiemi o atraktivitě žluté barvy pro mšice (Boiteau 1990, Abrahamczyk et al. 2010).

Bělásci (*P. rapae* a *P. napi*) byli zjevně atrahováni především bílými miskami, což může souviset s bílým zbarvením jedinců, kdy samečci bělásků jsou atrahováni bílou barvou v souvislosti s teritoriálním chováním vůči domnělým samcům stejného druhu, případně se může jednat o atrakci

k domnělým jedincům opačného pohlaví. Vřetenušky byly odchyťvány nejčastěji miskami fialové barvy (viz Obr.5, Tab.1), pravděpodobně z důvodu podobnosti této barvy, s barvou květů jejich preferovaných živných rostlin (*Knautia sp.*, *Scabiosa sp.*, *Cirsium sp.*, *Carduus sp.*, *Centaurea sp.*) (Macek et al. 2015). Žlutá barva misek nebyla v tomto prostředí pro motýly atraktivní. Úspěšné použití žlutých misek k odchytu denních motýlů v prostředí arкто-alpinní tundry Hrubého Jeseníku (Kuras et al. 2000, Bílá et al. 2013) je tedy nutno interpretovat jako (i) efekt zcela odlišného prostředí, nebo jako (ii) specifickou preferenci okáčů v rámci rodu *Erebia*, kteří tvořili dominantní skupinu odchytených motýlů v obou zmíněných studiích.

Z provedených analýz sebraných motýlích dat dále vyplývá, že misky chytají nezávisle na barevnosti květů v bezprostředním okolí. Lze se tedy domnívat, že barva misky v odlišně zbarveném okolí vystupuje a láká tak primárně ty druhy, pro které je daná barva atraktivnější.

Většina odchytených druhů čmeláků preferovala misky fialové barvy, pouze čmelák skalní (*Bombus lapidarius*) a čmelák hájový (*Bombus lucorum*) preferovali misky barvy bílé. Jelikož jsou oba výše jmenované druhy čmeláku nespécializované s krátkým sosákem, v případě, že bíle kvetoucí rostliny na plochách měly spíše krátké květní trubky, mohly pro tyto druhy tvořit významný zdroj dostupného nektaru. Ostatní druhy čmeláků s delším sosákem preferují spíše rostliny s hlubším kalichem, jež mívají větší množství koncentrovanějšího nektaru (Goulson et al. 2009). Na mé studijní lokalitě to byly např. jetel luční (*Trifolium pratense*), kostival lékařský (*Symphytum officinale*), chrastavce (*Knautia spp.*), zvonky (*Campanula spp.*) atd., které mají fialové barvy květů, proto mohli být čmeláci přednostně chytáni fialovými miskami.

Alternativní vysvětlení přináší pohled na kvalitu stanoviště z hlediska dostupnosti potravy v okolí misek. Čmeláci patří mezi nektarofágy, kteří zvyšují svou efektivitu sběru nektaru a pylu pomocí tzv. flower constancy. Pokud tedy naleznou větší plošku, na které kvete více druhů rostlin, mohou se zaměřit na jeden či dva nejpočetněji kvetoucí druhy, u nichž vytrvají, dokud budou produkovat nektar/pyl. Z grafického modelu RDA (Obr. 6B) vyplývá, že čmeláci byli nejčastěji chytáni do fialových misek, které se ovšem vyskytovaly náhodou v prostředí s největší dostupností květů, a to především žluté barvy. V tomto případě tedy byli čmeláci přitahováni právě vysokou květnatostí, zajišťovanou především kvetením rostlin se žlutým zbarvením květů. Jejich proporcčně větší záchyt ve fialových miskách může proto reflektovat jejich zvýšený pohyb v prostoru, kde náhodou chytaly častěji právě fialové misky. Druhé možné vysvětlení tohoto trendu spočívá ve vrozené preferenci čmeláků právě pro odstíny modré, či fialové barvy (Goulson 2010). Jedinci čmeláků si při letu za potravou na známou hojně kvetoucí, a proto hojně navštěvovanou plošku, všimnou domnělých „květů“ atraktivní fialové barvy. V takovém případě mohou fialové misky chytat disproporcčně více čmeláků než misky ostatních barev.

