

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra zoologie a rybářství



**Status a meziroční změny v početnosti populace modrásků
rodu *Phengaris* v okolí Labišťat a Semína u Přelouče**

Bakalářská práce

Autor práce: Lucie Drbohlavová

Obor studia: Speciální chovy

Vedoucí práce: Mgr. Vladimír Vrabec, Ph.D.

© 2018 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci Status a meziroční změny v početnosti populace modrásků rodu *Phengaris* v okolí Labišťat a Semína u Přelouče jsem vypracoval(a) samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 19.4. 2019 _____

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu své bakalářské práce, kterým byl Mgr. Vladimír Vrabc, Ph.D. Zejména za odborné konzultace a pomoc a cenné rady při shromažďování potřebných materiálů a dat.

Status a meziroční změny v početnosti populace modrásků rodu *Phengaris* v okolí Labišťat a Semína u Přelouče

Souhrn

V bakalářské práci jsem se zaměřila na modrásky druhu *Phengaris teleius* a *Phengaris nausithous*, což jsou zvláště chráněné druhy se složitou bionomií, které vyžadují přítomnost živné rostliny *Sanquisorba officinalis* a zároveň hostitelských mravenců rodu *Myrmica*, u kterých parazitují housenky v pozdějších stádiích vývoje.

V území Labišťat a okolí Semína u Přelouče jsem vyhodnocovala populační parametry a přelety motýlů mezi jednotlivými osídlenými plochami a mezi oběma břehy řeky Labe. Monitoring probíhal v letech 2015–2018 na 14 lokalitách, mezi kterými mohli motýli volně migrovat. Data byla získána formou zpětného odchyty značených jedinců a byla vyhodnocena v programu MARK na Katedře zoologie a rybářství České zemědělské univerzity v Praze.

Výsledky sledování populace modrásků *Phengaris teleius* a *P. nausithous* ukazují značné kolísání v početnosti celkové populace u obou druhů. Konstatován byl propad populací v roce 2016 a nárůst v roce 2018, který převýšil i počáteční rok studia 2015. Odhad početnosti jedinců byl pro *P. teleius* v sezóně 2018 byl 340 jedinců oproti 17 v roce 2017, 224 jedincům ještě v roce 2015 a 6 jedincům v roce 2016, odhad *P. nausithous* vyšel v roce 2018 1242 jedinců oproti 875 jedincům v roce 2017, 294 jedincům v roce 2015 a 29 jedincům v roce 2016. To znamená navyšování početnosti kolonií obou druhů na Labišťatech. Celkové počty motýlů však mezi lety kolísají a pokud by některé kolonie motýlů zůstaly izolované, teoreticky negarantují dostatečnou genetickou rezervu pro dlouhodobé přežívání (týká se zejména *P. teleius*). V případě takto významného kolísání je náročné posoudit, zdali se jedná o následek nevhodného managementu či vnějších vlivů nebo o zcela přirozenou populační dynamiku.

Dále byla porovnána data sledující četnost pohlaví, kde jsem došla k závěru, že u obou zkoumaných druhů převažují samci. Tato data jsou tedy v rozporu s odpovídající literaturou, kde byl vždy uváděn poměr vyrovnaný či spíše opačný. Lze to vysvětlit různými faktory z nichž za nejpravděpodobnější variantu považuji předčasné ukončení monitoringu v době, kdy ještě úplně neskončilo letové období druhů.

Komunikace populačních systémů byla v letech 2015–2018 potvrzena na velmi dobré úrovni u druhu *P. nausithous*. Je prokázáno propojení většiny zkoumaných ploch přelety u druhu *P. nausithous* a nepřímé několika z nich i přelety *P. teleius*. To je velmi významné zjištění z hlediska dynamiky systému. Výsledky přeletů dokládají vzájemné genetické propojení jednotlivých kolonií, což představuje významný předpoklad pro uchování systému v budoucnosti.

Při ověřování hypotézy: Množství motýlů migrujících mezi levým a pravým břehem řeky Labe navzájem, je úměrné celkové početnosti jejich populací v systému, jsem došla k závěru, že hypotézu je možno na základě pozorovaného trendu potvrdit a počet přeletů přes řeku byl skutečně v letech, kdy bylo více motýlů vyšší, ale hodnoty jsou v řádu jedinců čili na hranici statistické chyby. Rozhodně se však k pravdivosti této hypotézy přikláním, a jestliže bude výzkum pokračovat, předpokládám potvrzení hypotézy i statisticky průkazným testem.

Klíčová slova: *Phengaris*, Lepidoptera, Přelouč, početnost, populace, migrace

Status and year-on-year changes in the population of *Phengaris* Blues in the vicinity of Labišťata and Semín near Přebouč

Summary

In my bachelor thesis I focused on Large Blues of the species *Phengaris teleius* and *Phengaris nausithous*, which are particularly protected species with complicated bionomy, which require the presence of the *Sanquisorba officinalis* plant and also the host ants of the genus *Myrmica*, in which the caterpillars parasitize in later stages of development.

In the area of Labišťata and Semín around Přebouč, I evaluated population parameters and fly-over of the butterflies between individual populated sites and between both banks of the Elbe River. Monitoring took place in 2015–2018 on 14 locations, among which the butterflies could freely migrate. The data were obtained by method capture-recapture of marked individuals and were evaluated in the MARK software at the Department of Zoology and Fisheries in Czech University of Life Sciences in Prague.

The results of the monitoring of the *P. teleius* and *P. nausithous* populations show significant variations in the abundance of the total population in both species. There was a decline in population in 2016 and an increase in 2018, which exceeded the initial year of study 2015. The estimate of the number of individuals for *P. teleius* in season 2018 was 340 individuals compared to 17 in 2017, 224 individuals in 2015 and 6 individuals in 2016, *P. nausithous*'s estimate came out of 1,242 individuals in 2018 compared to 875 individuals in 2017, 294 individuals in 2015 and 29 individuals in 2016. This is an increase in the number of colony inhabitants in both species on Labišťata. However, the total number of butterflies varies between years and if some butterfly colonies remain isolated, they theoretically do not guarantee a sufficient genetic reserve for long-term survival (in particular, *P. teleius*). In the event of such significant fluctuations, it is difficult to judge whether this is due to inappropriate management or external influences or to a completely natural population dynamics.

In addition, data on the frequency of the sex were compared, where I concluded that males predominate in both species studied. Therefore, these data are in conflict with the corresponding literature, where the ratio was always equal or rather opposite. This can be explained by various factors, the most likely variant of them is the premature termination of monitoring at a time when the species flight period is not completed yet.

The communication of the population systems in 2015–2018 was confirmed at a very good level in the kind of *P. nausithous*. It is proved that the connection of the most surveyed areas are overflying by the *P. nausithous* species and indirectly by several of them with *P. teleius* overflights. This is a very significant finding in the terms of the system dynamics. The overflight results demonstrate the mutual genetic linkage of the individual colonies, which is an important prerequisite for future system preservation.

When verifying the hypothesis: The number of butterflies migrating between the left and right banks of the Elbe River each other is proportional to the overall abundance of their populations in the system, I conclude that the hypothesis can be confirmed on the basis of the

observed trend, and there were more overflights of the butterflies higher, but the values are in the order of individuals or at the limit of statistical error. However, I definitely admit the truth of this hypothesis, and if the research continues, I assume confirmation of the hypothesis and statistically conclusive test.

When verifying the hypothesis: The number of butterflies migrating between the left and right banks of the Elbe River each other is proportional to the overall abundance of them in the system, I conclude that the hypothesis can be confirmed on the basis of the observed trend. If the butterfly abundance higher there were more overflights of, but the values are in the order of individuals or at the limit of statistical error. However, I definitely admit the truth of this hypothesis, and if the research will continues, I assume confirmation of the hypothesis and statistically conclusive test.

Keywords: *Phengaris*, Lepidoptera, Přelouč, population, migration

Obsah

1	Úvod	1
2	Cíl práce	2
3	Literární rešerše.....	3
3.1	Rod <i>Phengaris</i>.....	3
3.1.1	Modrásek očkovaný <i>Phengaris teleius</i>	4
3.1.2	Modrásek bahenní <i>Phengaris nausithous</i>	5
3.2	Životní cyklus	6
3.2.1	Vajíčko	7
3.2.2	Housenka	9
3.2.3	Kukla	15
3.2.4	Imago.....	16
3.3	Populační ekologie: procesy v rámci populace.....	17
3.3.1	Dispersalita	18
4	Metodika	21
4.1	Zkoumané lokality.....	21
4.2	Způsob sběru dat.....	25
4.3	Zpracování dat	25
5	Výsledky	27
5.1	Hodnotící grafy.....	27
5.2	Migrační parametry studovaných populací motýlů.....	31
6	Diskuze	35
7	Závěr	37
8	Použitá literatura	38

1 Úvod

Pro rod *Phengaris* (dříve nazývaný *Maculinea*), patřící do čeledi modráskovitých (Lycaenidae), je typický složitý vývojový cyklus, který závisí na mnoha důležitých aspektech. Mezi ně patří hlavně specializace na živnou rostlinu, a to krvavec toten (*Sanguisorba officinalis* Linnaeus, 1753) a nezbytná přítomnost mravenců rodu *Myrmica* (Latreille, 1804), u kterých parazitují housenky. Pro přežití tohoto rodu je nesmírně důležité propojení těchto aspektů na jedné lokalitě.

Z těchto okolností vyplývají i vysoké nároky na nalezení vhodné lokality pro jmenovaný rod. Zejména kvůli úbytku vhodných lokalit, který byl způsoben především změnou managementu luk, je celý rod *Phengaris* dnes řazen do různých mezinárodních předpisů a úmluv o ochraně druhů a biodiverzity.

Konkrétně v oblasti Labišťat a Semína u Přelouče se jedná o druhy modrásek očkovaný–*Phengaris teleius* (Bergsträsser, 1779) a modrásek bahenní–*Phengaris nausithous* (Bergsträsser, 1779), kteří jsou podle Bernské úmluvy (příloha č. II) z roku 1979 vedeni na seznamu přísně chráněných druhů živočichů, vyhláškou č. 395/1992 Sb. ve znění vyhlášky č. 175/2006 Sb. jsou v ČR počítáni mezi silně ohrožené druhy (EN), v Červeném seznamu IUCN z roku 2014 jsou hodnoceni jako druhy téměř ohrožené (NT)

2 Cíl práce

Cílem studie bylo popsat populace modrásků rodu *Phengaris* z okolí tzv. Labišťat a Semína u Přelouče z hlediska populační ekologie. Zejména porovnat změny v početnosti, poměrech pohlaví a migračních parametrech za dostupné období sledování.

Ověřována byla hypotéza: Množství motýlů migrujících mezi levým a pravým břehem řeky Labe navzájem, je úměrné celkové početnosti jejich populací v systému.

3 Literární rešerše

3.1 Rod *Phengaris*

Dle databáze NCBI (National Center for Biotechnology Information) se rod *Phengaris* řadí do:

Říše: Animalia (živočichové)

Kmen: Arthropoda (členovci)

Třída: Insecta (hmyz)

Řád: Lepidoptera (motýli)

Podřád: Ditrysia

Nadčeleď: Papilionoidea

Čeleď: Lycaenidae (modráskovití)

Rod: *Phengaris*

Druh: *Phengaris nausithous* (Bergsträsser, 1779) (modrásek bahenní)

Phengaris teleius (Bergsträsser, 1779) (modrásek očkovaný)

Novák et Pokorný (2003) rozdělují čeleď Lycaenidae do třech podčeledí – modrásci, ostruháčci a ohniváčci. Vyskytují se převážně v subtropických až tropických oblastech a na světě je známo kolem 5000 druhů, v Evropě jich můžeme najít přibližně 1200 a v České republice se vyskytuje zhruba 50 druhů.

Dříve samostatný rod *Maculinea*, dnes již považujeme za mladší synonymum rodu *Phengaris* a to od roku 2007 (Pech et al., 2007). Tento rod skýtá nejméně deset druhů a řadu poddruhů. Mezi typické evropské zástupce patří modrásek bahenní (*Phengaris nausithous*), modrásek očkovaný (*Phengaris teleius*), modrásek hořcový (*Phengaris alcon*) a modrásek černoskvřinný (*Phengaris arion*) (Tartally et al, 2014).

Tělo modráskovitých, jako i ostatních druhů motýlů se skládá ze tří částí a to hlavy, hrudi a zadečku. Typická je drobná hlava, kde tykadla mají paličkovitý tvar a přisedají těsně k očím (Novák et Severa, 1990). Oči jsou složené z ommatidií, oválné a vroubené bílými šupinkami. Dále je na hlavě umístěno ústní ústrojí, které je skoro vždy přetvořeno v rourkovitý sosák. Z hrudi části motýla vyrůstají dva páry křídel, která vznikla vychlípáním pokožky na stranách hrudi, proto jsou dvouvrstvá a po stranách tři páry nohou, po jednom páru na každém článku. Křídla mají spojená rozšířenou humorální částí a bývají po líci i rubu hustě pokryta šupinkami, které se často překrývají (Novák et Pokorný, 2003).

Čeleď modráskovitých (Lycaenidae) má též výrazný pohlavní dimorfismus. Pohlaví se od sebe dají snadno rozeznat zejména dle odlišného zbarvení křídel (Carter, 1998). Samci jsou pestře modří a samice mají většinou barvu do hněda (Novák et Severa, 1990).

3.1.1 Modrásek očkovaný *Phengaris teleius*

Phengaris teleius je největší z modrásků rodu, rozpětí jeho křídel činí mezi 34–38 mm. Obě pohlaví tohoto motýla mají sobě velice podobné zbarvení i kresbu, odlišují se hlavně pomocí detailnějších znaků, v tomto případě skvrn, v horních partiích svrchní strany předních křídel. Charakteristickými znaky jsou výrazné, podlouhlé kapkovité až oválné černé skvrny, zejména u samic. Dále má samec jen černý pásek na okrajích křídel, zato samice má i tmavé okrajové pole na vrchní straně křídel, které je celkově širší než u samců, a to způsobuje dojem, že samice je spíše hnědočerná. Významným znakem k odlišení samic je černý přední okraj předního křídla.

Kresba na spodní straně předních i zadních křídel je u obou pohlaví stejná a je tvořena černými skvrnami ve dvou řadách, které jsou ohraničené tenkou bílou linkou (Reichholf-Riehm, 2003; Novák et Severa, 2002).

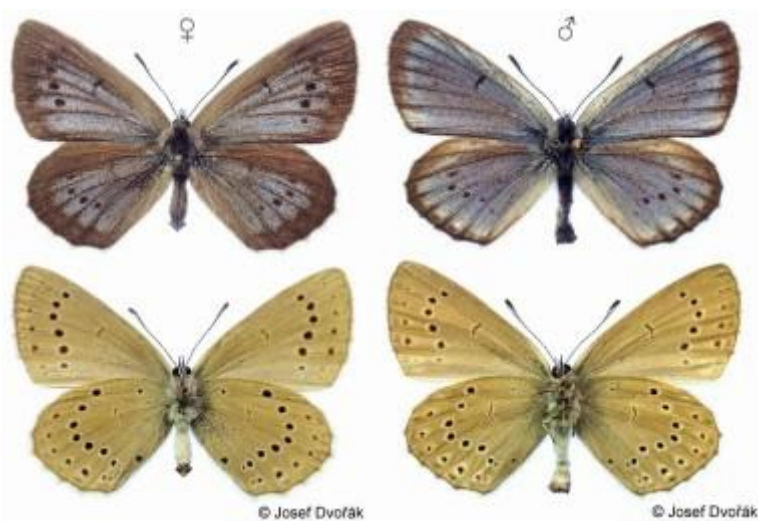
Modrásek očkovaný má tzv. palearktické rozšíření, to znamená, že se vyskytuje v oblasti od západní Evropy, přes Rusko, až do Japonska (Novák et Severa, 2002).

