

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra ekologie



Detailní studium chování dospělců zranitelného modráška vičencového
(Lepidoptera: Lycaenidae)

Bakalářská práce

Jana Hovorková

Vedoucí práce: Mgr. Tomáš Kadlec, Ph.D.

2021

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jana Hovorková

Environmentální vědy
Aplikovaná ekologie

Název práce

Detailní studium chování dospělců zranitelného modráska vičencového (Lepidoptera: Lycaenidae)

Název anglicky

Detailed behavioral study of the vulnerable *Polyommatus thersites* (Lepidoptera: Lycaenidae)

Cíle práce

Prvním cílem bakalářské práce je formou literární rešerše zrekapitulovat základní poznatky o chování denních motýlů; o managementových opatřeních pro nelesní stanoviště, jež jsou pro většinu denních motýlů střední Evropy klíčové a o ekologii a biologii modelového druhu modráska vičencového (*Polyommatus thersites*).

Druhým hlavním cílem práce je formou vlastního terénního experimentu detailně popsat chování dospělců reintrodukované populace modráska vičencového na území hl. m. Prahy. Znalost jednotlivých projevů chování dospělců je naprosto klíčová pro nastavení správné péče o lokality ohrožených druhů. Dílčími cíli jsou I) detailní popis chování dospělců letní generace modráska vičencového, jejich rozdílů mezi pohlavími a popis změn chování během fenologie letní generace, II) otestování vhodnosti tří metod pozorování dospělců modráska a III) zjistit preference dospělců modráska k ploškám hostitelské rostliny v různém režimu péče.

Metodika

Rešeršní část práce bude vypracována z dostupných základních literárních zdrojů, především z článků z časopisů s impact faktorem.

Vlastní terénní experiment bude probíhat v době letu dospělců letní generace (červenec-srpen), a to na lokalitě Dívčích hradů v Praze. Lokalita bude navštěvována v pravidelných intervalech několika dnů. Jednotlivé experimenty budou realizovány na vičencových políčkách, kde za použití tří metod pozorování (značení, využití aklimatizační klece, přímé pozorování) bude po dobu maximálně 20 minut pozorováno chování dospělců. Během experimentu bude kromě chování zaznamenán i stav počasí, čas a pohyb jedince na různých sečených částech políčka. V následujících modelech bude sledován vliv metody na délku přítomnosti dospělce na políčku a na jeho chování, dále pak vliv různého managementu na chování.

Doporučený rozsah práce

cca 40-50 stran

Klíčová slova

denní motýli; behaviorální ekologie; aktivní management lokalit; *Onobrychis*

Doporučené zdroje informací

- BENEŠ J., KONVIČKA M., DVOŘÁK J., FRIC Z., HAVELDA Z., PAVLIČKO A., VRABEC V., WEIDENHOFFER Z. [eds.], 2002: Motýli České republiky: Rozšíření a ochrana I, II. Společnost pro ochranu motýlů, Praha, 857 s. ISBN 80-903212-0-8
- BUBOVÁ T., VRABEC V., KULMA M., NOWICKI P., 2015: Land management impacts on European butterflies of conservation concern: a review. *Journal of Insect Conservation* 19: 805-821
- HIYAMA A., OTAKI J. M., 2020: Dispersibility of the pale grass blue butterfly *Zizeeria maha* (Lepidoptera: Lycaenidae) revealed by one-individual tracking in the field: Quantitative comparisons between subspecies and between sexes. *Insects* 11: 122
- MERCKX T., DYCK H. V., 2007: Habitat fragmentation affects habitat-finding ability of the speckled wood butterfly, *Pararge aegeria* L. *Animal Behaviour* 74: 1029-1037
- ŠLANCAROVÁ J., BEDNÁŘOVÁ B., BENEŠ J., KONVIČKA M., 2012: How life history affects threat status: Requirements of two *Onobrychis*-feeding lycaenid butterflies, *Polyommatus damon* and *Polyommatus thersites*, in the Czech Republic. *Biologia* 67: 1175-1185
- TAKEUCHI T., 2010: Mate-locating behavior of the butterfly *Lethe diana* (Lepidoptera: Satyridae): Do males diurnally or seasonally change their mating strategy? *Zoological Science* 27: 821-825
-

Předběžný termín obhajoby

2020/21 LS – FŽP

Vedoucí práce

Mgr. Tomáš Kadlec, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekologie

Konzultant

Ing. Michal Knapp, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 3. 3. 2021

prof. Mgr. Bohumil Mandák, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 4. 3. 2021

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 08. 03. 2021

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně, pod vedením pana Mgr. Tomáše Kadlece, Ph.D., a že jsem uvedla všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpala. Prohlašuji, že tištěná verze se shoduje s verzí odevzdanou přes Univerzitní informační systém.

V Praze dne 27.03.2021

.....

Poděkování

Chtěla bych poděkovat především svému školiteli, panu Mgr. Tomáši Kadlecovi, Ph.D. za veškerou pomoc, kterou mi před sběrem dat i poté poskytl, ať už se jednalo o doporučení odborných článků, poskytnutí informací o lokalitě, zkoumaném druhu a jeho chování, nebo o rady ohledně pozorování motýlů na lokalitě. Dále bych ráda poděkovala panu Ing. Miroslavu Seidlovi za zhotovení klece potřebné pro jeden z typů pozorování, panu Bc. Tomáši Jorovi za vysvětlení správné manipulace s motýly a asistenci při jednom z prvních dnů pozorování, a také paní Ing. Ladě Jakubíkové, Ph.D. za péči o pokusné plošky, na nichž experiment probíhal.

V Praze dne 27.03.2021

.....

Abstrakt

K ochraně nebo k vytvoření prostředí vhodného pro život organismů je nutné znát jejich ekologii a chování. Teprve na základě nabytých znalostí je možné účinně chránit a opečovávat biotopy cílových druhů.

V této práci jsou shrnuty poznatky o chování dospělců modráška vičencového (*Polyommatus thersites*), získané během letové periody letní generace v roce 2020. Tento ohrožený a mizející druh denního motýla byl zatím po etologické stránce málo zkoumán.

Pozorování chování probíhalo na nově vytvořeném habitatu na lokalitě Dívčí hrady na území hl. m. Prahy, kde byla vytvořena skupina vičencových políček, kam byl v roce 2018 modrášek reintrodukovan. Chování motýlů bylo zkoumáno za použití tří odlišných metod, z nichž dvě vyžadovaly manipulaci s jedincem, třetí probíhala bez jakékoli manipulace. Dále byl zkoumán vztah jednotlivých typů chování k managementovému zásahu v podobě částečné seče vičencových políček.

Použitá metoda měla průkazný efekt na chování samců a jejich setrvání na plošce. Při použití metody bez manipulace byla pozorována značně pestřejší škála typů chování než v případech pozorování s předchozí manipulací, kdy v chování převažovala klidová pozice (odpočinek) nebo odlet z plošky. Chování samců taktéž záviselo na dalších faktorech, jako je oblačnost, čas v rámci dne a fenologie druhu. Pro obě pohlaví platí, že pro určité typy chování si volí jak sečené, tak nesečené části v rámci habitatu. Na nesečených částech motýli nejčastěji přijímají potravu a sluní se, na sečených se pravděpodobně věnují převážně námluvám, páření a kladení vajíček.

Výsledky práce potvrzují obecné pravidlo při provádění aktivního managementu lokalit, tedy provádět zásah jen v takové míře, aby nedošlo k narušení zdrojů na ponechaných částech, což je důležité obzvláště u denních motýlů, kteří i v dospělosti přijímají potravu. Pro management vičencových políček tak mohou doporučit, aby byla sekána postupně již v době prvního kvetení tak, aby bylo umožněno jejich postupné zmlazování a dodatečné kvetení. Tím se vytvoří nejenom vhodné podmínky pro letní generaci modráška vičencového, ale taktéž pro řadu dalších skupin opylovačů, jež v létě – v době kdy je řada zdrojů nektaru odkvetlá – najdou v podobě kvetoucích vičencových políček vítaný zdroj potravy.

Klíčová slova:

denní motýli, behaviorální ekologie, aktivní management lokalit, *Onobrychis*

Abstract

To conserve or create an environment suitable for the life of organisms, it is necessary to know their ecology and behaviour. On the basis of the knowledge acquired it is possible to effectively protect and take care of the target species habitats.

This thesis summarizes the knowledge of the behaviour of adults of the Chapman's blue butterfly (*Polyommatus thersites*), that were obtained during the flight period of the summer generation in the year 2020. The ethology of this endangered and declining butterfly species has not been studied in detail so far.

The observation of the behaviour took place in the newly created habitat at the Dívčí hrady in the capital city Prague, where a group of sainfoin patches was created, on which the blue butterfly was reintroduced in 2018. Their behaviour was examined using three different methods. Two of those methods required manipulation with the individual, while the third one took place without any manipulation. Furthermore, the relationship of particular types of behaviour in relation to management in the form of partial mowing were studied.

The used method had a significant effect on the behaviour of males and their remaining on the site. A significantly more diverse range of types of behaviour were observed when using the method without manipulation, than in the case of observations with previous manipulation, when a resting position or flying off from the site predominated. Male behaviour also depended on other factors, such as cloudiness, time of the day and the phenology of the species. This applies to both sexes, that for certain types of behaviour they choose both mowed and uncut parts within the habitat. The butterflies most often consume nectar and sunbathe in the uncut parts, but in the mown parts they probably mainly apply themselves to courtship, mating and laying eggs.

The results of this research confirm the general rule, that in the course of active management of habitats it's required to carry out the intervention only to an extent that the resources on the left parts are not damaged. That is important especially for diurnal butterflies, which ingest nutrients when adult. I can recommend for the management of sainfoin patches, that they should be cut gradually at the time of the first flowering, so that their gradual regeneration and subsequent flowering will be enabled. This will create not only suitable conditions for the summer generation of the Chapman's blue, but also for a number of other groups of pollinators, which in summer – at time when many sources of nectar go out of bloom – will find a welcome source of food in the form of flowering sainfoin patches.

Keywords:

butterflies, behavioral ecology, active habitat management, *Onobrychis*

Obsah bakalářské práce

1. Úvod.....	9
2. Cíle práce.....	11
3. Literární rešerše	12
3.1 Chování denních motýlů	12
3.1.1 Behaviorální projevy spojené s usedáním na různé substráty	12
3.1.2 Behaviorální projevy spojené s letem	13
3.1.3 Behaviorální projevy spojené s rozmnožováním	14
3.1.4 Vizuální orientace u denních motýlů	16
3.2 Vliv prostředí na chování motýlů	16
3.3 Metody studia chování denních motýlů	17
4. Péče o nelesní stanoviště.....	19
5. Vičenec ligrus (<i>Onobrychis viciifolia</i>).....	23
6. Modrásci vázaní na vičenec	26
7. Experimentální studie	30
7.1 Metodika	30
7.1.1 Charakteristika území a historie reintrodukce.....	30
7.1.2 Sběr dat	30
7.1.3 Statistická analýza dat.....	32
7.2 Výsledky	33
7.2.1 Základní popisné charakteristiky.....	33
7.2.2 Výsledky statistické analýzy	34
7.2.3 Charakteristika jednotlivých typů chování.....	39
8. Diskuze	42
9. Závěr.....	45
10. Seznam použité literatury.....	46
10.1 Použité internetové zdroje.....	53
11. Seznam příloh	54
11.1 Seznam obrázků	54
11.2 Seznam tabulek.....	54
11.3 Seznam grafů.....	54

1. Úvod

V současnosti se potýkáme s vysokým úbytkem živočišných druhů obecně, mezi nimi převládá hmyz jakožto nejpočetnější skupina (Goulson, 2019). K mizení druhů docházelo v historii samozřejmě i bez přičinění člověka, dnes však růst lidské populace a její činnosti patří mezi hlavní příčiny. Klesající trend je zaznamenán u desítek procent druhů hmyzu (Sánchez-Bayo et Wyckhuys, 2019). Výraznější změny a pokles v abundanci hmyzu jsou zaznamenány od druhé poloviny 20. století (Dirzo et al., 2014). Jako nejvýraznější faktory stojící za těmito změnami jsou často uváděny ztráta přirozených habitatů, aplikace pesticidů a dalších chemikálií, biologické faktory jako patogeny a nepůvodní druhy nebo změna klimatu (Sánchez-Bayo et Wyckhuys, 2019).

Změny klimatu mohou ovlivnit distribuci a velikost populací různých druhů. S postupným oteplováním dochází také k šíření druhů do vyšších poloh, a k dřívější aktivitě kvůli mírným zimám a předčasnému nástupu jara (Caldas, 2011). Chladnomilné druhy naopak o prostředí vhodné k životu přicházejí zcela a zvyšuje se u nich riziko vyhynutí (Menéndez et al., 2006).

Užívání pesticidů způsobuje v Evropě ztráty u přibližně 42 % druhů hmyzu (Beketov et al., 2013). Mezi další škodlivé vlivy patří zavlékání nepůvodních druhů, ze kterých se následně mohou stát druhy invazní. Ty se pak stávají konkurenty, popřípadě i predátory autochtonních druhů.

Problém poklesu početnosti hmyzu je spojen mimo jiné také s úbytkem raně sukcesních biotopů a s různými lokálními příčinami. Jedná se například o vliv urbanizace, hlukové nebo světelné znečištění, výskyt těžkých kovů. Uměle tvořený hluk může ztěžovat hmyzu jeho akustické a vibrační dorozumívání a snižovat jeho schopnost orientace podle zvuku (Morley et al., 2014). Umělé osvětlení často přitahuje a mate hmyz se soumráchnou a noční aktivitou a snižuje viditelnost nočního nebe, podle kterého se tyto druhy v přirozeném prostředí orientují (Owens et Lewis, 2018).

Pokud budou vysoké ztráty hmyzu nadále trvat, ztratí terestrické i vodní ekosystémy svou významnou složku. Hmyz slouží mnoha obratlovcům jako zdroj potravy, a snižování jeho počtu tedy způsobí i ústup těchto hmyzožravých druhů. Bez hmyzích dekompozitorů se budou z organických zbytků uvolňovat živiny pomaleji a zvýší se riziko nálezů (Goulson, 2019). Více než 80 % rostlinných druhů, z toho i hospodářsky významných, je vázáno na hmyzí opylovače, a nebudou bez nich schopny produkovat semena ani plody, na kterých jsou rovněž závislí další živočichové (Ollerton et al., 2011).

Mezi hlavní příčiny úbytku hmyzu se často uvádí i změna struktury krajiny, zejména v důsledku expanze a intenzifikace zemědělství, a s tím spojená ztráta původních habitatů (Sánchez-Bayo et Wyckhuys, 2019). Působením člověka v krajině dochází často k její fragmentaci, která se na úbytku biodiverzity významně negativně projevuje. Ostrůvky vhodných habitatů jsou tak nedostatečně propojené nebo nedostupné (Caldas, 2011). Velké problémy působí také přesun z tradičního hospodaření na intenzivní. Hmyz je jednak ovlivněn používanými pesticidy a umělými hnojivy, jednak pro něj pěstované monokultury plodin představují nepřekonatelnou bariéru (Beketov et al., 2013; Sánchez-Bayo et Wyckhuys, 2019).

Mnohé populace tak přežívají na izolovaných refugiích, kde jsou ohroženy vyhynutím v důsledku nízké početnosti a nedostatečné genetické variability, nepříznivými biotickými a abiotickými činiteli nebo kontaminací z okolního

prostředí. Další vhodné biotopy jsou často natolik vzdálené, že se na ně druhy s ohledem na svoji disperzní schopnost nemohou dostat (Sutcliffe et al., 2003; Krauss et al., 2005).

Existují však způsoby, jak ohrožené druhy vracet do krajiny. Pro navrácení již lokálně vyhynulých druhů na jejich původní nebo uměle vytvořené stanoviště se v praxi čím dál častěji využívá reintrodukce (Sedláček et Kadlec, 2019). Aby mohly být reintrodukční programy úspěšné, musí být na lokalitách pro druh příhodné podmínky, měl by být zjištěn a vyřešen důvod jeho předchozího vymizení (Fischer et Lindenmayer, 2000). Na vybraná stanoviště jsou vypouštěni buď odchycení jedinci, pokud možno co nejvíce geneticky příbuzní s původní populací, nebo jedinci uměle odchovaní. Vypouštěná skupina musí být dostatečně početná, v případě odchovaných jedinců nesmí být mezi nimi blízké příbuzenské vztahy (Armstrong et Seddon, 2008). Jakákoliv reintrodukce by měla probíhat podle předem stanoveného plánu, být vědecky dokumentována a na území ČR by v případě denních motýlů měl být dodržen „Kodex pro reintrodukce denních motýlů v ČR“ (Sedláček et al., 2013). V tomto krátkém dokumentu jsou definovány hlavní podmínky, které by při přípravě nebo uskutečňování reintrodukcí měly být splněny. Je zde ve stručnosti řečeno, ve kterých případech vůbec k reintrodukci přistupovat, a co všechno by mělo být podniknuto, aby byla úspěšná.

Aby mohla být reintrodukce prohlášena za úspěšnou, musí být o lokalitu nadále pečováno, a populace musí být po několik dalších let monitorována, případně znovu doplňována o nové jedince (Armstrong et Seddon, 2008).

Během monitoringu je potřebné taktéž provádět detailní studium chování jedinců na lokalitě a všimnout si jejich reakcí na péči o lokalitu, a upravit ji tak, aby co nejlépe odpovídala jejich nárokům. Reintrodukovaná populace modráška vičencového v Praze je řazena mezi projekty úspěšné reintrodukce a pro lepší poznání stavu populace je i v této práci studováno chování modrášků na této nově založené lokalitě.

2. Cíle práce

Prvním cílem bakalářské práce je formou literární rešerše zrekapitulovat základní poznatky o chování denních motýlů; o managementových opatřeních pro nelesní stanoviště, jež jsou pro většinu denních motýlů střední Evropy klíčové a o ekologii a biologii modelového druhu modráška vičencového (*Polyommatus thersites* (Cantener, 1835)).

Druhým hlavním cílem práce je formou vlastního terénního experimentu detailně popsat chování dospělců reintrodukované populace modráška vičencového na území hl. m. Prahy. Znalost jednotlivých projevů chování dospělců je naprosto klíčová pro nastavení správné péče o lokality ohrožených druhů. V rámci studia chování jsem se zaměřila na dílčí cíle, jež jsou:

I) detailní popis jednotlivých kategorií chování dospělců letní generace modráška vičencového, jejich rozdílů mezi pohlavími a popis změn chování během fenologie letní generace. Jedná se patrně o první ucelené poznatky o chování modelového druhu.

II) otestování vhodnosti tří metod manipulace s jedinci modráška vičencového během sběru dat o detailním chování (*behavioral tracking*). Míra manipulace s dospělci motýlů může mít značný efekt na následný projev chování (Merckx et Dyck, 2007; Takeuchi, 2010; Hiyama et Otaki, 2020). Při sběru dat je proto potřebné definovat metodu, která nebude mít výrazný dopad na změnu chování dospělců.

III) zjistit preference dospělců modráška vičencového k ploškám hostitelské rostliny v různém režimu péče (sečená plocha/nesečená plocha). Jakékoliv nelesní stanoviště vyžaduje určitou péči, jež může krátkodobě ovlivnit atraktivitu jednotlivých plošek pro dospělé hmyzu. Proto jsou potřebné detailní znalosti o atraktivitě stanovišť s různou strukturou vegetace.

Získané výsledky by mohly být užitečné pro budoucí péči o nově vytvořenou lokalitu s reintrodukovanou populací, prováděnou tak, aby co nejlépe vyhovovala nárokům tohoto druhu.

3. Literární rešerše

3.1 Chování denních motýlů

Jednotlivé kategorie chování u denních motýlů jsou spojené s pohybem, hledáním potravy nebo partnera, obranou teritoria, rozmnožováním. Konkrétní chování může být značně ovlivněno aktuálním počasím, například během velmi větrného nebo chladného počasí je u motýlů všeobecně snižena aktivita, během teplých dní nebo krátce před deštěm naopak zvýšená (Čechmánek et Hrabák, 2006; Cormont et al., 2011).

Studium chování jednotlivých druhů je společně se znalostí jejich biologie a ekologie zásadní pro porozumění průběhu jejich života a potřeb nebo vazeb s dalšími druhy v krajině. Tyto znalosti jsou následně potřeba k plánování optimálního managementu na stanovištích.

V závislosti na druhu se například u nelesních stanovišť musí zvolit vhodný způsob pastvy nebo seče a také správné období jejího provedení. Je nezbytné, aby zde bylo prostředí vhodné jak pro vývoj housenek, tak pro život dospělců. Dospělí jedinci často potřebují pro své aktivity různá mikrostanoviště, vybírají si například určitá místa pro kladení vajíček nebo nocování, potřebují při seči ponechávat plochy, na kterých mohou přijímat potravu (Calaciura et Spinelli, 2008; Orlandin et al., 2019).

Zvláště důležité je provádět správnou péči o stanoviště u těch druhů, které jsou vázané na konkrétní hostitelské druhy nebo čeledi rostlin, neboli druhů monofágních a oligofágních. V mnoha případech může kromě konkrétního druhu rostliny být důležitá i struktura jejího porostu a fenologická fáze (Navarro-Cano et al., 2015; Posledovich et al., 2017). Mezi oligofágní druhy patří kupříkladu některé druhy modrásků (Lycaenidae) vázané na vičencové porosty (*Onobrychis* spp.) (Beneš et al., 2002). Proto může tato skupina denních motýlů dobře sloužit pro studium problematiky nároků a péče o stanoviště.