V prostředí, kde byli čmeláci lákáni na atraktivní potravní zdroj (velkou plochu rozkvetlého kokrhele (*Rhinanthus alectorolophus*) a vyskytovali se zde v době jeho květu v okamžitých početnostech vyšších desítek až nižších stovek jedinců na ploše cca. 10 x 50 m, se ukázaly být žluté misky velmi neefektivním způsobem odchyty čmeláků (M. Mazalová nepublikovaná data). Toto zjištění favorizuje druhý interpretační rámec popsaného trendu.

5.3. Vyhodnocení vlivu seče

Vlivem seče došlo k výraznému snížení množství jedinců odchycených miskami téměř u všech řádů hmyzu. K nejvíce patrnému snížení abundancí došlo u motýlů (Lepidoptera) a dvoukřídlých (Diptera), a to na obou transektech. Tato změna má s největší pravděpodobností souvislost se snížením dostupnosti, případně úplným zánikem vhodných zdrojů potravy (Hudewenz 2012). Patrné je také výrazné snížení množství odchycených jedinců hmyzu při výběru uskutečněném 24.6. 2018 vlivem nepříznivého počasí, a tedy snížené aktivity hmyzu.

Nejméně byli sečí ovlivněni blanokřídlí (Hymenoptera), misky umístěné na transektu B navíc po seči chytali blanokřídlé efektivněji než před ní. Tento nárůst mohl být způsoben lepší viditelností pastí po odstranění vegetace, případně zvýšením jejich atraktivity pro blanokřídlé na lokalitě bez květů. Při prvním výběru po seči na transektu B byl zaznamenán také nárůst v množství odchycených jedinců polokřídlých (Himenoptera). Tento nárůst mohl být způsoben jejich zvýšenou aktivitou po seči z důvodu hledání živných rostlin.

Většina druhů motýlů, kteří byli odchytáváni v období před sečí se po jejím uskutečnění vyskytovaly v miskách v nízkých abundancích, případně již nebyli zachyceni. Stejně jako u motýlů byl i u čmeláků zaznamenán výrazný rozdíl v odchyty pastmi před a po seči. U žádného druhu motýlů, resp. čmeláků nedošlo k výrazným změnám v preferenci určité barvy misky.

6. Závěr

Cílem bakalářské práce bylo zpracovat úvodní rešerši na téma: metody sběru hmyzu, efektivita použití Moerickeho misek k vzorkování různých skupin hmyzu, vliv barvy misek a kvality prostředí. Dále pomocí terénního experimentu vyhodnotit použití různých barev misek v kvalitativně odlišných typech prostředí (lišících se především z hlediska počtu a pestrosti potravní nabídky, tj. dostupnosti květů různých barev v okolí misky, studován byl také vliv seče na úspěšnost odchyty miskami různých barev).

Byly potvrzeny preference barev u některých řádů hmyzu. Zástupci Hemiptera průkazně preferovali misky žluté barvy, dále byla zjištěna preference bílých misek u bělásků a fialových misek u vřetenušek. Nejméně atraktivní miskou pro motýly byla miska žluté barvy. Odchycené druhy čmeláků preferovaly misky fialové barvy, pouze čmelák skalní a čmelák hájový byli častěji odchyťováni bílými miskami. Dále bylo zjištěno, že misky chytaly nezávisle na barevnosti květů v jejich bezprostředním okolí.