V České republice si vybírá zejména vlhké krvavcovité louky, kde je zachovalý vodní režim. V současnosti se vyskytuje spíše v podhorských oblastech, kde jsou stanoviště více chráněné před větrem (Reichholf-Riehm, 2003; Beneš et al., 2002).

Dříve byl na našem území hojně rozšířen, a to dokonce tak, že množstvím jedinců značně převyšoval příbuzného modráška bahenního (*Phengaris nausithous*). Bohužel v dnešní době jsme zaznamenali výrazný úbytek lokalit, které odpovídají požadavkům tohoto druhu, z čehož tedy vyplývá i značný ústup jeho rozšíření. Zejména tedy v oblasti středních a západních Čech, dále také ze severní a jižní Moravy a Slezska.

Mezi oblastmi, kde zaznamenáváme stále hojný výskyt, patří například jižní Čechy a východní Morava.

Dospělci žijí průměrně 2–3 dny a délka jejich života je silně ovlivněna počasím. Pokud prší, žijí kratší dobu, tedy i na tvorbu nové generace mají velmi omezený čas. Optimálními měsíci pro rozmnožování jsou červenec a srpen (Křížek et al. 2006).



Obrázek 1 Samice a samec *Phengaris teleius* (autor Josef Dvořák <http://www.lepidoptera.cz/>)

3.1.2 Modrásek bahenní *Phengaris nausithous*

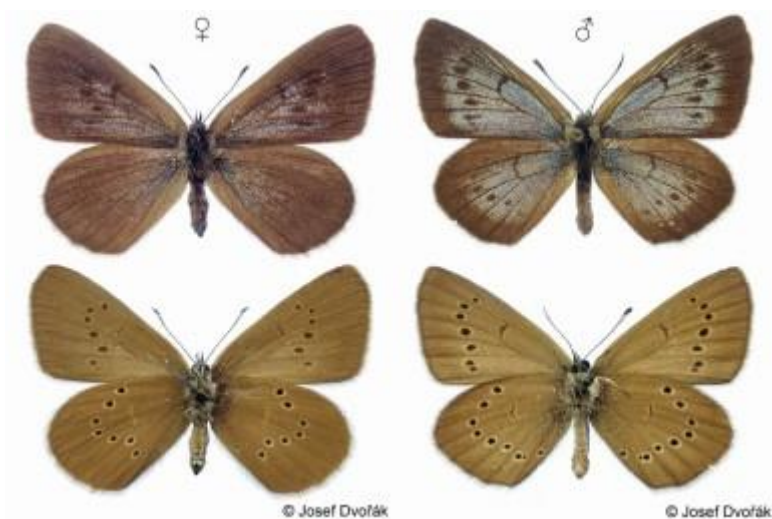
Phengaris nausithous je na rozdíl od modráska očkovaného drobnější denní motýl, rozpětí jeho křídel je 35–37 mm. Sameček má lící stranu křídel zbarvenou do modra s tmavě hnědým lemem okolo celého křídla a řadou tmavých skvrn. Je tedy velmi podobný samičce již zmiňovaného modráska očkovaného. Zato samička má lící stranu křídel šedohnědou s minimem modré pigmentace a nevýraznými skvrnami. Spodní stranu křídel mají obě pohlaví stejnou, a to hnědou s jednou řadou taktéž černých skvrn ohraničených tenkou bílou linkou (Křížek et al. 2006).

Modrásek bahenní je sice méně rozšířený než předchozí druh, ale můžeme ho najít taktéž v oblasti západní Evropy, až po řeku Jenisej na Sibiři. Dále se s ním můžeme setkat na severu pyrenejského poloostrova, jižní části Balkánu, Kavkazu a východního Turecka. Naopak jeho výskyt nám není znám například na Britských ostrovech, ve Skandinávii, Belgii, Itálii nebo Pobaltských státech a také ve veškerých balkánských zemích kromě Bulharska (Vliegenthart et al., 2012, Novák et Severa, 2002).

V České republice se tento druh vyskytuje zejména v nivách při středních a dolních tocích řek. Za místa s nejhojnějším výskytem považujeme severní a střední Morava a taky východní a jižní Čechy (Novák et Severa, 2002).

Je to také jediný příslušník tohoto rodu, který je schopen osídlit i podmáčené ruderalní oblasti, které jsou pro mnohé motýly naprosto nevhodné.

Stejně jako u modráska očkovaného vytvářejí během července a srpna jednu generaci, a i délka jejich života je téměř totožná (Křížek et al., 2006).



Obrázek 2 Samice a samec *Phengaris nausithous* (autor Josef Dvořák <http://www.lepidoptera.cz/>)

)

3.2 Životní cyklus

Motýli se vyvíjejí pomocí proměny dokonalé neboli holometabolie, což znamená, že vývoj každého jedince probíhá od vajíčka přes larvu (housesku) a kuklu k dospělci (imagu). V případě vývoje přes larvu zároveň hovoříme o nepřímém vývoji (Kovařík et al., 2000).

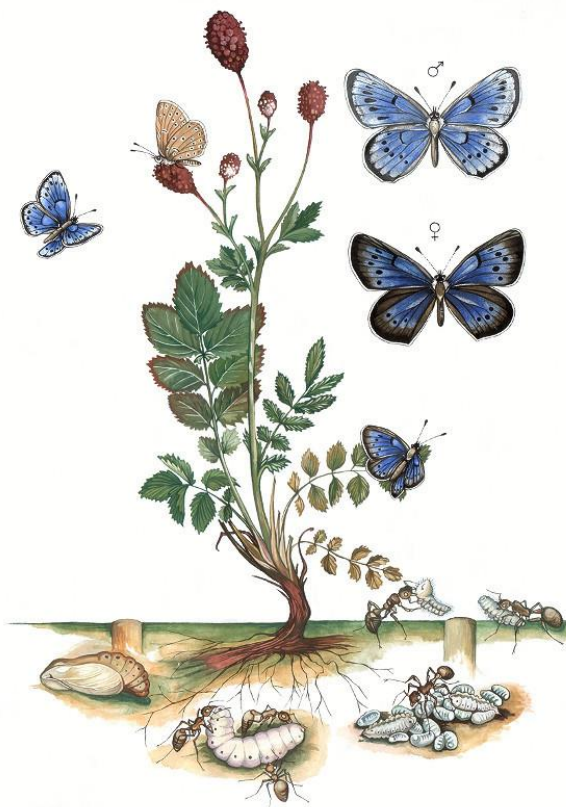
Tento cyklus začíná vnitřním oplozením, ale předtím ještě dochází k tzv. párovacímu chování, při kterém dochází k vzájemnému vyhledávání samců a samic. Jelikož se samci zabývají hlavně vyhledáváním budoucích partnerek za účelem přežití druhu, je to jejich nejdůležitější aktivita. Po úspěšném nalezení partnerů dochází k páření (kopulace).

Pokud je akt úspěšný, po nějaké době dochází u samic k ovipozici.

Z nakladeného vajíčka se následně vylíhne houseska, která je v případě modrásků *Phengaris* do jisté fáze býložravá a umístěná na živné rostlině. Poté mění způsob života na myrmekofilní (přechází do mravenišť hostitelských mravenců).

Jakmile houseska ukončí svůj růst, tak se zakuklí. Tuto část vývoje nazýváme klidovou fází, kde organismus nemá schopnost přijímat potravu, nepohybuje se a tím pádem se stává zcela bezbranným. Z tohoto důvodu je nezbytné, aby byla motýlí kukla perfektně přizpůsobená a to nejen prostřednictvím pevného obalu, ale je důležité, aby i barva kukly co možná nejvíce splývala s okolním prostředím.

Za optimálních podmínek, dochází v kukle k metamorfóze a po dokončení vývoje vzniká dospělý motýl, který je již finálním vývojovým stádiem a zároveň bude zakládat novou generaci (Jelínek et Zicháček, 2000; Novák et Severa, 1990).



Obrázek 3 Životní cyklus myrmekofilních modrásků (ilustrace: Aleksandar Popović, zdroj: <http://habiprot.org.rs>)

3.2.1 Vajíčko

Motýli jsou tzv oviparní. Rozmnožují se tedy pomocí kladení vajíček. V případě výše popisovaných druhů dohází ke kladení na živnou rostlinu, tedy na krvavec toten (*Sanguisorba officinalis*). Kladení vajíček probíhá po celou letovou sezónu modrásků. Nejčastěji kladou vajíčka soliterně čili jednotlivě (Thomas et al., 1998a).

Jejich vajíčko má relativně tenkou, přesto ale pevnou a pružnou schránku, které se říká chorion. Ten přispívá významným množstvím zásobních látek obsažených zejména ve žloutku, nezbytných pro umožnění vývoje a následnou výživu zárodečných buněk a embrya (Novák et Severa, 2002).

Na vajíčka najdeme místo zvané mikropyle. Je to otvor nebo dokonce otvory, které umožňují spermii vniknout do vajíčka, a tak dochází ke splnutí a tvorbě zygoty. Mimo to se též podílí na výměně plynů mezi vnitřním a vnějším prostředím.

Barva, tvar i povrchová struktura vajíčka se může u každého jednotlivce mírně lišit, rozhodně jsou však struktury na vajíčkách druhově specifické.

Phengaris nausithous klade vajíčka o několik dnů, až týdnů později než *Phengaris teleius*. Dle Figurny a Woyciechovski (1998) klade *P. telejus* vajíčka na mladší květní hlávky s menším počtem kvítků, které jsou blíže k zemi a na kterých je většinou nanejvýš jediné totožné vajíčko. Naproti tomu *P. nausithous* vybírá starší květy, které jsou větší, výše a obsahují více vajíček od obou druhů. Zároveň je většina z nich umístěna v teritoriu dosahu svého hostitelského druhu mravence *Myrmica*.

3.2.1.1 Krvavec toten *Sanguisorba officinalis*

Oba zástupci rodu *Phengaris*, o kterých pojednává moje práce, jsou monofágní. Což znamená, že jedinou vhodnou živnou rostlinou, která též jako jediná umožňuje vývoj housenek je krvavec toten—*Sanguisorba officinalis* (Linnaeus, 1753).

Tato hostitelská rostlina svými stanovištními nároky do značné míry ovlivňuje rozšíření a výskyt daného druhu (Křížek et al., 2006).

Randuška et al. (1983) uvádějí, že se jedná o evropsko–západoamerický druh, který pochází ze severu Euroasie a je dále rozptýlen do Asie až po pacifickou část Ameriky. Je zařazen do čeledi růžovitých (Rosaceae) a patří také mezi vytrvalé byliny.

V naší volné přírodě se vyskytují pouze dva zástupci z 30 celosvětově známých a popsáných druhů rodu *Sanguisorba* (Skalický, 1995): *Sanguisorba officinalis* a *Sanguisorba minor* (krvavec menší), který však není v žádném z pramenů uveden jako vhodná krmná rostlina pro modrásky, nicméně se na něm vyvíjejí jiné druhy motýlů.

Uvádí se, že krvavec toten je bylina se silným, ale krátkým oddenkem, který se však bohatě větví. Může dorůstat výšky v rozmezí od 30–120 cm. Lodyha se v horní části větví a tvoří 3–4 lodyžní lístky, je viditelně brázditá, oblá a mírně hranatá (na průřezu 5–8 hran).

Listy přízemní růžice mohou být 20–40 cm dlouhé, jsou lichospeřené s 5–9 oválně kopinatými úkrojky s pilovitými okraji, na rubu silně žilkované. Lícni strana listů je tmavě zelená a rub listů má světlejší barvu (Skalický, 1995).

Listy u stonků jsou stejně tvarované a směrem ke květenství se postupně výrazně zmenšují.

Květy mají vejčitý tvar a vytváří 1–3 cm dlouhé hlávky, umístěné na konci stonků. Barva květenství je tmavě červená (vínová), červeno-hnědá nebo až tmavě purpurové barvy.

Krvavec kvete od června do září (Della Beffa, 2000, Randuška et al., 1983).

V České republice se tato rostlina vyskytuje lokálně až hojně téměř po celém území od nížin až do podhůří. Jedná se o světlomilnou rostlinu. Obývá převážně vlhké louky a také pastviny. Ve vyšších polohách ho můžeme najít i podél silničních komunikací v travinátých porostech, kde se mu velmi daří. Nejvíce mu svědčí hluboké, střídavě vlhké, vlhké až mírně rašelinné půdy. Nejčastěji roste na hlinité až jílovité půdě, slabě alkalické nebo mírně kyselé půdě, která je chudá na dusík (Skalický, 1995).

Randuška et al., (1983) dále uvádějí, že v minulých letech byl hojný, v dnešní době je však v důsledku meliorací luk místně silně potlačen, přestože je považován za kvalitní píceinu.



Obrázek 4 Krvavec toten (zdroj: www.biolib.cz)

3.2.2 Housenka

Z vajíčka se v závislosti na prostředí zhruba do týdne vylíhne housenka, která představuje růstové stádium v životním vývoji motýla. Jejím hlavním úkolem je co nejintenzivněji přijímání potravy, zvětšování, s cílem umožnit v závěrečné fázi tohoto stádia proměnu

v kuklu (Novák et Pokorný, 2003). Housenky jsou relativně krátké, zavalité, na povrchu těla jemně ochlupené a mají zatažitelnou hlavu. Tělo je hladké a měkké, složené z hlavy, hrudi a zadečku, stejně jako u dospělců (Novák et Pokorný, 2003).

Na hlavové části se nachází šest jednoduchých očí, které tvoří půlkruh. Dále bychom na hlavě našli krátká tykadla a na spodní straně také ústní ústrojí, které je tvořeno párem kusadel, sloužící k jednoduchému posouvání potravy do trávicího traktu.

Velice významným orgán v tomto období vývoje je snovací trubice, která se později u imág ztrácí. Trubice těsně navazuje na dolní pysk a pojí se se snovací žlázou, která je uložena uvnitř hlavy. Touto žlázou je produkována tekutina, která v reakci se vzduchem tuhne na jemné vlákno. Housenky toto vlákno mohou produkovat po celou dobu, ale využívají ho zejména až v době kuklení.

Hrud' je složená ze tří článků, na každém z nich pak nalezneme jeden pár hrudních končetin. Zadeček tvoří deset článků, na 1–8. článku jsou dýchací otvory a z 3–6. a 10. článku vyrůstají svalnaté břišní nohy (Novák et Pokorný, 2003)

Jedinečné na růstu housenek je, že probíhá stupňovitě, v tzv. instarech. To jsou růstová stádia, která jsou oddělená svlékáním kutikuly housenky.

Svlékání je nezbytné při předpokladu dalšího růst, protože kutikula má nesmírně pevnou strukturu a neumožňovala by housence další zvětšení objemu.

Především v závěrečných fázích vývoje housenky, řekněme tedy v posledních instarech, se začínají pomalu vyvíjet i důležité orgány, jako jsou pohlavní žlázy nebo křídla (Hrabák, 1985).

Ihned po vylíhnutí sežere housenka svůj obal vajíčka, který jí slouží jako prvotní zdroj energie a poté pokračuje v požívání květní hlávky své živné rostliny–krvavce totenu (Landman, 1999).

Svým výzkumem Wynhoff (2001) zjistila, že mladé housenky *P. teleius* stráví na živné rostlině přibližně tři, až čtyři týdny, zato housenky *P. nausithous* pouhé dva, až tři týdny.