3.1.1 Behaviorální projevy spojené s usedáním na různé substráty

Denní motýli mohou za klidných podmínek v průběhu sezení odpočívat, slunit se nebo přijímat potravu. Částečně se sem může řadit také chování samců tzv. „*perching*“, při kterém pronásledují prolétající samice kvůli námluvám, nebo zahánějí samce, kteří proniknou na jejich teritorium. Tento typ chování tedy náleží současně i do kategorie projevů spojených s rozmnožováním. Samci však obvykle sedí na nápadném místě a sledují své okolí, a po vyrušení jiným jedincem hmyzu nebo i jiných organismů se opět vrací na stejné místo nebo poblíž něj (Takeuchi, 2010; Evans et al., 2020).

K nalezení partnerky využívají obecně motýlí samci jednu ze dvou strategií – *perching* nebo patrolování (*patrolling*), mohou ale kombinovat i obě tyto techniky (Scott, 1974; Davies, 1978). V takových případech se *perching* projevuje hlavně v odpoledních hodinách, po předchozím dopoledním aktivním pátrání po samicích. Během *perchingu* si samci mohou dovolit více šetřit s energií, protože probíhá v době, kdy samice již aktivně létají a mohou se samy dostat na území teritoriálního samce (Vlašánek et al., 2018). Různé druhy (*Coenonympha pamphilus*, *Papilio polyxenes*) si také osvojily strategii zvanou *lekking*, během které se na určitém místě shromažďují samci (ti mohou, ale také nemusí bránit teritoria), a samice toto místo vyhledávají za účelem výběru partnera. Obvykle se takové chování projevuje, když se domovské okrsky jednotlivých samic vzájemně překrývají (Wickman et Rutowski, 1999).

Během pouhého odpočinku (*resting*) mají motýli křídla složená, často je lze v této pozici nalézt, pokud je chladno či zataženo, nebo naopak pokud je extrémně teplo (tehdy se snaží nalézt stinné místo nebo alespoň sedí v poloze tak, aby vystavili slunci co nejmenší plochu křídel) (Clench, 1966; Kemp et Krockenberger, 2002).

Za slunečných dní se motýli sluní několika možnými způsoby, rozlišováno je dorzální, laterální a odrazové slunění. Při odrazovém slunění (*reflectance basking*) nasměrují motýli pootevřená křídla tak, aby se od křídel sluneční záření odrazilo a dopadalo přímo na jejich tělo. V pozici s pootevřenými křídly probíhá také dorzální slunění (*dorsal basking*), kdy je ovšem teplo vedeno do těla z bazální části křídel. Naproti tomu při laterálním slunění (*lateral basking*) mají motýli křídla sevřená a vystavená slunci, tělo je opět zahříváno pomocí bazální části křídel (Kemp et Krockenberger, 2002). Motýli se většinou zahřívají po ránu a později v průběhu dne jsou již schopni dalších aktivit.

Samci i samice v ranních až dopoledních hodinách obvykle přijímají potravu (nektarují) a sluní se, aby se po chladnější noci rozešli. Samice zhruba až do poledne neprojevují výraznou aktivitu, zatímco samci začínají hned ráno létat a vyhledávat samice (Vlašánek et al., 2018).

Dokud je nízký počet vylíhlých samic, samci se častěji v průběhu dne sluní. S narůstajícím počtem samic se však u samců častěji objevuje také nektarování a *perching* (Vlašánek et al., 2018).

Příjem potravy je společným znakem všech denních motýlů vyskytujících se v České republice. Z hlediska výběru druhů rostlin jsou někteří motýli generalisté, jiní (např. mnozí z čeledi Lycaenidae) jsou specialisté (Tudor et al., 2004; Jain et al., 2016). Nektarování je důležité obzvláště pro samice, které potřebují vynaložit energii na zrání vajíček.

Denní motýli ale přijímají roztoky látek také z jiných zdrojů, jako jsou kaluže, exkrementy, mršiny a spadané ovoce (Norris, 1936). Tyto zdroje vyhledávají často mladí samci, pravděpodobně kvůli doplnění sodíku, který při kopulaci předávají samicím, a ty ho následně ukládají do oplodněných vajíček (Boggs et Jackson, 1991). Jiné druhy (*Heliconius charitonia*) jsou schopny dokonce přijímat bílkoviny a aminokyseliny přímo z pylových zrn, které seškrabávají sosákem z tyčinek, přestože motýlí sosák je morfologicky přizpůsoben k příjmu tekuté potravy (Gilbert, 1972).

3.1.2 Behaviorální projevy spojené s letem

Do této kategorie lze jistě zařadit přímý (*flying*) a vyhledávací let (*searching fly*), částečně také chování objevující se pouze u samců, označované jako „*patrolling*“. Přímý let motýli využívají, pokud se záměrně chtějí přemístit na jiný habitat nebo vzdálenější místo, nebo pokud jsou vyplašeni či napadeni a snaží se tak vyhnout nebezpečí. Jedná se o rychlou formu letu, motýl se v zásadě drží jednoho určitého směru. Přímý let je typický i pro dálkové migrace některých druhů, jakými jsou například babočka bodláková (*Vanessa cardui*), babočka admirál (*Vanessa atalanta*) nebo monarcha stěhovavý (*Danaus plexippus*). Migrující druhy přes zimu přežívají v oblastech s teplejším klimatem, a na jaře se vrací do domovské oblasti, kde mohou využívat zdroje dostupné pouze v létě (Stefanescu, 2001 ex. Dingle, 1996). Mnoho druhů hmyzu využívá při migraci větrné proudy, které se nacházejí ve výšce několika set metrů. Motýli velkou část trasy překonávají právě díky unášení větrem, po zbytek cesty se pohybují již v menší výšce, kde je vítr neovlivní a nevychýlí z trasy (Stefanescu et al., 2007).

Pro populace motýlů je velmi důležitá schopnost disperze neboli rozptylu, tedy šíření v krajině. Pro motýly, kteří se do okolí rozptýlí pomocí aktivního letu, nebo i pasivně pomocí větru (Hiyama et Otaki, 2020), je klíčová schopnost najít si nový příznivý habitat. V případě úspěchu zde mohou založit novou populaci, která může i v budoucnu na nově kolonizovaném místě prosperovat.

U druhů denních motýlů s otevřenou populací je vzdálenost disperze značná a někdy i těžko odlišitelná od migrace, zatímco u druhů s populacemi spíše uzavřenými se disperzní rozsah pohybuje v řádu stovek až tisíců metrů (Beneš et al., 2002; Ovaskainen et al., 2008; Heikkinen et al., 2015; Hiyama et Otaki, 2020). U druhů, které mají nízkou disperzní schopnost, nastává problém, pokud se populace vyskytují na lokalitách vzdálených od sebe natolik, že motýli tuto vzdálenost nedokáží překonat. V izolovaných lokalitách dochází snáze ke ztrátě genetické variability, a populace jsou celkově zranitelnější a citlivější.

Vyhledávací let je na rozdíl od přímého letu značně pomalejší a nepravidelnější, a je běžný u obou pohlaví. Slouží k vyhledávání potravy nebo místa vhodného k odpočinku, slunění nebo ke kladení vajíček. Svoji podstatou sem lze zařadit i *patrolling* samců.

Patrolling je projev chování související s letem a s rozmnožováním. Jde o typ vyhledávacího letu u samců, během něhož pátrají po zdrojích potravy nebo po samicích. *Patrolling* probíhá na větším území a nedochází během něj k soubojům s jinými samci (Takeuchi, 2010).

Aktivní vyhledávání samic probíhá obvykle v ranních hodinách, po předchozím slunění a nektarování. *Patrolling* obvykle vrcholí v době, kdy je již odlišená většina samic (Vlašánek et al., 2018). Obecně platí, že samci jsou aktivnější a létají více, protože investují energii spíše do vyhledávání samiček. U monogamních druhů, kde se samice páří pouze jednou, je zvýšená aktivita samců značně patrná, ale v rámci polygamních druhů bývá aktivita samců nižší (Evans et al., 2020).

Předpokládá se, že motýli si osvojili mezi různými habitaty odlišné letové strategie. Odlišné chování se pravděpodobně vyvinulo při pohybu ve fragmentované krajině (Schtickzelle et al., 2007). Specializovaný druh perleťovce *Procllossiana eunomia* se mimo svůj habitat pohybuje přímým letem, překonává delší úseky a omezuje zatačení v letu. Uvnitř habitatu se však pohybuje pomalejším, křivolakým pohybem, s občasnými zastávkami pro odpočinek nebo nektarování (Schtickzelle et al., 2007). Na plochách s přítomností živných a nektarodárných druhů rostlin se motýli pohybují pomaleji, a zdržují se v této oblasti déle. V okolní krajině bez zdrojů, to se týká především specializovaných druhů, jim hrozí úmrtí, a tak, pokud se do takových míst dostanou, volí raději přímý let, nebo se vrátí na původní stanoviště, pokud najdou cestu zpět.

Samice (např. modráska *Icaricia icarioides fenderi*) většinou zůstávají na místech s živnou rostlinou nebo v jejich blízkém okolí, zatímco samci jsou přítomností živných rostlin méně ovlivněni a více prozkoumávají okolní plochy (Schultz et al., 2012). Rozdílné chování u samců a samic je snadno vysvětlitelné tím, že samice se snaží zdržovat v místech budoucího kladení vajíček, ale samci více investují energii do letů, při nichž pátrají po samičkách.

3.1.3 Behaviorální projevy spojené s rozmnožováním

Mezi tyto projevy můžeme zařadit kromě vyhledávání partnera (teritoriální *perching*, *patrolling*) také námluvy, páření a kladení vajíček. Námluvy a páření obvykle probíhají poté, co jsou v populaci vysoké početní stavy opačného pohlaví.

Kvůli tomu, že samci se většinou líhnou dříve než samice (protandrie), probíhá páření během hlavní fáze letové periody samců a na počátku letové periody samic (Vlašánek et al., 2018).

Co se vyhledávání partnerů týče, existují rozdílné strategie u motýlů, kteří si vytváří svá teritoria a těch, kteří nikoli. Druhy bez teritorií se buď spoléhají pouze na své vyhledávací schopnosti, nebo volí jiné taktiky, mezi něž patří vyčkávání u kukly samice na její vylíhnutí (Takeuchi, 2017). To se týká například druhu *Heliconius hewitsoni*, kdy se kolem kukly samice shromažďuje více samců, průměrně 8-9. Motýli spolu soupeří nejdříve o to, který z nich zaujme místo na kukle, k pozdějším soubojům dochází také po vylíhnutí samice. Samci, kterým se podaří zvítězit v první fázi jsou většinou větší, s delšími křídly, mají také výhodu při bránění kukly tím, že ji křídly chrání, aby na ní nemohl dosednout jiný samec. Po vylíhnutí se však se samicí úspěšně spáří spíše samci menší. Oproti druhům s jinými strategiemi mají samci u druhů vyhledávajících samičí kukly větší poměr mezi velikostí těla a křídel, je proto možné, že se u nich vyvinula větší alometrie (Deinert et al., 1994).

U některých druhů motýlů, kde probíhají námluvy za velkého shromažďování jedinců, se vyvinula další strategie, kterou je napodobování chování a výběru úspěšných motýlů. Někteří jedinci používají taktiky a signály, které se u okolních jedinců ukázaly jako úspěšné k získání partnera. Samice u takových druhů preferují podobný typ samců, kteří se již úspěšně spáрили, a kteří jsou tudíž z nějakých důvodů atraktivní i pro okolní samice. Nepřímý efekt tohoto chování potom může být ten, že v následující generaci budou samci, kteří budou atraktivní pro samice, a samice, které budou mít schopnost napodobovat chování jiných (Dion et al., 2019).

U mnoha druhů, které si vytváří a hájí svá teritoria, jsou samci vlastníci teritorium větší než ostatní, ale v rámci různých druhů vykazují teritoriální samci různé vlastnosti (Takeuchi, 2017). Při obraně teritoria se motýli pohybují na menším území a aktivně jej brání před vetřelci (Takeuchi, 2010). Cizí samce ze svého teritoria vyhání, existuje však hypotéza, že mnoho druhů nerozpozná pohlaví u letícího jedince a pronásledují tak i samce, u nichž se zprvu domnívají, že se jedná o potenciální samici.

Při vyhledávání partnera se denní motýli mohou orientovat podle barev a druhově specifických ornamentů na křídlech, ale noční motýli jsou v tomto ohledu závislí na feromonech. Některé druhy, například *Spodoptera littoralis*, se řídí také tím, na které rostlině samička vábí. Samci upřednostňují samice sedící na druhu rostliny, která pro ně byla živnou v larválním stadiu. Dále platí, že čím více samic se na lokalitě nachází, tím déle a intenzivněji se jednotlivé samice pokouší vábit samce, což může být výhodné zejména ve velkých populacích druhu (Dion et al., 2019).

Samice denních motýlů obvykle kladou vajíčka ve větší míře až v okamžiku, kdy se začínají snižovat počty samců. Klazení probíhá často v ranních hodinách, po předchozím slunění nebo nektarování (Vlašánek et al., 2018). Výběrem místa ke klazení samice zároveň určí oblast nebo přímo rostlinu, na které se bude housenka vyvíjet.

Část druhů může klást vajíčka ihned po kopulaci, u jiných musí ještě nějaký čas dozrávat. To může u některých druhů (*Chazara briseis*) trvat značnou dobu, během které i více než polovina samic může pomřít dříve, než vajíčka mohou naklást (Kadlec et al., 2010). Samice většiny druhů (např. *Maniola jurtina*) jsou méně aktivní než samci, protože tím snižují spotřebu energie, kterou mohou následně investovat do klazení vajíček a hledání míst k tomu příhodných (Evans et al., 2020).

Některé druhy kladou vajíčka pouze do okolí živné rostliny (například perleťovci *Mesoacidalia aglaja*, *Fabriciana adippe*, *Fabriciana niobe*), jiné přímo

na některou její část. Druh *Parnassius mnemosyne* se v larválním stadiu vyvíjí na efemerním druhu dymnivky, který již v době kladení není přítomný. Samice proto vybírá ke kladení místa s vhodnou teplotou a vlhkostí, řídí se také čichovými orgány, za pomoci kterých detekuje blízkost dymnivek zatažených do cibulek v půdě (Bergström, 2005; Vlašánek et al., 2012). Druhy, které pouze náhodně vypouští vajíčka jsou například *Lopinga achine* nebo *Aphantopus hyperantus*, u obou druhů totiž živná rostlina pokrývá zpravidla celý habitat, a housenka je tak schopná najít si po vylíhnutí potravu bez problémů sama (Wiklund, 1984).

Přímo na hostitelské rostliny kladou vajíčka hlavně druhy mírného pásma, které přezimují jako kukla, dospělec nebo larvální stadium (Wiklund, 1984).

3.1.4 Vizuální orientace u denních motýlů

V krajině se denní motýli orientují vizuálně, jejich zrakové schopnosti jsou však omezeny pouze do vzdálenosti pár desítek metrů (Schtickzelle et al., 2007).

Motýli stejně jako další opylovači vnímají určité barvy a reagují na ně. U hmyzu se obecně vyskytují dva typy receptorů, citlivé na UV spektrum a zelenou barvu, často mají i přídatný receptor reagující na modrou barvu (Kelber, 2001; Kočíková et al., 2012). Podle výzkumu Kočíkové et al. (2012) motýli preferují barvy odpovídající krátkým vlnovým délkám. Zdá se, že motýli upřednostňují různé barvy květů v závislosti na čeledi, do které spadají, ne vždy však byly výsledky jednoznačné.

Na bílou barvu reagují především zástupci čeledí Pieridae a Riodinidae, na modrou Hesperidae a druhy čeledi Papilionidae preferují modrou a žlutou barvu. U čeledí Nymphalidae a Lycaenidae nelze jednoznačně říci, zda volí určité barvy květů, konkrétně modrásci reagovali nejvíce na barvu červenou, dále také na bílou a žlutou (Kočíková et al., 2012). V tomto případě šlo o druhy modrásků, mezi jejichž živné rostliny patří mateřídoušky (*Thymus* spp.), čičorka pestrá (*Coronilla varia*) nebo vičence (*Onobrychis* spp.), což jsou druhy s nafialovělými nebo růžovými až načervenalými květy, proto je možné, že byli přitahováni právě červenou barvou.

Není zcela známo, zda se denní motýli orientují spíše podle zraku nebo pomocí zachycování pachových stop, možná jde o kombinaci obojího, ale u modráskovitých (Lycaenidae) hraje při výběru partnera důležitou roli právě zrak. Křídelní šupiny na dorzální straně křídel u samců se jeví jako modré díky lomu světla, a fungují tak jako optický signál pro jedince stejného druhu. Pro každý druh modráška jsou signální barvy specifické, čímž je eliminováno vzájemné křížení. Barva jednotlivce pak odráží individuální hodnotu stresu, a pomáhá tak samici zvolit si vhodného partnera (Kertész et al., 2017).

Samice okáčů *Bicyclus anynana* se zřejmě skutečně orientují jak podle zraku, tak podle čichu, neboť pokud mohou, volí si partnery, kteří mají místo dvou skvrn na předních křídlech skvrny čtyři. Pokud ale takoví samci neprodukují obvyklé feromony, samice je budou odmítat (Westerman et al., 2012; Westerman et Monteiro, 2013).

3.2 Vliv prostředí na chování motýlů

V průběhu dne se chování motýlů může v závislosti na denní době měnit. Druh *Lethe diana* z čeledi babočkovitých přijímá potravu spíše v ranních hodinách, samci v této době vykazují chování nazývané *patrolling* (Takeuchi, 2010). Podobný vzorec chování má i bělásek *Pieris rapae crucivora*, který taktéž dopoledne střídavě pátrá po potravě a samicích, odpoledne však jeho aktivita klesá (Hirota et Obara, 2000). Některé typy chování jsou preferovány v určité denní době, např. vyhřívání se

(slunění) v ranních hodinách, a zvýšená (popřípadě i snižená, např. u otakárka *Papilio glaucus*) aktivita v nejteplejších částech dne. Při vyšší aktivitě poté dominuje let, při snížené aktivitě motýli odpočívají (Wittman et al., 2017).

Obecně mají motýli tendenci zdržovat se v místech s výskytem nektarodárných rostlin, ale pokud jim v cestě na sebevíc zdrojově bohaté místo stojí bariéra, kterou pro některé druhy představuje například lesní porost, motýli nemusí být s to jí překonat (Schultz et al., 2012). Problém s překonáváním překážek v krajině mají častěji druhy specializované na určitý biotop nebo potravní zdroj, zatímco generalistům nečiní většinou takové problémy. Specializované druhy jsou často závislé na limitovaném zdroji, kterého se jim cestou nedostává a nemusí proto být úspěšní při pokusu o překonání překážky. Generalisté mohou vhodné zdroje nalézat v rámci značné části vegetačního pokryvu, a mohou se díky tomu pohybovat i nad silně heterogenní krajinou (Soga et Koike, 2013).

Výsledky výzkumu provedené na populacích okáče *Pararge aegeria* žijících v odlišných habitatech ukazují, že motýli původem z fragmentované krajiny jsou pravděpodobně schopni lépe se v neznámém otevřeném prostředí orientovat na dálku než populace žijící v souvislých lesích. Krajina, která je původem motýlů jednotlivých populací, má zřejmě vliv na způsob pátrání po habitatech. Také může jít o genetickou odlišnost v rámci populací, která ovlivní chování motýlů při orientaci v prostředí (Merckx et Dyck, 2007).

Na chování se projeví také kvalita habitatu a dostupnost potravních zdrojů. V habitatech bohatých na nektar se jedinci druhu *Maniola jurtina* častěji sluní nebo odpočívají. V chudých habitatech naopak častěji létají, a volí přímý let, související spíše s disperzí (Evans et al., 2020).

Chování motýlů se mění také v průběhu jejich života. Samci se chovají odlišně před tím, než se začne líhnout větší množství samic, a poté, co jich je na stanovišti vysoký počet (Vlašánek et al., 2018). Z výzkumu běláška *Pieris rapae crucivora* vyplývá, že postupem času ztrácí samci svou tělesnou váhu a méně nektarují, ale nadále pátrají intenzivně po samicích. Díky menší hmotnosti spotřebují při letu starší samci méně energie, a tak sledovaní jedinci ráno pátrali delší dobu po samicích, a nektarovali až v pozdějších hodinách (Hirota et Obara, 2000).

Ke změnám v chování dochází pochopitelně také u oplodněných samic, které poté vyhledávají místa ke kladení vajíček. Kladení probíhá obvykle ve velké míře ke konci letové periody, kdy přežívá už jen minimum samců (Vlašánek et al., 2018). U některých druhů motýlů se chování samic mění také po provedení seče. Samičky druhu *M. jurtina* například preferují kosené plochy jako místo ke kladení vajíček (Lebeau et al., 2015).

3.3 Metody studia chování denních motýlů

Chování motýlů se často studuje pomocí značení a zpětného vypouštění jedinců, kteří jsou potom vizuálně sledováni. V případě některých studií byli motýli dokonce umístěni do klecí velkých rozměrů, aby se zabránilo jejich úplnému úniku (Hirota et Obara, 2000). Pokud pro výzkum stačí pouze znát trasy letu motýlů, je možné použít také telemetrii, neboli připevnit na tělo motýla vysílač a zachycovat jeho signál například pomocí harmonického radaru (Cant et al., 2005). Jestliže je třeba v rámci experimentů přemístit živé motýly na vzdálenější lokalitu, lze je dočasně umístit do nádoby s nižší teplotou (Merckx et Dyck, 2007).