Téměř u všech řádů odchyceného hmyzu došlo po seči ke snížení jejich odchyty miskami. Nejvýrazněji ovlivněny byly řády Lepidoptera a Diptera, u kterých došlo po seči k největšímu úbytku odchyťovaných jedinců. Lze tedy říci, že misky nebyly po seči pro většinu řádů hmyzu atraktivní bez ohledu na jejich barvu, případně došlo k přesunu většiny jedinců na lokalitu s dostatečnou potravní nabídkou, což se následně projevilo ve sníženém množství odchycených jedinců (Dover et al. 2010)

7. Seznam použité literatury

- Abrahamczyk S, Steudel B, Kessler M (2010) Sampling Hymenoptera along a precipitation gradient in tropical forests: The effectiveness of different coloured pan traps. *Entomol. Exp. Appl.* 137: 262-268.
- Aguiar AP, Sharkov AV (1997) Blue pan traps as a potential method for collecting Stephanidae (Hymenoptera). *J. Hymenopt. Res.* 6: 422-423.
- Bates AJ, Sadler JP, Fairbrass AJ, Falk SJ, Hale JD, et al. (2011) Changing Bee and Hoverfly Pollinator Assemblages along an Urban-Rural Gradient. *PLoS ONE* 6(8): e23459.
- Bila, K, Kuras, T, Sipos, J, Kindlmann P (2013). Lepidopteran species richness of alpine sites in the High Sudetes Mts.: effect of area and isolation. *J. Insect Conserv.* 17(2): 257-267.
- Boiteau G (1990) Effect of Trap Color and Size on Relative Efficiency of Water-Pan Traps for Sampling Alate Aphids (Homoptera: Aphididae) on Potato. *J. Econ. Entomol.* 83 (3): 937-942
- Bouget C, Brustel H, Brin A, Noblecourt T (2008) Sampling saproxylic beetles with window flight traps: Methodological insights. *Rev. Ecol-Terre Vie.* 10.
- Brereton, T, Roy DB, Middlebrook I et al. (2011) The development of butterfly indicators in the United Kingdom and assessments in 2010. *J. Insect. Conserv.* 15: 139-151.
- Campbell JW, Hanula JL (2007) Efficiency of Malaise traps and colored pan traps for collecting flower visiting insects from three forested ecosystems. *J. Insect Conserv.* 11: 399-408.
- Carpaneto GM, Mazziotta A, Valerio L (1997) Inferring species decline from collection records: roller dung beetles in Italy (Coleoptera, Scarabaeidae). *Divers. Distrib.* 13: 903-919.
- Conrad KF, Warren MS, Fox R, Parsons MS, Woiwod IP (2006) Rapid declines of common, widespread British moths provide evidence of an insect biodiversity crisis. *Biol. Conserv.* 132: 279-291.
- D'Amen M, Birtele D, Zapponi L, Hardersen S (2013). Patterns in diurnal co-occurrence in an assemblage of hoverflies (Diptera: Syrphidae). *Eur. J. Entomol.* 110(4), 649.
- Döring TF, Chittka L (2007) Visual ecology of aphids-a critical review on the role of colours in host finding. *Arthropod-plant Inte.* 1(1): 3-16.
- Dover JW, Rescia A, Fungarino S, Fairburn J, Carey P, Lunt P, Dennis RLH, Dover CJ (2010) Can hay harvesting detrimentally affect adult butterfly abundance? *J. Insect Conserv.* 14(4): 413-418.
- Droege S, Tepedino VJ, Lebuhn G, Link W, Minckley LR, Chen Q, Conrad C (2010) Spatial patterns of bee captures in North American bowl trapping surveys. *Insect Conserv.* 3(1): 15-23.
- Ehrlich P (1992) Population biology of checkerspot butterflies and the preservation of global biodiversity. *Oikos* 63: 6-12.
- Fartmann T, Krämer B, Stelzner F, Poniowski D (2012) Orthoptera as ecological indicators for succession in steppe grassland. *Ecol. Indic.* 20: 337-344.
- Gardiner T, Hill J, Chesmore D (2005) Review of the methods frequently used to estimate the abundance of Orthoptera in grassland ecosystems. *J. Insect. Conserv.* 9: 151-173.
- Gegeer RJ, Lavery TM (2005) Flower constancy in bumblebees: a test of the trait variability hypothesis. *Anim. Behav.* 69: 939-949.
- Gillies MT (1974) Methods for assessing the density and survival of blood-sucking Diptera. *Annu. Rev. Entomol.* 19: 345-362.