V tomto raném období jejich života je běžný vnitrodruhový i mezidruhový kanibalismus. Při zmiňované vnitrodruhové konkurenci, v případech, kdy se na jedné květní hlávce sejde větší počet housenek obou druhů, je běžné že přežívá jen jediná housenka. Ovšem *P. nausithous* zde může tvořit výjimku, i přes častou vzájemnou predaci může být nalezeno 3 až 6 housenek v jedné květní hlávce (Landman, 1999).

Živná rostlina je pro housenky jedinou potravou, až do instaru, kdy se způsob jejich života mění z endofytického na myrmekofilní.

Po opuštění krvavce totenu jsou housenky modráska očkovaného větší, ve srovnání s housenkami modráska bahenního (Wynhoff, 2001).

Pro určování druhu housenek je nejideálnějším obdobím 3. instar, kdy jsou mezidruhové rozdíly nejvýraznější. Některé druhy jsou si velmi podobné, a proto je nelze určit podle celkového vzhledu a je třeba se zaměřit konkrétněji, například na vzhled, délku, barvu a distribuci chloupků, které pokrývají povrch těla.

Konkrétně *P. nausithous* má transparentní a o něco silnější chloupky pokrývající tělo, na hlavě a nohách jsou chloupky jemnější a výrazně delší (3 až 5 krát), zatímco *P. teleius* má chloupky kratší, tmavší a lehce zahnuté a kryjí rovnoměrně celý povrch těla (Sliwinska a kol., 2005).



Obrázek 5 Housenka *P. nausithous* (zdroj: <http://www.pyrgus.de>)

3.2.2.1 Myrmekofilie

Myrmekofilie je rozšířená zejména u motýlů čeledi Lycaenidae a vyjadřuje vazbu motýlů na mravence. Van Dyck et al. (2000) ve své studii uvádějí, že takto žije minimálně 50 % zástupců modráskovitých.

Důležité je, že vazba na mravence může být různě úzká. Jedná se například o pouhou koexistenci, dále také o více či méně specifický mutualismus nebo dokonce parazitismus (Fiedler et al., 1996).

Modrásci z rodu *Phengaris*, mezi které patří výše zmíněné dva druhy, jsou specializovaní na soužití s mravenci patřícími do rodu *Myrmica*. Na rozdíl od většiny ostatních modrásků, jejichž housenky své spřízněné mravenčí ochránce za jejich služby odměňují, nejčastěji v podobě výměšků z medových žláz, jsou druhy rodu *Phengaris* skutečnými parazity. Parazitismus probíhá formou požívání mravenčích larev nebo využívání mravenců jako chův bez oplátky nebo s nízkým profitem pro mravence. Díky této specializaci patří mezi velmi ohrožené druhy, a to v celé Evropě.

Otázkou je, zdali samičky motýla dokáží rozeznat přítomnost mraveniště v blízkosti živné rostliny, kterou si vybraly pro kladení.

Po vypadnutí housenky z živné rostliny je doba, po kterou může housenka přežít, časově omezená. Dále je housenka vystavena tlaku ze strany predátorů, a proto je důležité, aby ji, co nejrychleji našli mravenci a odnesli do mraveniště. Akční radius mraveniště, v případě rodu *Myrmica*, je podle Elmes et Thomase, 1992 přibližně 2 m. Pokud není žádné mraveniště příslušného druhu mravenců v dosahu této vzdálenosti, tak s největší pravděpodobností housenka zahyne (Thomas et Elmes, 2001).

Způsob dorozumívání u mravenců probíhá pomocí chemických signálů, které určují příslušnost mravence k dané kolonii, a dokonce i jeho postavení, což se housenky během adaptace na soužití s mravenci naučily využívat.

Když je housenka nalezena mravenci a donesena do mraveniště, je velmi důležitá její schopnost přizpůsobit se, která rozhoduje o jejím budoucím přežití v mraveništi.

Mravenci signály se podařilo housenkám prolomit díky mnoha letům evoluce, a proto jsou čerstvě svléknuté housenky čtvrtého instaru považovány za vlastní larvy mravenců, a tak jsou „navráceny“ zpátky do příslušného mraveniště.

Pro pochopení byly otestovány tři různé hypotézy, které se týkaly mechanismu, který ovládá takovéto chování.

Za prvé housenky jsou schopny vylučovat povrchem těla konkrétní chemické látky, které jim zajišťují, že jsou pokládány za mravenci larvy.

Za druhé napodobované sloučeniny zahrnují uhlohydráty co nejpodobnější těm, které jsou v opravdu produkovány mravenci rodu *Myrmica* a slouží k rozpoznávání příslušníků své kolonie. Za třetí housenky jsou schopné pomocí výměšků v přírodě napodobit svého hlavního hostitele. Výsledky prováděných behaviorálních biotestů a chemických analýz nečekaně potvrdily všechny tři zmíněné hypotézy a tím i vysvětlily tak vysoký stupeň hostitelské specifity.

Dále, i když housenky samy zvládly syntetizovat značné množství stopovacích feromonů vlastních pro své hostitele, později si ještě uvnitř mraveniště dodatečně osvojily i konkrétní přítomné uhlohydráty, díky čemuž dokonale napodobily pach své vlastní hostitelské kolonie (Akino et al., 1999).

Doba, po kterou housenky zůstávají v mraveništích je různá, z pravidla to bývá 10 měsíců, ale aby se omezilo riziko vyhynutí jednotlivých druhů motýlů při nepříznivých letech, tak jsou housenky schopny prodloužit svůj vývoj v mraveništi na více let, a tím zajistí jistou rezervu pro další populace.

Housenky rodu *Phengaris* v mraveništích zastávají dvě různé strategie žití. Jedna ze strategií je označena jako chování predátora, kde se housenky živí přímo kuklami a larvami mravenců. Tato strategie je pro housenky méně efektivní a v mraveništi vyvíjí pouze malý počet motýlů. Housenky užívající druhou strategii označujeme jako tzv. kukaččí druhy, housenky jsou při této strategii jednoduše krmeny dělnicemi mravenců, stejně jako jejich larvy. Tato skupina je zpravidla efektivnější v rámci dokončení vývoje většího počtu housenek. Přechod mezi výše zmíněnými strategiemi je možný a velmi pravděpodobný (Thomas et al., 1998).

3.2.2.2 Mravenci rodu *Myrmica*

Studie Witek et al. (2008) uvádí, že jediným mravenčím rodem, který umožňuje modráskům ukončit svůj vývojový cyklus je rod *Myrmica*, který patří do taxonomicky obtížné skupiny, což vedlo k dřívějším omylům v rámci určování druhů mravenců.

Výskyt mravenců tohoto rodu je celosvětově hojný, uvádí se, že je známo přes 200 druhů a poddruhů. V České republice se vyskytuje celkem 16 druhů rodu *Myrmica* (Werner et Bezděčka, 2001). Přesný popisem biologie těchto mravenců se zabývá Elmes et Thomas (1991). Nejvýraznější odlišností rodu *Myrmica* oproti ostatním rodům je zejména zbarvení. Vyznačují se výraznými odstíny červené škály barev, od bledě oranžové, po tmavě hnědou i červeno-žlutou. Mravenci mají rozměrnou hrud', velikost mezi 5 a 10 mm, ozubená kusadla, a nebezpečné žihadlo. Tykadla mají oblá bez výstupků a zakřivení (Elmes et Thomas, 1991).

V biotopech chladnějších nebo vlhkých si tito mravenci staví velká, a i nad zemí výrazná hnízda. Staví je zejména v chomáčích trávy a na jejich zastřešení nejčastěji používají zbytky různých rostlin a taky kousky půdy. Efektem je zvýšení teploty uvnitř mraveniště, proto tento typ hnízd nazýváme solární.

Zato ve výrazně horkých a také suchých oblastech jsou pro nás hnízda velmi špatně objevitelná, protože nad povrchem nemůžeme pozorovat žádné výrazné a typické změny terénu, které by naznačovaly výskyt mraveniště, protože bývá nejčastěji vybaveno pouze dvěma vchody.

Mravenci rodu *Myrmica* mají velmi široké spektrum potravy, sami loví drobný hmyz, nepohrdnou ale ani pozůstatky hmyzích těl nebo dokonce mršinami různých zvířat.

Nejběžnější rostlinná složka jejich potravy obsahuje například nektar z květů, jedlé tkáně semen nebo nektarové žlázy pesíků a jako u většiny ostatních rodů mravenců přijímají s oblibou medovici listových mšic. Hölldobler et Wilson (1997) ve své publikaci uvedli, že mšice mravencům podávají potravu ve formě cukrových výkalů a mravenci jim na oplátku poskytují ochranu před predátory.

Velikosti kolonií u mravenců nejsou vždy stejné a v průběhu let běžně kolísají. Závisí to především na tom, o jaký druh mravenců rodu *Myrmica* se jedná a také na podmínkách oblasti, kde je konkrétní hnízdo umístěné.

U většiny druhů je v průměrném mraveništi kolem 300–800 dělnic. A veškeré druhy rodu *Myrmica* jsou polygynní, což znamená, že v jednom mraveništi přebývá najednou víc královen. Počet královen v hnízdě je v první řadě dán podle konkrétního druhu, který mraveniště obývá. Například *Myrmica rubra* (Linnaeus, 1758) může hostit až 10 královen, ale *Myrmica sabuleti* (Meinert, 1860) mívá ve svém mraveništi pouze 2–3 královny (Elmes et Thomas, 1991). Královny intenzivně kladou velké množství vajíček v červenci a srpnu a z vajíček se v průběhu léta dále vyvíjejí larvy, které se postupně vyvinou až v dospělé. Pohlaví je jednoduše dáno oplozením či neoplozením vajíčka, pokud bylo vajíčko oplozeno, vyvine se samička, pokud ne vyvine se sameček (Hölldobler et Wilson, 1997). Během srpna dochází z největší části k vývoji plodů v nové dělnice.

Z počátku zimy se v mraveništi nachází ještě mnoho larev, které do následujícího jara nerostou a mají větší hmotnost. Důvodem je že se tyto larvy právě nacházejí v diapauze. U těchto větších larev je pravděpodobné, že se z nich později vyvinou okřídlené, a hlavně rozmnožování schopné samičky. Rozmnožování schopní jedinci zůstávají v hnízdě, až do období mezi polovinou srpna a polovinou září kdy se vyrojí na svůj svatební let (Elmes et Thomas, 1991).

Teorie podle Thomase et al (1989) uvádí, že každý druh motýla z rodu *Phengaris* má svého primárního hostitele z rodu *Myrmica*. Druh mravence *Myrmica rubra* hostí primárně modráška bahenního (Tartally et Varga, 2005). Ale např. v Polsku byl tento druh objeven i v mraveništech mravenců *M. ruginodis* (Witek et al., 2008).

U modráška očkovaného je nejtypičtějším hostitelem druh *Myrmica scabrinodis* (Thomas et al., 1989, Elmes et Thomas, 1992).

Pech et al. (2007) testovali podrobněji specializace modrášků na jednotlivé druhy mravenců a stanovili dvě hypotézy.

První hypotéza se jasně přiklání ke studii provedené Thomasem et al (1989), že jednotlivé druhy rodu *Phengaris* využívají pouze jediného primárního hostitele.

Druhá hypotéza se zakládá na možné existenci mírné populační hladiny, kterou můžeme vysvětlit tak, že počet možných mravenčích hostitelů určitého motýlího druh bude mít tendenci se navyšovat s počtem zkoumaných mravenčích druhů.

Z výzkumů Witek et al. (2008) jasně vyplývá, že konkrétně *Phengaris teleius* nevykazuje striktní závislost na primárním hostiteli.

Tento fakt dále podporuje výsledek Tartally et Varga (2005), kteří uvádějí, že larvy modráška očkovaného využívají ke svému vývoji taktéž mravence *Myrmica rubra*.

Jejich práce obsahuje informace o nálezu mraveniště *M. rubra*, ve kterém bylo společně s larvami *P. nausithous*, nalezeno také osm larev *P. teleius*.

Witek et al. (2010) dále uvádějí, že housenky *Phengaris teleius* mohou přežívat až ve čtyřech koloniích druhů *Myrmica* a to: *M. scabrinodis*, *M. rubra*, *M. ruginodis* a *M. rugulosa*. Ze shrnutí výše uvedených prací vyplývá, že ve studovaných populacích je *Phengaris teleius* méně specializovaný, než se původně předpokládalo.

Myrmica rubra žije typicky na vlhkých loukách a vyhledává spíše chladnějších stanovišťích. Kolonie *M. rubra* jsou vícečetné, v mraveništi se může vyskytovat 1 královna s 25 dělnicemi až po 600 královen s 8000 dělnicemi, což dokazuje vysokou proměnlivost. Nejobvyklejší počet královen v jednom hnízdě je v rozmezí 1–60 královen a několik stovek až 2500 dělnic. Jedná se o velmi útočný druh, kdy dělnice vyhodnocují situace velice agresivně a okamžitě bodají. Přirozeným místem výskytu je hlavně oblast eurosibiře (Sadil, 1955).

Biotop těchto mravenců je velice rozmanitý, může se rozpínat od bažiny přes močály a mýtiny v lese až po jakékoliv běžné zatravněné plochy (Elmes et Thomas, 1991).

Myrmica ruginodis je řazena mezi lesní druhy, ale je možné je nalézt taktéž v močálech nebo mokřinách a severních svazích hor. Staví mraveniště, která nalezneme v trsech trávy a rákosí.

Myrmica rugulosa (Nylander, 1849) je rozšířen zejména v suchém, značně písčovitém a teplém zatravněném prostředí (Elmes et Thomas, 1991).

Pro co nejpřesnější odhad počtu mravenčích dělnic v mraveništi existuje nedestruktivní metoda založená na principu odstranění dělnic z hnízda. Při této metodě nebyl pozorován pokles přežití u zkoumaných mravenčích kolonií na rozdíl od metod jako jsou třeba kontrolní hnízda. Tato metoda spočívá v zapíchnutí špičky přímo do hnízda, po které mají dělnice tendenci vylézat a je možné je jednotlivě počítat (Skórka et al., 2006).



Obrázek 6 *Myrmica rubra* (zdroj: www.discoverlife.org)

3.2.3 Kukla

Toto stádium můžeme považovat ve vývoji motýl za nejohroženější, protože nedisponuje možností pohybu a má pouze pasivní obrané mechanismy, jako je například ochranné zbarvení (Landman, 1999).

Samotné kuklení následuje po čtvrtém svlékání housenky, kdy se vytváří měkká kutikula kukly, která při kontaktu se vzduchem postupně mění své vlastnosti a tuhne (Hofmannová et Marktanner, 1996).

Uvnitř kukly dochází k výrazným anatomickým přeměnám, kdy zakuklená housenka přeměňuje svůj tvar do beztvare živoucí hmoty, ze které se pomalu v okolí zárodečného terčiku začíná vyvíjet imágo (Novák et Pokorný, 2003). Za nejdůležitější útvar na kukle je možné pokládat tzv. kremaster, kterému dal vzniknout přeměnou poslední zadečkový článek. Tento specifický útvar slouží kukle k zaklesnutí a připevnění se k podkladu. Z toho vyplývá že omezený pohyb při vývoji mají pouze zadečkové články (Novák et Pokorný, 2003).

Fáze přeměny je různě dlouhá a závisí hlavně na druhu motýla ale například také na povětrnostních podmínkách. Samotné kuklení u rodu *Phengaris* probíhá na jaře (Elmes et Thomas, 1991).