Při výzkumech je často nutné motýly před pozorováním z různých důvodů odchytit. Je například třeba jedince označit, určit druh nebo pohlaví, přemístit ho na jiné stanoviště, nebo připevnit na něj radiový vysílač. Veškerá manipulace s jedincem

může ovlivnit jeho chování a znehodnotit výsledky pokusu. Je proto žádoucí, aby byl vliv manipulace na chování co nejmenší. Autoři studií o chování denních motýlů se toho snaží docílit několika způsoby, které byly často i kombinovány.

Evans et al. (2020) pozorovali jedince druhu *Maniola jurtina* bez jakékoli manipulace s nimi. Během experimentu byly pouze značeny trasy jejich letu a zaznamenáváno jejich chování pomocí diktafonových nahrávek.

Hiyama et Otaki (2020) a Merckx et Dyck (2007) si po vypuštění motýlů a zahájení pozorování udržují dostatečný odstup od jedince. V závislosti na druhu se tato potřebná vzdálenost může lišit. U druhu *Zizeeria maha* postačuje pozorovat jedince ze vzdálenosti větší než 1 m, zatímco druh *Pararge aegeria* byl pozorován ze vzdálenosti větší než 10 m (Merckx et Dyck, 2007; Hiyama et Otaki, 2020).

Další autoři nechávají motýla po nějaký čas uklidnit a až poté ho vypouštějí. Schtickzelle et al. (2007) nechávali před vypuštěním jedince po několik minut v motýlářské síťce, do které byl předtím odchycen. Jiní nechávali motýla po značení na lokalitě, a pozorování zahájili až následující den (Takeuchi, 2010). Nevýhodou tohoto postupu je, že motýl nemusel být vždy opětovně nalezen.

Cant et al. (2005) používali při výzkumu bedýnku s posuvným víkem, zakrytou tmavou tkaninou. Před vypuštěním byla látka stažena a motýl byl ponechán minimálně 5 minut v klidu. Následně bylo víko z pětimetrové vzdálenosti pomocí provázku odtaženo.

Vhodné je pochopitelně různé metody zkombinovat, například ponechat motýla po manipulaci nějakou dobu uklidnit a při pozorování dodržovat určitý odstup, nejlépe i při vypouštění omezit vliv člověka na chování.

4. Péče o nelesní stanoviště

Značná část druhů denních motýlů ve střední Evropě je vázána na bezlesá, ať už primárně či sekundárně, otevřená stanoviště (van Swaay et al., 2006). Řada druhů ke svému přežívání potřebuje rozdílné biotopy, které spolu sousedí, neboť například jejich zdroje potravy nebo místa vhodná k vyhledávání partnerů jsou v jiných biotopech než živné rostliny jejich housenek (Janz, 2005; Altermatt et Pearse, 2011). Krajina v minulosti nabízela motýlům bohatou mozaiku drobných, ale vzájemně propojených biotopů, kde mohly populace prosperovat. Tato mozaika byla zajištěna lidskou činností, konkrétně šlo o tradiční způsoby hospodaření. Při těch bylo užíváno ručního kosení, často postupného, nechával se pást dobytek, místo dnešních rozsáhlých zemědělských ploch byla v krajině malá políčka s různými plodinami a s ponechanými remízky a mezemi. V současnosti tradiční hospodaření ustoupilo velkoplošným zásahům, těžké technice, pesticidům a intenzifikaci, čímž i běžné druhy ztratily v těchto oblastech vhodné biotopy. Zůstaly pouze fragmenty a izolované oblasti, na kterých se dosud druhy udržují, je však třeba o ně pečovat obdobným způsobem jako v minulosti, to znamená imitovat postupy při tradičním hospodaření, ovšem míra a typ zásahů závisí vždy na lokalitě a druhu (Calaciura et Spinelli, 2008).

Vznik a udržování nelesních ploch v nižších polohách tedy úzce souvisí s historií naší krajiny. Vrátime-li se do období raného holocénu, krajina v té době byla znatelně méně pokryta lesy a převládala otevřená krajina. Postupem času se lesy pomalu šířily a na pomezí preboreálu a boreálu se začaly vzájemně propojovat (Sádlo et al., 2005). Do té doby však byly lesy otevřenější a světlejší, než je tomu v dnešní době, a tvořily spíše ostrovní části v otevřené krajině, zatímco v boreálu tomu začalo být právě naopak. V průběhu neolitu se na udržování bezlesých stanovišť začíná uplatňovat také lidská činnost. Ta nadále přetrvávala a v průběhu času začínala být stále intenzivnější, k největšímu odlesnění krajiny pak došlo okolo roku 1700 (Sádlo et al., 2005).

V průběhu středověku v okolí sídel probíhala pastva skotu, koz a ovcí, která bránila sukcesi a umožňovala existenci travnatých biotopů, dále se v těsné blízkosti sídel nacházela obdělávaná pole (Sádlo et al., 2005). Ve vrcholném středověku začala převažovat bezlesá krajina nad lesnatou. Krajina se stala předmětem soukromého vlastnictví, ale stále ještě nebyly dány pevné hranice mezi pozemky (Sádlo et al., 2005). Díky tomu byla udržena prostupnost a kontinuita mezi habitaty.

Prostředí, ve kterém žijí larvy, a ve kterém dospělci hmyzu se může značně lišit. Je proto potřeba znát komplexní nároky druhu na prostředí ve všech stádiích vývoje (Sedláček et Kadlec, 2019). Pro udržení populace musí tedy být ať už na stejné lokalitě, nebo v její blízkosti habitaty vhodné pro obě stadia.

Tradiční hospodaření umožňovalo různým druhům hmyzu obývat uměle vytvořená nelesní stanoviště. Při zásazích sice část hmyzu pomřela, ale ztráty byly nahrazeny migrací jiných jedinců z blízkých stanovišť (Konvička et al., 2016). To však bylo možné pouze v době, kdy byla krajina heterogenní a nebyla unifikovaná.

Po příchodu průmyslové revoluce se však upouštělo od tradičních způsobů hospodaření, došlo ke scelování pozemků a homogenizaci stanovišť, začala být využívána těžká technika a umělá hnojiva a postřiky. Nejdříve začaly vymírat druhy hmyzu vyžadující velké plochy, popřípadě se přemísťovaly do malých, vzájemně izolovaných refugií. Snižovala se i početnost menších lokálních populací, většinou kvůli ztrátě, degradaci nebo fragmentaci jejich původních stanovišť (Konvička et al., 2016). Tyto změny v krajině se neodráží pouze v poklesu druhové diverzity nebo abundance hmyzu, ale ruku v ruce s tím souvisí i úbytek až kolaps ekosystémových

služeb, jež tyto skupiny nabízí (Sánchez-Bayo et Wyckhuys, 2019). Jedná se například o opylovače (např. včely, čmeláci, denní a noční motýli), predátory škůdců (např. slunéčka, některé ploštice, larvy zlatooček a některých pestřenek, hmyzožraví a draví ptáci) a další.

Druhy mizící z naší krajiny jsou většinou specializované, generalisté jsou schopni přežít i v jiných biotopech nebo s jinými zdroji potravy. Specializované druhy, obzvláště kriticky ohrožené, je třeba důsledně chránit. V první řadě je třeba soustředit ochranu na stávající přirozené populace, provádět správný management jejich stanovišť a v případě potřeby obnovovat populace živných rostlin (Sedláček et Kadlec, 2019).

V současnosti jsou jedním z nejohroženějších biotopů travnatá bezlesá stanoviště, na které je vázáno mnoho vzácných a chráněných druhů hmyzu (Janišová et al., 2011 ex. Veen et al., 2009; Janišová et al., 2011 ex. Korneck et al., 1998). Suchá travinná společenstva jsou ohrožena přímou likvidací, intenzifikací zemědělství, depozicí dusíku, změnou klimatických podmínek, urbanizací, upuštěním od péče nebo invazními a plevelnými druhy (Calaciura et Spinelli, 2008; Janišová et al., 2011; Valkó et al., 2016). Ve mnoha státech je rovněž problém s přepásáním ploch (Valkó et al., 2016).

Ochrana a management nelesních stanovišť jsou pro opylovače i jiný hmyz velmi důležité, neboť je potřeba o stanoviště pravidelně a vhodně pečovat. Musí se dbát na neustálé udržování daného sukcesního stadia a zaručit nebo podpořit na lokalitě výskyt rostlinných i živočišných druhů, na které je hmyz vázán. Snahou je dosáhnout cílového stavu společenstva daného cenného sukcesního stadia a zároveň zachovat jemnou mozaiku strukturálně odlišných habitatů. Docílit toho lze prováděním různých typů managementu extenzivního charakteru a při zásazích dbát na zonaci, tedy ponechat vždy část ušetřenou zásahu (Janišová et al., 2011).

Managementové zásahy by měly vytvářet specifické podmínky pro určité druhy, zamezit šíření kompetičně silnějších druhů travin a bylin, likvidovat nežádoucí náletové dřeviny a podpořit druhovou bohatost rostlinného společenstva (Calaciura et Spinelli, 2008 ex. Crofts et Jefferson, 1999). Na bezlesých stanovištích se aktivní management provádí formou pastvy, seče, likvidací náletu a drobnými disturbancemi.

K pastvě se používají buď menší hospodářská zvířata, jako jsou ovce a kozy, nebo velká, těžká zvířata jako osli, koně a krávy. Na plochách s náletovými dřevinami může být výhodné zvolit okusovače, tedy kozy, které se nevyhýbají ani nízkým dřevinám a mohou tak napomoci k jejich likvidaci. Během pobytu stáda na lokalitě dochází zároveň k narušování povrchu půdy a vytváření plošek, na kterých se mohou snáze uchytit konkurenčně slabší druhy. Tyto drobné disturbance například scházejí při pouhém posečení plochy, ale mohou být zajištěny působením člověka, ať už pouhým sešlapem, nebo sportovními aktivitami, jako je jízda na koni, na kole nebo na motocyklu. Sešlap zabraňuje sukcesi, zároveň však nemá být příliš intenzivní (Bubová et al., 2015). Při nadměrné pastvě nebo sešlapu člověkem se zhoršuje kvalita půdního povrchu a zvyšuje se eroze půdy.

Vliv pastvy se projevuje zvýšeným množstvím rostlinných druhů a větším podílem xerofytů a druhů kvetoucích na jaře (Janišová et al., 2011). Pro vývoj některých bezobratlých jsou rovněž důležité plochy narušené kopýtky a paznehty, nebo výkaly, které po sobě dobytek zanechává. V případě stepí a lesostepí obecně se při managementech preferuje krátkodobá pastva koz nebo ovcí, v praxi se užívají i smíšená stáda. Ideálním termínem je podzimní pastva v průběhu září až listopadu a jarní pastva během dubna (Konvička et al., 2005).

Sečení slouží jako náhrada pastvy, ale bývá přesto extenzivní pastvou jakožto přirozenějším procesem občasně doplňováno (Saarinen et Jantunen, 2005). Nejvhodnější variantou je ruční seč, která by měla být mozaikovitá. Vždy se ponechávají nepokosené části, kde může hmyz nadále získávat potravu, a kosí se teprve v pozdějším termínu. Platí, že čím menší je lokalita, tím menší by měla být plocha se zásahem, v tomto případě sečí (Laštůvka, 2007).

Málo studií se však zabývá problémem, co se posléze odehrává na ponechaných neposečených plochách. Biotopoví generalisté se většinou přemístí do okolních biotopů, ale specializované druhy se budou shlukovat na nekosených refugiích (Lebeau et al., 2015). Tam může docházet ke zvýšeným kompeticím o zdroje nektaru, zvýšení stresu, a tím i k oslabení fitness jedinců. Ponechat část plochy nepokosenou se doporučuje také na podzim, před nástupem zimy. Nekosené plochy jsou důležité pro přezimující hmyz, neboť v nich může nalézt příhodný úkryt. Stejnou funkci mají i nedopasky vznikající při pastvě zvířat.

Lebeau et al. (2015) uvádí, že po seči na lučním biotopu s ponecháním 5-10 % nesečených ploch bylo u běžného lučního druhu *Maniola jurtina* pozorováno častější střídání aktivit a vyhledávání obvykle méně preferovaných zdrojů nektaru. Rychlejší změny chování *M. jurtina* mohou být vysvětleny tím, že kvůli častějším návštěvám motýlů měly rostliny méně nektaru, a motýli tak byli nuceni častěji hledat jiné zdroje.

U udržovaných a opečovávaných stepních stanovišť by však nemělo k závažným problémům s nedostatkem zdrojů docházet, protože se při managementu doporučuje ponechat minimálně třetinu celkové rozlohy nekosenou (Konvička et al., 2005).

Mozaikovitou sečí se u mnoha druhů rostlin podpoří tvorba květů i v pozdějším období roku, a umožní tak hmyzu nalézt zdroje potravy i v průběhu podzimních měsíců. Seč by měla probíhat 1x – 2x ročně, a být načasována vždy tak, aby termín co nejvíce vyhovoval ohroženým druhům (Calaciura et Spinelli, 2008 ex. Rodwell et al., 2007). Vyšší frekvence seče vyhovuje druhům, které vyžadují krátkostébelné trávníky (Bubová et al., 2015). Posečená hmota se odstraňuje z lokality po jejím zaschnutí, v této poskytnuté době se zralé rostliny mohou stačit vysemenit a přeživší hmyz má příležitost k úniku (Konvička et al., 2016). Nikdy by se však neměla na místě zanechat, protože by rozkladem biomasy došlo k nadměrnému obohacení půdy, a na tomto eutrofizovaném místě by se poté mohlo změnit složení rostlinného společenstva (Calaciura et Spinelli, 2008 ex. Crofts et Jefferson, 1999).

Vyřezáváním dřevin se zamezí posunu do následujícího sukcesního stadia a nadměrnému obohacení půdy o živiny z jejich opadu. Po pokácení se musí každoročně kontrolovat tvorba výmladků, pro omezení zmlazování lze zavést na ploše pastvu zvířat (Calaciura et Spinelli, 2008). Suchá stanoviště jsou často ohrožena náletem pionýrských druhů dřevin, velké problémy činí v současnosti například invazní trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*). Jeho likvidace je poměrně komplikovaná právě kvůli vysoké schopnosti šíření pomocí kořenových výmladků.

Je třeba také likvidovat nepůvodní invazní rostlinné druhy a plevelné druhy, které svou přítomností a šířením negativně působí na slabší rostliny a znevýhodňují je. Plevelné druhy rostlin jsou kompetičně silné, často produkují toxické látky a vzrůstem převyšují okolní vegetaci, čímž zabraňují průniku slunečního záření do spodních etáží porostu (Calaciura et Spinelli, 2008 ex. Crofts et Jefferson, 1999).

Pro rozlehlé a opuštěné plochy je možným řešením také občasné vypalování. Provádí se v průběhu zimy nebo časně zjara. Na ploše by se měly ponechat

fragmenty nespálené ohněm, aby sloužily jako refugia pro hmyz do té doby, než se v okolí obnoví vegetační pokryv. Vypalování může mít krátkodobý negativní vliv na populace, ale jeho výhodou je dlouhodobý pozitivní vliv na omezení sukcese (Bubová et al., 2015).

Ne vždy a všude se však k managementu přistupuje správným způsobem. Někde dochází k nadměrnému pasení na stanovištích, je použita nevhodná technika nebo je „pro ušetření času“ posečena celá plocha naráz. Po intenzivní pastvě se na lokalitách vyskytuje menší množství rostlinných druhů a snáze dochází k erozi půdy (Valkó et al., 2016). Pokles v diverzitě rostlin může způsobit také nevhodná skladba osiva při zakládání sekundárních travnatých ploch. Chybí zejména zástupci dvouděložných rostlin, poskytující opylovačům nektar.

Z toho důvodu je na bezlesých stanovištích při zakládání trávníků nebo při dosévání vhodné použít osevní směsi s výrazným zastoupením nektarodárných rostlin, mezi kterými se často objevují zástupci čeledi bobovitých (*Fabaceae*). Bobovité rostliny jsou výhodné díky schopnosti poutat vzdušný dusík do půdy a většinou se jedná o vytrvalé rostliny, tudíž se nemusí každoročně na lokality dosévat, pokud by neměly dostatek semen. Navíc je tato skupina rostlin značně vyhledávaná opylovači, jako jsou čmeláci a denní motýli. Pro motýly jsou bobovité rostliny důležité jednak jako zdroj nektaru, jednak slouží pro řadu druhů jako živné rostliny housenek - např. velká většina našich modráskovitých motýlů je vázaná právě na bobovité rostliny (Beneš et al. 2002).

Kromě udržování stávajících stanovišť můžeme pomoci opylovačům vytvářením nových biotopů, jednou z variant je například výsev květnatých pásů kolem dálnic a silnic. Používají se druhově bohaté výsevové směsi, ve kterých jsou zastoupeny jak živné, tak nektarodárné rostliny pro různé skupiny motýlů. Z živných rostlin je vhodné použít různé bobovité rostliny (*Fabaceae*), mochny (*Potentilla* spp.) nebo jitrocel kopinatý (*Plantago lanceolata*). Jako zdroj nektaru mohou posloužit opět druhy z čeledi bobovitých, dále bodláky (*Carduus* spp.), pcháče (*Cirsium* spp.), chrpy (*Centaurea* spp.) nebo hvozdíky (*Dianthus* spp.) (Konvička et al., 2005).

5. Vičenec ligrus (*Onobrychis viciifolia*)

Jako součást osevních směsí se často užívá vičenec ligrus. V těchto směsích bývají hostitelské druhy rostlin pro řadu denních motýlů (V. Hula, pers. comm.), vičenec je kromě dalších druhů motýlů také živnou rostlinou modráška vičencového, modelového druhu studie. Předtím, než se do českých zemí dostal vičenec ligrus, byli modrášci pravděpodobně vázáni pouze na náš původní druh – vičenec písččný (*Onobrychis arenaria*).

Vičenec ligrus je vytrvalá rostlina z čeledi bobovitých (*Fabaceae*), dosahující výšky 10 až 80 cm (Obr. 2). Kvete od května do srpna, květy jsou růžově zbarvené (Dostál, 1989). Květenstvím je hrozen, na každém se nachází obvykle 5–25 květů (Obr. 2, Obr. 3). Plodem jsou okrouhlé, jednosemenné, hnědošedé lusky (Obr. 1). Samotná semena jsou elipsoidní, hladká, hnědá až zelená (Chrtková, 1995). Semena jsou roznášena zvířaty pomocí přichytných háčků na luscích (Mora-Ortiz et Smith, 2015). Mezi opylovače vičence patří v první řadě čmeláci a denní motýli, dále také včela medonosná a samotářské včely, pestřenky a brouci (pladias.cz).



Obr. 1: Plody vičence ligrusu (Storey, 1999)



© Pavel Veselý

Obr. 2: Vičenec ligrus (Veselý, 2005)

Případná variabilita se objevuje v rámci jednotlivých kulturních odrůd nebo forem, některé mohou dosahovat výšky 100 cm, mít více listů i květů (Chrtková, 1995). Tradičně je rozdělován do 2 skupin, z nichž první, *Onobrychis sativa* var. *communis*, původem ze střední Evropy, lze pěstovat na méně úrodných půdách, seče se pro seno nebo siláž obvykle jednou ročně a dožívá se 7 až 10 let. Druhá skupina, *Onobrychis sativa* var. *bifera*, pochází ze Středního východu, snáší seč i vícekrát do roka a po seči opětovně vykvétá, ale dožívá se nižšího věku, cca 3 let. Nejvíce

dnešních odrůd nese kombinaci znaků obou typů a byly vyšlechtěny v 70. letech 20. století (Mora-Ortiz et Smith, 2015).

Odrůda Višňovský, která je vyseta na studované lokalitě s reintrodukovanou populací modráška vičencového na Dívčích hradech, byla vyšlechtěna v České republice. Je to odrůda značně odolná vůči suchu, ztrácí během něj méně biomasy, než kultivary vičence jako jsou Taja a Esparsette (Mora-Ortiz et Smith, 2015). Je podobná spíše typu *bifera*, tudíž je možné ji kosit dvakrát do roka, po seči by měla znovu začít kvést. Oproti jiným kultivarům má Višňovský nízký obsah tríslovin (Azuhwi et al., 2013).

Vičenec *ligrus* je u nás nepůvodním druhem, pochází ze Střední Asie, do Evropy se dostal zhruba v 15. století (Carbonero, 2011 ex. Burton et Curley, 1968). Vyskytuje se v nadmořských výškách od 100 do 2500 m n.m., jeho optimem je ale zhruba 600 m n.m. (Mora-Ortiz et Smith, 2015). Roste na suchých, hlinitých, zásaditých, často vápenatých půdách (Dostál, 1989). V České republice roste převážně v oblastech termofytika a mezofytika (Chrtková, 1995). Optimum druhu je ve čtyřech vymezených biotopech, a to v mezofilních ovsíkových loukách, širokolistých suchých trávnících, v teplomilné vegetaci lesních lemů a ve vytrvalé teplomilné ruderalní vegetaci (pladias.cz).