- Gollan JR, Ashcroft MB, Batley M (2011) Comparison of yellow and white pan traps in surveys of bee fauna in New South Wales, Australia (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila). *Aust. J. Entomol.* 50: 174-178.
- Goulson D (1999) Foraging strategies of insects for gathering nectar and pollen, and implications for plant ecology and evolution. *Perspect. Plant Ecol. Evol. Syst.* 2: 185-209.
- Goulson D (2010) *Bumblebees. Behaviour, Ecology and Conservation*, Oxford University Press, New York.
- Heinz KM, Parrella MP, Newman JP (1992) Time-Efficient Use of Yellow Sticky Traps in Monitoring Insect Populations. *J. Econ. Entomol.* 5 (6): 2263-2269.
- Hejda, R. (ed.), Farkač, J. (ed.) & Chobot, K. (ed.). (2017). *Červený seznam ohrožených druhů České republiky: Bezobratlí*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR.
- Heneberg P, Bogusch P (2014) To enrich or not to enrich? Are there any benefits of using multiple colors of pan traps when sampling aculeate Hymenoptera? *J. Insect Conserv.* 18(6): 1123-1136.
- Hill J, Hamer K, Tangah, J, Dawood M (2001) Ecology of tropical butterflies in rainforest gaps. *Oecologia.* 128(2): 294-302.
- Hodkinson ID, Jackson JK (2005) Terrestrial and Aquatic Invertebrates as Bioindicators for Environmental Monitoring, with Particular Reference to Mountain Ecosystems. *Environ. Manage.* 35: 649-666.
- Hudewenz A, Klein AM, Scherber C, Stanke L, Tschardt T, Vogel A, Ebeling A (2012) Herbivore and pollinator responses to grassland management intensity along experimental changes in plant species richness. *Biol. Conserv.* 150(1): 42-52.
- Chittka L, Faruq S, Skorupski P, Werner A (2014) Colour constancy in insects. *J. Comp. Physiol. A.* 200(6): 435-448.
- Idris AB, Roff MM, Ooi CL (2002) Effect of Trap Designs and Color on the Landing Pest of Chilli in Malaysia. *J. Biological. Sci.* 2: 336-339.
- Jakubikova L, Kadlec T (2015) Butterfly bait traps versus zigzag walks: What is the better way to monitor common and threatened butterflies in non-tropical regions? *J. Insect Conserv.* 19: 911-919.
- Jonason D, Franzén M, Ranius T (2014) Surveying moths using light traps: effects of weather and time of year. *PloS one.* 9(3), e92453
- Kašák J, Mazalová M (2010) *Lepidopterologický výzkum na území CHKO Jeseníky. Závěrečná zpráva o realizaci dílčího průzkumu v rámci projektu Vytvoření komplexního monitorovacího systému přírodního prostředí Moravskoslezského kraje*
- Kevan PG, Baker HG (1983) Insects as flower visitors and pollinators. *Annu. Rev. Entomol.* 28: 407-438.
- Kočíková L, Miklisová D, Čanády, A (2012) Is colour an important factor influencing the behaviour of butterflies (Lepidoptera: Hesperioidea, Papilionoidea)? *Europ. J. Entomol.* 109(3).
- Kremen C (1992) Assessing the Indicator Properties of Species Assemblages for Natural Areas Monitoring. *Ecol. Appl.* 2(2): 203-217.
- Kuras T, Beneš J, Konvička M (2000) Differing habitat affinities of four *Erebia* species (Lepidoptera: Nymphalidae, Satyrinae) in the Hrubý Jeseník Mts, Czech Republic. *Biologia.* 55: 169-175.
- Laubertie EA, Wratten SD, Sedcole JR (2006) The role of odour and visual cues in the pan-trap catching of hoverflies (Diptera: Syrphidae). *Ann. Appl. Biol.* 148(2): 173-178.
- Leksono AS, Takada K, Koji S, Nakagoshi N, Anggraeni T, Nakamura K (2005) Vertical and seasonal distribution of flying beetles in a suburban temperate deciduous forest collected by water pan trap. *Insect Sci.* 12(3): 199-206.