Podle Beneše et al. (2002) se housenky kuklí přímo v hnízdech svých hostitelských mravenců. Kukly obou druhů motýlů jsou téměř k nerozeznání, obě jsou tlusté, krátké s matnou a poměrně silnou kutikulou (Śliwińska et al., 2006).

Stádium kukly může trvat několik dnů až mnoho let. Zato samotné líhnutí je otázkou několika minut. Líhnutí probíhá opodstatněně v ranních hodinách. Většinou v rozmezí mezi 6–9 hodinou, kdy mravenci ještě nejsou natolik aktivní. Po pár vteřinách či v řádu několika málo minut opouští motýl v mraveništi svoji kuklu a během chvilky se musí dostat na povrch (Elmes et Thomas, 1991).

Elfferich (1998) provedl studii o vibracích u housenek, kukel i dospělých jedinců. Tyto vibrace mají zřejmě vliv na zklidnění agresivity mravenců ve chvíli, kdy se motýl vylíhne a je tedy vystaven bezprostřednímu ohrožení.

S ohledem na to, že tato vibrace byla pozorována pouze u modrásků, dochází k teoriím, že by mohla sloužit i jako komunikační prostředek mezi oběma druhy.

Motýl musí velice brzy po vykuklení vhnět do křídelních žilek hemolymfu, to způsobí narovnávání záhybů, prodlužování a následné zatvrdnutí křídel. Po definitivním uschnutí a zatvrdnutí křídel je hemolymfa opět vypumpována zpět do těla (Landman, 1999).

3.2.4 Imago

Imago je označení pro pohlavně dospělého jedince, který je schopen rozmnožovat se (Kovařík et al., 2000). Jedná se o nejaktivnější fázi ve vývojovém cyklu motýla. Dospělci létají nejčastěji od konce června do poloviny srpna, ale záleží též na počasí (Beneš et al., 2002). Za rok vznikne pouze jedna nová generace modrásků *Phengaris* (Landman, 1999).

Novák et Severa (2002) uvádějí, že dospělci mají kromě rozmnožovací funkce také za úkol vyhledávání nových vhodných teritorií, která jsou důležitá k přežití druhu. Imaga motýlů *Phengaris nausithous* a *Phengaris teleius* jsou krátkověká. Průměrná délka jejich životů je okolo pouhých 2–3 dnů (Beneš et al., 2002). Avšak v laboratorních podmínkách je možné jejich životnost prodloužit až na 6 dnů (Nowicki et al., 2005a).

Charakteristická, pro dospělá stádia obou druhů, je také protandrie, která se popisuje jako posun letového vrcholu ve prospěch samčího pohlaví. Což znamená, že líhnutí samců nastává o několik dní až týdnů dříve než u samic.

Populace modrásků je spíše usedlejší s nízkou schopností se významně rozptýlit do okolí. V porovnání jsou však migrační schopnosti *Phengaris nausithous* vyšší než u *Phengaris teleius*. Vrabec et al. (2008) dokazují, že u modráška bahenního je počet přeletů úměrný k celkové velikosti populace. U modráška očkovaného je disperze (rozptýlení = přelety) v krajině ovlivňována především možnostmi průletových koridorů, zatímco u modráška bahenního nejsou tyto koridory zapotřebí (Johst et al., 2006).

Bonelli et al. (2013) ve své práci zdůrazňují, že při plánování reintrodukce druhu, je velmi důležité vyřešit propojení vhodných stanovišť, právě pomocí již zmíněných koridorů.

3.3 Populační ekologie: procesy v rámci populace

Jako všechny živé organismy se i motýli nevyskytují v přírodě v populacích izolovaně. Populace můžeme obecně definovat jako skupiny jedinců určitého druhu, jež jsou do jisté míry oddělené od jiných takových skupin.

V populační ekologie je každá populace charakterizována počtem jedinců a dále čtyřmi parametry: mortalitou čili úmrtností, natalitou čili porodností, emigrací z populace a imigrací do populace. A protože samostatný izolovaný jedinec z hlediska přírodních procesů pro druh nic neznamená (nemůže se dále rozmnožit), jsou právě populace základními jednotkami výzkumu.

S ohledem na druhovou různorodost je důležité si uvědomit skutečnost, že existují druhy se kterými se setkává prakticky kdekoli, avšak často jen v malém počtu jedinců, zato jiné druhy se vyskytují jen na specifických, přesně definovaných místech, kde ovšem tvoří velmi početné kolonie. Každý druh je charakteristický nějakým typem uspořádání populací. Některé druhy jsou charakterizovány velkou mobilitou a malou věrností biotopu, jiné jsou minimálně pohyblivé a svým biotopům víceméně věrné. Díky těmto poznatkům, byly již v 70. letech 20. století (Ehrlich a Brussard, 1970) populace motýlů rozděleny na 3 základní typy (Warren, 1992):

1. **Populace uzavřené** (sedentární) se vyznačují minimálními přelety jedinců mezi koloniemi. Většina motýlů v této populaci obývá po celý život dobře definované území, které má stanovitelné hranice. Typická je velká koncentrace jedinců na relativně malé ploše a obývané území obsahuje všechny zdroje pro larvální vývoj i život dospělců. Příklady takových druhů jsou v našich podmínkách oba modrásci, o kterých pojednává tato bakalářská práce. Dále také okáč stříbrooký (*Coenonympha tullia*), okáč šedohnědý (*Hyponephele lycaon*) nebo modrásek hořcový (*Phengaris alcon*).
2. **Populace otevřené** (mobilní) jsou charakteristické výraznou pohyblivostí jedinců, kteří využívají rozsáhlé domovské okrsky. Časté jsou situace, kdy jedinci přelétávají mezi místy, na kterých mohou najít různé typy zdrojů. Například mezi plochami se zdrojem nektaru a plochami s vhodnými živnými rostliny pro larvy, nebo mezi místy, kde tráví den a nocovišti. Většinou nelze jednoznačně vymezit území, které konkrétní populace obývá, ani nelze vytýčit hranice mezi jednotlivými koloniemi. Příklady takových druhů jsou žluťásek řešetlákový (*Gonepteryx rhamni*), bělásek řeřichový (*Anthocharis cardamines*), batolec duhový (*Apatura iris*) nebo okáč voňavkový (*Brintesia circe*).
3. Extrémním příkladem otevřené populace pak můžeme popsat **Populaci migrujících druhů**, jejichž jedinci mají schopnost se cíleně pohybovat přes rozsáhlá území. Následné generace se díky tomu mohou vyvíjet na místech která jsou od sebe vzdálená i stovky až tisíce kilometrů, velmi vzácně může docházet až k migracím mezi kontinenty. Příkladem jsou bělásek zelný (*Pieris brassicae*), žluťásek čilimníkový (*Colias crocea*), babočka bodláková (*Vanessa cardui*), babočka admirál (*Vanessa atalanta*) nebo modrásek cizokrajný (*Lampides boeticus*)

Toto dělení populací je značně zjednodušené, populační struktura jednotlivých druhů je ve skutečnosti výsledkem působení celé řady různých faktorů, které se mohou lišit i v závislosti na jednotlivých lokalitách. Konkrétně se na rozložení motýlů v krajině podílí zejména samotná biologie druhu, ale také klimatické faktory nebo historie lidského hospodaření atd. (Beneš et al., 2002).

3.3.1 Dispersalita

Jako dispersalitu označujeme míru migrace jedinců mezi populacemi. Ta je pochopitelně tím větší, čím je populace otevřenější, z toho vyplývá, že největší dispersalitou se vyznačují druhy, které migrují. Zejména z hlediska ekologie a ochrany motýlů můžeme hovořit o jednom z nejdůležitějších parametrů, který by nás měl zajímat. Především jde o jev značně nesamozřejmý.

Ehrlich (1984), napsal, že by měl "první zákon mobility" všem ekologicky specializovaným živočichům přikazovat, aby se z rodné lokality vzdalovali, pokud možno co nejméně. Vlastní zkušenost, že na konkrétním místě prodělali svůj vývoj a přežili, svědčí o tom, že se jedná o lukrativní lokalitu vhodnou k životu. Přesto jsou pohyby mezi lokalitami běžné, a zvláště u migrantů, jsou obrovské. Situace, kdy je pro jedince výhodnější opustit rodný biotop, mohou nastat z mnoha důvodů. Běžným případem je výrazné zhoršení podmínek na domovské lokalitě, například nedostatek živných rostlin (Weiss et al. 1988). Dalším celkem často zmiňovaným důvodem je prosté rozložení rizika, kdy oplodněná samice naklade část snůšky tam, kde se vykuklila a poté opouští rodné stanoviště, aby pro zbytek svého potomstva zajistila jiné a možná dokonce vhodnější místo pro život, a tak se i pojistí pro případ katastrofy na některém z nich. Takovou situaci popsal v souvislosti s modrásky Kassai (2000) u modrásky Rebelova (*Phengaris alcon rebeli*).

Migrující jedinci jsou nezbytní i z hlediska populační genetiky. Udává se, že u málo početné populace stačí, aby byla obohacena geny jediného imigranta za generaci, a již se v ní neprojeví vlivy příbuzenské plemenitby ani genetického driftu. Důvodem ohrožení některých motýlích populací je právě jejich uzavřenost, protože nedochází k prosté výměně motýlích jedinců, a tedy ani genetického materiálu.

Je to v současné krajině stále častější jev, který souvisí se dvěma vzájemně provázanými a člověkem podmíněnými procesy: fragmentací biotopů, to znamená postupné členění na menší a menší kousky, a následně úplnou izolací jednotlivých kolonií. Tímto způsobem jsou nejvíce ohrožené malé populace, které přežívají ve zbytcích stále izolovanějších dříve rozsáhlých a propojených biotopů a tím jsou vystaveny značně vyššímu riziku vymření, vlivem stochastických (náhodných) i deterministických (předvídatelných) faktorů (Beneš et al., 2002).

Je známo, že většina druhů denních motýlů potřebuje ke svému přežití strukturované a heterogenní biotopy. Mnohé druhy navíc také byly nebo stále jsou přizpůsobeny, ke stopování nových vhodných stanovišť v mozaice dynamicky zanikajících a nově vznikajících plošek s rozmanitými kombinacemi ekologických podmínek. Středoevropská kulturní krajina byla od nepaměti fragmentovaná, střídaly se v ní nejrůznější typy stanovišť, které byly rozmístěny relativně "hustě" vedle sebe. Současné zásadní změny ve využívání krajiny, vrcholící přechodem na intenzivní hospodaření v našich lesích a takzvanou kolektivizací zemědělství v nelesní krajině, však tuto dříve hustou a tolik potřebnou mozaiku rozbily. Tradiční biotopové členění, jež umožňovalo koexistenci řadě typů stanovišť a zvířecích druhů na relativně malých plochách, bylo nahrazeno rozsáhlými homogenními plochami uniformních produkčních lesů nebo intenzivně obhospodařovaných agrocenóz. Poslední zbytky tradiční krajiny přestaly poskytovat dostatečný prostor pro dynamicky se měnící vegetaci a tím omezily fungování populací biotopových "stopařů" a tedy i migrace mezi populacemi. (Hodgson et al., 2009)

Proto jsou poznatky o dispersalitě zásadní, uvažujeme-li o ochraně motýlů v širších prostorových a časových horizontech. Jelikož je míra dispersality vždy poměrnou veličinou (vyjadřuje se nejčastěji procentem jedinců, kteří překonali určitou vzdálenost), jsou údaje o dispersalitě neoddelitelné od údajů o velikosti populací, a tak bývají zjišťovány a analyzovány společně.

Pokud víme velikost populace a známe míru disperzality je možné zjistit nakolik je zkoumaná kolonie či populace izolovaná od jiných populací téhož druhu a jaká je pravděpodobnost, že dispergující jedinci dosáhnou jiné populace. Takováto informace nás zajímá zejména u druhů vázaných na stanoviště podléhající sukcesním změnám. Avšak měření pohyblivosti jedinců, a zvláště zjišťování přeletů na delší vzdálenosti, je v terénní ekologii jedním z nejnáročnějších úkolů. V podstatě jedinou možnou metodou jsou zpětné odchyty značených jedinců (tato metoda se používá hlavně pro zjišťování velikosti populací). Touto metodou však nejsme schopni zachytit jedince, kteří odletí za hranici území, které sledujeme, a právě tito jedinci nás ale zajímají nejvíc. Proto je nutné vedle přímého určování mobility uplatňovat, hlavně pokud je naším cílem konstruovat matematické modely pro předpověď chování populací, i jednoduché funkce převzaté z matematiky, které nám umožní "dopočítat" mobilitu na větší vzdálenosti (Beneš et al., 2002).

V souvislosti s dispersalitou je ještě nutné zmínit dva pojmy: koridory a takzvané nášlapné kameny. Opakovaně se totiž potvrdilo, že míra dispersality různých druhů není závislá jen na vzdálenosti mezi biotopy, ale výrazný vliv má i charakter území mezi nimi. Z toho vyplývá, že lesní druhy snáze migrují přes zalesněná území a odlesněné plochy pro ně budou představovat bariéru. Naopak u druhů žijících v bezlesých biotopech nebo lesních světlinách bude situace naprosto opačná.

Ries et Debinski (2001) tvrdí, že na existenci koridorů (různě širokých lesních průseků) reagují různé druhy motýlů různými způsoby. Mnoho druhů je skutečně využívalo k přeletům mezi pasekami, pro jiné (zvláště menší druhy) se staly průseky plnohodnotnými biotopy. Kdežto například otakárci nebo velké babočky mohli koridory ignorovat, jelikož lesní bariéru bez problémů překonali přeletem nad korunami stromů, a tak na ně přítomnost průseků neměla pozitivní ani negativní vliv. U druhů bezlesých biotopů stepního charakteru se jako vhodné koridory uplatňují i železniční násypy, zářezy a násypy silnic, hráze vodních regulací a obdobná místa, jež by měla být zejména v zájmu ochrany motýlů udržována v nezalesněném stavu (Forman a Alexander, 1998).

V každém případě z citovaných prací vyplývá, že kdykoli se hovoří o koridorech, mělo by být předem jasné, pro které cílové druhy mají tyto koridory sloužit, aby bylo možné zvolit vhodnou variantu, vyplývající z potřeb budoucích uživatelů. Neujasněnost, ve využití konkrétních koridorů, je v případě ochrany motýlů zvláště kritická. Velká část takzvaných "biokoridorů" které byly projektovány v rámci českých projektů "Územních systémů ekologické stability" totiž měla sloužit v první řadě lesním organismům, jež v našich podmínkách většinou nepovažujeme za ohrožené. Tento fakt pak snižuje jejich podstatu, a naopak může pro jiné druhy, pro které by byla ochrana opodstatněnější, tvořit les bariéru jejich šíření.

Jako nášlapné kameny (stepping stones) se v ekologické literatuře uvádějí prostorově malé plochy biotopů, které často nejsou vhodné k trvalému hoštění populace, ale které jsou nezbytné nejen během vlastní disperze jedinců, ale také pro krátkodobé přežívání menších populací, které

mohou geneticky propojovat populace od sebe značně vzdálené, u nichž by hrozilo že se bez nášlapných kamenů ocitnou v izolaci. Jako o nášlapných kamenech můžeme hovořit o mnoha velmi různorodých biotopech, všechny drobné stepi v polích, mokřadní loučky v oblastech s převážně odvodněnou krajinou, různorodé lemy lesů, štěrkové svahy v zářezích silnic, drobné nefunkční lomy, pískovny a podobná stanoviště. Tato místa běžně nehostí mnoho motýlů, a většinou je ani neobývá žádná konkrétní populace. Jejich ochrana je však prospěšná pro ochranu motýlích populací, protože zřejmě zásadně usnadňují přežívání druhů v celé krajině (Beneš et al., 2002).