Lze jej pěstovat v nížinném až pahorkatinném vegetačním stupni, na půdu není náročný (Dostál, 1989). Je odolný vůči většině rostlinných nemocí a vůči přírodním podmínkám, snáší vysoké teploty i mrazy, a je schopen přežít suchá období bez deště. Špatně však snáší zamokřené půdy. Bez přídavného zavlažování potřebuje alespoň 330 mm srážek ročně (Mora-Ortiz et Smith, 2015).



Obr. 3: Fotografie vičence *ligrusu* (Roche, 2018)

Dříve se běžně pěstoval jako pícnina, tradičně byl využíván pro ovce (Mora-Ortiz et Smith, 2015). V našich zemích byl zaveden jako užitková rostlina na konci 18. století, posléze u nás zdomácněl. Jedná se také o rostlinu medonosnou (Chrtková, 1995). Z jednoho hektaru lze získat až 400 kg medu za rok, je doporučeno mít na takovéto ploše 2-3 včelstva (Mora-Ortiz et Smith, 2015).

Může se používat jako zlepšující předplodina fixující dusík. Je schopen do půdy vázat 130-160 kg dusíku na hektar, čímž může zlepšit následné výnosy plodin o

17-25 %. V některých zemích se proto využívá při rotačním systému v zemědělství. Kromě toho má i jiné pozitivní vlastnosti, je-li využíván jako krmivo pro dobytek. Díky obsahu tříslovin pomáhá zvířatům zbavovat se vnitřních parazitů, redukuje methan vznikající v zažívacím traktu přežvýkavců, je bohatý na proteiny a zvyšuje produkci mléka. Třísloviny jej také chrání před většinou škůdců, jako je hmyz, plži, houby a bakterie (Mora-Ortiz et Smith, 2015).

Při pěstování se doporučuje plochu osít směsí vičence a travin jako je *Festuca pratensis* nebo *Phleum pratense*, protože vičenec je slabý v kompetici s plevelem. Plevelné druhy tak budou mít méně prostoru a nebudou se tak snadno šířit. Vysévá se obvykle na podzim nebo na jaře do hloubky 1 až 5 cm. Na 1 hektar se seje 65-100 kg semen ve vzdálenosti 50-60 cm od sebe. Semena se sklízí, pokud obsahují 40 % a méně vlhkosti, z 1 hektaru jich lze získat 500-900 kg (Mora-Ortiz et Smith, 2015).

Dnes je vičenec využíván například ve směsi vysazované v meziřadí ekologicky udržovaných vinic na Pálavě. Při ekologickém hospodaření zde bylo zaznamenáno až 47 druhů denních motýlů, oproti pouhým 2 ve vinicích ošetřovaných insekticidy a bez pásů zeleně (Hluchý, 2007). Jedná se o podobnou směs, jaká je používána při výsevech podél dálnic nebo na travnatých plochách. Vičenec ligrus slouží ve vinicích k obohacení půdy o dusík, jelikož jako jedna z bobovitých rostlin ho dokáže vázat na kořeny pomocí hlízkových bakterií rodu *Rhizobium*. Lze jej tudíž využít namísto aplikace umělých dusíkatých hnojiv. Dále přitahuje do vinic různé druhy opylovačů, kteří se sice nepodílí na výnosech vinné révy, jakožto samosprašné, větrosnubné rostliny, ale zvyšují druhovou diverzitu ve vinicích. Mnoho skupin hmyzu může vičenec ligrus využívat jako nektarodárnou rostlinu, některé (modrásek ligrusový, modrásek vičencový, zástupci vřetenuškovitých) i jako živnou rostlinu housenek (Bělín, 1999). Na vičenec ligrus jsou vázáni nejen denní motýli jako modrásek ligrusový a vičencový, ale také zástupci drobných a nočních motýlů, jako jsou pouzdrovníčci *Coleophora vulpecula* a *C. dignella*, podkopníček vičencový (*Leucoptera onobrychidella*), drobníček *Trifurcula silviae*, nesytky vičencová (*Bembecia scopigera*) nebo píďalka kropenatec vičencový (*Tephrina murinaria*) (Laštůvka, 2007). Jeho záměrným vysazováním společně s dalšími druhy rostlin se tak mohou podpořit opylovači a jejich návrat do měst nebo do zemědělské krajiny. Měly by se ovšem zároveň omezit negativně působící lokální vlivy, jako znečištění nebo nadměrná aplikace pesticidů a dalších chemikálií.

V případě vinic s vičencem se v meziřadí uplatňuje při managementových opatřeních doporučená střídavá seč vegetace (Hluchý, 2007). Část biomasy se tudíž poseče a část se ponechá. Na nesečených plochách mohou nadále opylovači nacházet zdroj potravy. Poté, co doroste vegetace na kosených plochách a opět rozkvetne, může být posečena část, která byla ponejprve ponechána.

Vičenec ligrus dorůstá po seči lépe, pokud je pokosen těsně před kvetením nebo na počátku kvetení, než v pozdějším období (Goplen et al., 1991). Další seč by měla probíhat až po uplynutí sedmi týdnů po předchozí seči (Carbonero, 2011). Režim kosení také částečně potlačí plevelné druhy a hmyzí škůdce (Fortune, 1985).

Větší množství biomasy má vičenec, pokud je vyset v průběhu dubna až července, naopak méně má ten, který byl vyset až během srpna nebo září. Největší úroda vičence bývá zpravidla následující rok po vysetí (Liu et al., 2008).

6. Modrásci vázaní na vičenec

V rámci experimentální studie jsem se zabývala chováním dospělců modráška vičencového. Jedná se o oligofágní druh modráška, vázaný na několik málo druhů vičenců, mezi nimi i na vičenec ligrus. Jako živnou a nektarodárnou rostlinu využívají vičence (*Onobrychis* spp.) ale i jiní modrásci z rodu *Polyommatus*, dále také *Plebejus*, *Cupido*, *Glaucopsyche* nebo vřetenušky rodu *Zygaena* a ostruháček *Callophrys rubi*. Mezi druhy modrášků přímo specializované na tuto rostlinu patří v našich podmínkách *Polyommatus damon* a *Polyommatus thersites*, jako jednu z více živných rostlin ho využívají druhy *Cupido osiris*, *Glaucopsyche alexis*, *Plebejus argus*, *Polyommatus admetus* a *Polyommatus icarus* (Beneš et al., 2002).

Modrásek ligrusový (*Polyommatus damon*) je eurosibiřský stepní druh. Je vázán na teplé stráně, stepi, nebo úvozy s porostem vičence ligrusu nebo vičence písečného. Nachází se v pahorkatých a hornatých oblastech, upřednostňuje biotopy s vápencovým podkladem (Novák et Severa, 1990). Ve vyšších polohách osídluje chráněné rokly nebo pánve na otevřených travnatých svazích (Macek et al., 2015). Jedná se o kriticky ohrožený druh, u nás na pokraji vymření, který se vyskytuje pouze na několika lokalitách v České republice, konkrétně na jihovýchodní Moravě a v Českém středohoří. K ústupu druhu došlo kvůli zániku původních stanovišť a izolovanosti posledních lokalit (Kuras et al., 2017). Po roce 2000 se vyskytoval v Jihomoravském a Ústeckém kraji (Hejda et al., 2017). V současné době je neznámý i na svých posledních lokalitách na jižní Moravě a v Českém středohoří (T. Kadlec, pers. comm.)

Modrásek ligrusový je silněji postižen změnami probíhajícími v krajině, než je tomu například u modráška vičencového. Předpokládá se, že hlavními důvody jsou upuštění od tradičního způsobu hospodaření, nedostatečný management stanovišť v minulosti, klimatické změny, antropogenní vlivy (imise dusíku, pesticidy) a přirozené faktory, jako je nedostatek genetické variability (Skala et Andres, 2019). Modrásek ligrusový je více náročný na podmínky stanovišť, potřebuje velmi raná sukcesní stadia se zajištěním sešlapu a s bohatým výskytem vičence (Beneš et al., 2002; Macek et al., 2015). Samice kladou vajíčka na květenství živných rostlin, kde jsou silně ohrožena pastvou nebo nevhodně naplánovanou sečí (Šlancarová et al., 2012).

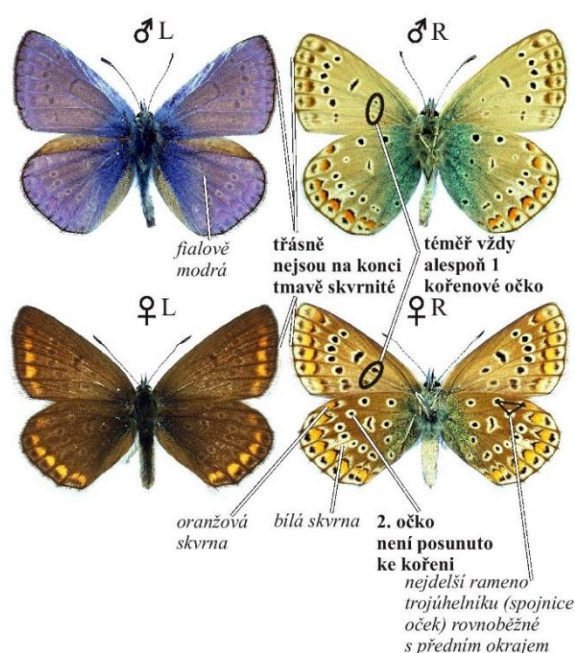
Motýli jsou jednogenerační, je možno se s nimi setkat od července do září. Vajíčka nebo larvy prvního instaru přezimují, housenky jsou fakultativně myrmekofilní. Larvální perioda trvá od září až do června následujícího roku (Macek et al., 2015).

Housenka je hustě odstále ochlupená, zelená s matným tmavým, světle lemovaným hřbetním pruhem a se světlými šikmými pruhy na bocích. Spirakulární pruh je běložlutý, nad ním se příležitostně nachází široký červenorůžový pruh. Ke kuklení dochází na zemi mezi stelivem. Kukla je žlutozelená až olivově zelená, na hřbetě a po stranách zadečku matně narůžovělá (Macek et al., 2015).

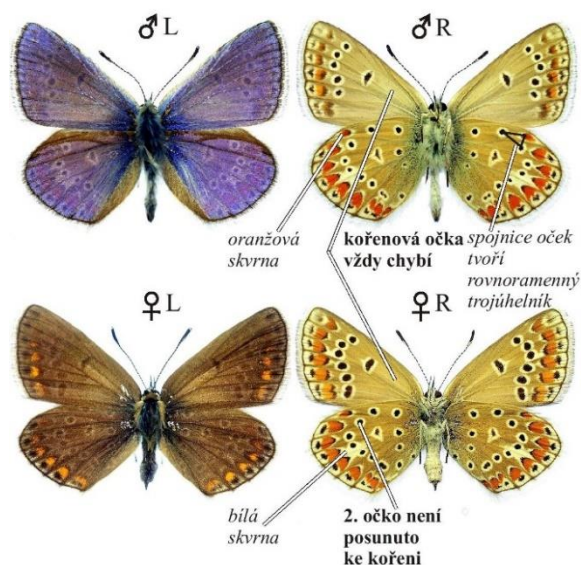
Dospělé jedince modráška ligrusového lze na území České republiky bezpečně rozpoznat díky bílému pruhu na rubu zadních křídel, jenž se nachází jak u samců, tak u samic tohoto druhu (Beneš et al., 2002).

Pro zachování druhu je třeba udržovat mozaiku krátkostébelného a vysokostébelného trávníku s vičencem. Je vhodné provádět mozaikovitě jednu seč ročně. Také je třeba odstraňovat náletové dřeviny a zajistit sešlap, zároveň však zabránit intenzivní pastvě, především ovci, které by při spásání vičence pozřely i vývojová stadia motýlů (Beneš et al., 2002).

Modrásek vičencový (*Polyommatus thersites*) je eurosibiřský, velmi lokální a nehojný druh stepí a luk (Mareš et Skyva, 1993). Vzhledově se podobá modrásku jehlicovému (*Polyommatus icarus*), od kterého se odlišuje tvarem křídel a absencí kořenových oček na rubové straně předních křídel (Moucha, 1972). Oba druhy mají na rubu křídel výrazné oranžové skvrny (Obr. 4 a Obr. 5). Modrásek vičencový se také liší v závislosti na tom, zda se jedná o jarní nebo letní generaci – u jarní generace je zbarvení rubu zadních křídel u samců i samic šedé, u letní generace žlutavě hnědé (Macek et al., 2015).



Obr. 4: Rozpoznávací znaky u modráška jehlicového (Dvořák J.), převzato z <http://www.lepidoptera.cz/urcovaci-klic/icarus.pdf>



Obr. 5: Rozpoznávací znaky u modráška vičencového (Dvořák J.), převzato z <http://www.lepidoptera.cz/urcovaci-klic/thersites.pdf>

Housenka je zelená s širokým tmavým, světle lemovaným hřbetním pruhem a světlými proužky po stranách. Má výrazný běložlutý spirakulární pruh. Kukla je leskle hnědozelená s tmavším hřbetním pruhem (Macek et al., 2015).

Jedná se o ohrožený druh denního motýla, vyskytující se v okolí Prahy, v Českém krasu, Českém středohoří a na jižní Moravě. Na Moravě je velmi lokální, vázaný především na teplé stepní lokality Hodonínska (Králíček et Gottwald, 1984), Znojemska a okolí Prostějova (Beneš et al., 2002).

Jeho areál výskytu zahrnuje Maroko, Pyrenejský poloostrov a celou jižní Evropu, jih střední Evropy až Ťan-Šan (Beneš et al., 2002). Konkrétní evropské státy, kde je potvrzen jeho výskyt jsou Portugalsko, Španělsko, Francie, Lucembursko, Německo, Švýcarsko, Itálie, Rakousko, Česká republika, Polsko, Ukrajina, Rusko, Slovensko, Rumunsko, Maďarsko, Slovinsko, Chorvatsko, Bosna a Hercegovina, Srbsko, Černá Hora, Bulharsko, Makedonie, Řecko a Turecko (insecta.pro ex. de Jong, 2011).

Modrásek vičencový má celkem 21 poddruhů. Jsou to *Polyommatus thersites anticglomerata* Cabeau, 1931, *P. t. ardavdana* Obraztsov, 1936, *P. t. centro* Chapman, 1912, *P. t. ferdinandi* de Sagarra, 1927, *P. t. gandzhana* Obraztsov, 1936, *P. t. hypanica* Obraztsov, 1936, *P. t. interjecta* Verity, 1919, *P. t. josephina* de Sagarra, 1924, *P. t. karatschaica* Obraztsov, 1936, *P. t. ketshevana* Obraztsov, 1936,

P. t. meridiana Verity, 1919, *P. t. microrientalis* Verity, 1935, *P. t. narzana* Obraztsov, 1936, *P. t. orientis* (Sheljuzhko, 1928), *P. t. pergrata* Szabó, 1956, *P. t. posttheristes* Verity, 1934, *P. t. pseudomicrorientalis* Verity, 1935, *P. t. rjabovi* Obraztsov, 1936, *P. t. sheljuzhkoiana* Obraztsov, 1936, *P. t. thersites*, *P. t. zhicharevi* Obraztsov, 1936 (insecta.pro).

Tento druh se nachází na xerothermních stanovištích, často osídluje i sekundární biotopy, například různé rekultivované plochy (Beneš et al., 2002; Macek et al., 2015).

Živnými rostlinami jeho larválních stadií jsou vičencec setý (*Onobrychis viciifolia*) nebo vičenec písečný (*Onobrychis arenaria*) (Beneš et al., 2002). Dalšími živnými rostlinami v rámci Evropy jsou *Onobrychis caput-galli* a *O. eduncularis* (leps.it).

Druh je dvougenerační – s první generací dospělých jedinců se setkáme od května do června, s druhou od července do srpna. V horských oblastech je pouze jednogenerační, s letovou periodou od poloviny června do července (Macek et al., 2015). V našich podmínkách se druh vyskytuje nejvýše v nadmořské výšce cca 700 m n. m. V jižní části areálu druh vystupuje i do vyšších nadmořských výšek, nejvyšší udávanou polohou výskytu je zhruba 2000 m n. m. (Macek et al., 2015). Housenky přezimují, a jsou fakultativně myrmekofilní. Dochází k interakcím s mravenci rodů *Lasius* a *Myrmica* (Mihoci et Šašić, 2006). Larvální stadium trvá buďto od června do července nebo od srpna do května následujícího roku (Bělín, 1999).

Po přezimování se housenky ukrývají uvnitř trsů rašících vičenců a živí se mladými výhony a listy. Kuklí se na zemi mezi opadaným suchým stelivem (Macek et al., 2015).

Modrásek vičencový je ohrožen náletem nebo výsadbou dřevin a intenzivní pastvou dobytka (Beneš et al., 2002).

V Červeném seznamu ohrožených druhů ČR je zařazen do kategorie druhů zranitelných (Hejda et al., 2017). V evropském Červeném seznamu motýlů je označen jako druh málo dotčený (van Swaay et al., 2010). Pod stejnou kategorií je zařazen například i v Bulharsku, v Itálii nebo v Rusku (Hristova et Beshkov, 2017; iucn.it; oopt.aari.ru). V Polsku je modrásek vičencový vzácný, v Německu je považován za druh zranitelný, v Rakousku málo dotčený a ve Slovensku není k vyhodnocení dostatek dat (van Swaay et Warren, 1999).

Podle údajů z let 1985-1992 se v rámci Prahy nacházel pouze na lokalitách PR Prokopské údolí, PR Radotínské údolí a PP Zmrzlík (Číla et Skyva, 1993). Po roce 2000 se vyskytoval v Jihomoravském kraji, v Hlavním městě Praha, ve Středočeském, Ústeckém a Zlínském kraji (Hejda et al., 2017). V Praze zcela vymizel zhruba okolo roku 2004 (Sedláček et Kadlec, 2019). Pravděpodobnou příčinou byl zánik jeho lokalit v důsledku upuštění od tradičních přístupů v hospodaření, spontánního zarůstání lesem či záměrného zalesňování. Na periferiích Prahy se přestalo pást a kosit, což vedlo k zarůstání a zmenšování stepních lokalit.

Se zalesňováním se na území Prahy začalo od 20. století, zprvu se ale zalesňovaly pouze stráně a neplodné plochy. V 60. letech 20. století ovšem docházelo také k nevhodnému zalesňování původně bezlesých stanovišť, v některých případech šlo i o dříve zemědělsky využívané plochy (Frantík, 2020).

V České republice probíhal před několika lety výzkum, srovnávající strategii samic modrásky ligrusového (*Polyommatus damon*) a modrásky vičencového (*P. thersites*), sdílejících identický rod živné rostliny (*Onobrychis* spp.), při výběru míst ke kladení vajíček. Zatímco *P. thersites* klade vajíčka na listy v nižší úrovni, *P. damon* klade na květy ve větší výšce (Šlancarová et al., 2012).

Přes snahu o udržování ploch v ČR s výskytem obou modrásků dochází k jejich ústupu. Podle některých autorů (Šlancarová et al., 2012 ex. Dolek 1994; Šlancarová et al., 2012 ex. Kudrna 1998; Beneš et al., 2002; Dolek et Geyer, 2002) je možnou příčinou pastva ovčí užívaná při managementu ploch. V posledních letech mohou být příčinou rovněž extrémní sucha, během kterých dojde k předčasnému odkvětu vičenců a samice *P. damon* tak ztratí místa k vykladení (T. Kadlec, pers. comm.).

Šlancarová et al. (2012) ve své práci uvádí, že samičky druhu *Polyommatus thersites* kladly vajíčka na rostliny v odlišné fenologické fázi, v závislosti na tom, zda se jednalo o první nebo druhou generaci – první generace kladla na nekvetoucí rostliny, přestože v té době již některé začínaly kvést, a pozdější generace kladla na rostliny plodící.

Vzhledem k tomu, že *Polyommatus damon* klade vajíčka do větší výšky, jsou jeho vajíčka i larvy zranitelnější. Při obhospodařování ploch dojde ke zničení květů, a tím jednak k likvidaci vajíček, ale zároveň také k likvidaci ploch pro kladení vajíček nových. Tímto problémem není například tolik ovlivněn *P. thersites*, kladoucí do úrovně cca 20 cm nad zemí. Ovčí pastva má tudíž více negativní vliv na méně početný druh *P. damon*, který kvůli nesprávnému managementu z některých lokalit úplně vymizel. Ukázalo se, že podzimní pastva je méně destruktivní než letní, protože housenky se během určité doby přesunou z květů na nižší listy, kde nejsou tolik ohroženy. Z výzkumu dále vyplynulo, že oba druhy vyžadují plochy s velkou hustotou vičence, a proto je vhodné je vysazovat v blízkosti již obsazených lokalit. *P. damon* se nacházel pouze na lokalitách, kde se v blízkosti nacházela jeho další populace, a byl citlivější na stav živných rostlin a na prováděný management.

Pro ochranu těchto druhů je proto důležité přizpůsobit management zranitelnějšímu druhu *P. damon*. Ideální je mozaikovitě pokosit nebo nechat spást pouze 1/3 lokality, a to v pozdějším termínu, při kterém nebudou ohroženy jeho housenky (Šlancarová et al., 2012). Doporučený termín seče je v červnu, uplatnit lze také krátkodobou extenzivní pastvu během podzimu (Beneš et al., 2002). Management lze praktikovat i pro populace *P. thersites*, při kosení musí být ale ponechány zbytky vičenců o dostatečné výšce. Během června se housenky modráška ligrusového (*P. damon*) kuklí, zatímco v případě modráška vičencového (*P. thersites*) se zrovna líhnou housenky budoucí letní generace.