- Lewis AC (1989) Flower visit constancy in *Pieris rapae*, the cabbage butterfly. *J. Anim. Ecol.* 58: 1-13.
- Macek J, Laštůvka Z, Beneš J, Traxler L (2015) Motýli a housenky střední Evropy IV. Denní motýli. Academia, Praha. 539 pp.
- Maleque MA, Maeto K, Ishii HT (2009) Arthropods as bioindicators of sustainable forest management, with focus on plantation forests. *Appl. Entomol. Zool.* 44: 1-11.
- Matthews RW, Matthews JR (2017) The Malaise Trap: Its Utility and Potential for Sampling Insect Populations. *Great Lakes Entomol.* 4 (4).
- Mazalová M, Smetana V, Kuras T (2010) Čmeláci a pačmeláci (Hymenoptera: Apidae: *Bombus* spp.) podhorských luk a pastvin v okolí Nových Losin (Hrubý Jeseník). *Čas. Slez. Muz. Opava (A)*. 59: 203-208.
- Moericke V (1951) Eine Farbfalle zur Kontrolle des Fluges von Blattläusen, insbesondere der Pflanzblattlaus *M. ersicae* (Sulz). *Nachrbl. Dtsch. Pflanzschutzd-* 3: 23-24
- Monsevičius V (2004). Comparison of three methods of sampling wild bees (Hymenoptera, Apoidea) in Ėepkeliai Nature Reserve (South Lithuania). *Ekologija*. 4.
- Montgomery GA, Dunn RR, Fox R, Jongejans E, Leather SR, Saunders ME, Shortall CR, Tingley MW, Wagner DL (2020) Is the insect apocalypse upon us? How to find out. *Biol. Con.* 241,108327.
- Moura R, Corbi J, Jacobucci G (2019) Aquatic insects as bioindicators of heavy metals in sediments in Cerrado streams. *Limnetica*. 38: 575-586.
- Mourek J, Lišková E (2010) Biologické sbírky – metody sběru, preparace a uchování: příručka k projektu Alma Mater Studiorum. Praha: UK v Praze, Pedagogická fakulta, 52 s.
- Niedobová J, Řezníčková P (2014): Odchyťové a odběrové metody bezobratlých. Mendelova univerzita v Brně, Brno, 72 s.
- Noriega JA, Hortal J, Azcárate FM et al. (2018) Research trends in ecosystem services provided by insects. *Basic Appl. Ecol.* 26: 8-23.
- Oliver T, Marshall H, Morecroft M, Brereton T, Prudhomme C, Huntingford C (2015). Interacting effects of climate change and habitat fragmentation on drought-sensitive butterflies. *Nat. Clim. Change*. 5(10): 941-945.
- Ollerton, J., Winfree, R. & Tarrant, S. (2011). How many flowering plants are pollinated by animals?. *Oikos*, 120(3): 321-326.
- Paoletti MG (1999) Using bioindicators based on biodiversity to assess landscape sustainability. *Agr. Ecosyst. Environ.* 74: 1-18.
- Perlík M (2017) Vliv barvy na efektivitu Moerickeho pastí v kontextu rostlinné nabídky a environmentálních faktorů okolí pastí. Č. Budějovice. Diplomová práce (Mgr.). Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích.
- Pollet M (2001) Dolichopodid diversity and site quality assessment of reed marshes and grasslands in Belgium (Diptera: Dolichopodidae). *J. Insect Conserv.* 5: 99-116.
- Pollet M, Grootaert P (1987) Ecological data on Dolichopodidae (Diptera) from a woodland ecosystem. I. Colour preference, detailed distribution and comparison between different sampling techniques. *Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, Entomol.* 57: 173-186.
- Potts SG, Biesmeijer JC, Kremen C, Neumann P, Schweiger O, Kunin WE (2010) Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends Ecol. Evol.* 25: 345-353.
- Power EF, Jackson Z, Stout JC (2016). Organic farming and landscape factors affect abundance and richness of hoverflies (Diptera, Syrphidae) in grasslands. *Insect Conserv. Divers.* 9(3): 244-253.