4 Metodika

Známým stanovištěm, kde se udržují populace obou cílových druhů modrásků (*Phengaris teleius* a *P. nausithous*) je okolí Přelouče, nicméně v souvislosti s projektem splavnění koryta Labe a navrženým technickým řešením jsou některá jejich stanoviště ohrožena zánikem (Vrabec et al., 2005). V této souvislosti jsou jejich populace s přestávkami monitorovány a studovány od roku 2002. Studie probíhá formou zpětných odchytů značených jedinců (zásadní studie s mezinárodním dopadem jsou Bonelli et al., 2013, Nowicki et Vrabec, 2011, Nowicki et al., 2014, Vrabec et al., 2017, Witek et al., 2008). V rámci těchto studií je věnována pozornost i širšímu okolí uvedeného území. V této bakalářské práci se věnuji konkrétním lokalitám v oblasti Labišťat a Semína, kde jsem se v letech 2017 a 2018 zúčastnila sběru dat. Data k vyhodnocení ostatních sezón jsem získala od vedoucího mé bakalářské práce.

4.1 Zkoumané lokality

Labišťata se nacházejí severozápadně od Přelouče. Jedná se o komplex luk a lesních porostů v místech bývalých slepých ramen řeky Labe. Část luk zde je obhospodařována soukromými majiteli, část je již delší dobu ponechána ladem a je ohrožena ruderalizací a zárustem náletovými dřevinami. Na pravém břehu Labe na Labišťata navazuje několik dalších biotopů více či méně vhodných pro modrásky *Phengaris* v okolí Sopřečského potoka, rybníka Tomášek a obce Semín. Níže uvádím základní informace o studovaných plochách:

Plocha číslo 1

Vlastníkem tohoto území je město Přelouč.

Velikost plochy je 1148 m².

GPS souřadnice 50° 02'35.802"N, 15° 32' 37.190"E.

Plocha číslo 2

Jedná se o soukromý pozemek.

Velikost plochy je 5426 m².

GPS souřadnice 50° 02'37.674"N, 15° 23' 41.555"E.

Plocha číslo 3

Vlastníkem tohoto území je město Přelouč.

Velikost plochy je 2125 m².

GPS souřadnice 50° 02'37.674"N, 15° 23' 41.555"E.

Plocha číslo 4

Jedná se o státní pozemek.

Velikost plochy je 2810 m².

GPS souřadnice 50° 02'40.527"N, 15° 32' 43.602"E.

Plocha číslo 5

Jedná se o soukromý pozemek.

Velikost plochy je 1638 m².

GPS souřadnice 50° 02'39.956"N, 15° 32' 45.707"E.

Plocha číslo 6

Jedná se o soukromý pozemek.

Velikost plochy je 1728 m².

GPS souřadnice 50° 02'40.204"N, 15° 32' 40.994"E.

Stručný popis lokalit 1-6: Komplex lučních segmentů patřících více vlastníkům se nachází severozápadně od města Přelouč. Ze severozápadu navazuje lužní porost, z jihovýchodu polní kultury. Vegetace je heterogenní, s dominancí druhů srha říznačka, ovsík vyvýšený a kakost luční. Louky jsou extenzivně udržované, kosené po částech (v roce 2018 nesečené meze a plošky mezi stromy a větší deprese u okraje lesa). Krvavec toten zde roste v počtu jednotlivých rostlin, místy hojně, a to především v severní části, která je snížena a vlhčí (pozůstatek původního ramene Labe) a dále blíže k okraji lesa na západě, jinak pouze jednotlivé rostliny v ploše luk.

Plocha číslo 7

Jedná se o soukromý pozemek.

Velikost plochy je 39 600 m².

GPS souřadnice 50°2'47.140"N, 15°32'38.238"E

Stručný popis lokality: Rozlehlá louka se nachází severozápadně od města Přelouč v dosahu Labe. Ze severu, západu a jihu je louka obklopena stromy a lužními porosty. Na východní straně se nachází polní kultury. Vegetace na lokalitě má heterogenní charakter, místy je dominantní ovsík vyvýšený, jinde kopřivy. V jihovýchodní části jsou suché terénní deprese, které jsou hluboké a plošné rozsáhlé (pozůstatek původního ramene Labe). Louka není udržována, nachází se zde vysoký podíl stařiny i nálet křovin. Krvavec toten byl zaznamenán jen v jihovýchodní a východní části lokality, která je snížena a vlhčí. Lokální pokryvnost krvavce ve východní části dosahovala cca 5 % pokryvnosti (jednotlivé rostliny).

Plocha číslo 8

Jedná se o soukromý pozemek.

Velikost plochy je 14189 m².

GPS souřadnice 50°2'47.106"N, 15°32'22.378"E

Plocha číslo 9

Vlastníkem tohoto území je město Přelouč.

Velikost plochy je 9239 m².

GPS souřadnice 50° 02'47.108"N, 15° 32' 18.013"E.

Stručný popis lokalit 8 a 9: Rozlehlé a značně ruderalizované louky se nacházejí severozápadně od města Přelouč v dosahu řeky Labe. Louky jsou odděleny linií dřevinné vegetace a jsou ze všech stran ohraničeny stromy. Nacházejí se v komplexu lučních a lužních porostů, které dříve tvořily slepé rameno Labe a jeho porosty. Tyto nivní louky jsou dlouhodobě neudržovány, zarůstají travinobylinnou vegetací s vysokou vrstvou stařiny, částečně i keři. V travinobylinné vegetaci dominuje srha říznačka, kopřivy a kakost luční, místy bodláky. Krvavec toten zde byl zaznamenán velmi vzácně v počtu jednotlivých rostlin (pokryvnost do cca 1 % plochy).

Plocha číslo 10

Jedná se o částečně státní a částečně soukromý pozemek.

Velikost plochy je 111 402 m².

GPS souřadnice 50°03.211'N, 15°32.208'E

Stručný popis lokality: Zatravněný pás podél Sopřečského potoka, východně, jihovýchodně až jižně od Semína. Zčásti patrně příležitostně sečeno, ale seč je čím dál

více zanedbávána a travní porost ruderalizuje a zarůstá kopřivou, v roce 2018 nesečeno vůbec. Krvavec jednotlivě, ale 2018 výrazně častěji než v letech 2016 a 2017 a nakvetlý. Stanoviště v minulosti zcela jistě fungovalo jako jedna ze stabilně kolonizovaných plošek, dnes zde stabilní kolonie motýlů patrně není a ti sem s největší pravděpodobností zaletují z Labišťat, ačkoliv v roce 2018 zde jedinců motýlů přibylo. Nicméně místo má potenciál stát se jednou z významných ploch na pravém břehu Labe.

Plocha číslo 11

Vlastníkem tohoto území je Agros Kojice a soukromí vlastníci.
Velikost plochy je 140 186 m².
GPS souřadnice 50°03'5.092"N, 15°31'58.845"E

Stručný popis lokality: Zatravněný porost jižně od rybníka Tomášek a východně od ramene Polábek s místy velmi hojným výskytem krvavce v minulosti, v roce 2018 výhradně nízké a málo nakvetlé jednotlivé rostliny. Pravidelně a dobře udržováno sečí, ale motýli zde prakticky chybí.

Plocha číslo 12

Jedná se o soukromý pozemek.
Velikost plochy je 9923 m².
GPS souřadnice 50°3'9.103"N, 15°31'25.519"E

Stručný popis lokality: Intenzivně sečená louka se nachází jihovýchodně od Semína, mezi bezejmenným tokem a slepým ramenem Labe. Dřeviny obklopují lokalitu ze všech světových stran kromě západní. Louka je pravidelně udržována sečením. V sezóně 2018 byl luční porost posečen v poměrně vhodné dobu, biomasa z lokality odstraněna v severní části louky je ponechán ruderalizující nepokosený pás. Luční vegetace má homogenní charakter, mezi dominantní druhy ve vegetaci patří kakost luční, srha laločnatá, ovsík vyvýšený. Na louce se nachází mírné terénní deprese. V severovýchodním cípu lokality jsou vysazeny smrky, zde při okraji této oplocené plošky byl v roce 2018 za plotem velmi dobře nakvetlý krvavec. Krvavec toten byl v počtu jednotlivých rostlin na lokalitě zaznamenán, místy je výskyt hojný (pokryvnost cca 5–30 % plochy), ale v roce 2018 byly rostliny malé (nízké) a s méně květy (sucho).

Plocha číslo 13

Jedná se o soukromý pozemek.
Velikost plochy je 4435 m².
GPS souřadnice 50°3'9.103"N, 15°31'25.519"E

Stručný popis lokality: Intenzivně sečená louka se nachází jihovýchodně od obce Semín. Východní hranici tvoří břehový porost bezejmenného vodního toku, ze severozápadu navazuje zástavba rodinných domků a pole, jižní hranici tvoří travní porost. Luční porost je pravidelně sečen. Lokalita byla posečena i v sezóně 2018. Okraje lokality mají heterogenní charakter, samotný střed, který je udržovaný je spíše homogenního rázu. Při okrajích dominuje třtina křovištní. Na jižním okraji lokality byl zaznamenán porost invazního druhu křídlatky. Dřevinný porost při východním okraji podél toku tvoří vrby, olše a jasany. Bylinný porost podél potoka vytváří zejména rákos, kopřivy a ostřice. Krvavec toten byl v počtu jednotlivých rostlin na lokalitě zaznamenán, v roce 2018 bylo rostlin méně a jsou méně narašené (sucho).

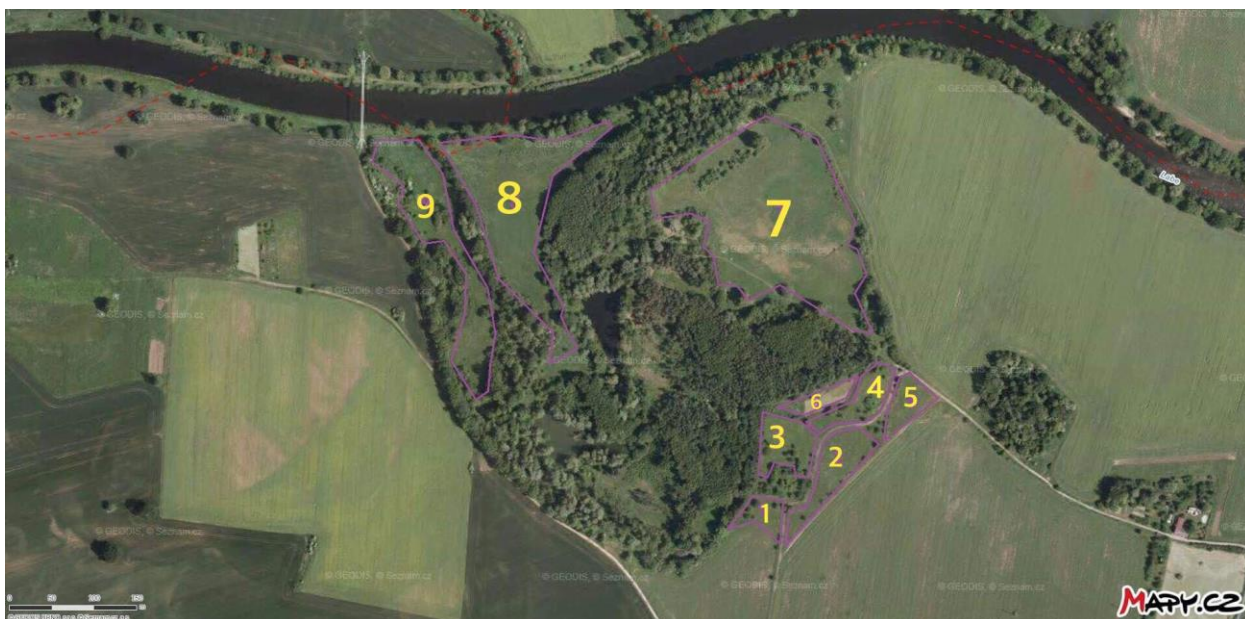
Plocha číslo 14

Jedná se o soukromý pozemek.

Velikost plochy je 20600 m².

GPS souřadnice 50°2'47.603"N, 15°32'22.404"E

Stručný popis lokality: Extenzivně udržována louka se nachází jihovýchodně od obce Semín, v blízkosti rybníka a vodního toku. Lokalita je obklopena menším lesním celkem borovic ze severovýchodu a jednotlivými stromy z jihozápadu. Uprostřed lokality se vyskytují ovocné stromy, zřejmě jako pozůstatek dřívější zahrady či sadu. Z jihozápadní strany je lokalita podmáčená s porostem ostřic a rákosu. Vegetace má homogenní charakter, mezi dominantní druhy patří srha říznačka, ovsík vyvýšený, ostřice a šťovík. Lokalita je udržována extenzivně, vyskytuje se vrstva stařiny. Krvavec toten zde byl v počtu jednotlivých rostlin zaznamenán (pokryvnost cca 5 % plochy).



Obrázek 7 Plochy Labišťat na Přeloučském břehu (levý břeh). (zdroj: vlastní zákres do podkladů z www.mapy.cz)



Obrázek 8 Plochy Labišťat a Semína na semínském břehu (pravý břeh). (zdroj: vlastní zákres do podkladů z www.mapy.cz)

4.2 Způsob sběru dat

Administrativně a legislativně byl výzkum pokryt výjimkou pro výzkum modrásků č.j. 47185/2014/OŽPZ/Si udělenou odborem životního prostředí a zemědělství Krajského úřadu Pardubického kraje.

Modrásci *Phengaris teleius* a *P. nausithous* byli studováni pomocí zpětného odchytu značených jedinců (MMR (mark-release-recapture) metodika viz. Beneš et. al. 2002). Výzkum na výše popsanych lokalitách byl v roce 2018 zahájen 28. 6. a probíhal denně, ukončen byl 11. 8. 2018.

Jedinec motýla byl po odchytení entomologickou sítí fixován pomocí lékařské pinzety bez výrazných výstupků, které by mohly poškodit křídla za přední část sepnutých křídel, šikmo za hlavičkou, co nejbližší k tělu, aby se křídla nemohla nehýbala a nepotrhlala ani při snaze motýla o únik.

Značení motýlů bylo prováděno unikátním číselným kódem, umožňujícím identifikaci jednotlivce, lihovou fixou s průměrem hrotu 0,6 až 1 mm na rubovou stranu levého spodního křídla. A po označení byl motýl opět vypuštěn v místě odchyty.

V odchytovcích záznamech byly sledovány obvyklé parametry: čas záznamu jedince, pohlaví, číslo jedince, stupeň olétanosti, kategorie chování, stupeň oslunění stanoviště, větrnost, číslo monitorované lokality, eventuálně poznámky. Shromážděná data umožnila vyhodnocení všech potřebných parametrů.

Jednotlivé lokality byly procházeny tak, aby byly kontrolovány nejméně 1 x denně s tím, že bylo náhodně měněno pořadí jejich procházení. Snahou bylo provádět kontrolu každé z lokalit po stejný časový úsek, nicméně je jasné, že více času bylo stráveno na lokalitách s větší rozlohou nebo vyšší hustotou motýlů, nicméně ani málo obsazené plochy nebyly opomenuty.

4.3 Zpracování dat

Data byla přepsána do excell umožňující jejich převod do prostředí PC programu. Výpočet statistických parametrů byl proveden dle metody Cormack-Jolly-Seber (viz. Schwarz and Arnason, 1996; Schwarz and Seber, 1999) s využitím programu MARK 8.1 (White and Burnham, 1999) a modifikaci dle Nowicki (2005) svépomocí na Katedře zoologie a rybářství České zemědělské univerzity v Praze.