V případě ohrožených druhů lze uvažovat o reintrodukci, pokud je vybrané stanoviště pro nové jedince příhodné, zásahem nebude ovlivněna zdrojová populace a pokud je mezi oběma populacemi dostatečná genetická a fylogeografická příbuznost. Před reintrodukci obvykle probíhá alespoň pětiletý monitoring lokality, který potvrdí absenci druhu. Cílová lokalita musí být vhodná z hlediska zdrojů, vegetační struktury a dlouhodobě plánovaného managementu. Po reintrodukci se lokalita opět minimálně po dobu 5 let sleduje, probíhají každoroční odhady velikosti populace a jejího rozšíření (Sedláček et Kadlec, 2019).

7. Experimentální studie

7.1 Metodika

7.1.1 Charakteristika území a historie reintrodukce

Data byla sbírána na lokalitě Dívčí hrady v Praze 5, spadající pod katastrální území Radlice (parcely č. 456/1 a 461/1). Nadmořská výška v rámci studovaných ploch se pohybuje zhruba od 305 do 330 m n.m. (ags.cuzk.cz). Průměrné roční srážky dosahují zhruba 460-480 mm, průměrná teplota činí přibližně 10,3 °C (meteo.jinonice.cz, pozice stanice: 50°3'16.672"N, 14°21'49.313"E, cca 1.6 km od lokality).

Lokalita byla dříve až do roku 2016 využívána jako zemědělská orná půda s konvenčním hospodařením. V roce 2017 bylo 60 hektarů území převedeno na luční porosty (Sedláček et Kadlec, 2019) výsevem druhově chudé směsi travin. Lokálně (15 oplocenek solitérní výsadby) zde byly vysázeny dřeviny. Do roku 2018 byly traviny obhospodařovány konvenčním způsobem v podobě celoplošné seče 2x do roka. Od roku 2019 byla seč upravena s ponecháním nesečených pruhů nebo plošek (T. Kadlec, pers. comm.). Lokalita má v nynější době spíš charakter sušší louky s nízkým podílem kvetoucích rostlin. Ve středu lokality se nachází prostorná ohrada, jež má v budoucnu sloužit pro chov koní Převalského (*Equus ferus przewalski*).

Za účelem reintrodukce modráška vičencového zde bylo v dubnu 2017 vytvořeno 24 plošek osetých vičencem ligursem (dvě o velikosti 30 x 30 m a 22 o velikosti 12 x 12 m; Obr. 6). Modrášek vičencový byl do oblasti Dívčích hradů reintrodukovan v letech 2018 a 2019, z nejbližší dostatečně početné autochtonní populace v lounské části Českého středohoří (lokalita Vrcha u Duban, 50°24.741"N, 13°59'56.338"E; 48 km vzdušnou čarou; cca 700 neúspěšně vysazených housenek (T. Kadlec, pers. comm.), a poté v několika vlnách zhruba 100 dospělých jedinců obou pohlaví) (Sedláček et Kadlec, 2019).

Populace modrášků se na připraveném biotopu zdárně rozvíjela, v letní generaci se roku 2019 pohybovalo několik set dospělých jedinců (Sedláček et Kadlec, 2019). Odhad velikosti populace podle značení a zpětných odchytů u jarní generace byl v roce 2020 odhadován opět v řádu stovek jedinců (T. Kadlec, pers. comm.).

7.1.2 Sběr dat

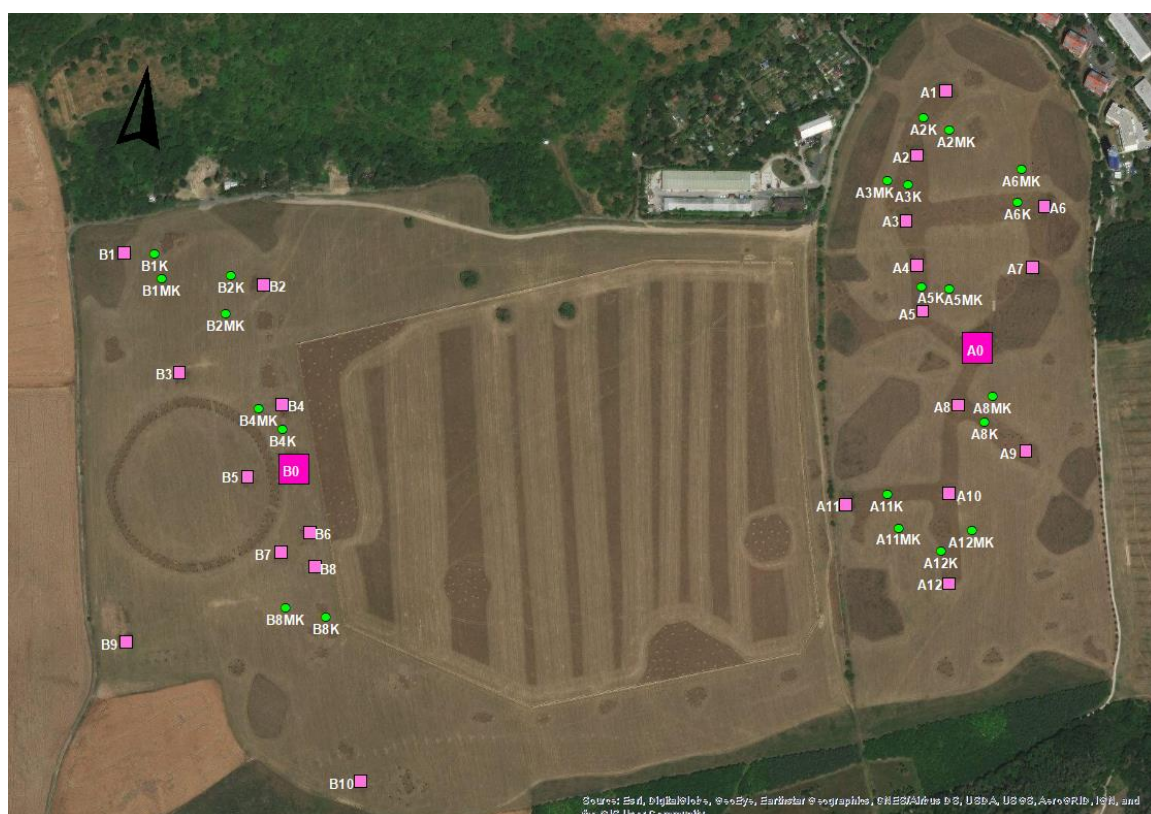
Pro účely sběru dat byla panem inženýrem Miroslavem Seidlem speciálně zhotovena rozložitelná klíčka, tvořena podstavným dřevěným rámem o rozměrech 1x1 m, kovovými tyčemi o průměru 3 mm, které po umístění do otvorů vyvrtaných v rozích rámu tvořily kostru klece, a silonovou textilií, tvořící postranní a svrchní stěny klece. Celkový rozměr klece po rozložení je 100x100x70 cm.

Vlastní pozorování probíhala na osmi vičencových políčkách o velikosti 12x12 m, která byla v květnu v rámci managementu z poloviny pokosena. Na nesečené polovině se nacházely rostliny vičence dokončující kvetení, s dozrávajícím semeny, později zasychající. Na sečené části rostliny vičence postupně zmlazovaly, ale do konce experimentu jich vykvetlo pouze minimální množství. Plošky určené k experimentu, tedy pouze způli kosené, byly následující: A1, A3, A5, A7, A9 a A10 na východní straně lokality, na západní straně pak B4 a B7 (Obr. 6).

Pozorování chování motýlů probíhalo během letové periody dospělců letní generace (červenec až srpen), konkrétně od 19.07.2020 do 25.08.2020. Toto období pokrylo převážnou část doby letu letní generace. Během každého dne pozorování

byly použity 3 rozdílné metody pozorování, lišící se v míře vlivu na přirozené chování jedince. Konkrétně se jedná o metody: 1) Klec – chycení jedince do entomologické sítě, označení na rubu křídel specifickým kódem pomocí permanentního lihového fixu, umístění do klícky pro uklidnění a po době cca 1-1,5 min. její otevření a následné pozorování chování po opuštění klece. 2) Značení – chycení jedince do entomologické sítě, označení na rubu křídel pomocí permanentního lihového fixu obdobně jako v případě použití klícky, následně umístění na rostlinu (většinou vičenec) o výšce alespoň 35 cm na pomezí kosené a nekosené části a následné pozorování chování. 3) Přímé – přímé pozorování jedince bez odchytu a značení.

Na jednotlivých ploškách probíhaly opakovaně různé typy experimentů, a v průběhu jednoho dne mohla být totožná metoda použita na téže plošce vícekrát.



Obr. 6: Mapa lokality na Dívčích hradech s vyznačenými pokusnými ploškami. Vičencové plošky jsou zvláště růžovou barvou. Velká centrální část s viditelnou pásovou sečí je ohrada určená pro pastvu koní Převalského.

Během každého experimentu byl jedinec po vypuštění/nalezení pozorován do doby, než vičencovou plošku opustil (maximálně ale po dobu 15 minut). Během pozorování bylo na diktafon zaznamenáváno jejich aktuální chování, u kterého bylo rozlišováno následujících 11 kategorií: R - odpočinek, B - slunění, C - pohyb mimo let, N - příjem potravy, PE - *perching*, AF - souboje za letu, NM - námluvy, M - páření, E - kladení vajíček, F - přímý let, SF - vyhledávací let. Dále byla zaznamenána pozice na části plošky (sečená, nesečená, pomezí), aktuální čas, stav oblačnosti (v kategoriích jasno, polojasno, zataženo) a odhadovaná síla větru (v kategoriích bezvětří, vánek, slabý nebo silný vítr). Každý ze záznamů obsahoval dále informace o pohlaví a kódu jedince (v případě přímého pozorování pouze fiktivní označení experimentu bez fyzického značení jedince) a kódu plošky.

Následně byla data z nahrávek přepsána a pro každý pozorovaný typ chování konkrétního jedince/experimentu byl určen čas ve vteřinách.

7.1.3 Statistická analýza dat

Před provedením analýzy byly z dat vyřazeny experimenty, během kterých motýl ihned po vypuštění z plošky uletěl. Jednalo se o 13 experimentů typu klec a 14 experimentů typu značení.

Pro stanovení vlivu použité metody a pohlaví jedince na celkovou délku pozorování (ve vteřinách) byl sestaven zobecněný smíšený lineární model (*glmer*) s Gamma rozdělením, s jednotkovým sklonem a konkrétní ploškou vičence jako náhodným efektem, pohlavím jedince a použitou metodou jako pevnými efekty. Do modelu vstupovala i vzájemná interakce obou pevných efektů. Následně bylo provedeno mnohonásobné porovnání mezi kategoriemi metod a pohlaví za použití Tukeyho testu.

Druhý model s jednotkovým sklonem a konkrétní ploškou vičence, s použitou metodou jako vnořenými náhodnými efekty (*Metoda/Ploška*) zkoumá závislost času, který motýl strávil na konkrétní části plošky (sečená, nesečená, pomezí) v závislosti na části plošky a pohlaví jedince (pevné efekty). Taktéž bylo provedeno mnohonásobné porovnání pomocí Tukeyho testu. Oba modely byly počítány v programu Rstudio, verze 1.2.5033 (RStudio Team, 2019).

Závislost délky trvání jednotlivých typů chování během konkrétního experimentu na typu použité metody (klec, značení, přímé) a na části plošky s různým managementem (sečená, nesečená, pomezí) byla testována pomocí ordinačních analýz v prostředí programu Canoco for Windows 4.5 (ter Braak et Šmilauer, 2002). Jednotlivé modely byly vytvořené pro každé pohlaví zvlášť. Typy chování, které nebyly pozorovány natolik často, aby byly samostatně vyhodnocovány, byly sloučeny do společných kategorií. Vznikla tak kategorie interakce (INT), zahrnující *perching* a souboje samců za letu a kategorie chování spojených s reprodukcí (REP), která zahrnuje námluvy, páření a kladení vajíček. Pozorování, která probíhala za silného větru (tři pozorování), byla sloučena do jedné kategorie se slabým větrem.

Nejdříve byla vždy provedena nepřímá unimodální DCA (*detrended correspondence analysis*) analýza, jež byla použita pro stanovení délky gradientů. Podle délky nejdelšího gradientu bylo stanoveno, že následující modely budou modelovány pomocí lineární přímé analýzy RDA (*redundancy analysis*).

V dalším kroku byl konstruován RDA model, jež zkoumal vztah jednotlivých typů chování (závislá proměnná; trvání jednotlivých typů chování v sekundách během konkrétního experimentu) k použité metodě pozorování (vysvětlující proměnná; klec, značení, přímé). Jako kovariáta, jež mohla ovlivňovat chování jedinců, vystupovala v tomto modelu konkrétní vičencová ploška.

Druhý RDA model testoval vztah chování jedince k aplikovanému managementu vičencových políček. Závislá proměnná (stejná, jako v případě prvního RDA modelu) byla vysvětlována vysvětlující proměnnou – částí plošky (sečená, nesečená, pomezí). V modelu jako kovariáty vystupovaly jednak proměnné ploška (na které byl konkrétní experiment realizován) a typ metody (klec, značení, přímé), ale také proměnné, jež mohly přímo ovlivnit selekci jednotlivých částí na plošce (oblačnost, vítr, fenologické období – pořadí dne od prvního experimentu, čas během dne). Nejdříve byly pomocí manuální selekce (*forward selection*) vybrány z těchto potenciálních kovariát pouze ty, jež mají signifikantní vliv na závislou proměnnou (testováno pomocí Monte Carlo permutačního testu, 999 permutací). Pro

stanovení vlivu těchto proměnných na chování dospělců byl vytvořen tzv. kovariátní RDA model, kde jako vysvětlující proměnné vystupovaly proměnné vybrané manuální selekci a jako kovariáty proměnné ploška a typ metody. Následně byl taktéž vytvořen RDA model, obsahující pouze vysvětlující proměnnou část plošky a kovariáty ploška a metoda.

Průkaznost všech modelů byla testována pomocí Monte Carlo permutačního testu s 999 permutacemi.

7.2 Výsledky

7.2.1 Základní popisné charakteristiky

Celkem byla lokalita navštívena šestnáctkrát, z toho sedm návštěv a pozorování proběhlo v dopoledních hodinách (8:30 – 12:30) a zbývajících devět v odpoledních hodinách (13:00 – 16:30). Bylo pořízeno celkem 133 záznamů, z toho 63 v dopoledních hodinách a 70 v odpoledních (Tab. 1).

Pozorováno bylo v součtu 34 samic a 99 samců (Tab. 1, podrobněji Tab. 2), v devíti případech však byli jedinci již označení a byli pozorováni přímo (bez odchytu), jednalo se tedy o jedince již dříve pozorované (konkrétně šlo o 2 samice a 7 samců).

Tab. 1: Počty pozorování samců a samic *P. thersites* podle denního času a konkrétní metody (dopoledne – od 8:30 do 12:00, odpoledne – od 12:00 do 16:30)

	samci	samice	klec	značení	přímé pozorování	celkem
dopoledne	46	17	21	20	22	63
odpoledne	53	17	24	25	21	70
celkem	99	34	45	45	43	133

Celkový čas pozorování byl 675 minut a 47 vteřin, což je zhruba 11 a čtvrt hodiny. To znamená, že přestože při každé návštěvě jsem na lokalitě strávila průměrně něco přes 2 a čtvrt hodiny, samotné pozorování trvalo pouze třetinu z tohoto času, cca 42 minut. Značnou část pobytu na lokalitě vždy zabralo pátrání po motýlech a jejich odchyt, příprava před zahájením experimentů (zvláště klecových) a po odchytu motýla přesun na danou vičencovou plošku.

Při použití klecové metody vydržel motýl na ploše průměrně něco málo přes 4 a půl minuty se směrodatnou odchylkou 1 minuta a 4 vteřiny, za použití metody značení a vypuštění na pomezí šlo průměrně o necelých 6 a čtvrt minuty se směrodatnou odchylkou 1 minuta a 12 vteřin, a v případech přímého pozorování šlo o něco málo přes 4 a čtvrt minuty se směrodatnou odchylkou 29 vteřin.

Nejdelší dobu (4 hodiny, 37 minut) celkově strávili motýli v rámci pozorování na nesečené části ploch. O něco méně (3 hodiny, 55 minut) se motýli pohybovali na pomezí sečené a nesečené části. Nejkratší dobu (2 hodiny, 43 minut) se motýly dařilo pozorovat na sečené části.

Tab. 2: Počty pozorování samců (M) a samic (F) *P. thersites* podle konkrétní metody, denního času (dop. – dopoledne (8:30 až 12:00), odp. – odpoledne (12:00 až 16:30)) a délky trvání experimentu

	M dop.	M odp.	celkem	F dop.	F odp.	celkem	<5 min.	5-10 min.	10-15 min.	>15 min.	celkem
klec	15	18	33	6	6	12	30	3	7	5	45
značení	18	19	37	2	6	8	23	7	7	8	45
přímé	13	16	29	9	5	14	30	6	6	1	43

Délka pozorování (trvání experimentu) byla vždy rozdílná podle toho, jak dlouho motýl na ploše vydržel (Tab. 2, Tab. 3). Bylo nasbíráno 83 záznamů s trváním do 5 minut, 16 záznamů o délce od 5 do 10 minut, 20 záznamů od 10 do 15 minut a 14 záznamů delších než 15 minut.

Tab. 3: Počty pozorování samců (M) a samic (F) *P. thersites* podle délky trvání experimentu a denního času

	M dopoledne	F dopoledne	celkem	M odpoledne	F odpoledne	celkem
<5 min.	28	8	36	37	10	47
5-10 min.	6	1	7	5	4	9
10-15 min.	7	5	12	7	1	8
>15 min.	5	3	8	4	2	6
celkem	46	17	63	53	17	70

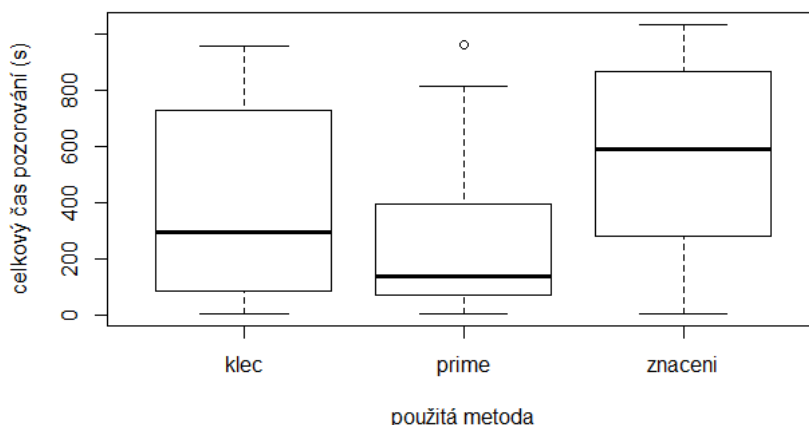
7.2.2 Výsledky statistické analýzy

Po vyřazení neúspěšných experimentů (motýl ihned po vypuštění z plošky uletěl) sestávala vyhodnocovaná data ze 32 experimentů s klecí, 31 se značením a 43 přímých pozorování.

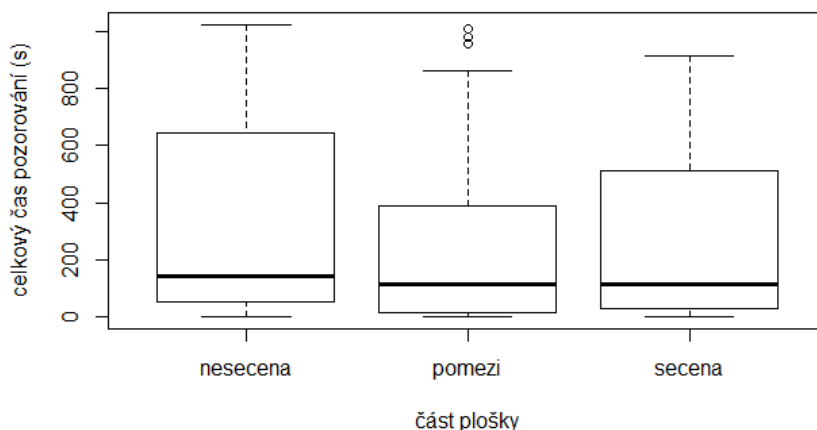
Čas, po který pozorovaný jedinec zůstal během experimentu na plošce byl ovlivněn použitou metodou pozorování, a to bez ohledu na pohlaví (Tukeyho test: $z=0,217$, $p \gg 0,05$).

Za použití metody přímého pozorování se motýli na plošce zdrželi na kratší dobu než při použití klece (Tukeyho test, marginálně signifikantní rozdíl, $p < 0,07$) nebo při značení (Tukeyho test, $p < 0,01$). Metody s přímou manipulací s jedincem (klec a značení) se vzájemně v čase setrvání jedince na plošce neliší (Tukeyho test, $p \gg 0,05$) (Graf 1).

Druhý zobecněný smíšený lineární model zkoumal vztah času stráveného na plošce v závislosti na části plošky (Graf 2). Tukeyho test neukázal žádný signifikantní rozdíl v době, kterou motýli strávili na jednotlivých částech plošek ($p > 0,05$). Rozdíl nebyl nalezen ani mezi pohlavími (Tukeyho test, $p > 0,05$).