- Rada S, Mazalová M, Šipoš J, Kuras T (2014) Impacts of Mowing, Grazing and Edge Effect on Orthoptera of Submontane Grasslands: Perspectives for Biodiversity Protection. *Pol. J. Ecol.* 62(1): 123-138.
- Rainio, J, Niemelä J (2003) Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators. *Biodivers. Conserv.* 12: 487-506.
- Rhodes CJ (2019) Are insect species imperilled? Critical factors and prevailing evidence for a potential global loss of the entomofauna: A current commentary. *Sci Prog.* 102(2): 181-196.
- Saunders ME, Luck GW (2013) Pan trap catches of pollinator insects vary with habitat. *Aust. J. Entomol.* 52: 106-113.
- Seldon D, Beggs J (2010) The efficacy of baited and live capture pitfall traps in collecting large-bodied forest carabids. *N. Z. Entomol.* 33: 30-37.
- Schauff ME (2001) Collecting and preserving insects and mites: techniques & tools. [Beltsville, Md.]: Systematic Entomology Laboratory, USDA.
- Schmidt MH, Clough Y, Schulz W, Westphalen A, Tschardt T (2006) Capture efficiency and preservation attributes of different fluids in pitfall traps. *J. Arachnol.* 34(1): 159-162.
- Sircom J, Arul Jothi G, Pinksen J (2018) Monitoring bee populations: are eusocial bees attracted to different colours of pan trap than other bees?. *J. Insect Conserv.* 22: 433-441.
- Sourakov A, Emmel T C (1995). Bait trapping for butterflies in Kenya. *Tropical Lepidoptera Research*, 1-2.
- Spaethe J, Tautz J, Chittka L (2001) Visual constraints in foraging bumblebees: flower size and color affect search time and flight behavior. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 98: 3898-903.
- Sutherland J, Sullivan M, Poppy G (1999) The influence of floral character on the foraging behaviour of the hoverfly. *Episyrphus balteatus*. *Entomol. Exp. Appl.* 93: 157-164.
- Sverdrup-Thygeson A, Birkmoe T (2009) What window traps can tell us: Effect of placement, forest openness and beetle reproduction in retention trees. *J. Insect Conserv.* 13: 183-191.
- Tolasz R, Míková T, Valeriánová A., Voženílek V (2007) Climate atlas of Czechia, 1st edition, Univerzita Palackého v Olomouci – ČHMÚ, Olomouc – Praha.
- Ulyshen M, Hanula J, Horn S (2005) Using Malaise traps to sample ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Can. Entomol.* 137: 251-256.
- Van Dyck H, Van Strien AJ, Maes D, Van Swaay CAM (2009) Declines in common, widespread butterflies in a landscape under intense human use. *Conserv. Biol.* 23: 957-965.
- Van Kleunen M, Nänni I, Donaldson JS, Manning JC (2007) The role of beetle marks and flower colour on visitation by monkey beetles (hopliini) in the greater cape floral region, South Africa. *Ann. Bot.* 100(7):1483-1489.
- van Swaay, C, Warren M, Lois G (2006) Biotope Use and Trends of European Butterflies. *J. Insect Conserv.* 10: 189-209.
- Waser NM (1986) Flower Constancy: Definition, Cause, and Measurement. *Am. Nat.* 127 (5): 593-603.
- Williams N, Crone E, Roulston T, Minckley R, Packer L, Potts S (2010) Ecological and life-history traits predict bee species responses to environmental disturbances. *Biol. Conserv.* 143: 2280-2291.
- Wilson JS, Griswold TL, Messinger JO (2008) Sampling Bee Communities (Hymenoptera: Apiformes) in a Desert Landscape: Are Pan Traps Sufficient? *J. Kansas Entomol. Soc.* 81(3):288-300.