Pro Plochy v okolí Labišťat - Semína a oba druhy (*Phengaris teleius* i *P. nausithous*) byl v roce 2018 použit model $\phi(.)p(.)$. Jedná se o model, pro který nebyly v letové sezóně zjištěny značné rozdíly v počasí a odchyt byl pravidelný. Model je stálý v čase i ve skupinách a rovněž parametry jsou konstantní v čase a stejné pro obě pohlaví. Na sběru dat a jejich zpracování se v roce 2018 podílely následující osoby: Vrabec Vladimír, Drbohlavová Lucie, Hejlová Barbora, Marek Jan, Potočková Hana, Svobodová Veronika, Šindelářová Lenka.

Pro *P. nausithous* bylo pro Labišťata možné konkrétní výpočet provést u třech Ploch, u ostatních byly hodnoty N total dopočteny odhadem za pomocí vzorce. Přesnější výpočet pro *P. teleius* bylo vzhledem k celkovému počtu zachycených jedinců možno provést pouze pro jedinou Plochu Labišťat, ostatní dopočteno vzorcem jako kvalifikovaný odhad v rozmezí dvoj až trojnásobku zachycených jedinců.

Pro předchozí hodnocené sezóny platí:

2015: Použit byl model $\varphi(\cdot)p(t)$ tj. model se stejným denním přežíváním a pravděpodobností odchytu varíující podle denní doby s pravděpodobností odchytu měnící se v průběhu času, ale stejnou pro pohlaví, a to pro *P. nausithous* i *P. teleius* na Labišťatech a k nim přilehlých plochách na druhém břehu Labe. Na výzkumu se v roce 2015 přímo podíleli nebo jinak spolupracovali Vladimír Vrabec, Nikola Myšková, Nikola Bártů, Hana Potočková, Michaela Nováková, Terezie Bubová. Kontroly stanovišť a značení motýlů probíhaly od 1. 7. do 13. 8. 2015,

2016: Výpočet pro *P. teleius* nebylo možno provést, protože bylo zachyceno jen minimum jedinců motýla. Pro *P. nausithous* byl užít model $\varphi(\cdot)p(\cdot)$. Jedná se o model, se stejnou denní přežitelností a se stejnou pravděpodobností zachycení. Model je konstantní v čase a pro pohlaví. Na sběru dat a jejich zpracování se v roce 2016 podílely následující osoby: Vrabec Vladimír, Terezie Bubová, Nikola Myšková, Hana Potočková, Karolína Rokycanská, Miroslava Stražilová. Výzkum byl zahájen 5. 7. 2016 a byl ukončen 9. 8. 2016.

2017: Pro výpočet odhadu velikosti populace *P. nausithous* na Labišťatech byl užít model $\varphi(\cdot)p(t)$. Jedná se o model, se stejným denním přežíváním a varíující pravděpodobností odchycení, kdy pravděpodobnost odchycení je měnící se v průběhu času, ale stejná pro pohlaví. *P. teleius* byl na Labišťatech nepočitatelný vzhledem k nízkému počtu jedinců. Na sběru dat a jejich zpracování se v roce 2017 podílely následující osoby: Vrabec Vladimír, Bubová Terezie, Drbohlavová Lucie, Knetlová Irena, Kolečka Daniel, Trägnerová Jana, Schenková Jana a Širotek Jan. Značení motýlů probíhalo od 2. 7. 2017 do 8. 8. 2017

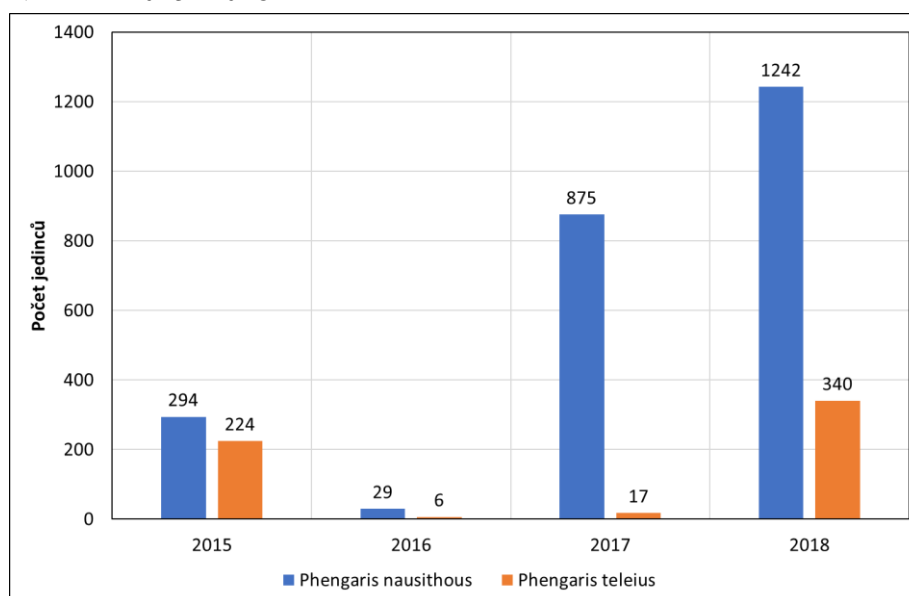
Ze zpracovaných dat jsem dále vytvořila grafy, které představují hlavní výsledek mé práce v kapitole níže.

5 Výsledky

5.1 Hodnotící grafy

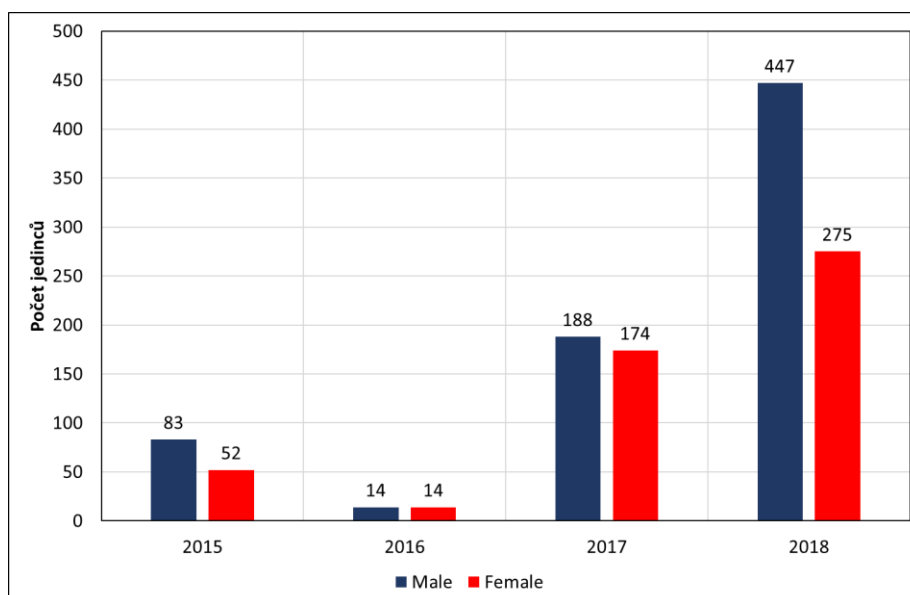
Graf 1 ukazuje celkové počty jedinců konkrétních druhů za sledované období. Z grafu je patrné že v každém roce byl početnějším druhem *Phengaris nausithous*. V roce 2016 byly získány nejnižší hodnoty. Hodnot v jednotlivých letech nejsou rovnoměrné sledujeme výrazný výkyv.

Graf 1: Vypočtený odhad celkového počtu jedinců motýlů rodu *Phengaris* na Labišťatech u Přelouče v letech 2015–2018



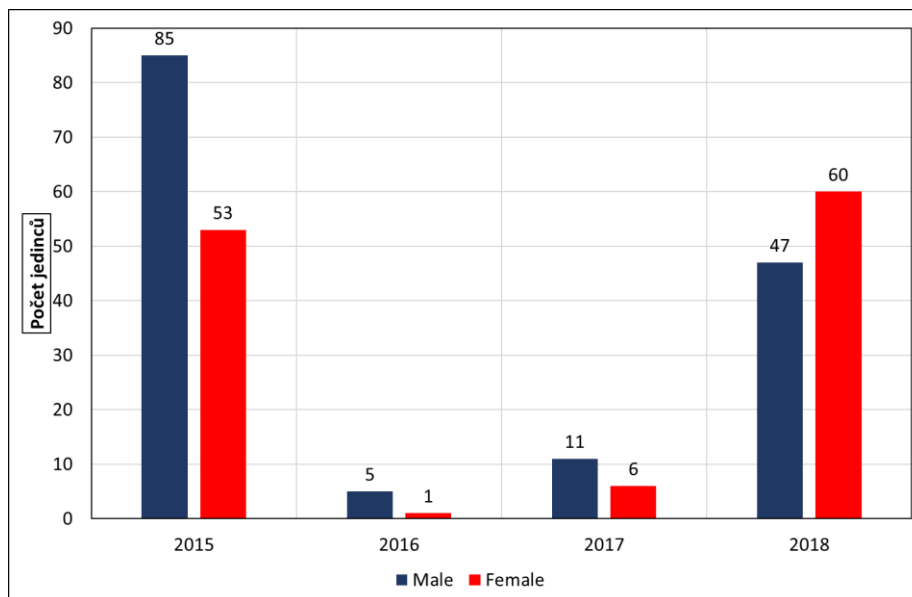
Z grafu 2 vyplývá, že kromě roku 2016 převažují v případě druhu *Phengaris nausithous* na sledované lokalitě samci. V roce 2018 bylo samců dokonce téměř jednou tolik. V roce 2016 byl poměr odchycených jedinců 1:1.

Graf 2: Poměr pohlaví skutečně zachycených jedinců *Phengaris nausithous* na Labišťatech u Přelouče v letech 2015–2018



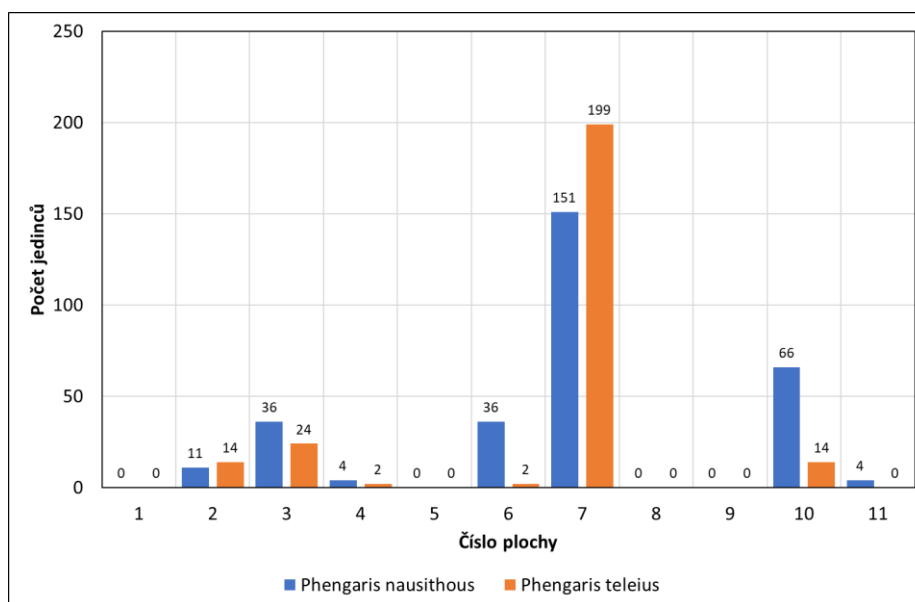
Graf 3 znázorňuje sesbíraná data o *Phengaris teleius* ve studovaném období, ze kterých vyplývá, že v roce 2015 dominovali na sledovaném území samci, zato v roce 2018 byl stav opačný a převažovaly samice. Ve zbylém zkoumaném období také dominují samci, avšak množství zachycených jedinců bylo výrazně nižší.

Graf 3: Poměr pohlaví skutečně zachycených jedinců *Phengaris teleius* na Labišťatech u Přelouče v letech 2015–2018



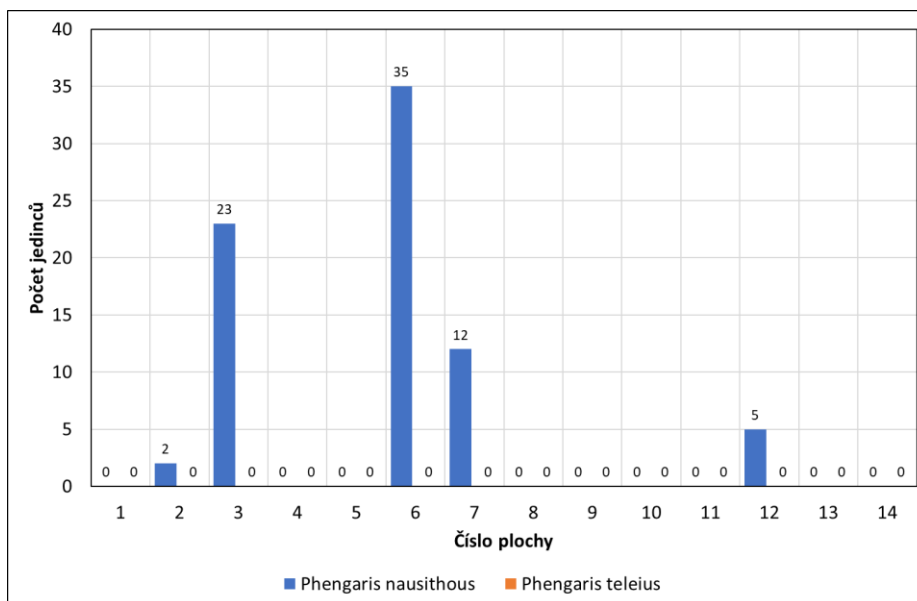
Graf 4 ukazuje výpočtem odhadnuté počty motýlů pro jednotlivé zkoumané plochy v okolí Labišťat a Semína za rok 2015. V grafu 4 chybí plochy 12–14, které začaly být sledovány až v pozdějších letech. Nejvyšší výskyt motýlů je zaznamenán na ploše číslo 7, kde převažují jedinci druhu *Phengaris teleius*. Na plochách číslo 3, 6 a 10 je naopak vyšší výskyt druhu *Phengaris nausithous*. Na plochách číslo 1, 5, 8, a 9 nebyl zaznamenán žádný jedinec námi sledovaných druhů.