Graf 1: Doba strávená jedincem na plošce v závislosti na metodě



Graf 2: Doba strávená jedincem na plošce v závislosti na části plošky

RDA model testující vliv použité metody na následné chování samců byl statisticky signifikantní (Monte Carlo permutační test, 999 permutací; trace=0.156, $F=9.536$, $p=0.001$; model vysvětlil 17,6 % variability v druhových datech), použitá metoda má tedy vliv na chování samců. Při použití klece nebo při značení motýla zůstávají samci často neaktivní a odpočívají (R), nebo naopak se snaží z místa vypuštění uletět na jiné místo (F). Větší variabilita chování se projeví především při přímém pozorování, kdy byly víc zachycené typy chování spojené s příjmem potravy (N), interakcí s jinými jedinci a hmyzem (INT) a reprodukcí (REP) (Graf 3). RDA model v případě samic průkazný není (trace=0.061, $F=0.985$, $p=0.419$).

V rámci zkoumání preference plošek s různým managementem pro jednotlivé typy chování byly v prvním kroku vybírané signifikantní kovariáty. Na chování samců měly signifikantní vliv proměnné oblačnost ($F=3.449$, $p=0.015$), den ($F=2.43$, $p=0.049$) a čas v rámci dne ($F=2.612$, $p=0.049$).

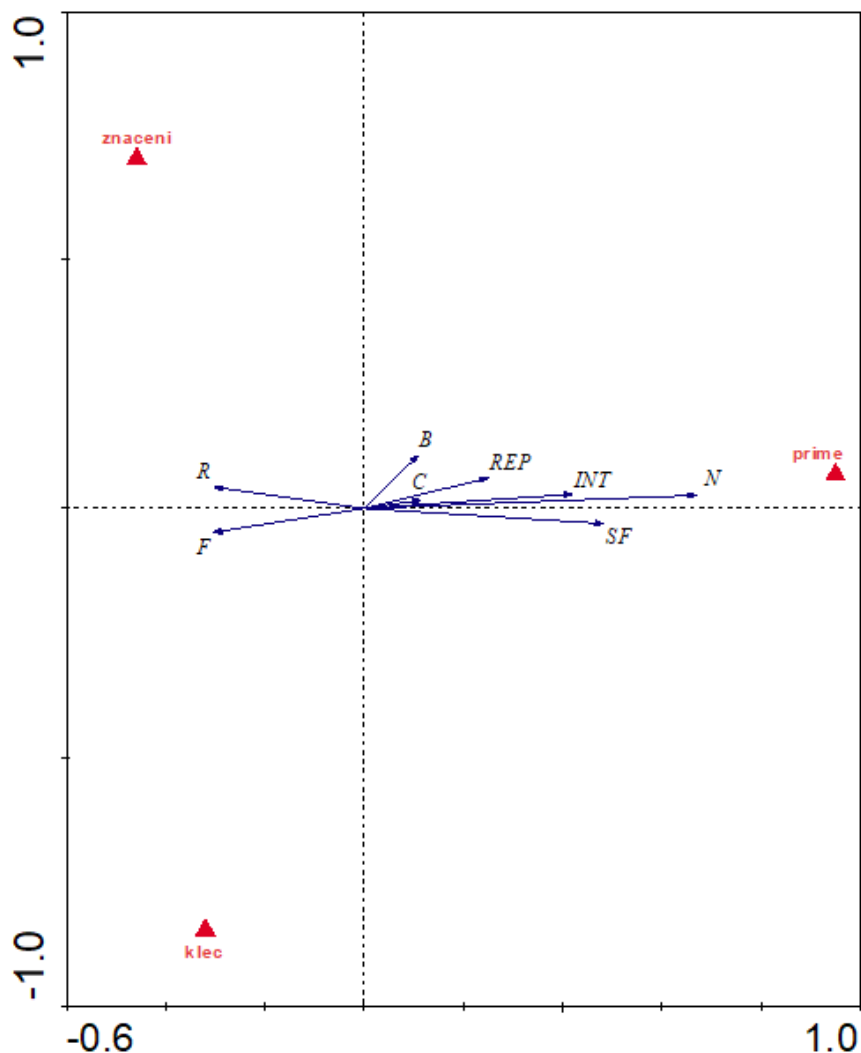
Samci *P. thersites* většinu aktivit realizují za jasného až polojasného počasí. Za dní, kdy bylo zataženo, byl častěji pozorován přímý let (F). Během ranních hodin se motýli častěji sluní (B) nebo se pohybují vyhledávacím letem (SF), dále také odpočívají (R) nebo lezou po vegetaci (C). Později během dne aktivně létají (F) a přijímají potravu (N) (Graf 4). Příjem potravy (N) byl během experimentů déle pozorován na počátku sezony, vyhledávacímu letu (SF) se samci věnovali spíše v pozdější etapě jejich letové periody.

Zdá se však, že chování související s reprodukcí a s vnitrodruhovými nebo mezidruhovými interakcemi není ovlivněno denní dobou a fenologií druhu, ale spíše

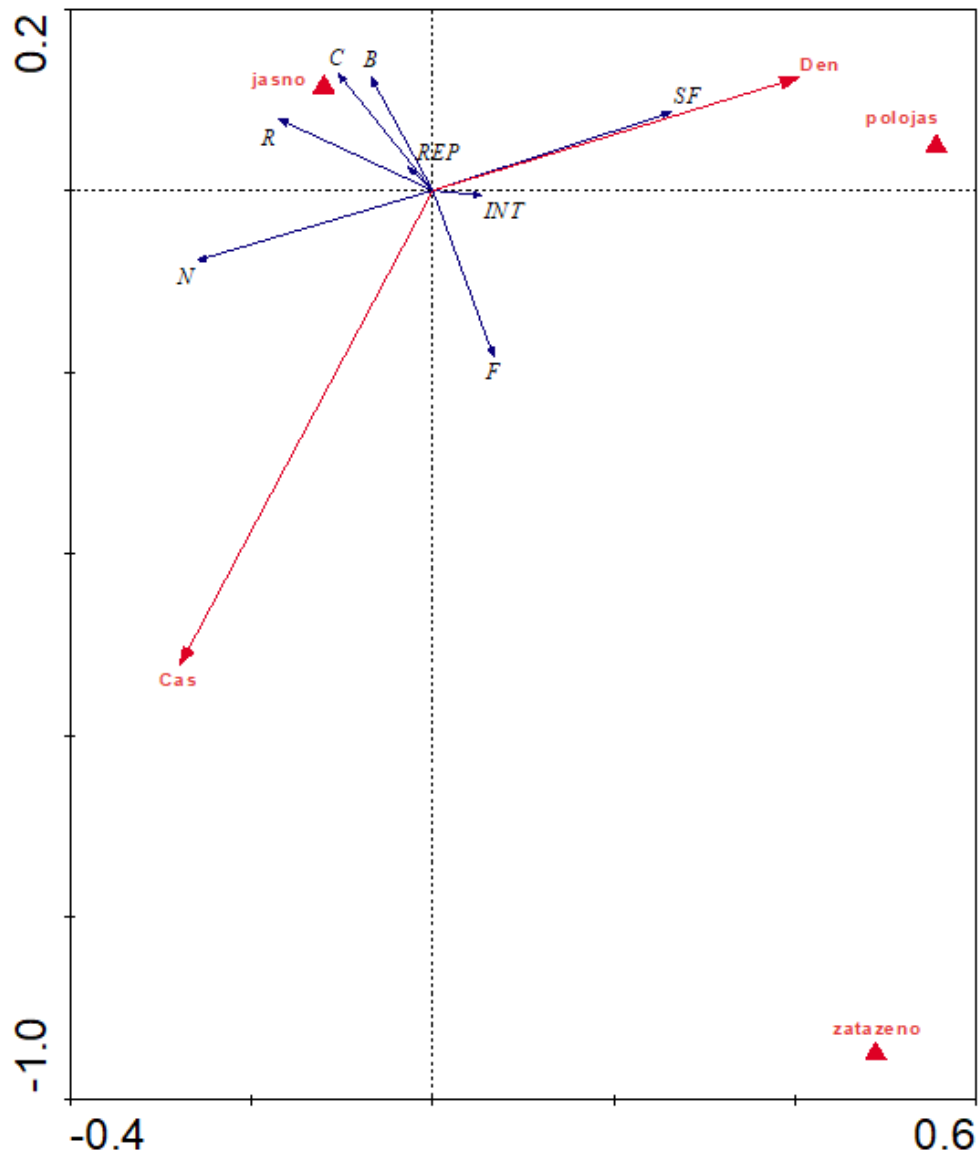
aktuálním stavem oblačnosti – oba typy chování samci realizovali spíše za převážně jasného až polojasného počasí.

V případě samic nebyla manuální selekcí vybrána žádná z testovaných kovariát. Jednoduchý RDA model s vysvětlující proměnnou část plošky a kovariátami ploška a metoda ukázal signifikantní selekci částí plošek pro určité typy chování jak v případě samců (trace=0.04, F=2.834, p=0.015; model vysvětlil 4 % variability v druhových datech), tak i samic (trace=0.093, F=2.182, p=0.027; model vysvětlil 11.4 % variability v druhových datech).

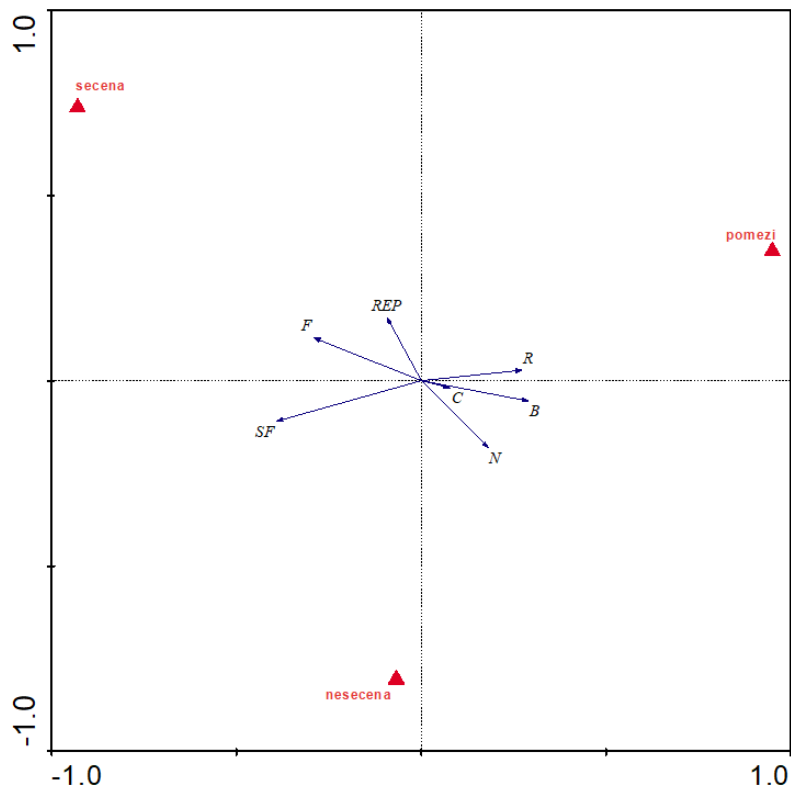
Chování spojené s reprodukci bylo delší dobu pozorováno na sečených částech. Na nesečených částech dochází v případě samců k častějším a déle trvajícím interakcím, příjmu potravy (N) nebo slunění (B), samice na nesečených částech přijímají potravu (N) nebo se pohybují vyhledávacím letem (SF). (Graf 5, Graf 6). Po odfiltrování vlivu kovariát (oblačnost, den a čas) v případě samců však model již nebyl průkazný (trace=0.02, F=1.721, p=0.12).



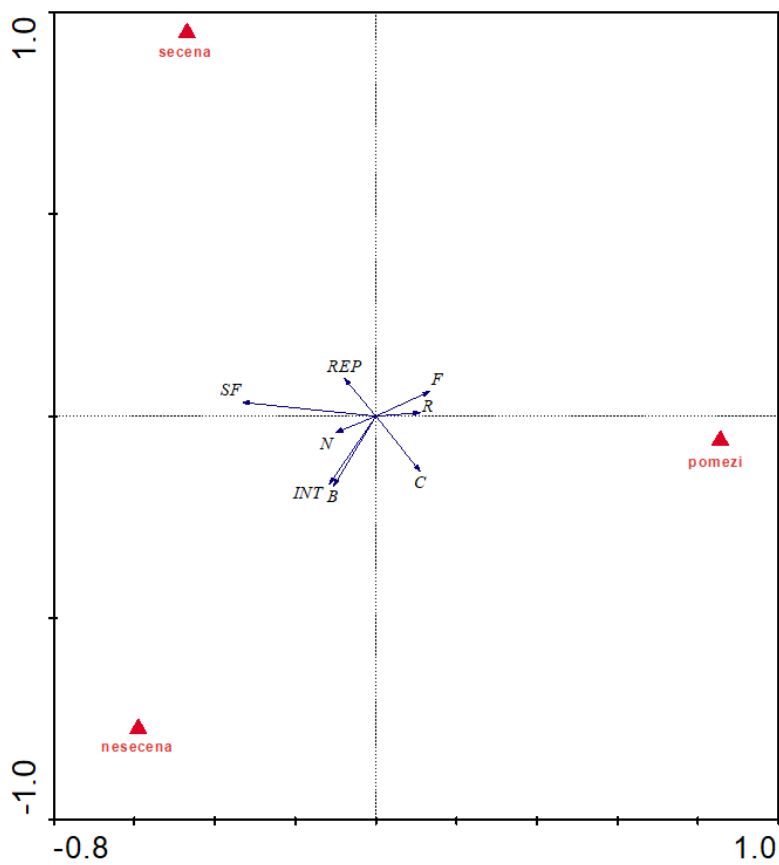
Graf 3: RDA ordinační diagram zobrazující vztah jednotlivých typů chování samců *P. thersites* k použité metodě (klec, značení, přímé pozorování). Pro definici typů chování viz kapitola 3



Graf 4: RDA ordinační diagram zobrazující vztah jednotlivých typů chování samců *P. thersites* k vybraným kovariátám (oblačnost, denní čas, fenologické období) ($trace=0.056$, $F=2.399$, $p=0.003$)



Graf 5: RDA ordinační diagram zobrazující vztah jednotlivých typů chování samic *P. thersites* k managementu (části) plošek



Graf 6: RDA ordinační diagram zobrazující vztah jednotlivých typů chování samců *P. thersites* k managementu (části) plošek

7.2.3 Charakteristika jednotlivých typů chování

Motýli obou pohlaví byli téměř vždy při nektarování spatřeni na vičenci ligrusu. V jediném případě byl zaznamenán jedinec modráška vičencového nektarující na fialovém květu pcháče (*Cirsium* sp.). Toto pozorování se odehrálo 23.07.2020 v odpoledních hodinách na západní straně lokality s B ploškami. Motýlům zde nezbyl dostatek zdroje potravy v podobě vičence, a museli si proto vyhledávat druhy rostlin, které běžně nepreferují.

Dokud byl na nesečených částech plošek dostatek kvetoucích vičenců (zhruba do 30.07.2020), preferovali motýli k nektarování právě tyto části. Na těch se z počátku experimentu vyskytovalo cca 25-33 % kvetoucích vičenců z celkového počtu na dané plošce, na konci července už jen 4-12 %. Ve chvíli, kdy se na sečené i nesečené části nacházelo přibližně stejné množství kvetoucích vičenců (1-2 %), volili motýli častěji i sečenou část, případně pomezí.

Obecně byla častější návštěvnost květů na ploškách, kde byla větší hustota porostu a větší výška vičenců, která zde dosahovala zhruba 40-50 cm. Nektarování probíhalo za jasného až polojasného počasí a bezvětří až slabého větru.

Vyhledávací let se odehrával za bezvětří až slabého větru a jasného až polojasného počasí. Často nastával po odpočinku, příjmu potravy nebo slunění, ale zapříčiněn byl v několika případech i jiným hmyzem, který motýla vyrušil. Mnohdy také vyhledávacím letem motýl opustil pokusnou plošku. Vyhledávací let probíhal jak na ploškách, kde byl kvetoucích vičenců dostatek a porost vegetace byl hustý a vysoký, tak na ploškách, kde kvetoucí vičenec téměř chyběl a porost byl nízký a prořídilý. V nejvyšším počtu případů byl pozorován na dvou ploškách (A1 a A7), kde se po nejdelsí dobu nacházel pro motýly zdroj potravy v podobě vičence.

Slunění, obdobně jako nektarování, probíhalo spíše na nesečených částech, dokud na nich byl dostatek kvetoucích vičenců, později se motýli slunili častěji i na sečené části. Slunění probíhalo na ploškách s hustým vysokým porostem a dostatkem vičence i na těch, kde byl porost řídký a nízký. Pozorováno bylo za jasného až polojasného počasí, za bezvětří až slabého větru.

Odpočinek probíhal nejčastěji na ploškách, kde se po nejdelsí dobu udržel kvetoucí vičenec (A1 a A7). Pozorován byl napříč všemi ploškami, včetně míst sečených, kde byla vegetace nízká a řídká. Motýli odpočívali za jakékoli oblačnosti a síly větru.

U samců byl poměrně často pozorován *perching*. Odehrával se zpravidla na nesečené části plošek, za jasného až polojasného počasí a za bezvětří až slabého větru. Stejně čteně byl pozorován jak dopoledne, tak i odpoledne. Na počátku sezóny (19.07.2020 - 23.07.2020) byl *perching* intenzivnější a docházelo k odhánění jakéhokoli narušitele, často docházelo k zahánění například včel a čmeláků. Uprostřed sezóny (28.07.2020 - 8.08.2020) však bylo chování méně časté a bylo zaměřené pouze na jiné samce modrásků. Ke konci sezóny (10.08.2020 - 25.08.2020) se *perching* přestal při pozorování zcela vyskytovat.

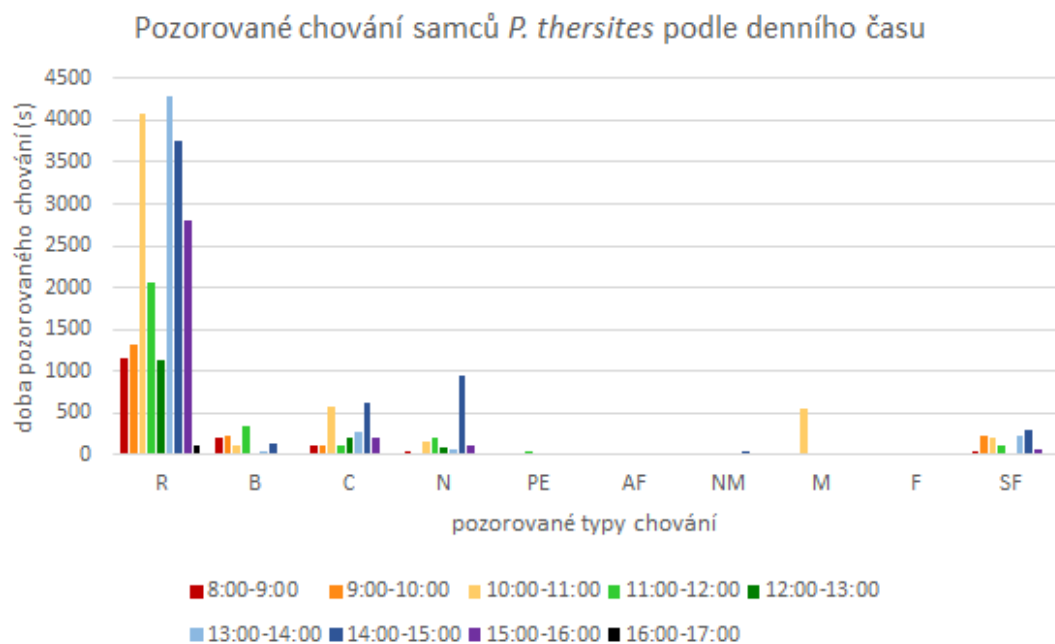
Samci modrásků spolu také často a v průběhu celé sezóny soupeřili během letu. Tato interakce byla patrně důsledkem hájení dočasných teritorií během *perchingu*. Pouze v jediném případě byl pozorován útok modráška na okáče pohánkového (*Coenonympha pamphilus*). Většinou se souboje odehrávaly nad nesečenou částí za jasného až polojasného počasí a za bezvětří nebo vánku. Chování bylo častěji pozorováno až v odpoledních hodinách.

Námľuvy (interakce mezi samci a samicemi) byly pozorovány na začátku a uprostřed sezóny (21.07.2020 - 11.08.2020). Probíhaly v ranních i odpoledních hodinách, většinou na nesečené části plošek, za jasného až polojasného počasí a

bezvětří nebo vánku. Většinou probíhal zásnubní let, někdy přerušovaný usednutím a odpočinkem. Pro dosednutí si motýli volili listy vičence nebo stébla trav. Všechna čtyři pozorování námluv skončila odletem jednoho z páru motýlů mimo plochu.