8. Přílohy

Příloha 1: Souhrnný přehled odchycených druhů čmeláků

Druh	Odchycených jedinců	Kategorie ohrožení*
pačmelák český (<i>Bombus bohemicus</i>)	4	O
pačmelák ladní (<i>Bombus campestris</i>)	4	O
čmelák zahradní (<i>Bombus hortorum</i>)	19	O
čmelák rokytový (<i>Bombus hypnorum</i>)	3	O
čmelák drobný (<i>Bombus jonellus</i>)	2	O/VU
čmelák skalní (<i>Bombus lapidarius</i>)	12	O
čmelák hájový (<i>Bombus lucorum</i>)	73	O
čmelák polní (<i>Bombus pascuorum</i>)	25	O
čmelák luční (<i>Bombus pratorum</i>)	4	O
čmelák úhorový (<i>Bombus ruderarius</i>)	5	O
pačmelák cizopasný (<i>Bombus rupestris</i>)	4	O
čmelák sorojský (<i>Bombus soroensis</i>)	118	O/NT
čmelák zemní (<i>Bombus terrestris</i>)	12	O
čmelák širokolebý (<i>Bombus wurflenii</i>)	78	O/VU
Celkem	363	

* Kategorie ohrožení dle: (i) vyhlášky MŽP 395/1992 Sb. sensu 175/2006 Sb.: ohrožené (O), (ii) Červeného seznamu ohrožených bezobratlých druhů ČR: zranitelné (VU), téměř ohrožené (NT).

Příloha 2: Souhrnný přehled odchycených druhů motýlů

Druh	Odchycených jedinců	Kategorie ohrožení*
Zelenáček šťovíkový (<i>Adscita statices</i>)	1	
Babočka kopřivová (<i>Aglais urticae</i>)	11	
Okáč prosíčkový (<i>Aphantopus hyperantus</i>)	12	
Babočka síťkovaná (<i>Araschnia levana</i>)	4	
perleťovec prostřední (<i>Argynnis adippe</i>)	1	
Perleťovec velký (<i>Argynnis aglaja</i>)	2	
Kovolesklec gama (<i>Autographa gamma</i>)	479	
perleťovec kopřivový (<i>Brenthis ino</i>)	1	
okáč třeslicový (<i>Coenonympha glycerion</i>)	1	
soumračník čárkovaný (<i>Hesperia comma</i>)	6	VU
babočka paví oko (<i>Inachis io</i>)	13	
okáč ječmínkový (<i>Lasiommata maera</i>)	8	NT
ohniváček modroleký (<i>Lycaena hippothoe</i>)	14	NT
ohniváček černoskvřinný (<i>Lycaena tityrus</i>)	1	
ohniváček celíkový (<i>Lycaena virgaurea</i>)	1	NT
okáč luční (<i>Maniola jurtina</i>)	33	
okáč bojínkový (<i>Melanargia galathea</i>)	63	
hnědásek jitrocelový (<i>Melitea athalia</i>)	12	
soumračník rezavý (<i>Ochlodes sylvanus</i>)	49	

bělásek zelný (<i>Pieris brassicae</i>)	29
bělásek řepkový (<i>Pieris napi</i>)	6
bělásek řepový (<i>Pieris rapae</i>)	44
babočka bílé C (<i>Polygonia c-album</i>)	4
soumračník čárečkovaný (<i>Thymelicus lineola</i>)	15
soumračník metlicový (<i>Thymelicus sylvestris</i>)	13
babočka bodláková (<i>Vanessa cardui</i>)	1
vřetenuška obecná (<i>Zygaena filipendulae</i>)	42
vřetenuška pětitečná (<i>Zygaena lonicerae</i>)	12
vřetenuška přehlížená (<i>Zygaena minos</i>)	78
vřetenuška komonicová (<i>Zygaena viciae</i>)	50
Celkem	1006

*Kategorie ohrožení dle: (i) Červeného seznamu ohrožených bezobratlých druhů ČR: zranitelné (VU), téměř ohrožené (NT).