Graf 4: Výpočtem odhadovaná početnost jedinců motýlů rodu *Phengaris* na jednotlivých plochách v okolí Labišťat a Semína v roce 2015



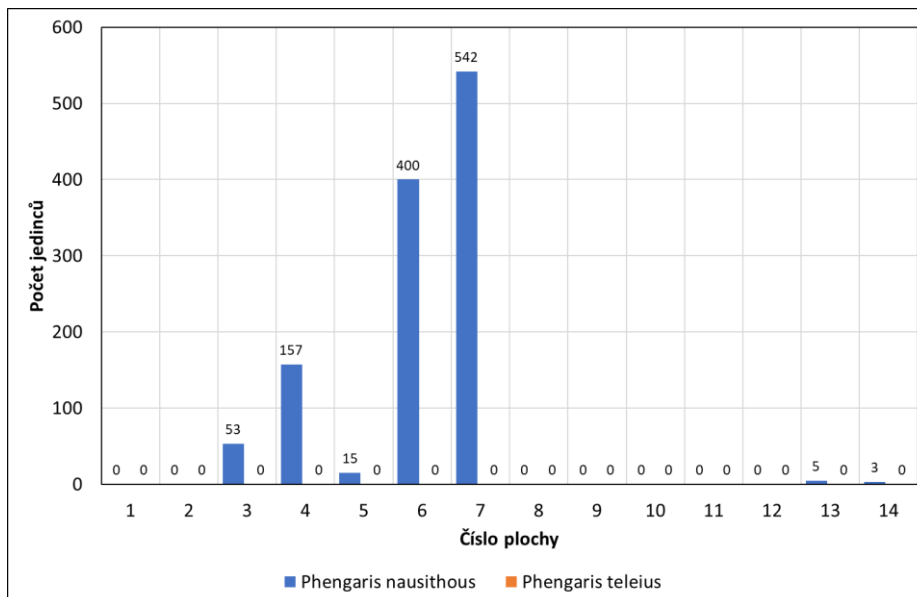
Graf 5 ukazuje výpočtem odhadnuté počty motýlů *Phengaris nausithous* pro jednotlivé zkoumané plochy v okolí Labišťat a Semína za rok 2016. Neobsahuje údaje o početnosti pro druh *Phengaris teleius*, protože rosten byl v roce 2016 nepočítatelný. Z grafu však vyplývá, že druh *Phengaris nausithous* se dominantně vyskytoval na ploše 6, dále byly obsazené plochy 2, 3, 7, 12.

Graf 5: Výpočtem odhadovaná početnost jedinců motýlů druhu *Phengaris nausithous* na jednotlivých plochách v okolí Labišťat a Semína v roce 2016



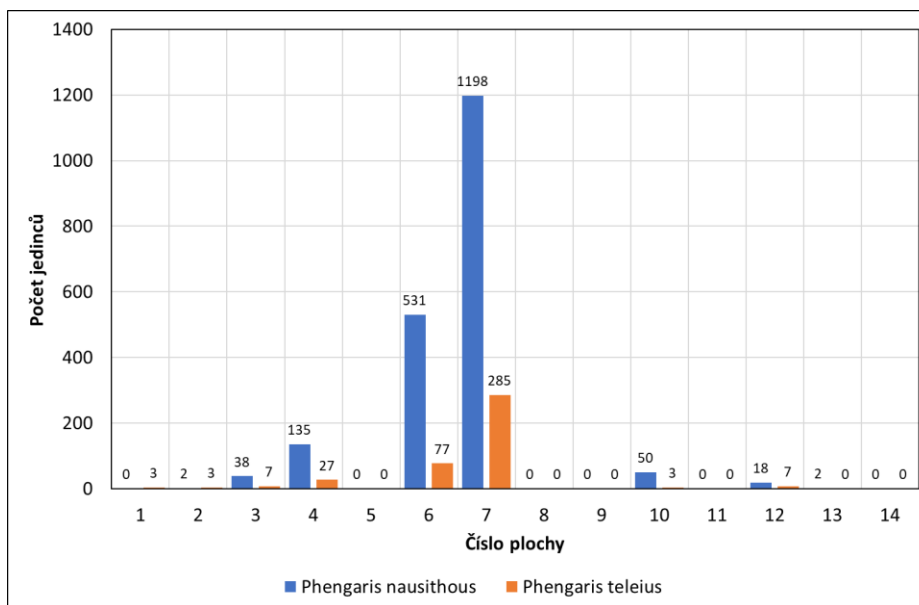
Graf 6 ukazuje výpočtem odhadnuté počty motýlů *Phengaris nausithous* pro jednotlivé zkoumané plochy v okolí Labišťat a Semína za rok 2017. Stejně jako předchozí graf ani Graf 6 neobsahuje data s odhadem početnosti pro druh *Phengaris teleius*, protože ani v roce 2017 je nebylo možné získat výpočtem. V grafu však můžeme sledovat nárůst počtu jedinců *Phengaris nausithous*, který se rapidně zvýšil oproti předchozím sledovaným obdobím.

Graf 6: Výpočtem odhadovaná početnost jedinců motýlů druhu *Phengaris nausithous* na jednotlivých plochách v okolí Labišťat a Semína v roce 2017



Graf 7 je kompletní. Obsahuje všech 14 ploch a zaznamenává oba zkoumané druhy. Nevyšší výskyt obou druhů vidíme na ploše 7, dále stojí za zmínku plocha 6. Plochy 5, 8, 9, 11 a 14 s nulovým počtem zachycených jedinců jsou zanedbatelné.

Graf 7: Výpočtem odhadovaná početnost jedinců motýlů rodu *Phengaris* na jednotlivých plochách v okolí Labišťat a Semína v roce 2018



5.2 Migrační parametry studovaných populací motýlů

Údaje o skutečně zaznamenaných přeletech obou druhů mezi jednotlivými břehy řeky Labe jsou demonstrovány v následujících tabulkách.

Tabulka 1: Skutečně zaznamenané migrace motýlů *P. telex* mezi ploškami vymezenými pro studium na Labišťatech v roce 2015.

odkud / kam	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1											
2			1	1			1				
3		1				1	1				
4											
5											
6		1									
7		4	3							1	
8											
9											
10							2				
11											

Tabulka 1 ukazuje, že nejvíce zaznamenaných emigrací bylo z plochy 7 a imigrací ze všech ploch na plochu 2. Významná je zejména imigrace z plochy 7 na plochu 10 která se vyskytuje na druhé straně řeky u obce Semín. Dohromady bylo zjištěno 17 přeletů, z toho 3 mezi oběma břehy řeky.

Tabulka 2: Skutečně zaznamenané migrace motýlů *P. nausithous* mezi ploškami vymezenými pro studium na Labišťatech v roce 2015.

odkud / kam	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1											
2			1			1					
3		2		1		4	6				
4		1	1								
5											
6		1	4				3				
7		1	1			5				1	
8											
9											
10						1					
11							2				

Tabulka 2 obsahuje záznamy o 36 přeletech nejčastěji z plochy 3, naopak nejvyhledávanějšími ploškami dle záznamů byly plochy 5 a 7. A nejvzdálenější přelet zaznamenaný v tabulce byl z plochy 7 na levé straně řeky, na plochu 10, která se nachází na pravé straně. Přelety mezi oběma břehy řeky byly 4.

Tabulka 3: Skutečně zaznamenané migrace motýlů *P. teleius* mezi ploškami vymezenými pro studium na Labišťatech v roce 2016.

odkud / kam	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7			2											
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														

Jediný záznam v Tabulce 3 nám ukazuje dva přelety. Oba konkrétně z plochy číslo 7 na nedalekou plochu číslo 3. Přelet přes řeku Labe nebyl zachycen žádný.

Tabulka 4: Skutečně zaznamenané migrace motýlů *P. nausithous* mezi ploškami vymezenými pro studium na Labišťatech v roce 2016.

odkud / kam	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1														
2														
3						6	3						1	
4														
5														
6		1	6											
7			2			2								
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														

V Tabulce 4 je zaznamenáno 21 přeletů. Nejvíce přeletů bylo mezi plochami 3 a 6, oběma směry stejný počet jedinců. Dále můžeme v tabulce najít jediný záznam o přeletu přes řeku, konkrétně z plochy 3 vyskytující se na levém břehu Labišťat, na plochu 13 na pravém břehu u obce Semín.

Tabulka 5: Skutečně zaznamenané migrace motýlů *P. nausithous* mezi ploškami vymezenými pro studium na Labišťatech v roce 2017.

odkud / kam	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1														
2														
3				4	1	5								
4			2			20	2							
5				2		2								
6			8	22			7						1	
7						1								
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														

Tabulka 5 hodnotí 77 přeletů. Nejvíce migrací bylo uskutečněno na ploše 6. Nejvyšší počet emigrací bylo zaznamenáno z plochy 6 na sousedící plochu 4. Tabulka též ukazuje jeden přelet z levého břehu Labe na pravý, konkrétně z plochy 6 na plochu 13.

Tabulka 6: Skutečně zaznamenané migrace motýlů *P. teleius* mezi ploškami vymezenými pro studium na Labišťatech v roce 2018.

odkud / kam	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1														
2														
3	1													
4						1								
5														
6							5							
7				5		6								
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														

Ze záznamů v Tabulce 6 vyplývá že nejvíce motýlů bylo odchyceno při přeletu z plochy 7 na plochu 6. A dohromady se uskutečnilo pouze 18 přeletů. Nebyl zachycen žádný přelet mezi břehy řeky Labe.

Tabulka 7: Skutečně zaznamenané migrace motýlů *P. nausithous* mezi ploškami vymezenými pro studium na Labišťatech v roce 2018.

odkud / kam	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1														
2				1										
3				1		6	14							
4			4			36								
5														
6			5	34			42							
7			1	12		43				2				
8														
9														
10							1							
11														
12														
13														
14														

Tabulka 7 hodnotí velké množství přeletů, nejhojněji motýli přelétali z plochy 7 na plochu 6 ale i opačným směrem. Významné množství přeletů je zaznamenáno i mezi plochami 4 a 6. Přelety mezi pravým a levým břehem byly zjištěny tři, z toho dva z plochy 7 na plochu 10 a jeden z plochy 10 na plochu 7.

Porovnání celkových počtů motýlů a počtu přeletů uvádí tabulka 8.

Tabulka 8: Přehled zjištěných přeletů motýlů *Phengaris teleius* a *P. nausithous* na Labišťatech a u Semína v letech 2015–2018. N = vypočtený odhad celkové metapopulace obou břehů, mt = přelety mezi odlišovanými plochami celkem, mcr = přelety mezi oběma břehy Labe.

	<i>Phengaris teleius</i>			<i>Phengaris nausithous</i>		
	N	mt	mcr	N	mt	mcr
2015	224	17	3	294	36	4
2016	6*	2	0	29	21	1
2017	17*	0	0	875	77	1
2018	340	18	0	1242	202	3

Z tabulky je patrné, že v letech, kdy byl zaznamenán vyšší počet motýlů, bylo i více přeletů přes řeku Labe, avšak pouze v řádu jedinců motýlů. Hypotézu „Množství motýlů migrujících mezi levým a pravým břehem řeky Labe navzájem, je úměrné celkové početnosti jejich populací v systému“ však považují za potvrzenou.

6 Diskuze

Změny v početnosti populací u obou druhů námi zkoumaných modrásků v jednotlivých letech pozorujeme na grafu číslo 1, který nám znázorňuje jejich růst či naopak pokles. Výsledky pro druh *P. teleius* jsou v tabulce znázorněny oranžovou barvou. Ačkoliv bylo v roce 2018 označeno poměrně málo jedinců, byly hodnoty na rozdíl od sezóny 2017 počitatelné. Celkem bylo výpočtem odhadnuto 340 jedinců na všech plochách u Labišťat za celou letovou sezónu, což je výrazný růst oproti 17 jedincům v roce 2017. Nicméně početnost *P. teleius* zde v uplynulých letech velmi zakolísala, 224 zjištěných jedinců tohoto druhu v roce 2015, ale pouze 6 v roce 2016.

Modře jsou v grafu 1 vyobrazené výsledky pro druh *P. nausithous*. Od tohoto druhu bylo na Labišťatech pomocí matematického modelu odhadnut počet jedinců v roce 2018 na 1242 oproti 875 v roce 2017 a pouhým 29 v roce 2016 či 294 jedincům v roce 2015. To znamená značný populační nárůst. Předpokládám, že v roce 2017 šlo z minimálně 60 % o potomky jedinců z roku 2015 (dvouletý vývoj – viz Schönrogge et al., 2000; Witek et al., 2006), takže panovala obava, že propad v roce 2016 by mohl být poklesem početnosti populace patrný ještě v sezóně 2018, ale tento předpoklad se nepotvrdil a populace narostla.

Výsledky za rok 2018 nám tedy signalizují nárůst populace obou zkoumaných druhů na lokalitě Labišťata po propadu v letech 2016–2017. Pokud by kolonie motýlů zde byla uvažována samostatně, nelze ji stále hodnotit jako životaschopnou, ale protože byla doložena komunikace přelety (viz tabulky 1–7), jde o významnou součást populačního systému.

Navíc již v roce 2015 při značkovací studii motýlů bylo doloženo dobré vzájemné propojení ploch prostřednictvím přeletů. Byly potvrzeny přelety přes řeku Labe mezi plochami na Labišťatech a loukou jižně od rybníka Tomášek, a to pro oba druhy *P. teleius* i *P. nausithous*. Konkrétně se jednalo v obou případech o přelety mezi plochami 7 a 10.

V roce 2016 se podařilo taktéž dokázat propojenost populací na obou březích Labe, od tohoto roku již však jen pro druh *P. nausithous*. V tomto roce byl zaznamenán nejdelší přelet, a to z plochy 3 na levém břehu na plochu 13, nacházející se poblíž začátku zástavby obce Semín. Tento přelet nicméně nedosahuje dosavadní rekordní známé přeletové vzdálenosti pro *P. nausithous*, která je udávána přes 5 km (Nowicki et al., 2005).

Situace v roce 2017 byla obdobná jako v předchozím roce, byl zaznamenán pouze jeden dálkový přelet druhu *P. nausithous* a to z plochy 6 na plochu 13, která se nachází na druhé straně řeky.

Rok 2018 přináší pro druh *P. nausithous* téměř totožnou situaci, která již byla popsána v roce 2015, a tedy přelety mezi plochami 7 a 10, tentokrát je učinili 3 jedinci.

Získaná data korelují se závěry, že druh *P. teleius* obecně migruje méně a na kratší vzdálenosti což potvrzuje hypotézu Nowicki et Vrabec (2011). Z hlediska ochrany přírody by tedy měl být *P. teleius* druhem prioritním, protože riziko přerušení genetického toku mezi koloniemi je při zásazích do krajinné matrice výrazně vyšší.

Dále jsem se zaměřila na srovnání poměrů pohlaví pro oba zmíněné druhy v jednotlivých letech v grafu 2 a 3. Téměř ve všech letech byla zjištěna vyšší míra zastoupení samčího pohlaví u obou druhů. Tento výsledek však neodpovídá poměrům, který uvádí ve své studii Nowicki a kol. (2005c). Dle této studie je ideální poměr pro populaci 50 : 50 (v přírodě je však nutné brát

s jistou odchylkou). Někdy je také uváděn poměr 40 : 60, a to vždy ve prospěch samic. Nám se tedy nepodařilo potvrdit výsledky této studie, což může být způsobeno předčasným ukončením odchytů, a to u protandrického druhu jako jsou právě tyto modrásci, může mít za následek vychýlení poměru pohlaví (Beneš et al., 2002). Tuto variantu považuji za nejpravděpodobnější, protože výzkum jednotlivých sezónách končil v období, kdy se minimalizoval záchyt dosud neznačených jedinců obou druhů, což ale neznamená, že některé samice se nelíhly ještě o něco později. Dále se také může jednat o chybu monitorujících, protože např. samice *P. teleius* může být díky svému vzhledu při zběžném určování zaměněna za samce *P. nausithous*, nebo může dojít i k chybné determinaci pohlaví v rámci druhu, a to zvláště u kolegů, kteří monitorují prvním rokem. V neposlední řadě se také nabízí jako vysvětlení prostá odchylka ve zkoumané sezóně.

Poslední 4 grafy zachycují odhadovanou početnost jedinců na jednotlivých plochách. Je nutné zmínit že v roce 2015 bylo zkoumáno pouze 11 ploch v ostatních letech byl jejich počet navýšen na celkových 14.

Za nejvýznamnější plochu napříč sledovaným obdobím 2015–2018 bych označila plochu číslo 7 a to pro oba zkoumané druhy. U této plochy však hrozí zárůst náletem, proto by bylo vhodné upravit její management a provést občas alespoň jednorázovou seč, mimo letové období a v jeho dostatečném předstihu.