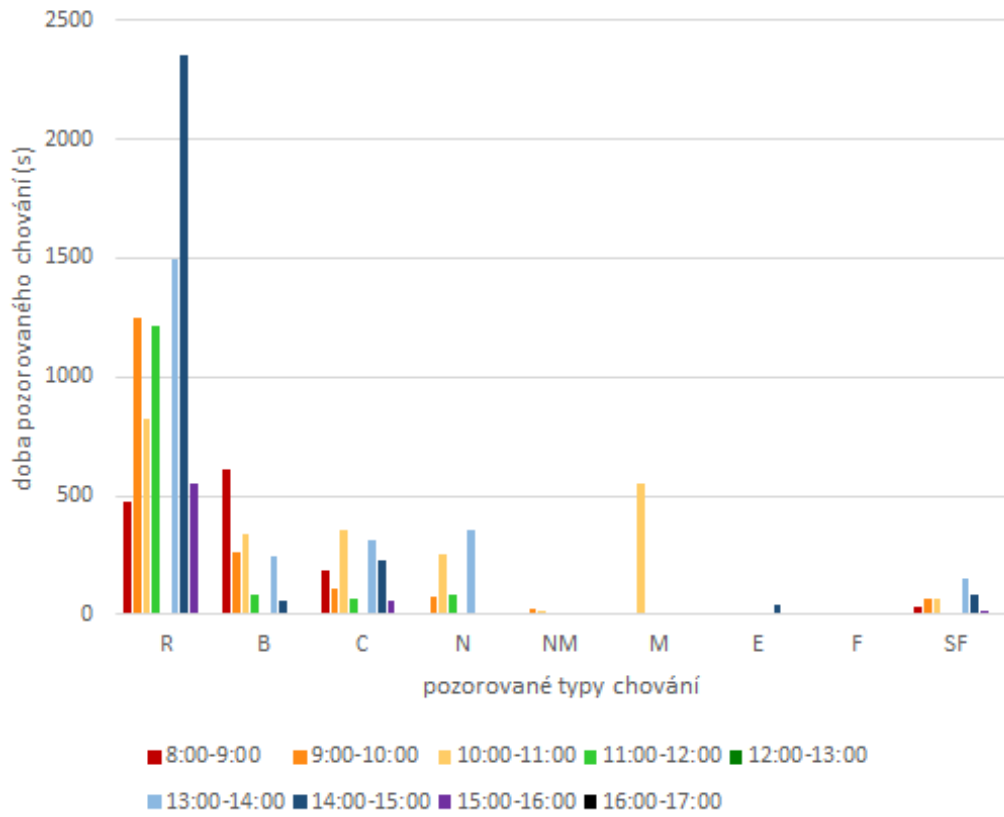
Páření bylo pozorováno pouze v jediném případě, během dopoledních hodin (Graf 7 a Graf 8). Probíhalo za jasného až polojasného počasí a bezvětří až slabého větru. Pár se pohyboval po listech vičence a stéblech travin ve výšce 5-15 cm. Pozorování trvalo 14 minut a 17 vteřin, během kterého pár třikrát přeletěl o několik centimetrů a střídavě se pohyboval po vegetaci a zastavoval se.

Samice kladoucí vajíčka byly pozorovány ve třech případech, kdy celkem šestkrát kladly (první samice jedenkrát, následující dvakrát a poslední samice třikrát). Nacházely se v rámci kosené i nekosené části plošky, vzhledem k malému počtu dat však nelze říci, kterou z těchto možností obvykle preferovaly. Pozorovány byly v dopoledních i odpoledních hodinách, za jasného až polojasného počasí, za bezvětří až vánku. Při dvou pozorováních v 1. polovině sezóny kladly samice na listy vičence, při posledním pozorování (20.08.2020) měla pozorovaná samice snahu klást na suchý rostlinný stonek, patřící pravděpodobně vičenci. Výška v rámci všech pozorování, ve které samice kladly, nebo chtěly klást vejce, se pohybovala od 5 do cca 20 cm. Ve dvou případech kladly na nekvetoucí vičence, přesněji řečeno na ty, které byly pokoseny a znovu obrážely. Pozorované samice se mezi kladením pohybovaly po vičenci, kdy patrně hledaly místo vhodné k vykladení, anebo odpočívaly. Samice snažící se klást více vajíček kladly na totožnou rostlinu, v jednom případě samička z rostliny vyletěla vyhledávacím letem, ale opět se vrátila na stejnou rostlinu, kde pak kladla i podruhé.



Graf 7: Typy chování samců *P. thersites* rozdělené v denním čase dle celkové doby pozorování ve vteřinách (pro vysvětlené zkratky chování viz podkapitulu 7.1.2)

Pozorované chování samic *P. thersites* podle denního času



Graf 8: Typy chování samic *P. thersites* rozdělené v denním čase dle celkové doby pozorování ve vteřinách

8. Diskuze

Na základě realizovaných experimentů jsem zjistila vliv použité metody pozorování jak na celkový čas strávený na plošce, tak i (v případě samců) na realizované typy chování v následném pozorování. Obě metody spojené s manipulací s jedinci (klec a značení) měly zřejmý vliv na chování především samců modrásků, kdy stresovou situaci řešili útekem z plošky (přímým letem) nebo častěji déle trvající sníženou aktivitou (odpočinkem, strnulou pozicí), zatímco při přímém pozorování motýli plošku spontánně opouštěli vyhledávacím letem. Obecně vliv jakékoli manipulace na chování dokládají i další studie (Schtickzelle et al., 2007; Westerman et Monteiro, 2013). V případě metody použití klece je pravděpodobné, že doba určená k adaptaci jedince na rušivé podněty v kleci byla během experimentů krátká. Jiné studie, při kterých dochází k manipulaci s jedinci (Cant et al., 2005; Schtickzelle et al., 2007) ponechávají motýlům na uklidnění delší dobu. Použitá experimentální metoda značení se velice podobá postupu, který při svém výzkumu použili Schtickzelle et al. (2007). Ti motýla perletovce *Proclossiana eunomia* nejdříve odchytili a označili, poté ho nechali několik minut v síťce a po uplynutí této doby ho umístili na přírodní substrát. Autoři zmiňují, že motýli se obvykle před odletem po nějaký čas slunili. Při vlastním experimentu se značením se modrásci v mém pozorování po nejdelší dobu věnovali odpočinku, reakce na přímou manipulaci je tedy vcelku podobná, a oba druhy zůstávají v první chvíli většinou neaktivní.

Klecová metoda je podobná způsobu, který si zvolili Cant et al. (2005), když vypouštěli jedince baboček *Aglais urticae* a *Inachis io* s připevněným harmonickým transpondérem na hrudní části. Ti používali přenosnou bedýnku o velikosti stran 30x30 cm, zakrytou tmavou textilií, kterou na místě odstranili a nechali motýla uvnitř uklidnit se. Vypuštění motýla se konalo odtáhnutím víka za použití provázku z dostatečné vzdálenosti, bez přímého vlivu pozorovatele na následné chování. Ve většině případů se poté motýl na ploše pohyboval rychlým přímočarým letem nebo pomalejším vyhledávacím letem. Přítomnost transpondéru podle výsledků žádný vliv na přirozené chování neměla. Během klecového experimentu na Dívčích hradech se svrchní část textilie musela odhrnovat ručně přímo v blízkosti klece. Při tomto procesu se část motýlů opět vyrušila a reagovala nejčastěji přímým letem. Použitou klecovou metodu by snad bylo možno zdokonalit návrhem takové klíčky, kde by stěny byly stabilnější a s víkem by se dalo posunovat na dálku, což by mohlo částečně omezit nežádoucí reakce motýlů. Dále lze určitě doporučit delší dobu adaptace jedince v kleci.

Nejlepší metodou se v mém experimentu každopádně ukázalo být přímé pozorování, které je ovšem v případě modelového modráska vičencového náročné na determinaci druhu (velmi snadná záměna s modráskem jehlicovým, nutná je opatrná determinace zblízka nebo dodatečné odchytení po experimentu; Beneš et al., 2002). Nicméně metoda umožňuje sbírat data o chování s minimálním rušením jedinců, a tím pádem umožňuje i během krátké doby pozorování zachytit větší spektrum přirozeného chování.

Vliv použité metody nebyl průkazný v případě samic, důvodem může být jejich menší aktivita. U některých skupin denních motýlů je samičí pohlaví méně mobilní, zatímco samci spíše aktivně létají (Schultz et al., 2012; Ehl et al., 2017; Evans et al., 2020) a dohledávají samičky sedící ve vegetaci. U blízce příbuzného modráska *Polyommatus icarus* bylo prokázáno, že samičky jsou schopné převzít flavonoidní látky z hostitelské rostliny během vývoje larev a v dospělosti je alokovat na křídlech. Tyto pigmenty tak ovlivňují absorbanci UV záření a jsou pro samce lépe detekovatelné, i přesto, že sedí ve vegetaci (Burghardt et al., 2000).

V rámci sběru dat na Dívčích hradech byl pozorován téměř trojnásobek samců oproti samicím, můžeme proto předpokládat, že samci *P. thersites* jsou pohyblivější než samice, což je doloženo například i u modráška *Polyommatus coridon* (Beneš et al., 2002).

Chování samců a samic v závislosti na rozdílně obhospodařovaných částech plošky bylo do značné míry totožné a motýli obou pohlaví tak pravděpodobně reagují na aktuální stav fenologie porostů vičence. V nesečené části s vyšším zastoupením vzrostlých kvetoucích rostlin motýli častěji nektarují a sluní se, samci zde brání své teritorium – obecně zde tráví delší dobu. V sečené části s minimem kvetoucích rostlin, ale řadou nově zmlazujících, probíhají většinou námluvy, páření nebo kladení vajíček. Během pozorovaných námluv docházelo občas ke vzájemnému předvádění křídel (rozvírání a zavírání) obou motýlů. Šupinky na křídlech samců vlivem lomu světla vytváří signální barvy, které jsou specifické pro každý druh modráška (Bálint et al., 2019). Nemělo by díky tomu docházet k mezidruhovému křížení.

Sečtením dob pozorování v jednotlivých částech plochy lze taktéž vyvodit, že nejdelší výslednou dobu se motýli nacházeli na ponechaných nekosených částech ploch, což odpovídá výsledkům Šlancarové et al. (2012) v tom smyslu, že přítomnost *P. thersites* je kladně korelovaná s hustotou vičence.

Pozorovaná změna chování samců *P. thersites*, kdy na počátku sezóny více nektarovali, a ke konci spíše častěji na ploškách létali úzce souvisí s dostupností kvetoucího vičence ligrusu. V pozdějších termínech, kdy začaly plošky hromadně odkvétat a květů tak nebyl dostatek, byli motýli nuceni častěji přelétávat mezi ploškami. V částech habitatu chudých na nektar se obecně denní motýli přijímající potravu zdržují méně a překonávají je letem (Evans et al., 2020). *P. thersites*, minimálně v případě samců, tedy na aktuální nedostatek zdrojů reaguje obdobně, a to zvýšeným pohybem.

Modrásci se během pozorování déle zdržovali v místech, kde bylo vysoké zastoupení kvetoucích vičenců a realizovali na těchto ploškách více typů chování.

Stejně jako pro modrásky vičencové je přítomnost živných a nektarodárných rostlin vysvětlujícím faktorem pro abundanci i dalších motýlů s denní aktivitou, např. vřetenušek (*Zygaena* spp.). Ty se stahují z okolních ploch na nektar málo úživných na světliny, kde je pro ně vhodných rostlin dostatek (Bergman et al., 2019).

U pozorovaných modrášků byl přímý nebo vyhledávací let pozorován skoro dvojnásobnou dobu na nesečených částech plošek oproti sečeným částem. Obdobný typ zvýšené aktivity na nesečených plochách byl pozorován např. i v případě okáče *Maniola jurtina* (Lebeau et al., 2015). Chování *M. jurtina*, které vypožorovali Lebeau et al. (2015) po provedení seče, se v mnoha ohledech podobá chování modrášků. Po seči trvaly přelety *M. jurtina* kratší dobu. Stav plošky a její konkrétní část byly důležitějším faktorem pro behaviorální projevy samic *P. thersites*, a obdobně měla seč větší vliv na samice *M. jurtina*. Samice *M. jurtina* kladly převážně na sečenou plochu, u *P. thersites* je jisté, že sečené části (resp. zmlazující rostliny vičenců) také využívají, nelze ale kvůli malému počtu pozorování přesně říci do jaké míry.

Relativně nízká výška, ve které se nacházely samičky při ovipozici, se shoduje s pozorováními Šlancarové et al. (2012). Taktéž se shoduje informace, že kladly převážně na listy vičence. Vzhledem k nízkému počtu pozorování (n=6) nemusí být závěry v tomto případě reprezentativní. Kladení však probíhalo na mladé rostliny, které po seči znovu obrážely, což se neshoduje se studií z roku 2012, kdy

samice kladly na plodící vičence. Opět je ale rozdíl možný interpretovat také malým počtem pozorování kladení.

U modrásků tmavohnědých (*Aricia agestis*) je známo, že se páří a kladou vajíčka pouze za slunečného počasí (Beneš et al., 2002). Pozorování těchto aktivit u *P. thersites* probíhalo za podobných podmínek, trend však nelze úplně prokázat vzhledem k nedostatku dat.

Při porovnání se známým chováním jiných druhů modrásků (viz výše) se s nimi chování modelového druhu v mnoha ohledech shoduje. Další modrásci (například *P. icarus*) jsou také teritoriální, projevuje se u nich *perching* i patrolování a napadají jedince vlastního druhu i jiné modrásky (Burghardt et al., 2000 ex. Ebert et Rennwald, 1991; Burghardt et al., 2001 ex. Lundgren, 1977).

Chování se však od jiných druhů modrásků také v některých ohledech odlišuje. Na rozdíl od řady jiných druhů modrásků, např. *Cupido minimus*, *Celastrina argiolus*, *Glaucopsyche alexis*, *Phengaris nausithous*, *Phengaris alcon*, *Aricia eumedon* a *Polyommatus damon*, jež kladou vajíčka na květy živných rostlin, (Macek et al., 2015) může být *P. thersites* patrně méně ovlivněn sečí a hlavně pastvou, při které pasoucí se zvířata mohou preferovat květenství a plodenství živných rostlin, protože modrásek vičencový klade níže a i mimo tyto části rostliny (Beneš et al., 2002; Šlancarová et al., 2012).

9. Závěr

Z vyzorovaného chování vyplývá, že motýli k různým projevům využívají jak kosenou, tak nekosenou část ploch. K zajištění potřebného zdroje potravy (*Onobrychis viciifolia*) je nutné nechat na lokalitě vždy dostatek ploch s kvetoucími rostlinami. Stav plošek a dostupnost živných rostlin byly pro samice *P. thersites* významnější než pro samce, jak potvrzují i výsledky RDA modelů (11.4 % vysvětlené variability u samic oproti 4 % vysvětlené variability u samců).

Zdá se také, že nesečené plochy preferují samci k výběru míst, ze kterých kontrolují své okolí a vyhání konkurenty. Ostatně, právě nekosené plochy jim poskytnou nejvýše položené útočiště, ze kterého mají nejlepší přehled, co se okolo nich děje. Velká část motýlů si vybírala nesečenou část ploch také ke slunění. Slunění často následovalo po nektarování nebo probíhalo během něj.

Zároveň je nutné část plošek kosit, aby bylo zajištěno zastoupení nižší vegetace a dostatek zmlazujících rostlin vičence, které byly v rámci této studie samicemi preferovány pro kladení vajíček. Motýli v ní poměrně často odpočívají, a je možné, že některé samice jí budou využívat ke kladení vajíček. Housenky letní generace se tak mohou vyvíjet v řídkším a světlejším porostu zmlazujících vičenců. Navíc dospělci letní generace mohou při příhodných podmínkách profitovat ze znovu kvetoucích vičenců na sečených částech i v pozdějším období, kdy už jsou rostliny předletního kvetení dávno odkvetlé. V kosené části se rovněž odehrávalo páření jediného pozorovaného páru; aby však mohlo být vyhodnoceno, nakolik jí preferují k páření, muselo by se získat více dat.

Pozorováním jedinců druhu *P. thersites* bylo potvrzeno, že motýli i v dospělosti silně preferují potravu pouze z květů vičence, ovšem v určitých situacích mohou přijímat nektar také z jiných rostlin. K tomu může docházet ve chvíli, kdy z nějakého důvodu není na lokalitě kvetoucích vičenců dostatek, například vlivem nevhodného managementu, v době odkvětu a vlivem nadměrného sucha.

Porosty vičence ligrusu využívají nejen denní motýli, ale také další druhy hmyzu, jako jsou blanokřídlí a brouci (Goplen et al., 1991; Mora-Ortiz et Smith, 2015). Poutáním vzdušného dusíku za pomoci symbiotických bakterií rovněž působí příznivě na půdu. Pro podporu opylovačů lze vičenec sázet podél povrchových liniových staveb (silnice, dálnice, železnice), kde je udržováno bezlesí a vegetace je pravidelně kosena. Dále je možné pěstovat ho na vinicích nebo chmelnicích, kde je dostatečný prostor mezi řádky (Hluchý, 2007). Bylo by snad také možné vysadit ho v určitých úsecích pod vedením vysokého napětí po domluvě s majiteli pozemků. V neposlední řadě se tyto vysázené porosty mohou stát alespoň dočasnými útočišti pro motýly modráška vičencového dispergující z autochtonních populací v okolí.

10. Seznam použité literatury

ALTERMATT F., PEARSE I. S., 2011: Similarity and specialization of the larval versus adult diet of European butterflies and moths. *The American Naturalist* 178: 372-382

ARMSTRONG D. P., SEDDON P. J., 2008: Directions in reintroduction biology. *Trends in Ecology and Evolution* 23: 20-25

AZUHNWI B. N., BOLLER B., DOHME-MEIER F., HESS H. D., KREUZER M., STRINGANO E., MUELLER-HARVEY I., 2013: Exploring variation in proanthocyanidin composition and content of sainfoin (*Onobrychis viciifolia*). *Journal of the Science of Food and Agriculture* 93: 2102-2109

BÁLINT Z., KATONA G. P., HORVÁTH Z. E., KERTÉSZ K., PISZTER G., BIRÓ L. P., 2019: High accuracy of color-generating nanoarchitectures is kept in lowland and mountainous populations of *Polyommatus dorylas* (Lepidoptera: Lycaenidae: Polyommatinae). *Arthropod Structure and Development* 53: 1-8

BĚLÍN V., 1999: Motýli České a Slovenské republiky aktivní ve dne. Kabourek, Zlín, 96 s. ISBN 80-901466-7-8

BEKETOV M. A., KEFFORD B. J., SCHÄFER R. B., LIESS M., 2013: Pesticides reduce regional biodiversity of stream invertebrates. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110: 11 039-11 043

BENEŠ J., KONVIČKA M., DVOŘÁK J., FRIC Z., HAVELDA Z., PAVLÍČKO A., VRABEC V., WEIDENHOFFER Z. [eds.], 2002: Motýli České republiky: Rozšíření a ochrana I, II. Společnost pro ochranu motýlů, Praha, 857 s. ISBN 80-903212-0-8

BERGMAN K., BURMAN J., JONASON D., LARSSON M. C., RYRHOLM N., WESTERBERG L., MILBERG P., 2019: Clear-cuts are temporary habitats, not matrix, for endangered grassland burnet moths (*Zygaena* spp.). *Journal of Insect Conservation* 24: 269-277

BERGSTRÖM A., 2005: Oviposition site preferences of the threatened butterfly *Parnassius mnemosyne* – Implications for conservation. *Journal of Insect Conservation* 9: 21-27

BOGGS C. L., JACKSON L. A., 1991: Mud puddling by butterflies is not a simple matter. *Ecological Entomology* 16: 123-127

BUBOVÁ T., VRABEC V., KULMA M., NOWICKI P., 2015: Land management impacts on European butterflies of conservation concern: a review. *Journal of Insect Conservation* 19: 805-821

BURGHARDT F., KNÜTTEL H., BECKER M., FIEDLER K., 2000: Flavonoid wing pigments increase attractiveness of female common blue (*Polyommatus icarus*) butterflies to mate-searching males. *Nota Lepidopterologica* 24: 77-84

BURGHARDT F., PROKSCH P., FIEDLER K., 2001: Loss of flavonoid pigments with ageing in male *Polyommatus icarus* butterflies (Lycaenidae). *The Science of Nature* 87: 304-307

CALACIURA B., SPINELLI O., 2008: Management of Natura 2000 Habitats: Semi-natural Dry Grasslands (*Festuco-Brometalia*) 6210. European Commission, 38 s. ISBN 978-92-79-08326-6

CALDAS A., 2011: Lepidoptera conservation under a changing climate. News of the Lepidopterists Society 53: 80-81

CANT E. T., SMITH A. D., REYNOLDS D. R., OSBORNE J. L., 2005: Tracking butterfly flight paths across the landscape with harmonic radar. Proceedings of the Royal Society B 272: 785-790

CARBONERO CH. H., 2011: Sainfoin (*Onobrychis viciifolia*), a forage legume with great potential for sustainable agriculture: an insight on its morphological, agronomical, cytological and genetic characterisation. The University of Manchester, Faculty of Life Sciences. 244 s. (disertační práce). „nepublikováno“.

CLENCH H. K., 1966: Behavioral thermoregulation in butterflies. Ecology 47: 1021-1034

CORMONT A., MALINOWSKA A., H., KOSTENKO O., RADCHUK V., HEMERIK L., WALLISDEVRIES M. F., VERBOOM J., 2011: Effect of local weather on butterfly flight behaviour, movement, and colonization: significance for dispersal under climate change. Biodiversity and Conservation 20: 483-503

ČECHMÁNEK Z., HRABÁK R., 2006: Život motýlů střední Evropy – Populace, ekosystémy, význam. Granit, Praha. 136 s. ISBN 80-7296-048-2

ČÍLA P., SKYVA J., 1993: Výsledek průzkumu vybraných čeledí motýlů v hl. m. Praze. In: ČÍLA P., MAREŠ S., SKYVA J.: Natura pragensis 10. Český ústav ochrany přírody, Praha: 3-51

DAVIES N. B., 1978: Territorial defence in the speckled wood butterfly (*Pararge aegeria*): The resident always wins. Animal Behaviour 26: 138-147

DEINERT E. I., LONGINO J. T., GILBERT L. E., 1994: Mate competition in butterflies. Nature 370: 23-24

DION E., MONTEIRO A., NIEBERDING C. M., 2019: The role of learning on insect and spider sexual behaviors, sexual trait evolution, and speciation. Frontiers in Ecology and Evolution 6

DIRZO R., YOUNG H. S., GALETTI M., CEBALLOS G., ISAAC N. J. B., COLLEN B., 2014: Defaunation in the Anthropocene. Science 345: 401-406

DOLEK M., GEYER A., 2002: Conserving biodiversity on calcareous grasslands in the Franconian Jura by grazing: a comprehensive approach. Biological Conservation 104: 351-360

DOSTÁL J., 1989: Nová květena ČSSR I. Academia, Praha, 768 s. ISBN 80-200-0095-X

EHL S., HOSTERT K., KORSCH J., GROS P., SCHMITT T., 2017: Sexual dimorphism in the alpine butterflies *Boloria pales* and *Boloria napaea*: Differences

in movement and foraging behaviour (Lepidoptera: Nymphalidae). *Insect Science* 25: 1089-1101

EVANS L. CH., OLIVER T. H., SIMS I., GREENWELL M. P., MELERO Y., WATSON A., TOWNSEND F., WALTERS R. J., 2020: Behavioural modes in butterflies: their implications for movement and searching behaviour. *Animal Behaviour* 169: 23-33

FISCHER J., LINDENMAYER D. B., 2000: An assessment of the published results of animal relocations. *Biological Conservation* 96: 1-11

FORTUNE J. A., 1985: A study of growth and management of sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.). Massey University, New Zealand. 179 s. (disertační práce). „nepublikováno“.

FRANTÍK D., 2020: Historie pražských lesů. *Pražská Evvoluce* 1/2020: 10-13

GILBERT L. E., 1972: Pollen feeding and reproductive biology of *Heliconius* butterflies. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 69: 1403-1407

GOPLEN B. P., RICHARDS K. W., MOYER, J. R., 1991. Sainfoin for Western Canada. *Agriculture Canada Publication* 1470/E, Ottawa, Ont. 23 s. ISBN 0-662-18966-3

GOULSON D., 2019: The insect apocalypse, and why it matters. *Current Biology* 29: 967-971

HEIKKINEN R. K., PÖYRY J., VIRKKALA R., BOCEDI G., KUUSSAARI M., SCHWEIGER O., SETTELE J., TRAVIS J. M. J., 2015: Modelling potential success of conservation translocations of a specialist grassland butterfly. *Biological Conservation* 192: 200-206

HEJDA R., FARKAČ J., CHOBOT K. [eds.] 2017: Červený seznam ohrožených druhů České republiky, bezobratlí. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, 611 s. ISBN 978-80-88076-53-7

HIROTA T., OBARA Y., 2000: Time allocation to the reproductive and feeding behaviors in the male cabbage butterfly. *Zoological science* 17: 323-327

HIYAMA A., OTAKI J. M., 2020: Dispersibility of the pale grass blue butterfly *Zizeeria maha* (Lepidoptera: Lycaenidae) revealed by one-individual tracking in the field: Quantitative comparisons between subspecies and between sexes. *Insects* 11

HLUCHÝ M., 2007: Motýli a pesticidy: ošetřování vinic a CHKO Pálava. *Živa* 5: 217-220

HRISTOVA H. O., BESHKOV S. V., 2017: Checklist of the superfamilies Hesperioidea and Papilionoidea (Insecta: Lepidoptera) of Bulgaria, with application of the IUCN red list criteria at national level. *Acta Zoologica Bulgarica* 69: 105-114

CHRTKOVÁ A., 1995: *Onobrychis* Mill. – vičenec. In: SLAVÍK B., SMEJKAL M., DVOŘÁKOVÁ M., GRULICH V. [eds.]: Květena České republiky 4. Academia, Praha: 513-516

- JAIN A., KUNTE K., WEBB E. L., 2016: Flower specialization of butterflies and impacts of non-native flower use in a transformed tropical landscape. *Biological Conservation* 201: 184-191
- JANIŠOVÁ M., BARTHA S., KIEHL K., DENGLER J., 2011: Advances in the conservation of dry grasslands: Introduction to contributions from the seventh European Dry Grassland Meeting. *Plant Biosystems* 145: 507-513
- JANZ N., 2005: The relationship between habitat selection and preference for adult and larval food resources in the polyphagous butterfly *Vanessa cardui* (Lepidoptera: Nymphalidae). *Journal of Insect Behavior* 18: 767-780
- KADLEC T., VRBA P., KEPKA P., SCHMITT T., KONVIČKA M., 2010: Tracking the decline of the once-common butterfly: delayed oviposition, demography and population genetics in the hermit *Chazara briseis*. *Animal Conservation* 13: 172-183
- KELBER A., 2001: Receptor based models for spontaneous colour choices in flies and butterflies. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 99: 231-244
- KEMP D. J., KROCKENBERGER A. K., 2002: A novel method of behavioural thermoregulation in butterflies. *Journal of Evolutionary Biology* 15: 922-929
- KERTÉSZ K., PISZTER G., HORVÁTH Z. E., BÁLINT Z., BIRÓ L. P., 2017: Changes in structural and pigmentary colours in response to cold stress in *Pollyomatus icarus* butterflies. *Scientific Reports* 7
- KOČÍKOVÁ L., MIKLISOVÁ D., ČANÁDY A., PANIGAJ E., 2012: Is colour an important factor influencing the behaviour of butterflies (Lepidoptera: Hesperioidea, Papilionoidea)? *European Journal of Entomology* 109: 403-410
- KONVIČKA M., BENEŠ J., ČÍŽEK L., 2005: Ohrožený hmyz nelesních stanovišť: ochrana a management. *Sagittaria, Olomouc*, 127 s. ISBN 80-239-6590-5
- KONVIČKA M., BENEŠ J., SPITZER L., BARTOŇOVÁ A., ZAPLETAL M., 2016: Management stanovišť ohrožených druhů denních a nočních motýlů v České republice. *Biologické centrum AV ČR, České Budějovice*, 110 s.
- KRÁLÍČEK M., GOTTWALD A., 1984: Motýli jihovýchodní Moravy I. *Muzeum Jana Amose Komenského, Uherský Brod*, 112 s.
- KRAUSS J., STEFFAN-DEWENTER I., MÜLLER CH. B., TSCHARNTKE T., 2005: Relative importance of resource quantity, isolation and habitat quality for landscape distribution of a monophagous butterfly. *ECOGRAPHY* 28: 465-474
- KURAS T., ŠARAPATKA B., MAZALOVÁ M., TUF I. H., BEDNÁŘ M., 2017: Krajinná struktura, Klíč k ochraně biologické rozmanitosti, půdy a vody. *Ochrana přírody* 72: 18-23
- LAŠTŮVKA Z., 2007: Péče o chráněná území – máme šanci zastavit pokles biodiverzity? *Živa* 4: 172-173

- LEBEAU J., WESSELINGH R. A., DYCK H. V., 2015: Butterfly density and behaviour in uncut hay meadow strips: Behavioural ecological consequences of an agri-environmental scheme. *Public Library of Science One* 10: 1-17
- LIU Z., LANE G. P. F., DAVIES W. P., 2008: Establishment and production of common sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) in the UK. 1. Effects of sowing date and autumn management on establishment and yield. *Grass and Forage Science* 63: 234-241
- MACEK J., TRAXLER L., LAŠTŮVKA Z., BENEŠ J., 2015: Motýli a housenky střední Evropy IV. Denní motýli. Academia, Praha. 539 s. ISBN 978-80-200-2429-9
- MAREŠ S., SKYVA J., 1993: Fauna motýlů Prokopského údolí v Praze. In: ČÍLA P., MAREŠ S., SKYVA J.: *Natura pragensis* 10. Český ústav ochrany přírody, Praha: 52-85
- MENÉNDEZ R., MEGÍAS A. G., HILL J. K., BRASCHLER B., WILLIS S. G., COLLINGHAM Y., FOX R., ROY D. B., THOMAS CH. D., 2006: Species richness changes lag behind climate change. *Proceedings of The Royal Society B* 273: 1465-1470
- MERCKX T., DYCK H. V., 2007: Habitat fragmentation affects habitat-finding ability of the speckled wood butterfly, *Pararge aegeria* L. *Animal behaviour* 74: 1029-1037
- MIHOCI I., ŠAŠIĆ M., 2006: New data on the distribution of the Chapman's blue (*Polyommatus thersites* (Cantener, 1835) (Lepidoptera: Lycaenidae) in Croatia. *Entomologia Croatica* 10: 7-14
- MORA-ORTIZ M., SMITH L. M. J., 2015: Sainfoin, surprising science behind a forgotten forage. *Cotswold-Seeds & LegumePlus, Moreton in Marsh*. 44 s. ISBN: 978-0-9934533-0-4
- MORLEY E. L., JONES G., RADFORD A. N., 2014: The importance of invertebrates when considering the impacts of anthropogenic noise. *Proceedings of The Royal Society B* 281
- MOUCHA J., CHOC V., 1972: *Naši denní motýli*. Albatros, Praha. 229 s. ISBN 13-791-73
- NAVARRO-CANO J. A., KARLSSON B., POSLEDOVICH D., TOFTEGAARD T., WIKLUND CH., EHRLÉN J., GOTTHARD K., 2015: Climate change, phenology, and butterfly host plant utilization. *AMBIO* 44: 78-88
- NORRIS M. J., 1936: The feeding-habits of the adult Lepidoptera heterofauna. *Transactions of the Royal Entomological Society of London* 85: 61-90
- NOVÁK I., SEVERA F., 1990: *Motýli*. Aventinum, Praha. 368 s. ISBN 80-7151-210-9
- OLLERTON J., WINFREE R., TARRANT S., 2011: How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos* 120: 321-326

ORLANDIN E., PIOVESAN M., D'AGOSTINI F. M., CARNEIRO E., 2019: Use of microhabitats affects butterfly assemblages in a rural landscape. *Papéis Avulsos de Zoologia* 59: 1-23

OVASKAINEN O., SMITH A. D., OSBORNE J. L., REYNOLDS D. R., CARRECK N. L., MARTIN A. P., NIITEPÖLD K., HANSKI I., 2008: Tracking butterfly movements with harmonic radar reveals an effect of population age on movement distance. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105: 19 090-19 095

OWENS A. C. S., LEWIS S. M., 2018: The impact of artificial light at night on nocturnal insects: A review and synthesis. *Ecology and Evolution* 8: 11 337-11 358

POSLEDOVICH D., TOFTEGAARD T., WIKLUND C., EHRLÉN J., GOTTHARD K., 2017: Phenological synchrony between a butterfly and its host plants: Experimental test of effects of spring temperature. *Journal of Animal Ecology* 87: 150-161

RStudio Team (2019). RStudio: Integrated Development for R. RStudio, Inc., Boston, MA.

SÁDLO J., POKORNÝ P., HÁJEK P., DRESLEROVÁ D., CÍLEK V., 2005: Krajina a revoluce: významné přelomy ve vývoji kulturní krajiny Českých zemí. Malá Skála, Praha. 247 s. ISBN 80-86776-02-6

SÁNCHEZ-BAYO F., WYCKHUYS K. A. G., 2019: Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation* 232: 8-27

SAARINEN K., JANTUNEN J., 2005: Grassland butterfly fauna under traditional animal husbandry: contrasts in diversity in mown meadows and grazed pastures. *Biodiversity and Conservation* 14: 3201-3213

SCOTT J. A., 1974: Mate-locating behavior of butterflies. *The American Midland Naturalist* 91: 103-117

SEDLÁČEK O., BENEŠ J., KONVIČKA M., 2013: Kodex pro reintrodukce denních motýlů v ČR (online) [cit. 25. 03. 2021], dostupné z: https://uzrhv.af.mendelu.cz/wcd/w-af-uzrhv/zoo/zoo_aktuality/a_konference/kodex_reintrodukce.pdf

SEDLÁČEK O., KADLEC T., 2019: Reintrodukce denních motýlů v ČR – zbytečná zábava, nebo legitimní nástroj ochrany přírody? *Živa* 6: 306-308

SCHTICKZELLE N., JOIRIS A., DYCK H. V., BAGUETTE M., 2007: Quantitative analysis of changes in movement behaviour within and outside habitat in a specialist butterfly. *BMC Evolutionary Biology* 7: 1-15

SCHULTZ CH. B., FRANCO A. M. A., CRONE E. E., 2012: Response of butterflies to structural and resource boundaries. *Journal of Animal Ecology* 81: 724-734

SKALA P., ANDRES M., 2019: Regionální akční plán pro modráška ligrusového (*Polyommantus damon*) v CHKO České středohoří. AOPK ČR, 35 s.

SOGA M., KOIKE S., 2013: Patch isolation only matters for specialist butterflies but patch area affects both specialist and generalist species. *Journal of Forestry Research* 18: 270-278

STEFANESCU C., 2001: The nature of migration in the red admiral butterfly *Vanessa atalanta*: evidence from the population ecology in its southern range. *Ecological Entomology* 26: 525-536

STEFANESCU C., ALARCÓN M., ÀVILLA A., 2007: Migration of the painted lady butterfly, *Vanessa cardui*, to north-eastern Spain is aided by African wind currents. *Journal of Animal Ecology* 76: 888-898

SUTCLIFFE O. L., BAKKESTUEN V., FRY G., STABBETORP O. E., 2003: Modelling the benefits of farmland restoration: methodology and application to butterfly movement. *Landscape and Urban Planning* 63: 15-31

ŠLANCAROVÁ J., BEDNÁŘOVÁ B., BENEŠ J., KONVIČKA M., 2012: How life history affects threat status: Requirements of two *Onobrychis*-feeding lycaenid butterflies, *Polyommatus damon* and *Polyommatus thersites*, in the Czech Republic. *Biologia* 67: 1175-1185

TAKEUCHI T., 2010: Mate-locating behavior of the butterfly *Lethe diana* (Lepidoptera: Satyridae): Do males diurnally or seasonally change their mating strategy? *Zoological science* 27: 821-825

TAKEUCHI T., 2017: Agonistic display or courtship behavior? A review of contests over mating opportunity in butterflies. *Journal of Ethology* 35: 3-12

TER BRAAK C. J. F., ŠMILAUER P., 2002: Canonical Community Ordination (Version 4.5.) Ithaca, NY, USA: Microcomputer Power.

TUDOR O., DENNIS R. L. H., GREATOREX-DAVIES J. N., SPARKS T. H., 2004: Flower preferences of woodland butterflies in the UK: nectaring specialists are species of conservation concern. *Biological Conservation* 119: 397-403

VALKÓ O., ZMIHORSKI M., BIURRUN I., LOOS J., LABADESSA R., VENN S., 2016: Ecology and conservation of steppes and semi-natural grasslands. *Hacquetia* 15: 5-14

VAN SWAAY CH., WARREN M., 1999: Red data book of European butterflies (Rhopalocera). *Nature and Environment* 99, Council of Europe Publishing, Strasbourg.

VAN SWAAY CH., WARREN M., LOŠ G., 2006: Biotope use and trends of European butterflies. *Journal of Insect Conservation* 10: 189-209

VAN SWAAY CH., CUTTELOD A., COLLINS S., MAES D., MUNGUIRA M. L., ŠAŠIĆ M., SETTELE J., VEROVNIK R., VERSTRAEL T., WARREN M., WIEMERS M., WYNHOFF I., 2010: European Red List of Butterflies. Luxembourg: Publications Office of the European Union. ISBN 978-92-79-14151-5

VLAŠÁNEK P., FRIC Z. F., ZIMMERMANN K., NOVOTNÝ D., ČÍŽEK O., KLEČKOVÁ I., VRBA P., KADLEC T., KONVIČKA M., 2018: Do butterfly

activity data from mark-recapture surveys reflect temporal patterns? *Journal of Insect Behavior* 31: 385-401

VLAŠÁNEK P., KONVIČKA M., BENEŠ J., 2012: Jasoň dymnivkový po více než 10 letech. *Živa* 2: 79-82

WESTERMAN E. L., HODGINS-DAVIS A., DINWIDDIE A., MONTEIRO A., 2012: Biased learning affects mate choice in a butterfly. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109: 10 948-10 953

WESTERMAN E. L., MONTEIRO A., 2013: Odour influences whether females learn to prefer or to avoid wing patterns of male butterflies. *Animal Behaviour* 86: 1 139-1 145

WICKMAN P., RUTOWSKI R. L., 1999: The evolution of mating dispersion in insects. *OIKOS* 84: 463-472

WIKLUND CH., 1984: Egg-laying patterns in butterflies in relation to their phenology and the visual apparency and abundance of their host plants. *Oecologia* 63: 23-29

WITTMAN J., STIVERS E., LARSEN K., 2017: Butterfly surveys are impacted by time of day. *Journal of the Lepidopterists' Society* 71: 125-129

10.1 Použité internetové zdroje

Analýzy výškopisu. *Zeměměřický úřad* [online]. [cit. 17.02.2021]. Dostupné z: <https://ags.cuzk.cz/av/?extent=-746894.7465074928,-1047360.1630683248,-744162.399542799,-1046146.0088900165>

IUCN | *Polyommatus thersites*. *IUCN | Unione Mondiale per la Conservazione della Natura | Comitato Italiano* [online]. Copyright © All photos [cit. 18.01.2021]. Dostupné z: <http://www.iucn.it/scheda-2018.php?id=-2027267999>

Moths and Butterflies of Europe and North Africa. *Moths and Butterflies of Europe and North Africa* [online]. [cit. 18.01.2021]. Dostupné z: <https://www.leps.it/indexjs.htm?SpeciesPages/PolyoThers.htm>

Onobrychis viciifolia – vičenec ligrus. *Pladias: Databáze české flóry a vegetace* [online]. Copyright © 2014 [cit. 22.10.2020]. Dostupné z: <https://pladias.cz/taxon/overview/Onobrychis%20viciifolia>

Polyommatus thersites – Chapman's Blue. *Insects (Insecta) of the World* [online]. Copyright © Insects catalog Insecta.pro, 2007 [cit. 18.01.2021]. Dostupné z: <http://insecta.pro/taxonomy/8509>

Polyommatus thersites (Cantener, 1835) | ООПТ России. *ООПТ России* [online]. [cit. 18.01.2021]. Dostupné z: <http://oopt.aari.ru/bio/66191>

Praha 5 - Jinonice. *Amatérská meteorologická stanice* [online]. [cit. 18.01.2021]. Dostupné z: <http://meteo.jinonice.cz/data.php>

11. Seznam příloh

11.1 Seznam obrázků

Obr. 1: Plody vičence ligrusu (Storey, 1999) [cit. 08. 03. 2021], dostupné z: https://www.discoverlife.org/mp/20p?see=I_MWS14594&res=640&flags=

Obr. 2: Vičenec ligrus (Veselý, 2005) [cit. 18. 01. 2021], dostupné z: <https://pladias.cz/taxon/pictures/Onobrychis%20viciiifolia#image1>

Obr. 3: Fotografie vičence ligrusu (Roche, 2018) [cit. 18. 01. 2021], dostupné z: <https://www.naturepl.com/stock-photo-nature-image01602563.html>

Obr. 4: Rozpoznávací znaky u modráška jehlicového (Dvořák J.) [cit. 18. 01. 2021], převzato z: <http://www.lepidoptera.cz/urcovaci-klic/icarus.pdf>

Obr. 5: Rozpoznávací znaky u modráška vičencového (Dvořák J.) [cit. 18. 01. 2021], převzato z: <http://www.lepidoptera.cz/urcovaci-klic/thersites.pdf>

Obr. 6: Mapa lokality na Dívčích hradech s vyznačenými pokusnými plochami ošetřeny vičencem ligrusem

11.2 Seznam tabulek

Tab. 1: Počty pozorování samců a samic *P. thersites* podle denního času a konkrétní metody

Tab. 2: Počty pozorování samců a samic *P. thersites* podle konkrétní metody, denního času a délky trvání experimentu

Tab. 3: Počty pozorování samců a samic *P. thersites* podle délky trvání experimentu a denního času

11.3 Seznam grafů

Graf 1: Doba strávená jedincem na plošce v závislosti na použité metodě

Graf 2: Doba strávená jedincem na plošce v závislosti na části plošky

Graf 3: RDA ordinační diagram zobrazující vztah jednotlivých typů chování samců *P. thersites* k použité metodě

Graf 4: RDA ordinační diagram zobrazující vztah jednotlivých typů chování samců *P. thersites* k vybraným kovariátám

Graf 5: RDA ordinační diagram zobrazující vztah jednotlivých typů chování samic *P. thersites* k části plošek

Graf 6: RDA ordinační diagram zobrazující vztah jednotlivých typů chování samců *P. thersites* k části plošek

Graf 7: Typy chování samců *P. thersites* rozdělené v denním čase dle celkové doby pozorování

Graf 8: Typy chování samic *P. thersites* rozdělené v denním čase dle celkové doby pozorování