Plochy 2–6 také považuji za plochy populačně silné a co se týče výskytu motýlů nezanedbatelné. Zejména je to plocha 6, která zůstává od roku 2015 v letové sezóně vždy neposekaná a z dat jasně vyplývá, že jde zatím o vhodně zvolený management.

Na pravém břehu řeky Labe považuji za dominantní plochu zejména plochu podél Sopřečského potoka (plocha 10, zanedbaná a v roce 2017 i 2018 nekosená), která vykazuje dlouhodobě slušný počet jedinců druhu *P. nausithous* a i přes panující sucho zřejmě vzhledem k vlhčím poměrům v nivě potoka vykazovala i výrazně lepší stav nakvetlosti živné rostliny než ostatní plochy Labišťat. Za zmínku z hlediska přítomnosti motýlů stojí na pravém břehu u Semína ještě plocha 12. Ostatní plochy nevykazují stabilní kolonie motýla, pouze jednotlivé jedince, nejspíše zálety. Špatnou zprávou je to, že na pravém břehu Labišťat u Semína až na 14 jedinců v roce 2015 a 10 jedinců v roce 2018 nebyl zachycen druh *Phengaris teleius*, který považujeme za citlivější a významnější z hlediska ochrany. Zdá se, že oproti starším údajům celkově na pravém břehu oba druhy ustupují (srov. Vrabc et al., 2014).

Ohledně poměru počtu přeletů přes řeku a celkového počtu motýlů metapopulace Labišťata – Semín můžu konstatovat, že výsledek je z hlediska potvrzení hypotézy zjevně na hranici případné statistické průkaznosti, protože rozdíly v počtu jednotlivců jsou velmi malé. Předpokládám však, že pokud by monitoring probíhal s nasazením vyššího počtu monitorovatelných, byl by výsledek příznivější. Je rovněž možné, že bude-li v dalších letech růst početnosti motýlů *Phengaris* na Labišťatech ještě pokračovat, bude trend navýšení pozorovaných přeletů průkaznější.

7 Závěr

Výsledky sledování populace modrásků *Phengaris teleius* a *P. nausithous* na Labišťatech a u Semína nedaleko Přelouče ukazují značné kolísání v početnosti celkové populace u obou druhů. Propad v roce 2016 a značný nárůst v roce 2018, který převýšil počáteční rok studia 2015. Odhad početnosti jedinců byl pro *P. teleius* v sezóně 2018 byl 340 jedinců oproti 17 v roce 2017, 224 jedincům ještě v roce 2015 a 6 jedincům v roce 2016, *P. nausithous* vyšel v roce 2018 odhad 1242 jedinců oproti 875 jedincům v roce 2017, 294 jedincům v roce 2015 a 29 jedincům v roce 2016. To znamená výrazný nárůst početnosti kolonií obou druhů na Labišťatech. Celkové počty motýlů však mezi lety kolísají a pokud by některé kolonie motýlů zůstaly izolované, teoreticky negarantují dostatečnou genetickou rezervu pro dlouhodobé přežívání (týká se zejména *P. teleius*). V případě takto významného kolísání je náročné posoudit, zdali se jedná o následek nevhodného managementu či vnějších vlivů nebo o zcela přirozenou populační dynamiku.

Dále byla porovnána data sledující četnost pohlaví, kde jsem došla k závěru, že u obou zkoumaných druhů spíše převažují samci. Tato data jsou tedy v rozporu s odpovídající literaturou, kde byl vždy uváděn poměr vyrovnaný či spíše opačný. Lze to vysvětlit různými faktory z nichž za nejpravděpodobnější variantu považuji předčasné ukončení monitoringu v době, kdy ještě neskončilo letové období druhů.

Komunikace populačních systémů byla v letech 2015–2018 potvrzena na velmi dobré úrovni u druhu *P. nausithous*. Je prokázáno propojení většiny zkoumaných ploch přelety u druhu *P. nausithous* a nepřímé několika z nich i přelety *P. teleius*. To je velmi významné zjištění z hlediska dynamiky systému. Výsledky přeletů dokládají vzájemné genetické propojení jednotlivých kolonií, což představuje významný předpoklad pro uchování systému v budoucnosti.

Při ověřování hypotézy: Množství motýlů migrujících mezi levým a pravým břehem řeky Labe navzájem, je úměrné celkové početnosti jejich populací v systému, jsem došla k závěru, že hypotézu je možno na základě pozorovaného trendu potvrdit, ale na hranici statistické chyby s ohledem na malé množství dat. Rozhodně se však k pravdivosti této hypotézy přikláním a jestliže bude výzkum pokračovat, brzy tuto hypotézu potvrdí i statisticky průkazným testem.

8 Použitá literatura

- Akino, T., Knapp, J. J., Thomas, J. A., Elmes, J. A. 1999. Chemical mimicry and host specificity in the butterfly *Maculinea rebeli*, a social parasite of *Myrmica* ant colonies. *Proc. Royal Society Lond. B.*, 266: 1419-1426.
- Beneš, J., Konvička, M., Dvořák, J., Fric, Z., Havelda, Z., Pavlíčko, A., Vrabec, V., Weidenhoffer, Z. 2002. *Motýli České republiky: Rozšíření a ochrana I, II / (Butterflies of the Czech Republic: Distribution and conservation I., II.).* SOM. Praha. 857 s. ISBN 80-903212-0-8.
- Bonelli, S., Vrabec, V., Witek, M., Barbero, F., Particelli, D., Nowicki, P. 2013. Selection on dispersal in insolated butterfly metapopulations. *Population ecology.* 55. 469-478.
- Carter, D. 1998. *Motýli.* Osveta. Martin. 304 s. ISBN: 80-88824-87-7
- Della Beffa, M. T. 2000. *Luční květiny: přirozená nádhera květů na okraji cesty.* Ikar. Praha. 224 s. ISBN 80-242-0625-0
- Elfferich, N. W. 1998. Is the larval and imaginal vibration signalling of *Lycaenidae* and other *Lepidoptera* related to communication with ants?. *Deinsea.* 4. 91-95.
- Elmes, G. W. Thomas, J. A. 1991. Die Biologie und Ökologie der Ameisen der Gattung *Myrmica*. P. 404-409. In.: Geiger W. (ed.) & *Lepidopterologen-Arbeitsgruppe SBN 1991: Tagfalter und ihre Lebensräume.* Schweizerischer Bund für Naturschutz, Basel, 516 pp.
- Elmes, G. W., Thomas, J. A. 1992. Complexity of species conservation in managed habitats: interaction between *Maculinea* butterflies and their hosts. *Biodiversity and Conservation.* 1. 155-169.
- Elmes, G. W., Thomas, J. A., Munguira, M. L., Fiedler, K. 2001. Larvae of lycaenid butterflies that parasitize ant colonies provide exceptions to normal insect growth rules. *Biological Journal of the Linnean Society.* 73. 259-278.
- Ehrlich, P.R., Launer, A.E., Murphy, D.D. 1984. Can sex ratio be defined or determined? The case of a population of checkerspot butterflies. *American Naturalist.* 124. 527-539
- Fiedler, K. 1996. Host-plant relationships of lycaenid butterflies: large-scale patterns, interactions with plant chemistry, and mutualism with ants. *Entomol. Experimentalis et applicata.* 80(1). 259-267.
- Figurny, E., Woyciechowski, M. 1998. Flowerhead Selection for Oviposition by Females of the Sympatric Butterfly Species *Maculinea teleius* et *M. nausithous* (*Lepidoptera: Lycaenidae*). *Entomol. Gener,* 23(3). 215-222.
- Forman, R.T.T., Alexander, L.E. 1998. Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics.* 29. 207-231
- Hodgson, J.A., Moilanen, A., Thomas, C.D. 2009. Metapopulation responses to patch connectivity and quality are masked by successional habitat dynamics. *Ecology.* 90. 1608-1619
- Hofmannová, H., Marktanner, T. 1996. *Denní a noční motýli: kapesní atlas.* Slovart. Praha. 158 s. ISBN: 8085871688

- Hölldobler, B. H., Wilson, E. O. 1997. Cesta k mravencům. Academia. Praha. 198 s. ISBN: 8020006125.
- Hrabák, R. 1985. Kapesní atlas našich motýlů. SZN. Praha. s. 349. ISBN: 07-049-85
- Jelínek, J., Zicháček, V. 2000. Biologie pro gymnázia. Nakladatelství Olomouc. 560 s. ISBN: 80-7182-177-2
- Johst, K., Drechsler, M., Thomas, J., Settele, J. 2006. Influence of mowing on the persistence of two endangered large blue butterfly species. *Journal of Applied Ecology*. 43. 333-342.
- Kovařík, F., Bečvář, S., Buchar, J., Burda, A., Čuřík, P., Divoký, M., Hanel, L., Hromádka, J., Jakoubek, V., Kabátek, P., Kocina, R., Kovařík, F., Machytka, M., Pecina, P., Vařůra, K., Vilímová, J. 2000. Hmyz: Chov, morfologie. Madagaskar. Jihlava. 295 s. ISBN: 8086068242.
- Landman, W. 1999. Encyklopedie motýlů. Rebo. Česlice. 272 s. ISBN: 8072340573.
- Novák, I., Pokorný, V. 2003. Atlas motýlů. Paseka. Praha. 268 s. ISBN: 8071855693
- Novák, I., Severa, F. 2002. Motýli. Aventinum. Praha. 367 s. ISBN: 8071512109.
- Nowicki, P., Bonelli, S., Barbero, F., Balletto, E. 2005a: Population dynamics in the genus *Maculinea* revisited: comparative study of sympatric *M.alcon* and *M. teleius*. Pp. 136-139. In: Settele J., Kühn E. & Thomas J. A. (Eds.) 2005: *Studies on the Ecology and Conservation of Butterflies in Europe. Vol. 2: Species Ecology along a European Gradient: Maculinea Butterflies as a Model*, Pensoft Publishers, Sofia – Moscow, 289 pp.
- Nowicki, P., Settele, J., Thomas, J. A. Woyciechowski M. 2005. A review of population structure of *Maculinea* butterflies. Pp. 144-149. In: Settele J., Kühn E. & Thomas J. A. (Eds.) 2005: *Studies on the Ecology and Conservation of Butterflies in Europe. Vol. 2: Species Ecology along a European Gradient: Maculinea Butterflies as a Model*, Pensoft Publishers, Sofia – Moscow, 289 pp.
- Nowicki, P., Vrabec, V. 2011. Evidence for positive density-dependent emigration in butterfly metapopulations. *Oecologia*. 167. 657–665
- Pech, P., Fric, Z., Konvička M. 2007. Species – Specificity of the Phengaris (*Maculinea*) – *Myrmica* Host System: Fact or myth? (*Lepidoptera: Lycaenidae; Hymenoptera: Formicidae*), *Sociobiology*, 50(3), p. 1-21.
- Randuška D., Šomšák L. & Háberová I. 1983: Barevný atlas rostlin. Obzor a Profil, Bratislava – Ostrava, 640 s.
- Reichholf-Riehm, H. 2003: *Motýli*, Euromedia Group, Praha, 287 s.
- Ries, L., Debinski, D.M. 2001. Butterfly responses to habitat edges in the highly fragmented prairies of Central Iowa. *Journal of Animal Ecology*. 70. 840-852
- Sadil, J. 1955. Naši mravenci. Orbis. Praha. 224 s.
- Schönrogge K, Wardlaw JC, Thomas JA, Elmes GW (2000) Rychlosti polymorfního růstu v myrmekofilním hmyzu. *Proc R Soc Lond B* 267: 771–777
- Skalický, V. 1995. 8. *Sanguisorba L. – krvavec*. In: Slavík, B. (ed.). *Květena České republiky 4*. 1995. Academia. Praha. s. 240–246. ISBN: 8020003843.
- Skórka P., Witek M. & Woyciechowski M. 2006: A simple and nondestructive method for estimation of worker population size in *Myrmica* ant nests. *Insectes Sociaux*, 53: p. 97100.

- Śliwińska, E. B., Nowicki, P., Nash, D. R., Witek, M., Settele, J., Woyciechowski, M. 2006. Morphology of caterpillars and pupae of European *Maculinea* species (Lepidoptera: Lycaenidae) with an identification table, *Entomologica fennica* 17, p. 351 - 358.
- Tartally A. a Varga Z. 2005. *Myrmica rubra* (Hymenoptera: Formicidae): the first data on host ant specificity of *Maculinea nausithous* (Lepidoptera: Lycaenidae) in Hungary. *Myrmecologische Nachrichten*. 7. 55-59.
- Thomas, J. A., Clarke, R. T., Elmes, G. W., Hochberg M. E. 1989. Population dynamics in the genus *Maculinea* (Lepidoptera: Lycaenidae). p. 261–290. In: Dempster J. P. et McLean I. F. G. (eds.) 1998. *Insect Populations In theory et in practice*. 19th Symposium of the Royal Entomological Society. 10-11. September 1997. Kluwer Academic Publishers Dordrecht. Boston. London. 486 pp.
- Thomas, J. A., Elmes, G. W., Wardlaw, J. C., Woyciechowski, M. 1989. Host specificity among *Maculinea* butterflies in *Myrmica* and nests. *Oecologia*. 79. 452-457.
- Van Dyck, H., Oostermeijer, J. G. B., Talloen, W., Feenstra, V., Hidde van der, A., Wynhoff, I. 2000. Does the presence of ant nests matter for oviposition to a specialized myrmecophilous *Maculinea* butterfly? *Proc. R. Soc. Lond. B*. 267. 861-866.
- Vrabec, V., Boubelová, J., Hanousková, H., Hatlapatková, J., Marušáková, K., Pravdová, J., Prokopová, E., Spalová, M., Veselá, H., Cibulka, J., 2008. Problematika managementu populace ohrožených motýlů ve vztahu k ÚSES – příklad z praxe na modráscích *Maculinea* (Lepidoptera: Lycaenidae). 88-96. In: Petrová, A., (ed.): ÚSES – zelená páteř krajiny. Sborník ze 7. ročníku semináře ÚSES – zelená páteř krajiny, 2.-3. září 2008 v Brně, MŽP a Česká společnost pro krajinnou ekologii – regionální organizace CZ-IALE v nakl. Lesnické práce, s. r. o., Brno, 108 s.
- Vrabec, V., Bubová, T., Vejtrubová, M. & Kulma, M. 2014. Nové lokality modrásků rodu *Phengaris* (Lepidoptera: Lycaenidae) v okolí Přelouče. *Práce muzea v Kolíně, řada přírodovědná*. 11. 105-114.
- Vrabec, V., Kulma, M., Bubová, T. Nowicki, P. 2017. Long-term monitoring of *Phengaris* (Lepidoptera: Lycaenidae) butterflies in the Přelouč surroundings (Czech Republic): is the waterway construction a serious threat? *Journal of Insect Conservation*. 21(3). 393–400.
- Witek, M., Sliwiska, EB, Skórka, P. et al. *Oecologia*. 18 March 2006. [cit. 2019-16-04]. Dostupné z <<https://doi.org/10.1007/s00442-006-0404-5>>
- Witek, M., Śliwińska, E. B., Skórka, P., Nowicky, P., Wantuch, M., Vrabec, V., Settele, J., Woyciechowski, M. 2008. Host ant specificity of large blue butterflies *Phengaris* (*Maculinea*) (Lepidoptera: Lycaenidae) inhabiting humid grasslands in East-central Europe. *Eur. J. Entomol.* 105. 871–877.
- Wynhoff, I. 2001. A home on foreign meadows: the reintroduction of two *Maculinea* butterfly species. Wageningen Agricultural University. 236.